



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020”**

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

**AUTOR:**

Quevedo Sánchez, Kevin Anthony (ORCID: 0000-0002-0014-0340)

**ASESOR:**

Mg. Cornejo Saavedra, Gustavo Ivanovich (ORCID: 000-0002-7673-5148)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**MOYOBAMBA – PERÚ**

**2020**

## Dedicatoria

A Dios por brindarme la vida, guiarme y darme la fuerza en mi camino para seguir adelante.

Para mis padres y hermanas quienes me brindaron su apoyo incondicional en todo momento durante mis estudios y que a pesar de los obstáculos presentes siempre estuvieron aconsejándome para poder continuar y lograr mis metas trazadas.

## Agradecimiento

Doy gracias a dios porque gracias a Él he podido lograr esta meta, por guiarme hasta donde he llegado y por bendecirme siempre en mi camino.

Agradezco a mis padres a mis hermanas por su apoyo, consejo y confianza incondicional, sin ellos esto no hubiera sido posible.

Doy gracias a mi asesor Ing. Gustavo Ivanovich Cornejo Saavedra por su orientación y enseñanza, a la vez a mis compañeros de la Carrera de Ingeniería Civil por el apoyo durante la investigación.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO:.....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis: .....	13
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Métodos de análisis de datos .....	21
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS:.....	22
V. DISCUSIÓN.....	29
VI. CONCLUSIONES .....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS .....	42

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Diseño de investigación. ....	11
<b>Tabla 2.</b> Accesibilidad a la cantera Gárate. ....	13
<b>Tabla 3.</b> Unidad de análisis. ....	14
<b>Tabla 4.</b> Resultados del ensayo de contenido de humedad .....	23
<b>Tabla 5.</b> Resultados del ensayo análisis granulométrico .....	24
<b>Tabla 6.</b> Resultado de Abrasión.....	25
<b>Tabla 7.</b> Resultados del ensayo de Límite Líquido .....	25
<b>Tabla 8.</b> Resultados del ensayo de Proctor Modificado .....	26
<b>Tabla 9.</b> Resultados químicos del jugo de saccharum officinarum. ....	27
<b>Tabla 10.</b> Resultados de los ensayos de CBR 95% de la máxima densidad seca .....	28
<b>Tabla 11.</b> Resultados del presupuesto de un afirmado convencional .....	29
<b>Tabla 12.</b> Resultados del presupuesto de un afirmado + 2% de jugo.....	29
<b>Tabla 13.</b> Comparación de los resultados de la máxima densidad seca .....	32
<b>Tabla 14.</b> Comparación de los resultados del óptimo contenido de humedad .....	32
<b>Tabla 15.</b> Comparación de resultados al 95% de la máxima densidad seca para CBR 0.1”.....	33
<b>Tabla 16.</b> Comparación de resultados al 95% de la máxima densidad seca para CBR 0.2”.....	33

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar mediante un estudio experimental, que efectos produce la incorporación de jugo de saccharum officinarum en la capacidad de resistencia del afirmado de tipo procesado. El material para realizar los ensayos se obtuvo de la cantera Gárate ubicada en el distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín y el jugo de saccharum officinarum también se obtuvo de dicho distrito. Los resultados de los ensayos realizados indican: Contenido de Humedad 3.357%, análisis Granulométrico dentro del uso granulométrico A-1, una abrasión de 49.61%, Límite líquido de 11.8%, el material no tiene límite Plástico ya que es bien graduada, del Proctor Modificado se obtiene una densidad de 2.284 gr./cm<sup>3</sup> en la muestra patrón, con 2% de jugo es 2.269 gr./cm<sup>3</sup> ,con 5% es 2.280gr./cm<sup>3</sup> y para el 10% de jugo es de 2.355 gr./cm<sup>3</sup> del ensayo de CBR para una 0.1" y 0.2" penetración el que tuvo mayor índice fue adicionando 2% de jugo consiguiendo un CBR de 74% y 144%. También se realizó un análisis de costo por metro cúbico con adición del 2% de jugo siendo mayor a un afirmado convencional y a la vez con mayor resistencia en su CBR.

**Palabra clave:** Afirmado, CBR, Jugo de saccharum, officinarum.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out with the aim of determining by means of an experimental study the effects of the incorporation of saccharum officinarum juice on the resistance capacity of the affirmed of processed type. The material for the trials was obtained from the Gárate quarry located in the district of Soritor, Moyobamba Province, San Martín Department and the saccharum officinarum juice was also obtained from that district. The results of the tests carried out indicate: Moisture content 3.357%, Granulometric analysis within the granulometric use A-1, an abrasion of 49.61%, Liquid limit of 11.8%, the material has no limit Plastic as it is well graduated, of the Modified Proctor a density of 2.284 gr /cm<sup>3</sup> is obtained. /cm<sup>3</sup> in the standard sample, with 2% juice is 2.269 gr. /cm<sup>3</sup>, with 5% is 2.280gr. /cm<sup>3</sup> and for 10% juice is 2.355 gr. /cm<sup>3</sup> of the CBR trial for a 0.1" and 0.2" penetration which had the highest rate was adding 2% juice getting a CBR of 74% and 144%. A cost analysis was also performed per cubic meter with the addition of 2% juice being greater than a conventional affirmed and at the same time with greater resistance in its CBR.

**Keywords:** Affirmed, CBR, Juice of saccharum, officinarum.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el crecimiento demográfico constante del país exige la construcción de caminos y vías de acceso a los lugares más complicados de nuestra geografía con el propósito de lograr una integración entre dichas zonas con los centros económicos más cercanos para la adquisición de los productos alimenticios que se cosechan en zonas rurales. (ATIQUIPA, O. Y ROSALINO, G., 2018). Las vías son esenciales para una ciudad en desarrollo porque permite la interrelación y comunicación. Por lo tanto el afirmado en estos caminos debe ser reforzado con materiales que le otorguen una compactación resistente.

El problema de las vías es una dificultad, no solo en nuestro país, sino también en el ámbito internacional, pues en la provincia de Tungurahua-Ecuador, Oscar Perez (2015) manifiesta que muchas vías están en mal estado y su recuperación es limitado por el alto número de exigencias locales, pero las necesidades de nuestros pueblos son primordiales y básicas, que conllevan a estudiar alternativas de solución en cuanto a vías. Finalmente, la vía La Libertad - San Jorge del Cantón Patate, se encuentra en condiciones desfavorables, afectando socialmente a los habitantes del sector. Además, Erick Gavilanes (2015) en su estudio asevera que los suelos de Quito presentan características muy diferentes a lo largo de la ciudad con presencia de humedad.

En el ámbito nacional en la ciudad de Trujillo, Robles, J. (2016) muestra serias deficiencias en el tramo de los caseríos de La Unión y Huaynas, distrito de Huaso, provincia de Julcán, La Libertad como: superficie de rodadura en pésimo estado con baches, y se agrava más en épocas de lluvia, su drenaje es insuficiente y causa erosión. En Lima-Perú, Atiquipa, O. y Rosalino, G. (2018) sostienen que en el Perú se encuentran muchos caminos sin pavimentar o no poseen una estructura adecuada y que requieren solución, ya sea con afirmados simples, pavimentación flexible, rígida o mixta. Los problemas que presentan las vías tienen mucho que ver con la composición del afirmado.



En el ámbito local Ricardo Díaz y Maymiguen Cardozo (2018) afirma que los caminos vecinales de Moyobamba y sus distritos se encuentran en pésimas condiciones, generado por la inadecuada capa de afirmado, una mala estabilización de esta y una inoperatividad de sus cunetas. Es por eso, se presenta esta investigación que consistirá en una estabilización química con jugo de saccharum officinarum en diferentes porcentajes para la elaboración de un afirmado tipo procesado, para así lograr un porcentaje mayor de resistencia de esta técnica de estabilización, y poder seguir aplicando en nuestro país para su mejora en cuanto a sus suelos de infraestructuras viales.

La investigación propuso como problema general: ¿Cómo influye la incorporación de jugo de saccharum officinarum en la capacidad de resistencia del afirmado de tipo procesado, Moyobamba, 2020?, y como problemas específicos: ¿Serán adecuadas las propiedades física y mecánicas del afirmado del tipo procesado para la aplicación de jugo saccharum officinarum?, ¿Cuáles son las propiedades químicas del jugo de saccharum officinarum?, ¿Es posible mejorar los resultados del ensayo de CBR al adicionar jugo de saccharum officinarum al afirmado tipo procesado? y por último ¿Cuál será el costo de la elaboración de un metro cúbico de afirmado de tipo procesado con adición de jugo saccharum officinarum?.

El presente trabajo se justifica en los siguientes criterios: teóricamente debido que la investigación permitió generar nuevos aportes que servirán para apoyar y/o fortalecer teorías relacionadas al tema, así mismo para poder plantear hipótesis etiológicas para nuevas investigaciones.

La justificación práctica permitió conocer la influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado tipo procesado, la misma que se orienta a un diseño técnico e innovador mediante resultados óptimos que servirán para la ejecución de proyectos destinados a la estabilización de suelos.

La presente investigación fue conveniente desarrollarla ya que permitió conocer los porcentajes máximos admisibles de la adición de jugo saccharum officinarum en el afirmado tipo procesado.

Del mismo modo se tiene una justificación social ya que permitió conocer la dosificación del jugo saccharum officinarum en el afirmado de tipo procesado, con la finalidad de gestar proyectos de inversión que contribuyan con el mejoramiento de la transitabilidad vehicular, con ello se genera mayor flujo de tránsito.

La justificación metodológica contribuyo a vislumbrar la influencia de jugo saccharum officinarum en el afirmado de tipo procesado, mediante la formación de nueva base metodológica para las próximas investigaciones relacionadas al tema estudiado.

La investigación tuvo como objetivo general conocer la influencia de la incorporación del jugo de saccharum officinarum en la capacidad de resistencia del afirmado de tipo procesado, Moyobamba, 2020. Así mismo, se presentan los objetivos específicos determinar las propiedades físicas y mecánicas del afirmado del tipo procesado, determinar las propiedades químicas del jugo de saccharum officinarum, analizar mediante el ensayo del CBR de la mezcla del afirmado del tipo procesado con aplicación del jugo saccharum officinarum y por último determinar el costo de la elaboración de un metro cúbico de afirmado de tipo procesado con adición de jugo saccharum officinarum. Teniendo las siguiente la hipótesis general: HI: La incorporación de jugo de Saccharum Officinarum influye significativamente en la capacidad de resistencia del afirmado de tipo procesado, Moyobamba, 2020. También se designó las hipótesis específicas que son: H1: Las propiedades físicas y mecánicas del afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales son adecuadas, H2: Se podrá determinar las propiedades químicas del jugo de saccharum officinarum, H3: Al adicionar jugo de saccharum officinarum se mejorará los resultados del ensayo del CBR de la mezcla del afirmado tipo procesado, H4: El costo para la elaboración de un metro cúbico de afirmado de tipo procesado con adición de jugo saccharum officinarum es bajo.

## II. MARCO TEÓRICO:

Los trabajos previos se constituyen a nivel Internacional en las cuales se tiene a ISRAEL, Jorge. En su trabajo de investigación titulado: *Mejoramiento de suelos GP con vinaza*. (Tesis de posgrado), Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondon, Ecuador. 2017. Concluye que: Al existir suelos GP de cuarto orden que no presentan condiciones para generar construcciones de carreteras se ha optado por la adición de vinaza en las cuales si contribuye en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de dichos suelos en la utilización para subrasantes de carreteras. Asimismo, OROBIO, Armando. *Consideraciones para el Diseño y Construcción de Vías en Afirmado Estabilizadas con cloruro de calcio* (artículo científico). Revista de ingeniería, 2010. Concluye que: Al llevarse a cabo la estabilización con cloruro de calcio genera resultados en las cuales aumenta la capacidad de soporte y por otro lado aplaca las emisiones de polvo. Además, se ha concluido que en el ensayo de CBR la adición de cloruro de calcio mejora las características para llevar para las construcciones de vías de afirmado. De igual manera se tiene a JUANCO DEL PINO, Juan; TEJADA PIUSSEAUT, Eduardo. *Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes de carreteras* (artículo científico). Revista de arquitectura e ingeniería, 2011. Concluyeron que: Al llevarse a cabo la estabilización química se ha obtenido parámetros de capacidad de soporte en las cuales contribuye a la construcción de subrasantes de carreteras según AASHTO. Además, esta estabilización química reduce la permeabilidad del suelo, ya que mediante a ello genera menos costo al realizar el mantenimiento. Por otra parte, TOLEDO, José. En su propuesta para investigación titulada: *Propuesta para el aprovechamiento de la vinaza en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de suelos friccionantes utilizados en subrasantes en carreteras*. (Propuesta para Tesis), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2014. Concluye que: Al adicionar la vinaza en diferentes porcentajes la compactación en las arenas limosas tiende a aumentar, mientras que en el ensayo de CBR han observado que durante

los 30 golpes este presenta mayor consistencia y en las cuales reduce la capacidad de carga de los suelos; pero ninguno en sus patrones realizados es claro.

A nivel nacional se tiene a CAHUANA, Freddy. En su trabajo de investigación titulado: *Dosificación óptima del cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentados del distrito de barranca 2016*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Huaraz, Perú. 2016. Concluyeron: Al analizar las respectivas dosificaciones de cloruro de calcio y melaza de caña sus características del afirmado mejora como es en el caso de los ensayos del Proctor Modificado y CBR. Por otra para BECERRA, Yesica. En su trabajo de investigación titulado: *Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera el gavián, Cajamarca 2017*. (Tesis de pregrado), Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. 2017. Concluye que: Si es una alternativa la estabilización con miel de caña, en las cuales mediante el ensayo de CBR en diferentes porcentajes se ha comprobado, a cierta dosificación las características tanto físicas y químicas del afirmado convencional mejora a un 95% de la máxima densidad seca. También se tiene a CORDOVA, Jeffrey. En su trabajo de investigación titulado: *Utilización de la vinaza de caña azúcar para estabilizar suelos cohesivos, Huancayo*. (Tesis de pregrado), Universidad Privada los Andes, Huancayo, Perú. 2018. Concluye que: Al realizar la estabilización de suelos cohesivos respecto a la adición de vinaza de caña de azúcar consta de propiedades físico-mecánicas en suelo cohesivo, en las cuales han tenido como resultados un suelo apto y bueno para subrasantes. Además, dicha adición reduce el costo en comparación a la adición de otro aditivo convencional y en las cuales es aceptable por el manual de carreteras para subrasante. Además, se tiene a BENEL, Sally. En su trabajo de investigación titulado: *influencia de la fibra de yute en la resistencia mecánica del material de afirmado de la cantera "Bazán"-Cajamarca, 2017*. (Tesis de pregrado), Universidad privada del Norte, Cajamarca, Perú. 2017. Concluyeron: Que es recomendable reforzar con el 1% de fibra de yute, ya que el resultado en el CBR era mayor para el

100% de la MDS, que en los resultados de la diferencia entre el CBR del afirmado convencional se obtuvo un valor de 92.3% y el afirmado reforzado con 0.5%, 0.7% y 1% en peso de fibra de yute se obtuvo valores de 101.0%, 110.0% y 113.0% respectivamente. Y por último a SOTOMAYOR, Gioconda. En su trabajo de investigación titulado: *Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Huanlango como material de afirmado en las carreteras-Provincia de Utcubamba*. (Tesis de pregrado), Universidad Señor de Sipán, Ciclayo, Perú. 2018. Concluyeron que: Al realizar la evaluación del material de cantera para afirmado este no presentaba las adecuadas características para llevar a cabo construcciones de infraestructuras viales, a la vez mencionan que al realizar una buena combinación del material con diferentes canteras para afirmado sería factible para la utilización de construcciones de infraestructuras viales.

A nivel regional y local se tiene COBA, Sofía. En su trabajo de investigación titulado: *Influencia de la mezcla del romerillo con material ligante arcilloso en la estabilización del afirmado del tramo: El Porvenir y el sector Tamboyacu, distrito Elías Soplín Vargas, Rioja - San Martín, 2017* (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba, Perú. 2017. Concluye que: Al llevar a cabo los estudios físicos y resistentes del material de cantera han obtenido resultados satisfactorios en la óptima dosificación al estabilizar, teniendo como valores una mezcla de 85% de Romerillo y 1.5% de material ligante arcilloso. Además, dichas estabilizaciones recomiendan llevarlas a cabo en épocas de verano para así evitar saturaciones de los suelos. Por otra parte, PEREZ, Villy. En su trabajo de investigación titulado: *Influencia de la mezcla del cemento portland y la ceniza de cáscara de arroz para mejorar la subrasante de la carretera puerto los Ángeles - Playa Hermosa, provincia de Moyobamba -San Martín - 2017* (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba, Perú. 2017. Concluye que: Al obtener resultados del ensayo Proctor Modificado y CBR, se ha verificado que al mezclar el cemento portland y la ceniza de cáscara en dichos suelos si aportan una adecuada resistencia, ya que se obtuvo un CBR máximo de 60.43% en el desarrollo de la muestra más grave del lugar. Asimismo, DIAZ, Juan. En su

trabajo de investigación titulado: *Estudio de estabilización de suelos con el sistema consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín, 2016* (Tesis de pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba, Perú. 2016. Concluyo que: Para una buena subrasante de CBR=11-19% se obtuvo una dosificación óptima para la estabilización del suelo tipo CL, siendo esta de 0.007 lt de Consolid que se realizado por metro cuadrado, por lo cual puede variar según la dosificación. Por lo tanto para una buena estabilización del camino vecinal Yántalo se ha presentado un resultado de un CBR máximo 13.57%.

En teorías relacionadas al tema se utilizaron los siguientes conceptos básicos de revistas científicas, tesis y otras bibliográficas de investigación. En las cuales se tiene el concepto de afirmado mezcla de diferentes tamaños de partículas que se pueden encontrar en carreteras no pavimentadas cuyas capas inferiores o de superficie son compactadas con material granular (procesada o natural), en las cuales soporta las cargas y esfuerzos del tránsito y se tiene que tener presente las cantidades necesarias de material fino cohesivo, para así constar con el objetivo de mantener aglutinadas las partículas. (MTC-ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN, 2013, p.237). Estos están conformados por materiales de cantera en las cuales hay agregados, que estos son un conjunto de rocas de varios tamaños que van desde una medida de 75µm hasta partículas de 4 pulgadas. (HUAMAN, 2018, p.24). También se debe tener en consideración que el afirmado necesita un porcentaje de pérdida de  $\frac{3}{4}$  para soportar cargas y un porcentaje de arena como fina y gruesa, así brindar una adecuada estabilización de las capas, cabe decir que existen diferentes tipos de afirmado que han sido separados mediante zarandeo con una plasticidad de nueve a doce. Los tipos de afirmado son: Afirmado suelto (utilizados para caminos de tránsito vehicular menores a 50 vehículos al día), afirmado neto (Utilizados para caminos de tránsito vehicular pequeño y moderado, 51-100 vehículos al día), afirmado pesado (utilizados para caminos de tránsito vehicular regular y pesado, 101 -200 vehículos al día) y afirmado procesado

(utilizados para caminos de tránsito vehicular de 200 a más vehículos por día) (MTC-SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS, 2014).

Es importante llevar a cabo el análisis granulométrico de un material de afirmado en las cuales se obtiene como resultados el peso específico seco, la absorción, humedad, peso unitario compactado y una diferencia de resultados entre agregado grueso (diámetro nominal) y agregados finos (módulo de finura). A la vez mediante la clasificación de AASHTO poder identificar el tipo de granulometría del material. (MTC E 204, 2016). Además, se debe tener en cuenta los siguientes requisitos: Que el resultado del contenido de humedad no sea mayor a 7.8% de su medida. Además, se tendrá en consideración que el material debe contar con los siguientes requisitos: Mediante el ensayo de contenido de humedad el resultado no sea mayor a 7.8% porque no será considerado como sospecha. (MTC E 108, 2016), el desgaste de los Ángeles de 50% máximo. (MTC E 207, 2016), con un Límite Líquido de 35% máximo. (MTC E 110, 2016), Con un índice de plasticidad que debe mantenerse entre 4-9% (MTC E 111, 2016). Por otra parte se debe realizar pruebas de CBR (California Bearing Ratio), estas pruebas serán realizadas a fin de determinar la resistencia tanto como el esfuerzo cortante y capacidad de carga de los suelos. (NORMA CE.020, 2016), por lo cual según reglamento el CBR tiene que ser mínimo de 40%. (MTC E 132, 2016). También se menciona para medir el afirmado se ha optado por metro cúbico (m<sup>3</sup>) (MTC-ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN, 2013). Cabe recalcar que es imprescindible el ensayo de Proctor Modificado cuyos resultados son de máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del material. (ASTM D1557, 2016).

Asimismo se establecen conceptos de suelos como la porción superficial de la corteza terrestre considerada biológicamente activa, que proviene de una alteración física y química de las rocas. Los suelos son complejos en el cual se manifiestan una extensa gama de procesos biológicos y también físicos. (ECHE Y PELAEZ, 2019, p.13). Estos suelos deben contar con una estabilización en las cuales tienen como objetivo principal mejorar y cambiar

sus propiedades, para así constar con una óptima resistencia en cuanto a sus ensayos para propiedades ingenieriles. El procedimiento para una buena estabilización es de combinar un material de buena granulometría con otro de características no adecuadas. (HUANCOILLO, 2017, p.45).

Existen diferentes tipos de estabilización en las cuales se tiene: La estabilización química consiste en utilizar un producto químico que realice cambios en las propiedades del suelo, este es denominado como estabilizador químico, que tiene que mezclarse homogéneamente y íntimamente con el suelo a trabajar y curar mediante las especificaciones técnicas propias del producto. Además, este estabilizador químico tiene como objetivo principal transferir al suelo tratado de un espesor definido para que adquiera ciertas propiedades tendientes a mejorar el comportamiento tanto en la etapa de construcción o en la etapa de servicio, a la vez este busca minimiza su plasticidad generando una mejor optimización de resistencia, teniendo en cuentas la acción del tráfico y condiciones ambientales. (MTC E1109, 2016). Otro concepto básico para una estabilización química es el proceso de someter a los suelos naturales a tratamientos para mejorar sus propiedades en las cuales tengan mayor resistencia en las condiciones más críticas del terreno. (JUANCO DEL PINO, 2011). Además, se tiene a la estabilización mecánica cuyo objetivo principal es que el material adquiera mejoras del suelo ya existente, sin dañar su composición básica y de estructura, en las cuales para lograr la estabilización mecánica se toma en cuenta la herramienta de compactación, proceso artificial que tiene como única finalidad que las partículas de suelo tengan más contacto entre ellas, por lo cual reduce su volumen de vacíos que se encuentran en dichos suelo. Además, se llama estabilización mecánica a la alteración de las características del suelo bien sea modificando su granulometría. (CUIPAL, 2018). En este informe de investigación se ha optado como estabilizador químico al jugo de *saccharum officinarum* que es una especie de néctar líquido denso o viscoso, en las cuales es el resultado de la separación de la misma masa cocida final. (ALAYO, 2018). Además, contiene un pH ácido, un elevado contenido de



carbono orgánico, calcio, azufre, potasio, ceniza, calcio y una concentración electrolítica. (Cahuana, 2016).

Los ensayos a realizarse para llevar a cabo una buena construcción de afirmado son: Contenido de humedad expresada mediante porcentaje en las cuales se relaciona entre el peso del agua de una masa dada de suelo y por otra parte el peso de las partículas sólidas. (NTP 339.127, 2016). En cuanto al ensayo de análisis granulométrico consiste en separar mediante una serie de tamices la muestra de un agregado que ha sido secado en un horno a 110 °C. Además, dichos tamices van colocadas desde una abertura mayor a una menor en las cuales presenta como resultado en cada tamiz el tamaño de las partículas y el peso en cada una de ellas. (ASTM C136, 2016). Abrasión a los Ángeles que es la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, que se da en una máquina de acero con un respectivo número de cargas abrasivas. (NTP 400.019, 2002). En cuanto al ensayo de Límite de consistencia de una muestra de suelo es expresada en porcentaje y abarca la humedad de dicho suelo. Dicho ensayo también abarca por una parte el estado líquido y por otra parte el estado plástico. (ASTM D4318, 2006). Proctor Modificado en las cuales constituye procedimientos de compactación para obtener la relación que existe en peso unitario y un contenido de agua de los suelos compactados en las cuales se debe señalar el método a trabajar (A, B, C) donde se guía del pasante del material, sin olvidar la cantidad de golpes y las cinco capas a trabajar. (MTC E 115, 2016). El CBR da como resultado la resistencia que tiene los suelos en las cuales está dividida en ensayo de compactación, hinchamiento y penetración. No olvidar que tiene diferentes golpes a trabajar (12, 26 y 55) con una cantidad de 5 capas. (ASTM D4429, 2016).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

**Tipo de investigación:** Es aplicada, debido a que se tuvo como fin principal resolver una situación o un problema en un periodo de corto

tiempo mediante acciones concretas, inmediatas y precisas (Chávez, 2015, p. 18).

**Diseño de investigación:** Experimental en las cuales se contó con pruebas y grupos de control; puesto que se tomó en cuenta un grupo de control y 3 grupos experimentales; por lo consiguiente, se denota que se van a disponer un tipo de diseño de experimento para el proyecto de investigación, lo cual viene a ser un método o distribución sintetizada que adoptan los investigadores para contratar y examinar las variables de estudio. (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, 2010).

**Tabla 1**

*Diseño de investigación.*

<b>GC(1)</b>	<b>X1(0%)</b>	<b>O1(4días)</b>
<b>GE(2)</b>	<b>X1(2%)</b>	<b>O1(4días)</b>
<b>GE(3)</b>	<b>X1(5%)</b>	<b>O1(4días)</b>
<b>GE(4)</b>	<b>X1(10%)</b>	<b>O1(4días)</b>

*Fuente:* Elaboración Propia, 2020

**Donde:**

- GC: Grupo control (afirmado convencional)
- GE: Grupo experimental
- X1: Incorporación del jugo saccharum officinarum.
- O1: Medición

**3.2. Variables y operacionalización**

**Variable Independiente:** Afirmado de tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales (cuantitativa)

**Definición conceptual:** Capa compactada de material granular procesada o natural, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe de constar con

apropiada cantidad de material fino cohesivo en las cuales mantenga aglutinadas las partículas. (MTC, 2014, p. 23).

**Definición operacional:** Es la proporción o las influencias que deben adquirir las propiedades del afirmado para que adquiriera una óptima resistencia.

**Indicadores:**

- Propiedades Físicas:
  - Contenido de humedad en % según NTP 339.127.
  - Ensayo de granulometría en % según NTP 339.128
  - Ensayo de abrasión de ángeles en % según NTP 400.019
  - Ensayo de límite líquido en % según NTP E339.130.
  
- Propiedades Mecánicas:
  - Ensayo de Proctor Modificado en % según NPT 339.141.
  - Resistencia de moldes cilíndricos de afirmado del tipo procesado adicionando jugo Saccharum Officinarum a los 4 días según MTC E 132.

**Escala de medición:** Intervalo.

**Variable Dependiente:** Jugo de saccharum officinarum (Cuantitativa)

**Definición conceptual:** Es la obtención del producto íntegramente de la caña de azúcar como sustancia noble de alta calidad, mediante un procedimiento no relacionado con la obtención del azúcar blanco. (SILVA, 2013).

**Definición operacional:** Estabilización del afirmado del tipo procesado adicionando en diferentes porcentajes jugo de saccharum officinarum para una óptima resistencia.

### Indicadores:

- Propiedades Físicas:
  - Resistencia del afirmado tipo procesado con adicionando jugo saccharum officinarum al 2%, 5% y 10 %
- Propiedades Mecánicas:
  - Ensayo de Proctor Modificado en % según NPT 339.141.
  - Relación de Soporte California Bearing Ratio – CBR

**Escala de medición:** Intervalo.


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

#### Población

El material para afirmado se obtuvo de la cantera Garate, que abarca superficies de los Distritos de habana, Soritor y Yorongos, Provincias de Moyobamba y Rioja, Departamento de San Martín.

#### Tabla 2

*Accesibilidad a la cantera Gárate.*

	Accesibilidad
	✓ Desde el cruce de la Ciudad de Moyobamba por la Carretera Fernando Belaunde Terry, hasta el cruce con la carretera de la ciudad de Calzada 10,6 Km.
	✓ Del cruce de Calzada hasta la ciudad de Soritor 11,6 Km.
	✓ De la ciudad de Soritor por carretera afirmada hacia el Canal Shica - Rioja 2,5 Km (Nor Oeste).
	✓ Antes de llegar al Río Tonchima, saliendo de la zona urbana de Soritor

**Fuente:** Elaboración Propia, 2020.

El jugo de saccharum officinarum se obtuvo de los residuos que quedan de la elaboración del alcohol en la ciudad de Soritor y fue llevado al laboratorio para ser adicionado en diferentes porcentajes al material de la cantera.

- **Criterio de inclusión:** El material debe ser granular y cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas.
- **Criterio de exclusión:** Se excluirá muestra de material que presenten impurezas.

**Muestra:** Es una parte o fragmento representativo de la población cuyas características esenciales son las de ser reflejo y objetivo fiel de ello, de modo que los resultados ya adquiridos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población. La muestra que se tomó para la investigación será equivalente a la población que son de un total de 12 moldes cilíndricos, que se realizaron 3 grupos experimentales con adición de jugo saccharum officinarum y uno de control para poder contrastar entre nuestro afirmado procesado experimental y el afirmado procesado.

**Muestreo:** El muestreo se realizará a los 4 días.

**Unidad de análisis:**

**Tabla 3**

*Unidad de análisis*

Cantera Gárate	Jugo de saccharum officinarum	Medición parcial	
		4 días	Unidades
Afirmado del tipo procesado	0%	3 und.	3 und.
Afirmado del tipo procesado	2%	3 und.	3 und.
Afirmado del tipo procesado	5%	3 und.	3 und.
Afirmado del tipo procesado	10%	3 und.	3 und.
Total			12 und.

**Fuente:** Elaboración Propia, 2020.

### 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

#### Técnica

Las técnicas que fueron empleadas en este proyecto de investigación fueron observación, aplicación de instrumentos y recopilación de

información y estadística; cuya realización nos van a permitir obtener resultados favorables.

Dentro de las técnicas puestas en prácticas tenemos:

- La observación directa, que permite inspeccionar y estudiar hechos de la realidad mediante los sentidos.
- Aplicación de instrumentos, que permite obtener datos veraces en relación al proyecto de investigación.
- Recopilación de información y estadística, permite que el proyecto de investigación sea viable y efectiva en cuanto a la validez y confiabilidad según los juicios de expertos.
- Ensayos que permiten tener resultados exactos, mediante el uso de equipos de laboratorio.
- Ensayo CBR de moldes cilíndricos
- Moldes cilíndricos con y sin adición de jugo de saccharum officinarum

### **Instrumentos**

- **Medición**

- Contenido de humedad MTC E108 / ASTM D2216 / NTP 339.127.
- Análisis granulométrico NTP 339.128 / MTC E 204 / ASTM C136.
- Abrasión de ángeles MTC E207 – ASTM C131 – NTP 400.019.
- Límite líquido ASTM D4318 / MTC E111 / NTP E339.130.
- Compactación de Proctor Modificado MTC E115 / ASTM D1557.
- California Bearing Ratio – CBR MTC E132 / ASTM D1883 / ASTM D4429.

- **Informativos**

- Artículos
- Revistas
- Tesis
- Fichas técnicas de los materiales a utilizar

**Validez:** La validez es la cualidad de las herramientas de indagación que consiste en que éstos cuantifican con imparcialidad, determinación,

sinceridad y autenticidad aquello que se desea medir de la variable o variables en estudio (Carrasco, 2005).

**Confiabilidad:** De manera que el proyecto de investigación sea confiable, se desarrollaran diversas técnicas e instrumentos ya mencionados; teniendo como expertos de validación y aprobación a los instrumentos:

- Reglamento del Ministerio de transporte y comunicaciones.
- Reglamento nacional de Edificaciones.
- Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” 153 Sección: Suelos y Pavimentos.
- Manual de diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.
- Desarrolló ensayos cilíndricos calibrados determinantes del CBR teniendo en cuenta el reglamento del Ministerio de transporte y comunicaciones “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”

De igual manera se consta con el apoyo de dos ingenieros para someter a juicio.

### 3.5. Procedimientos

A continuación, se desarrollarán los procedimientos técnicos estandarizados de cada uno de los ensayos para la elaboración de un afirmado del tipo procesado, con adición de jugo de *saccharum officinarum*.

- ✓ En primer lugar, se determinó mediante el ensayo MTC E 108 el contenido de humedad del material de afirmado.
- ✓ Luego se realizó el ensayo MTC E 204 de análisis granulométrico.
- ✓ Se determinó el ensayo MTC E 207 de la abrasión de los Ángeles.
- ✓ Se obtuvo los límites de consistencia o Atterberg.
- ✓ Se realizó el ensayo MTC E 115 de Proctor Modificado para el material de afirmado procesado y también para el material de afirmado procesado con la incorporación del 2%, 5% y 10% de jugo de *saccharum officinarum*.

- ✓ Se realizó el ensayo MTC E 132 de California Bearing Ratio – CBR para un afirmado procesado y también para el material de afirmado procesado con la incorporación del 2%, 5% y 10% jugo de saccharum officinarum.

### **Contenido de humedad**

#### **NORMA: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127**

- (A) se identificó los recipientes de diferente peso.
- Se ha seleccionado muestras para el ensayo.
- (B) se pesó la tara o recipiente mediante una balanza con aproximación de 0.01 g por lo cual corresponde muestras menores de 200 g.
- (C) se pesó la muestra húmeda de las taras.
- A una temperatura de 105 °C en un horno secar las muestras durante 24 horas.
- (D) se pesó la muestra seca en tara.
- (E)= C-B se determinó el peso del agua.
- (F)= D-B se determinó el peso del suelo seco
- (G) = (E / F) \* 100 se realizó el contenido de humedad  
( $W\%$ )= $W_w/W_s * 100$ ..... (Ec.1)
- (H) se determinó el promedio del contenido de humedad.
- Se tuvo en cuenta si el contenido de humedad difiere en menos del 7.8% de su medida no considerarlo como sospecha.

### **Análisis Granulométrico de agregados gruesos y finos**

#### **NORMA: MTC E 204 / ASTM C136**

- Secar la muestra a 110°C. ± 5°C.
- Realizar el cuarteo correspondiente.
- Se tomará una muestra de 5000gr.
- Contar con los tamices y colocarlos de acuerdo al manual.
- Tener en cuenta que si difiere más 0.3% sobre el total de la muestra este no será apto para aceptación.
- Teniendo en cuenta el pasante de tamiz N°200 se obtuvo su porcentaje.



- De cada tamiz se obtuvo el porcentaje retenido, como también el porcentaje que pasa por cada una de ellas.

### **Abrasión los Ángeles**

#### **NORMA: MTC E 207 /ASTM C131 / NTP 400.019**

- Identificar el tipo de gradación del material para tener en cuenta el número de esferas que se van utilizar y la cantidades de material se va a utilizar según lo retenido.
- Se colocó la muestra de ensayo con las esferas circulares en la máquina de Los Ángeles.
- Se hizo girar el tambor entre velocidades de 30 rpm a 33 rpm por 500 revoluciones.
- Se descargó el material luego de las 500 revoluciones y se pasó por el tamiz N°12.
- Se lavó el material luego de haber pasado el tamiz N°12, se llevó a un horno para ser secado y con aproximación a 1 gr se determinó la masa.
- Si dicho material tiene un desgaste mal del 50% no está apto para la construcción.

### **Límite líquido, plástico e índice de plasticidad)**

#### **NORMA: ASTM D4318 / MTC E 111 / NTP E339.130**

- Se recogió una muestras de material de 100gr. y se ha tenido que dicha muestra deben ser pasantes la malla N°40.
- En una cápsula de porcelana teniendo una espátula se mezcló el suelo con agua, en las cuales se ha obtenido una pasta uniforme para luego dicha porción fue colocado en la copa de Casagrande.
- Con una espátula nivelar.
- En el centro se hizo una ranura con el acanalador en las cuales la muestra quedó dividida en dos partes.
- Se dejó caer la copa a razón de 2 caídas por segundo, en las cuales las dos mitades del suelo se pusieron en contacto en la parte inferior

de la ranura y a lo largo de 1.27 cm. Es importante recalcar que se registró el número de golpes.

- Mediante la cápsula se ha retirado la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y se ha colocado en una tara en las cuales se ha determinado su contenido de humedad.
- Se retiró el suelo de la copa de Casagrande.
- Se colocó nuevamente en la capsula de porcelana, en las cuales se ha tenido en cuenta: (1) añadir agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido elevado, (2) añadir suelo si el número de golpes ha sido bajo (la cantidad de golpes debió estar en relación entre 6 y 35).
- Se lavó y se secó el acanalador.
- Se repitió dicho ensayo 2 veces como mínimo.

### **Compactación Proctor Modificado**

#### **NORMA: MTC E 115 / ASTM D1557**

- Se obtuvo una muestra de 24000gr.
- Se obtuvo una muestra seca para realizar el ensayo, en las cuales se ha tenido en cuenta los métodos para realizar este ensayo (método A, B o C). Se ha optado por el método "C"
- Se preparó 5 muestras con cantidad de agua, donde se tuvo en cuenta que el contenido de humedad varíe en  $\frac{1}{4}$  % aproximadamente entre ellas.
- Se ensambló de manera adecuada el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro teniendo en cuenta su alineamiento de las paredes interiores.
- Se realizó la compactación de cada muestra en 5 capas con el pistón según el método "C" a 56 golpes.
- Al término de realizar la compactación de la última capa, se retiró el collar de extensión, se enrasó con la espátula y se determina la densidad húmeda.

- Se determinó el contenido de humedad de cada muestra compactada (W %), utilizando muestras colocadas en diferentes taras que son adquiridas representativamente de la parte superior e inferior.
- Se determinó las densidades secas de cada una de las muestra compactada (Ds).
- Se dibujó la curva de compactación entre el contenido de humedad y datos de la densidad seca.
- Luego de haber realizado todos los procedimientos por último se determinó la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad

## **CBR**

### **NORMA: MTC E 132 / ASTM D1883 / ASTM D4429**

- Se tomó una muestra de 5 kg aproximadamente en las cuales el material granular del afirmado pase más del 75% el tamiz  $\frac{3}{4}$ ".
- Se tuvo en cuenta el ensayo MTC E 108 para determinar la humedad natural del suelo.
- Se eligió el molde cilíndrico con placas de base, los collares de extensión, los discos espaciadores y el papel filtro.
- Teniendo ya los tres moldes se pasó a una compactación manual de acuerdo a 5 capas en las cuales cada uno con 12 golpes, el segundo a 26 golpes y el tercero a 55 golpes por cada capa.
- Luego se tuvo resultados de la densidad húmeda y el contenido de humedad de las muestras de los tres moldes de diferentes golpes.
- De las muestras de cada molde se determinó la densidad seca, para luego retirar el disco espaciador en las cuales queda un vacío en la parte inferior del molde y se tiende a voltearlas para ensamblar nuevamente los moldes en sus placas bases.
- Nuevamente se colocó sobre cada muestra el papel filtro, la placa de expansión, la sobrecarga, el trípode y el día de expansión.
- En un tanque de agua durante 4 días se colocó los moldes debidamente equipados, en las cuales se anotó las lecturas de expansión cada 24 horas.

- Una vez transcurrido dichos días se sacó los moldes del tanque para dejarlos drenar en un periodo de 15 minutos.
- Se colocó las sobrecargas en los diferentes moldes para ser llevados a una máquina de prensa hidráulica, en las cuales se aplica la penetración con un pistón a una velocidad de 0.05 pulg/min, anotar las lecturas de carga y la penetración de cada muestra.
- Se determinó la densidad húmeda y el contenido de humedad en las tres muestras de cada molde.
- Se dibujó las tres curvas de esfuerzo - deformación correspondiente a cada molde, en las cuales este entre los valores de penetración y los valores de esfuerzo.
- Se determinó esfuerzos a 0.1" y 0.2" de penetración de cada una de las curvas esfuerzo – deformación.
- Se determinó el índice de CBR para una penetración de 0.1" y 0.2", en las cuales se obtuvo mediante la división de cada valor de esfuerzo correspondientes a 0.1" y 0.2" de la muestra ensayada entre el esfuerzo patrón correspondientes a 0.1" y 0.2".
- Luego se determinó dos curvas de densidad de CBR de 0.1" y 0.2" de penetración.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Para el presente proyecto de investigación, se llevara a cabo métodos de análisis ya que se tendrá que juntar, observar, analizar, ordenar y representar datos obtenidos de la experimentación. Así también, permita llenar fichas de recolección de datos, formatos de laboratorio y fichas de observación en las cuales den a desarrollar confiabilidad y validez con único fin de describir los efectos que produce el jugo de saccharum officinarum en el afirmado de tipo procesado.

También se cuenta con un profesional especializado en la línea de investigación para el proyecto a realizar, y de esta manera contar con excelentes análisis de datos.

### 3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación fue diseñado respetando las normas internacionales ISO, siendo de uso confiable de no haber sido plagio, puesto que en todo momento el proyecto es veraz y en las cuales hay uso de responsabilidad con la fiabilidad de los resultados obtenidos. A la vez se garantizará óptimos resultados en cuanto a los ensayos y resultados de los laboratorios.

## IV. RESULTADOS:

En la presente investigación, se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo a los objetivos trazados, en las cuales se explica de una forma ordenada y detallada.

Además cabe recalcar que los procedimientos de cada ensayo realizado se presentan en los Anexos.

### Propiedades físicas y mecánicas del afirmado

- Contenido de Humedad

**Tabla 4**

*Resultados del ensayo de contenido de humedad*

ID	Descripción	UND	1	2	3
A	Identificación de la Tara		T-01	T-02	T-03
B	Peso del Recipiente	gr.	81.40	64.40	22.20
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr.	1010.60	811.30	254.90
D	Recipiente + Suelo Seco	gr.	998.70	785.50	249.90
E	Peso del suelo húmedo	gr.	11.90	25.80	5.00
F	Peso Suelo Seco	gr.	917.30	721.10	227.70
W%	Porcentaje de Humedad	%	1.297	3.578	2.196
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		2.357	

**Fuente:** Ensayo de laboratorio, 2020.

**Interpretación:**

En la tabla 4, se puede apreciar el resultado del contenido de humedad, en las cuales se ha expresado por porcentaje cuyo valor es 2.357%, por lo cual no es considerado como sospecha porque difiere menos del 7.8% de su medida. (MTC E 108, p. 53).

- Análisis Granulométrico

**Tabla 5**

*Resultados del ensayo análisis granulométrico*

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr.)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa
2"	58.80	0.00	0.00	0.00	100.000
1 ½"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.000
1"	25	68.40	1.368	1.368	98.632
¾"	19	147.50	2.950	4.318	95.682
½"	12.5	445.90	8.918	13.236	86.764
3/8"	9.5	635.10	12.702	25.938	74.062
N° 4	4.75	1549.10	30.982	56.920	43.080
N°10	2	562.38	11.248	68.168	31.832
N°20	0.85	298.90	5.978	74.146	25.854
N° 40	0.43	193.00	3.860	78.006	21.994
N° 60	0.25	471.80	9.436	87.442	12.558
N° 100	0.15	280.50	5.610	93.052	6.948
N° 200	0.08	200.10	4.002	97.054	2.946
Cazoleta	_____	147.32	2.946	100.000	0.000
<b>Total</b>					

**Fuente:** Ensayo de laboratorio, 2020.

**Interpretación:**

En la tabla 5, se puede apreciar dicho resultado del análisis granulométrico, en las cuales se ha tenido en cuenta el pasante de la malla N°200, obteniendo un valor de 2.946% que es menor al 35% por lo tanto se ha considerado que es un suelo granular (Granulometría A-1) cuya clasificación es de excelente a bueno según el sistema de clasificación AASHTO.

- Abrasión a los Ángeles

**Tabla 6**

*Resultado de Abrasión*

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	
A	Peso muestra total	gr.	5007.5	5000.2	5003.3	
B	Peso retenido en tamiz N°12	gr.	2524.7	2520.1	2519.5	<b>Promedio</b>
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles	%	49.58	49.60	49.64	<b>49.61</b>

**Fuente:** Resultado de laboratorio, 2020.

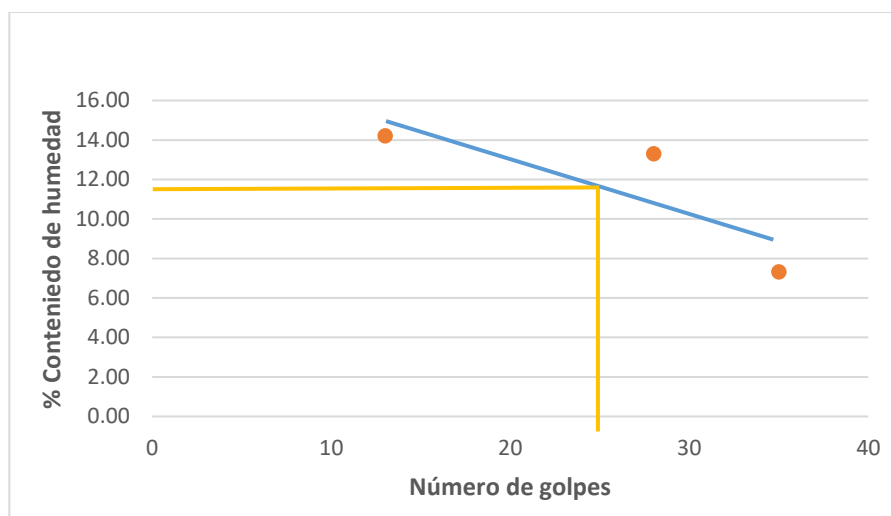
**Interpretación:**

En la tabla 6, se puede apreciar el resultado del ensayo de abrasión los Ángeles que ha sido expresado por porcentaje, en las cuales tiene un valor promedio de 49.61% y es apto para el proceso constructivo, ya que su resultado es menor a 50%. (MTC E 207).

- Límite de Consistencia o Atterberg

**Tabla 7**

*Resultados del ensayo de Límite Líquido*



**Fuente:** Resultado de laboratorio, 2020.

### Interpretación:

En la tabla 7, se puede apreciar el resultado del ensayo de límite líquido, en el cual ha sido obtenido a los 25 golpes teniendo un contenido de humedad de 11.8%. Además, no existe límite plástico ya que el material es granular (bien graduada).

- Compactación del Proctor Modificado

Según el MTC E 115 manifiesta que se debe describir el método que se ha utilizado, en esta presente investigación se ha optado por el método “C” según la gradación del material (Más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 3/8” y menos del 30% en peso es retenido en el tamiz 3/4”).

**Tabla 8**

*Resultados del ensayo de Proctor Modificado*

<b>Material</b>	<b>OCH</b>	<b>Ds máx.</b>
<b>Sin adicionar jugo saccharum officinarum</b>	6.8%	2.284 gr. /cm <sup>3</sup>
<b>Con el 2 % de jugo saccharum officinarum</b>	5.0%	2.269 gr. /cm <sup>3</sup>
<b>Con el 5 % de jugo saccharum officinarum</b>	3.0%	2.280 gr. /cm <sup>3</sup>
<b>Con el 10 % de jugo saccharum officinarum</b>	2.24%	2.355 gr. /cm <sup>3</sup>

*Fuente:* Resultado de laboratorio, 2020.

### Interpretación

En la tabla 8, se puede apreciar los resultados del ensayo de Proctor Modificado teniendo la muestra de afirmado tipo procesado y con las adiciones con diferentes porcentajes de jugo de saccharum officinarum, en las cuales se ha verificado el óptimo contenido de humedad con mayor porcentaje tuvo el afirmado procesado y en cuanto a la máxima densidad



seca el que se encuentra con mayor porcentaje es el afirmado tipo procesado con adición del 10% de jugo de saccharum officinarum.

### Propiedades Químicas de Jugo de Saccharum Officinarum

**Tabla 9**

*Resultados químicos del jugo de saccharum officinarum*

Componentes	Constituyentes	Contenido
Componentes mayores	Materia seca	78%
	Proteínas	3%
	Sacarosa	60 - 63% p/p
	Azúcares reductores	3 – 5 % p/p
	Sustancias disueltas (diferentes azucares)	4-8 % p/p
Contenido de minerales	Agua	16%
	Grasas	0.40 %
	Ceniza	9%
	Calcio	0.74%
	Magnesio	0.35%
Contenido de aminoácidos	Fosforo	0.08%
	Potasio	3.67%
	Glicina	0.10%
	Leucina	0.01%
	Lisina	0.01%
Contenido de Vitaminas	Treonina	0.06%
	Valina	0.02%
	Colina	600 ppm
	Niacina	48.86 ppm
	Ácido Pantoténico	42.90 ppm
	Piridoxina	44 ppm
	Riboflavina	4.40 ppm
Tiamina	0.88 Pm	

**Fuente:** Resultado de laboratorio, 2020.

### Interpretación

En la tabla 9, se puede apreciar los resultados de las propiedades químicas del jugo de Saccharum Officinarum en la que se ha obtenido mediante valores de porcentajes. Los que tienen mayor porcentaje están constituido por: Material seca un 78%, proteínas un 3%, agua un 16%, ceniza un 9% y potasio un 3.67%.

### Análisis del CBR

**Tabla 10**

*Resultados de los ensayos de CBR 95% de la máxima densidad seca.*

Descripción (4 días)	Muestra patrón	Afirmado + 2% de jugo saccharum officinarum	Afirmado + 5% de jugo saccharum officinarum	Afirmado + 10% de jugo saccharum officinarum	
<b>California Bearing Radio (CBR)</b>	<b>0.1"</b>	71	74	18	4.4
<b>CBR (%)</b>	<b>0.2"</b>	100	144	72	8.2
<b>CBR (%)</b>					

*Fuente:* Resultado de laboratorio, 2020.

### Interpretación

En la tabla 10, se puede apreciar los resultados del ensayo de CBR a un 95% de máxima densidad seca, en las cuales fueron evaluados a 0.1" y 0.2" de penetración. Para una 0.1" de penetración en la muestra patrón se obtuvo un 71%, para un afirmado tipo procesado + 2% de adición se obtuvo un 74 %, para un afirmado tipo procesado + 5% de adición se obtuvo un 18% y para un afirmado de tipo procesado + 10% de adicción se obtuvo un 4.4%. De igual manera para una penetración de 0.2" en la muestra patrón se obtuvo un valor 100%, para un afirmado tipo procesado + 2% de adición se obtuvo 144%, para un afirmado tipo procesado + 5% de adición se obtuvo un 72% y por último para un afirmado tipo procesado + 10% de adicción se obtuvo un 8.2%.

**Costo de un metro cúbico de afirmado tipo procesado y este con una adición de 2% de jugo saccharum officinarum.**

**Tabla 11**

*Resultados del presupuesto de un afirmado de tipo procesado*

Presupuesto	0102007	"INFLUENCIA DEL JUGO DE SACCHARUM OFFICINARUM EN EL AFIRMADO DEL TIPO PROCESADO EN LOS SUELOS PARA INFRAESTRUCTURAS VIALES, MOYOBAMBA, 2020"		Fecha presupuesto	12/06/2020		
Subpresupuesto	001	AFIRMADO CONVENCIONAL					
Partida	01.01	AFIRMADO CONVENCIONAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3	69.84		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.0800	22.98	1.84
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1600	16.42	2.63
							<b>4.47</b>
	<b>Materiales</b>						
0290130022	AFIRMADO		m3		1.0000	45.00	45.00
0290130026	AGUA		m3		0.3890	5.00	1.95
							<b>46.95</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	4.47	0.22
0301190004	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T		hm	1.0000	0.0400	140.00	5.60
0301190005	MOTONIVELADORA 183 - 198 HP		hm	1.0000	0.0400	200.00	8.00
0301190006	CAMION CISTERNA DE AGUA, 5,000 GL		hm	1.0000	0.0400	115.00	4.60
							<b>18.42</b>

**Fuente:** Software S10, 2020.

**Interpretación**

En la tabla 11, se puede apreciar el costo de un metro cúbico de afirmado de tipo procesado donde se ha obtenido un valor de S/69.84, en las cuales cuenta con los recursos de: Mano de obra teniendo a un operario y un peón, materiales teniendo el afirmado tipo procesado y agua; y en cuanto a equipos encontramos las herramientas manuales, el Rodillo Liso Vibra Autop 101-135HP 10-12T, Motoniveladora 183-198 HP y por ultimo un camión cisterna de agua 5,000 GL.

**Tabla 12**

*Resultados del presupuesto de un afirmado tipo procesado + 2% de jugo*

Presupuesto	0102007	"INFLUENCIA DEL JUGO DE SACCHARUM OFFICINARUM EN EL AFIRMADO DEL TIPO PROCESADO EN LOS SUELOS PARA INFRAESTRUCTURAS VIALES, MOYOBAMBA, 2020"		Fecha presupuesto	12/06/2020		
Subpresupuesto	002	AFIRMADO CON JUGO DE SACCHARUM OFFICINARUM					
Partida	01.01	AFIRMADO CON JUGO DE SACCHARUM OFFICINARUM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3	87.73		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.0800	22.98	1.84
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1600	16.42	2.63
							<b>4.47</b>
	<b>Materiales</b>						
0290130022	AFIRMADO		m3		1.0000	45.00	45.00
0290130023	JUGO DE SACCHARUM OFFICINARUM		kg		19.8310	1.00	19.83
0290130026	AGUA		m3		0.0015	5.00	0.01
							<b>64.84</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	4.47	0.22
0301190004	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T		hm	1.0000	0.0400	140.00	5.60
0301190005	MOTONIVELADORA 183 - 198 HP		hm	1.0000	0.0400	200.00	8.00
0301190006	CAMION CISTERNA DE AGUA, 5,000 GL		hm	1.0000	0.0400	115.00	4.60
							<b>18.42</b>

**Fuente:** Software S10, 2020.

## **Interpretación**

En la tabla 12, se puede apreciar el costo de un metro cúbico de afirmado tipo procesado con adición del 2% de jugo de *saccharum officinarum* donde se ha obtenido un valor de S/.87.73, en las cuales cuenta con los recursos de: Mano de obra teniendo a un operario y un peón, materiales teniendo el afirmado tipo procesado, agua y jugo de *saccharum officinarum*; y en cuanto a equipos encontramos las herramientas manuales, el Rodillo Liso Vibra Autop 101-135HP 10-12T, Motoniveladora 183-198 HP y por último un camión cisterna de agua 5,000 GL.

## **V. DISCUSIÓN**

SOTOMAYOR, Gioconda. En su trabajo de investigación titulado: *Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Huanlango como material de afirmado en las carreteras-Provincia de Utcubamba*. Concluyeron que: Al evaluar el material de la cantera para afirmado este no presentaba las características adecuadas para ser utilizado en construcciones de infraestructuras viales. En esta presente investigación las propiedades físicas y mecánicas del afirmado del tipo procesado son adecuadas en las cuales se encontraron: Un contenido de humedad (2.357% en las cuales según reglamento MTC E 108 no era considerado como sospecha si es menor a los 7.8%), análisis granulométrico (menos del 35% pasa por la malla N°200 en las cuales se considera un suelo Granular A-1, cuya clasificación es de excelente a bueno según el sistema de clasificación AASHTO), abrasión los Ángeles (49.61% en las cuales según reglamento MTC E 207 está apto para proceso constructivo, ya que es menor al 50%), límite de consistencia (se contó con un límite líquido de 11.80% y por otro lado no se obtuvo el límite plástico porque el material es bien graduada).

ISRAEL, Jorge. En su trabajo de investigación titulado: *Mejoramiento de suelos GP con vinaza*. Concluye que: Al existir suelos GP de cuarto orden que no presentan condiciones para generar construcciones de carreteras se

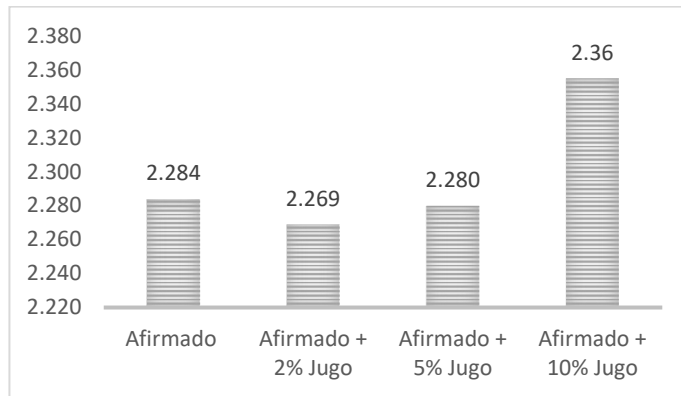
ha optado por la adición de vinaza en las cuales si contribuye en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de dichos suelos en la utilización para subrasantes de carreteras. En esta presente investigación no sigue el mismo lineamiento porque el material a estabilizar ha presentado características de ser bien graduada en el ensayo de límite de consistencia, en las cuales también se ha añadido jugo de *saccharum officinarum* obteniendo resultados favorables al 2% de su adición eso quiere decir que contribuye al mejoramiento del afirmado tipo procesado para infraestructuras viales.

CAHUANA, Freddy. En su trabajo de investigación titulado: *Dosificación óptima del cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentados del distrito de barranca 2016*. Concluyeron: Al analizar las respectivas dosificaciones de cloruro de calcio y de melaza de caña en las propiedades del afirmado mejora como es en el caso de los ensayos del Proctor Modificado. En esta presente investigación sigue la misma línea con un cierto porcentaje, ya que también se realizó un buen ensayo de Proctor Modificado (MTC E 115) para obtener una mejor estabilización, en las cuales se ha desarrollado según el método "C" teniendo en cuenta la gradación del material. Como resultados finales se obtuvo la máxima densidad seca que presenta un incremento en la adición del 10% de jugo de *saccharum officinarum* y disminuye en los porcentajes de 2% y 5%. Además, se obtuvo resultados del óptimo contenido de humedad que esta presenta una disminución al aumentar la adición de jugo de *saccharum officinarum*.

A continuación, se presenta una comparación de los resultados obtenidos que se discutieron anteriormente en el ensayo de Proctor Modificado:

**Tabla 13**

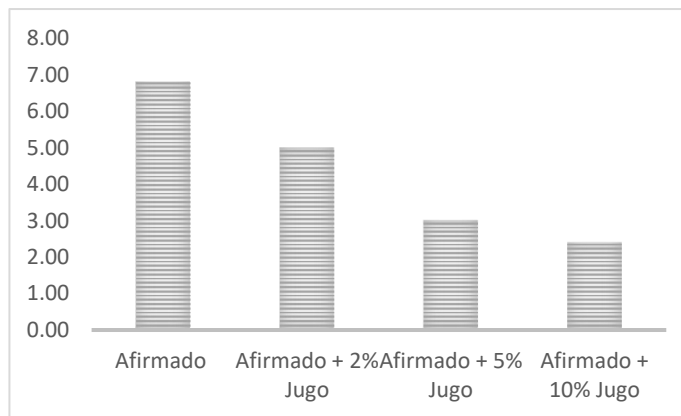
Comparación de los resultados de la máxima densidad seca.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2020.

**Tabla 14**

Comparación de los resultados del óptimo contenido de humedad



**Fuente:** Elaboración Propia, 2020.

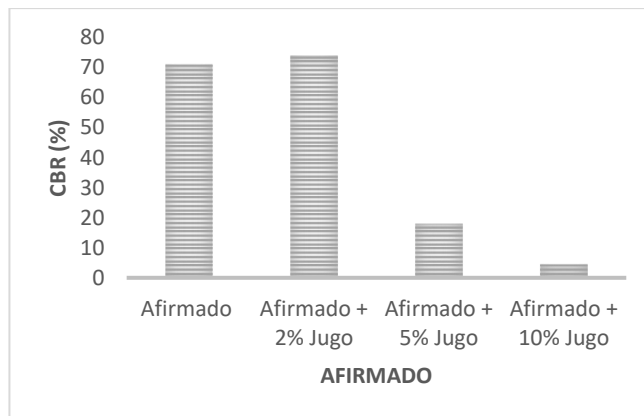
BECERRA, Yesica. En su trabajo de investigación titulado: *Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera el Gavilán, Cajamarca 2017*. Concluye que: Si es una alternativa la estabilización con miel de caña, en las cuales mediante el ensayo de CBR en diferentes porcentajes se ha comprobado, a cierta dosificación las propiedades físicas y químicas del afirmado convencional mejora en cuanto al 95% de la máxima densidad seca. En esta presente investigación sigue el mismo lineamiento en el ensayo de CBR (MTC E 132) que al adicionar jugo de saccharum officinarum el valor del CBR aumenta, en cuanto a un 95% de la máxima densidad seca a 0.1" y 0.2" en el resultado de adición de jugo de saccharum officinarum de 2%. En este caso el resultado de CBR a 0.1" se observa un incremento al

adicionar 2% de jugo saccharum officinarum de un 3% de la muestra patrón (afirmado tipo procesado); por otro lado en los resultados adquiridos de CBR a 0.2” volvió a incrementar en un 44% de la muestra patrón al adicionar 2% de saccharum officinarum. Además, se observó que en las dosificaciones de 5% y 10% disminuye el CBR tanto sea el caso para 0.1” y 0.2”.

A continuación se presenta una comparación de los resultados obtenidos que se discutieron anteriormente del ensayo de CBR:

**Tabla 15**

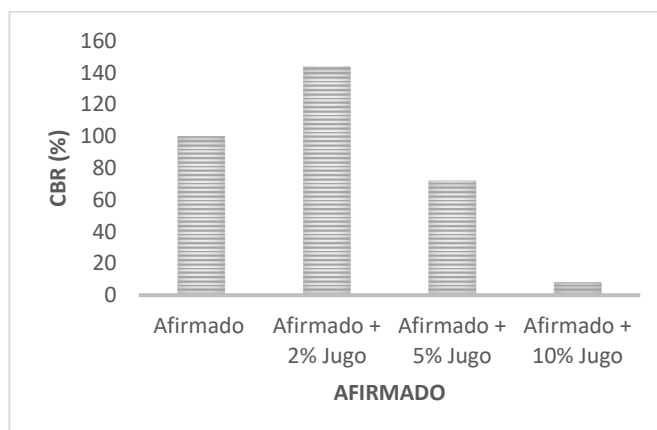
*Comparación resultados al 95% de la máxima densidad seca para CBR 0.1”*



**Fuente:** Elaboración Propia, 2020.

**Tabla 16**

*Comparación resultados al 95% de la máxima densidad seca para CBR 0.2”*



**Fuente:** Elaboración Propia, 2020.

CORDOVA, Jeffry. En su trabajo de investigación titulado: *Utilización de la vinaza de caña azúcar para estabilizar suelos cohesivos, Huancayo*. Concluye que: Al realizar la estabilización de suelos cohesivos con adición de vinaza de caña de azúcar consta con propiedades física-mecánicas en suelo cohesivo, en las cuales han tenido como resultados un suelo apto y bueno para subrasantes. Además, dicha adición reduce el costo en comparación a la adición de otro aditivo convencional y en las cuales es aceptable por el manual de carreteras para subrasante. En esta presente investigación el presupuesto fue realizado entre un afirmado tipo procesado y un afirmado tipo procesado con jugo de saccharum officinarum teniendo referencia la adición de un 2%, en las cuales mediante los resultados del Softwar S10 se ha determinado que el costo del afirmado tipo procesado con adición de jugo de saccharum officinarum es mayor en S/.17.89 pero a la vez su vida útil es mayor para infraestructuras viales.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 5.1. Se determinó que las propiedades físicas y mecánicas del afirmado han sido adecuadas en las cuales se tuvo como resultados un contenido de humedad de 2.357%, por lo cual no es considerado como sospecha según la norma MTC E 108. Análisis granulométrico considerado un suelo Granular A-1 según el sistema de clasificación AASHTO. Abrasión los Ángeles de 49.61% es apto para el proceso constructivo, ya que su resultado es menor a 50%. (MTC E 207). Límite líquido de 11.8%.
- 5.2. Se determinó las propiedades químicas del jugo de saccharum officinarum las cuales son: Material seca un 78%, proteínas un 3%, agua un 16%, ceniza un 9% y potasio un 3.67%.
- 5.3. Se determinó el ensayo de Proctor Modificado para asegurar una buena compactación del afirmado procesado en el cual se obtuvo resultados de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad para un afirmado tipo procesado y un afirmado tipo procesado con adición de jugo de saccharum officinarum; la máxima densidad seca disminuye con respecto a la adición del 2% y 5% de jugo de saccharum officinarum y por otra parte



se incrementa para una adición del 10%. En cuanto al óptimo contenido de humedad en la muestra de afirmado tipo procesado se obtuvo un 6.80%, en la adición del 2% de jugo de saccharum officinarum esta disminuye a un 5%, en la adición de 5% a un 3.0% y para una adición del 10% disminuye casi un 2.40%.

- 5.4. Se comprobó que la adición del jugo saccharum officinarum en el porcentaje del 2% mejora los resultados de CBR en comparación con el afirmado tipo procesado. El índice 0.1" mejora hasta un 3%, y por otra parte para 0.2" el índice CBR mejora en 44%. Además, para el incremento del 5% y 10% se concluye que el valor del CBR disminuye tanto como para 0.1" y 0.2".
- 5.5. Se determinó el costo de la elaboración de un metro cúbico de afirmado de tipo procesado teniendo como referencia la adición del 2% de jugo saccharum officinarum en las cuales se tuvo como resultado S/. 97.73; que al compararse con un afirmado tipo procesado sin adición es más costoso en un S/. 17.89 pero este tendría mayor vida útil de diseño.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar los ensayos de suelos para identificar las propiedades físicas y mecánicas del afirmado tipo procesado en la construcción de infraestructuras viales de acuerdo con los requisitos o parámetros establecidos en las normas vigentes NTP, MTC y ASTM.
- Para la estabilización con jugo de saccharum officinarum en las diferentes capas de afirmado de bajo volumen de tránsito de Moyobamba se recomienda tener en cuenta las propiedades del estabilizador químico: Material seca un 78%, proteínas un 3%, agua un 16%, ceniza un 9% y potasio un 3.67%.
- Se recomienda tener en cuenta la adición de 2% de jugo de saccharum officinarum en el afirmado de tipo procesado en carreteras de bajo volumen de tránsito, ya que esta mejora en cuanto a los ensayos de Proctor Modificado y CBR.

- Se recomienda tener en consideración el costo por metro cúbico del afirmado tipo procesado con adición de 2% de jugo saccharum officinarum, si bien es cierto incrementan en S/. 17.89, este sería rentable ya que se aseguraría mayor vida útil del diseño de la infraestructura vial.

## REFERENCIAS

ATIQUIPA, O. y Rosalino, G. *“Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad”* (Tesis pregrado). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018. Disponible en: [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1907/T030\\_70789243\\_T%20ATIQUIPA%20NIETO%20OLIVER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1907/T030_70789243_T%20ATIQUIPA%20NIETO%20OLIVER.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ALAYO, Juan. *“Influencia de preparación 90+ para la mejora en la extracción de jugo de caña de azúcar - EAI TUMÁN”* (Tesis de pregrado). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30198>

ASTM C136. Estados Unidos (Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates), 2016 disponible en: <http://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/GRANULOMETRIA.pdf>

ASTM D-4318. Lima (DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS) 2006 disponible en: [\\_http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/Determinacion%20del%20limite%20liquido.pdf](http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/Determinacion%20del%20limite%20liquido.pdf)

ASTM D4429 Lima (Manual de Ensayo de CBR), 2016. Disponible en: <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf>

ASTM D1557 D. Lima (Manual de Ensayo de CBR), 2016. Disponible en: <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf>

BECERRA, Yesica. “Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera el gavián, Cajamarca 2017” (Tesis de pregrado). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2017. Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/672349>

BENEL, Sally. *Influencia de la fibra de yute en la resistencia mecánica del material de afirmado de la cantera “Bazán”-Cajamarca, 2017* (Tesis de pregrado). Cajamarca: Universidad privada del Norte, 2017, Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/670117>

BISWAS, S.K., BARUAH, B., SINHA, N. and PURKAYASTHA, B. A Hybrid CBR Classification Model by Integrating ANN into CBR. *International Journal of Services Technology and Management*, 2015, vol. 21, no. 4-6. pp. 272 ProQuest Central. ISSN 14606720.

CAHUANA, Freddy “Dosificación óptima del cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentadas del distrito de Barranca 2016” (Tesis de pregrado). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, 2016 disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2915>

CHÁVEZ, Richar, 2015, *Introducción a la Metodología de la Investigación*, Primera edición 2015. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/63%20INTRODUCCION%20A%20LA%20METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION.pdf>

CBRS Alliance and Wireless Innovation Forum Announce Support for 5G NR for 3.5 GHz CBRS Band: Addition of 5G NR Air Interface for CBRS Band Bolsters Plans for the First Mid-Band 5G Deployments in the U.S. New York, Jul 18, 2019 ProQuest Central.

CORDOVA, Jeffry. “Utilización de la vinaza de caña azúcar para estabilizar suelos cohesivos, Huancayo” (Tesis de pregrado). Huancayo: Universidad Privada los Andes, 2018. Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/694535>

- COBA, Sofía. *“Influencia de la mezcla del romerillo con material ligante arcilloso en la estabilización del afirmado del tramo: El Porvenir y el sector Tamboyacu, distrito Elías Soplín Vargas, Rioja - San Martín, 2017”* (Tesis de pregrado). Moyobamba: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19213>
- CUIPAL, Bety. *“Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018”* (Tesis pregrado). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25124>
- DÍAZ-ARISTIZABAL, U., et al, 2012. Reflections on Community-Based Rehabilitation Strategy (CBR): The Experience of a CBR Program in Bolivia. *Ciência & Salude Coletiva*, 01, vol. 17, no. 1, pp. 167-177 ProQuest Central. ISSN 14138123. DOI. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000100019>
- DÍAZ, R. y Cardozo, M. *“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”* (Tesis de pregrado). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2952>
- DIAZ, Juan. *“Estudio de estabilización de suelos con el sistema consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín, 2016”* (Tesis de pregrado). Moyobamba: Universidad Cesar Vallejo, 2016. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1035>
- ECHE, Keren y PELAEZ, Anderson. *“Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa – Ancash -2019”*. (Tesis de pregrado). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2016. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35886>

- Gavilanes, E. “*Estabilización y mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur*” (Tesis de pregrado). Quito: Universidad Internacional del Ecuador, 2015. Disponible en : <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2191>
- HUANCOILLO, Yuniór. “*Mejoramiento de suelos arcillosos con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la cantera desvío Huancané-Chupa- Puno*” (Tesis de pregrado). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6963>
- HERNÁNDEZ, Roberto y FERNÁNDEZ Collado, 2010, Metodología de la Investigación, Quinta edición 656. Disponible en: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
- HUMAN, Rosalino. “*Características de agregados producidos en canteras Yerbabuena, Agrecom y Jicamarca, para producir concretos mediante la NTP 400.037 – Lima 2018*” (Tesis de pregrado). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31501>
- ISRAEL, Jorge. “*Mejoramiento de suelos GP con vinaza*” (Tesis de posgrado). Samborondón: Universidad de Especialidades Espíritu Santo, 2017. Disponible en: <https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/oai:localhost:123456789-647>
- JUANCO DEL PINO, Juan; TEJADA PIUSSEAUT, Eduardo. *Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de sub rasantes de carreteras* [En línea]. Agosto 2011, N°2 (v. 5). [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193921394002>

JUANCO DEL PINO, Juan. Estabilización de Suelos mediante el empleo de Sales Cuaternarias [En línea]. Diciembre 2010, N°3 (v. 4). [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193915950002>

Manual de Carreteras: Sección suelos y pavimentos. Lima MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), 2014. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)

Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para la construcción, Lima: MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), 2013. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4955.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf)

MTC E132. Lima: MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), 2016. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)

MTC E 108. Lima: MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), 2014. Disponibles en: [HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM\\_DOCS/NORMAS\\_LEGALES/1\\_0\\_3729.PDF](HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM_DOCS/NORMAS_LEGALES/1_0_3729.PDF)

MTC E 111. Lima MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), 2016. Disponibles en: [HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM\\_DOCS/NORMAS\\_LEGALES/1\\_0\\_3729.PDF](HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM_DOCS/NORMAS_LEGALES/1_0_3729.PDF)

MTC E 207. Lima MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), 2016. Disponibles en: [HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM\\_DOCS/NORMAS\\_LEGALES/1\\_0\\_3729.PDF](HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM_DOCS/NORMAS_LEGALES/1_0_3729.PDF)

MTC E 110. Lima MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), 2016. Disponibles en: [HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM\\_DOCS/NORMAS\\_LEGALES/1\\_0\\_3729.PDF](HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM_DOCS/NORMAS_LEGALES/1_0_3729.PDF)

- MTC E 115. Lima: MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), 2016.  
Disponibles en:  
[HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM\\_DOCS/NORMAS\\_LEGALES/1\\_0\\_3729.PDF](HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM_DOCS/NORMAS_LEGALES/1_0_3729.PDF)
- MTC E 204. Lima MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), 2014.  
Disponibles en:  
[HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM\\_DOCS/NORMAS\\_LEGALES/1\\_0\\_3729.PDF](HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM_DOCS/NORMAS_LEGALES/1_0_3729.PDF)
- MTC E 1109. Lima MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), 2014.  
Disponibles en:  
[HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM\\_DOCS/NORMAS\\_LEGALES/1\\_0\\_3729.PDF](HTTP://TRANSPARENCIA.MTC.GOB.PE/IDM_DOCS/NORMAS_LEGALES/1_0_3729.PDF)
- NORMA CE.020 (Estabilización de Suelos y Taludes), 2016 Disponible en:  
[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf)
- NTP 339.127 Lima (Norma Técnica Peruana), 2017 Disponible en:  
[https://kupdf.net/download/ntp-339127-suelos-metodo-de-ensayo-para-determinar-el-contenido-de-humedad-de-un-suelo-ntp-pdf\\_59741f4ddc0d60b051727654\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-339127-suelos-metodo-de-ensayo-para-determinar-el-contenido-de-humedad-de-un-suelo-ntp-pdf_59741f4ddc0d60b051727654_pdf)
- NTP 400.019. Lima NPT (Normas Técnicas Peruanas), 2002 Disponible en:  
<http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf>
- OROBIO, Armando. *Consideraciones para el Diseño y Construcción de Vías en Afirmando Eestabilizadas con cloruro de calcio* [En línea], Abril 2010, N°165 (v.78). [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2019]. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49622372009>
- PÉREZ, Oscar. *“Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del Cantón Patate, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del secto”* (Tesis Pregrado). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, disponible en:  
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/10329>

- PEREZ, Villy. "Influencia de la mezcla del cemento portland y la ceniza de cáscara de arroz para mejorar la sub rasante de la carretera puerto los Ángeles - Playa Hermosa, provincia de Moyobamba - San Martín - 2017" (Tesis de Pregrado). Moyobamba: Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba, Perú. 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19212>
- Robles, J. "Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera caserío La Unión – Caserío Huaynas, distrito de Huaso - provincia de Julcán – Región La Libertad" (Tesis de pregrado). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2016. Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/568392>
- SOTOMAYOR, Gioconda. "Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Huanlango como material de afirmado en las carreteras-Provincia de Utcubamba" (Tesis de pregrado). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2018, Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1035>
- TOLEDO, José. "Propuesta para el aprovechamiento de la vinaza en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de suelos friccionantes utilizados en sub rasantes en carreteras" (Tesis de pregrado). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. Disponible en: <http://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUSAC748/Details>



## **ANEXOS**

### ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Afirmado de tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales (cuantitativa)	Capa compactada de material granular procesada o natural, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. (MTC, 2014, p. 23)	Es la proporción o las influencias que deben adquirir las propiedades del afirmado para que adquiera una óptima resistencia.	Características del material	Propiedades Físicas Contenido de humedad en % según NTP 339.127, ensayo de granulometría en % según NTP 339.128, ensayo de abrasión de ángeles en % según NTP 400.019, ensayo de límite líquido en % según NTP E339.130.	Intervalo
				Propiedades Mecánicas Ensayo de Proctor Modificado en % según NPT 339.141. Resistencia de los moldes cilíndricos de afirmado del tipo procesado adicionando jugo Saccharum Officinarum a los 4 días MTC E 132.	Intervalo

**Fuente:** Elaboración Propia, 2020.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Jugo de saccharum officinarum (cuantitativa)	Es la obtención del producto íntegramente de la caña de azúcar como sustancia noble de alta calidad, mediante un procedimiento no relacionado con la obtención del azúcar blanco. (SILVA, 2013)	Estabilización del afirmado del tipo procesado adicionando en diferentes porcentajes jugo de saccharum officinarum para una óptima resistencia.	Porcentaje del jugo saccharum officinarum	Propiedades Físicas Resistencia del afirmado tipo procesado con adicionando jugo saccharum officinarum al 2%, 5% y 10 %	Intervalo
			Características del afirmado del tipo procesado adicionando del jugo saccharum officinarum	Propiedades Mecánicas Ensayo de Proctor Modificado en % según NPT 339.141. Relación de Soporte California Bearing Ratio – CBR	Intervalo

**Fuente:** Elaboración Propia, 2020

**PROYECTO**

**“Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020”**

**SOLICITA : QUEVEDO SÁNCHEZ KEVIN ANTHONY**

**DEPARTAMENTO : SAN MARTÍN**

**PROVINCIA : MOYOBAMBA**

**MOYOBAMBA – PERU**

**JULIO DEL 2020**

**PROYECTO : “INFLUENCIA DEL JUGO SACCHARUM OFFICINARUM EN EL AFIRMADO TIPO PROCESADO EN SUELOS PARA INFRAESTRUCTURAS VIALES, MOYOBAMBA 2020”**

**EJECUTA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – LABORATORIO DE SUELOS**

**ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL**

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

- **Contenido de Humedad**
- **Análisis Granulométrico**
- **Abrasión los Ángeles**
- **Límite Líquido**
- **Proctor Modificado**
- **California Bearing Ratio – CBR**

**MOYOBAMBA - PERÚ**



<b>Ensayo:</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
<b>Norma:</b>	MTC R 108 / ASMT D2216 / NPT 339. 127		
<b>Proyecto</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"		
<b>Tipo de Material:</b>	Afirmado		
<b>Cantera:</b>	Gárate	<b>Responsable:</b>	Kevin Anthony Quevedo Sánchez

Establece procedimientos para obtener el porcentaje total del contenido de humedad en las muestras de afirmado que se van a realizar.

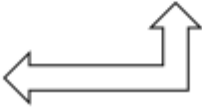
**Donde:**  
 w= Es el contenido de humedad %  
 Mcws= Es el peso del contenedor más el suelo húmedo.  
 Mcs= Es el peso del contenedor más el suelo secado al horno.  
 Mc= Es el peso del contenedor.  
 Mw= Es el peso del agua.  
 Ms= Es el peso de las partículas sólidas.

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Determinación del Contenido de Humedad						
ID	Descripción	UND	1	2	3	
A	Identificación del recipiente o Tara		T-01	T-02	T-03	
B	Peso del Recipiente	gr	81.40	64.40	22.20	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	1010.60	811.30	254.90	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	998.70	785.50	249.90	
C-D	E	Peso del suelo húmedo	gr	11.90	25.80	5.00
D-B	F	Peso Suelo Seco	gr	917.30	721.10	227.70
(E/F)*100	W%	Porcentaje de humedad	%	1.297	3.578	2.196
	G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.357		

El coeficiente de variación de un operador simple se encontró en 2,7 %.  
 Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos apropiadamente por el mismo operador con el mismo equipo, no deberían ser considerados con sospecha si difieren en menos del 7,8 % de su media.

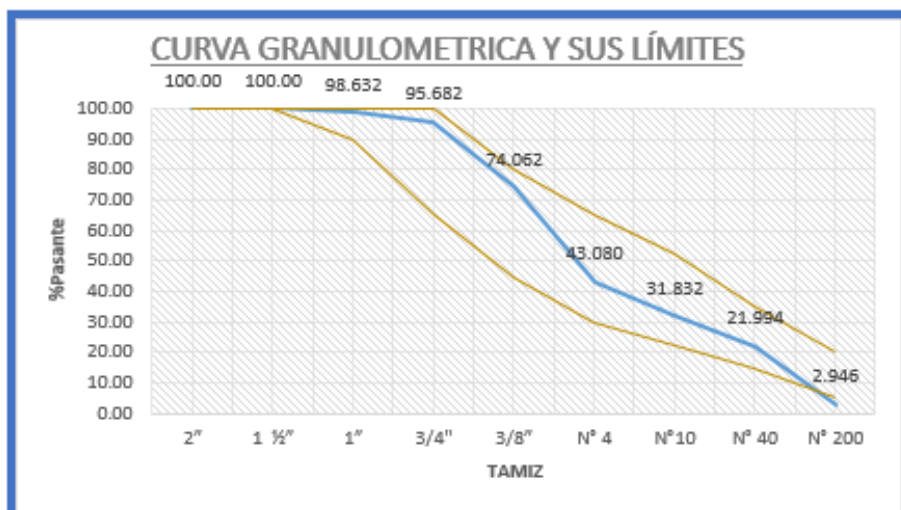
<b>Promedio W%</b>	<b>2.357</b>
<b>ok</b>	



**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



<b>Ensayo:</b>	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
<b>Norma:</b>	MTC E 204 / ASTM C 136				
<b>Proyecto</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"				
<b>Tipo de Material:</b>	Afirmado				
<b>Cantera:</b>	Gárate	<b>Responsable:</b> Kevin Quevedo Sánchez			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>					
<b>Peso total (gr.)</b>					
<b>Peso seco</b>	<b>Inicial (gr.)</b>	5000			
<b>Fino</b>	<b>Final (gr.)</b>	4852.68			
<b>Pesante de la N° 200 (gr.)</b>		147.32			
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso Retenido (gr.)</b>	<b>% Retenido parcial</b>	<b>% Retenido acumulado</b>	<b>% Que pasa</b>
2"	58.80	0.00	0.00	0.00	100.000
1 ½"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.000
1"	25	68.40	1.368	1.368	98.632
¾"	19	147.50	2.950	4.318	95.682
½"	12.5	445.90	8.918	13.236	86.764
⅜"	9.5	635.10	12.702	25.938	74.062
N° 4	4.75	1549.10	30.982	56.920	43.080
N°10	2	562.38	11.248	68.168	31.832
N°20	0.85	298.90	5.978	74.146	25.854
N° 40	0.43	193.00	3.860	78.006	21.994
N° 60	0.25	471.80	9.436	87.442	12.558
N° 100	0.15	280.50	5.610	93.052	6.948
N° 200	0.08	200.10	4.002	97.054	2.946
<b>Cazoleta</b>		147.32	2.946	100.000	0.000
<b>Total</b>					



**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



<b>Ensayo:</b>	<b>ABRASIÓN LOS ANGELES</b>		
<b>Norma:</b>	MTC R 207 / ASTM C 131 / NPT 400.019		
<b>Proyecto</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"		
<b>Tipo de Material:</b>	Afirmado		
<b>Cantera:</b>	Gárate	<b>Responsable:</b> Kevin Anthony Quevedo Sánchez	

GRANULOMETRÍA DE ENSAYO				
Gradación	"A"	"B"	"C"	"D"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12	11	8	6

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO				
Tamiz (Pasa) - (Retiene)	"A" (gr.)	"B" (gr.)	"C" (gr.)	"D" (gr.)
1 1/2"   1"	1250 ± 25			
1"   3/4"	1250 ± 25			
3/4"   1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2"   3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"   1/4"			2500 ± 10	
1/4"   N° 4			2500 ± 10	
N° 4   N° 8				5000 ± 10
<b>TOTALES</b>	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso muestra total	gr	5007.5	5000.2	5003.3	
B	Peso retenido en tamiz N°12	gr	2524.7	2520.1	2519.5	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles	%	49.58	49.60	49.64	49.61

Desgaste Promedio	49.608	≤50%	OK
-------------------	--------	------	----

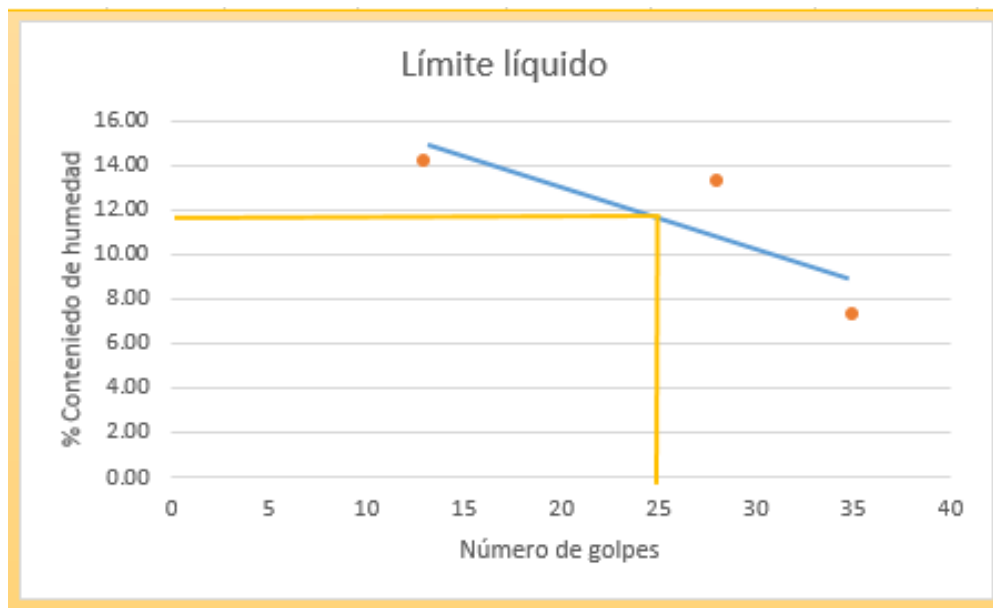
**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo





<b>Ensayo:</b>	<b>LÍMITE DE PLASTICIDAD</b>		
<b>Norma:</b>	MTC R 108 / ASMT D2216 / NPT 339. 127		
<b>Proyecto</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afimado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"		
<b>Tipo de Material:</b>	Afimado		
<b>Cantera:</b>	Gárate	<b>Responsable:</b>	Kevin Anthony Quevedo Sánchez

DETERMINACIÓN LÍMITE LIQUIDO(LL)			Cantidad de muestra		100 gr.
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	Nº	T-01	T-02	T-03
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr.	60.1	65.9	65
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	57.4	63.8	63.2
D	Peso de Recipiente	gr.	38.4	48	38.6
E	Peso del Agua	gr.	2.7	2.1	1.8
F	Peso Suelo Seco	gr.	19	15.8	24.6
G	Número de Golpes	N	13	28	35
H	Contenido de Humedad	%	14.21	13.29	7.32



**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



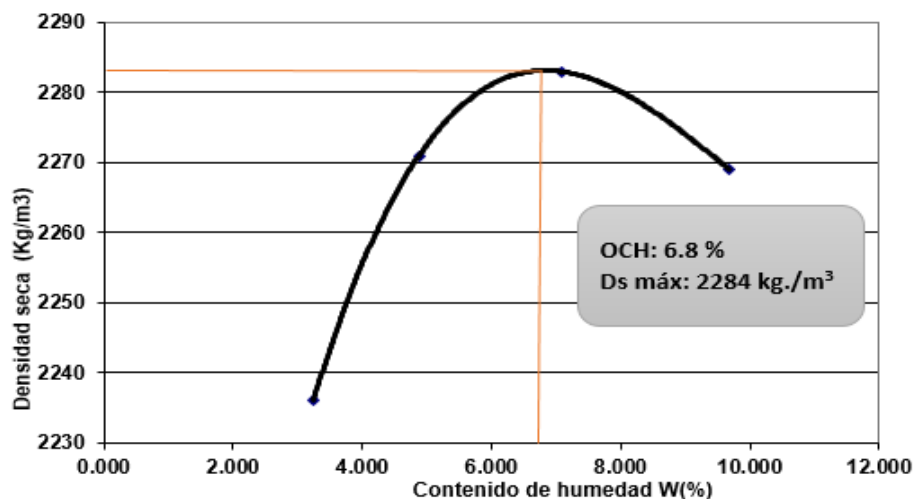
# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 Cel.: 934 199 400 - Correo electrónico: jchacayan@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO MOYOBAMBA - PERÚ



<b>Resultados</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD W%	3.242	4.879	7.082	9.686
	DENSIDAD SECA Kg/m <sup>3</sup>	2236	2271	2283	2269

<b>Ensayo:</b>	<b>COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>							
<b>Norma:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141							
<b>Proyecto:</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"							
<b>Tipo de material</b>	<b>Afirmado</b>							
<b>Cantera</b>	Gárate	<b>Responsables : Kevin Anthony Quevedo Sánchez</b>						
<b>Cantidad de Muestra</b>	<b>24000 gr.</b>							
<b>Molde N°</b>	<b>Molde N° 1</b>	<b>Molde N° 2</b>	<b>Molde N° 3</b>	<b>Molde N° 4</b>				
Peso Molde (gr.)	6595.00	6595.00	6595.00	6595.00				
Wmh + molde (gr.)	11350.00	11500.00	11630.00	11720.00				
Whm (gr.)	4755.00	4905.00	5035.00	5125.00				
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2059.40	2059.40	2059.40	2059.40				
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.309	2.382	2.445	2.489				
<b>Recipiente N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Wt (gr.)	22.30	22.40	22.30	22.50	22.50	27.50	22.30	22.40
Wmh + t (gr.)	124.50	150.20	130.40	138.40	87.90	170.30	130.80	134.20
Wms + t (gr.)	121.20	146.30	125.10	133.30	83.60	160.80	121.10	124.45
Ww (gr.)	3.30	3.90	5.30	5.10	4.30	9.50	9.70	9.75
Wms (gr.)	98.90	123.90	102.80	110.80	61.10	133.30	98.80	102.05
W (%)	3.34	3.15	5.16	4.60	7.04	7.13	9.82	9.55
W promedio (%)	3.242		4.879		7.082		9.686	
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.236		2.271		2.283		2.269	



**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

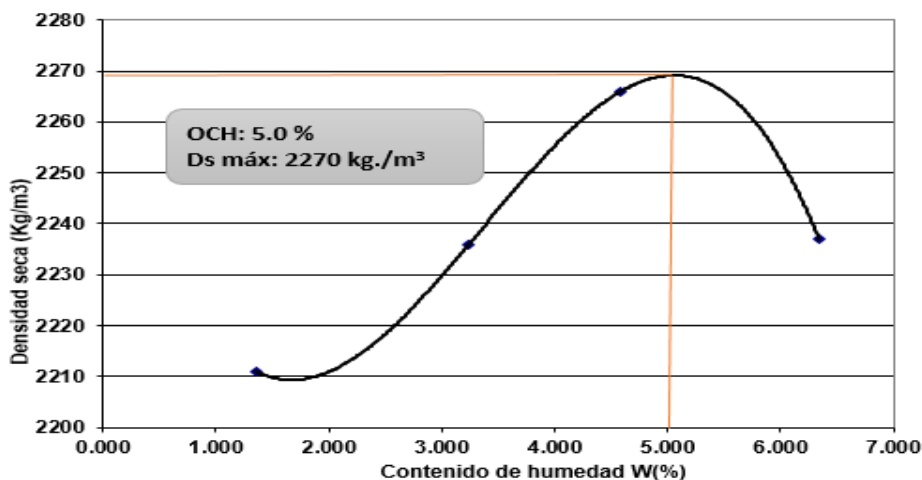
LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 Cel.: 934 199 400 - Correo electrónico: jchacayan@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO MOYOBAMBA - PERÚ



<b>Resultados</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD W%	1.355	3.242	4.588	6.340
	DENSIDAD SECA Kg/m <sup>3</sup>	2211	2236	2266	2237

<b>Ensayo:</b>	<b>COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>		
<b>Norma:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		
<b>Proyecto:</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"		
<b>Tipo de material</b>	<b>Afirmado + 2% de jugo de saccharum officinarum</b>		
<b>Cantera</b>	Gárate	<b>Responsables : Kevin Anthony Quevedo Sánchez</b>	

Cantidad de muestra		24000 gr.							
Molde N°	Molde N° 1	Molde N° 2		Molde N° 3		Molde N° 4			
Peso Molde (gr.)	6595.00	6595.00		6595.00		6595.00			
Wmh + molde (gr.)	11210.00	11350.00		11475.00		11495.00			
W <sub>hm</sub> (gr.)	4615.00	4755.00		4880.00		4900.00			
V <sub>hm</sub> (cm <sup>3</sup> )	2059.40	2059.40		2059.40		2059.40			
D <sub>h</sub> (gr./cm <sup>3</sup> )	2.241	2.309		2.370		2.379			
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	
W <sub>t</sub> (gr.)	22.20	22.40	22.20	22.50	27.80	22.40	27.00	27.90	
W <sub>mh</sub> + t (gr.)	106.70	109.90	139.80	176.70	218.20	147.00	235.60	234.00	
W <sub>ms</sub> + t (gr.)	105.60	108.70	136.00	172.00	209.90	141.50	224.20	220.70	
W <sub>w</sub> (gr.)	1.10	1.20	3.80	4.70	8.30	5.50	11.40	13.30	
W <sub>ms</sub> (gr.)	83.40	86.30	113.80	149.50	182.10	119.10	197.20	192.80	
W (%)	1.32	1.39	3.34	3.14	4.56	4.62	5.78	6.90	
W promedio (%)	1.355		3.242		4.588		6.340		
D <sub>s</sub> (gr./cm <sup>3</sup> )	2.211		2.236		2.266		2.237		



**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

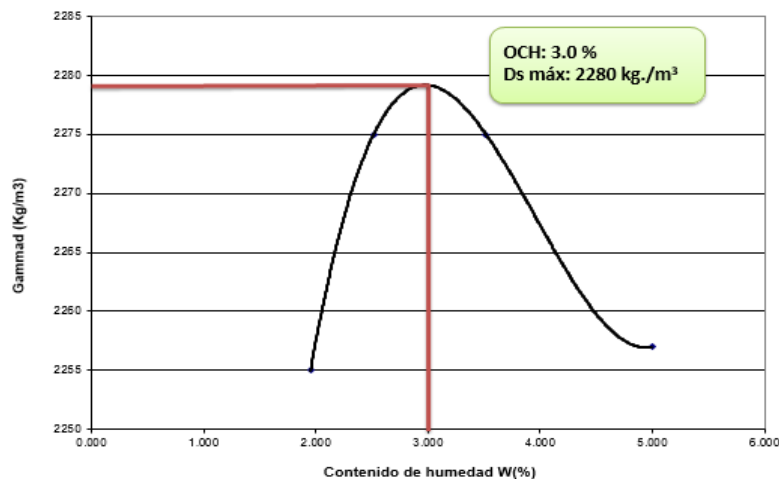
LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 Cel.: 934 199 400 - Correo electrónico: jchacayan@ucv.edu.pe  
 CAMPUS UNIVERSITARIO MOYOBAMBA - PERÚ



<b>Resultados</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD W%	1.954	2.516	3.518	4.995
	DENSIDAD SECA Kg/m <sup>3</sup>	2255	2275	2275	2257

<b>Ensayo:</b>	<b>COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>		
<b>Norma:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		
<b>Proyecto:</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"		
<b>Tipo de material</b>	<b>Afirmado + 5%</b>		
<b>Cantera</b>	Gárate	<b>Responsables : Kevin Anthony Quevedo Sánchez</b>	

Cantidad de Muestra		24000 gr.							
Molde N°	Molde N° 1	Molde N° 2		Molde N° 3		Molde N° 4			
Peso Molde (gr.)	6595.00	6595.00		6595.00		6595.00			
Wmh + molde (gr.)	11330.00	11399.00		11445.00		11475.00			
Whm (gr.)	4735.00	4804.00		4850.00		4880.00			
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2059.40	2059.40		2059.40		2059.40			
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.299	2.333		2.355		2.370			
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	
Wt (gr.)	27.50	26.10	27.00	27.20	22.10	22.20	27.10	26.20	
Wmh + t (gr.)	197.50	205.60	207.10	226.00	166.80	135.90	170.50	185.90	
Wms + t (gr.)	194.30	202.10	202.70	221.10	161.80	132.10	163.50	178.50	
Ww (gr.)	3.20	3.50	4.40	4.90	5.00	3.80	7.00	7.40	
Wms (gr.)	166.80	176.00	175.70	193.90	139.70	109.90	136.40	152.30	
W (%)	1.92	1.99	2.50	2.53	3.58	3.46	5.13	4.86	
W promedio (%)	1.954		2.516		3.518		4.995		
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.255		2.275		2.275		2.257		



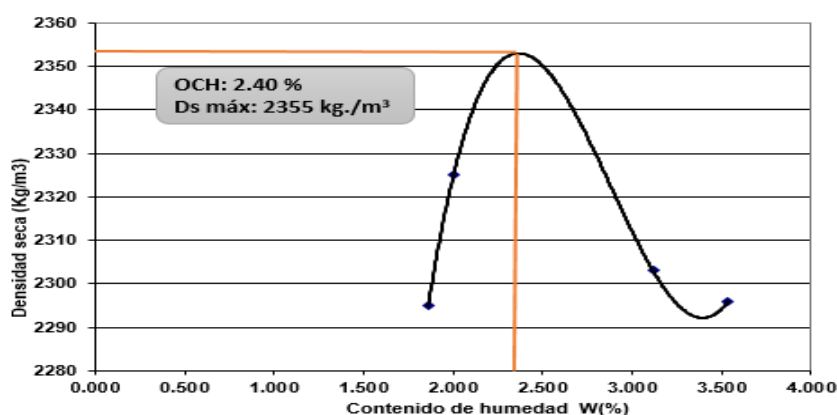
**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



<b>Resultados</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD W%	1.861	2.002	3.116	3.535
	DENSIDAD SECA Kg/m <sup>3</sup>	2295	2325	2303	2296

<b>Ensayo:</b>	<b>COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>		
<b>Norma:</b>	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		
<b>Proyecto:</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"		
<b>Tipo de material</b>	<b>Afirmado + 10% de jugo de saccharum officinarum</b>		
<b>Cantera</b>	Gárate	<b>Responsables : Kevin Anthony Quevedo Sánchez</b>	

Cantidad de Muestra		24000 gr							
Molde N°	Molde N° 1	Molde N° 2		Molde N° 3		Molde N° 4			
Peso Molde (gr.)	6595.00	6595.00		6595.00		6595.00			
Wmh + molde (gr.)	11410.00	11480.00		11485.00		11490.00			
Whm (gr.)	4815.00	4885.00		4890.00		4895.00			
Vhm (cm <sup>3</sup> )	2059.40	2059.40		2059.40		2059.40			
Dh (gr./cm <sup>3</sup> )	2.338	2.372		2.374		2.377			
<b>Recipiente N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	
Wt (gr.)	27.80	27.50	22.50	27.50	22.50	22.30	22.30	22.30	
Wmh + t (gr.)	225.90	196.40	187.10	189.00	188.20	197.40	201.10	183.00	
Wms + t (gr.)	221.60	193.90	183.90	185.80	183.20	192.10	194.90	177.60	
Ww (gr.)	4.30	2.50	3.20	3.20	5.00	5.30	6.20	5.40	
Wms (gr.)	193.80	166.40	161.40	158.30	160.70	169.80	172.60	155.30	
W (%)	2.22	1.50	1.98	2.02	3.11	3.12	3.59	3.48	
W promedio (%)	1.861		2.002		3.116		3.535		
Ds (gr./cm <sup>3</sup> )	2.295		2.325		2.303		2.296		



**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



<b>Ensayo:</b>	<b>CBR</b>	
<b>Norma:</b>	MTC E132 / ASTM D188	
<b>Proyecto</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"	
<b>Tipo de Material:</b>	Afirmado	
<b>Cantera:</b>	Gárate	<b>Responsable:</b> Kevin Anthony Quevedo Sánchez

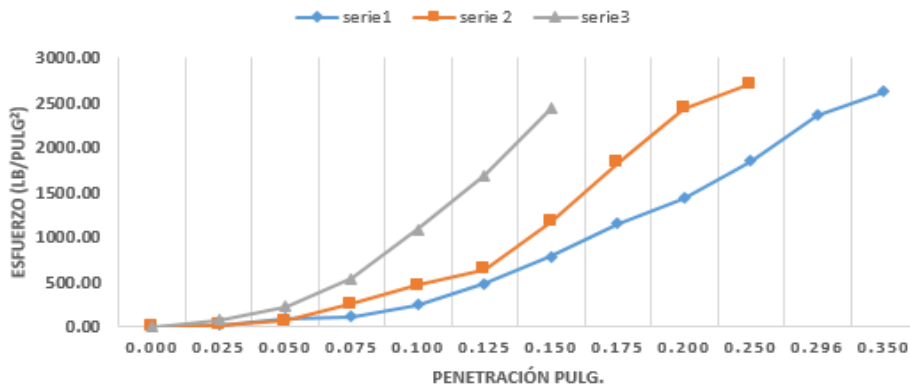
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR									
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3				
N° de capas	5		5		5				
N° de golpes	12		26		55				
Condición de la muestra	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado			
Peso molde (gr.)	7250	7250	7230	7230	7235	7235			
Wmh + molde (gr.)	12445	12510	12540	12575	12650	12660			
Wmh (gr.)	5195	5260	5310	5345	5415	5425			
Vhm (cm³)	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Dh (gr./cm³)	2.24	2.26	2.29	2.30	2.33	2.34			
Contenido Humedad									
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wt (gr.)	22.30	22.40	26.22	22.30	22.50	27.05	27.50	22.50	27.10
Wmh + t (gr.)	152.40	181.70	155.41	138.20	164.20	197.55	204.80	192.50	124.61
Wms + t (gr.)	146.20	174.70	148.60	132.30	155.30	188.40	194.20	182.40	118.80
Ww (gr.)	6.20	7.00	6.81	5.90	8.90	9.15	10.60	10.10	5.81
Wms (gr.)	123.90	152.30	122.38	110.00	132.80	161.35	166.70	159.90	91.70
W (%)	5.00%	4.60%	5.56%	5.36%	6.70%	5.67%	6.36%	6.32%	6.34%
W promedio (%)	4.80%		5.56%	6.03%		5.67%	6.34%		6.34%
<b>Ds (gr./cm³)</b>	2.134		2.156		2.192				

**Carga penetración – CBR – Afirmado**

Carga de penetración							
Datos		D pisón = 2.00 Pulg.		A pisón = 3.14 Pulg.*		F de carga = 7.5	
		12 Golpes		26 Golpes		55 Golpes	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
mm.	Pulg.	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg²)	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg²)	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg²)
0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	75.00	23.89	67.50	21.50	247.50	78.82
1.27	0.050	292.50	93.15	210.00	66.88	727.50	231.69
1.91	0.075	360.00	114.65	802.50	255.57	1695.00	539.81
<b>2.54</b>	<b>0.100</b>	<b>787.50</b>	<b>250.80</b>	<b>1447.50</b>	<b>460.99</b>	<b>3412.50</b>	<b>1086.78</b>
3.18	0.125	1522.50	484.87	2010.00	640.13	5325.00	1695.86
3.81	0.150	2467.50	785.83	3667.50	1167.99	7650.00	2436.31
4.45	0.175	3615.00	1151.27	5760.00	1834.39	0.00	0.00
<b>5.08</b>	<b>0.200</b>	<b>4500.00</b>	<b>1433.12</b>	<b>7650.00</b>	<b>2436.31</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
6.35	0.250	5812.50	1851.11	8512.50	2710.99	0.00	0.00
7.52	0.296	7417.50	2362.26	0.00	0.00	0.00	0.00
8.89	0.350	8250.00	2627.39	0.00	0.00	0.00	0.00
10.16	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo

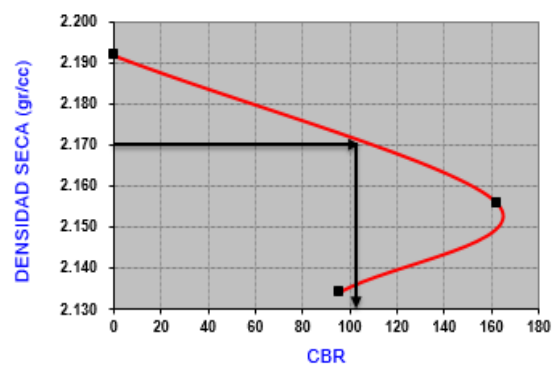
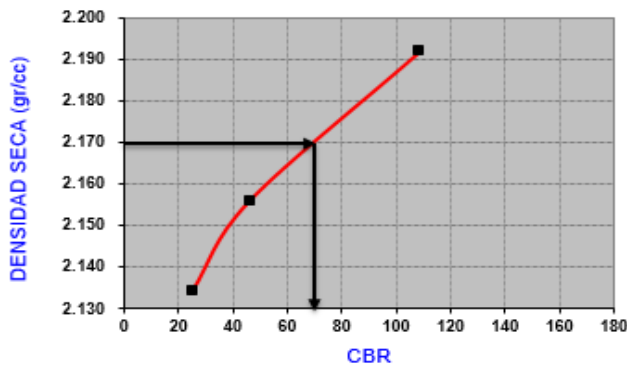
### Esfuerzo – Penetración - Afirmado



### Esfuerzos 0.1" y 0.2" de penetración CBR y densidad seca – Afirmado

Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca						
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	250.80	1433.12	460.99	2436.31	1086.78	0.00
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	25.08	95.54	46.10	162.42	108.68	0.00
Ds (gr./cm³)	2.13	2.13	2.156	2.156	2.192	2.192

### Curva esfuerzo de penetración para 0.1" y 0.2" - Afirmado



Resultado	
Máxima densidad seca (gr./cm³)	2.28
95% de la Máxima densidad seca (gr./cm³)	2.17
CBR 0.1" (%)	71
CBR 0.2" (%)	100

Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



<b>Ensayo:</b>	<b>CBR</b>	
<b>Norma:</b>	<b>MTC E132 / ASTM D188</b>	
<b>Proyecto</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"	
<b>Tipo de Material:</b>	<b>Afirmado + 2 % de jugo de saccharum officinarum</b>	
<b>Cantera:</b>	Gárate	<b>Responsable: Kevin Anthony Quevedo Sánchez</b>

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR									
Molde N°	Molde N°1			Molde N°2			Molde N°3		
N° de capas	5			5			5		
N° de golpes	12			26			55		
Condición de la muestra	sin saturar	saturado		sin saturar	saturado		sin saturar	saturado	
Peso molde (gr.)	7245	7245		7235	7235		7215	7215	
Wmh + molde (gr.)	12535	12560		12595	12615		12580	12590	
Wmh (gr.)	5290	5315		5360	5380		5365	5375	
Vhm (cm³)	2322.66	2322.66		2322.66	2322.66		2322.66	2322.66	
Dh (gr./cm³)	2.28	2.29		2.31	2.32		2.31	2.31	
Contenido Humedad									
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wt (gr.)	22.10	22.40	24.70	27.50	26.10	27.20	22.10	22.40	27.50
Wmh + t (gr.)	178.20	161.80	161.40	167.80	166.10	130.70	139.30	156.20	153.80
Wms + t (gr.)	170.00	154.20	153.70	160.20	158.10	124.90	133.70	149.40	147.60
Ww (gr.)	8.20	7.60	7.70	7.60	8.00	5.80	5.60	6.80	6.20
Wms (gr.)	147.90	131.80	129.00	132.70	132.00	97.70	111.60	127.00	120.10
W (%)	5.54%	5.77%	5.97%	5.73%	6.06%	5.94%	5.02%	5.35%	5.16%
W promedio (%)	5.66%		5.97%	5.89%		5.94%	5.19%		5.16%
Ds (gr./cm³)	2.156			2.179			2.196		

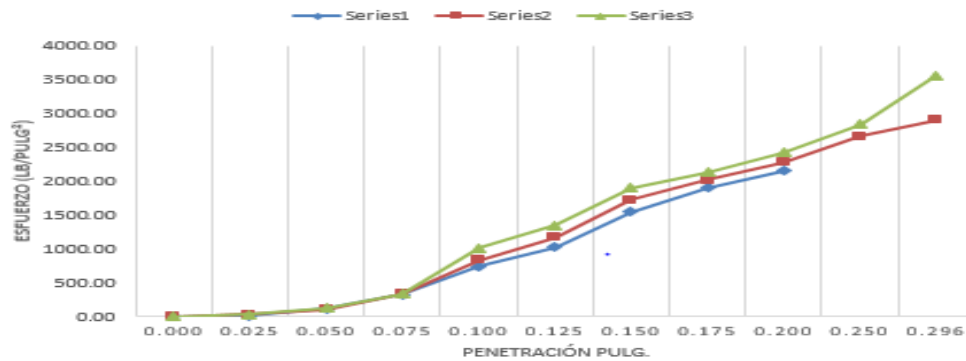
**Carga penetración – CBR – Afirmado + 2% de jugo de jugo**

Carga de penetración							
Datos		D pisón = 2.00 Pulg.		A pisón = 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga = 7.5	
		12 Golpes		26 Golpes		55 Golpes	
Penetración		Molde N° 1		Molde N° 2		Molde N° 3	
mm.	Pulg.	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	60.00	19.11	97.50	31.05	105.00	33.44
1.27	0.050	367.50	117.04	345.00	109.87	412.50	131.37
1.91	0.075	1035.00	329.62	1072.00	341.40	1072.50	341.56
<b>2.54</b>	<b>0.100</b>	<b>2325.00</b>	<b>740.45</b>	<b>2625.00</b>	<b>835.99</b>	<b>3187.50</b>	<b>1015.13</b>
3.18	0.125	3225.00	1027.07	3682.50	1172.77	4245.00	1351.91
3.81	0.150	4867.50	1550.16	5422.50	1726.91	5955.00	1896.50
4.45	0.175	5970.00	1901.27	6337.50	2018.31	6705.00	2135.35
<b>5.08</b>	<b>0.200</b>	<b>6750.00</b>	<b>2149.68</b>	<b>7155.00</b>	<b>2278.66</b>	<b>7620.00</b>	<b>2426.75</b>
6.35	0.250	0.00	0.00	8362.50	2663.22	8925.00	2842.36
7.52	0.296	0.00	0.00	9112.50	2902.07	11167.50	3556.53
8.89	0.350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.16	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



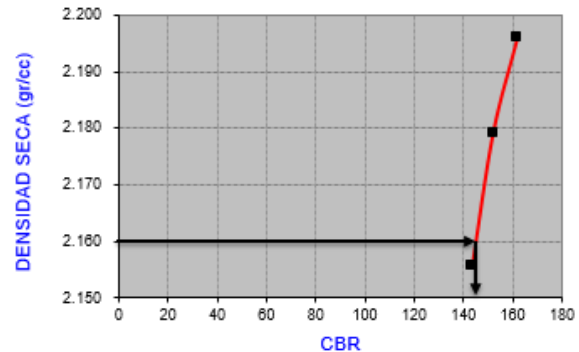
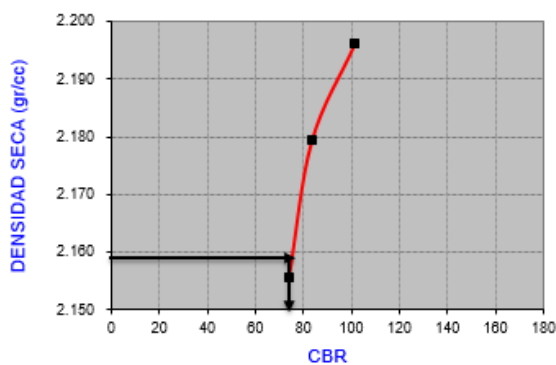
### Esfuerzo – Penetración – Afirmado + 2% jugo de saccharum officinarum



#### **Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca – Afirmado + 2 % de jugo de saccharum officinarum**

Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
<b>Penetración (Pulg.)</b>	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
<b>Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)</b>	740.45	2149.68	835.99	2278.66	1015.13	2426.75
<b>Esfuerzo patrón (lb/pulg²)</b>	1000	1500	1000	1500	1000	1500
<b>CBR (%)</b>	74.04	143.31	83.60	151.91	101.51	161.78
<b>Ds (gr./cm³)</b>	2.156	2.156	2.179	2.179	2.196	2.196

#### **Curva esfuerzo de penetración para 0.1" y 0.2" – Afirmado + 2 % de jugo de saccharum officinarum**



#### **Resultado CBR - Afirmado + 2 % de jugo de saccharum officinarum**

<b>Máxima densidad seca (gr./cm³)</b>	<b>2.27</b>
<b>95% de la Máxima densidad seca (gr./cm³)</b>	<b>2.16</b>
<b>CBR 0.1" (%)</b>	<b>74</b>
<b>CBR 0.2" (%)</b>	<b>144</b>

**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



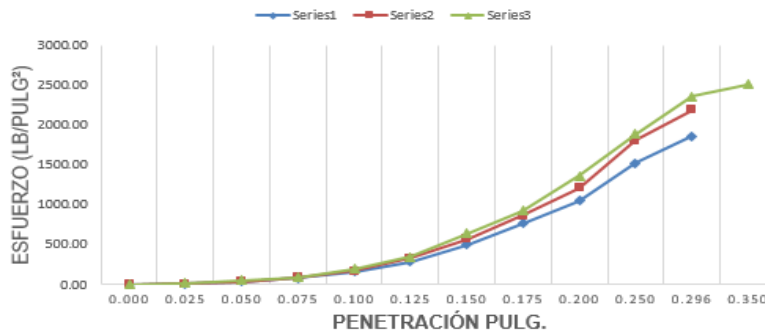
<b>Ensayo:</b>	<b>CBR</b>	
<b>Norma:</b>	MTC E132 / ASTM D188	
<b>Proyecto</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"	
<b>Tipo de Material:</b>	<b>Afirmado + 5% de jugo de saccharum officinarum</b>	
<b>Cantera:</b>	Gárate	<b>Responsable:</b> Kevin Anthony Quevedo Sánchez

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR									
Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3				
N° de capas	5		5		5				
N° de golpes	12		26		55				
Condición de la muestra	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado	sin saturar	saturado			
Peso molde (gr.)	7245	7245	7235	7235	7215	7215			
Wmh + molde (gr.)	12535	12610	12570	12620	12595	12652			
Wmh (gr.)	5290	5365	5335	5385	5380	5437			
Vhm (cm³)	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66	2322.66			
Dh (gr./cm³)	2.28	2.31	2.30	2.32	2.32	2.34			
Contenido Humedad									
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wt (gr.)	26.90	26.30	22.40	27.10	27.90	22.10	27.70	27.50	22.10
Wmh + t (gr.)	204.80	206.70	137.90	212.00	205.90	137.00	193.30	208.70	141.20
Wms + t (gr.)	195.30	198.00	131.30	203.70	198.30	132.00	186.20	200.80	135.80
Ww (gr.)	9.50	8.70	6.60	8.30	7.60	5.00	7.10	7.90	5.40
Wms (gr.)	168.40	171.70	108.90	176.60	170.40	109.90	158.50	173.30	113.70
W (%)	5.64%	5.07%	6.06%	4.70%	4.46%	4.55%	4.48%	4.56%	4.75%
W promedio (%)	5.35%		6.06%	4.58%		4.55%	4.52%		4.75%
Ds (gr./cm³)	2.162		2.196		2.216				

Carga de penetración							
Datos		D pisón = 2.00 Pulg.		A pisón = 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga = 7.5	
		12 Golpes		26 Golpes		55 Golpes	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
mm.	Pulg.	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	30.00	9.55	45.00	14.33	75.00	23.89
1.27	0.050	120.00	38.22	135.00	42.99	187.50	59.71
1.91	0.075	262.50	83.60	300.00	95.54	300.00	95.54
<b>2.54</b>	<b>0.100</b>	<b>525.00</b>	<b>167.20</b>	<b>547.50</b>	<b>174.36</b>	<b>637.50</b>	<b>203.03</b>
3.18	0.125	907.50	289.01	1042.50	332.01	1087.50	346.34
3.81	0.150	1575.00	501.59	1807.50	575.64	2007.00	639.17
4.45	0.175	2400.00	764.33	2707.50	862.26	2902.50	924.36
<b>5.08</b>	<b>0.200</b>	<b>3315.00</b>	<b>1055.73</b>	<b>3810.00</b>	<b>1213.38</b>	<b>4282.50</b>	<b>1363.85</b>
6.35	0.250	4792.50	1526.27	5685.00	1810.51	5940.00	1891.72
7.52	0.296	5835.00	1858.28	6885.00	2192.68	7410.00	2359.87
8.89	0.350	0.00	0.00	0.00	0.00	7875.00	2507.96
10.16	0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo

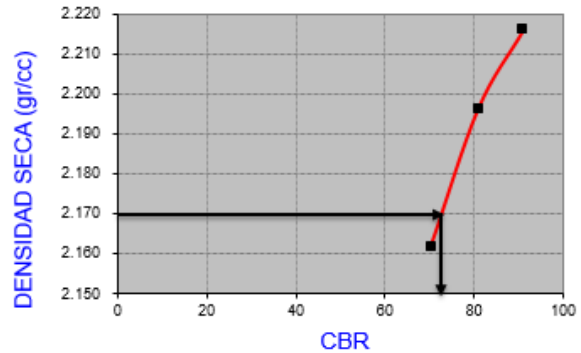
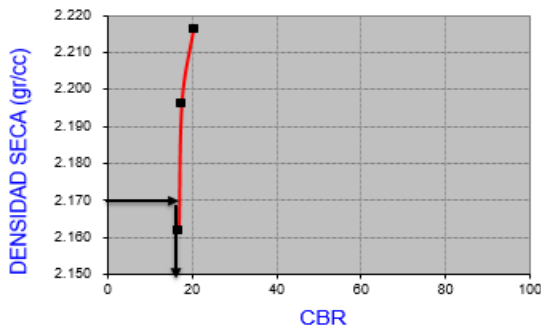
**Esfuerzo – Penetración – Afirmado + 5% jugo de saccharum officinarum**



**Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca – Afirmado + 5% de jugo de saccharum officinarum**

Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	167.20	1055.73	174.36	1213.38	203.03	1363.85
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	16.72	70.38	17.44	80.89	20.30	90.92
Ds (gr./cm³)	2.162	2.162	2.196	2.196	2.216	2.216

**Curva esfuerzo de penetración para 0.1" y 0.2" – Afirmado + 5% de jugo de saccharum officinarum**



**Resultado CBR - Afirmado + 5% jugo de saccharum officinarum**

Máxima densidad seca (gr./cm³)	<b>2.28</b>
95% de la Máxima densidad seca (gr./cm³)	<b>2.17</b>
CBR 0.1" (%)	<b>18</b>
CBR 0.2" (%)	<b>72</b>

**Fuente:** Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo



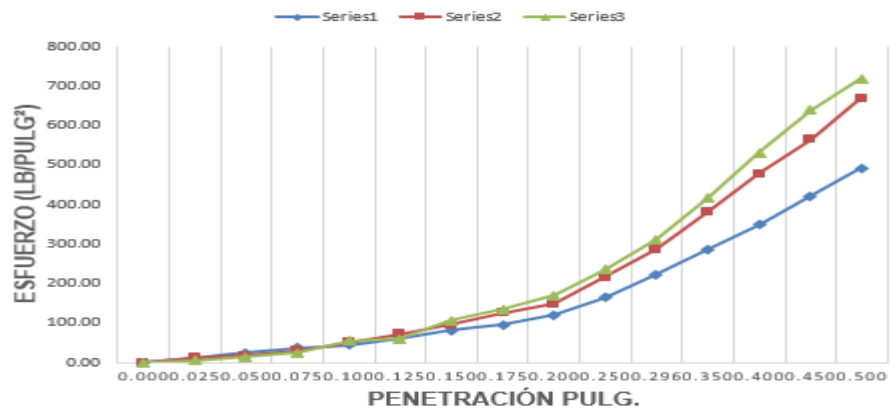
<b>Ensayo:</b>	<b>CBR</b>	
<b>Norma:</b>	MTC E132 / ASTM D188	
<b>Proyecto</b>	"Influencia del jugo de saccharum officinarum en el afirmado del tipo procesado en los suelos para infraestructuras viales, Moyobamba, 2020"	
<b>Tipo de Material:</b>	Afirmado + 10%	
<b>Cantera:</b>	Gárate	<b>Responsable:</b> Kevin Anthony Quevedo Sánchez

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR									
Molde N°	Molde N°1			Molde N°2			Molde N°3		
N° de capas	5			5			5		
N° de golpes	12			26			55		
Condición de la muestra	sin saturar	saturado		sin saturar	saturado		sin saturar	saturado	
Peso molde (gr.)	7980	7980		8005	8005		7235	7235	
Wmh + molde (gr.)	13405	13415		13453	13460		12670	12675	
Wmh (gr.)	5425	5435		5448	5455		5435	5440	
Vhm (cm³)	2322.66	2322.66		2322.66	2322.66		2322.66	2322.66	
Dh (gr./cm³)	2.34	2.34		2.35	2.35		2.34	2.34	
Contenido Humedad									
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wt (gr.)	22.50	22.30	27.80	22.60	22.20	27.60	22.40	27.50	26.10
Wmh + t (gr.)	175.70	178.20	167.20	188.90	194.80	127.30	185.80	237.20	127.40
Wms + t (gr.)	169.10	171.80	161.10	183.00	188.20	123.60	181.90	233.10	125.10
Ww (gr.)	6.60	6.40	6.10	5.90	6.60	3.70	3.90	4.10	2.30
Wms (gr.)	146.60	149.50	133.30	160.40	166.00	96.00	159.50	205.60	99.00
W (%)	4.50%	4.28%	4.58%	3.68%	3.98%	3.85%	2.45%	1.99%	2.32%
W promedio (%)	4.39%		4.58%	3.83%		3.85%	2.22%		2.32%
Ds (gr./cm³)	2.237			2.259			2.289		

Carga de penetración							
Datos		D pisón = 2.00 Pulg.		A pisón = 3.14 Pulg. <sup>2</sup>		F de carga = 7.5	
		12 Golpes		26 Golpes		55 Golpes	
Penetración		Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
mm.	Pulg.	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Esfuerzo (lb/pulg <sup>2</sup> )
0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	30.00	9.55	37.50	11.94	15.00	4.78
1.27	0.050	75.00	23.89	52.50	16.72	45.00	14.33
1.91	0.075	112.50	35.83	90.00	28.66	75.00	23.89
<b>2.54</b>	<b>0.100</b>	<b>135.00</b>	<b>42.99</b>	<b>157.50</b>	<b>50.16</b>	<b>172.50</b>	<b>54.94</b>
3.18	0.125	195.00	62.10	225.00	71.66	187.50	59.71
3.81	0.150	255.00	81.21	300.00	95.54	330.00	105.10
4.45	0.175	300.00	95.54	390.00	124.20	420.00	133.76
<b>5.08</b>	<b>0.200</b>	<b>375.00</b>	<b>119.43</b>	<b>465.00</b>	<b>148.09</b>	<b>532.50</b>	<b>169.59</b>
6.35	0.250	517.50	164.81	675.00	214.97	735.00	234.08
7.52	0.296	697.50	222.13	900.00	286.62	975.00	310.51
8.89	0.350	900.00	286.62	1200.00	382.17	1312.50	417.99
10.16	0.400	1095.00	348.73	1500.00	477.71	1665.00	530.25
11.43	0.450	1320.00	420.38	1770.00	563.69	2002.50	637.74
12.7	0.500	1545.00	492.04	2100.00	668.79	2257.50	718.95

Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo

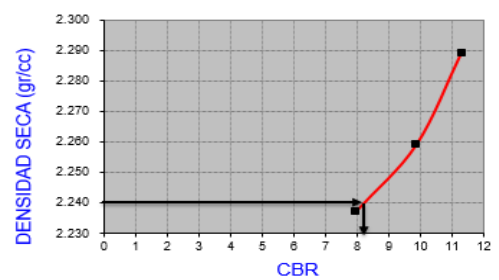
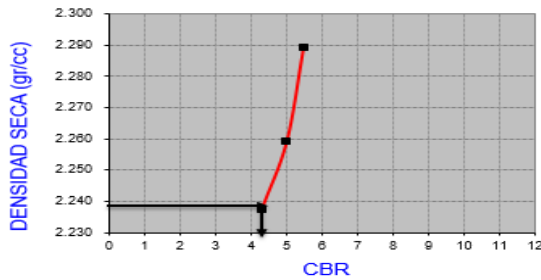
### Esfuerzo – Penetración – Afirmado + 10% jugo de saccharum officinarum



**Esfuerzos para 0.1" y 0.2" de penetración, CBR y densidad seca Afirmado + 10% de jugo de saccharum officinarum**

Molde N°	Molde N°1		Molde N°2		Molde N°3	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	42.99	119.43	50.16	148.09	54.94	169.59
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1500	1000	1500	1000	1500
CBR (%)	4.30	7.96	5.02	9.87	5.49	11.31
Ds (gr./cm³)	2.237	2.237	2.259	2.259	2.289	2.289

### Curva esfuerzo de penetración para 0.1" y 0.2" – Afirmado + 10 % de jugo de saccharum officinaru



Resultado CBR - Afirmado + 10% de jugo de saccharum officinarum	
Máxima densidad seca (gr./cm³)	2.335
95% de la Máxima densidad seca (gr./cm³)	2.24
CBR 0.1" (%)	44
CBR 0.2" (%)	8.2

Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Cesar Vallejo