



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL/ ESCUELA DE
POSGRADO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“Pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno para
mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa - 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Fuentes Anchante, Carlos Steven Sthefano (0000-0003-1200-9187)

ASESOR:

Mg. Requis Carbajal, Luis Villar (0000-0002-3816-7047)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mi familia por brindarme su apoyo y a Dios por haberme dado fortaleza, sabiduría, paz y el control a mi vida

AGRADECIMIENTO:

En especial a mi asesor Luis Requis Carbajal por guiarme en la presente investigación y compartir sus conocimientos.

A nuestros docentes de la facultad de Ingeniería Civil, UNICA, por todos los conocimientos brindados para lograr mis objetivos como profesional en la vida. A la Universidad Cesar Vallejo, por darnos la oportunidad de culminar en su casa de estudios.

A mis queridas amistades de la provincia del Paucar del Sara Sara por su apoyo y consejos.

Índice De Contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	ii
Índice de Tablas	iii
Índice de Figuras	iv
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de la investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimiento	22
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación y tipo de adoquín	9
Tabla 2. Serie de tamices	11
Tabla 3. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	13
Tabla 4. Clasificación de suelos – método AASHTO	14
Tabla 5. Clasificación de suelos, según el índice de plasticidad	16
Tabla 6. Resumen del procesamiento de los casos	34
Tabla 7. Pruebas de normalidad	35
Tabla 8. Correlaciones de muestras relacionadas	35
Tabla 9. Prueba de muestras relacionadas	35

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Situación actual de la zona	2
Figura 2. Ubicación de Jirón s/n, Barrio Pampahuayco	3
Figura 3. Representación gráfica de la curva granulométrica	12
Figura 4. Cuchara grande	14
Figura 5. Determinación de plasticidad del suelo mojado.	16
Figura 6. Ensayo de Proctor modificado – método aplicativo.	17
Figura 7. Métodos para el ensayo de Proctor.	18
Figura 8. Accesorios y molde del CBR.....	19
Figura 9. Realización de la calicata	23
Figura 10. Extracción de muestras de la calicata.	23
Figura 11. Muestras para la realización del estudio de suelos	25
Figura 12. Rotura del adoquín de concreto.	26
Figura 13. Ensayo de compresión – adoquines de concreto.	26
Figura 14. Curado de adoquines de concreto_	27
Figura 15. Realización de tamizado de materiales.	27
Figura 16. Ensayo de CBR.	28
Figura 17. Cuarteo para tamización.	28
Figura 18. Curado vs esfuerzo de compresión (Fibra acero).	32
Figura 19. Curado vs esfuerzo de compresión (Fibra polipropileno)	32
Figura 20. Comparativa entre las resistencias de adoquines.....	33

Resumen

La presente investigación lleva como título “Pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno para la mejora de las propiedades mecánicas, distrito de Lampa - 2022”, se realizó esta investigación ya que en la actualidad en el Distrito de Lampa no cuenta con caminos vecinales óptimos y a la vez busca la comparativa entre el diseño de adoquines de concreto con fibras de acero y fibras de polipropileno.

Esta investigación se utilizó el tipo de investigación aplicada, nivel de investigación explicativo y un diseño de investigación experimental, teniendo como objetivo identificar el impacto al adicionar las fibras de polipropileno al pavimento intertrabado (adoquines de concreto) y también se obtuvieron muestras del suelo para realizar los ensayos de laboratorio

Los adoquines de concreto que se diseñaron son de medida de 20x10x6cm, llegando a la conclusión de que los adoquines de concreto con fibra de acero (30% de fibra de acero) tienen una resistencia máxima de 560.84 kg/cm² y los adoquines de concreto con fibra de polipropileno (20 gr/m³ de fibra de polipropileno) tiene una resistencia de 389.53 kg/cm², cumpliendo la normativa técnica CE. 010 pavimentos urbanos

Palabras claves: fibra de acero, fibra de polipropileno, adoquín de concreto.

Abstract

This research is entitled "Interlocking pavement incorporating steel and polypropylene fibers for the improvement of mechanical properties, Lampa district - 2022", this research was carried out because currently in the district of Lampa there are no optimal neighborhood roads and at the same time it seeks the comparison between the design of concrete pavers with steel fibers and polypropylene fibers.

This research used the type of applied research, explanatory research level and an experimental research design, with the objective of identifying the impact of adding polypropylene fibers to the interlocking pavement (concrete pavers) and soil samples were also obtained for laboratory tests.

The concrete pavers that were designed are 20x10x6cm, reaching the conclusion that the concrete pavers with steel fiber (30% steel fiber) have a maximum resistance of 560.84 kg/cm² and the concrete pavers with polypropylene fiber (20 gr/m³ of polypropylene fiber) have a resistance of 389.53 kg/cm², complying with the EC technical standards. 010 urban pavements.

Keywords: steel fiber, polypropylene fiber, concrete pavers.

I. INTRODUCCIÓN

Situación problemática

El Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) clasifica a las carreteras en red vial nacional, departamental y vecinal, siendo esta última el proyecto de investigación. La red vial vecinal son caminos de tierra o caminos secundarios, que sirve para conectar pueblos, caseríos y/o anexos. Es de gran importancia la red vial vecinal para el Perú ya que se usa como medio de transporte de carga y también de movimiento de masas.

En el departamento de Ayacucho, Provincia Del Paucar Del Sara Sara, Distrito Lampa, Anexo San Sebastián de Sacraca es fundamental para la población que este en buenas condiciones óptimas los caminos vecinales, especialmente cuando se trata de agricultura. El anexo de San Sebastián De Sacraca ubicado en una altitud de 2691 msnm conocido como “Jardín Florido”, su flora típica es de una zona seca destacando los cactus andinos, los durazneros, membrillos, manzanos, kiwicha, ciruelos andinos y destacando sobresalientemente la tuna, estos frutos se recolecta por los mismos pobladores para lograr un desarrollo sostenible.

Actualmente el anexo San Sebastián de Sacraca se encuentra en crecimiento económico, social. Por lo que necesitan una mejora y conservación de los caminos vecinales con un diseño de infraestructura vial óptimo, para el ingreso y salida de sus productos agrícolas para el logro de un desarrollo sostenible en beneficio a la población.

Así mismo cabe indicar que para llegar a dichas zonas de cultivo, el acceso no es tan beneficioso, ya que dichos caminos presentan asentamientos o material arenoso. Por eso el tema de investigación propone mejorar estos caminos vecinales con el diseño infraestructural de un Pavimento Intertrabado, para el fácil ingreso y salida de dichos productos agrícolas. Otro punto a tomar en cuenta es, las altas precipitaciones en época de lluvia, empeorando aún más el acceso a dichos caminos vecinales, por eso se propone un diseño de pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno, progresivamente para ver la capacidad de resistencia

El proyecto de tesis tiene como objetivo mejorar la transitabilidad del camino vecinal del distrito de Lampa y demostrar si la unión del adoquín de concreto con fibras de acero y polipropileno es beneficio o no para el diseño de la infraestructura vial.



Figura 1: Situación actual de la zona de estudio.

Guerra et al. (2020). La transitabilidad está relacionado con lo construido alrededor de una ciudad, anexo, caserío etc., esto puede ser perjudicial o beneficioso al desarrollo sostenible.

Formulación de problema Problema general

¿Cómo afecta la incorporación de fibras de acero y polipropileno al pavimento intertrabado para mejorar las propiedades mecánicas del distrito de Lampa - 2022?

Problemas específicos

¿Qué factores intervienen para la incorporación de las fibras de acero y polipropileno al pavimento intertrabado?

¿Cuál es el diseño geométrico del pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno para mejorar las propiedades mecánicas distrito de Lampa - 2022?

¿Cómo afecta el estado actual del camino vecinal a la población del distrito de Lampa - 2022?

Delimitación del problema Delimitación espacial o geográfica

Las zonas límites del Distrito de Lampa, por el norte y oeste con la Provincia de Parinacochas, por el sur con el Distrito de Pararca y por el este con el Distrito de Colta.

Ubicación política:

Sector : Jirón s/n, Barrio Pampahuayco

Provincia : Paucar del Sara Sara

Distrito : Lampa

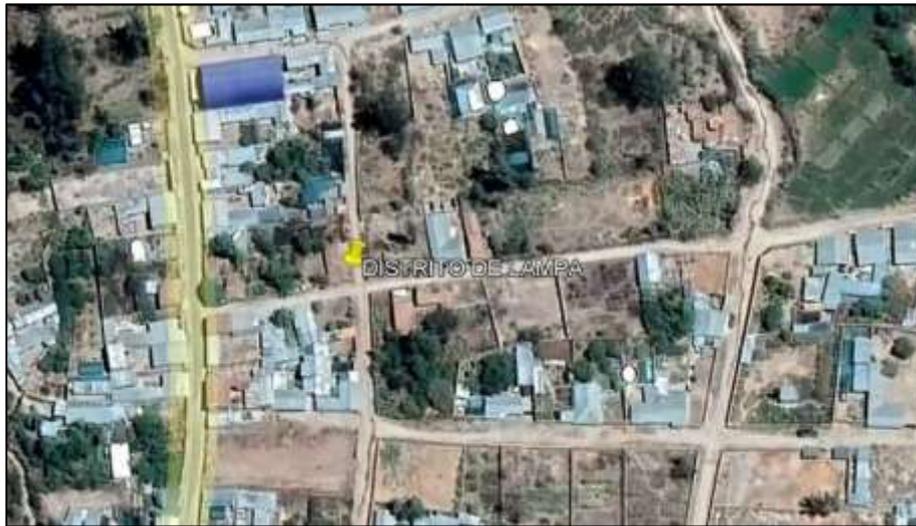


Figura 2: Ubicación de Jirón s/n, Barrio Pampahuayco

Fuente: Google maps

Delimitación temporal

El desarrollo del proyecto de investigación, se extiende desde octubre del 2021 hasta marzo del 2022.

Delimitación social

Este proyecto de investigación tiene como enfoque dar a conocer a la población del distrito de Lampa, la importancia de un diseño de infraestructura del camino vecinal con pavimento intertrabado para mejorar la transitabilidad.

Justificación e importancia de la investigación Justificación teórica

Es investigación se justifica porque brindara nociones sobre la aplicación de las fibras de acero y polipropileno al adoquín de concreto para estabilizar la calzada del camino vecinal.

Justificación practica

El proyecto de investigación se realiza para dar alternativas de solución con respecto a los modelos de diseño de pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno.

Justificación por conveniencia

La investigación es adecuada ya que ayudara tener estimación necesarias para el diseño geométrico de los caminos vecinales que mejorara la transitabilidad en el distrito de Lampa

Justificación social

El diseño geométrico del pavimento intertrabado con las fibras de acero y polipropileno, tendrá mucha relevancia para los habitantes del distrito de Lampa, mejorara su estilo de vida cotidiano, su desempeño en el trabajo, ya que el distrito de Lampa es un distrito altamente agrícola, beneficiara a la población con la mejora de la transitabilidad del camino vecinal, para la entrada y salida de sus productos y sobre todo de cuidar la salud de la población con las acumulaciones de aguas estancadas.

Importancia

La importante es la mejora del camino vecinal del distrito de Lampa con el diseño de pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno para que sea óptimo. Busca orientar las políticas, planes estratégicos y gestión prospectiva a nivel de gobierno local y de la sociedad, cuya finalidad es proteger el bienestar de la población, infraestructura y patrimonio del Estado.

Objetivos Objetivo general

Identificar los impactos de la incorporación de la fibra de acero y polipropileno al pavimento intertrabado para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa – 2022.

Objetivos específicos

Determinar los factores que intervienen al incorporar fibras de acero y polipropileno al pavimento intertrabado.

Definir los parámetros que intervienen en el diseño geométrico del camino vecinal para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa – 2022.

Mejorar el camino vecinal a favor de la población del distrito de Lampa – 2022.

Hipótesis Hipótesis general

Con el diseño correcto del pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno se obtendrá mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa – 2022.

Hipótesis específicas

Existen agentes en la incorporación de las fibras de acero y polipropileno al pavimento intertrabado.

Los parámetros que involucran un diseño geométrico eficaz para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa – 2022

La Mejora del camino vecinal con pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno tiene un beneficio mayor de productividad agrícola en el distrito de Lampa – 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes del problema de investigación Antecedentes a nivel internacional

Martínez Mayancela Joffre René (2016), en su tema de tesis que es de tipo de investigación fue exploratorio y descriptivo. Exploratorio porque busca indagar la fortaleza a la compresión de los adoquines con la adición de fibras y descriptivo porque buscar especificar las diferentes propiedades que surgen en el análisis del fenómeno, su objetivo es comparar la resistencia a la compresión de los adoquines convencionales y adoquines elaborados con 3 tipos de fibras (sintética, orgánica e inorgánica), la metodología de recolección de datos fue mediante los ensayos de laboratorios (granulometría, densidad real de los agregados, densidad real del cemento) y su normativa. Llego a la conclusión que la adición de estas fibras apporto positivamente a la resistencia a la compresión de adoquines en diferentes porcentajes, con la fibra sintética (fibra de polipropileno) aumento la resistencia a la compresión en un 22%, fibra orgánica (estopa de coco) en un 13% y finalmente con la fibra inorgánica (fibra de vidrio) en un 9%, estas resistencias se dieron luego de 28 días.

En el artículo de Jorge Luis, Brito Jeferson y Miriam (2015), sostiene que los ensayos ejecutados en un pavimento modelo con bloques de suelo y cemento, con intensidades de precipitación medias en la ciudad del Salvador, Brasil, en un tiempo establecido. Se obtuvo un coeficiente de escurrimiento medio similar al coeficiente de pavimento con bloques que son rectangulares. Entonces tiene como conclusión de que los bloques de suelo y cemento se pueden considerar como un pavimento. En las ciudades brasileiras el drenaje urbano actualmente es tratada con pavimentos permeables, ya que son modelos que disminuyen el escurrimiento superficial, aumenta la evaporación e infiltración, estos pavimentos

permeables tiene una composición de una capa superficial, una capa de arena para el asentamiento, base y subbase mezclado con agregados.

Según el artículo publicado de Bahamondes, Vargas-Tejeda y Echaveguren (2013), los pavimentos de adoquines de hormigón (PAH) son una alternativa para caminos vehiculares de baja velocidad, estos adoquines, cama de arena y las juntas de arena original un aparato de trabazón mecánica entre los adoquines las cuales son capaces de disipar la carga entre adoquines continuos, el artículo menciona los diferentes métodos de diseños de pavimentos de adoquines de hormigón, propuesto en Japón, Australia, Estados Unidos, Reino Unido y India, llegando a la conclusión que el método más óptimo es el de Reino Unido aunque también deja a juicio que el método de diseño de adoquines depende de mucho sobre el uso del desempeño, así mismo menciona que el método Británico tiene una mayor ventaja con respecto a las tensiones, deformaciones y deflexiones.

En mención a Gogoi (2019), los pavimentos entrelazados pueden ser de diferentes colores y tamaños, tienen un menor costo y mantenimiento, se usan en estacionamiento de vehículos, en aeropuertos, bahías, aceras, etc. Se utilizan en carreteras de bajo volumen vehicular, en el artículo hace mención sobre los adoquines incorporando material asfáltico recuperado – RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), la metodología que se usó, fue la fabricación de estos adoquines in situ y luego se realizaron ensayos deflectométricos. Llegó a la conclusión que el módulo elástico de estos adoquines se encuentra entre 300 y 800 Mpa.

En referencia al artículo Diseño, construcción y mantenimiento de aceras (2020), el procedimiento constructivo correcto de los adoquines en las aceras tiene un impacto significativo, afecta directamente a la vida útil de estas mismas. La inspección y control de calidad durante la colocación de los adoquines es fundamental para el resultado de un acabado óptimo que beneficie a la población.

El artículo publicado de Mohammed Ezziane (2015), las fibras de polipropileno disminuyen la retracción plástica, microfisuramiento y agrietamiento de la superficie en los hormigones, el objetivo es experimental ya que busca ver el comportamiento del mortero con y sin fibra de polipropileno a una temperatura máxima de 500°C. Tuvo como conclusión que las fibras de polipropileno a 200°C crean una porosidad que obstaculiza la presión debido a la evaporación del agua y por ende hace una limitación del agrietamiento.

Antecedentes a nivel nacional

La Tesis de Neyra T. Santos y Tacuri V. Walter (2020). Cuyo objetivo es diseñar adoquines de concreto anexando fibras de acero para mejorar la resistencia. La metodología que se realizó fue mediante calicatas y los ensayos de laboratorio.

Llego a la conclusión que, adicionando fibras de acero a los adoquines de concreto, mejora la durabilidad del pavimento, ya que tiene mayor resistencia a cargas. También aumenta el índice medio diario, mejora la fluidez vehicular y permite la conservación de la vía.

Klisman Aldair Flores Durand (2020) sostiene en su tesis que es de método de investigación y diseño fue cuantitativo y experimental. Para este estudio se tuvo adoquines elaborados con 5%, 10% y 15% de CR (caucho reciclado) y CRT (solución de hidróxido de sodio). Llego a la conclusión de que el reemplazo parcial de CR como agregado fino sobre las características del concreto aumento en el asentamiento, variación de temperatura y un menor peso unitario con respecto a la mezcla de control. Se determinó que los adoquines con CR y CRT hasta el 10% cumplen con la NTP 399.661 TIPO II.

Según la tesis de Daniel Quimes Lima Chuquihuanga (2017), la fibra de polipropileno actúa como un protector complementario del concreto, esto evitara el micro agrietamiento del elemento, tiene como objetivo calcular como influye la incorporación de la fibra de polipropileno al concreto para mejorar sus propiedades mecánicas. Se tuvo como conclusión que las fibras de polipropileno mejoran las propiedades mecánicas del concreto, tanto en compresion, traccion y flexion pero dependiendo de la cantidad de fibra de polipropileno a usar.

En la tesis de Vargas Ortiz, Guadalupe y Yataco Barreda (2020), su objetivo es analizar la resistencia a flexión del concreto adicionando fibras de acero y polipropileno, la metodología de diseño fue AASHTO – 93 y PCA, pero sabiendo que estos métodos no consideran las fibras de acero y polipropileno. Llego a la conclusión que hay una reciprocidad entre la dosificación de fibra que se añade con respecto a la resistencia a la flexion.

Según la tesis de Christian A. Gómez Flores y Federico E. Monca Nina (2020), teniendo como objetivo determinar todos los parámetros hidráulicos de pavimentos permeables articulados, los parámetros hidráulicos que se determinó fueron la pendiente superficial y el ancho de las juntas que está directamente proporcional con la cantidad de infiltración. Se obtuvo como conclusión que las pendientes superficiales mayores al 5% la infiltración disminuye en un 80%.

Enfoques conceptuales Pavimento intertrabado

También llamado pavimentos articulados, dichos pavimentos tiene una composición de una capa de rodadura de adoquines de concreto, más una capa base y subbase o también es aquel pavimento el cual está formado por unidades de concreto, sobre una capa de arena y se va rellenando los espacios que hay entre sí con arena, los adoquines pueden ir de diferentes formar para una mejor adherencia entre adoquines, llamándose a este accionar intertrabado o articulado.

Según Adoquines permeables de Atlanta y Structulia (2015). En la ciudad de Atlanta, se está utilizando estos pavimentos con adoquines, pero ahora son capaces de absorber el agua que cae sobre ellos, solucionando los problemas de inundaciones que ocurren en dicha ciudad. Este nuevo pavimento está conformado con un material geotextil especialmente diseñado para absorber, detener y hasta incluso a veces liberar el agua que cae sobre la carretera.

Tabla 1. Clasificación y tipo de adoquín

Tipo de uso	Resistencia característica (Mpa) comprensión a los 28 días
Peatonal	20
Estacionamiento y calles residenciales	30
Caminos secundarios y calles principales	40

Nota: alemán y Cantos, 2016.

Camino vecinal

Según Descentralizado (2017). Un camino vecinal esta conforma por carreteras que forman una red vial circunstancial de un entorno local, tiene como principal función de unir las conexiones de la provincia con capitales de distritos, caseríos, anexos o zonas de influencia social.

Fibra de acero

Según Mármol (2010). Menciona que la fibra de acero es una armadura que otorga propiedades específicas, es muy positiva en el diseño de pavimentos, losas y en otras aplicaciones del concreto.

Las fibras de acero su principal característica geometría, es su esbeltez. Tiene una mayor resistencia y elasticidad, pero su carencia es la corrosión. (Marco 2015).

Fibra de polipropileno

Las fibras de polipropileno como adición a los adoquines de concreto, tiene como objetivo mejorar las propiedades del concreto como la rigidez, compresión, tracción y tenacidad. Pero debido a la falta de información de las propiedades de dichas fibras genera una inquietud al momento de su aplicación, lo cual no genera un producto final idóneo. (Isidro 2017).

Según el artículo de Premasiri et al. (2021), las fibras de polipropileno tiene un gran absorción de energía y manejo de grietas en los adoquines.

Las fibras de polipropileno tienen una composición consistente de fibras que están unidas entre sí como una matriz plástica.

Análisis de granulometría

Este análisis nos ayuda a determinar y calificar los materiales geológicos.

Según Adoquines (2020) sostiene que la granulometría hace mención al tamaño de las partículas, esto se logra debido a la sucesión de tamices, en la cual sus aberturas se disponen de mayor a menor.

Herramientas que se utilizan en el ensayo son:

- Balanza electrónica con precisiones de 0.1 gr. y 1.0 gr. de precisión
- Tamices estandarizados
- Espátula
- Comba
- Brochas de cerda
- Taras
- Recipientes

El procedimiento para realizar el ensayo es el siguiente:

- Se realiza el secado del material extraído de las calicatas.
- Se usará los tamices que estarán unidos entre sí, para luego vaciar la muestra extraída de las calicatas.
- Se realizará movimientos oscilantes con la máquina de laboratorio.
- Se retira y se calcula el peso obtenido en cada tamiz.
- Luego se elaborará la curva granulométrica, estos datos nos deben de dar el peso total del material.

Tabla 2. Serie de tamices

Tamaños nominales de abertura	
(mm)	ASTM
80	3"
63	2 1/2"
50	2"
40	1 1/2"
25	1
20	3/4"
10	3/8"
5	N° 40
2	N° 10
0.5	N° 40
0.08	N° 200

Nota: Elaboración propia.

La curva granulométrica se obtiene de los resultados de laboratorio, es la representación gráfica de la composición del suelo, desde la perspectiva de las dimensiones de las partículas que la componen.



Figura 3: Representación gráfica de la curva granulométrica, tomada de “Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenidos de agregados naturales y reciclados”.

Clasificación de suelos

Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS.

Según Palma-López et al.(2017) define al suelo como un cuerpo natural, que se encuentra en la parte superficial de la tierra con diferencias de profundidad y también sirve como medio de desarrollo para la flora. Así mismo puede presentar variaciones según la región geográfica.

En merito a Quesada (2016). Menciona que la clasificación de suelos sirve para detallar la dimensión de la composición de un suelo.

Aguilar y Quezada (2015). Nos comenta que al clasificar un suelo le da un nombre de grupo que lo caracteriza genéricamente, junto con un símbolo de grupo respectivo, con dicha combinación de estos símbolos se pueden obtener diferentes variaciones de suelos.

Tabla 3. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAYAS	Gravas límpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: $C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para Gv. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo. Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas con finos	GM		Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
			(apreciable cantidad de finos)	GC		Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
			ARENAS	Arenas límpias		SW
	(pocos o sin finos)	SP		Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
	Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	$< 5\% \rightarrow GW, GP, SW, SP.$ $> 12\% \rightarrow GM, GC, SM, SC.$ 5 al 12% \rightarrow casos límite que requieren usar doble símbolo. $C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan
			(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	
			Limos y arcillas:	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
				CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
OL				arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.		
Límite líquido menor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				



Nota: IngcivilUAP, 2011.

Tabla 4. Clasificación de suelos – método AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7	
Grupo:	A-1-a	A-1-b									A-7-5	A-7-6
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	-			35 máx	-				36 mín
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)	
Límite líquido	-		-	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)									
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos			
Características como subarado	Excelente a bueno							Pobre a malo				

Nota: IngcivilUAP, 2011.

Límites de consistencia (límites de Atterberg) Limite líquido

El límite líquido es la cantidad de agua referido en porcentajes con relación al peso del suelo seco.



Figura 4: Cuchara grande, tomada de “museovirtual.csic.es”

Las herramientas y equipos a utilizar para calcular el límite líquido, son:

- Espátula
- Casagrande
- Acanalador
- Calibrador
- Recipientes
- Horno de secado

Límite plástico

Es la cantidad de humedad referida en porcentajes con relación al peso seco de la muestra secada al horno.

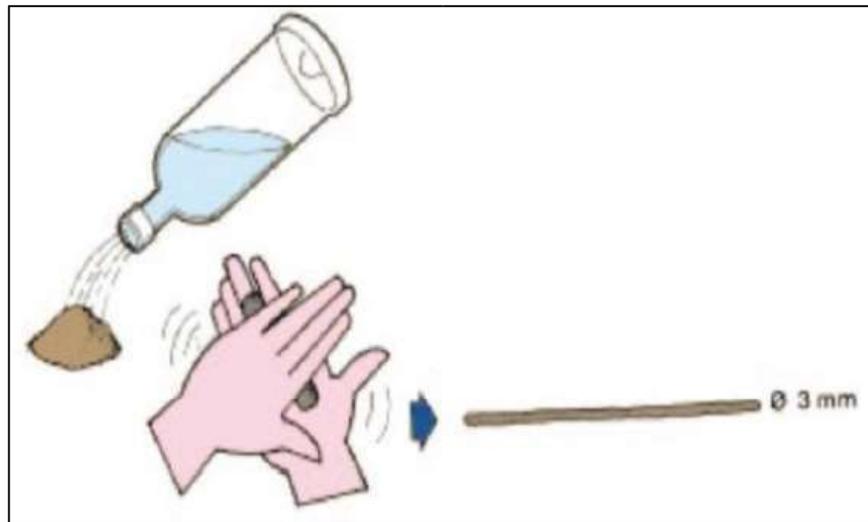


Figura 5: Determinación de plasticidad del suelo mojado, tomada de “fao.org”

Índice de plasticidad

Se obtiene de la resta del índice líquido y límite plástico.

$IP = LL - LP$, donde IP es el índice de plasticidad, LL es límite líquido y LP es límite plástico

Tabla 5. Clasificación de suelos, según el índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	suelos muy arcillosos
$IP \leq 20$ $IP > 7$	Media	suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Nota: Manual de Transporte y Comunicaciones – 2014.

Ensayo de Proctor modificado

Cuando se compacta un suelo, producirá un aumento en la densidad que contiene, aumento a la resistencia al corte y disminución de permeabilidad a la vez una reducción a la compresibilidad

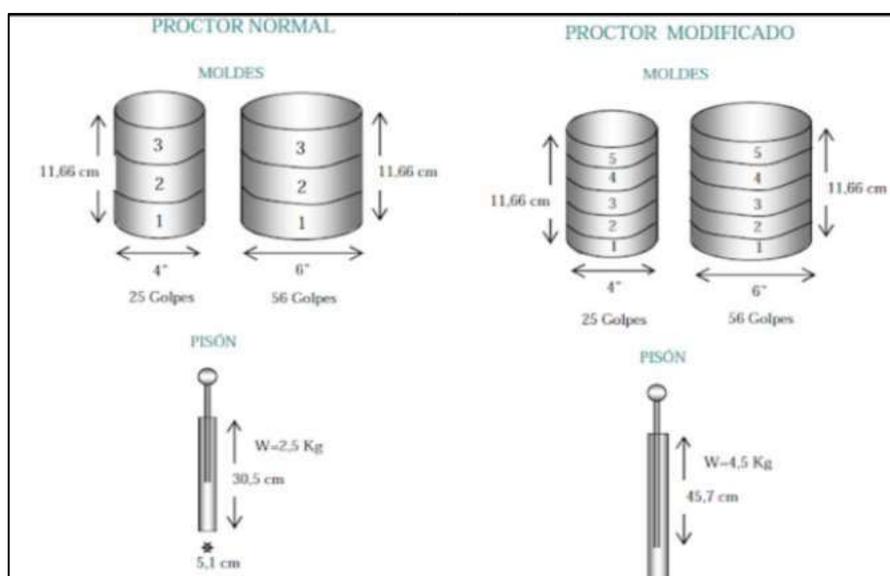


Figura 6: Ensayo de Proctor modificado – método aplicativo. Tomada de “libreriaingenierio.com”

Equipos:

- Molde de 4”.

- Base del molde
- Separador
- Enrasador
- Pisón
- Collar
- Balanza de 0.1 gr. y de 1.0 gr. de precisión
- Horno de secado – temperatura de 110 ± 5 °C Pasos para la realización del ensayo Proctor modificado.
- Se determinará que método (A, B y C) a utilizar.

Descripción	MÉTODO		
	A	B	C
Diámetro de Molde	4"	4"	6"
Peso del Martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de Caída	45.7 cm	45.7 cm	45.7 cm
N° de Golpes/Capa	25	25	56
Numero de Capas	5	5	5
Energía de Compactación	2,700 KN-m/m ³	2,700 KN-m/m ³	2,700 KN-m/m ³
Material a Usar	Mat que pasa el Tamiz N° 4	Material que pasa el Tamiz 3/8"	Material que pasa el Tamiz 3/4"
Uso	Ret. Tamiz N° 4 ≤20%	Ret. Tamiz N° 4 >20% Ret. Tamiz 3/8" ≤20%	Ret. Tamiz 3/8" >20% Ret. Tamiz 3/4" ≤30%

Figura 7: Métodos para el ensayo de Proctor, tomada de la tesis

“Aplicación del caucho granulado reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la Avenida el Sol, San Joaquín, Ica 2021”

- Se golpeará con un mazo de goma la muestra obtenida de campo, deshaciendo todos los grumos posibles de dicha muestra.
- Se determinará el contenido de agua del suelo procesado.
- Se prepara 4 especímenes con contenidos de agua.
- Se realizará 25 golpes con el pisón cada 5 capas.
- Añadir poco a poco agua al suelo durante la combinación de la muestra.

Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)

En referencia a Talukdar (2014). El valor del CBR, es de gran importancia conocer para el diseño de pavimentos flexibles, el conocer este parámetro nos ayudara a tener un mejor diseño. El ensayo de CBR se utiliza para estimar la condición del material del suelo, considerando su resistencia.



Figura 8: Accesorios y molde del CBR, tomada de “cotecno.cl”

Equipos que se usaran en el ensayo del CBR

- Molde de 6”.
- Pisón de compactación
- Regla metálica para enrasar
- Espátula
- Badilejo
- Taras
- Muestras que pasan por el tamiz N° 4
- Extensómetro
- Deformímetro
- Gata con manómetro
- Separador
- Enrasador

Pasos para la realización del ensayo del CBR

- Para este ensayo es importante saber el porcentaje de humedad óptimo.
- Se prepara 3 moldes con 12, 25 y 56 golpes.
- Se pasará cada uno de los moldes, en donde la muestra estará enraizada y finalmente se colocará los soportes aplicando contrapasos.
- Después se sumergirá en un tanque lleno de agua, este paso se realizará durante 96 horas y a la vez se tomará lectura de los datos de expansión cada 24 horas.
- Los datos que se obtendrán son de la deformación y carga de rotura.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada ya que busca difundir el conocimiento acerca de las fibras de acero y fibras de polipropileno como componente del adoquín de concreto.

Nivel de investigación

El nivel del proyecto de investigación es explicativo, teniendo como finalidad saber los conocimientos de la unión del adoquín de concreto junto a las fibras de acero y fibras de polipropileno. En síntesis, el nivel explicativo tiene como detalles saber de qué manera las variables influyen entre sí. (Cauas 2015). Por ende, este estudio de investigación es explicativa.

Diseño de investigación

Es experimental, se basó en los efectos que produce la unión de las fibras de acero y polipropileno sobre el adoquín de concreto. Cuando el investigador obtiene los datos mediante la observación de hechos condicionados, en donde se manipula una sola variable en respuesta de la otra. (Álvarez Risco 2018).

3.2 Variables y operacionalización Variables:

- Variable independiente: fibras de acero y polipropileno
- Variable dependiente: propiedades mecánicas del adoquín.

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis Población:

Según Otzen y Manterola (2017). La población es el total de lo que se va a estudiar y las partículas poseen ciertas características en común, la población en este proyecto de investigación es el camino vecinal del distrito de Lampa.

Muestra:

En referencia a Ventura-León y Barboza-Palomino (2017). La muestra representa personas o unidades que garanticen la riqueza de la información, establece la parte de la población que es seleccionada para observaciones de la variable. En esta investigación se eligió como muestra a los adoquines de concreto incorporado con fibras de acero y polipropileno.

Muestreo

En el proyecto de investigación se usó el muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que la muestra es pequeña.

Unidad de análisis

La unidad de análisis es el adoquín de concreto adicionado con fibras de acero y polipropileno con dimensiones de (20cm x 10cm x 6cm).

El adoquín de concreto es un compuesto de cemento Portland, agregado grueso, con poco agregado fino y agua. (Alonso et al. 2016)

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de información, es la forma en donde el averiguador se conecta con los componentes para conocer la información exacta que le permita llegar a obtener los objetivos.

Para que un proceso de recolección de datos sea imprescindible, debe de ser de forma planificada y teniendo claro los objetivos, por ende, la investigación es válida al ser una información verificable. (D'Souza et al. 2016).

Las técnicas del proyecto de investigación fueron la realización de 01 calicata para obtener los niveles de estrato del suelo y se tomaron muestras para llevarlo al laboratorio para realizar los ensayos respectivos, los ensayos que se realizaron en laboratorio fueron los límites de consistencia, los ensayos estándar y ensayos especiales, dichos ensayos tomamos como guía a las Normas Técnicas Peruanas.

Se diseñó 12 adoquines de concreto con adición de fibras de acero y 12 adoquines de concreto con fibras de polipropileno, para el primero se adiciono 30% de fibra de acero y

para el segundo se adiciono 20 gr/cm³ de fibra de polipropileno y se realizó los ensayos a compresión para 7, 14, 21 y 28 días

3.5 Procedimiento

Se realizó la extracción de muestra de 01 calicata del camino vecinal. Luego de la obtención de las muestras de la calicata se realizó los ensayos de laboratorio en donde se pudo comprobar las hipótesis, mencionar conclusiones y recomendaciones.



Figura 9: Realización de la calicata en el camino vecinal.



Figura 10: Extracción de muestras de la calicata en el camino vecinal.

Se elaboró estos adoquines de concreto incorporando fibras de acero y polipropileno, de espesor 6 cm y se verifico si es beneficio o no el diseño de estos adoquines según CE 010 – Pavimentos urbanos – NTP 399.611.

3.6 Método de análisis de datos

Es un estudio completo de la recopilación de información cuyo objetivo es que alguna empresa privada o entidad pública pueda tomar decisiones sobre el diseño de infraestructura vial del camino vecinal (pavimento intertrabado)

3.7 Aspectos éticos

Las fuentes de esta investigación han sido recopiladas y son citadas según la norma ISO – 690.

La confiabilidad del estudio se realizó mediante el uso del software Turnitin para realizar las coincidencias con otros proyectos de investigación.

Para la realización de los ensayos se tomaron en cuenta que todos los equipos usados cuenten con su certificado de calibración vigente.

Estudio de suelos

En este proyecto de investigación, consiste en una excavación de profundidad pequeña a mediana (calicata), realizado manualmente por un obrero, ayudado con las herramientas del barreto, pala, etc. Se obtuvo muestras de estrato del suelo que fueron llevados a un laboratorio para los respectivos ensayos.

Posteriormente, describimos el proyecto del trabajo desarrollado en el laboratorio.



Figura 11: Muestras para la realización del estudio de suelos.

Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorios nos ayudaron y facilitaron a conocer conceptos y procedimientos según las normas nacionales e internacionales, facilitando la recolección de datos y procesos de cada ensayo. (Laboratorio 2019)

Nos guiaremos según las (NTP – Normas Técnicas Peruanas), por consiguiente:

Límites de Consistencia

- Limite liquido (NTP 339.129)
- Limite plástico (NTP 339.129)
- Clasificación AASHTO (NTP 339.134)
- Clasificación SUCS (NTP 339.135)

Ensayos estándar

- Contenido de humedad natural (NTP 399.127)
- Análisis mecánico pro tamizado (NTP 339.128)

Ensayos especiales

- Ensayo de C.B.R (NTP 339.145)
- Ensayo de Proctor modificado (NTP 339.141)



Figura 12: Rotura del adocn de concreto con fibras de polipropileno.



Figura 13: Ensayo de compresión, adoquines de concreto con fibras de acero.



Figura 14: Curado de adoquines de concreto.



Figura 15: Realización de tamizado de materiales.



Figura 16: Ensayo de CBR.



Figura 17: Cuarteo para tamización.

IV. RESULTADOS

Resultados de adoquines de concreto con fibras de acero y polipropileno.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		 <small>LABORATORIO DE SUELO CONCRETOS Y PAVIMENTOS</small>				
PROYECTO	:	TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL "PAVIMENTO INTERTRABADO INCORPORANDO						
SOLICITA	:	CARLOS STEVEN STEFANO FUENTES ANCHANTE						
FECHA	:	ENERO DEL 2022						
ENSAYO DE COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO								
Adoquines de concreto adicionando fibras de polipropileno	MUESTRA	FECHA - MUESTREO	FECHA - RUPTURA	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Area Neta cm ²
	1.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	2.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	3.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	4.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	5.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	6.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	7.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	8.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	9.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	10.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	11.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00
12.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00	
Adoquines de concreto adicionando fibras de polipropileno	MUESTRA	VOLUMEN DEL ADOQUIN	CARGA MAXIMA (Kn)	CARGA MAXIMA (Kilos)	RESIST. DEL ADOQUIN (Kg/cm ²)			
	1.00	1200	650.00	66280.50	331.40			
	2.00	1200	666.00	67912.02	339.56			
	3.00	1200	670.00	68319.90	341.60			
	4.00	1200	680.00	69339.60	346.70			
	5.00	1200	685.30	69880.04	349.40			
	6.00	1200	690.00	70359.30	351.80			
	7.00	1200	700.00	71379.00	356.90			
	8.00	1200	751.00	76579.47	382.90			
	9.00	1200	760.00	77497.20	387.49			
	10.00	1200	763.40	77843.90	389.22			
	11.00	1200	765.00	78007.05	390.04			
12.00	1200	764.00	77905.08	389.53				
 ZACARIAS A. HUARCAYA ANTEZANA INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 59110								
Contáctanos: 931 626 853 lab.ingenieria@hazgroup.org		Planta Lima: Urb. San Antonio Mt. B Lt.1 - Puente Piedra Planta Ica: Av. Prolongación Arenales N°1995 - Ref. Cruce de San Joaquín - ICA						

PROYECTO : TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL "PAVIMENTO INTERTRABADO INCORPORANDO FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, DISTRITO DE LAMPA - 2022"
SOLICITA : CARLOS STEVEN S STEFANO FUENTES ANCHIANTI
FECHA : ENERO DEL 2022

ENSAYO DE COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO

	MUESTRA	FECHA - MUESTREO	FECHA - RUPTURA	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Area Neta cm ²
Adoquines de concreto adicionando fibras de acero	1.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	2.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	3.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	4.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	5.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	6.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	7.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	8.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	9.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	10.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	11.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	12.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00

	MUESTRA	VOLUMEN DEL ADOQUIN	CARGA MAXIMA (Kn)	CARGA MAXIMA (Kilos)	RESIST. DEL ADOQUIN (Kg/cm ²)
Adoquines de concreto adicionando fibras de acero	1.00	1200	762.00	77,701.14	388.51
	2.00	1200	784.20	79,964.87	399.82
	3.00	1200	758.20	77,313.65	386.57
	4.00	1200	960.10	97,901.40	489.51
	5.00	1200	970.05	98,916.00	494.58
	6.00	1200	940.00	95,851.80	479.26
	7.00	1200	980.00	99,930.60	499.65
	8.00	1200	973.50	99,267.80	496.34
	9.00	1200	985.00	100,440.45	502.20
	10.00	1200	1,085.40	110,678.24	553.39
	11.00	1200	1,089.00	112,085.03	560.33
	12.00	1200	1,100.00	112,167.00	560.84


ZACARIAS A. HUARCAMA ANTEZANA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 99119

Contactanos: Planta Lima: Urb. San Antonio Mt. B.L.I.1 - Puente Piedra
931 629 893
lab.ingenieria@hazgroup.com Planta Ica: Av. Prolongación Arenales N°1995 - Ref. Cruce de San Joaquín - ICA

Los adoquines de concreto tienen una medida de 20cmx10cmx6cm, en los adoquines de concreto adicionados con fibras de acero, tuvieron 30% de fibras de acero del peso total del adoquín de concreto, aumentando su resistencia y cumpliendo a la vez, la norma técnica CE 010. PAVIMENTOS URBANOS.

Con respecto a los adoquines adicionados con fibra de polipropileno, fue de la misma manera que los adoquines mencionados anteriormente, solo que en este caso la resistencia no aumento tanto como los adoquines con fibra de acero.

Resultados estadísticos

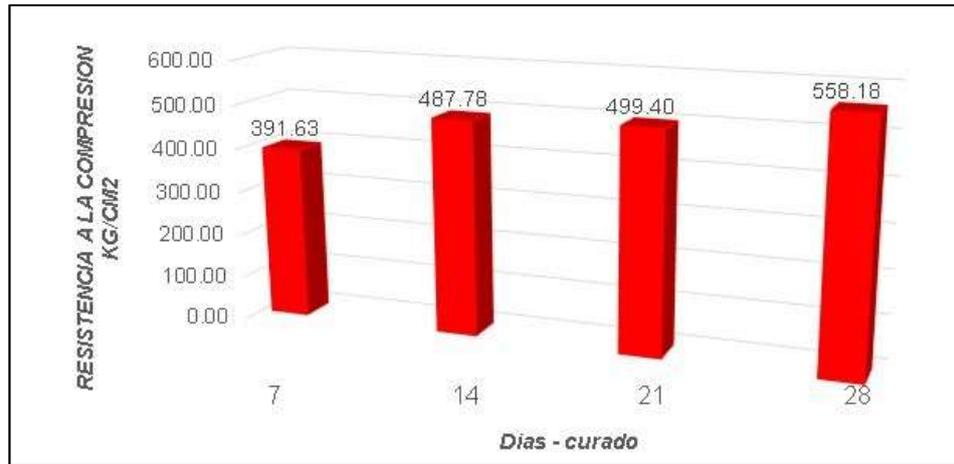


Figura 18: Resultado promedio, tiempo de curado vs esfuerzo de compresión - adoquines de concreto adicionado con fibra de acero Fuente: Elaboración propia

Según la figura 18, se tiene una resistencia máxima de 558.18 kg/cm² adicionando fibras de acero a los adoquines de concreto

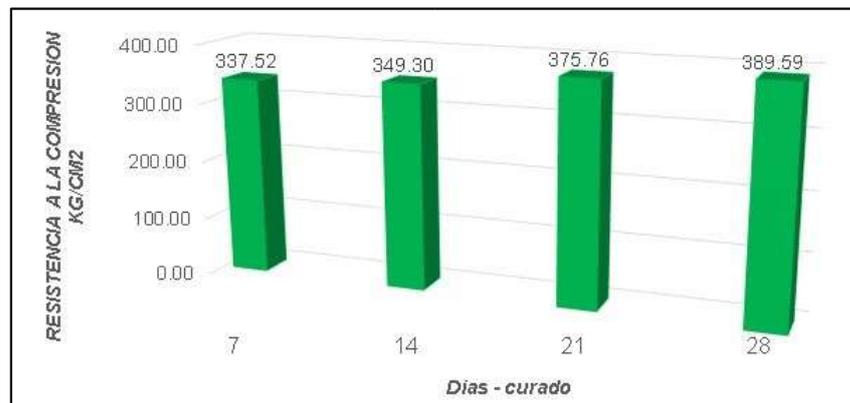


Figura 19: Resultado promedio, tiempo de curado vs esfuerzo de compresión - adoquines de concreto adicionado con fibra de polipropileno

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 19, los resultados de los ensayos de compresión se tiene una resistencia máxima de 389.59 kg/cm² adicionando fibras de polipropileno a los adoquines de concreto.



Figura 20: Comparativa entre las resistencias de los adoquines de concreto de fibra acero con los adoquines de concreta fibra de polipropileno

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 20, se aprecia que los adoquines de concreto adicionados con fibras de acero tienen una mayor resistencia máxima en comparación con los adoquines de concreto de fibra de polipropileno, hay una diferencia de resistencias del 69.80%.

Prueba de hipótesis

1. Formulación de hipótesis

H_0 = hipótesis de trabajo o nula.

H_a = hipótesis del investigador o alterna.

H_0 , no hay diferencia significativa, las medias son iguales.

H_a , si hay diferencia significativa, las medias son diferentes

En nuestro proyecto de investigación la hipótesis nula y alterna son:

H_0 = el nivel de resistencia promedio a la compresión del diseño de adoquín con fibras de acero es igual al nivel de resistencia promedio a la compresión del diseño de adoquín con fibra de polipropileno.

H_a = el nivel de resistencia promedio a la compresión del diseño de adoquín con fibras de acero es superior al nivel de resistencia promedio a la compresión del diseño de adoquín con fibra de polipropileno.

2. Nivel de significancia = 5% = 0.05

3. Elección de la prueba estadística

La prueba estadística es T de student – muestras relacionadas.

4. Estimación del P-valor

Kolmogorov – Smirnov, muestras grandes (mayor o igual a 50 individuos)

Shapiro Wilk, muestras pequeñas (menor a 50 individuos)

P-valor $\geq \alpha$, aceptamos H_0 = los datos provienen de una distribución normal.

P-valor $< \alpha$, aceptamos H_1 = los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 6. Resumen del procesamiento de los casos

Resumen del procesamiento de los casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
resistencia fibra de acero	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
resistencia fibra polipropileno	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%

Nota: Elaboración propia.

Tabla 7. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
resistencia fibra de acero	.270	4		.948	4	.706
resistencia fibra polipropileno	.218	4		.946	4	.693

Nota: Elaboración propia.

Para determinar la normalidad tenemos que el nivel de significancia es mayor al 5%, entonces los datos provienen de una distribución normal.

5. Toma de decisión

P-valor < 0.05, rechazamos la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis del investigador.

Tabla 8. Muestras relacionadas

Estadísticos de muestras relacionadas						
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media	
Par 1	resistencia fibra de acero	484.2475	4	69.00747	34.50373	
	resistencia fibra polipropileno	363.0425	4	23.85204	11.92602	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 9. Correlaciones de muestras relacionadas

Correlaciones de muestras relacionadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	resistencia fibra de acero y resistencia fibra polipropileno	4	.905	.095

Nota: Elaboración propia.

Tabla 10. Prueba de muestras relacionadas

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig.
		Media	Desv. Tip.	Error tip. Media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inf	Sup			
Pa r 1	resistencia fibra de acero - resistencia fibra polipropileno	121.205	48.482	24.241	44.060	198.350	5.00	3	.015

Nota: Elaboración propia.

Tenemos que el nivel de significancia es menor al 5% (0.015), entonces se llega a tomar la hipótesis alterna la cual es, H_a = el nivel de resistencia promedio a la compresión del diseño de adoquín con fibras de acero es superior al nivel de resistencia promedio a la compresión del diseño de adoquín con fibra de polipropileno.

Se llega a la conclusión que hay una diferencia significativa de la resistencia a la compresión entre el diseño de adoquines de concreto con fibras de acero y fibras de polipropileno, hay evidencia estadística para afirmar que la adición de las fibras de acero aumenta la resistencia a la compresión al adoquín de concreto.

V. DISCUSIÓN

Según la investigación realizada se obtiene que los adoquines reforzados con fibras de acero tienen una resistencia máxima de 560.84 kg/cm² y los adoquines reforzados con fibra de polipropileno tiene una resistencia máxima de 389.53 kg/cm², cumpliendo los parámetros de la norma técnica CE. 010 pavimentos urbanos.

Así mismo, concordamos con Martínez Mayancela Joffre René (2016), con respecto a la resistencia que tienen los adoquines reforzados con fibras de polipropileno.

Con respecto a la tesis de Daniel Quimes Lima Chuquihuanga (2017), según los datos obtenidos se tiene que la fibra de polipropileno otorga a los adoquines de concreto un refuerzo secundario ante el agrietamiento, reduciendo estas mismas por contracción plástica.

Vargas Ortiz, Guadalupe y Yataco Barreda (2020) menciona que las fibras de acero tienen un aumento de resistencia de 37% y las fibras de polipropileno un 18%, estos datos se corroboran según los ensayos realizados en este proyecto de investigación.

Según tesis de Christian A. Gomez Flores y Federico E. Monca Nina (2020), indica que la composición de un pavimentos intertrabado tiene una subrasante, subbase granular, base granular, cama de arena y bloques de concreto, se corrobora dichas partes de un pavimento intertrabado, pero es muy importante hacer un estudio de suelo para conocer cómo se encuentra el terreno y usar las medidas correctas para el diseño.

En el artículo de Bahamondes, Vargas-Tejeda y Echaveguren (2013), menciona que los pavimentos intertrabado son una solución para caminos vehiculares de baja índice de transitabilidad, se llega a la conclusión que estos pavimentos intertrabado si llegan a soportar cargas de gran magnitud.

En referencia al artículo, Diseño, construcción y mantenimiento de aceras (2020), se enfoca en el proceso constructivo de los adoquines de concreto, es importante hacer una supervisión exhaustiva al momento de elaborar los adoquines de concreto, mas aun si se esta usando materiales extras para aumentar su resistencia de estos mismos.

VI. CONCLUSIONES

- El uso de adoquines de concreto reforzados con fibras de acero y polipropileno es factible y beneficioso para la mejora de la transitabilidad y de las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto.
- Se obtuvo la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto con fibras de acero y fibra de polipropileno en diferentes días (7, 14, 21 y 28), obteniendo resultados positivos y cumpliendo con norma técnica CE. 010 pavimentos urbanos.
- Con los resultados obtenidos, fueron óptimos, rentables, satisfactorios y económicos para ejecutar un pavimento intertrabado (adoquines – tipo II), tanto con la adición de fibras de acero y fibra de polipropileno
- Según el diseño de pavimentos con adoquines de concreto con adición de fibra de acero mejora el índice medio diario y se comprueba estadísticamente con el SPSS.

VII. RECOMENDACIONES

- Proponer normas nacionales o parámetros al momento de diseñar o reforzar adoquines de concreto con fibras de acero o polipropileno, para tener parámetros ya establecidos y correctos.
- Se recomienda tener una investigación más exhaustiva acerca de las fibras de polipropileno, como en el tamaño de la fibra, longitud, esbeltez de dichas.
- Se recomienda siempre hacer un estudio de suelo muy exhaustivo, no solamente para conservar el pavimento, sino para conocer las condiciones actuales en donde se realizará la obra.

REFERENCIAS

ACERAS, MINISTERIO DE AMBIENTE Y MINAS, 2020. Diseño, construcción y mantenimiento de aceras, San José. Costa Rica.

ADOQUINES PERMEABLES ATLANTA y STRUCTULIA, 2015. Los nuevos adoquines permeables de Atlanta. Atlanta, Georgia. Estados Unidos.

AGUILAR ARACELI. Y QUEZADA LUIS, 2015. Desarrollo de un software para la clasificación de suelos Development of software for the classification of soils. Puebla, México.

ÁLVAREZ RISCO, A., 2018. La Motivación Docente Y Su Repercusión En La Calidad Educativa: Estudio De Caso. Revista de pedagogía. Universidad de Lima, Lima.

ALONSO, F., CASTELLANOS, J., MANDUJANO, J., SAMAYOA, I., GRAJALES, J., CRUZ, J., ESCOBAR, J., LAGUNA, C. y GORDILLO, C., 2016. Diseño de adoquines de concreto permeable. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas, México.

BAHAMONDES, R., VARGAS-TEJEDA, S. y ECHAVEGUREN, T., 2013. Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. Universidad del Bio Bio y Universidad de Concepción, Chile

CAUAS DANIEL, 2015. Variables de Daniel Cauas. Biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia. Colombia

CHUQUIHUANGA DANIEL QUIMES LIMA, 2017. Aplicación de la fibra de polipropileno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ distrito Carabayllo. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

D'SOUZA, R.S., BHAT, K.G., SAILAJA, D. y JOSHI, V., 2016. Indirect immunofluorescence technique to study expression of toll-like receptor 4 in chronic periodontitis. Indian Journal of Dental Research. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

DANIEL, GONZALO CRISPÍN, S., 2018. Análisis de pavimento flexible reforzado con fibras de acero 4d mediante la metodología de desgaste. Trujillo, PERU

DÁVILA, M.P.D.L. y ESPINOZA, R.S., 2020. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Andina del Cusco. Perú.

DESCENTRALIZADO, PROVIAS, 2017. Aprueban Reglamento de Jerarquización Vial. Lima: Diario El Peruano. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC_NORMAS/ARCH_PDF/Regl.deJerarquizaciónVial.pdf. Perú

EZZIANE, M., KADRI, T., MOLEZ, L., JAUBERTHIE, R., BELHACEN, A., EZZIANE, M., KADRI, T., MOLEZ, L. y JAUBERTHIE, R., 2015. Comportamiento a alta temperatura de morteros reforzados con fibras de polipropileno. Hal Open Science. Bretaña. Francia.

GOGOI, R., 2019. Cost effectiveness of interlocking concrete block pavements for low volume traffic roads. International Journal of Engineering and Advanced Technology. Open Access.

GUERRA, M., PÉREZ, A., ARAUZ, S., AROSEMENA, A. y PERÉN, J., 2020. Caracterización del flujo peatonal en espacios de transición: Caso Estación Vía Argentina y Piex. Revista de Iniciación Científica. Panamá.

ISIDRO, GUILLEMO, 2017. Influencia de las fibras de Polipropileno en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm². Universidad del Altiplano. Puno. Perú.

JORGE LUIS, ZEGARRA. T., BRITO JEFERSON, S. y MIRIAM, DE FATIMA. C., 2015. Ecurrimiento en pavimentos de bloques de suelo-cemento: un abordaje experimental. Ingeniería, Investigación y Tecnología, Brasil.

KLISMAS ALDAIR FLORES DURAND, 2020. El uso del caucho reciclado y su influencia en la caracterización físico – mecánico del concreto para la elaboración de adoquines. Universidad Privada del Norte. Lima. Perú.

JAVIER A. CORREAL RIVVEROS, RICHARD Q. MORENO, ALAN J. V. ROZO. 2019. Manual de procedimientos para el laboratorio de suelos de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio. Universidad Cooperativa de Colombia. Villavicencio. Colombia

MARCO E. MONTALVO GUEVARA. 2015. Facultad de ciencias e ingeniería. Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú.

PATRICIA CRISTINA MARMOL SALAZAR. 2010. Hormigones con Fibras de Acero Características Mecánicas. Universidad Politécnica de Madrid, España.

MARTINEZ LARA, EDWIN JOSEPH. 2021. Evaluación Y Comparación Del Análisis Granulométrico obtenido De Agregados Gruesos naturales y de Concreto Reciclado, Universidad Señor de Sipán, Chiclayo. Perú

OTZEN TAMARA Y MANTEROLA CARLOS, 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology. Chile.

PALMA-LÓPEZ, D., RAMÍREZ-JIMÉNEZ, R., REYES-GAVI, F. y PALMA-CANCINO, D., 2017. Updating the Classification of Soils in Tabasco. Research Gate. México.

PREMASIRI, S., ANÍS, V., LOKUGE, W. y VIMONSATIT, V., 2021. Propiedades Mecánicas del Polipropileno Macro Hormigón Reforzado con Fibras. Mdpi Journal. Basilea. Suiza.

ALVARO C. J. ROBERT, CARTILLO G. B. EDDÚ. 2020. Análisis de las patologías en el pavimento articulado de la Avenida Grau del Distrito de Máncora-Talara-Piura. Universidad Cesar Vallejo. Piura.

TAFANI, FEDERICO ROBERTO. 2015. Repavimentado con adoquines intertrabados de hormigón de la Av. Haya de La Torre. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Córdoba. Argentina.

VISHAL CHANDRAKAR, R.K. YADAV. 2014. A Study of Correlation Between California Bearing Ratio (CBR) Value With Other Properties of Soil. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. International Research Journal Of Engineering And Techonology. Singapore.

MARTINEZ MAYANCELA, JOFFRE RENÉ. 2016. Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras:

sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio). Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ingeniería Civil. Ambato. Ecuador.

VARGAS ORTIZ, GUADALUPE Y YATACO BARREDA, A.G., 2020. Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos. Universidad Ricardo Palma facultad de ingeniería. Lima. Perú.

VENTURA-LEÓN, J.L. y BARBOZA-PALOMINO, M., 2017. El tamaño de la muestra: ¿Cuántos participantes son necesarios en estudios cualitativos? Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud.

ANEXOS

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO : TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL "PAVIMENTO INTERMEDIADO INCORPORANDO FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, DISTRITO DE LAMPA - 2022"

SOLICITA : CARLOS STEVEN SIBELANO FUENTES ARCANTE

FECHA : ENERO DEL 2022

ENSAYO DE CBR

ENSAYO DE COMPACTACION

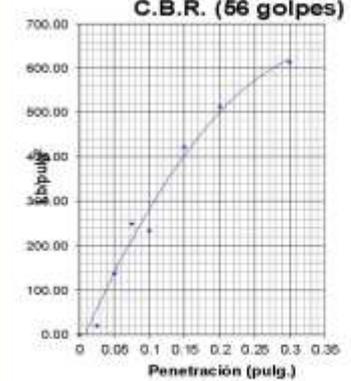
MOLDE	NUMERO GOLPES	HUMEDAD %		PESOS(Gr.)			VOLUMEN MOLDE (cm.3)	DENSIDADES (Gr./cm3)	
		APARENTE	REAL	MOLDE + MATERIAL	MOLDE	MATERIAL		HUMEDA	SECA
3	56		6	9520	4710	4810	2151	2.236	2.110
2	25		6	5480	4710	4770	2151	2.218	2.041
1	12		6	9040	4710	4330	2151	2.013	1.853

D.M.C.S" = 2.212 (Gr./cm3) D.M.C.S "95%" = 2.101 (Gr./cm3)

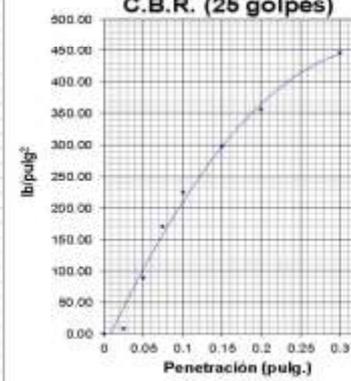
ENSAYO DE PENETRACION

PENETRACION (Pulg.)	CONSTANTE (lbs./pulg2)	MOLDE 56 GOLPES (MOLDE 3)		MOLDE 25 GOLPES (MOLDE 2)		MOLDE 12 GOLPES (MOLDE 1)	
		CARGA (Lbs./pulg2)	% C.B.R.	CARGA (Lbs./pulg2)	% C.B.R.	CARGA (Lbs./pulg2)	% C.B.R.
0		0.00		0.00		0.00	
0.025		0.13	19.05	0.06	8.46	0.05	7.11
0.050		0.96	137.13	0.63	89.17	0.61	86.74
0.075		1.78	248.96	1.20	170.87	1.00	142.38
0.100	1000	1.64	233.85	1.50	204.99	1.20	170.84
0.150		2.96	421.07	2.09	297.22	1.84	261.66
0.200	1500	3.61	513.03	2.51	356.30	2.18	310.00
0.300		4.31	612.88	3.13	445.37	2.84	403.85

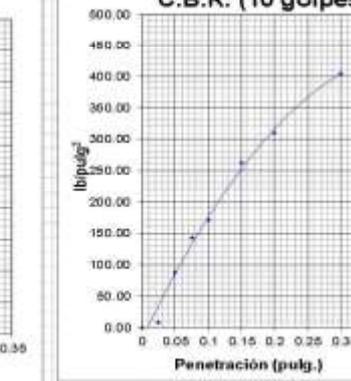
C.B.R. (56 golpes)



C.B.R. (25 golpes)

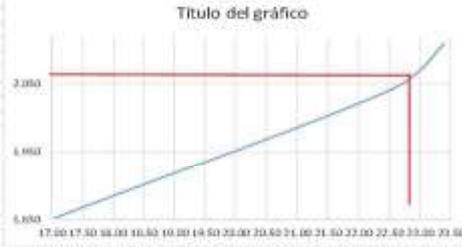


C.B.R. (10 golpes)



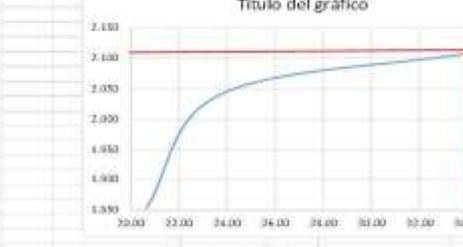
	MOLDE			C.B.R.	
	1	2	3	0.1"	0.2"
0.1"	17.06	22.90	23.39	17.06	20.67
0.2"	20.67	23.76	34.20	22.90	23.76

Título del gráfico



cb_r (0.1") = 23.39%

Título del gráfico



CBR(0.2") = 34.20%

CBR = 34.20%
MDS (95%) = 2.101



ZACARÍAS HUARCAYA ANTEZANA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 59139

Contactanos:
931 628 883
lah.ingenieria@flazgroup.org

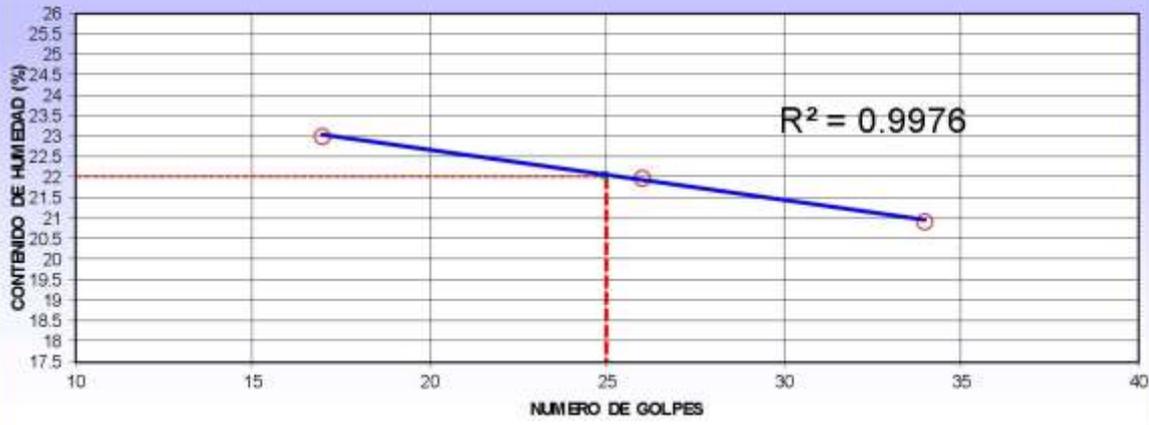
Planta Lima:
Urb. San Antonio MZ. B LL 1 - Fuente Piedra

Planta Ica:
Av. Prolongación Arenales N° 1692 - Ref. Cruce de San Joaquín - ICA

Ensayo de límite de consistencia:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		 RUC: 20601063761			
 LABORATORIO DE SUELO CONCRETOS Y PAVIMENTOS		LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318			
PROYECTO	TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL "PAVIMENTO INTERTRABADO INCORPORANDO FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, DISTRITO DE LAMPA - 2022"				
SOLICITA	: CARLOS STEVEN STHEFANO FUENTES ANCHANTE				
FECHA	: ENERO DEL 2022				
	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
PRUEBA Nº	1	2	3	1	2
RECIPIENTE Nº	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2
NÚMERO DE GOLPES	34	26	17		
	25 - 35	20 - 30	15 - 25		
1 PESO DEL RECIPIENTE (g)	11.31	11.43	11.74	11.56	11.27
2 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	41.37	40.40	41.80	20.41	21.12
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	36.17	35.18	36.18	19.03	19.58
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.92	21.98	23.00	18.47	18.52

GRAFICO DE FLUIDEZ



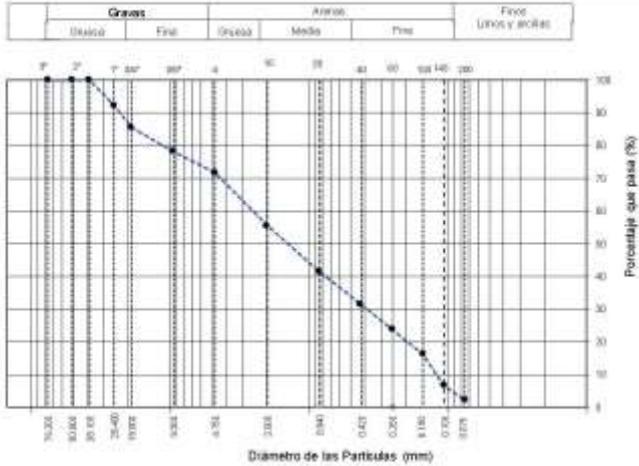
LÍMITE LÍQUIDO :	22
LÍMITE PLÁSTICO :	18
ÍNDICE PLÁSTICO :	4

HECHO POR:	
REVISADO POR:	_____

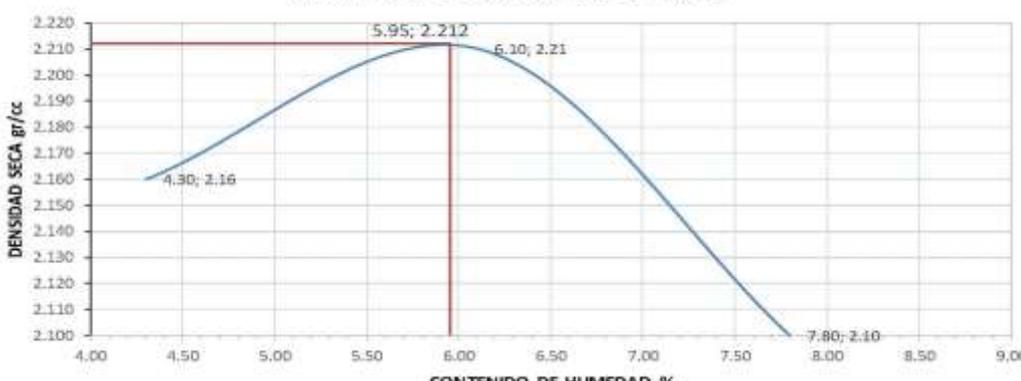
ZACARIAS A. HUARCAYA ANTEZANA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 59110

Contáctanos:	Planta Lima:
931 626 853 - 999 436 259	Urb. San Antonio Mz. B Lt.1 - Puente Piedra
lab.ingenieria@hazgroup.org	Planta Ica:
	Av. Prolongación Arenales N°1995 - Ref. Cruce de San Joaquín - ICA

Ensayo para clasificación de suelos:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		S&H RUC: 20901003781																																																													
		FORMATO ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS																																																													
Proyecto: : TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL "PAVIMENTO INTERTRABADO INCORPORANDO FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, DISTRITO DE LAMPA - 2022" Solicita: CARLOS STEVEN STEFANO FUENTES ANCHANTE Fecha: ENERO DEL 2022																																																															
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PORCENTAJE QUE PASA</th> <th>ESPECÍFIC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td>92.4</td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>18.000</td><td>86.6</td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.000</td><td>75.2</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 4</td><td>4.750</td><td>71.7</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>2.000</td><td>55.5</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>0.840</td><td>41.5</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>0.425</td><td>31.5</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 60</td><td>0.250</td><td>23.8</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 100</td><td>0.150</td><td>16.2</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 140</td><td>0.106</td><td>6.7</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>0.075</td><td>2.2</td><td></td></tr> </tbody> </table>		TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFIC	3"	76.200	100.0		2"	50.800	100.0		1 1/2"	38.100	100.0		1"	25.400	92.4		3/4"	18.000	86.6		3/8"	9.000	75.2		Nº 4	4.750	71.7		Nº 10	2.000	55.5		Nº 20	0.840	41.5		Nº 40	0.425	31.5		Nº 60	0.250	23.8		Nº 100	0.150	16.2		Nº 140	0.106	6.7		Nº 200	0.075	2.2			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFIC																																																												
3"	76.200	100.0																																																													
2"	50.800	100.0																																																													
1 1/2"	38.100	100.0																																																													
1"	25.400	92.4																																																													
3/4"	18.000	86.6																																																													
3/8"	9.000	75.2																																																													
Nº 4	4.750	71.7																																																													
Nº 10	2.000	55.5																																																													
Nº 20	0.840	41.5																																																													
Nº 40	0.425	31.5																																																													
Nº 60	0.250	23.8																																																													
Nº 100	0.150	16.2																																																													
Nº 140	0.106	6.7																																																													
Nº 200	0.075	2.2																																																													
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216		CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL SP Arena Pobremente gradada de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca																																																													
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 22.4 MÉTODO DE SECADO Horno a 110 ± 0.5°C MÉTODO DE REPORTE "B" MATERIALES EXCLUIDOS Ninguno		NOTAS SOBRE LA MUESTRA Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo.																																																													
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA "Secada al horno a 110 ± 0.5°C" PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO tamizado integral TAMIZ SEPARADOR Ninguno MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS "B"		GRÁFICO DE FLUIDEZ 																																																													
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS																																																													
LÍMITE LÍQUIDO 32 LÍMITE PLÁSTICO 22 ÍNDICE DE PLASTICIDAD 10 ÍNDICE DE CONSISTENCIA (k) 1.0 ÍNDICE DE LIQUIDEZ (L) 0.0 MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Multipunto		CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO % 28.3 CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % 69.6 CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO % 2.2																																																													
COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS		CLASIFICACIÓN DEL SUELO																																																													
		CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) SP CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) A-2-4 (2) NOMBRE DEL GRUPO Arena pobremente gradada con grava																																																													
HAZ GROUP - LABORATORIO SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS																																																															
TÉCNICO LEM: O Nombre y firma: M A:		JEFE LEW: O Nombre y firma: M  INGENIERO CARLOS STEFANO FUENTES ANCHAN INGENIERO CIVIL REG. CP Nº 9019 A:																																																													
CONTACTOS: 981 288 529 - 981 267 452 lab.ingenieria@hazgroup.org		Planta Lima: Urb. San Antonio Mz. B L1.1 - Puente Piedra Planta Ica: Av. Prolongación Arenales N° 1995 - Ref. Cruce de San Joaquín - ICA																																																													

Ensayo de Proctor modificado:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS									
INFORME DE ENSAYO DE PROCTOR									
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO									
PROYECTO :	TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL "PAVIMENTO INTERTRABADO INCORPORANDO FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, DISTRITO DE LAMPA - 2022"								
SOLICITA :	CARLOS STEVEN STEFANO FUENTES ANCHANTE								
FECHA :	ENERO DEL 2022								
Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft ³ (2,700 kN-m/m ³)) (Ensayo de compactación - Proctor Modificado) ASTM D1557 - 12e1									
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO									
NTP 339.141 (ASTM D-1557)									
ENSAYO N°	1	2	3						
Cantidad de agua	60	120	180						
Capa N°	5	5	5						
Golpes por capa N°	56	56	56						
DETERMINACION DE DENSIDAD									
PESO MOLDE+SUELO COMPAC.	3,920	4,010	3,935						
PESO MOLDE	1,800	1,800	1,800						
PESO SUELO COMPACTADO	2,120	2,210	2,135						
VOLUMEN DEL MOLDE	944	944	944						
DENSIDAD HUMEDA	2.25	2.34	2.26						
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE N°	1	2	3						
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.30	6.10	7.80						
DENSIDAD SECA	2.16	2.21	2.10						
<table border="1"> <tr> <td>Max. densidad seca</td> <td>: 2.212</td> <td>gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>Conten. humedad óptima</td> <td>: 5.95</td> <td>%</td> </tr> </table>				Max. densidad seca	: 2.212	gr/cm ³	Conten. humedad óptima	: 5.95	%
Max. densidad seca	: 2.212	gr/cm ³							
Conten. humedad óptima	: 5.95	%							
GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO									
									
HAZ GROUP - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO									
JEFE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Nombre y firma:									
 ZACARIAS A. HUARCAYA ANTEZANA INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 59110									
Contáctanos:		Planta Lima:							
931 626 853		Urb. San Antonio Mz. B Lt.1 - Puente Piedra							
lab.ingenieria@hazgroup.org		Planta Ica:							
		Av. Prolongación Arenales N°1995 - Ref. Cruce de San Joaquín - ICA							

Ensayo de compresión de adoquines de concreto con fibras de acero:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		 <small>LABORATORIO DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</small>				
PROYECTO	TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL "PAVIMENTO INTERTRABADO INCORPORANDO FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS, DISTRITO DE LAMPA - 2022"							
SOLICITA	: CARLOS STEVEN STIEFANO FUENTES ANCHANTE							
FECHA	: ENERO DEL 2022							
ENSAYO DE COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO								
Adoquines de concreto adicionand ando fibras de acero	MUESTRA	FECHA - MUESTREO	FECHA - RUPTURA	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Area Neta cm2
	1.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	2.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	3.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	4.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	5.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	6.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	7.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	8.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	9.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	10.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	11.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00
12.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00	
Adoquines de concreto adicionando fibras de acero	MUESTRA	VOLUMEN DEL ADOQUIN	CARGA MAXIMA (Kn)	CARGA MAXIMA (Kilos)	RESIST. DEL ADOQUIN (Kg/cm2)			
	1.00	1200	782.00	77,701.14	388.51			
	2.00	1200	784.20	79,964.87	399.82			
	3.00	1200	758.20	77,313.65	386.57			
	4.00	1200	960.10	97,901.40	489.51			
	5.00	1200	970.05	98,916.00	494.58			
	6.00	1200	940.00	95,851.80	479.26			
	7.00	1200	980.00	99,930.60	499.65			
	8.00	1200	973.50	99,267.80	496.34			
	9.00	1200	985.00	100,440.45	502.20			
	10.00	1200	1,085.40	110,678.24	553.39			
	11.00	1200	1,099.00	112,065.03	560.33			
12.00	1200	1,100.00	112,167.00	560.84				
 ZACARIAS A. HUARCAYA ANTEZANA INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 98110								
Contactarnos:		Planta Lima						
931 626 853		Urb. San Antonio Mr. B L1.1 - Puente Piedra						
lab.ingenieria@hazorduo.org		Planta Ica						
		Av. Prolongación Arenales N° 3965 - Ref. Cruce de San Joaquín - ICA						

Ensayo de compresión de adoquines de concreto con fibras de polipropileno:

PROYECTO : TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL "PAVIMENTO INTERTRABADO INCORPORANDO
SOLICITA : CARLOS STEVEN STEFANO FUENTES ANCHANTE
FECHA : ENERO DEL 2022

ENSAYO DE COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO

	MUESTRA	FECHA - MUESTREO	FECHA - RUPTURA	EDAD (dias)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Area Neta cm2
Adoquines de concreto adicionando fibras de polipropileno	1.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	2.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	3.00	20/01/2022	27/01/2022	7.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	4.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	5.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	6.00	20/01/2022	03/02/2022	14.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	7.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	8.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	9.00	20/01/2022	10/02/2022	21.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	10.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	11.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00
	12.00	20/01/2022	17/02/2022	28.00	20.00	10.00	6.00	200.00

	MUESTRA	VOLUMEN DEL ADOQUIN	CARGA MAXIMA (Kn)	CARGA MAXIMA (Kilos)	RESIST. DEL ADOQUIN (Kg/cm2)
Adoquines de concreto adicionando fibras de polipropileno	1.00	1200	650.00	66280.50	331.40
	2.00	1200	666.00	67912.02	339.56
	3.00	1200	670.00	68319.90	341.60
	4.00	1200	680.00	69339.60	346.70
	5.00	1200	685.30	69880.04	349.40
	6.00	1200	690.00	70359.30	351.80
	7.00	1200	700.00	71379.00	356.90
	8.00	1200	751.00	76579.47	382.90
	9.00	1200	760.00	77497.20	387.49
	10.00	1200	763.40	77843.90	389.22
	11.00	1200	765.00	78007.05	390.04
	12.00	1200	764.00	77905.08	389.53



ZACARIAS A. HUARCAYA ANTEZANA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 59110

Contáctanos:	Planta Lima
931 626 853	Urb. San Antonio Mz. B Lt.1 - Puente Piedra
lab.ingenieria@hazgroup.org	Planta Ica:
	Av. Prolongación Arenales N°1995 - Ref. Cruce de San Joaquín - ICA

CERTIFICADOS DE CALIBRACION

Certificado de calibración – prensa hidráulica:

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF - 1447 - 2021

Pág. 1 de 3

INSTRUMENTO : PRENSA CONCRETO

MARCA : PYS EQUIPOS

MODELO : PYS5001

N° SERIE EQUIPO : 217

N° SERIE INDICADOR : MH20200906018

RANGO DE MEDICION : 0 - 100.000 kgf

SOLICITANTE : CONSORCIO SISO & HUARCAYA S.A.C

DIRECCION : AV. TOMAS VALLE NRO. 1530 DPTO. 302 CND. TOMAS VALLE
BLOCK 1 - LIMA - LOS OLIVOS

CLASE DE PRECISION : 1

FECHA DE CALIBRACION : 2021 - 07 - 15

METODO DE CALIBRACIÓN : Comparación Directa

LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio de Fuerza PYS EQUIPOS

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

E.P.P.

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. Metrología

Angel Perez B.

Calibrado por:
Angel Perez B
Dpto. Metrología

Calle 4, Mz F1 LL 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF - 1447 - 2021

Pág. 2 de 3

TRAZABILIDAD

: CELDA DE CARGA

Marca : KELI

Serie N° : 91

Capacidad : 2000KN (nominal)

INDICADOR DIGITAL

Marca : HIGH-WEIGH

Modelo : 315-X5

Serie N° : 0332565

La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 052-20

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Error de Exactitud : 0.10 %

Error de repetibilidad : 0.10 %

Resolución : 0.102 %

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

La MAQUINA descrita CUMPLE con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma ASTM E74-06 y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
2. Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF – 1447 – 2021
Pág. 3 de 3

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón			
			1(ASC)	2(DESC)	3(ASC)	PROMEDIO LECTURAS
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	10000	98.07	97.87	97.97	97.97	97.97
20	20000	196.13	196.13	196.03	196.03	196.03
30	30000	294.20	294.20	294.10	294.20	294.20
40	40000	392.26	392.07	392.17	392.07	392.07
50	50000	490.33	490.04	490.14	490.14	490.14
60	60000	588.39	588.01	588.10	588.01	588.01
70	70000	686.46	686.17	686.17	686.17	686.17
80	80000	784.52	784.14	784.14	784.04	784.14
90	90000	882.59	882.11	882.21	882.11	882.11
100	100000	980.65	980.27	980.17	980.17	980.17
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	0	--

Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos		Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad		
%	kgf	kN	q(%)	b(%)	a(%)	U(%)
10	10000	98.07	0.10	0.10	0.102	0.260
20	20000	196.13	0.05	0.05	0.051	0.245
30	30000	294.20	0.00	0.03	0.034	0.242
40	40000	392.26	0.05	0.03	0.026	0.241
50	50000	490.33	0.04	0.02	0.020	0.241
60	60000	588.39	0.07	0.02	0.017	0.241
70	70000	686.46	0.04	0.00	0.015	0.240
80	80000	784.52	0.05	0.01	0.013	0.240
90	90000	882.59	0.05	0.01	0.011	0.240
100	100000	980.65	0.05	0.01	0.010	0.240
Error de cero fo (%)			0	0	No aplica	Error máx de cero(0)=0.00



Certificado de calibración – sistema de celda de carga:



INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 052 – 20

SOLICITANTE : **PYS EQUIPOS E.I.R.L.**
Calle 4 Mz F1 Lt. 05, Urb. Virgen del Rosario
(Canta Callao), San Martín de Porres, Lima
Att. : Sr. Antonio Pozo Solís

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA
DE CARGA
Celda de Carga: KELI 2000 kN
N° serie: 91
INDICADOR DIGITAL: HIGH-WEIGHT
Modelo: 315-X5
N° serie: 0332565
Resolución: 10 kg

FECHA : San Miguel, 17 de noviembre de 2020.



[Firma manuscrita]
Ing. Daniel Torrealva D.
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas

CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

PYS EQUIPOS E.I.R.L. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el 17 de noviembre de 2020.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : KELI
- N° serie : 91
- Capacidad : 2000 kN (nominal)

Indicador Digital:

- Marca : HIGH-WEIGHT
- Modelo : 315-X5
- N° serie : 0332565
- Capacidad : 200000 kg
- Resolución : 10 kg

3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 KN, con última calibración de 24 de enero de 2020.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 95857, 200 KN, con última calibración de 29 de enero de 2020.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch3
- Gata hidráulica, LUKAS, 200t
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN 700

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicado en las página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

INF-LE 052-20



Celda calibrada: KELI Carga nominal=200 t
Indicador Digital: HIGH-WEIGHT
N° serie: 0332565

N° serie: 91
Modelo: 315-X5
Resolución: 10 kg

Celda patrón: HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN U = 1.4 kN
Amplificador usado: MGCplus1 ch6
Informe de Calibración N° 2020-1 87747 de 24 de enero de 2020

Celda patrón: HBM #serie: 95857 Capacidad: 200 kN U = 0.3 kN
Amplificador usado: MGCplus1 ch3
Informe de Calibración N° 2020-1 95857 de 29 de enero de 2020
Celdas patrones calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania
Norma de referencia: ASTM E74-18

Fecha: 2020-11-17 Ejecutores: R. J. Castañeda D. - M. Bernardo L.
La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			CELDA KELI (kg)		
20522.2	20522.2	20522.2	20490	20530	20540
30777.7	30777.7	30777.7	30770	30840	30780
41035.7	41035.7	41035.7	41040	41110	41140
51296.3	51296.3	51296.3	51650	51340	51350
61559.3	61559.3	61559.3	61590	61780	61650
71824.9	71824.9	71824.9	71880	71870	71920
82093.0	82093.0	82093.0	82170	82360	82230
92363.6	92363.6	92363.6	92470	92480	92500
100581.9	100581.9	100581.9	100740	100770	100780

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes: A = -76.2884936963
B = 1.0041813466
C = -0.0000000188

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 77 kg
LLF(Lower Limit Factor) = 185 kg
U = 334 kg

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 100000 kg

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital

Este informe contiene 3 páginas.

Prohíbe la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.

INF-LE 052-20



Certificado de calibración – termómetro digital:

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0040-2021



Expediente N° : 102721
Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-01-08

1. **Solicitante** : PY S EQUIPOS E.I.R.L.
2. **Dirección** : Calle 4 Mz. F1 Lote 05 Urb. Virgen del Rosario San Martín de Porres
3. **Instrumento calibrado** : TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL
Marca / Fabricante : DELTA OHM
Serie : 19015733
Modelo : HD 2108.1
Intervalo de indicación : -200 °C a 1370 °C
Resolución : 0,05 °C
Sensor : Termopar Tipo K (°)
Procedencia : Italia
Ubicación : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Temperatura y Humedad de METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2021 - 01 - 07
6. **Método de calibración**
 La calibración se realizó por comparación directa según el procedimiento PC-MT-001 Rev. 07 "Procedimiento de Calibración de Termómetros con indicación Digital" de Metroil S.A.C.
7. **Trazabilidad**
 Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recibir el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

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

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IT-567	Termómetro Digital con incertidumbre del orden desde 0,025 °C a 0,04 °C	LT-011-2020 / INACAL - DM
IT-568	Termómetro Digital con incertidumbre del orden desde 0,025 °C a 0,04 °C	LT-010-2020 / INACAL - DM



Ing. MARCO A. MONTALVO CABREJOS
Laboratorio de Calibración
C.I.P. : 118920

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0040-2021
Página 2 de 2

8. Condiciones de calibración

Tiempo de estabilización no menor a 10 min
Profundidad de inmersión del sensor: 17 cm
Temperatura ambiental : Inicial: 20,1 °C Final: 24,6 °C
Humedad relativa : Inicial: 67,1 % H.R. Final: 74,9 % H.R.

9. Resultados

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	CORRECCION (°C)	TCV (°C)	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICION (°C)
10,85	-0,86	10,00	0,05
92,70	7,30	100,00	0,05
189,50	10,50	200,00	0,05

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección

10. Observaciones

- Se cobró en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", con identificación N° MA-13951-20
- 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 %.
- (*) El sensor de código 19015733-1 forma parte del indicador de temperatura.

FIN DEL DOCUMENTO

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú Central Telefónica: (511) 713-0080 / (511) 713-5656 / 999-048 181 Atención al Cliente: 975 193 739
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

Certificado de calibración – horno eléctrico:

- 1. SOLICITANTE** : CONSORCIO SISO & HUARCAYA S.A.C
DIRECCIÓN : AV. TOMAS VALLE NRO. 1530 DPTO. 302 - LIMA - LOS OLIVOS
- 2. EQUIPO** : HORNO ELECTRICO
MARCA : PYS EQUIPOS
MODELO : STHX-2A
N° SERIE : 201233
PROCEDENCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
UBICACIÓN : LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS
TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	300 °C	(*)
DIV. ESCALA / RESOLUCIÓN	0.1	(*)
TIPO	DIGITAL	(*)

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 05 de Julio del 2021, en las instalaciones del laboratorio de PYS EQUIPOS

4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración T - 0040- 2021 trazable a METROIL.

5. RESULTADOS :

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental : 21 °C Humedad Relativa : 71 % Presión Ambiental : 1 bar

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura $k = 2$, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" (*) El equipo sólo cuenta con un control analógico de temperatura.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración.


Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. de Metrologia


Calibrado por:
Angel Perez B
Técnico



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	109.5	111.2	110.3	109.6	110.7	111.7	112.7	111.6	112.8	110.7	111.1	3.3
02	110	109.5	111.2	110.3	109.6	110.7	111.7	112.7	111.7	112.8	110.7	111.1	3.3
04	110	109.5	111.3	110.4	109.6	110.7	111.7	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.4
06	110	109.5	111.3	110.4	109.6	110.7	111.7	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
08	110	109.6	111.2	110.4	109.6	110.7	111.8	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
10	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.7	111.8	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
12	110	109.5	111.3	110.4	109.6	110.7	111.8	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
14	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.7	111.7	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
16	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.7	111.7	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
18	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.7	111.7	112.8	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
20	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.7	111.7	112.8	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
22	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.7	111.8	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
24	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.7	111.8	112.7	111.6	112.9	110.8	111.1	3.3
26	110	109.6	111.3	110.5	109.6	110.7	111.8	112.8	111.7	112.9	110.8	111.2	3.3
28	110	109.6	111.3	110.5	109.6	110.7	111.8	112.8	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
30	110	109.6	111.3	110.5	110.6	110.7	111.7	112.8	111.7	112.9	110.8	111.2	3.3
32	110	109.6	111.3	110.5	109.6	110.8	111.8	112.8	111.7	112.9	110.8	111.2	3.3
34	110	109.6	111.3	110.5	109.6	110.7	112.7	112.7	111.7	112.9	110.8	111.2	3.3
36	110	109.6	111.2	110.4	109.6	110.7	111.8	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
38	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.8	111.8	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
40	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.7	111.8	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	3.3
T. PROM	110	109.6	111.3	110.4	109.6	110.7	111.8	112.7	111.7	112.9	110.8	111.1	
T. MAX.	110	109.6	111.3	110.5	110.6	110.8	112.7	112.8	111.7	112.9	110.8		
T. MIN.	110	109.5	111.2	110.3	109.6	110.7	111.7	112.7	111.6	112.8	110.7		
DTT	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	0.1	1.0	0.1	0.1	0.1	0.1		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min)

Temperatura Ambiental Promedio : 21 °C
 Tiempo de calibración del equipo : 40 minutos
 Tiempo de estabilización del equipo : 1 h 20 min

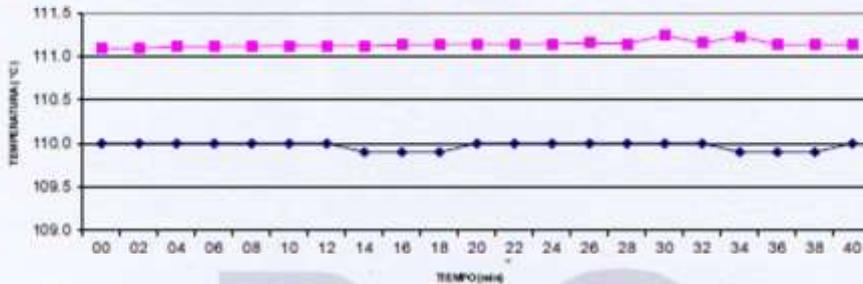
DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE (± °C)
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
1.1	3.3	2.0



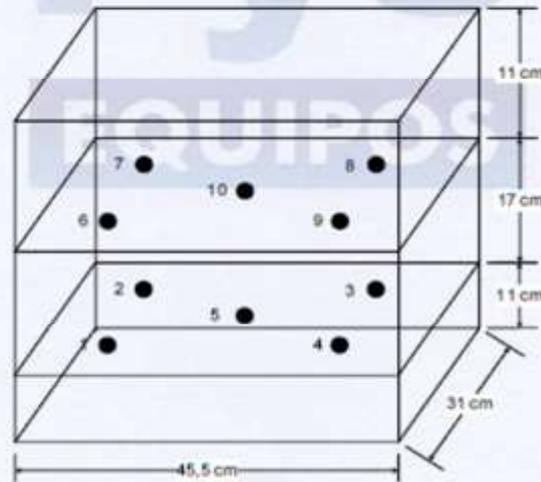
Calle 4, Mz F1-Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos. Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles.



Calle 4, Mz F1, Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LL-141-2021

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2021-06-07
EXPEDIENTE : 076-2021

1. SOLICITANTE : CONSORCIO SISO & HUARCAYA S.A.C.

DIRECCIÓN : Urb. San Antonio de Puente Piedra Mz. A Lt. 1,
Puente Piedra - Lima - LIMA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COMPARADOR DE CUADRANTE

MARCA : INSIZE

MODELO : 2310-30A

NÚMERO DE SERIE : 9902966

ALCANCE DE INDICACIÓN : 0 mm a 30 mm

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,01 mm

PROCEDENCIA : NO INDICA

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

TIPO : ANALÓGICO

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-06-07

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

Los resultados son válidos en el momento 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.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

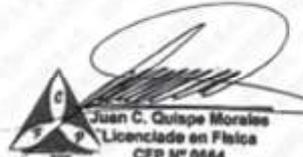
Este certificado de calibración sin firma y sello del Supervisor de Laboratorio de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C. carece de validez.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Longitud de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.
Ca. 4 Mz. I Lt. 19 Asc. De Vivienda Tres Horizontes, San Martín de Porres - LIMA



Juan C. Quipe Morales
Licenciado en Física
CFP N° 0664



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	70 %HR	70 %HR

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	Certificado de calibración
Bloques Patrón (Grado 0)	LLA 122 2020

7. OBSERVACIONES

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

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)		
VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
2,500	2,501	1
5,000	5,002	2
7,500	7,501	1
10,000	10,002	2
12,500	12,501	1
15,000	15,003	3
17,500	17,503	3
20,000	20,001	1
25,000	25,002	2
30,000	30,003	3

Alcance del error de indicación (f_e): 2 μ m

Incertidumbre del error de indicación: \pm 3 μ m para (k=2)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)		
VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
30,000	30,003	3
	30,003	3
	30,003	3
	30,003	3
	30,003	3

Error de Repetibilidad (f_w): 0 μ m

Incertidumbre del error de indicación: \pm 3 μ m para (k=2)



MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACION

Matriz de consistencia: “Pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa – 2022”

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo afecta la incorporación de fibras de acero y polipropileno al pavimento intertrabado para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa - 2022?	OBJETIVO GENERAL: Identificar los impactos de la incorporación de la fibra de acero y polipropileno al pavimento intertrabado para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa - 2022	HIPOTESIS GENERAL: Con el diseño correcto del pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno se obtendrá mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa – 2022.		Propiedades físicas y mecánicas.	Características físicas según NT 399.611 Comparación del adoquín con fibras con el adoquín de concreto	Tipo de investigación: Investigación aplicada Enfoque de investigación: Cuantitativo
PROBLEMA ESPECIFICO N° 01: ¿Qué factores intervienen para la incorporación de las fibras de acero y polipropileno al pavimento intertrabado?	OBJETIVO ESPECIFICO N° 01: Determinar los factores que intervienen al incorporar fibras de acero y polipropileno al pavimento intertrabado.	HIPOTESIS ESPECIFICO N° 01: Existe agentes en la incorporación de las fibras de acero y polipropileno al pavimento intertrabado.	Variable independiente: fibras de acero y polipropileno	Adición de fibras. Dosificación.	Diseño de mezcla utilizando los porcentajes correspondientes	Diseño de investigación: Experimental (laboratorio) Población: Camino vecinal del distrito de Lampa
PROBLEMA ESPECIFICO N° 02: ¿Cuál es el diseño geométrico del pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa - 2022?	OBJETIVO ESPECIFICO N° 02: Definir los parámetros que intervienen en el diseño geométrico del camino vecinal para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa - 2022	HIPOTESIS ESPECIFICO N° 02: Los parámetros que involucran un diseño geométrico eficaz para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa – 2022	Variable dependiente: propiedades mecánicas del adoquín	Tiempo de curado de mezcla.	Ensayo de compresión	Muestra: Adoquines con fibras de acero y polipropileno. Técnicas e instrumentos: Recopilación de datos, ensayos laboratorio, tablas, gráficos.
PROBLEMA ESPECIFICO N° 03: ¿Cómo afecta el estado actual del camino vecinal a la población del distrito de Lampa - 2022?	OBJETIVO ESPECIFICO N° 03: Mejorar el camino vecinal a favor de la población, distrito de Lampa – 2022.	HIPOTESIS ESPECIFICO N° 03: La Mejora del camino vecinal con pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno, tiene un beneficio mayor de productividad agrícola en el distrito de Lampa – 2022.		Propiedades mecánicas al adicionar fibra. Resistencia a la compresión	Masa del adoquín seco Máxima carga soportada del adoquín Granulometría	

Nota: elaboración propia

Matriz de operacionalización: “Pavimento intertrabado incorporando fibras de acero y polipropileno para mejorar las propiedades mecánicas, distrito de Lampa – 2022”

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION						
VARIABLE		DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE	Fibras de acero y polipropileno	La fibra de acero según Mármol (2010), lo define como una armadura de acero. Y la fibra de polipropileno son compuestos consistentes de fibras unidas entre sí que forman una matriz plástica, según Isidro (2017) menciona que estas fibras otorgan mayor rigidez, tracción y tenacidad.	Propiedades físicas y mecánicas. Adición de fibras. Dosificación	Para determinar la resistencia del adoquín de concreto en función a los días.	Características físicas según NT 399.611 Comparación del adoquín con fibras con el adoquín de concreto Diseño de mezcla utilizando los porcentajes correspondientes	Intervalo
DEPENDIENTE	Propiedades mecánicas del adoquín	Según Roberto (2015), el adoquín de concreto es un elemento prefabricado, que se ajustan bien entre uno con otros con paredes verticales, para formar una superficie completa y que sirven para pavimentos que llevan su nombre (articulado, intertrabado)	Tiempo de curado de mezcla. Propiedades mecánicas al adicionar fibra. Resistencia a la compresión	Norma técnica CE. 010 pavimentos urbano. Para determinar las propiedades al adicionar las fibras de acero y polipropileno	Ensayo de compresión Masa del adoquín seco Máxima carga soportada del adoquín Granulometría	Intervalo

Nota: elaboración propia