

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE
INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL
MATERIAL DE LA CANTERA JUANJUI CON LA ADICION DE
CENIZAS DE FIBRA Y CUESCO DE PALMA ACEITERA PARA
AFIRMADO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

SHIERLY SANCHEZ CHAVEZ

PUCALLPA – PERÚ

2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	2
RESUMEN.....	3
ABSTRACT	4
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1 El problema de investigación	5
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Intención de la investigación.....	6
II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	7
III. HIPÓTESIS.....	8
3.1 Hipótesis general	8
3.2 Hipótesis específicas	8
IV. OBJETIVOS.....	9
4.1 Objetivo general	9
4.2 Objetivos específicos.....	9
V. ANTECEDENTES	9
VI. MARCO TEORICO.....	14
VII. METODOLOGÍA	19
7.1 Lugar de estudio	20
7.2 Población y tamaño de muestra.....	21
7.3 Métodos, uso de materiales, equipos o insumos.....	22
7.4 Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.	25
VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	27
IX. PRESUPUESTO	29
X. BIBLIOGRAFÍA	30
XI. ANEXO	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Palma aceitera	14
Figura 2. Fruto de la palma aceitera.....	15
Figura 3. Fibra y cuesco de la palma aceitera	15
Figura 4. Ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera	16
Figura 5. Límites de atterberg	18
Figura 6. Equipo modificado para el ensayo de CBR	19
Figura 5. Ubicación de la cantera Juanjui.....	20

RESUMEN

La presente investigación pretende mejorar la calidad del afirmado utilizado como capa de rodadura en la construcción de carreteras no pavimentadas en la región de Ucayali, en ese sentido se planteará como problema general ¿Cuál es la influencia de la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físico-mecánicas del material extraído de la cantera Juanjui que se utilizará como afirmado?, por lo tanto el objetivo general será determinar la influencia de la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físico-mecánicas del material extraído de la cantera Juanjui que se utilizará como afirmado.

Se utilizará la metodología de tipo aplicada y de diseño experimental con un enfoque cuantitativo, debido a que se manipulará la variable ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera en diferentes porcentajes (0%, 9%, 12% y 15%), respecto al peso seco del material de afirmado, considerando que primero se analizarán las muestras en el laboratorio y luego se verificarán estos resultados en campo.

De los resultados obtenidos en el laboratorio se espera que la muestra patrón cumpla con los requisitos de calidad mínimos establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para afirmados, y que las muestras con adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera mejoren sus propiedades físico-mecánicas, como el índice de plasticidad, la máxima densidad seca y el cbr. Así mismo, se espera que en la prueba piloto se alcance un grado de compactación mínimo del 95% de la máxima densidad seca.

Palabras claves: Afirmado, ceniza, cbr, granulometría, proctor modificado.

ABSTRACT

This research aims to improve the quality of the pavement used as a wearing course in the construction of unpaved roads in the region of Ucayali, in this sense, the general problem is: What is the influence of the addition of fiber ashes and oil palm hulls on the physical-mechanical properties of the material extracted from the Juanjui quarry to be used as pavement? Therefore, the general objective is to determine the influence of the addition of fiber ash and oil palm hulls on the physical-mechanical properties of the material extracted from the Juanjui quarry that will be used as aggregate.

The applied methodology and experimental design with a quantitative approach will be used, since the variable of fiber ash and oil palm hulls will be manipulated in different percentages (0%, 9%, 12% and 15%), with respect to the dry weight of the aggregate material, considering that the samples will first be analyzed in the laboratory and then these results will be verified in the field.

From the results obtained in the laboratory, it is expected that the standard sample will meet the minimum quality requirements established in the Roads Manual EG-2013 for pavements, and that the samples with the addition of fiber ash and oil palm hulls will improve their physical-mechanical properties, such as plasticity index, maximum dry density and cbr. It is also expected that the pilot test will achieve a minimum compaction degree of 95% of the maximum dry density.

Keywords: Affirmed, ash, cbr, granulometry, Oil palm, modified proctor.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 El problema de investigación

A nivel mundial las carreteras presentan un sin número de problemas debido al deterioro del estado físico de las mismas, causado principalmente por la utilización de materiales que no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas según la normativa de cada país, situación que obliga a muchos países a reemplazar la infraestructura que se ha deteriorado si no quieren frenar su desarrollo económico y social (Llanos 2020).

De acuerdo con Atiquipa y Rosalino (2018) las carreteras no pavimentadas se deterioran con mayor rapidez que las carreteras pavimentadas, ya sean estas de pavimento flexible o de pavimento rígido, y según Morales (2018) el rápido deterioro de las carreteras no pavimentadas se debe a la utilización de materiales inadecuados y también porque en condiciones secas y producto de la acción abrasiva de los neumáticos la superficie de rodadura tiende a desgastarse fácilmente.

A nivel nacional la infraestructura vial ha tenido un desarrollo notable en la costa, mientras que algunos pueblos de la sierra y la selva no solo carecen de vías terrestres sino que un gran porcentaje de sus caminos no están pavimentados y además se encuentran en mal estado (Díaz y Cardozo 2018).

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su boletín estadístico 2021-II semestre, la Red Vial del Perú tiene una extensión de 173,057.8 km; sin embargo, solo el 17.4% se encuentra pavimentada, es decir, el 82.6% de las vías en todo el país se encuentran en condición de no pavimentada.

Y en el caso de la región de Ucayali, cuya Red Vial tiene una extensión de 2,508.4 km, el 90.8% de sus vías no están pavimentadas, las cuales pertenecen en su mayoría a la Red Vial Departamental, con un 56.3%, y a la Red Vial Vecinal, con un 39.2%.

Esto representa un gran problema para las poblaciones locales de esta región, dado que el diagnóstico de brechas de infraestructura vial reveló que aproximadamente el 32.55% y 65.7% de las vías no pavimentadas que pertenecen a la Red Vial Departamental y a la Red Vial Vecinal, respectivamente, se encuentran en mal estado (Gobierno Regional de Ucayali 2021).

Es por ello que en la presente investigación se plantea mejorar las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado proveniente de la cantera Juanjui mediante la adición

de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera para ser utilizado como capa de rodadura en la construcción de carreteras no pavimentadas en la región de Ucayali, ya que según el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito se puede mejorar la calidad del afirmado mediante la incorporación de un agente estabilizador, que en este caso es de tipo ceniza.

1.2 Formulación del problema

Problema general

- ¿En qué medida las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera influyen en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura en carreteras no pavimentadas?

Problemas específicos

- ¿Cuál es la calidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui de acuerdo con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como capa de afirmado?
- ¿Cómo influye la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura?
- ¿Cómo influye la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura?
- ¿Cómo influye la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el cbr del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura?
- ¿Cuál es el grado de compactación del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto?
- ¿Cuál es el cbr del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto?

1.3 Intención de la investigación

La intención de la investigación es comprobar que la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera (CFC) mejorará las propiedades físico-mecánicas del material de

afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura en carreteras no pavimentadas y que su aplicación en campo es totalmente viable, solucionando de esta manera dos problemas que se presentan en la región de Ucayali, un nuevo estabilizante de tipo ceniza para mejorar la calidad del material de afirmado y un uso alternativo a las cenizas generadas por la industria del aceite de palma.

Primero se realizarán los ensayos de laboratorio para determinar la calidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui, de acuerdo con el Manual de Carreteras EG-2013, y luego para determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físicas (contenido de humedad, granulometría, límites de atterberg) y propiedades mecánicas (Proctor modificado y CBR) de dicho material.

Finalmente se llevará a cabo una prueba piloto que consistirá en la construcción de dos tramos de prueba utilizando el material de afirmado extraído de la cantera Juanjui, el primero tramo tendrá una capa de rodadura constituida por el material de afirmado sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera, y el segundo tramo tendrá una capa de rodadura constituida por el material de afirmado con adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera considerando la dosificación óptima, esperando alcanzar en ambos tramos un grado de compactación mínimo del 95% de la máxima densidad seca.

II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Justificación Científica

Según Nesterenko (2018) en la actualidad existen estabilizadores de suelos convencionales como la emulsión asfáltica, el cemento o la cal; sin embargo, el uso de las cenizas como agente estabilizante no está contemplado en la normativa peruana.

Por ello, en la presente investigación se estudiará a las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera como agente estabilizante para mejorar las propiedades del material de afirmado proveniente de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

Justificación Social

Con la presente investigación se busca mejorar las propiedades del material de afirmado de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura con la finalidad de mejorar el nivel de servicio que ofrecen las carreteras no pavimentadas pertenecientes a la Red Vial Departamental y Red Vial Vecinal de Ucayali, lo que permitirá a los usuarios de estas vías trasladarse de un punto a otro con mayor comodidad y rapidez.

Justificación Económica

Según Chauca (2021) la estabilización resulta una alternativa muy económica y práctica a diferencia de otros métodos utilizados para mejorar las propiedades de los suelos, por ello la utilización de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera para mejorar las propiedades del material de afirmado de la cantera Juanjui resulta viable económicamente.

Además, esta investigación contribuirá al desarrollo económico de la región de Ucayali ya que existe un gran crecimiento de la industria del aceite de palma y por lo tanto se podría aprovechar las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera que esta industria produce para mejorar la calidad de los afirmados usados como capa de rodadura.

III. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis general

- La adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera mejorará las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

3.2 Hipótesis específicas

- El material de afirmado extraído de la cantera Juanjui cumple con los parámetros mínimos establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como capa de rodadura.
- La adición de cenizas de fibra y cuesco de la palma aceitera aumentará el índice plasticidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.
- La adición de cenizas de fibra y cuesco de la palma aceitera aumentará la máxima densidad seca del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.
- La adición de cenizas de fibra y cuesco de la palma aceitera aumentará el cbr del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.
- El grado de compactación del afirmado compactado en campo aumentará al adicionar cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera para la dosificación óptima.
- El cbr del afirmado compactado en campo aumentará al adicionar cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera para la dosificación óptima.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar la calidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui de acuerdo con el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como capa de rodadura.
- Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.
- Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.
- Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el cbr del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.
- Determinar el grado de compactación del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto.
- Determinar el cbr del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto.

V. ANTECEDENTES

Nivel global

Carvajal et al. (2018) en su investigación **titulada** “*Mejoramiento del material de afirmado de la cantera La Esmeralda mediante la inclusión de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros*” fijaron como **objetivo** mejorar las propiedades del material para afirmado mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros. La **metodología** de la investigación fue de tipo aplicada y de diseño experimental (cuasiexperimental) con un enfoque cuantitativo, y de acuerdo a la evaluación de las muestras con adición de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) en 0%, 5%, 10% y 15%

respecto al peso seco del material para afirmado, obtuvieron como **resultado** para dichas muestras, respectivamente, una MDS de 1.32 gr/cm³, 1.25 gr/cm³, 1.08 gr/cm³ y 1.00 gr/cm³, un OCH de 10%, 11%, 16% y 17%, y un CBR de 10.19%, 55.16%, 41.07% y 26.98% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, por lo tanto llegaron a la **conclusión** que el afirmado presentaba un mejoramiento de sus propiedades mecánicas al adicionar CCA en 5%, 10% y 15%, lográndose una dosificación óptima al adicionar 5% de CCA.

Rojas et al. (2020) en su investigación **titulada** *"Estabilización de afirmado con ceniza proveniente de desechos de cascarilla de café para aplicar en suelos de construcción de vías"* fijaron como **objetivo** analizar las propiedades del material para afirmado al mezclarlo con ceniza de cascarilla de café (CCC) y determinar la dosificación óptima. La **metodología** de la investigación fue de tipo aplicada y de diseño experimental (cuasiexperimental) con un enfoque cuantitativo, y de acuerdo a la evaluación de las muestras con adición de cenizas de cascarilla de café (CCC) en 0%, 4%, 8% y 14% respecto al peso seco del material para afirmado, obtuvieron como **resultado** para dichas muestras, respectivamente, una MDS de 2.003 gr/cm³, 2.020 gr/cm³, 2.050 gr/cm³ y 1.994 gr/cm³, un OCH de 9.6%, 12.0%, 11.0% y 13.8%, y un CBR de 19%, 17%, 23% y 27% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, por lo tanto llegaron a la **conclusión** que el afirmado presentaba un mejoramiento de sus propiedades mecánicas al adicionar CCC en 8% y 14%, lográndose la dosificación óptima al adicionar 14% de CCC.

Kumar et al. (2017), realizaron una investigación en su artículo **titulado** "Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads", donde fijaron como **objetivo** mejorar la resistencia de la subrasante (arcilla plástica intermedia) mediante el uso de ceniza de cascarilla de arroz (RHA), ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA) y ceniza de estiércol de vaca (CDA) como sustitución del suelo, cada una en dosificaciones de porcentaje en peso de 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5%. Se hizo uso de una **metodología** de tipo aplicada, de diseño experimental y de nivel explicativo; asimismo se tuvo como población a los suelos próximos a Patna en Bihar y se usó como instrumentos a las fichas técnicas. Luego de los ensayos se obtuvo como **resultados** que el valor del límite líquido (LL) para RHA disminuyó progresivamente desde un valor de 36.06% hasta un valor de 34.49% y el valor de LP aumentó también progresivamente desde un valor de 23.7% hasta 28.33%, ambos mientras los porcentajes en peso de la ceniza aumentaba. El valor del LL para SCBA tuvo un comportamiento irregular obteniendo su máximo valor de 36.61 con 2.5% de SCBA y el valor de LP también tuvo un comportamiento irregular con tendencia a aumentar obteniendo su máximo valor de 26.25 con 10% de SCBA. El valor del LL para CDA tuvo un comportamiento irregular

obteniendo su máximo valor de 42.81 con 12.5% de SCBA y el valor de LP también tuvo un comportamiento irregular con tendencia a aumentar obteniendo su máximo valor de 33.44 con 12.5% de SCBA. La tendencia general del índice de plasticidad para suelos estabilizados con cenizas es decreciente. Al aumentar el porcentaje de las diferentes cenizas aumenta el contenido óptimo de humedad. Se ha visto que la densidad seca disminuye y el contenido óptimo de humedad aumenta a medida que aumenta la proporción de diferentes cenizas. El CBR empapado y no empapado del suelo aumenta y se alcanza un punto máximo y luego disminuye. Por lo tanto, se obtiene un CBR óptimo con una composición de 92,5 % de suelo y 7,5 % de cenizas. El valor de CBR empapado en el punto máximo cuando se estabiliza con RHA, SCBA y CDA aumenta en un 134 %. 79.81 % y 48.92 % respectivamente en comparación con suelo no estabilizado. Esto les permitió llegar a la **conclusión** de que El RHA y SCBA son buenos estabilizadores en cambio el CDA no es un estabilizador muy bueno, pero aún puede usarse para mejorar las propiedades de ingeniería del suelo aluvial.

Aiswarya, et al. (2019), realizaron una investigación **titulada** "Performance evaluation of subgrade soil stabilized using mango dry leaves ash" donde fijaron como **objetivo** mejorar las propiedades de la subrasante mediante la adición de cenizas de hojas secas de mango en diversas proporciones, como 4%, 8%, 12% y 16%. Se hizo uso de una **metodología** de tipo aplicada, de diseño experimental y de nivel explicativo; asimismo se recolectaron muestras de suelo disponible localmente a una profundidad de 0,5 m por debajo de la superficie del suelo. Y se usó como instrumentos a las fichas técnicas; lo que les permitió obtener los siguientes **resultados**: El valor de la densidad máxima seca (MDD) disminuyó a medida que los valores del contenido óptimo de humedad (OMC) aumentaron. El MDD disminuyó de 1840 a 1680 kg/m³, mientras que el OMC aumentó del 14% al 20%. Y el CBR aumentó progresivamente de 5,95% al 0% a 21,96% al 12%. Luego se redujo a 3,72% al 16%. Estos resultados mencionados les permitieron llegar a la **conclusión** de que el valor de CBR del suelo aumentó de 5,95% a 21,96% con la adición de 0% a 12% de ceniza y el valor óptimo de CBR se alcanza con la adición de 12% de ceniza de hojas secas de mango y también la densidad seca máxima del suelo disminuye con el aumento en el contenido de cenizas de hojas secas de mango de 1,84 gr/cm³ a 1,68 gr/cm³.

Nivel nacional

Guerrero y Vergara (2021) en su investigación **titulada** "Incorporación de ceniza de cáscara de arroz para incrementar el CBR en el afirmado, Jaén 2021" establecieron como **objetivo** proponer la incorporación de ceniza de cáscara de arroz (CCA) para incrementar el CBR del material para afirmado de la cantera del distrito de Jaén provincia de Cajamarca.

La **metodología** de la investigación fue de tipo aplicada y de diseño experimental (cuasiexperimental) con un enfoque cuantitativo, y de acuerdo a la evaluación de las muestras obtuvieron como **resultado** para la muestra patrón (0% CCA) un porcentaje de grava igual a 46.20%, un porcentaje de arena igual 38.28%, un porcentaje de finos igual a 15.52%, un límite líquido de 23.28%, un límite plástico de 19.43%, un índice de plasticidad de 3.85%, una MDS de 2.12 gr/cm³, un OCH de 8.28% y un CBR de 63.91% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, y para las muestras con incorporación de CCA en 2%, 4% y 6%, respecto al peso seco del material para afirmado, un índice de plasticidad de 6.03%, 5.93% y 5.49% respectivamente, una MDS de 2.12 gr/cm³, 2.06 gr/cm³ y 2.06 gr/cm³ respectivamente y un CBR de 69.16%, 76.92% y 52.83% respectivamente al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, por lo tanto llegaron a la **conclusión** que la muestra patrón cumplía con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para afirmados y que la incorporación de CCA en 2% y 4% mejoraba el CBR del afirmado, lográndose una dosificación al adicionar 4% de CCA.

Benel (2019) en su investigación **titulada** *"Influencia de la incorporación de fibra de yute en la resistencia mecánica del material de afirmado de la cantera "Bazán" - Cajamarca, 2017"* estableció como **objetivo** determinar la influencia de la incorporación de fibra de yute en la resistencia mecánica del material para afirmado de la cantera Bazán. La **metodología** de la investigación fue de tipo aplicada y de diseño experimental con un enfoque cuantitativo, y al analizar las muestras obtuvo como **resultado** para la muestra patrón (0% fibra de yute) un porcentaje de grava igual a 51.45%, porcentaje de arena igual a 40.21%, porcentaje de finos igual a 8.34%, límite líquido de 16.55%, MDS de 2.42 gr/cm³, OCH de 6.00%, desgaste Los Ángeles de 34.77% y CBR de 92.3% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, y para las muestras con incorporación de fibra de yute en 0.50%, 0.75% y 1.00%, respecto al peso seco del material para afirmado, un CBR de 101.0%, 110.0% y 113.0% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, respectivamente, por lo tanto llegó a la **conclusión** que el material de la cantera Bazán cumplía con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para afirmados y que la incorporación de fibra de yute en 0.50%, 0.75% y 1.00% mejoraba el CBR del afirmado, obteniéndose una dosificación óptima al incorporar 1.00% de fibra de yute.

Jave (2020) en su investigación **titulada** *"Propiedades físico-mecánicas de material para afirmado de la cantera El Gavilán con la adición de poliuretano en 2%, 4% y 6%"* fijó como **objetivo** determinar el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del material para afirmado con la incorporación de poliuretano. La **metodología** de la investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo y de diseño experimental (cuasiexperimental) con un

enfoque cuantitativo, y al evaluar las muestras obtuvo como **resultado** para la muestra patrón (0% poliuretano) una MDS de 2.110 gr/cm³ y un CBR de 7.82% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, y para las muestras con adición de poliuretano en 2%, 4% y 6%, respecto al peso seco de material para afirmado, una MDS de 2.172 gr/cm³, 2.100 gr/cm³ y 2.086 gr/cm³, respectivamente, y un CBR de 17.25%, 72.90% y 98.60% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, respectivamente, por lo tanto llego a la **conclusión** que la incorporación de poliuretano en 4% y 6% mejoraba las propiedades mecánicas del afirmado, lográndose una dosificación óptima al adicionar 6% de poliuretano.

Quevedo (2020) en su investigación **titulada** "*Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020*" fijó como **objetivo** determinar la influencia de la incorporación del jugo de saccharum officinarum en el CBR del afirmado de tipo procesado. La **metodología** de la investigación fue de tipo aplicada y de diseño experimental (cuasiexperimental) con un enfoque cuantitativo, y al evaluar las muestras obtuvo como **resultado** para la muestra patrón un porcentaje de grava igual a 56.9%, porcentaje de arena igual a 40.2%, porcentaje de finos igual a 2.9%, desgate Los Ángeles de 49.61%, límite líquido de 11.8%, MDS de 2.284 gr/cm³ y CBR de 71% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, y para las muestras con incorporación de jugo saccharum officinarum en 2%, 5% y 10% una MDS de 2.269 gr/cm³, 2.280 gr/cm³ y 2.355 gr/cm³, respectivamente, y un CBR de 74%, 18% y 4.4% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración, respectivamente, por lo tanto llegó a la **conclusión** que el material de la cantera Gárate cumplía con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para afirmados y que la incorporación de jugo saccharum officinarum en 2% mejoraba el CBR del afirmado de tipo procesado.

Cueva y Ciriaco (2020), que realizaron la investigación **titulada** "Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cáscara de arroz en calle integración –Chosica 2019", tiene como su **objetivo** general, el determinar la adicción de la ceniza de cáscara de arroz, influyendo en la estabilización de la subrasante, de la calle Integración - Chosica 2019, la muestra que se utilizó fue 2547 m² o 509.43 m, el cual está situada en la calle integración, utilizando calicatas con las siguientes progresivas: 1C 0+000, 2C 0+250 y 3C 0+509 , el diseño es experimental , donde recogió información anotando los resultados obtenidos al adicionar en porcentajes de CCA al 4% , 7% y 10% de los ensayos se realizó gráficos y se comparó de diferentes ensayos de la muestras en estado natural y muestras incorporando CCA, cuyos **resultados** fueron hechos mediante la norma ASTM y adaptada por el MTC , la investigación **concluye** que obtendremos una mejor resistencia del suelo en una dosificación de CCA a un 7% , 1.613 gr/cm³ que se ha obtenido en su densidad seca,

obteniendo óptimo contenido de humedad llegando hasta 15.1% en lo que es compactación y logrando un porcentaje de absorción de 1.8 al 10%, convirtiendo el suelo en más estable para una obra de pavimentación.

Nivel local

Larico (2021) en su investigación **titulada** “Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Callería, Ucayali 2021” estableció como **objetivo** mejorar la estabilidad del suelo con vidrio soluble para fines de uso como sub base, en el Distrito de Callería – Ucayali, por lo que la investigación tuvo un enfoque cuantitativo y la **metodología** fue de tipo aplicada y de diseño experimental. Al analizar el material de cantera obtuvieron como **resultados** que en la muestra patrón se obtuvo un CBR al 100% de 53% y el porcentaje de adición de Vidrio Soluble optimo fue de 4.65% obteniendo un CBR al 100% de 108%, por lo tanto llegaron a la **conclusión** que la muestra mejora en un 52% de valor añadiendo el porcentaje óptimo de Vidrio Soluble.

VI. MARCO TEORICO

PALMA ACEITERA

La palma aceitera, cuyo nombre científico es *Elaeis guineensis*, es una palmera de origen africano (Golfo de Guinea) que actualmente se cultiva en diversas partes del mundo, la cual se caracteriza por su alto rendimiento de aceite respecto a otros cultivos oleaginosos (Fort y Borasino 2016). De acuerdo con Rival y Levang (2014) esta planta se desarrolla únicamente en climas tropicales húmedos, y debido a que es natural del Golfo de Guinea es llamada también “Palma africana” (Loayza 2017).

Figura 1. Palma aceitera



Fuente: Silva et al. (2011)

Según Arce (2012) su fruto se caracteriza por ser una drupa que tiene más o menos forma ovoide. Está compuesto por el exocarpio o epidermo que tiene una textura lisa, el mesocarpio o pulpa que tiene un color amarillo-anaranjado y que es rico en aceite, el endocarpio o cuesco que recubre la almendra, y el endospermo (Forero et al. 2012)

Figura 2. Fruto de la palma aceitera



Fuente: Forero et al. (2012)

Se pueden obtener dos tipos de aceite del fruto de la palma, el primero se extrae de la pulpa (aceite crudo de palma) y el segundo se extrae de la almendra (aceite de palmiste) (Buzón 2009). Para la producción del primer tipo de aceite el fruto debe ser digerido y prensado, y para la producción del segundo tipo de aceite es necesario romper la nuez para separar el cuesco de la almendra (Van Dam 2016).

Entre los subproductos que se generan luego del aprovechamiento del fruto de la palma aceitera, se encuentran las cenizas que son producidas por la quema de la fibra (fibra de mesocarpio) y el cuesco (Silva et al. 2011), esta acción es llevada a cabo en las calderas para proporcionar energía térmica, la cual será aprovechada por las mismas plantas extractoras (Van Dam 2016).

Figura 3. Fibra y cuesco de la palma aceitera



Fuente: Paucar y Rubio (2021)

Por cada racimo de fruta fresca (RFF) procesado se obtiene entre 4 y 6 kg de ceniza, la cual se caracteriza por poseer una estructura granular y porosa, además de estar compuesta principalmente por partículas finas aunque también se pueden encontrar partículas de gran tamaño (Silva et al. 2011).

Figura 4. Ceniza de fibra y cuesco de palma aceitera



Fuente: Silva et al. (2011)

AFIRMADO

Se entiende por afirmado a aquella capa compactada que está compuesta por material granular natural o procesada y que debe cumplir con una gradación específica para su utilización en la construcción de carreteras no pavimentadas, ya que esta capa será la encargada de soportar directamente las cargas y esfuerzos del tránsito vehicular (Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública en carreteras).

El material granular puede provenir de la explotación de fuentes naturales o pueden ser fabricados mediante la trituración de rocas y gravas (Manual de Carreteras. Suelos, geología, geotécnia y pavimentos).

Si el afirmado es utilizado como superficie de rodadura entonces el material debe estar constituido principalmente por piedra y arena, y una pequeña porción de finos plásticos que actúe como ligante, con la finalidad de lograr la compactación requerida y obtener un CBR mayor al 40% (Manual para diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito).

Según Romero (2018) las características o propiedades del material de afirmado se clasifican en físicas y mecánicas, las cuales son:

a. Granulometría

La granulometría es una propiedad física de los agregados que en su conjunto constituyen el afirmado, y es importante porque indica la distribución porcentual en peso, de las partículas de diverso tamaño que componen el suelo (Copete et al. 2020).

b. Humedad

La humedad es una propiedad física de los agregados que en su conjunto constituyen el afirmado, y es importante porque indica el porcentaje de agua que contiene el suelo en su condición natural (Romero 2018).

c. Plasticidad

La plasticidad es una propiedad física de los agregados que en su conjunto constituyen el afirmado, y es importante porque indica la capacidad que tiene el suelo para deformarse sin presentar agrietamiento, sin rebote elástico y sin cambio de volumen, dentro de un rango específico de humedad (Romero 2018).

d. Resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión es una propiedad mecánica de los agregados que en su conjunto constituyen el afirmado, y es importante porque indica la capacidad que tienen los agregados gruesos de cierto tamaño para resistir el desgaste producido por fuerzas externas (Norma Técnica Peruana 400.019).

e. CBR

El CBR es una propiedad mecánica de los agregados que en su conjunto constituyen el afirmado, y es importante porque indica la capacidad resistente del suelo ante la aplicación una carga para producir una penetración específica (Morales et al. 2009).

Según el Manual de Carreteras EG-2013 para determinar la calidad del material de afirmado se deben evaluar las siguientes propiedades o características:

- Granulometría : A-1
- Desgaste los ángeles : 50% máx.
- Límite líquido : 35% máx.
- Índice de plasticidad : 4-9%.
- CBR al 100% de la MDS : 40% mín.

Los procedimientos, materiales y equipos a utilizar en cada uno de los ensayos mencionados en la Tabla 1 se encuentran detallados en el Manual de Ensayos de Materiales, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 1. Ensayos para determinar la calidad del afirmado

Material	Propiedades o características	Método de ensayo
Afirmado	Granulometría	MTC E 204
	Límites de consistencia	MTC E 110, 111
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207
	Densidad-Humedad	MTC E 115
	CBR	MTC E 132
	Compactación	MTC E 117

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013 (2014)

Ensayo de análisis granulométrico:

Consiste en determinar la granulometría de los suelos mediante el tamizado de los agregados y la sedimentación de los finos.

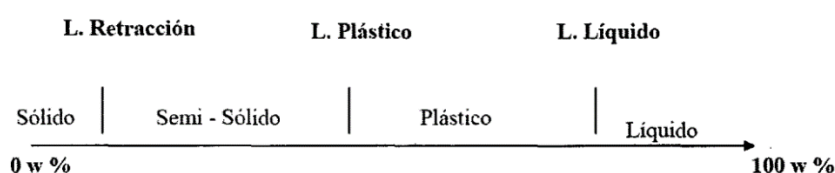
Ensayo de Los Ángeles:

Consiste en determinar la degradación de los agregados gruesos con un tamaño menor a 37.5 mm luego de ser introducidos en la máquina de Los Ángeles (Norma Técnica Peruana 400.019).

Ensayo de límites de atterberg:

Consiste en determinar el contenido de humedad (W%) para el cual el suelo se comporta como un material plástico (límite plástico) o como un fluido viscoso (límite líquido) (Braja 2015).

Figura 5. Límites de atterberg



Fuente: Ocon J. (2013)

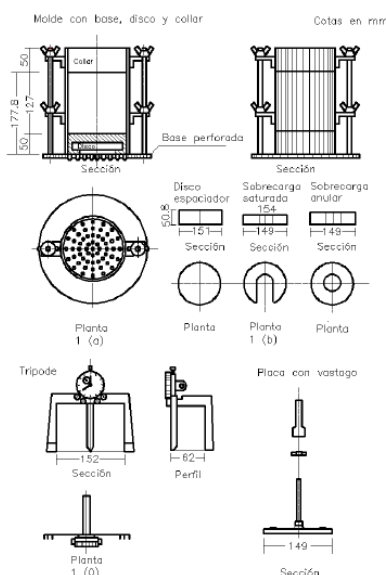
Ensayo de Proctor modificado:

Consiste en determinar las relaciones entre el contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo, previa compactación del mismo, con la finalidad de hallar la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH) utilizando el gráfico de la curva Humedad-Densidad Seca.

Ensayo de CBR:

Consiste en determinar la resistencia del suelo al ser sometido a un esfuerzo cortante bajo ciertas condiciones de humedad y densidad (Nuñez 2014).

Figura 6. Equipo modificado para el ensayo de CBR



Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (2016)

VII. METODOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Vargas (2009) la investigación aplicada tiene como característica principal asimilar los conocimientos teóricos para luego convertirlos en conocimientos prácticos con la finalidad de resolver problemas, mejorando de esta manera las condiciones de vida de la sociedad, además de generar nuevos conocimientos que tienen una aplicación directa a corto o mediano plazo.

En ese sentido la presente investigación es de tipo aplicada ya que de lograr resultados favorables se podrían utilizar las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera para mejorar la calidad de los afirmados utilizados como capa de rodadura en las carreteras no pavimentadas pertenecientes a la Red Vial Departamental y Red Vial Vecinal de Ucayali.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio, entonces la investigación explicativa se encargará de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto, en este sentido, los

estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas como de los efectos (Arias 2012).

Por lo tanto, la presente investigación es de nivel explicativo ya que se determinará la influencia de la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera, que es la variable independiente, sobre las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui, que es la variable dependiente.

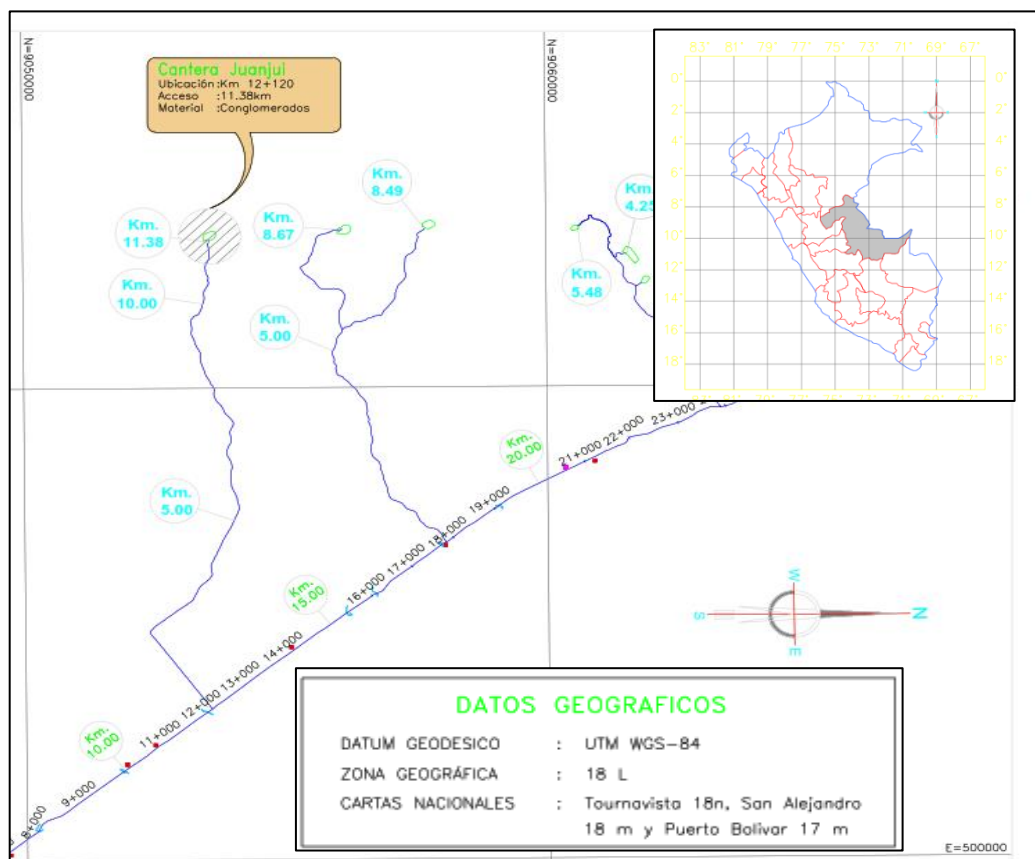
7.1 Lugar de estudio

La presente investigación se desarrollará en Ucayali, uno de los veinticuatro departamentos que conforman el Perú, ya que la cantera Juanjui se encuentra dentro del distrito de Neshuya, uno de los cinco distritos que pertenecen a la provincia de Padre Abad.

Según el sistema UTM WGS-84 la cantera Juanjui se ubica en la zona geográfica 18 L y sus coordenadas son:

- Norte : 9,053,614.4 m
- Este : 487,017.5 m

Figura 7. Ubicación de la cantera Juanjui



Fuente: Elaboración propia

7.2 Población y tamaño de muestra

Población

Según Arias (2012) la población de estudio está conformada por todos aquellos elementos, ya sean finitos o infinitos, que comparten las mismas características y a los que se pueden extender las conclusiones obtenidas en la investigación.

Por lo tanto, la población de estudio considerada en la presente investigación estará conformada por el material de afirmado de la cantera Juanjui.

Muestra

Según Arias (2012) la muestra está conformada por una parte representativa de la población de estudio, es decir, la cantidad de elementos que conforman la muestra nos deben permitir generalizar los resultados obtenidos al resto de la población de estudio.

En el caso de la presente investigación las muestras estarán conformadas por el material de afirmado extraído de la cantera Juanjui, específicamente de la calicata C-1, a las cuales se adicionará cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en 0% (Muestra patrón), 9%, 12% y 15%, respecto al peso seco del material de afirmado. Se utilizará las siglas CFC en vez de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera.

Tabla 2. Cantidad de ensayos por unidad de muestra

Método de ensayo	Muestras con adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera			
	0% CFC	9% CFC	12% CFC	15% CFC
MTC E 108	1	1	1	1
MTC E 204	1	1	1	1
MTC E 110, 111	1	1	1	1
MTC E 207	1	-	-	-
MTC E 132	1	1	1	1
MTC E 115	1	1	1	1
Total	6	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, el Manual de Carreteras EG-2013 recomienda también verificar la calidad del afirmado compactado en campo, por lo cual se deberán extraer dos muestras de cada

tramo de prueba. Una muestra será utilizada para determinar el CBR en campo (MTC E 132) y la otra para determinar la densidad seca en campo (MTC E 117).

7.3 Métodos, uso de materiales, equipos o insumos

a) Diseño de muestreo

Según Román (2017) el muestreo por conveniencia, que es un tipo de muestreo no probabilístico, se caracteriza porque el investigador selecciona las muestras de acuerdo a su criterio.

En la presente investigación las muestras estarán determinadas por la cantidad de ensayos requeridos para cumplir con los objetivos planteados, por lo tanto el método de muestreo es no probabilístico.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros

La presente investigación iniciará con la obtención del material de afirmado de la cantera Juanjui, en cantidad suficiente para los ensayos de laboratorio. Para esta tarea se deberá realizar una calicata de aproximadamente 1.5 metros de profundidad (Calicata C-1), por lo que será necesario contar con palas, picos, sacos, pizarra y 2 ayudantes.

Luego de acomodar el material de afirmado en los sacos, estos serán trasladados hasta el laboratorio Geotecnia y Servicios E.I.R.L., lugar donde se realizarán todos los ensayos requeridos en la presente investigación. Para esta tarea se deberá contar con un camioneta de gran espacio en la parte de atrás.

Una vez descargados todos los sacos en el laboratorio, se procederá a esparcir el material de afirmado sobre el suelo para dejarlo secar por un día. Para esta tarea se deberá contar con lonas de plástico para evitar el contacto directo del material de afirmado con el suelo.

Después de esparcir el material de afirmado se procederá a recoger las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera producida por la planta extractora de la empresa OLAMSA, que está ubicada en Neshuya (km 59.8), en cantidad suficiente para los ensayos de laboratorio requeridos en la presente investigación y para la ejecución de la prueba piloto. Para esta tarea se deberá contar con palas, sacos, pizarra, 2 ayudantes y una camioneta de gran espacio en la parte de atrás.

Una vez descargados los sacos llenos de ceniza en el laboratorio, se procederá a preparar las muestras para cada uno de los ensayos requeridos en la presente investigación. Para esta tarea se deberá contar con tamiz N° 40, bandeja, horno y bolsa de 1kg.

Inmediatamente después de preparar las muestras con adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en 0%, 9%, 12% y 15%, respecto al peso seco del material de afirmado, se realizarán los ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de atterberg, desgaste de Los Ángeles, Proctor modificado y CBR. Para cada uno de los ensayos mencionados anteriormente se requerirá lo siguiente:

- Contenido de humedad: Tara, balanza de 45 kg.
- Análisis granulométrico: Balanza de 45 kg, balanza de gramos, tamiz de 2", 1", 3/8", 4", N° 10, N° 40 y N° 200.
- Límites de atterberg: Equipo de Casagrande, balanza gramera, agua, espátula, capsula de acero.
- Desgaste de Los Ángeles: Balanza de 45 kg, máquina de los Ángeles, tamiz de 12", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 10, N° 40 y N° 200.
- Proctor modificado: Balanza de 45 kg, equipo de Proctor modificado, horno, bandeja, tamiz de 3/4" y 3/8".
- CBR: Balanza de 4 kg, probeta volumétrica de 1 litro, bandeja, equipo de ensayo de cbr, tamiz de 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" y 5/8".

Una vez obtenidos los resultados del laboratorio se procederá a realizar la prueba piloto que será llevada a cabo en la Av. Universitaria con intersección de la Av. Tupac Amaru (al costado del recreo Vergelito). Para esta tarea será necesario volver a recoger el material de afirmado de la cantera Juanjui en cantidad suficiente para la construcción de los dos tramos de prueba, por lo que se deberá contar con un camión de 3 Tn, palas, picos, buguis y 4 ayudantes

La descarga del material de afirmado se realizará cerca a la zona donde se ejecutarán los tramos de prueba, por lo que se deberá contar con lonas de plástico para evitar el contacto directo del material de afirmado con el suelo.

Antes de iniciar con los trabajos de campo se deberá recoger las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera que se dejaron almacenadas en sacos en el laboratorio Geotecnia y Servicios E.I.R.L. Para esta tarea se deberá contar con una camioneta de gran espacio en la parte de atrás.

La ejecución de la prueba piloto consistirá en la construcción de dos tramos de prueba de 6 m de ancho por 10 m de largo con una capa de rodadura de 150 mm de espesor. Para esta tarea se deberá contar con una retroexcavadora, palas, vibro apisonadores, regla de aluminio y 4 ayudantes.

Finalmente se procederá a extraer las muestras respectivas para determinar la densidad seca y el cbr del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera, para ello se realizarán los ensayos de cono de arena y CBR.

c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

Objetivo específico 1: Determinar la calidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui de acuerdo con el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como capa de rodadura.

Se analizará la granulometría, límite líquido, índice de plasticidad, desgaste de Los Ángeles y CBR al 100% de la MDS de la muestra patrón (0% CFC) para determinar si el material de afirmado de cantera Juanjui cumple con los parámetros mínimos establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como capa de afirmado.

Objetivo específico 2: Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

Se analizarán las muestras con adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en 0% (Muestra patrón), 9%, 12% y 15%, respectivamente, para determinar la influencia de esta ceniza sobre el índice de plasticidad (propiedad física) del material de afirmado de la cantera Juanjui.

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

Se analizarán las muestras con adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en 0% (Muestra patrón), 9%, 12% y 15%, respectivamente, para determinar la influencia de esta ceniza sobre la máxima densidad seca (propiedad mecánica) del material de afirmado de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

Objetivo específico 4: Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el cbr del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

Se analizarán las muestras con adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en 0% (Muestra patrón), 9%, 12% y 15%, respectivamente, para determinar la influencia de esta ceniza sobre el cbr del material de afirmado de la cantera Juanjui para su uso como

capa de rodadura. La dosificación óptima será el porcentaje con el que se logre un mayor cbr.

Objetivo específico 5: Determinar el grado de compactación del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto.

Se analizarán las muestras obtenidas luego de ejecutar la prueba piloto para determinar la densidad seca que tendría el afirmado compuesto por el material de afirmado de la cantera Juanjui con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera.

Objetivo específico 6: Determinar el cbr del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto.

Se analizarán las muestras obtenidas luego de ejecutar la prueba piloto para determinar el cbr de campo que tendría el afirmado compuesto por el material de afirmado de la cantera Juanjui con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera.

d) Aplicación de prueba estadística inferencial

No se realizará la aplicación de pruebas estadísticas ya que las hipótesis planteadas en la presente investigación serán verificadas mediante los resultados obtenidos en el laboratorio.

7.4 Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

Objetivo específico 1: Determinar la calidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui de acuerdo con el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como capa de rodadura.

Tabla 3. *Tabla de recolección de datos para el primer objetivo específico*

Propiedad o característica		Muestra patrón (0% CFC)
Granulometría	Grava (%)	-
	Arena (%)	-
	Finos (%)	-
Limite Liquido (%)		-
Índice de Plasticidad (%)		-
Desgaste de los Ángeles (%)		-
CBR al 100% de la MDS (%)		-

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 2: Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

Tabla 4. *Tabla de recolección de datos para el segundo objetivo específico*

Propiedad o característica	Muestras con adición de ceniza			
	0% CFC	9% CFC	12% CFC	15% CFC
LL (%)	-	-	-	-
LP (%)	-	-	-	-
IP (%)	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

Tabla 5. *Tabla de recolección de datos para el tercer objetivo específico*

Propiedad o característica	Muestras con adición de ceniza			
	0% CFC	9% CFC	12% CFC	15% CFC
MDS (gr/cm ³)	-	-	-	-
OCH (%)	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 4: Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el cbr del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.

Tabla 6. *Tabla de recolección de datos para el cuarto objetivo específico*

Propiedad o característica	Muestras con adición de ceniza			
	0% CFC	9% CFC	12% CFC	15% CFC
CBR al 100% de la MDS (%)	-	-	-	-
CBR al 95% de la MDS (%)	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 5: Determinar el grado de compactación del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto.

Tabla 7. *Tabla de recolección de datos para el quinto objetivo específico*

Propiedad o característica	Muestra del afirmado compactado en campo sin adición de CFC	Muestra del afirmado compactado en campo con adición de CFC
Densidad seca (gr/cm ³)	-	-
Grado de compactación (%)	-	-

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 6: Determinar el cbr del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto.

Tabla 8. *Tabla de recolección de datos para el sexto objetivo específico*

Propiedad o característica	Muestra del afirmado compactado en campo sin adición de CFC	Muestra del afirmado compactado en campo con adición de CFC
CBR (%)	-	-

Fuente: Elaboración propia

VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se contempla para el proyecto el siguiente cronograma

ACTIVIDADES DEL INFORME DE TESIS	DURACIÓN EN DÍAS	COMIENZO	FIN
Capítulo I: Planteamiento del problema	1	01/10/2022	02/10/2022
Capítulo II: Marco Teórico	5	02/10/2022	07/10/2022
Capítulo III: Metodología de la investigación	1	07/10/2022	08/10/2022
Capítulo IV: Resultados	31	08/10/2022	08/11/2022
Extracción y traslado de las muestras de cantera	1	08/10/2022	09/10/2022
Secado de las muestras de cantera	1	08/10/2022	09/10/2022
Recolección de las cenizas	1	09/10/2022	10/10/2022
Preparación de las muestras	1	09/10/2022	10/10/2022

Ensayos de laboratorio	15	10/10/2022	25/10/2022
Ejecución de la prueba piloto	3	25/10/2022	28/10/2022
Ensayos de campo (Cono de arena y CBR)	4	28/10/2022	01/11/2022
Recopilación de datos en fichas	22	10/10/2022	01/11/2022
Procesamiento y análisis de datos con Excel	7	01/11/2022	08/11/2022
Capítulo V: Discusión de resultados	1	08/11/2022	09/11/2022
Conclusiones	1	09/11/2022	10/11/2022
Recomendaciones	1	09/11/2022	10/11/2022
Referencias Bibliográficas	1	09/11/2022	10/11/2022
Revisión final	15	10/11/2022	25/11/2022
Sustentación	15	25/11/2022	10/12/2022

ACTIVIDADES DEL INFORME DE TESIS	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES											
	Octubre				Noviembre				Diciembre			
Capítulo I: Planteamiento del problema												
Capítulo II: Marco Teórico												
Capítulo III: Metodología de la investigación												
Capítulo IV: Resultados												
Extracción y traslado de las muestras												
Secado de las muestras de cantera												
Recolección de las cenizas												
Preparación de las muestras con ceniza												
Ensayos de laboratorio												
Ejecución de la prueba piloto												
Ensayos de campo												
Recopilación de datos en fichas												
Procesamiento y análisis de datos												
Capítulo V: Discusión de resultados												
Conclusiones												
Recomendaciones												
Referencias Bibliográficas												
Revisión final												
Sustentación												

IX. PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el presupuesto contemplado para el presente proyecto:

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	
Bienes				S/	105.00
Materiales e insumos				S/	105.00
Ceniza de palma aceitera	kg	50.00	0.00	S/	0.00
Papel Bond	paquete	1.00	15.00	S/	15.00
Sacos	und	20.00	1.00	S/	20.00
Pizarra	und	1.00	25.00	S/	25.00
Regla de aluminio	und	1.00	45.00	S/	45.00
Servicios				S/	4,890.00
Equipos				S/	1,480.00
Herramientas manuales	glb	1.00	100.00	S/	100.00
Buggy	glb	1.00	200.00	S/	200.00
Camión de carga de 3 Tn	viaje	1.00	500.00	S/	500.00
Camioneta con tolva	viaje	3.00	100.00	S/	300.00
Retroexcavadora	hm	2.00	110.00	S/	220.00
Vibro apisonadora	hm	2.00	80.00	S/	160.00
Mano de obra				S/	200.00
Ayudantes	persona	4.00	50.00	S/	200.00
Ensayos de laboratorio				S/	2,450.00
Contenido de humedad	und	4.00	25.00	S/	100.00
Análisis granulométrico	und	4.00	50.00	S/	200.00
Desgaste de Los Ángeles	und	1.00	150.00	S/	150.00
Límites de atterberg	und	4.00	100.00	S/	400.00
Proctor modificado - CBR	und	4.00	400.00	S/	1,600.00
Ensayos de campo				S/	560.00
Cono de arena	und	2.00	80.00	S/	160.00
CBR	und	2.00	200.00	S/	400.00
Gastos de operación				S/	200.00
Alquiler de laptop	glb	1.00	100.00	S/	100.00
Impresión y anillado	glb	1.00	100.00	S/	100.00
Total parcial				S/	4,995.00
Imprevistos (7% del total parcial)				S/	349.65
Total				S/	5,344.65

X. BIBLIOGRAFÍA

- Arce Góngora, J. (2012). *Palma Aceitera, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta*. Iquitos, Perú: IIAP.
- Arias Odón, F. G. (2012). *Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica* (6 ed.). Caracas, Venezuela: Episteme. Obtenido de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Atiquipa Nieto, O., & Rosalino Orozco, G. (2018). *Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/1907>
- Benel Cerna, S. (2019). *Influencia de la incorporación de fibra de yute en la resistencia mecánica del material de afirmado de la cantera "Bazán" - Cajamarca, 2017*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/14936>
- Braja, M. D. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (4ta ed.). Ciudad de México, México: Cengage Learning.
- Buzón Ojeda, J. (2009). Uso del Cuesco de la Palma Africana en la fabricación de Adoquines y Bloques de Mampostería. *Séptima Conferencia Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería y Tecnología*. San Cristóbal, Venezuela: LACCEI. Obtenido de <https://laccei.org/blog/laccei-proceedings/>
- Carvajal Ortégón, N. A., Rincón Plazas, D. A., & Zarate Ramírez, J. G. (2018). *Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la Esmeralda mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros*. Ibagué, Colombia. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13832/1/2018_mejoramiento_%20material_afirmado.pdf
- Chauca Reyes, W. G. (2021). *Estudio comparativo de la influencia de aditivos químicos y rellenos en la efectividad de la estabilización de suelos orgánicos con cemento*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/22069>

- Copete Lozano, S., Ordóñez Castillo, D. C., & López Díaz, V. A. (2020). *Caracterización de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas de los materiales pétreos empleados para elaboración de concretos para pavimentos rígidos en el municipio de Girardot y poblaciones circunvecinas*. Cundinamarca, Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios. Obtenido de <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/12083>
- Díaz Córdova, R. R., & Cardozo Huanci, M. (2018). *Diseño de pavimento a nivel de afirmado del camino vecinal SM-533 EMP.PE5N (Puente Tonchima)- EMP- SM-504 (Sector Shica) L=9+530 KM, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, Región San Martín*. Tarapoto, Perú: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/2952>
- Forero Hernández, D. C., Hormaza Martínez, P. A., Moreno Caicedo, L. P., & Ruíz Romero, R. (2012). *Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite*. Bogotá, Colombia: Cenipalma. Obtenido de <https://repositorio.fedepalma.org/bitstream/handle/123456789/107644/Generalidades%20sobre%20la%20morfolog%C3%ADa%20y%20fenolog%C3%ADa%20de%20la%20palma%20de%20aceite.pdf?sequence=1>
- Fort, R., & Borasino, E. (2016). *¿Agroindustria en la Amazonía?: Posibilidades para el desarrollo inclusivo y sostenible de la palma aceitera en el Perú*. Lima, Perú: GRADE. Obtenido de https://www.grade.org.pe/wp-content/uploads/LIBROGRADE_palma.pdf
- Gobierno Regional de Ucayali. (2021). *Diagnóstico de brechas del Gobierno Regional de Ucayali - Programación Multianual de Inversiones 2022-2024*. Pucallpa, Perú: El Peruano.
- Guerrero Estela, J. R., & Vergara Becerra, E. (2021). *Incorporación de ceniza de cáscara de arroz para incrementar el CBR en el afirmado, Jaén 2021*. Lima, Perú. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/69541/Guerrero_EJR-Vergara_BE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jave Arteaga, J. A. (2020). *Propiedades físico-mecánicas de material para afirmado de la cantera El Gavilán con la adición de poliuretano en 2%, 4% y 6%*. Cajamarca, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24717/Jave%20Arteaga%20%20Jhimy%20Anthony.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Larico García, R. (2021). *Mejoramiento de material de cantera para sub base incrementando el CBR por adición de vidrio soluble, distrito Calleria, Ucayali 2021*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/83979/Larico_GR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Llanos Chimbor, L. G. (2019). *Factores que más influyen en el deterioro de las carreteras no pavimentadas (afirmadas) de Cajamarca – Santa Barbara, Cajamarca – Tres Molinos, Cajamarca – Cumbe Mayo, Cajamarca 2017*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/23558>
- Loayza Aylas, J. N. (2017). *Plantación, tratamiento, cosecha y comercialización de palma aceitera*. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/3170>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública en carreteras*. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual para diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para construcción*. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras. Suelos geologías, geotécnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos*. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2022). *Boletín Estadístico 2021 - II Semestre*. Lima, Perú: El Peruano.
- Nesterenko Cortes, D. (2018). *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú*. Lima, Perú: Universidad de Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/3474>
- Norma Técnica Peruana 400.019. (2002). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles*. Lima, Perú: El Peruano.

- Núñez Álvarez, J. (2014). *Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas*. Lima, Perú: Universidad de Piura.
- Ocon Infante, J. (2013). *Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/688>
- Paucar Caiza, W. A., & Rubio Aguiar, R. J. (2021). Caracterización físico-química del cuesco y fibra obtenidos del procesamiento de palma africana para un aprovechamiento eficiente de la energía térmica en calderas. *Perspectivas*, Vol. 6(21), pág. 110-126. doi:<https://doi.org/10.26620/uniminuto.perspectivas.6.21.2021.110-126>
- Quevedo Sánchez, K. A. (2020). *Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020*. Moyobamba, Perú. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51519/Quevedo_SK_A-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rival, A., & Levang, P. (2014). *La palma de la controversia: La palma aceitera y los desafíos del desarrollo*. Bogor, Indonesia: CIFOR. Obtenido de <https://www.cifor.org/knowledge/publication/5097/>
- Rojas Marulanda, J. R., Eduardo Vargas, Y., & Maritza Gutierrez, Y. (2020). *Estabilización de afirmado con ceniza proveniente de desechos de cascarilla de café para aplicar en suelos de construcción de vías*. Ibagué, Colombia. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17462/1/2020_RojasVargasGutierrez_%20Estabilizaciondeafirmado.pdf
- Silva Ramírez, A. S., Garzón González, E. M., Yáñez Angarita, E. E., & Ramírez Contreras, N. E. (2011). *Caracterización y manejo de subproductos del beneficio del fruto de palma de*. Bogotá, Colombia: CENIPALMA. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1327>
- Van Dam, J. (2016). Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa. *Palmas*, Vol. 37(Especial, Tomo II), pág. 149-156. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11930>
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación científica: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, Vol. 33(1), pág. 155-165. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

XI. ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿En qué medida las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera influyen en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura en carreteras no pavimentadas?	Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.	La adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera mejorará en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.	Cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera	D1: Dosificación respecto al peso seco del material de afirmado	I1: 0%
					I2: 9%
					I3: 12%
					I4: 15%
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS	V. DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuál es la calidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui de acuerdo con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como capa de afirmado?	Determinar la calidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui de acuerdo con el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como capa de rodadura.	El material de afirmado extraído de la cantera Juanjui cumple con los parámetros mínimos establecidos en el Manual de Carreteras EG-2013 para su uso como capa de rodadura.	Propiedades físico-mecánicas del material de la cantera Juanjui para afirmado	D1: Calidad del material de afirmado de la cantera Juanjui.	I1: Granulometría (%)
					I2: Límite líquido (%)
¿Cómo influye la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura?	Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el índice de plasticidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.	La adición de cenizas de fibra y cuesco de la palma aceitera aumentará el índice plasticidad del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.			I3: Índice de plasticidad (%)
					I4: Desgaste de los Ángeles (%)

¿Cuál es la influencia de la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material extraído de la cantera Juanjui que se utilizará como afirmado?	Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en la máxima densidad seca del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.	La adición de cenizas de fibra y cuesco de la palma aceitera aumentará la máxima densidad seca del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.			I5: Máxima densidad seca (gr/cm3)
					I6: CBR al 100% de la MDS (%)
¿Cómo influye la adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el cbr del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura?	Determinar la influencia de las cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera en el cbr del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.	La adición de cenizas de fibra y cuesco de la palma aceitera aumentará el cbr del material de afirmado extraído de la cantera Juanjui para su uso como capa de rodadura.		D2: Propiedades del material de afirmado con adición de cenizas en 0%, 9%, 12% y 15%, respectivamente.	I1: Índice de plasticidad (%)
					I2: Máxima densidad seca (gr/cm3)
¿Cuál es el grado de compactación del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto?	Determinar el grado de compactación del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto.	El grado de compactación del afirmado compactado en campo aumentará al adicionar cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera para la dosificación óptima.			I3: CBR al 100% de la MDS (%)
					I4: CBR al 95% de la MDS (%)
¿Cuál es el cbr del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto?	Determinar el cbr del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera usado como capa de rodadura en la prueba piloto.	El cbr del afirmado compactado en campo aumentará al adicionar cenizas de fibra y cuesco de palma aceitera para la dosificación óptima.		D3: Propiedades del afirmado compactado en campo con y sin adición de cenizas.	I1: Grado de compactación (%)
					I2: CBR en campo (%)