



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Ampliación y Diseño del Pavimento Rígido Empleando Bagazo
como Aporte a la Resistencia del Pavimento, Avenida Hermanos
Vargas, Longar 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Castro Delgadillo, Nelvin Jose (ORCID: 0000-0002-2589-4026)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por permitirme concluir con una etapa muy importante para mi vida. A mis padres y hermanos, Orlando, Tania, Orlando, André, Ángel, Lincoln quienes con su paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más. A Zarita y Lucas por ser mi motor y motivo todos los días. Finalmente, a todos los docentes por el tiempo y paciencia que han dedicado en mi formación profesional.

Agradecimiento

Quiero Expresar mi eterna gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre conmigo apoyándome. De igual manera mi agradecimiento a la Universidad César Vallejo, a toda la Facultad de Ingeniería. A mis docentes, quienes con sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional. Siempre estaré eternamente agradecido.

Índice de contenidos

Carátula.....	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra, muestreo unidad de análisis.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimientos.....	12
3.6. Método de análisis de datos.....	12
3.7. Aspectos éticos.....	12
IV. RESULTADOS	13
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS.....	

Índice de tablas

Tabla 1 Características generales de la avenida Hermanos Vargas.

Tabla 2 Determinación del tránsito actual.

Tabla 3 Trafico vehicular por día en 2 sentidos.

Tabla 4 Demanda actual.

Tabla 5 Proyección de Tráfico – Situacion sin proyecto.

Tabla 6 Proyección de Tráfico – Situacion con proyecto.

Tabla 7 Ensayos ejecutados en campo y laboratorio.

Tabla 8 Clasificación y uso del suelo según el valor del CBR.

Tabla 9 Valor de k subrasante incrementada.

Tabla 10 Tabla de L en cm, para: $E=280,000 \text{ Kg/cm}^2$ y con $u=0.15$.

Tabla 11 Tabla de relaciones.

Tabla 12 Proporción de diseño de mezcla en volumen por 1m^3 .

Tabla 13 Proporción de diseño de mezcla en balde. (20 litros)

Tabla 14 Proporción de diseño de mezcla en volumen por 1m^3 .

Tabla 15 Proporción de diseño de mezcla en balde. (20 litros)

Tabla 16 Proporción de diseño de mezcla en volumen por 1m^3 .

Tabla 17 Proporción de diseño de mezcla en balde. (20 litros).

Tabla 18 Rotura de Probetas de concreto patrón de los 07 días

Tabla 19 Rotura de Probetas de concreto patrón de los 14 días.

Tabla 20 Rotura de Probetas de concreto patrón de los 28 días

Tabla 21 Rotura de Probetas de concreto con fibra de acero al 10% a 07 días.

Tabla 22 Rotura de Probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% a 14 días.

Tabla 23 Rotura de Probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% a 28 días.

Tabla 24 Rotura de Probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% a 07 días.

Tabla 25 Rotura de Probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% a 14 días.

Tabla 26 Rotura de Probetas de concreto con fibra de acero al 20% a 28 días.

Tabla 27 Resumen de datos – Resistencia a la compresión.

Tabla 28 Análisis de precios unitarios – pavimento rígido tradicional.

Tabla 29 Análisis de precios unitarios pavimento rígido con adición de 10% ceniza de bagazo.

Tabla 30 Análisis de precios unitarios pavimento rígido con adición de 20% ceniza de bagazo.

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación del punto de muestreo vehicular.

Figura 2 Volumen de vehiculos.

Figura 3 Esquema de la estructura del pavimento rígido.

Figura 4 Diseño de pavimento.

Figura 5 Cantidad de materiales por m3.

Figura 6 Cantidad de materiales por m3.

Figura 7 Cantidad de materiales por m3.

Figura 8 Cantidad de materiales por m3.

Figura 9 Cantidad de materiales por m3

Figura 10 Rotura de probetas de concreto patrón fraguado de 07 días.

Figura 11 Rotura de probetas de concreto patrón a 14 días.

Figura 12 Rotura de probetas de concreto patrón a 28 días.

Figura 13 Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% a 07 días.

Figura 14 Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% a 14 días.

Figura 15 Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% a 28 días.

Figura 16 Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% a 07 días.

Figura 17 Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% a 14 días.

Figura 18 Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% a 28 días.

Resumen

Esta tesis que he desarrollado trata de la ampliación y diseño del pavimento rígido incorporando ceniza de bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, en el distrito de Longar. Se procedió a realizar el estudio del Índice medio diario anual para conocer las características del tráfico de las vías urbanas, tanto en la cantidad de vehículos como en la cantidad de las cargas ya que es vital para la determinación del espesor del pavimento. Concluido el estudio del IMDA se procedió a analizar los resultados del estudio de mecánica de suelos para conocer las características del suelo y el CBR, una vez obtenido estos resultados se empezó con el diseño de pavimento rígido para la Av. Hermanos Vargas. Finalmente se procedió con el diseño de mezcla, las dosificaciones para la mezcla patrón (mezcla sin adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar) así como para las mezclas con adición de ceniza de bagazo con los porcentajes asumidos 10% y 20%. Una vez obtenidas las dosificaciones se produce el concreto con ceniza y sin ceniza prosiguiendo con los ensayos del concreto. Se realizó el control de calidad a través de los ensayos de rotura de testigos a la edad de 7, 14 y 28 días.

Finalmente, se analizó la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el 10% y 20% en peso de cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar, realizando posteriormente ensayos en el estado fresco y endurecido del concreto con el objetivo de determinar el mejor comportamiento de este material, identificando las diferencias en la resistencia a la compresión y costos de producción.

Palabras clave: bagazo, ceniza, concreto.

Abstract

This thesis that he has developed deals with the expansion and design of the rigid pavement incorporating bagasse ash as a contribution to the resistance of the pavement, in the Longar district. We proceeded to carry out the study of the annual average daily index to know the characteristics of the traffic of urban roads, both in the number of vehicles and in the amount of loads since it is vital for determining the thickness of the pavement. Once the IMDA study was concluded, the results of the soil mechanics study were analyzed to find out the characteristics of the soil and the CBR. Once these results were obtained, the design of a rigid pavement for Av. Hermanos Vargas began. Finally, we proceeded with the mixture design, the dosages for the standard mixture (mixture without addition of sugarcane bagasse ash) as well as for the mixtures with addition of bagasse ash with the assumed percentages 10% and 20%. Once the dosages are obtained, the concrete is produced with ash and without ash, continuing with the concrete tests. Quality control was performed through control rotation tests at the age of 7, 14 and 28 days.

Finally, the compressive strength of concrete $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ was analyzed, substituting 10% and 20% by weight of cement for sugarcane bagasse ash, subsequently carrying out tests in the fresh and hardened state of the concrete. in order to determine the best behavior of this material, identifying the differences in resistance to compression and production costs.

Keywords: bagasse, ash, concrete

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería es una ciencia que viene evolucionando a pasos agigantados debido a las nuevas tecnologías incorporadas. En todo el mundo la ingeniería de estructura vial es muy importante, ya que nos facilita el transporte, la comunicación, el acceso a los sitios más alejados. Día a día se viene incorporando nuevas tecnologías para la construcción de pavimentos. No obstante, a pesar de todas las mejoras que se incorporan siempre se presentan fallas en el pavimento de concreto. Por ello, es indispensable que en el proceso constructivo se utilicen los mejores métodos y materiales para obtener mejores obras.

En el Perú los últimos años el gobierno ha destinado en mayor proporción presupuestos para la construcción de pistas y veredas, sin embargo, ha habido muchos problemas post construcción de estas pistas, esto se ha dado por diferentes motivos, por lo que es importante la evaluación, control del proceso constructivo y materiales que se pueden incorporar en el proceso constructivo.

En el distrito de Longar las pistas y veredas que se han construido son de concreto rígido. No obstante, a poco tiempo de su construcción se verifica que existen problemas de grietas longitudinales, grietas transversales, grietas en las esquinas, los mismos que se deben al mal proceso constructivo, mal control de calidad de los materiales, mala dosificación de los materiales en la mezcla del concreto. Adicional a ello, las condiciones climáticas ocasionan mayor problema. Por tal motivo, el tema del presente trabajo de investigación es “Diseño de Pavimento Rígido Empleando bagazo como aporte a la resistencia del Pavimento, avenida Hermanos Vargas, Longar 2021”, de tal manera que, la investigación tiene como objetivo general Determinar el diseño del pavimento rígido incorporando ceniza de bagazo en la avenida Hermanos Vargas, Longar 2021, Al mismo tiempo, los objetivos específicos son: Determinar el índice medio diario y el CBR para el diseño de pavimento rígido en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021, realizar el análisis comparativo económico entre el concreto patrón y el concreto con incorporación de la ceniza de bagazo en el pavimento rígido en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021 y determinar si la incorporación de la ceniza de bagazo mejora la resistencia a la comprensión del pavimento en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021.

Sin duda, lo más importante para el proyecto de investigación fue demostrar el aporte a la resistencia a través del uso y aplicación del bagazo en el diseño y ampliación del pavimento rígido en la Av. Hermanos Vargas, Longar 2021, mediante el desarrollo del proyecto de investigación.

El estudio se justificó desde el punto de vista práctico debido a que al aplicar los conocimientos de los investigadores con relación al diseño, ampliación y evaluación de pavimentos rígidos se podrá identificar las condiciones patológicas y fallas de la estructura del pavimento rígido lo cual contribuye a un mejor control al momento de diseñar el pavimento rígido desde su estudio de suelo hasta la etapa final.

Respecto al punto de vista teórico, la investigación genera todo un debate de expertos en el tema del diseño y evaluación del pavimento a través de una comparación de distintas teorías descritas.

Por otro lado, desde el punto de vista metodológico se pudo diseñar e incorporar un nuevo material en el diseño de mezcla con la finalidad de obtener un pavimento más resistente, se pudo obtener mejores resultados para los pavimentos, ya que la investigación ayudo a determinar que el bagazo aporta mayor resistencia al concreto. Con el presente proyecto de investigación se buscó demostrar el uso de este material para que otros autores puedan tener conocimiento del tema.

II. MARCO TEORICO

Se efectuó la revisión de artículos de literatura vinculada al diseño del pavimento rígido incorporando bagazo para obtener mayor durabilidad, mejor resistencia a la compresión del pavimento en bien del tránsito de los vehículos y peatones.

Para el diseño del pavimento rígido incorporando bagazo se pudo obtener datos, a través de la revisión de tesis y esbozamiento de las posturas de los diferentes autores, el cual condujo a una obtención de resultados de diseño de pavimento rígido incorporando bagazo para mejorar la resistencia del pavimento rígido en la avenida Hermanos Vargas.

Los artículos científicos mencionados se han obtenido entre bases de datos, repositorios, Google Académico. En ese sentido, tenemos a los siguientes autores cada uno con sus posturas y aportes al presente trabajo de investigación.

Según Huertas (2019), Se pudo identificar que la fibra de bagazo de caña presenta una buena adherencia con respecto a la matriz cementante, por tanto, se puede concluir que la fibra de bagazo de caña es un material alternativo factible para implementarse en la mezcla del concreto.

Según Chávez, (2017), la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, en la elaboración del concreto de $f'c=250$ kg/cm² genera un incremento en la resistencia a la compresión en un 21.88%, utilizando un 3% del volumen absoluto del agregado fino.

Según Silva, Daza y López (2017), en el artículo proponen un sistema de gestión para poder evaluar y diseñar el pavimento con el mantenimiento teniendo en cuenta los factores como el tránsito, la condición del pavimento, van de relación entre el índice de condición del pavimento y el tiempo del pavimento.

Según Balladares (2020), El uso de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar fue beneficioso en el diseño del concreto, debido a que la ceniza y el cemento tienen propiedades similares de material puzolánico, donde la ceniza no altera las propiedades mecánicas del concreto, así tuvieron una buena trabajabilidad, al momento de elaborar el concreto, obteniendo una resistencia alta a los 28 días de edad de curado

Según Apaza (2018), Con respecto a los ensayos de resistencia a la compresión, se demostró mediante los resultados que sustituir el agregado fino por ceniza fue beneficioso, pues alcanzaron resistencias mayores y por encima del concreto patrón, siendo la más óptima el concreto a 15% CBCA.

Según Vásquez (2018), Se comprobó que mientras se adicione la cantidad de un 5% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en proporción al cemento, su resistencia puede aumentar hasta en un 20% de su resistencia a la compresión a los 28 días, comparándolo con un diseño de mezcla convencional.

Según Santos (2017), El conocimiento de las propiedades del concreto, tanto en estado endurecido (Producto final) como en estado fluido, tiene como finalidad primordial determinar el diseño de la mezcla en función de una granulometría componente y su relación agua/cemento (A/C), establecida por el principio de asentamiento de Abrams.

Según Contreras (2015), mediante su artículo nos presenta un ejemplo de diseño de pavimento utilizando el correcto manejo del manual AASHTO 93, el cual trae una serie de procedimientos que ayuda al cumplimiento y el manejo adecuado de los procedimientos que nos permite realizar un correcto diseño del pavimento.

Según Pérez (2019), metodología descriptiva, las fisuras de forma diagonal interceptan las juntas o los bordes esto puede tener un origen por acción de cargas debido a que no cuentan con soportes, en su defecto es importante cumplir con todas las normativas de compactación en la base y sub base de la carpeta de rodadura.

Según Simón (2020), en el artículo determinar el estado del pavimento de un aeropuerto de una ciudad de Manabí del país de Ecuador utilizando el índice de condición del pavimento (PCI) y diagnosticar todas las fallas encontradas, este método aportara a la identificación y las posibles soluciones de las anomalías de la carpeta de rodadura para que al momento de diseñar el pavimento rígido en la Av. Hermanos Vargas se apliquen estos conocimientos y se eviten en lo posible las fallas en los pavimentos.

Según Ccasani y Ferry (2017), en la tesis "Evaluación y Análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay" nos da una gran descripción de los distintos tipos de fallas que se pueden presentar el pavimento, esta descripción es importante para reconocer el tipo de falla y se puede tomar la mejor alternativa de solución.

Según Pallares y Pulecio (2017), método analítico, nos indica que las fallas por alabeo se dan por el tiempo, estas fallas por contracción se dan por el secado y enfriado del material, para una mejor identificación de las fallas se deben considerar la aplicación de una manera correcta para evitar estas fallas.

Según Santos y Solarte (2017), metodología descriptiva, en resumen, estudiar la resistencia del concreto hidráulico con el fin de garantizar su durabilidad y los costos de mantenimiento, este estudio de la resistencia del concreto hidráulico es importante para tener un buen diseño del pavimento rígido.

Según Gil (2015), en resumen, para minimizar el efecto de esta clase de problemas de las vías se debe tener en cuenta la calidad del pavimento, también tener en cuenta los efectos de estos problemas no sean de mayor consideración ante el impacto de tránsito vehicular y peatonal, reduciendo así las fallas en la capa de rodadura.

Según Jiménez (2015), la fisura por la fatiga tiene una relación en las estructuras más débiles donde las cargas pesadas generan las deformaciones, en efecto es importante identificar el tráfico vehicular y hacer un correcto estudio de la carga vehicular para hacer un correcto diseño de la estructura del pavimento rígido.

Según Cisneros (2017), la anomalía en la capa de rodadura superficial no necesariamente está relacionada por la capa de la calzada, esto se debe a muchos factores como por ejemplo el tipo de pavimento que se utilizan, también puede influir el factor clima y la carga vehicular que afectan directamente a la capa superficial de rodadura.

Según Gonzales, Ruiz y Guerrero (2018), en su artículo describen que los factores del clima y del tránsito vehicular deterioran el estado del pavimento, la cual evalúa el estado del pavimento mediante el método del PCI en el País de Santiago de Cuba, estos factores involucran el deterioro el estado superficial del pavimento.

Según Vergara (2015), en sus tesis "Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI" nos presenta sobre cómo realizar la correcta aplicación de la metodología de inspección visual de calificación de estado de pavimento.

Según Llanos y Rodríguez (2017), mediante su tesis propone un correcto diagnóstico del estado situacional del pavimento flexible de la avenida Mario ortega utilizando el método PCI, con este método se pudo identificar el nivel del estado superficial del pavimento.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

El proyecto corresponde a una investigación aplicada. Debido a que se utilizarán los conocimientos de la práctica para obtener resultados que favorezcan a la población.

Diseño de investigación:

El diseño de investigación utilizado en este estudio es el cuasi experimental, debido a que al aplicar un diseño de mezcla incorporando el bagazo se someterá a procesos experimentales.

3.2. Variables y operacionalización

La variable independiente que se pudo medir en el presente artículo es el diseño de pavimento rígido.

La variable dependiente es la Resistencia del Pavimento.

Según Herrera (2016), una variable es un símbolo que permite identificar a un elemento no especificado dentro de un determinado grupo.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Se ha determinado que la población para este proyecto de investigación son las probetas cilíndricas del pavimento de la Avenida Hermanos Vargas.

Según Lepkowski, (2014), la población es: “el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p.174).

Muestra

La muestra está conformada por 27 probetas cilíndricas de concreto que tendrán la incorporación de ceniza de bagazo con un porcentaje de 10% y 20%; las cuales se evaluarán a los 7, 14 y 28 días mediante el ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos.

Según Hernández (2014), La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido por sus características al que llamamos población. (p.175)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

Observación

Análisis de Laboratorio.

Pruebas en campo o in situ.

La recolección de datos se hará mediante la guía de observación, esta se aplicará para realizar el estudio de tráfico.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizarán formatos del Laboratorio de ensayo de materiales.

Según Useche, (2020) Los instrumentos son las herramientas que se emplean para obtener los datos de la realidad que se estudia (p.30).

Instrumentos:

Equipos a utilizar en laboratorios para hacer las diferentes pruebas en el diseño de mezcla y para la compresión del concreto.

3.5. Procedimientos

Los resultados serán clasificados, organizados, registrados y tabulados, usando técnicas del análisis de contenido o cualitativo, lo cual permitirá proporcionar las respuestas a las interrogantes de la investigación. Así mismo, la recolección de los datos se realiza con base en “lista de control”, herramientas diseñadas para registrar la ocurrencia o frecuencia de comportamientos o eventos y sus características, apoyándose en elementos técnicos tales como: fichas, cuadros, tablas, etc.

Según, Balestrini (2016) En relación con el propósito del análisis de los datos destaca, que el mismo “implica el establecimiento de categorías, la ordenación y manipulación de los datos para resumirlos y poder sacar algunos resultados en función de las interrogantes de la investigación”.

3.6. Método de análisis de datos

El Método utilizado será el analítico-sintético.

Según Peña (2017), El análisis de datos integra distintas operaciones en la que el investigador o analista somete ciertos datos, bien sea de orden cuantitativo o cualitativo, a una serie de análisis, lecturas e interpretaciones, según sea el enfoque de su investigación o requerimiento informativo.

3.7. Aspectos éticos

En la elaboración de este proyecto se pone en práctica los valores éticos, respetando siempre el derecho de autoría de las tesis, libros y normas que utilizare para dar sustento a mi investigación.

La información plasmada será real, sin ser manipulada ni alterada, buscando en cada momento la confiabilidad de los resultados.

Los datos encontrados en los laboratorios e in situ serán verificados por especialistas en el tema. Se respetarán los parámetros en los que se han basado para su elaboración y ejecución.

IV. RESULTADOS

Estudio de tráfico

El estudio de tráfico vehicular nos ayuda a determinar el flujo de cargas vivas de los vehículos entre un punto de origen y final. El estudio de tráfico nos servirá para determinar el diseño de la vía de la avenida Hermanos Vargas.

Tabla 1.

Características generales de la avenida Hermanos Vargas.

Tramo	Longitud (m)	Estado
Av. Hermanos Vargas	307	Sin pavimentar

Fuente: Elaboración propia.

Objetivos

El objetivo principal es conocer el volumen y características de origen - destino del tráfico vehicular, elementos básicos para la determinación de las características del diseño de la Av. Hermanos Vargas distrito de Longar, provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas.



Figura 1: Ubicación del punto de muestreo vehicular.

Fuente: Google maps.

Metodología

El conocimiento de las características del tráfico de las vías urbanas, tanto en la cantidad de vehículos como en la cantidad de las cargas es vital para la determinación del espesor del pavimento convirtiéndose en el principal elemento que se debe de tener en cuenta.

El desarrollo del estudio contempla tres etapas claramente definidas.

Recopilación de la información.

Por tratarse de una ciudad las cuales pasan los vehículos que vienen de la ciudad de Rodríguez de Mendoza, pasando por El Distrito de Mariscal Benavides – Longar – Cochamal – Huambo y Limabamba, se asumirá el tráfico actual existente entre el tramo Mariscal Benavides - Longar, y el punto de muestreo en la misma ciudad de Longar.

Se recopiló información básica para la elaboración del estudio de tráfico que procedió de dos fuentes diferenciales referenciales y directas.

Normalmente la fuente referencial a utilizar de la información existente en las diversas dependencias del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Municipalidades, Policía Nacional, entre otros. Pero para nuestro caso del proyecto en estudio, no se ha tenido información de estas dependencias respecto al tráfico. Por lo que obligatoriamente se ha realizado el conteo de tráfico, destino y origen. Cabe notar que las recolecciones de datos fueron de 24 horas consecutivas de 0:00 a.m. a 24.00 p.m., El conteo de tráfico se realizó los días miércoles, sábados y domingos.

Tabulación de la información.

Con la información obtenida se ha efectuado el trabajo de gabinete, efectuando sus análisis y evaluación respectiva.

Análisis de la información.

Conteos Volumétricos.

Estos conteos se han realizado para conocer los volúmenes de tráfico en los caminos en estudio, su composición vehicular y variación diaria. Para convertir el volumen de tráfico en índice medio diario, se aplicó la fórmula.

$$\text{IMD} = (\text{VD}_1 * 5 + (\text{V}_s + \text{VD}) / 7 * \text{F.C.}$$

Dónde: VD_1 = Volumen Promedio de los días laborales.

V_s = Volumen de sábado.

VD = Volumen de domingo.

F.C = Factor Estacional o de corrección.

Desarrollo del Conteo del tráfico vehicular.

Resultado Directo de los Conteos.

Después de haber realizado el trabajo de gabinete, se efectuó la consolidación y consustanciación de la información recogida de los conteos, lo que ha permitido obtener los resultados de los volúmenes de tráfico para cada día en los tramos identificados.

La información se ha consolidado en cuadros de conteo de tráfico diario, que nos permiten precisar los volúmenes, horarios vehiculares, por sentido de circulación y la clasificación horaria y total para cada día de trabajo.

Conteo y Clasificación Vehicular. Diaria.

En los cuadros se ha resumido los recuentos de tráfico y la clasificación diaria por sentido y el total en ambos sentidos. Los resultados están expresados en cifras absolutas y relativas respectivamente.

Promedio de Tráfico Vehicular de la Semana de Conteo.

El promedio de tráfico vehicular de la semana, se obtendrá aplicando la fórmula antes indicada.

Factor de Corrección Diaria.

Se ha determinado relacionando el volumen Promedio diario con el volumen de cada día.

Factor de Corrección Estacional

Como los volúmenes de tráfico varían cada mes debido a las estaciones del año, ocasionadas por las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales, festividades, etc. es necesario efectuar los valores obtenidos durante un periodo de tiempo, por un factor de corrección que lleve a éstos al promedio diario anual. Para este estudio se utilizará el Factor de Corrección Referencial, $FC= 1.08$

Clasificación Vehicular Promedio.

Se consideró 2 tipos de tráfico:

Trafico ligero, compuesto por autos, camionetas, combis, microbuses.

Tráfico pesado, compuesto por ómnibuses y camiones.

Índice Diario Anual Según Tipo de Vehículo.

Se estimaron los resultados del IMD, a partir de la expansión de la muestra obtenida en el estudio del tráfico.

En cuanto a las características de la carga, los resultados están expresados en cifras absolutas y relativas respectivamente.

Resultados

La determinación del IMD, de los caminos en estudio es de vital importancia para definir las características técnicas, así como para el diseño del pavimento y afirmado de los mismos.

Volumen vehicular, por dirección y tipo de volumen y tipo de vehículo, en valores absolutos y relativos.

Índice medio diario anual, IMDA por dirección y tipo, en valores absolutos y relativos.

ESTUDIO DE TRÁFICO

Proyecto: Ampliación y diseño del pavimento rígido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento rígido, Avenida Hermanos Vargas, Longar 2021.

Departamento: Amazonas

Provincia: Rodríguez de Mendoza

Distrito: Longar

Zona geográfica: Selva

Tabla 2.

Determinación del tránsito actual.

Tipo de Vehículo	Domingo 31/10/21	Lunes 01/11/21	Martes 02/11/21	Miércoles 03/11/21	Jueves 04/11/21	Viernes 05/11/21	Sábado 06/11/21
Automóvil	15	15	15	12	15	16	16
Camioneta	14	15	15	14	14	15	16
C.R.	9	7	7	8	8	8	8
Micro	0	0	0	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0
Grande							
Camión 2E	3	3	3	3	4	4	4
Camión 3E	2	1	1	2	2	2	1
TOTAL	43	41	41	39	43	45	45

Fuente: Elaboración propia.

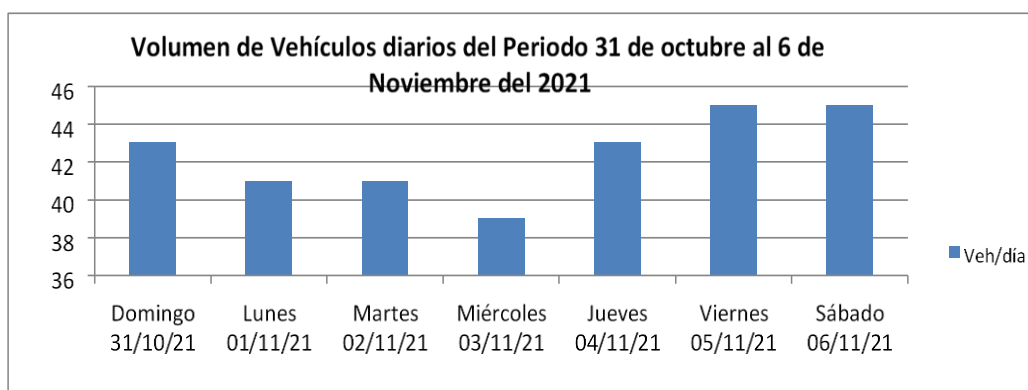


Figura 2: Volumen de vehiculos.

Fuente: Elaboracion propia.

Conteo de 7 días de 24 horas.

Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercana al camino.

F.C.E vehículos ligeros 1.080265

F.C.E vehículos pesados 1.013598

Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días.

$$IMDa = IMDs \times FC$$

$$IMDs = \sum vi / 7$$

IMD = Índice Medio Diario Semanal de la muestra vehicular tomada.

IMDa = Índice Medio Anual.

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo.

FC = Factores de Corrección Estacional.

Tabla 3.

Trafico vehicular por día en 2 sentidos.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Vierne s	Sábado	Doming o	Total Seman a	IMD s	FC	IMD a
Automóvil	16	15	15	12	15	16	16	104	15	1.080265	16
Camioneta	16	15	15	14	14	15	16	103	15	1.080265	16
C.R.	8	7	7	8	8	8	8	55	8	1.080265	8
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.080265	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.080265	0
Grande											
Camión 2E	3	3	3	3	4	4	4	24	3	1.013598	3
Camión 3E	2	1	1	2	2	2	1	11	2	1.013598	2
TOTAL	45	41	41	39	43	45	45	297	42		45

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.*Demanda actual.*

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	16	35.56
Camioneta	16	35.56
C.R.	8	17.78
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	3	6.67
Camión 3E	2	4.44
TOTAL	45	100

Fuente: Elaboración propia.

Demanda proyectada.

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.T₀ = Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

n = Año futuro de proyección.

R = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

Tasa de crecimiento por región en %.

R_{vp} = 1.50 Tasa de crecimiento anual de población.R_{vc} = 3.50 Tasa de crecimiento anual de PBI por región.**Tabla 5.***Proyección de Tráfico – Situación sin proyecto.*

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	45	45	45	45	47	47	49	52	52	52	52
Automóvil	16	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18
Camioneta	16	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18
C.R.	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Camión 3E	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia.

Tráfico generado por tipo de proyecto.

Tipo de intervención - % de tráfico normal.

Mejoramiento - 15

Tabla 6.

Proyección de Tráfico – Situación con proyecto.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal											
Automóvil	16	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18
Camioneta	16	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18
C.R.	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grande											
Camión 2E	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Camión 3E	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Tráfico generado	0	5	5	5	7	7	8	8	8	8	8
Automóvil	0	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Camioneta	0	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
C.R.	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grande											
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMD TOTAL	45	50	50	50	54	54	57	60	60	60	60

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de los resultados de los cuadros de conteo de tráfico presentados como anexos se obtiene un IMD para el día domingo de 45 Veh/día, que es el representativo, debido a la presencia de salida a los mercados que se realiza en la ciudad de Rodríguez de Mendoza; cuyos resultados son similares al que se registra en la temporada de campaña de cosecha de sus productos agrícolas.

$$IMD = (VD_1 * 5 + (V_S + VD) / 7 * F.C.$$

Dónde: VD_1 = Volumen Promedio de los días laborales.

V_S = Volumen de sábado.

VD = Volumen de domingo.

$F.C$ = Factor Estacional o de corrección.

F.C. = 1.08; se considera este valor porque no se ha podido obtener el factor de corrección de los registros de control de tráfico de vías de circulación similares a la nuestra, de puestos de control policial y de estaciones de peaje del MTC.

Por lo tanto:

$$\text{IMDa} = \frac{(41.4 \cdot 5 + (45 + 45))}{7} \cdot 1.08$$
$$= 45 \text{ veh/día.}$$

Mecánica de suelos

Investigación de campo

La exploración de campo fue dirigida y ejecutada por el Sr. Nelvin Jose Castro Delgadillo, quien es estudiante de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, quien a su vez recolecto muestras y llevo al laboratorio de Mecánica de suelos de la empresa consultora "TECNISU F&F".

Se realizó 1 calicata como técnica de investigación del subsuelo para obtener el perfil del suelo del lugar, en esta calicata se alcanzó profundidad de 1.50 metros.

Ya en la calicata se midió e identifico y describió los suelos hallados, desarrollándose pruebas manuales para ubicarlos dentro de un sistema de clasificación de suelos, sino también para el caso de la estructuración del pavimento rígido, dentro de un sistema de clasificación como terreno de fundación.

Los suelos presentes en el lugar, presentan distintas composiciones granulométricas y características de plasticidad, se recolecto muestras alteradas tipo "Mab", para que en el laboratorio sean sometidas a pruebas básicas de clasificación y a pruebas especiales para cuantificar su uso en función de los grupos y sub grupos de la clasificación de suelos ASSHTO y a la capacidad de soporte (CBR).

Cabe resaltar, que, hasta el nivel alcanzado en la calicata, no se registró la superficie freática.

Ensayos de campo y laboratorio

Los ensayos que se enumeran y se muestran en la siguiente tabla fueron ejecutados en estricto cumplimiento de las normas ASTM según el siguiente detalle:

Tabla 7.

Ensayos ejecutados en campo y laboratorio.

Ensayo Realizado	Norma Usada
Contenido de humedad	ASTM D2216
Análisis granulométrico	ASTM D422
Limite líquido y limite plástico	ASTM D4318
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	ASTM D2487
Clasificación de suelos AASHTO	ASTM D3282
Relaciones Humedad Densidad (Proctor)	ASTM D1557
CBR	ASTM D1883
Peso Especifico	ASTM D854
Peso volumétrico	ASTM D2937

Fuente: Elaboración propia.

Perfil del suelo

El perfil del suelo bajo el eje del tramo del proyecto resulta ser arcilla inorgánica de consistencia suelta con algo de arena fina media y gruesa que, Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, el suelo de fundación se clasifica como "CL" y Arenas arcillosas consistencia suelta con algo de arena fina media y gruesa que Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SC".

El suelo del proyecto presenta una capacidad de soporte CBR de 5.10%.

Clasificación del terreno de fundación y movimiento de tierras

El tipo de suelo que presenta bajo la superficie terrenos de fundación suelos que van desde malos a regulares debido a eso debe hacerse sin excepción un mejoramiento del terreno de fundación, dado que el terreno de fundación es muy susceptible a saturación ante las precipitaciones pluviales. Este mejoramiento se hará con material grueso en bruto de cantera sin zarandear de río o de cerro en capas debidamente compactadas y controladas hasta el nivel de la cota de subrasante, un espesor de 45 cm, en capas previo perfilado y compactado, ya que

en el movimiento de tierras a desarrollarse y ante el intemperismo de las precipitaciones pluviales la misma presentara acolchonamientos y saturación del suelo muy pronunciados.

Tabla 8.

Clasificación y uso del suelo según el valor del CBR.

Clasificación cualitativa del suelo		
CBR		Uso
2% - 5%	Muy malo	Sub- rasante
5% - 8%	Malo	Sub- rasante
8% - 20%	Regular – bueno	Sub- rasante
20% - 30%	Excelente	Sub- rasante
30% - 60%	Bueno	Sub- rasante
60% - 80%	Bueno	Base
80% - 100%	Excelente	Base

Fuente: Elaboración propia.

Además, es necesario recalcar que la colocación de la base es indispensable para el pavimento rígido porque proporcionara apoyo uniforme a la losa de concreto y evitara el “BOMBEO” o el fenómeno “SURGENCIA”.

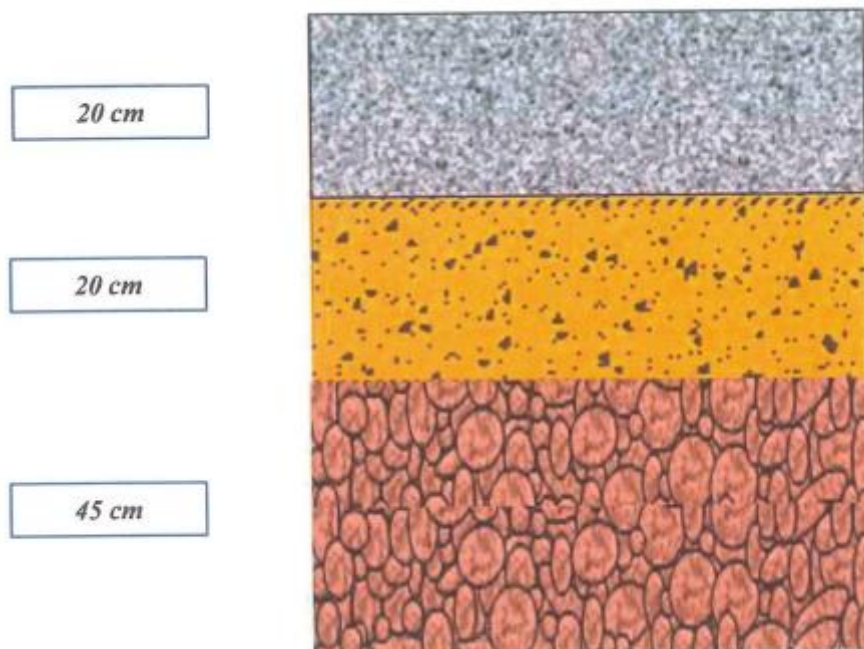


Figura 3: Esquema de la estructura del pavimento rígido.

Fuente: Elaboración propia.

Materiales de construcción y especificaciones técnicas.

Agua. - Para la elaboración de mezclas de concreto, se empleará agua que no contenga sustancias vegetales, carbón, azufre, ni porcentajes apreciables de sulfatos, ácidos, azúcar, aceites. El contenido de materia orgánica, se especifica que debe ser menor de 10 miligramos por litro, el pH no debe ser menor de 7; el agua potable es aceptable.

Cemento. - Se deberá usar cemento fresco y las condiciones de almacenamiento en obra deberá ser la mejor, evitando en todo momento que este haga contacto con el suelo y la humedad del medio ambiente.

Base granular. - Para el caso del pavimento rígido, el material de sub – base será granular, relativamente grueso, de granulometría uniforme o abierta y en obra será adecuadamente colocada y bien compactada.

La base del pavimento rígido, presentara 20 cm de espesor en su construcción, una capacidad de soporte (CBR) de 30% como mínimo, un límite líquido e índice plástico de 25% y 6% máximo respectivamente.

Estos materiales deben colocarse y compactarse adecuadamente alcanzando como mínimo 95% de compactación en obra y por lo menos deberán prolongarse 30 cm fuera de los bordes del pavimento.

Ante el hecho de que el pavimento rígido soporte en un futuro cercano grandes volúmenes de tráfico y grandes cargas por ruedas, la base estará hecha de un material estabilizado.

Piedra mediana. - Para el mejoramiento del suelo de fundación se empleará piedra con tamaño 4-6” en una capa de 45 cm. Esta deberá tener alta durabilidad y adecuada resistencia mecánica.

Agregados. -Las características exigidas para los agregados en el diseño de mezcla de concreto serán:

- Dureza: Para resistir la abrasión y el impacto. Esto no deberá ser mayor al 50% según ASTM.
- Durabilidad: Para resistir el intemperismo se aceptará como porcentaje máximo de pérdida 12 y 18 por ciento según se trate de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
- Resistencia: Para contribuir a la resistencia del concreto.
- Estabilidad química: Para evitar reacciones indeseables.
- Textura: Para mejorar la consistencia; usar, además, un asentamiento de la mezcla del concreto no mayor a 2“(asentamiento medido con el cono de Abrahams).
- Limpieza: Para mejorar la calidad de la mezcla haciéndola homogénea, el tamaño máximo nominal del agregado grueso para fabricar mezclas no debe pasar de un tercio del peralte de la losa del pavimento. La granulometría del agregado grueso deberá ser la que económicamente resulte más práctico obtener en obra.

Canteras

En el campo se han verificado 4 canteras, ubicadas en Nueva Esperanza, Huambo, Longar y Cochamal; presentando las siguientes características:

Cantera Nueva Esperanza

Propiedad	:	Privada.
Ubicación	:	A 18km de la obra.
Acceso	:	Camino carrozable Mendoza – Omia.
Potencia	:	Más de 30,000 m3.
Procedencia Geológica	:	Caliza silificada de la formación de Chonta.
Usos	:	Afirmado de carreteras de concreto.
Clasificación	:	Roca fija.
Método de explotación	:	Voladura de rocas y extracción con tractor.

Cantera Trancahuayco

Propiedad	:	Municipalidad de Huambo.
Ubicación	:	A 9km de la obra.
Acceso	:	Trocha carrozable Mendoza – Huambo.
Potencia	:	Más de 30,000 m3.
Procedencia Geológica	:	Capas de caliza silificada, intercalada con otras, margas frágiles, cuyos espesores de cada capa varían entre 1.20 y 1.50 metros.
Usos	:	Mejoramiento de la subrasante, afirmado y concreto. Para el afirmado y concreto hay que eliminar las capas de margas frágiles.
Clasificación	:	Roca fija y dura.
Método de explotación	:	Voladura de rocas.

Cantera Longar

Propiedad	:	Municipalidad de Longar.
Ubicación	:	A 1km de la obra.
Acceso	:	Trocha carrozable Longar – Shucush.
Potencia	:	Más de 1,000 m3.
Procedencia Geológica	:	Bloques de canto rodados, gravas areniscas y sub-redondeadas, originados a comienzos del cuaternario reciente por aluviones glaciáricos.
Usos	:	Mejoramiento de la subrasante.
Clasificación	:	Balonería dura y areniscosa.
Método de explotación	:	70% de los materiales con extracción directa y 30% con uso de explosivos.

Cantera Rio Shilpicachi

Propiedad	:	Municipalidad de Cochamal.
Ubicación	:	A 10.00 km de la obra.
Acceso	:	Trocha carrozable Longar – Cochamal.
Potencia	:	Más de 5,000 m3.
Procedencia Geológica	:	Bloques de canto rodados, gravas y arenas de cuaternario.
Usos	:	Mejoramiento de la subrasante.
Clasificación	:	Balonería dura y areniscosa.
Método de explotación	:	Con tractor y/o excavadora oruga.

DISEÑO DE PAVIMENTO

AV. Hermanos Vargas Distrito de Longar.

PROYECTO: Ampliación y diseño de pavimento rígido con la incorporación de ceniza de bagazo.

Datos

Concreto: $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

C.B.R: 5.10%

Vehículo de diseño: C3

Periodo de diseño: 20 años

Cálculos

Coeficiente de Seguridad

Tomando en consideración los vehículos más pesados:

Vehículos por hora (valor redondeado) = 1.00

Vehículos por año = $1 * 24 * 365 = 8,760.00$

Vehículos en 20 años = $8760 * 20 = 175,200.00$

Ahora tomando en cuenta el Abaco:

Coeficiente de Seguridad Vs. N.^o de Repeticiones de carga que produce la rotura, elaborado por el Departamento de Carreteras de Illinois de EE.UU. de Norte América, obtenemos que:

$175,200.00 > 10,000.00$ Repeticiones que producen la Rotura $FS=2.00$

Según la PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, adopta que: para cargas que producen la rotura del pavimento a las cien mil repeticiones más pesadas que se suponen, han de circular por una vía durante 25 a 30 años, se toma un coeficiente de seguridad: $(FS = 2) \rightarrow FS = 2.00$.

Coeficiente de Impacto

Para Pavimentos Rígidos se recomienda un coeficiente de impacto de 20%, valor que tomaremos para el Diseño: $I = 1.20$

Carga de Diseño

Para este caso el vehículo más pesado que transita por esta vía es el C3, la distribución de carga en sus ruedas, es la siguiente:

Carga por rueda delantera = 2.00 Tn 2,000.00 Kg.

Carga por rueda posterior = 4.00 Tn 4,000.00 Kg.

El valor de la carga de diseño, se define por la carga más pesada:

$$P = 1.2 * 4000$$

$$P = 4,800.00 \text{ Kg}$$

Características del Concreto

Módulo de Elasticidad (E)

Según ACI-318-63, para hormigones con los siguientes valores:

$$1.44 \text{ Tn/m}^3 < W < 2.50 \text{ Tn/m}^3$$

Se recomienda la siguiente fórmula:

$$E = (W)^{3/2} * 4270 * (f'c)^{0.5}$$

Donde:

W : Peso unitario del Cº Endurecido en Tn/m³

f'c : Resistencia Cilíndrica del Cº en Tn/m³

En nuestro caso tomaremos un concreto con agregados de arena y piedra, donde:

$$W = 2.30 \text{ Tn/m}^3$$

Cuyo Módulo de Elasticidad es el siguiente:

$$E_c = 15,000 * (f'c)^{0.5}$$

Luego:

$$E_c = 15,000 * (210)^{0.5}$$

$$E_c = 217,371 \text{ Kg/cm}^2$$

Módulo de Poisson (u)

Relación entre la deformación transversal y longitudinal de un espécimen al determinar su resistencia a la compresión.

Su valor está comprendido entre 0.15 a 0.20

Se adopta como valor representativo:

$$u = 0.18$$

Tensión a la Rotura

Definido por: $S = MC/I$

Donde:

S : Esfuerzo unitario de rotura por flexión.

M : Momento actuante.

I : momento de Inercia de la sección.

C : distancia desde el eje neutro de la sección a la fibra extrema: $h/2$

Esta fórmula se basa en el caso supuesto de que la carga sea aplicada en la esquina de la losa, no tomando en consideración reacción de la subrasante.

Entonces el esfuerzo producido en la fibra extrema superior del plano de rotura estará dado por:

$$M = PX$$

$$M_r = S I / C$$

Donde:

M_r : Momento resistente de la losa

Se tiene por equilibrio que: $M = S I / C$, donde: $S = M C / I$, esta fórmula nos da el valor de la rotura, el cual no se considera para el Diseño, porque para presentarse la rotura del concreto, debe sobrepasar el Límite de su Módulo de Rotura. Ante esto, el autor Winter expresa lo siguiente: Que una estimación razonable de la Resistencia de Tracción por Flexión (M_r) MODULO DE ROTURA para Hormigones, debe estar dentro del siguiente intervalo:

$$1.988 * (f'c)^{0.5} = M_r \leq 3.255 * (f'c)^{0.5}$$

Para nuestro caso: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Entonces

$$1.988 * (210)^{0.5} \leq M_r \leq 3.255 * (210)^{0.5}$$

$$28.81 \leq M_r \leq 47.17 \text{ Kg/cm}^2$$

Por este motivo se toma como Módulo de Rotura el 20% del Esfuerzo a la Compresión del Concreto, entonces:

$$M_r = 0.20 f'c$$

$$M_r = 42.00 \text{ Kg/cm}^2$$

Tensión de Trabajo

Como nuestro Coeficiente de Seguridad es 2, el esfuerzo de trabajo para nuestro diseño será:

$$T = \text{Módulo de Rotura} / \text{Coeficiente de seguridad} = 0.20 \text{ f'c} / 2.00 = 0.10 \text{ f'c}$$

$$T = 21.00 \text{ Kg/cm}^2$$

Módulo de Reacción de la Subrasante (K)

Conocido también con el nombre de COEFICIENTE DE BALASTRO, expresa la resistencia del suelo de la subrasante a ser penetrado por efecto de la penetración de las losas.

Del Ábaco: RELACION ENTRE EL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. Y EL MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE K, tenemos que para un:

$$\text{C.B.R.} = 5.10 \rightarrow K = 5.50$$

Por efecto de la Base Granular, el Coeficiente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

Tabla 9.

Valor de k subrasante incrementada.

VALOR K KG/CM ³	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA				Interpolación
	10cm	15cm	22.50cm	30.00cm	20.cm
1.40	1.8	2.1	2.4	3.1	3.30
2.10	2.7	3.0	3.4	4.2	3.27
2.80	3.6	3.9	4.4	5.3	4.23
5.50	6.1	6.4	7.5	8.9	7.13
8.30	8.9	9.1	10.3	11.9	9.90

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la mejora de la subrasante Interpolando tenemos: $e = 0.45 \text{ cm}$

$$K \text{ (kg/cm}^3\text{)} e = 20.00 \text{ cm}$$

$$2.80 \quad 3.60$$

$$5.50 \quad K$$

$$8.30 \quad 6.10$$

$$K = ((6.1 * (2.8 - 5.5) - 3.6 * (8.3 - 5.5)) / (2.8 - 8.3))$$

$$K = 4.83 \text{ Kg/cm}^3$$

Considerando:

$$\text{Sub Base } e = 20.00 \text{ cm}$$

Interpolando tenemos

K (kg/cm³) $e = 20.00$ cm

2.80 3.60

5.50 k

8.30 6.10

$$K = ((6.1 * (2.8 - 5.5) - 3.6 * (8.3 - 5.5)) / (2.8 - 8.3))$$

$$K = 4.83 \text{ Kg/cm}^3$$

Mediante la fórmula propuesta por el Ing. HARMAN JUAN en su obra estudio de los componentes del pavimento, el módulo de balastro, se puede calcular con la siguiente fórmula.

$$K_i = K_o + 0.02 * (1.2 e + e^2/12)$$

Donde:

K_i : Módulo de reacción de la subrasante incrementado

K_o : Módulo de reacción de la subrasante sin base granular

e : espesor base granular en cm.

Considerando:

$$\text{Mejoramiento + } e = 65.00 \text{ cm}$$

Subbase

$$K_i = 5.5 + 0.02 * (1.2 * 65 + 65^2/12)$$

$$K_i = 14.10 \text{ Kg/cm}^3$$

Radio de Rigidez Relativa (L)

$$L = ((E * h^3 / (12 * (1 - u^2) * K))^{0.5})^{0.5}$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del concreto en kg/cm²

h : Espesor de la losa en cm.

u : Módulo de Poisson del hormigón.

K : Módulo de balastro del terreno en kg/cm³

L : Radio de rigidez relativa entre la losa y la subrasante en cm.

Tabla 10.

Tabla de L en cm, para: $E=280,000 \text{ Kg/cm}^2$ y con $u=0.15$

MODULO SUBRAS. "K" (Kg/cm ³)	Espesores h de las losas.						
	15.00	cm 17.50	cm 20.00	cm 22.50	cm 25.00	cm 30.00	cm
1.40	88.40	96.80	109.70	119.90	128.00	148.80	
2.80	74.40	81.00	92.20	100.80	107.70	125.00	
5.60	62.50	67.60	77.70	84.80	90.20	105.20	
8.40	56.60	63.50	70.10	76.70	81.50	95.00	
11.20	52.60	58.90	65.30	71.40	77.20	88.40	
14.00	49.70	55.90	61.70	67.60	72.90	83.30	

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la rigidez relativa, se puede usar la tabla anterior, interpolando sus valores.

$$5.60 \quad 77.70 \quad K = ((70.1 * (5.6 - 14.1)) - 77.7 * (8.4 - 14.1)) / (5.6 - 8.4)$$

$$14.10 \quad \mathbf{k} \quad K = 54.63 \text{ Kg/cm}^3$$

$$8.40 \quad 70.10$$

Espesor de la losa de concreto

Utilizando el Abaco de la Asociación de Cemento Portland, determinamos espesor de la losa, indicando a continuación el resumen de los datos obtenidos:

- a.- Coeficiente de Seguridad = 2.00
- b.- Coeficiente de Impacto (I) = 1.20
- c.- Carga por Rueda más Pesada = 4,000.00 Kg
- d.- Radio del Círculo Área Contacto = 27.00 cm
- e.- Coeficiente Rotura del Concreto (Mr) = 42.00 Kg/cm²
- f.- Esfuerzo de Trabajo C^o (T) = 21.00 Kg/cm²
- g.- Módulo de Balastro (Ki) = 14.10 Kg/cm³
- h.- Carga de Diseño (P) = 4,800.00 Kg

Para determinar el Espesor de la Losa mediante el Abaco del Dr. Picket entramos con los siguientes valores:

$$\text{Esfuerzo de Trabajo C}^{\circ} \text{ (T)} = 21.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Módulo de Balastro (Ki)} = 14.10 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\text{Carga de Diseño (P)} = 4,800.00 \text{ Kg}$$

Considerando dotar a las losas de elementos de unión (pasadores), en los Ábacos respectivos, tomamos la columna correspondiente a: "Esquina protegida con transferencia de carga", determinamos el espesor en cm. Según: ABACO N° 002 Adoptamos finalmente: Espesor tentativo de la losa de concreto: **18.00cm**.

En la práctica, el pavimento de concreto hidráulico, se puede calcular utilizando las fórmulas de Frank T. Sheets, quién efectuó relaciones empíricas para encontrar la sustentación del terreno, utilizando la fórmula de Clifford Older para la determinación de espesores:

Las fórmulas propuestas por Sheets, son las siguientes.

a.- Para llantas neumáticas sencillas:

- Sin transferencia de carga; se tiene la expresión siguiente:

$$S = 2,4 W C/h^2$$

- Con transferencia de carga; se tiene la expresión siguiente:

$$S = 1,92 W C/h^2$$

b.- Para llantas neumáticas dobles:

- Sin transferencia de carga; se tiene la expresión siguiente:

$$S = 1,85 W C/h^2$$

- Con transferencia de carga; se tiene la expresión siguiente:

$$S = 1,48 W C/h^2$$

Se debe tener presente que, en estas fórmulas, ya se ha considerado el factor de impacto (aprox. 1,20); por lo que la carga W debe ser la carga estática por rueda. El coeficiente "C" utilizado en estas fórmulas, depende del valor relativo de soporte del suelo y se puede obtener de la tabla siguiente:

Tabla 11.

Tabla de relaciones

TABLA DE RELACIONES	
CBR	C
3 a 10	1.000
10 a 20	0.900
20 a 35	0.842
35 a 50	0.800
50 a 80	0.777

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando la fórmula de Sheets para llantas neumáticas dobles, con transferencia de cargas, tenemos lo siguiente:

$$S = 1.48 W C/h^2 \rightarrow h = (1.48W*C/S)^{0.5}$$

$$C = 1.000$$

Reemplazando valores, se tiene

$$h = (1.48*4000*1/21)^{0.5}$$

$$h = 16.79 \text{ cm}$$

Considerando la fórmula de Sheets para llantas neumáticas dobles, sin transferencia de cargas se tiene lo siguiente:

$$S = 1.85 W C/h^2 \rightarrow h = (1.85W*C/S)^{0.5}$$

Reemplazando valores, se tiene

$$h = (1.85*4000*1/21)^{0.5}$$

$$h = 18.77 \text{ cm}$$

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, adoptaremos:

$$h = 20.00 \text{ cm}$$

LUEGO: LOS ESPESORES SERÁN:

- Losa de Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ $e = 0.20 \text{ m}$

- Base Granular $e = 0.20 \text{ m}$

- Mejoramiento de Subrasante $e = 0.45 \text{ m}$

Chequeo de esfuerzos

La verificación de los esfuerzos, se realizará para la carga ubicada en la esquina, en circunstancias en que actúan todos los esfuerzos a la vez (tensión crítica del hormigón a tracción en la cara superior de la losa), los que no deben superar los esfuerzos de trabajo del concreto, cuyo valor es de 21 Kg/cm^2 .

Calculando previamente la rigidez relativa:

$$L = ((E*h^3/(12*(1 - u^2)*K))^{0.5})^{0.5}$$

Reemplazando valores:

$$L = ((217371*18^3/(12*(1 - 0.18^2)*14.1)^{0.5})^{0.5}$$

$$L = 52.75 \text{ cm}$$

Esfuerzos por Carga:

Se tienen las fórmulas siguientes:

Formula del Dr. Gerald Pickett:

$$S = 3.36 * P / h^2 * (1 - ((a/L)^{0.5} / (0.925 + 0.22 * (a/L)))$$

Remplazando valores, se tiene:

$$S = 3.36 * 4800 / (20^2) * (1 - (27/52.75)^{0.5} / (0.925 + 0.22 * (27/52.75)))$$

$$S = 12.52 \text{ Kg/cm}^2 < 21.00 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{O. K}$$

- Formula del Royal de Bradbury:

$$S = 3P / h^2 * (1 - (a/L)^{0.6}$$

Remplazando valores, se tiene:

$$S = 3 * 4800 / 20^2 * (1 - 27/52.75)^{0.6}$$

$$S = 11.91 \text{ Kg/cm}^2 < 21.00 \text{ Kg/cm}^2 \text{ O.K}$$

- Formula de Frank T. Sheets:

$$S = 1.48 W C / h^2$$

Remplazando valores, se tiene:

$$S = 1.48 * 27 * 1 / 20$$

$$S = 14.80 \text{ Kg/cm}^2 < 21.00 \text{ Kg/cm}^2 \text{ O.K}$$

Como se puede apreciar los valores obtenidos anteriormente de los esfuerzos máximos producidos (para carga en esquina), son menores que el esfuerzo de trabajo del concreto =21 Kg/cm²

FINALMENTE, EL DISEÑO DEL PAVIMENTO SERÁ:

- Losa de Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ $e = 0.20 \text{ m}$
- Base Granular $e = 0.20 \text{ m}$
- Mejoramiento de Subrasante $e = 0.45 \text{ m}$
- TOTAL $= 0.85 \text{ m}$

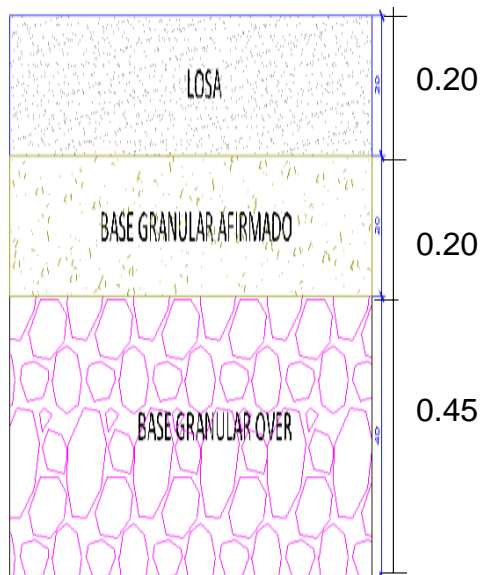


Figura 4: Diseño de pavimento.

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezcla (Pavimento Rígido Tradicional)

El presente diseño de mezcla es para obtener una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se propone un diseño donde la relación agua cemento encuentre un valor óptimo, el objetivo es tener un concreto fresco y endurecido con propiedades que cumplan con lo establecido en su diseño.

Tabla 12.

Proporción de diseño de mezcla en volumen por 1m³

CANTIDAD DE MATERIALES POR M ³	
Material	Unidad
Cemento	0.245
Agua	0.158
Grueso	0.684
Fino	0.423

Fuente: Elaboración propia.

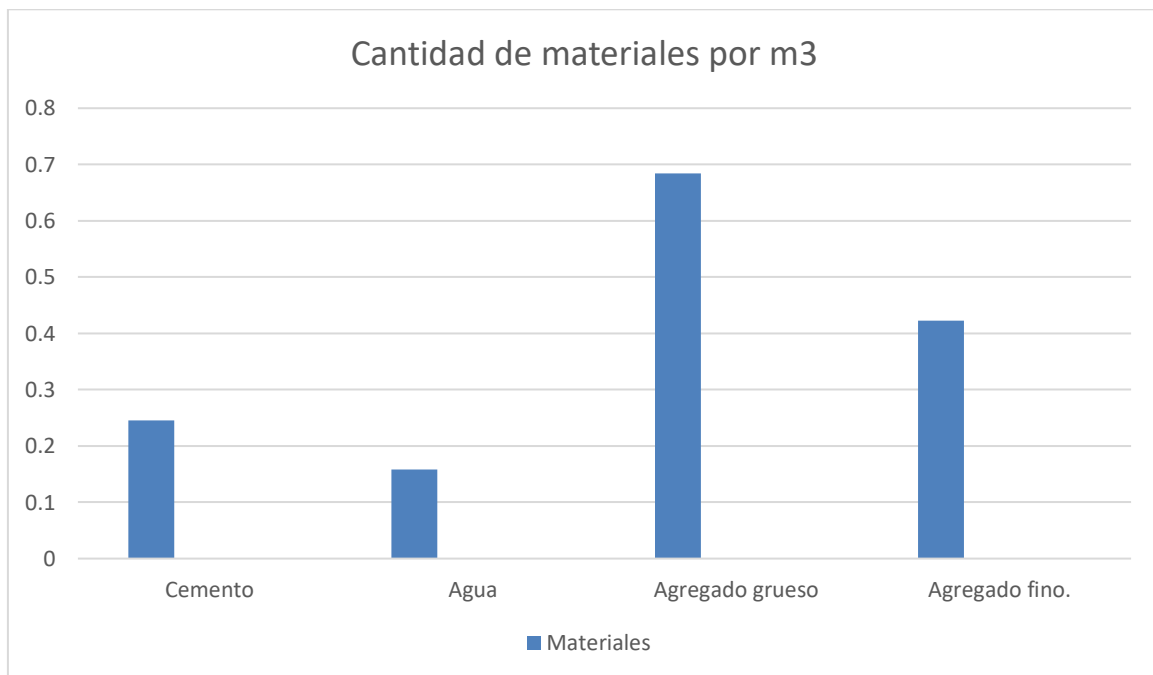


Figura 5: Cantidad de materiales por m³.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la imagen se muestra la cantidad de materiales que requiere el diseño de mezcla para el pavimento rígido. Para un concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 13.

Proporción de diseño de mezcla en balde. (20 litros)

CANTIDAD DE MATERIALES POR BALDE	
Material	Unidad
Cemento	1 bolsa
Agua	15.79 lt/bol.
Grueso	4.59
Fino	2.21

Fuente: Elaboración propia.

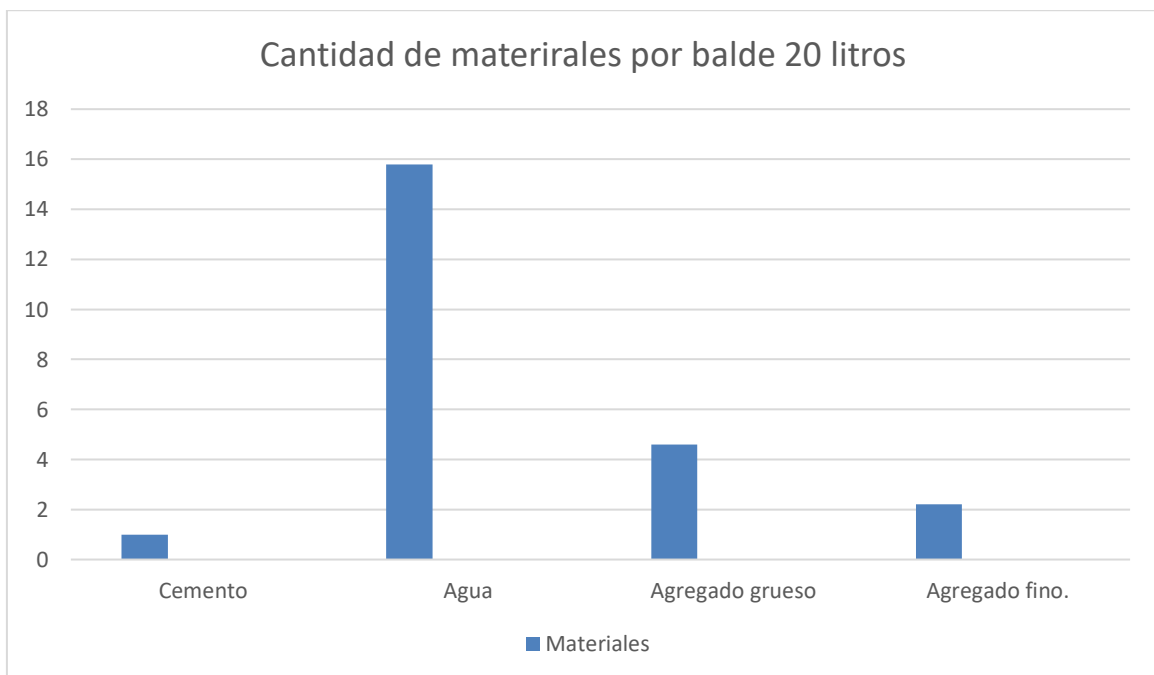


Figura 6: Cantidad de materiales por m³.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la imagen se muestra la cantidad de materiales que requiere el diseño de mezcla para el pavimento rígido. Para un concreto de resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

Diseño de mezcla (Pavimento con adición de ceniza de bagazo 10%)

El presente diseño de mezcla es para obtener una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se propone un diseño donde la relación agua cemento encuentre un valor óptimo, el objetivo es tener un concreto fresco y endurecido con propiedades que cumplan con lo establecido en su diseño.

Tabla 14.

Proporción de diseño de mezcla en volumen por 1m³

CANTIDAD DE MATERIALES POR M ³	
Material	Unidad
Cemento	0.2244
Agua	0.158
Grueso	0.684
Fino	0.423
Ceniza de Bagazo	0.02068

Fuente: Elaboración propia.

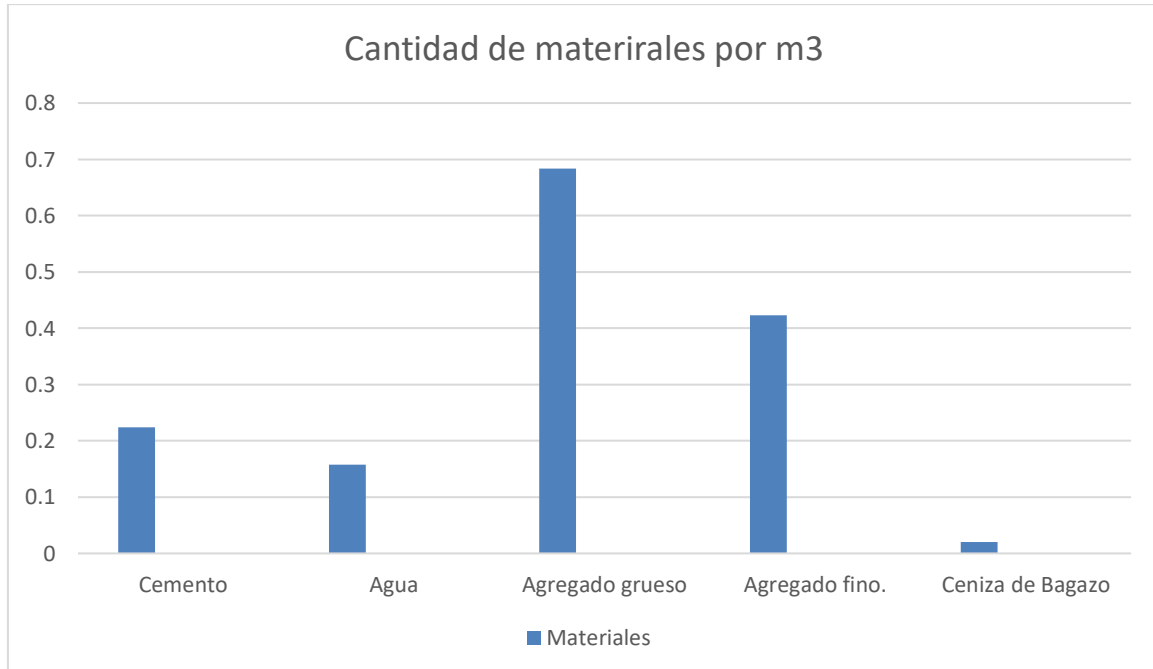


Figura 7: Cantidad de materiales por m³.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la imagen se muestra el diseño de mezcla del concreto para el pavimento rígido obtenidos en el laboratorio. Para un concreto de resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 15.

Proporción de diseño de mezcla en balde. (20 litros)

CANTIDAD DE MATERIALES POR BALDE	
Material	Unidad
Cemento	1 bolsa
Agua	15.79 lt/bol.
Grueso	4.59
Fino	2.21
Ceniza de Bagazo	1.034

Fuente: Elaboración propia.

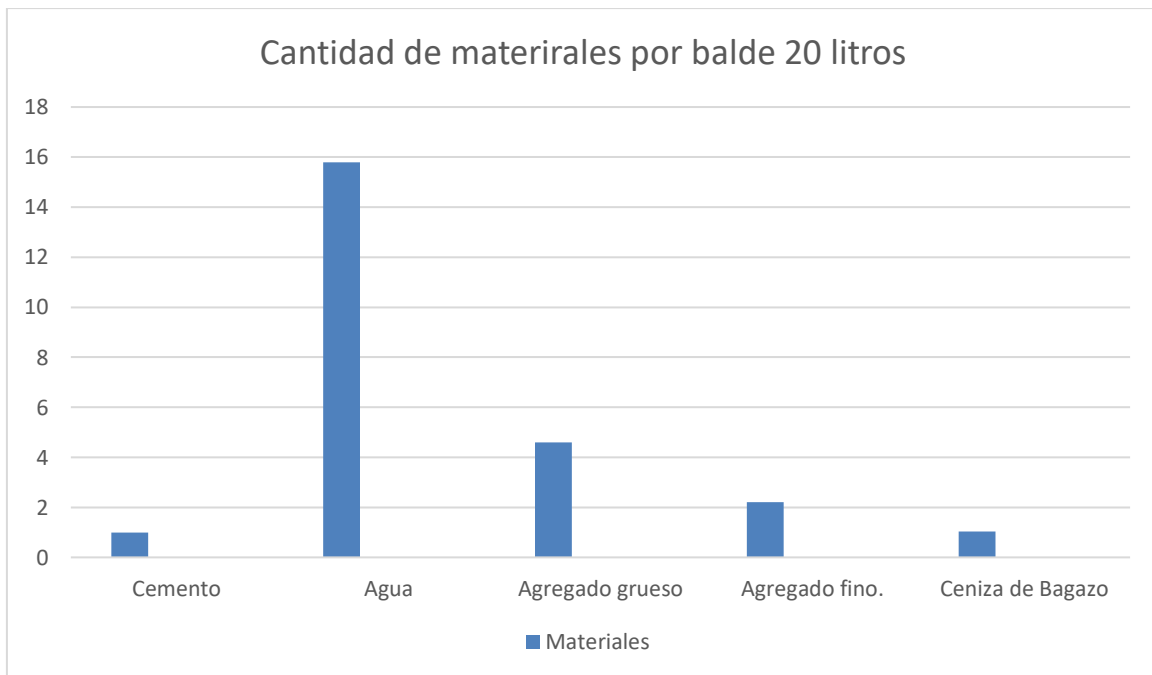


Figura 8: Cantidad de materiales por m³.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la imagen se muestra el diseño de mezcla del concreto para el pavimento rígido obtenidos en el laboratorio. Para un concreto de resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, expresados por balde.

Diseño de mezcla (Pavimento con adición de ceniza de bagazo 20%)

En la imagen se muestra el diseño de mezcla del concreto para el pavimento rígido obtenidos en el laboratorio. Para un concreto de resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 16.

Proporción de diseño de mezcla en volumen por 1m3

CANTIDAD DE MATERIALES POR M3	
Material	Unidad
Cemento	0.2108
Agua	0.158
Grueso	0.684
Fino	0.423
Ceniza de Bagazo	0.03446

Fuente: Elaboración propia.

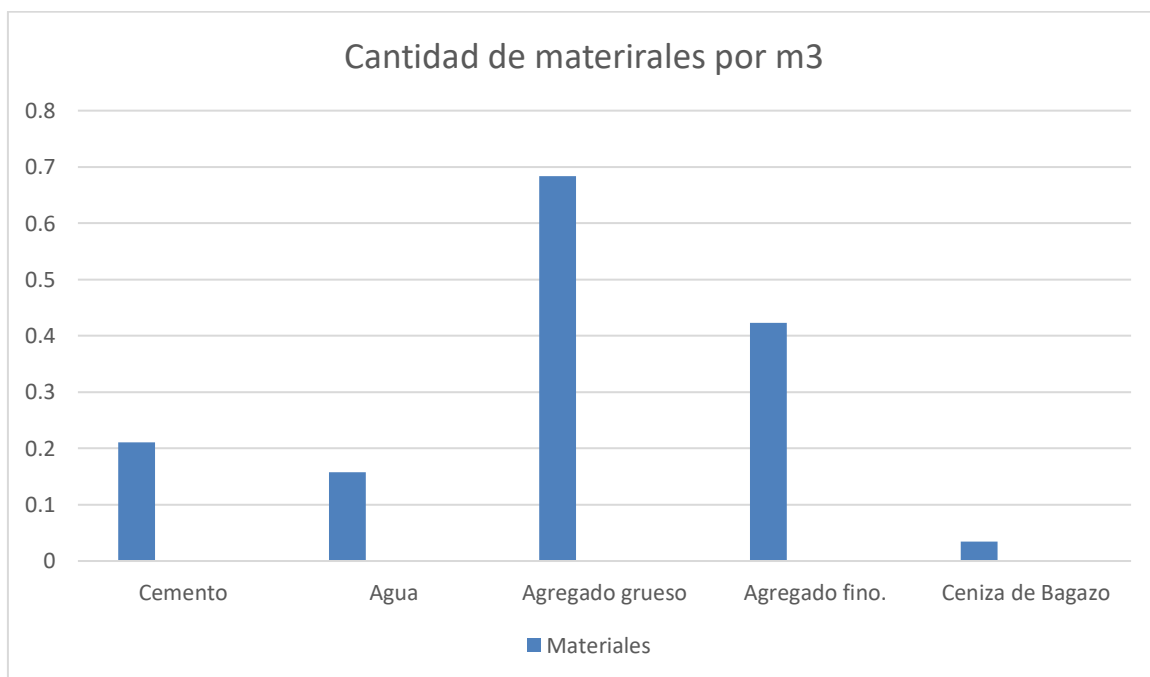


Figura 9: Cantidad de materiales por m3.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la imagen se muestra el diseño de mezcla del concreto para el pavimento rígido obtenidos en el laboratorio. Para un concreto de resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 17.

Proporción de diseño de mezcla en balde. (20 litros)

CANTIDAD DE MATERIALES POR BALDE	
Material	Unidad
Cemento	1 bolsa
Agua	15.79 lt/bol.
Grueso	4.59
Fino	2.21
Ceniza de Bagazo	1.723

Fuente: Elaboración propia.

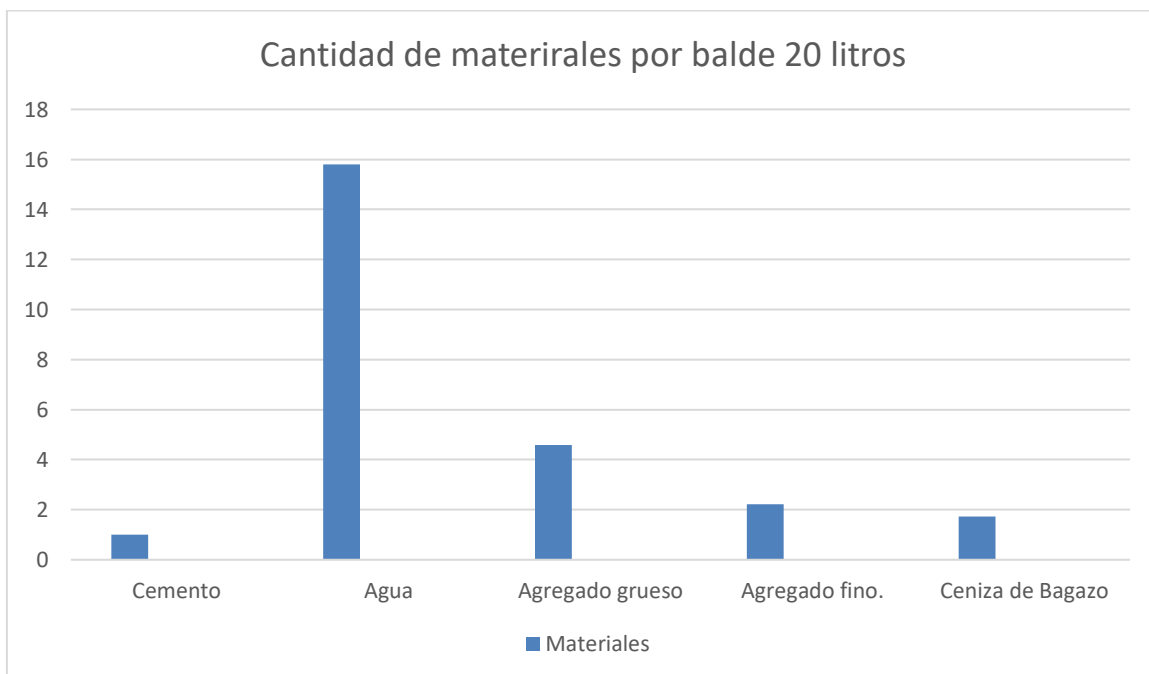


Figura 10: Cantidad de materiales por m³.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la imagen se muestra el diseño de mezcla del concreto para el pavimento rígido obtenidos en el laboratorio. Para un concreto de resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, expresados por balde.

Resistencia a la Compresión

Resistencia a la Compresión Se elaboraron 27 probetas establecidas en la NTP 339.183, nos dice que se debe hacer como mínimo 3 probetas por cada edad 7, 14 y 28 días de fraguado.

Resistencia a la compresión concreto patrón.

Tabla 18.

Rotura de Probetas de concreto patrón de los 07 días.

Resistencia a la compresión (210 kg/cm ²) - 07 días		
Muestras	Resistencia (kg/cm ²)	
Resistencia (kg/cm ²)	Fraguado	Concreto patrón.
Probeta 1	7 días	151.70
Probeta 2	7 días	146.12
Probeta 3	7 días	151.47
Promedio Obtenido		149.76
%		71.32

Fuente: Elaboración propia.

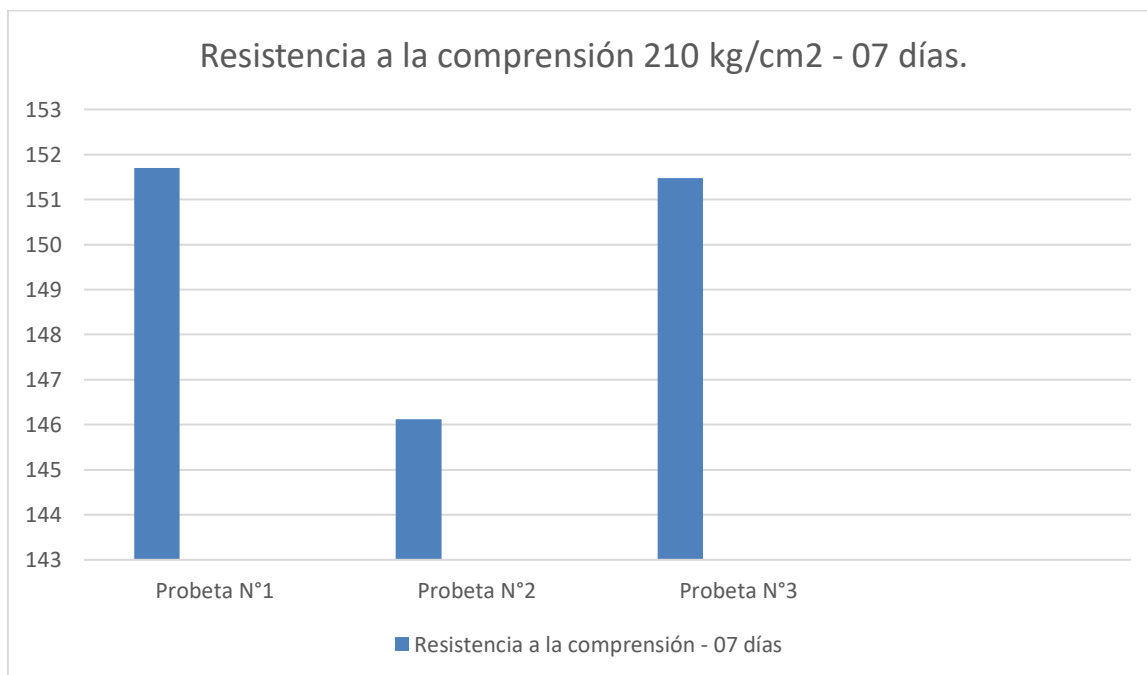


Figura 11: Rotura de probetas de concreto patrón fraguado de 07 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se observa los resultados de las resistencias alcanzadas a los 07 días de fraguado. Fueron elaborados con los materiales de las canteras seleccionadas para este proyecto. La resistencia promedio es de 149.76 Kg/cm², representando el 71.32 %.

Tabla 19.

Rotura de Probetas de concreto patrón de los 14 días.

Resistencia a la compresión (210 kg/cm ²) - 14 días		
Muestras	Fraguado	Resistencia (kg/cm ²)
Resistencia (kg/cm ²)		Concreto patrón.
Probeta 1	14 días	176.01
Probeta 2	14 días	178.34
Probeta 3	14 días	176.85
	Promedio Obtenido	177.07
	%	84.32

Fuente: Elaboración propia.

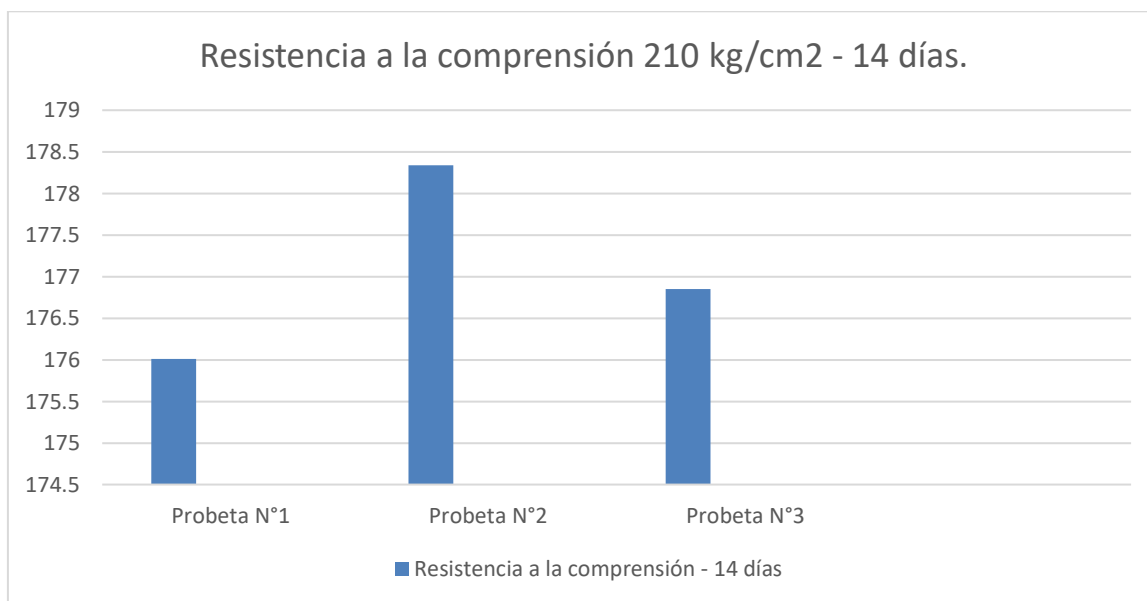


Figura 12: Rotura de probetas de concreto patrón a 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se observa los resultados de las resistencias alcanzadas a los 14 días de fraguado. Fueron elaborados con los materiales de las canteras seleccionadas para este proyecto. La resistencia promedio es de 177.07 Kg/cm², representando el 84.32 %.

Tabla 20.

Rotura de Probetas de concreto patrón de los 28 días.

Resistencia a la compresión (210 kg/cm²) – 28 días		
Muestras		Resistencia (kg/cm²)
Resistencia (kg/cm ²)	Fraguado	Concreto patrón.
Probeta 1	28 días	235.24
Probeta 2	28 días	232.78
Probeta 3	28 días	233.17
Promedio Obtenido		233.73
%		111.30

Fuente: Elaboración propia.

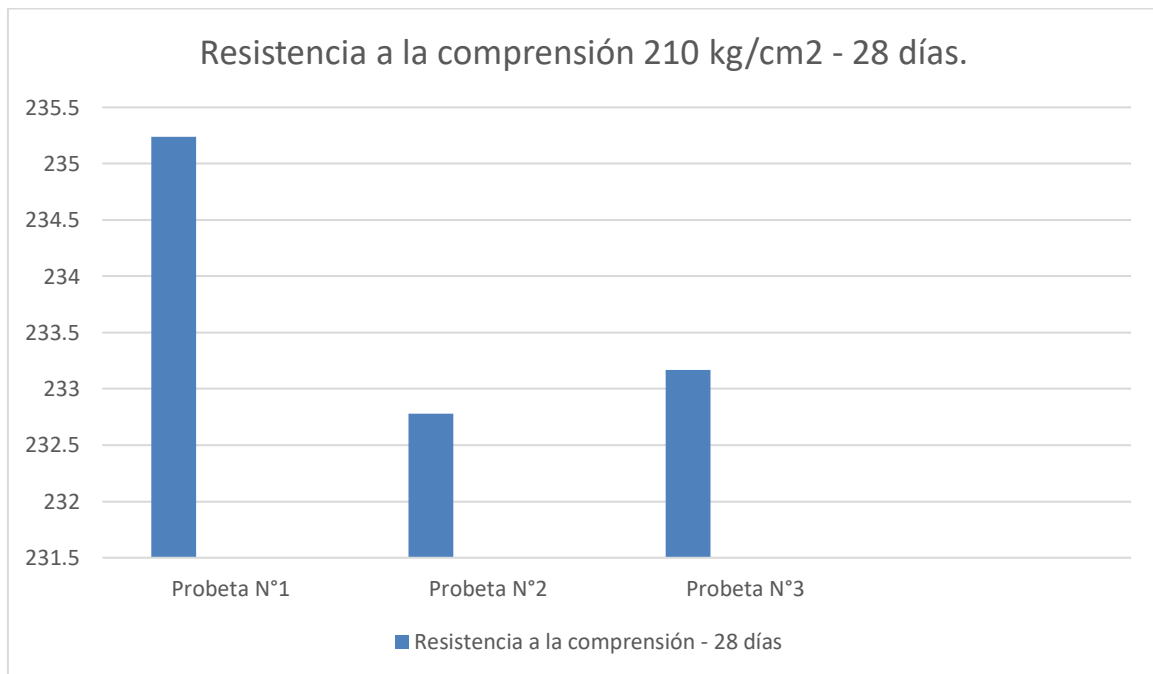


Figura 13: Rotura de probetas de concreto patrón a 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se observa los resultados de las resistencias alcanzadas a los 28 días de fraguado. Fueron elaborados con los materiales de las canteras seleccionadas para este proyecto. La resistencia promedio es de 233.73 Kg/cm², representando el 111.30%.

Resistencia a la compresión con ceniza de bagazo al 10%.

Tabla 21.

Rotura de Probetas de concreto con fibra de acero al 10% de los 07 días.

Resistencia a la compresión (210 kg/cm ²) - 07 días		
Muestras	Resistencia (kg/cm ²)	
Resistencia (kg/cm ²)	Fraguado	Concreto con 10% de ceniza de bagazo.
Probeta 1	7 días	161.79
Probeta 2	7 días	158.25
Probeta 3	7 días	163.01
Promedio Obtenido		161.02
	%	76.68

Fuente: Elaboración propia.

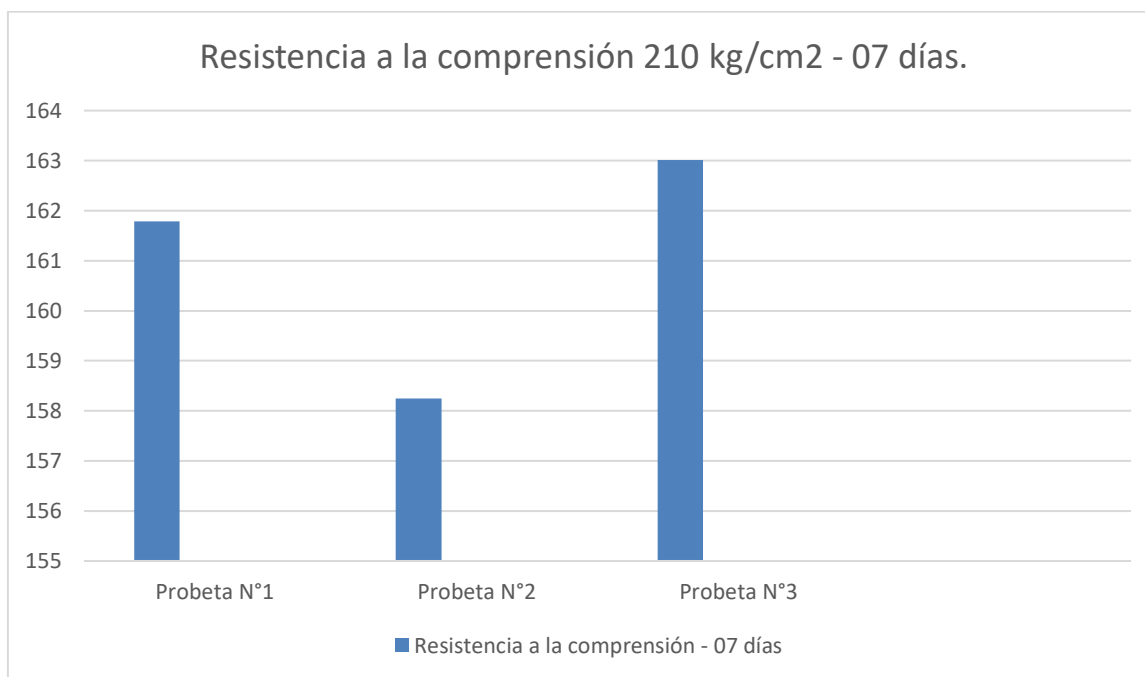


Figura 14: Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% fraguado de 07 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se observa los resultados de las resistencias alcanzadas a los 07 días de fraguado. Fueron elaborados con los materiales de las canteras seleccionadas para este proyecto. La resistencia promedio es de 161.01 Kg/cm², representando el 76.68 %.

Tabla 22.

Rotura de Probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% de los 14 días.

Resistencia a la compresión (210 kg/cm²) - 14 días		
Muestras		Resistencia (kg/cm²)
Resistencia (kg/cm ²)	Fraguado	Concreto con ceniza de bagazo.
Probeta 1	14 días	191.13
Probeta 2	14 días	191.32
Probeta 3	14 días	190.48
Promedio Obtenido		190.97
%		90.94

Fuente: Elaboración propia.

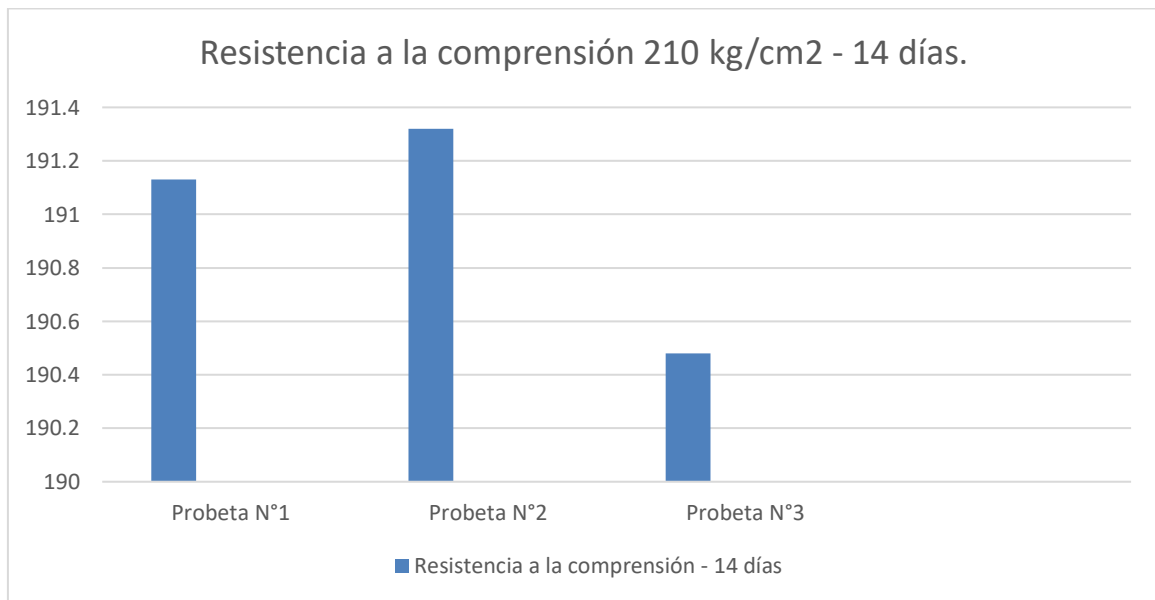


Figura 15: Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% a 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se observa los resultados de las resistencias alcanzadas a los 14 días de fraguado. Fueron elaborados con los materiales de las canteras seleccionadas para este proyecto. La resistencia promedio es de 190.97 Kg/cm², representando el 90.94 %.

Tabla 23.

Rotura de Probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% de los 28 días.

Resistencia a la compresión (210 kg/cm²) – 28 días		
Muestras	Fraguado	Resistencia (kg/cm²)
Resistencia (kg/cm ²)	Fraguado	Concreto con ceniza de bagazo.
Probeta 1	28 días	260.71
Probeta 2	28 días	261.82
Probeta 3	28 días	265.56
Promedio Obtenido		262.70
%		125.09

Fuente: Elaboración propia.

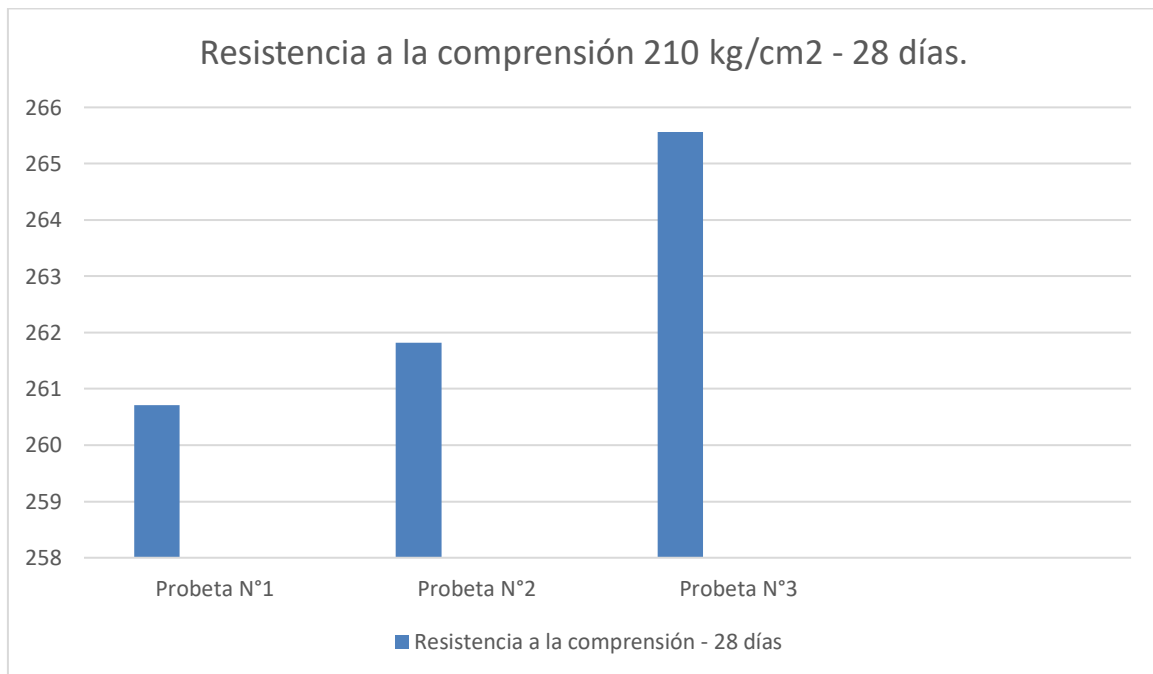


Figura 16: Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 10% a 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se observa los resultados de las resistencias alcanzadas a los 28 días de fraguado. Fueron elaborados con los materiales de las canteras seleccionadas para este proyecto. La resistencia promedio es de 262.70 Kg/cm², representando el 125.09%.

Resistencia a la compresión con ceniza de bagazo al 20%.

Tabla 24.

Rotura de Probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% de los 07 días.

Resistencia a la compresión (210 kg/cm ²) - 07 días		
Muestras	Resistencia (kg/cm ²)	
Resistencia (kg/cm ²)	Fraguado	Concreto con 20% de ceniza de bagazo.
Probeta 1	7 días	159.51
Probeta 2	7 días	160.78
Probeta 3	7 días	160.66
Promedio Obtenido		160.32
	%	76.34

Fuente: Elaboración propia.

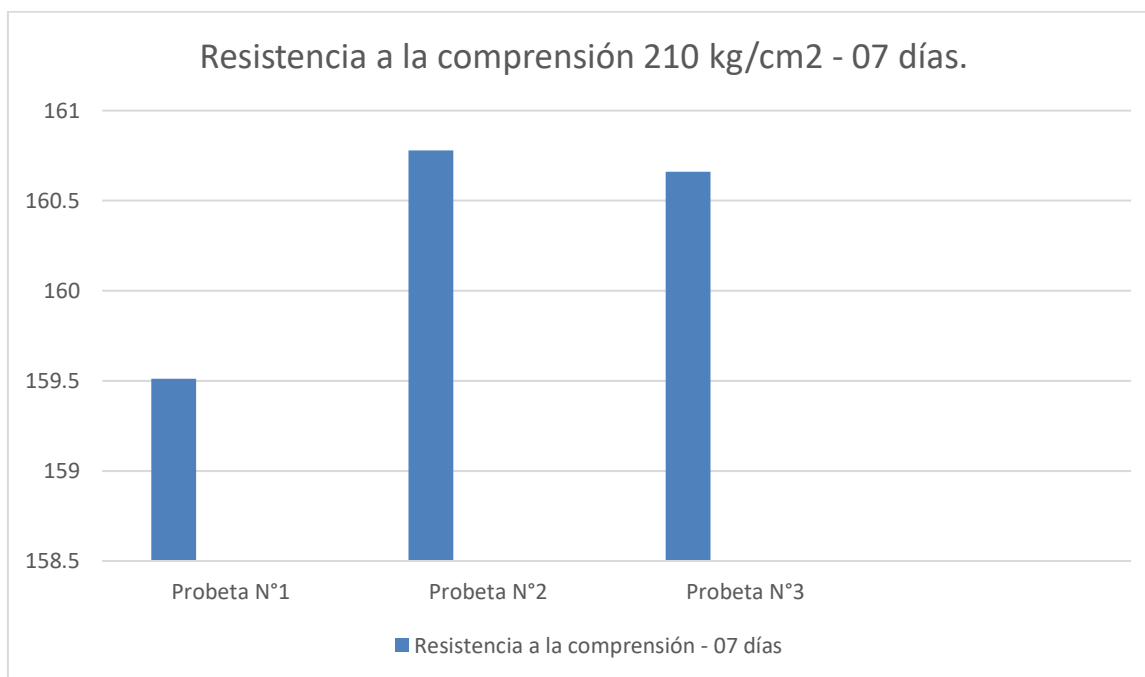


Figura 17: Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% a 07 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se observa los resultados de las resistencias alcanzadas a los 07 días de fraguado. Fueron elaborados con los materiales de las canteras seleccionadas para este proyecto. La resistencia promedio es de 160.32 Kg/cm², representando el 76.34%.

Tabla 25.

Rotura de Probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% de los 14 días.

Resistencia a la compresión (210 kg/cm²) - 14 días		
Muestras	Resistencia (kg/cm²)	
Resistencia (kg/cm ²)	Fraguado	Concreto con ceniza de bagazo.
Probeta 1	14 días	189.42
Probeta 2	14 días	206.36
Probeta 3	14 días	175.10
Promedio Obtenido		190.29
%		90.61

Fuente: Elaboración propia.

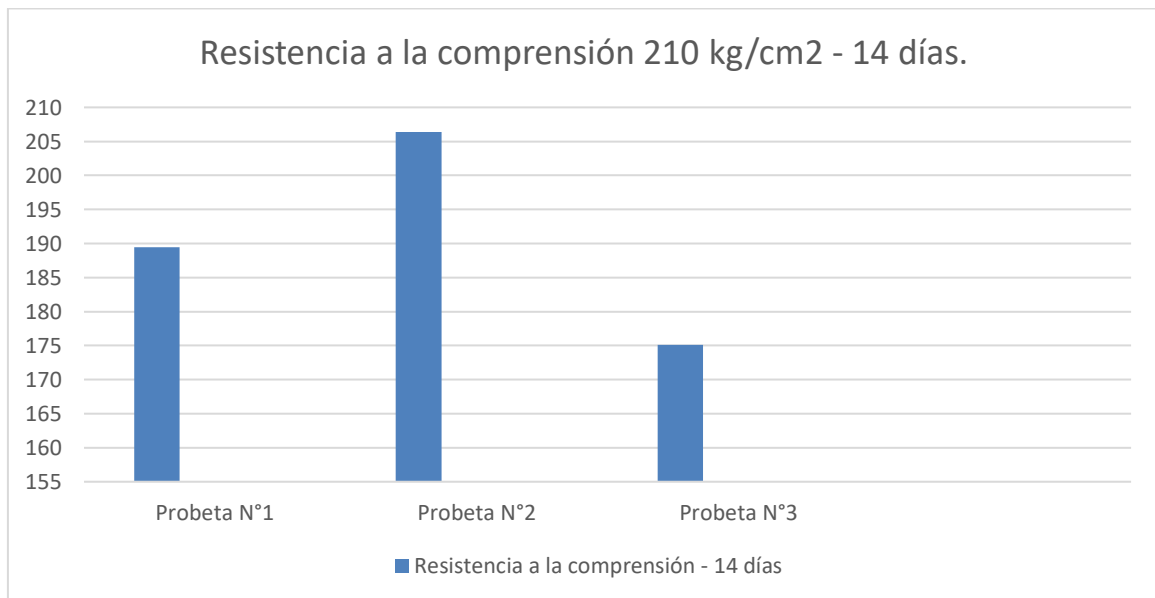


Figura 18: Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% a 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se observa los resultados de las resistencias alcanzadas a los 14 días de fraguado. Fueron elaborados con los materiales de las canteras seleccionadas para este proyecto. La resistencia promedio es de 190.29 Kg/cm², representando el 90.61 %.

Tabla 26.

Rotura de Probetas de concreto con fibra de acero al 20% de los 28 días.

Resistencia a la compresión (210 kg/cm²) – 28 días		
Muestras		Resistencia (kg/cm²)
Resistencia (kg/cm ²)	Fraguado	Concreto con ceniza de bagazo.
Probeta 1	28 días	264.25
Probeta 2	28 días	258.15
Probeta 3	28 días	260.87
Promedio Obtenido		261.09
%		124.33

Fuente: Elaboración propia.

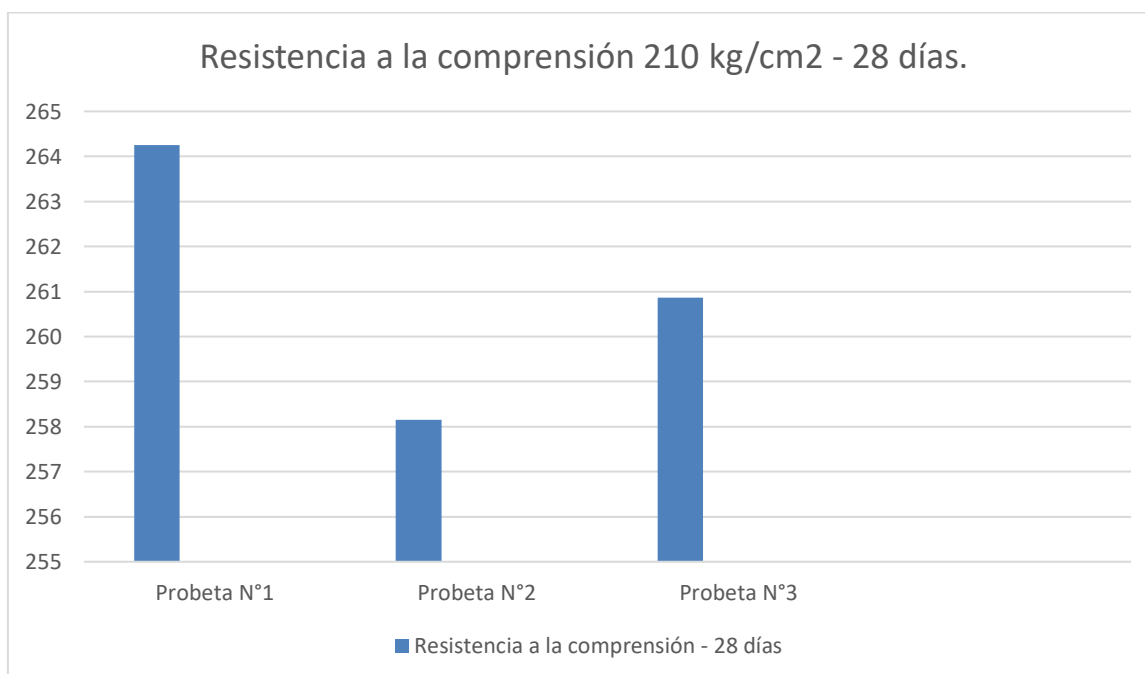


Figura 19: Rotura de probetas de concreto con ceniza de bagazo al 20% a 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se observa los resultados de las resistencias alcanzadas a los 28 días de fraguado. Fueron elaborados con los materiales de las canteras seleccionadas para este proyecto. La resistencia promedio es de 261.09 Kg/cm², representando el 124.33%.

Tabla 27.*Resumen de datos – Resistencia a la comprensión.*

Días de curado.	Sustituciones porcentuales	Ceniza de Bagazo de caña de azúcar.		
		Muestras 1	2	3
7	0%	151.70	146.12	151.47
	10%	161.79	158.25	163.01
	20%	159.71	160.78	160.66
14	0%	176.01	178.34	176.85
	10%	191.13	191.32	190.48
	20%	189.42	206.36	175.10
28	0%	235.24	232.78	233.17
	10%	260.71	261.82	265.56
	20%	264.25	258.15	260.87

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 27 se tiene los valores de rotura de probetas de muestras patrón y muestras con las aplicaciones porcentuales de 10 y 20%, para un diseño de mezcla de $f'c=210$ kg/cm² , a las edades de 7, 14 y 28 días, para ello se elaboraron 9 probetas patrón y un total de 18 probetas en los distintos porcentajes antes mencionados.

Análisis de Costos Unitarios

El costo unitario se ha calculado basándose en los precios unitarios de cada especificación del presupuesto, los cuales han sido obtenidos de acuerdo a los insumos que la componen: mano de obra, materiales, equipo, herramientas, maquinaria y subcontratos, así como los rendimientos promedios de obras.

Tabla 28.

Análisis de precios unitarios – pavimento rígido tradicional

Partida	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA PAVIMENTO RIGIDO (e=0.20m)				
Rendimiento	10		m3/día		
Costo unitario directo	335.357		soles		
por: m3					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	11.79	18.864
OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	9.99	15.984
PEON	hh	10.0000	8.0000	9.39	75.120
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 1/2"-3/4"	m3		0.684	75.00	23.94
ARENA GRUESA	m3		0.423	45.00	19.035
AGUA	m3		0.158	3.00	0.4740
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		5.77	25.60	147.72
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	124.16	3.720
VIBRADOR DE ¾" – 2" CONCRETO	hm	0.7500	0.4000	20.00	8.000
MEZCLADORA CONCRETO – 9-11 P3	DE hm	1.0000	0.5000	50.00	22.50

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la tabla se puede apreciar el análisis de precios unitarios de cada recurso del pavimento rígido patrón, asimismo el costo total de producción por m3 de pavimento rígido es de s/. 335.357.

Tabla 29.

Análisis de precios unitarios pavimento rígido con adición de 10% ceniza de bagazo

CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA PAVIMENTO RIGIDO (e=0.20m)					
Rendimiento	10		m3/día		
Costo unitario directo	333.145		soles		
por: m3					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	11.79	18.864
OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	9.99	15.984
PEON	hh	10.0000	8.0000	9.39	75.120
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 1/2"-3/4"	m3		0.684	75.00	23.94
ARENA GRUESA	m3		0.423	45.00	19.035
AGUA	m3		0.158	3.00	0.4740
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		5.28	25.60	135.168
BAGAZO	Kg		20.68	0.50	10.34
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	124.16	3.720
VIBRADOR DE ¾" – 2"	hm	0.7500	0.4000	20.00	8.000
CONCRETO MEZCLADORA DE CONCRETO – 9-11 P3	hm	1.0000	0.5000	50.00	22.50

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la tabla se puede apreciar el análisis de precios unitarios de cada recurso del pavimento rígido patrón, asimismo el costo total de producción por m3 de pavimento rígido es de s/. 333.145

Tabla 30.

Análisis de precios unitarios pavimento rígido con adición de 20% ceniza de bagazo

CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA PAVIMENTO RIGIDO (e=0.20m)					
Rendimiento	10	m3/día			
Costo unitario directo	331.843	soles			
por: m3					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	11.79	18.864
OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	9.99	15.984
PEON	hh	10.0000	8.0000	9.39	75.120
Materiales					
PIEDRA CHANCADA 1/2"-3/4"	m3		0.684	75.00	23.94
ARENA GRUESA	m3		0.423	45.00	19.035
AGUA	m3		0.158	3.00	0.4740
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		4.96	25.60	126.976
BAGAZO	Kg		34.46	0.50	17.23
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	124.16	3.720
VIBRADOR DE ¾" – 2"	hm	0.7500	0.4000	20.00	8.000
CONCRETO MEZCLADORA DE CONCRETO – 9-11 P3	hm	1.0000	0.5000	50.00	22.50

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la tabla se puede apreciar el análisis de precios unitarios de cada recurso del pavimento rígido patrón, asimismo el costo total de producción por m3 de pavimento rígido es de s/. 331.843

V. DISCUSIÓN

Los resultados de la resistencia a la compresión promedio se pueden observar en la tabla 27, en la cual las sustituciones de ceniza de bagazo de caña de azúcar 10 y 20% a los 7 días alcanzan una resistencia relativamente igual, evidenciando que en este periodo no se perciben variaciones notorias, mientras que en las edades finales de evaluación de 14 y 28 días, se obtuvo valores de resistencia mayor para las aplicaciones de 10% y 20% en comparación con los resultados obtenidos de la evaluación de probetas de las muestras patrón, evidenciando las mejoras en la resistencia a la compresión con cantidades menores de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

En la investigación de grado, “EMPLEO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO SUSTITUTO PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO” (Chávez, 2017), menciona que el porcentaje óptimo de ceniza de bagazo que genera mayor incremento de la resistencia del concreto es del 3.24% del volumen de agregado fino, aumentado la resistencia a la compresión en un 21.88, en cambio, en los resultados obtenidos en la presente investigación con la sustitución de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar, se obtienen mayores valores porcentuales de aumento de resistencia a la compresión en el 10% de sustitución, a los 28 días con un valor de 16.61% de incremento, representando esto mejores resultados en relación al incremento de resistencia con cantidades de “sustitución” de material en comparación con los valores obtenidos de una “incorporación” de materia prima transformada en cenizas.

En la Tesis “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DEL CONCRETO MODIFICADO CON LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA” (Huertas 2019) refiere que teniendo en cuenta la resistencia a la compresión a lo largo de las tres edades estudiadas (7, 14 y 28 días) la muestra de concreto con 0,8% de adición de fibra de bagazo de caña presento valores de resistencia a la compresión inferiores con respecto a las demás muestras, además dichos valores no cumplieron con los parámetros mínimos establecidos por la NSR-10, por lo tanto, se llegó a la conclusión de que este porcentaje es desfavorable en la implementación de la mezcla de concreto de 3000 psi. Sin embargo, en los resultados obtenidos en la presente investigación se puede determinar que la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el diseño de mezcla fue favorable, ya que, la resistencia a la compresión aumento.

En la Tesis “Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020” (Balladares 2020), se determinó que el costo de la fabricación de concreto $f'c=210$ Kg/cm² con aplicación de cbca para un metro cubico de concreto es de S/289.21. En cambio, en la presente tesis se determino que el costo total de fabricación de concreto $f'c=210$ Kg/cm² con la incorporación de 10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar por m³ es S/ 333.145 y con la incorporación de 20% es de S/331.843 Por lo que se concluye que la fabricación de concreto con adición de ceniza de bagazo es más económica en la región San Martin.

En la tesis ““Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA) con cemento portland, ante agentes agresivos” (Apaza 2018), Se pudo obtener resultados positivos, al determinar que la ceniza de bagazo no influencio en la alterabilidad por durabilidad del concreto, sino que apporto mejora en su resistencia haciendo que esta se incremente, por ello este subproducto de la agroindustria pasaría a formar parte de un agregado para el concreto y se podría determinar como material de construcción, del mismo modo, con la presente investigación se reafirma que el uso de CBCA es necesario en la elaboración del concreto debido a que mejora la resistencia a la compresión y no altera negativamente el concreto.

En la tesis de grado “Evaluación de las propiedades del concreto con puzolana obtenido del bagazo de caña de azúcar, Cayalti, (Vásquez 2018). Se determinó que, adicionando ceniza de bagazo en proporción al cemento el costo en materiales como la del cemento bajaría ya que el bagazo de caña de azúcar son desechos de fábricas azucareras, por lo que no tiene un valor monetario, con la elaboración de esta tesis se puede corroborar que el costo de la elaboración del concreto con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar es menor que el costo de elaboración del concreto patrón. Estos presentan una disminución de costos de producción lo cual permitirá mayores beneficios en la elaboración de grandes volúmenes de concreto.

VI. CONCLUSIONES

El estudio y cálculo del tráfico vehicular realizado en la Av. Hermanos Vargas es de $IMDa = 45$ veh/día. Este dato es de gran importancia para elaborar el diseño geométrico de una carretera. En el estudio de mecánica de suelos se determinó que el Suelo del proyecto presenta una capacidad de soporte $CBR = 5.10\%$.

Se determinó que, adicionando la ceniza de bagazo en proporción al cemento el costo en materiales como la del cemento bajaría ya que el bagazo de caña de azúcar son desechos de los trapiches en el Departamento de Amazonas Provincia de Rodríguez de Mendoza, por lo que su valor monetario es simbólico menor que S/ 0.50 céntimos. El diseño de concreto patrón para el presente proyecto tiene un costo de S/ 335.357 soles mientras que el concreto con adición de ceniza de bagazo tiene un costo menor S/ 333.145.

Por medio del presente trabajo de investigación se concluye que es de gran importancia el desarrollo de nuevos materiales que contribuyan al mejoramiento de los materiales convencionales implementados en la construcción de modo que minimicen el impacto ambiental sin que se pierdan las propiedades fundamentales de las materias primas, como lo es el concreto. Es por esto que esta tesis se sustituyó un porcentaje del peso de cemento por ceniza de bagazo de caña, evaluando como afecta a la resistencia a la compresión con diferentes porcentajes de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Obteniendo como resultado que, con la sustitución de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar, se obtienen mayores valores porcentuales de aumento de resistencia a la compresión en el 10% de sustitución, a los 28 días con un valor de 16.61% de incremento. Representando esto mejores resultados en relación al incremento de resistencia a la compresión.

VII. RECOMENDACIONES

Según los resultados de los ensayos de mecánica de suelos se recomienda hacer el mejoramiento del terreno de fundación, dado que el terreno de fundación es muy susceptible a saturación ante las precipitaciones pluviales. Este mejoramiento se hará con material grueso en bruto de cantera sin zarandear de río o de cerro en capas debidamente compactadas y controladas hasta el nivel de la cota de subrasante, un espesor de 45 cm, en capas previo perfilado y compactado, ya que en el movimiento de tierras a desarrollarse y ante el intemperismo de las precipitaciones pluviales la misma presentara acolchonamientos y saturación del suelo muy pronunciados.

Se recomienda la utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para la elaboración del concreto, dado que permite el aumento de la resistencia a la compresión.

Se recomienda realizar una investigación sobre hasta que porcentaje se puede hacer el reemplazo del cemento portland tipo I por ceniza de bagazo de caña de azúcar, ya que en esta investigación se determinó que adicionando la ceniza de bagazo de caña de azúcar se puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto, esto tiene una contribución estructural, económica y ambiental en la ejecución de proyectos de pavimentación.

En base a los resultados se recomienda a la Universidad Cesar Vallejo enfocar la investigación en la implementación del concreto con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar en elementos prefabricados livianos tales como ladrillos, laminas, etc.

REFERENCIAS

- 1) Huertas (2019) “Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la fibra de bagazo de caña”. (en línea) (fecha de consulta: 12 de setiembre de 2021). Disponible en:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23469/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20ESTRUCTURALES%20DEL%20CONCRETO%20MODIFICADO%20CON%20LA%20FIBRA%20DE%20BAGAZO%20DE%20CA%C3%91A.pdf>

- 2) Chávez (2017) “Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico. (en línea) (fecha de consulta: 13 de setiembre de 2021). Disponible en:
https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1048/T016_44477012_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- 3) Balladares (2020) “Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020. (en línea) (fecha de consulta: 14 de setiembre de 2021). Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47626/Balladares_UJL-Ram%C3%ADrez_VYK-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- 4) Silva, Daza y López (2017) “Gestión de pavimentos basado en sistemas de información geográfica.” (en línea) (fecha de consulta: 14 de setiembre de 2021). Disponible en:
https://revistas.ucc.edu.co/html_revistas/IngSol/14%2826%29/14%2826%296/14%2826%296.html

- 5) Apaza (2018) “Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA) con cemento portland, ante agentes agresivos” (en línea) (fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021). Disponible en:
<http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2157/APAZA%20HITO%20DANNY%20SAMIR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 6) Vásquez (2018) “Evaluación de las propiedades del concreto puzolana obtenido del bagazo de caña de azúcar, Cayalti, Lambayeque. (fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021). Disponible en:
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5594/V%c3%a1squez%20Vidaurre%20Luis%20Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 7) Santos Montero (2017) “Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla de concreto hidráulico para pavimento rígido con la inclusión de hormigón asfáltico recuperado” (fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021). Disponible en
<http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/2615>

- 8) Contreras, Juan (2015). “Diseño de pavimento utilizando el correcto manejo del manual AAHSTO 93” (fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021). Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12088/VEGA_PERRIGO_DISE%20PAVIMENTOS_CARRETERA_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- 9) Pérez, Marfil. (2019) “Pavimentos de hormigón de la ciudad de bahía blanca relación del grado de deterioro con el comportamiento hidrodinámico de la zona no saturada”. (fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021). Disponible en <https://www.editoriasaagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/view/161>

- 10) Simón, (2020), "Determinar el estado del pavimento de un aeropuerto de una ciudad de Manabí del país de Ecuador utilizando el índice de condición del pavimento (PCI)" (fecha de consulta: 18 setiembre de 2021). Disponible en <file:///C:/Users/51922/Downloads/Dialnet-EvaluacionDelEstadoDelPavimentoFlexibleMedianteEIM-7398457.pdf>
- 11) Ccasani, Ferry (2017) "Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay" (fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021). Disponible en: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/107>
- 12) Pallares, Juan. (2017) "Aplicabilidad del método de los elementos finitos en el análisis y dimensionamiento de los JCPC para carreteras de dos carriles (en línea). (fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021) Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v14n2/1692-1798-itec-14-02-00148.pdf>
- 13) Rodríguez, Torres. (2016). "EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CURADO INTERNO EN EL CONCRETO". (fecha de consulta: 6 de setiembre de 2021). Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingeciv/article/view/76505/72355>
- 14) ACI 308. (2015). Curado del hormigón, (fecha de consulta: 6 de setiembre de 2021). Disponible en: <https://fdocumentos.tips/document/aci-308-curado-del-hormigon.html>
- 15) CONTRERAS, Usedo (2018) "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE CURADO EN ESPECÍMENES DE LOSAS DE CONCRETO SIMPLE, SIMULANDO CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DE OBRA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA" (fecha de consulta: 6 de setiembre de 2021). Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5522/ICcoussr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 16)MORALES, Macea. (2015) “Un sistema de gestión de pavimento basado en nuevas tecnologías para países en vías de desarrollo” (en línea). (fecha de consulta: 7 de setiembre de 2021). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774316300075>
- 17)PEREZ, León (2018). “EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV. LOS TRÉBOLES – DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE.” (fecha de consulta: 7 de setiembre del 2021). Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5534>
- 18)LAGUNA, Piedrahita. (2017) “ESTUDIO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO POROSO” (en línea). (fecha de consulta 9 de setiembre del 2021).Disponible en: http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o_aplicacion_concreto.pdf?sequence=1
- 19)PÉREZ, Marfil. (2019) “PAVIMENTOS DE HORMIGÓN DE LA CIUDAD DE BAHÍA BLANCA. RELACIÓN DEL GRADO DE DETERIORO CON EL COMPORTAMIENTO HIDRODINÁMICO DE LA ZONA NO SATURADA” (fecha de consulta: 10 de setiembre de 2021).Disponible en <https://www.editoresasagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/view/161>
- 20)Vega, Daniel (2018). “DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA CARRETERA DE ACCESO AL NUEVO PUERTO DE YURIMAGUAS” (fecha de consulta: 7 de setiembre de 2021). Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12088/VEGA_PERRIGO_DISE%C3%91O_PAVIMENTOS_CARRETERA_TES

[IS.pdf?sequence=1&isAllowed=](#)

- 21) CAMARGO, Nelson (2016) "Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla de arroz" (fecha de consulta: 7 de setiembre de 2021). Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1907>.
- 22) JIMENEZ, (2016) Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210$ kg/cm² con la adición de diferentes Porcentajes de ceniza de bagazo de caña de Azúcar, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú. (fecha de consulta: 7 de setiembre de 2021).
- 23) ALVARADO, (2016). Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezclas de concreto. (fecha de consulta: 7 de setiembre de 2021).
- 24) ASSUREIRA, (2016). Portal de Soluciones Tecnológicas Integradas. (fecha de consulta: 7 de setiembre de 2021). Disponible en: <http://www.pucp.edu.pe/soluciones-tecnologicas/proyectos/produccion-de-energia-y-de-material-puzolanico-en-un-proceso-integrado-a-partir-de-las-hojas-de-cana-de-azucar-hca-densificadas/>
- 25) BALLENA, (2016). Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en río. Pimentel, Perú: Universidad Señor de Sipán. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/2256/1/TESIS%20-%20DISE%C3%91O%20DE%20UNA%20MEZCLA%20ASF%C3%81LTICA%20EN%20FRIO%20CON%20POLIETILENO.pdf>

ANEXOS

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas e Instrumentos
							Instrumentos
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera se hará el diseño de pavimento rígido incorporando ceniza de bagazo en la Avenida Hermanos Vargas, Longar 2021?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>PE.1</p> <p>¿De qué manera el índice medio diario afecta al diseño de pavimento rígido en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021?</p> <p>PE.2</p> <p>¿La incorporación de la ceniza del bagazo disminuye el costo en la elaboración del pavimento rígido en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021?</p> <p>PE.3</p> <p>¿La incorporación de la ceniza de bagazo mejora la resistencia a la comprensión del pavimento en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar el diseño de pavimento rígido incorporando ceniza de bagazo en la Avenida Hermanos Vargas, Longar 2021.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>OE.1</p> <p>Determinar el índice medio diario para el diseño de pavimento rígido en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021.</p> <p>OE.2</p> <p>Hacer el análisis comparativo económico entre el concreto patrón y el concreto con incorporación de la ceniza de bagazo en el pavimento rígido en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021.</p> <p>OE.3</p> <p>Determinar si la incorporación de la ceniza de bagazo mejora la resistencia a la comprensión del pavimento en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El pavimento rígido tendrá mayor resistencia incorporando la ceniza de bagazo, en la avenida hermanos Vargas, Longar 2021.</p>	<p>Variable Independiente: Diseño de Pavimento Rígido</p> <p>Variable Dependiente: Resistencia del Pavimento</p>	<p>Índice Medio diario</p> <p>Durabilidad</p> <p>CBR</p> <p>Resistencia a la comprensión.</p> <p>Transitabilidad</p>	<p>Cantidad de vehículos transitados por hora.</p> <p>Determinación de la vida útil del pavimento rígido</p> <p>Determinación del CBR para el diseño de pavimento</p> <p>Numero de ruptura de probetas.</p>	<p>Enfoque:</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de la Investigación: cuasi experimental.</p> <p>Población de Estudio: 27 probetas cilíndricas del pavimento de la Av. Hermanos Vargas.</p> <p>Muestra:</p>	<p>- Observación. (ficha de observación)</p> <p>-----</p> <p>--</p> <p>-Observación (ficha de observación de las fallas en el pavimento)</p> <p>-----</p> <p>--</p> <p>Ensayo de la resistencia a la comprensión del concreto (formato de ensayos del laboratorio)</p> <p>- Pruebas estandarizadas e Inventarios.</p> <p>- Instrumentos y procedimientos específicos propios de cada disciplina.</p>

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE
Variable Independiente Diseño de Pavimento Rígido	PAVIMENTO RÍGIDO: Son aquellos formados por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la sub rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada. DAVID MORA (2015) Diseño de pavimento rígido para la urbanización caballero.	Índice Medio diario.	Cantidad de vehículos transitados por hora.	Numérica
		Diseño vial	Determinación de zonas peatonales, vehiculares y mixtas.	Numérica
		Impacto Ambiental.	Evaluación de impacto y mitigación.	Numérica
Variable Dependiente (Y) Resistencia del Pavimento	Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm ² , MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi) AC1214, Recommended Practice for Evaluation of Strength Tests	Resistencia a la compresión.	Numero de ruptura de probetas.	Numérica
		Resistencia a la flexión.	Numero de ruptura de probetas.	Numérica
		Durabilidad.	Determinación de la vida útil del pavimento rígido	Numérica Discreta



TECNISU F&F S.R.L.


TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 600096 - JAEN

RESUMEN DE PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE NATURAL

CALICATA # CAPA #	UNIDAD	CI E-2
Profundidad	m	0.10-1.50
C.B.R.		
C.B.R. al 100% de compactación	%	6.90
C.B.R. al 95% de compactación	%	5.10
Proctor Modificado		
Máxima Densidad	gr/cm ³	1.78
Humedad Óptima %	%	15.78
Humedad Natural		
Humedad Natural	%	27.11
Granulometría		
% que pasa la malla #4	%	99.85
% que pasa la malla #10	%	99.53
% que pasa la malla #40	%	95.85
% que pasa la malla #200	%	72.65
Límites de consistencia		
Límite Líquido	%	39.30
Límite Plástico	%	21.00
Índice de Plasticidad	%	18.30
Clasificación SUCS		CL
Clasificación AASHTO		A-6(10)

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS


Ing. Ernesto Flores Lozada
CIP: 75292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976165517 - RPM: *888890 - JAEN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO:	Ampliacion y diseño del pavimento rigido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, Hermanos Vargas, Longar 2021				
SOLICITANTE:	Nelvin Jose Castro Delgadillo				
RESPONSABLE:	Ernesto Flores Lozada				
CALICATA:	C-1	MUESTRA:	E-2	ESTRATO:	0.10 - 1.50
UBICACIÓN:	DEP.	Amazonas	PROV.	Rodriguez de Mendoza	
FECHA:	29/09/2021		DIST.	Longar	

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES EN SUELOS

N° POZO - MUESTRA	C1 - E2
Profundidad	1.40 m
N° de cápsula	284
(1) Peso de cápsula (gr)	22.68
(2) P. Cápsula + P. Agua + P. Sal	42.31
(3) P. Cápsula seca + P. Sal (gr)	22.69
(4) Peso Sal (gr) (3) - (1)	0.01
(5) Peso Agua (gr) (2) - (3)	19.62
(6) % de Sal $((4) * 100) / (5)$	0.05%

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
CIP: 75292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 680090 - JAEN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO: Ampliación y diseño del pavimento rígido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, Hermanos Vargas, Longar 2021.

SOLICITANTE: Nelvin Jose Castro Delgadillo

RESPONSABLE: Ernesto Flores Lozada

UBICACIÓN: Longar - Rodriguez de Mendoza - Amazonas.

FECHA: 29/09/2021

PERFIL	Calicata y Estratos	Gráfica	Símbolo	Descripción	Índice de plasticidad	Cotenido de Humedad
0.00	C-1/E-1		CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad. Material que pasa el 72.65% en la malla N° 200.	18.30%	27.11%
0.10						
0.20	C-1/E-2 (Prof. 1.40 m)		CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad. Material que pasa el 72.65% en la malla N° 200.	18.30%	27.11%
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
CIP. 75292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688886 - JAEN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO:	Ampliación y diseño del pavimento rígido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, Hermanos Vargas, Longar 2021			
SOLICITANTE:	Nelvin Jose Castro Delgadillo			
RESPONSABLE:	Ernesto Flores Lozada			
CALICATA:	N° 1	MUESTRA:	E-2	ESTRATO: 0.10-1.50
UBICACIÓN:	DEP. Amazonas	PROV.	Rodriguez de Mendoza	
FECHA:	29/09/2021	DIST.	Longar	

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)

LATA	1	2	3
PESO DE TARRO (gr.)	14.03	14.55	14.28
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO (gr.)	55.84	53.20	59.10
PESO DE TARRO + SUELO SECO (gr.)	46.88	44.82	49.75
PESO DE SUELO SECO (gr.)	32.85	30.27	35.47
PESO DE AGUA (gr.)	8.96	8.38	9.35
% DE HUMEDAD	27.28%	27.68%	26.36%
% DE HUMEDAD PROMEDIO	27.11%		

PESO ESPECÍFICO (ASTM D-854)

LATA	1	2	3
PESO FRASCO + AGUA + SUELO (gr.)	1,623.00	1,663.00	1,636.00
PESO FRASCO + AGUA (gr.)	1,270.00	1,270.00	1,270.00
PESO SUELO SECO (gr.)	606.00	669.00	630.00
PESO SUELO EN AGUA (gr.)	353.00	393.00	366.00
VOLUMEN DEL SUELO (cm ³)	253.00	276.00	264.00
PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)	2.40	2.42	2.39
PESO ESPECIFICO PROMEDIO (gr/cm ³)	2.40		

PESO VOLUMETRICO (ASTM D-2937)

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE (gr.)	1,376.00	1,305.00	1,343.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (gr.)	7,511.00	7,388.00	7,457.00
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	6,135.00	6,083.00	6,114.00
VOLUMEN DEL SUELO (cm ³)	3,400.00	3,400.00	3,400.00
PESO UNITARIO SECO (gr/cm ³)	1.80	1.79	1.80
PESO UNITARIO SECO PROMEDIO (gr/cm ³)	1.80		

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
CIP: 75292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: *888096 - JAEN

ENSAYO: CORTE DIRECTO SATURADO

Ampliación y diseño del pavimento rígido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, Hermanos Vargas, Longar 2021.

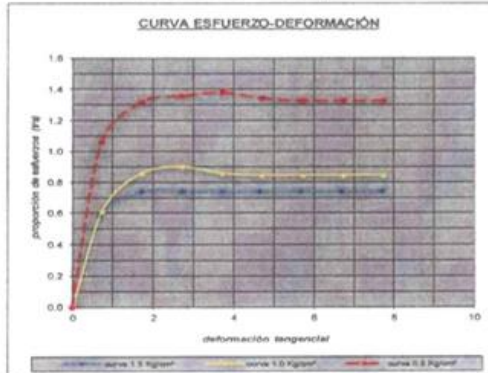
SOLICITANTE: Nelvin Jose Castro Delgado
 RESPONSABLE: Ernesto Flores Lozada

CALICATA: C- 01

FECHA: 29/09/2021

Cohesión del suelo 0.26 Kg/cm²

Ángulo de fricción interna: 30.5 °



N° espécimen	Peso volum. seco [g/cm³]	Esfuerzo Normal [Kg/cm²]	Humedad Natural (%)	Humedad saturada (%)	Esfuerzo de corte [Kg/cm²]	Proporción esfuerzo
1	1.80	0.5	27.42	27.78	0.65	1.30
2	1.81	1.0	27.26	27.44	0.86	0.86
3	1.82	1.5	26.40	26.44	1.24	0.83



Ernesto Flores Lozada
 TECNICO EN INGENIERIA DE SUELOS
 TECNISU F&F S.R.L.

CIMENTACIÓN CONTINUA
 CAPACIDAD PORTANTA (FALLA LOCAL)

$$q_d = \left(\frac{2}{3} \right) C \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

- Donde:
 qd= Capacidad de Carga limite de Tm/m2
 C= Cohesión del suelo en Tm/m2
 γ= Peso volumetrico del suelo en Tm/m3
 Df= Profundidad de desplante de la cimentación en metros
 B= Ancho de zapata, en metros
 N'c, N'q, N'γ = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

φ =	30.54
C =	0.26
γ =	1.81
Df =	1.5
B =	1
N'c =	18.99
N'q =	8.31
N'γ =	4.39

qd = 34.29915 tn/m2

qd = 3.429915 kg/cm2

*Factor de seguridad (FS=3)

PRESIÓN ADMISIBLE

qa = 1.14 kg/cm2



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 888888 - JAEN

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R. ASTM D1883)

Proyecto : Ampliación y diseño del pavimento rígido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, Hermanos Vargas, Longar 2021.

Solicita : Nelvin Jose Castro Delgadillo

Ubicación : Longar - Rodriguez de Mendoza - Amazonas

Calicata : C-1

Fecha : 29/09/2021

Profundidad : 0.10/1.50

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.780
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.78

Compacción			
Molde N°	1	2	3
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	9040	8741	8576
Peso molde (gr.)	4255	4190	4275
Peso suelo compactado (gr.)	4785	4551	4301
Volumen del molde (cm ³)	2323	2323	2323
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.060	1.959	1.851

Humedad (%)			
Tara N°	23	11	29
Tara+suelo húmedo (gr.)	120.40	128.80	130.20
Tara+suelo seco (gr.)	107.40	114.20	115.70
Peso de agua (gr.)	13.00	14.60	14.50
Peso de tara (gr.)	24.60	22.40	23.50
Peso de suelo seco (gr.)	82.8	91.8	92.2
Humedad (%)	15.70	15.90	15.73
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.780	1.690	1.600

Aplicación de Carga

Penetración Milímetros (mm.)	Penetración Pulgadas (Pulg.)	Presión Patrón (Kg/cm ²)	Molde I		Molde II		Molde III	
			Dial	Presión (Kg/cm ²)	Dial	Presión (Kg/cm ²)	Dial	Presión (Kg/cm ²)
0.635	0.025		21.00	1.0	14.00	0.7	11.00	0.5
1.270	0.050		42.00	2.1	31.00	1.5	22.00	1.1
1.905	0.075		63.00	3.1	46.00	2.3	32.00	1.6
2.540	0.100	70	82.00	4.0	60.00	2.9	41.00	2.0
3.810	0.150		122.00	6.0	84.00	4.1	59.00	2.9
5.080	0.200	104	157.00	7.7	104.00	5.1	74.00	3.6
6.350	0.250		185.00	9.1	120.00	5.9	85.00	4.2
7.620	0.300		206.00	10.1	132.00	6.5	94.00	4.6
10.160	0.400		233.00	11.4	146.00	7.1	105.00	5.1
12.700	0.500		243.00	11.9	152.00	7.4	109.00	5.3

Expansión:

Fecha	Expansión		
	Molde I	Molde II	Molde III
05-01-18	1.140	4.680	3.900
06-01-18	2.480	6.080	4.960
07-01-18	3.370	6.970	5.850
08-01-18	3.810	7.410	6.290
09-01-18	4.110	7.710	6.590
% EXP	6.51	6.64	6.77

TECNISU F&F S.R.L.
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
 CIP: 75292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 CALLE SUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 876125517 - RPM: 800090 - JAEN

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557)

Proyecto : Ampliación y diseño del pavimento rígido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, Hermanos Vargas, Longar 2021.

Solicitud : Nelvin Jose Castro Delgadillo

Ubicación : Longar - Rodriguez de Mendoza - Amazonas

Calicata : c-1

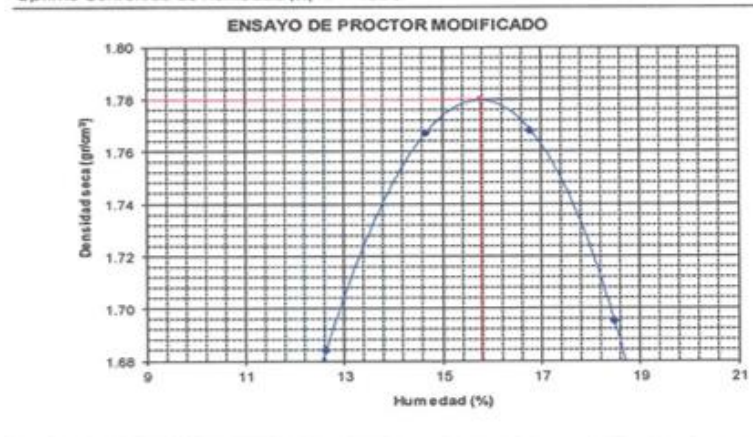
Fecha : 29/09/2021

Profundidad : 0.10/1.50

Compactación	Método "B"			
	1	2	3	4
Prueba N°	5	5	5	5
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	6760	7036	7119	6998
Peso molde (gr.)	2712	2712	2712	2712
Peso suelo compactado (gr)	4048	4324	4407	4286
Volumen del molde (cm ³)	2134	2134	2134	2134
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.897	2.026	2.065	2.008

Humedad (%)				
Tara N°	29	48	17	5
Tara + suelo húmedo (gr.)	130.60	133.70	134.90	130.80
Tara + suelo seco (gr.)	118.70	120.00	119.20	114.20
Peso de agua (gr.)	11.90	13.70	15.70	16.60
Peso de tara (gr.)	24.50	26.60	25.70	24.40
Peso de suelo seco (gr.)	94.20	93.40	93.50	89.80
Humedad (%)	12.63	14.67	16.79	18.49
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.684	1.767	1.768	1.695

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.780
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 15.78



TECNISU F&F S.R.L.
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
 CIP: 75292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - DEL. 976125517 - RPM: 088090 - JAEN

Ensayos de Caracterización Física

Proyecto: Ampliación y diseño del pavimento rígido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, Hermanos Vargas, Longar 2021.

Fecha: 29/09/2021

Solicitante: Nelvin Jose Castro Delgadillo
 Ubicación: Longar - Rodriguez de Mendoza
 Calicata: C-1
 Profundidad (m): 0.10 - 1.50

Humedad Natural (ASTM D2216): 27.11%

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D422)

Peso de la muestra seca: 310.00 g
 Peso de muestra lavada: 84.79 g

Malla	Tamiz mm	Peso (g)	Porcentaje			Especificaciones
			Parcial	Acum.	Paso	
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.00	
N° 4	4.760	0.46	0.15	0.15	99.85	
N° 10	2.000	1.01	0.33	0.47	99.53	
N° 20	0.840	2.91	0.94	1.41	98.59	
N° 40	0.420	8.49	2.74	4.15	95.85	
N° 60	0.250	14.58	4.70	8.85	91.15	
N° 80	0.180	16.56	5.34	14.20	85.80	
N° 100	0.149	15.18	4.90	19.09	80.91	
N° 200	0.074	25.60	8.26	27.35	72.65	
Fondo	-	225.21				

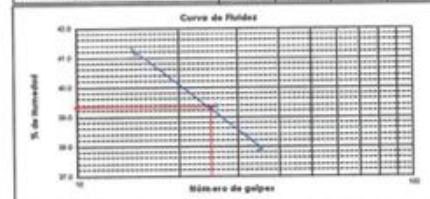
LL: 39.30 LP: 21.00 Ip: 18.30

Límite Líquido (ASTM D4318)

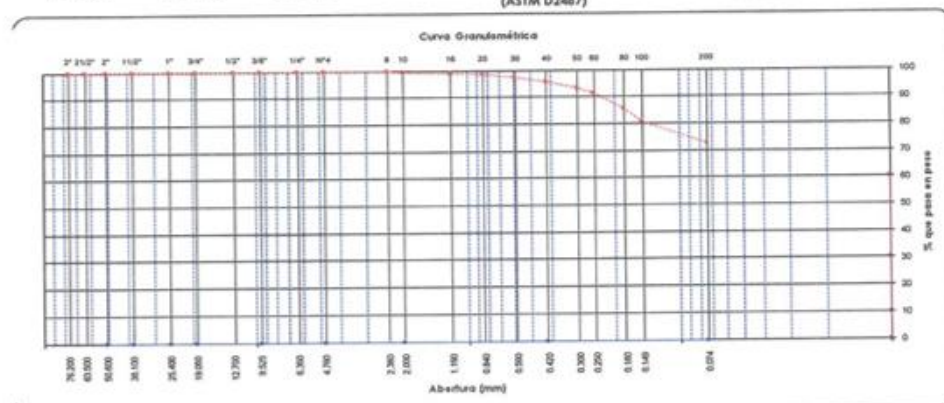
Determinación N°	1	2	3
Número de golpes	35	26	15
Recipiente N°	87	77	119
Recipiente más suelo húmedo	12.88	13.70	11.28
Recipiente más suelo seco	10.80	11.45	9.45
Peso del recipiente	5.30	5.73	5.00
Peso del agua	2.08	2.25	1.83
Peso del suelo seco	5.50	5.72	4.45
Porcentaje de humedad	37.82	39.34	41.12

Límite Plástico (ASTM D4318)

Determinación N°	1	2	3
Recipiente N°	13	104	
Recipiente más suelo húmedo	6.92	6.58	
Recipiente más suelo seco	6.66	6.26	
Peso del recipiente	5.41	4.75	
Peso del agua	0.26	0.32	
Peso del suelo seco	1.25	1.51	
Porcentaje de humedad	20.80	21.19	



Clasificación SUCS: CL Clasificación AASHTO: A-6 (10)
 (ASTM D2487)



OBSERVACIONES: Arcilla inorgánica de mediana plasticidad húmeda, de consistencia suave de clasificación expansiva baja con índices regulares de arena media y arena fina, con terrones muy duros en estado remoldeado.

TECNISU F&F S.R.L.
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

 Ing. Ernesto Flores Lozadi
 CIP: 75292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

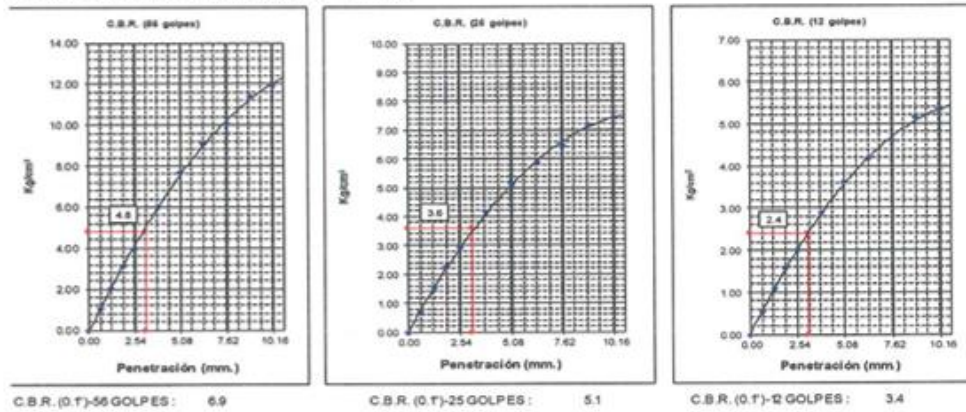
PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: *688896 - JAEN

GRAFICOS DE ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R. ASTM D1883)

Proyecto : Ampliación y diseño del pavimento rígido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, Hermanos Vargas, Longar 2021.

Solicita : Nelvin Jose Castro Delgadillo
Ubicación : Longar - Rodriguez de Mendoza - Amazonas.
Calicata : c -01
Fecha : 29/09/2021
Profundidad : 0.10 - 1.50

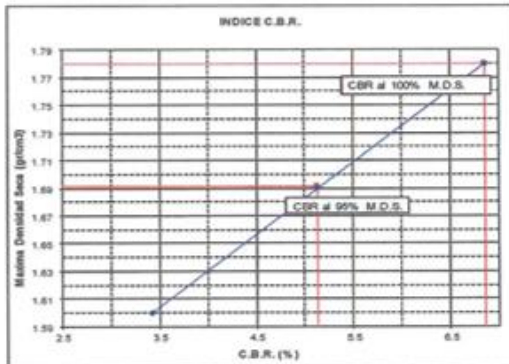
Máxima Densidad Seca (gr/cm^3) : 1.780
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.78



DETERMINACION DE C.B.R.

95% DE M.D.S. : 1.7

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 6.9 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 5.1 %



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
CIF: 75792



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
 PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 CALLE BUQUE N° 1088 - PUERTO NUEVO - DEL. VIZCAYA - BSM. - BUENOS AIRES

Proyecto : "Ampliación y diseño del pavimento rígido empleando bagazo como aporte a la resistencia del pavimento, Hermanos Vargas, Longar 2021"
Ubicación : Distrito de Longar
Solicitante : Nelvin Jose Castro Delgadillo
Cantera : Agregado grueso piedra chancada Trancahuayco - Distrito de Huambo. Fecha: 29/09/2021
 Arena zarandeada cantera Trancahuayco - Distrito de Huambo.

Diseño de Mezclas de Concreto ACI 211.1 - 81
210 kg/cm²

Características	Peso específico (kg/m ³)	Módulo de fineza del agregado fino	Humedad natural de los agregados	Porcentaje de absorción de los agregados	Peso seco sueño de los agregados (kg/m ³)	Peso seco compactado de los agregados (kg/m ³)	Tamaño máximo nominal
Cemento tipo I	3110						
Agregado fino	2580	2.77	3.94	1.83	1462	1647	1/4
Agregado grueso	2620		3.85	1.97	1647	1761	

Valores de diseño		Relación agua/cemento		Relación agua/cemento	
1) F _{cr} Kg/cm ²	273	4) Relación agua/cemento	0.45		
2) Asentamiento	3" a 4"	7) Agua	191	Litros	
3) Tamaño máximo	1 1/2"	8) Aire Incorporado	NÓ		
4) Con aire incorporado	N				
5) Volumen de agregado grueso	0.63				
% de aditivos en base peso del cemento		1)		Litros/m ³	
2)		3)			
Factor cemento	425.5	kg/m ³			
Cantidad de agregado grueso	1106	kg/m ³			
Cantidad de agregado fino	606	kg/m ³			
Volumen absoluto de cemento	0.137	m ³			
Volumen absoluto de agua	0.191	m ³			
Volumen absoluto de aire	0.015	m ³			
Volumen absoluto del agregado grueso	0.422	m ³			
Suma del volumen absoluto	0.765	m ³			
Sumatoria del volumen absoluto	0.765	m ³			
Volumen absoluto del agregado fino	0.235	m ³			
Total	1.000	m ³			
Cantidad de materiales		Coeficiente de aporte			
Cemento	425 kg/m ³		10.01	Bolsas/m ³	
Agua	191 Litros/m ³		41.72	Litros/m ³	
Agregado fino	606 kg/m ³		0.41		
Agregado grueso	1106 kg/m ³		0.67		

Corrección por humedad		Contribución de los agregados			
Agregado fino	630 kg/m ³	Agregado fino	2.11 %	12.78	Litros
Agregado grueso	1148 kg/m ³	Agregado grueso	1.88 %	20.78	Litros
		Volumen de agua		33.56	Litros
		Agua de mezcla corregido por humedad		158	Litros/m ³

Cantidad de materiales corregidos por m ³		Volumen aparente en pie ³		Proporción en baldes	
Cemento	425.49 kg/m ³		10.00	Cemento :	1
Rango de agua	157.9 Litros/m ³		15.79	Agua :	15.79 lb/bol.
Agregado fino húmedo	630 kg/m ³		13.28	Arena :	2.21
Agregado grueso húmedo	1148.1 kg/m ³		26.50	Piedra :	4.59
Proporción en peso		Proporción en volumen por pie ³		Proporción en baldes	
Cemento :	1	Cemento :	1	Cemento :	1
Agua :	15.79 lb/bol.	Agua :	15.79 lb/bol.	Agua :	15.79 lb/bol.
Arena :	1.50	Arena :	1.30	Arena :	2.21
Piedra :	2.70	Piedra :	2.70	Piedra :	4.59

PROPORCIÓN EN VOLUMEN PARA 1M3

Cemento = 10.01bolsas
 Agregado Grueso = 0.684m³
 Agregado Fino = 0.423m³
 Agua = 0.158m³ = 157.91 Lts

TECNISU F&F S.R.L.
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
 Ing. Ernesto Flores Lozada
 CIP: 75292



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Dirección: Km 01 Carretera Rodríguez de Mendoza

Teléfonos: (041) 477 63, 478245

RUC: 20392327747

TESES:	AMPLIACIÓN Y DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO BAGAZO COMO APORTE A LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO.	NORMA:
SOLICITANTE:	NELVIN JOSE CASTRO DELGADILLO	Nº CONTRATO:
LOCALIZACIÓN:	LONGAR - RODRIGUEZ DE MENDOZA - AMAZONAS.	
DESCRIPCIÓN:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO DE 210 KG/CM2.	
FECHA RECIBO:	JUEVES 30 DE SETIEMBRE DEL 2021.	
OBSERVACIONES:	LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y ALTERACIONES DE LOS TESTIGOS, EL LABORATORIO NO SE RESPONSABILIZA.	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS.

ELEMENTO / No. MUESTRA	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	Nº DE CILINDRO	DÍAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	VOLUMEN (cm³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm³)	CARGA APLICADA (kg)	RESISTENCIA A LA FECHA DISEÑO		PORCENTAJE CON RESPECTO A Fc	TIPO DE FALLA					
												(kg/cm²)	DISEÑO							
MUESTRA PATRON 0% DE CENIZA DE BAGAZO DE CANA DE AZUCAR.	30/09/2021	1	07	07/10/2021	15,39	30,55	186,02	5.683,01	13167	2,32	28220	161,70	210		X					
	30/09/2021	2	07	07/10/2021	15,29	30,65	183,61	5.627,76	13108	2,33	26830	146,12	210			X				
	30/09/2021	3	07	07/10/2021	15,35	30,60	185,06	5.662,76	13132	2,32	28030	161,47	210		X					
											PROMEDIO	149,76	210,00							
	30/09/2021	1	14	14/10/2021	15,30	30,53	183,85	5.613,06	13092	2,33	32360	176,01	210						X	
	30/09/2021	2	14	14/10/2021	15,23	30,53	182,18	5.561,81	13052	2,35	32490	178,34	210						X	
	30/09/2021	3	14	14/10/2021	15,28	30,55	183,37	5.602,06	13072	2,33	32430	176,85	210						X	
											PROMEDIO	177,07	210,00							84,32
	30/09/2021	1	28	28/10/2021	15,33	30,55	184,58	5.638,78	13204	2,34	43420	236,24	210						X	
	30/09/2021	2	28	28/10/2021	15,20	30,63	181,46	5.558,07	13189	2,37	42240	232,78	210						X	
	30/09/2021	3	28	28/10/2021	15,30	30,60	183,85	5.625,93	13195	2,35	42870	233,17	210						X	
											PROMEDIO	233,73	210,00							111,30



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
 ASUPROSPAVIMA
 ING. MARÍA MAGALY PÉREZ GUEVARA
 DIRECTORA (R)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS
 MIGUEL TAPAYURI CHOTI
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS
 LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Dirección: Km 01 Carretera Rodríguez de Mendoza

Teléfonos: (041) 477163, 478245

RUC: 2039232747

TEMA:	AMPLIACIÓN Y DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO BAGAZO COMO APOÍTE A LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO.	Nº CONTRATO:	
SOLICITANTE:	NELVIN JOSE CASTRO DELGADILLO.		
LOCALIZACIÓN:	LONGAR - RODRIGUEZ DE MENDOZA - AMAZONAS.		
DESCRIPCIÓN:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS: DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO DE 210 KG/CM2.		
FECHA RECIBO:	DIA LUNES 04 DE OCTUBRE DEL 2021.		
OBSERVACIONES:	LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y ALTERACIONES DE LOS TESTIGOS, EL LABORATORIO NO SE RESPONSAIBILIZA		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS.

ELEMENTO / N.º MUESTRA	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	Nº DE CILINDRO	DÍAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	VOLUMEN (cm³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm³)	CARGA APLICADA (Kg)	RESISTENCIA A LA FECHA		PORCENTAJE CON RESPECTO A Tc	TIPO DE FALLA					
												REQURM	DISEÑO							
MUESTRA PATRON 10% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.	04/10/2021	1	07	11/10/2021	15,27	30,60	183,13	5.803,89	13051	2,33	29630	161,79	210				X			
	04/10/2021	2	07	11/10/2021	15,33	30,45	184,58	5.620,33	13041	2,32	29210	158,25	210			X				
	04/10/2021	3	07	11/10/2021	15,31	30,65	184,09	5.642,49	13113	2,32	30010	163,01	210			X				
												PROMEDIO	161,02	210,00			76,68		X	
	04/10/2021	1	14	18/10/2021	15,25	30,45	182,65	5.561,82	13038	2,34	34910	191,13	210					X		
	04/10/2021	2	14	18/10/2021	15,39	30,60	186,02	5.692,31	13121	2,31	35590	191,32	210			X				
	04/10/2021	3	14	18/10/2021	15,30	30,60	183,85	5.625,93	13188	2,34	35020	190,48	210					X		
												PROMEDIO	190,97	210,00			90,94			
	04/10/2021	1	28	01/11/2021	15,33	30,50	184,58	5.629,55	13105	2,33	48120	260,71	210			X				
04/10/2021	2	28	01/11/2021	15,31	30,65	184,09	5.642,49	13178	2,34	48200	261,82	210					X			
04/10/2021	3	28	01/11/2021	15,34	30,63	184,82	5.660,93	13126	2,32	49080	265,56	210					X			
											PROMEDIO	262,70	210,00			125,09				

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFERESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DIRECCIÓN DE CAMINOS
AMAZONAS
DIRECTOR (e)
MIGUEL TAPAYURI CHOITZ
RUC: 2039232747



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Amazonas

Dirección: Km 01 Carretera Rodríguez de Mendoza

Teléfonos: (041) 477163, 478245

RUC: 20392327747

TECIS:	AMPLIACIÓN Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO BAGAZO COMO APORTE A LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO.	NORMA:	
SOLICITANTE:	NELVIN JOSE CASTRO DELGADILLO	Nº CONTRATO:	
LOCALIZACIÓN:	LONGAR - RODRIGUEZ DE MENDOZA - AMAZONAS.		
DESCRIPCIÓN:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 210 KG/CM2		
FECHA RECIBO:	JUEVES 07 DE OCTUBRE DEL 2021.		
OBSERVACIONES:	LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS, Y ALTERACIONES DE LOS TESTIGOS, EL LABORATORIO NO SE RESPONSABILIZA.		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS.

ELEMENTO / No. MUESTRA	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	Nº DE CILINDRO	DÍAS DE CURADO	FECHAS DE ROTURA	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	VOLUMEN (cm³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm³)	CARGA APLICADA (kg)	RESISTENCIA A LA FECHA DISEÑO		PORCENTAJE CON RESPECTO A la	TIPO DE FALLA						
												(kg/cm²)	DISEÑO								
MUESTRA PATRON 20% DE CENIZA DE BAGAZO DE CANA DE AZUCAR.	07/10/2021	1	07	14/10/2021	15,34	30,55	184,82	5.646,14	13068	2,31	29480	159,51	210		X						
	07/10/2021	2	07	14/10/2021	15,23	30,60	182,18	5.574,57	13183	2,36	29290	160,78	210		X						
	07/10/2021	3	07	14/10/2021	15,29	30,58	183,61	5.614,90	13040	2,32	29500	160,66	210		X						
												PROMEDIO	160,32	210,00		76,34					
	07/10/2021	1	14	21/10/2021	15,29	30,58	183,61	5.614,90	13075	2,33	34780	189,42	210						X		
	07/10/2021	2	14	21/10/2021	15,29	30,50	183,61	5.600,21	13053	2,33	37890	206,36	210							X	
	07/10/2021	3	14	21/10/2021	15,29	30,55	183,61	5.609,40	13041	2,32	32150	176,10	210							X	
												PROMEDIO	190,29	210,00		90,61					
	07/10/2021	1	28	04/11/2021	15,20	30,53	181,46	5.539,92	13105	2,37	47950	264,25	210							X	
07/10/2021	2	28	04/11/2021	15,24	30,60	182,41	5.581,89	13027	2,33	47090	258,15	210							X		
07/10/2021	3	28	04/11/2021	15,33	30,55	184,58	5.638,78	13063	2,32	48150	260,87	210							X		
											PROMEDIO	261,09	210,00		124,33						

 DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCION DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA ALVARO GUTIERREZ DIRECTOR (e)	 DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCION DE CAMINOS MIGUEL TAPAYURI CHOTI TECNICO EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS LABORATORIO
--	---









