



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando
cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca
de Huascayacu, 2020”**

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

AUTORES:

Córdova Peña, Janet (ORCID: 0000-0002-1093-9113)

Huamán Goicochea, Kevin Oliver (ORCID: 0000-0001-9082-9426)

ASESOR:

Mg. Cornejo Saavedra, Gustavo Ivanovich (ORCID: 0000-0002-7673-5148)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

MOYOBAMBA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres por la confianza que han depositado en mi persona, y que con sus sabios consejos han sabido conducirme por el camino correcto y por estar siempre a mi lado apoyándome en todas mis aspiraciones a futuro.

Córdova Peña Janet

El trabajo de investigación se lo agradezco al ser supremo Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres, por su trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy

Huamán Goicochea, Kevin Oliver

Agradecimiento

A los docentes profesionales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo por su acertada orientación y asesoría en el campo de la investigación, y por su confianza y paciencia depositada en mí.

Córdova Peña Janet

A mi familia, por su apoyo incondicional y estímulo, a lo largo de mi carrera. A nuestro asesor: Ing. Gustavo Cornejo Saavedra por su orientación y guía en la elaboración del presente trabajo de investigación
Huamán Goicochea Kevin Oliver

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria	i
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	4
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.	12
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	14
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Métodos de análisis de datos.	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS	73

Índice de tablas.

Tabla 1. Diseño de investigación.....	11
Tabla 2. Unidad de análisis.....	14
Tabla 3. Técnicas, instrumentos y fuentes.....	15
Tabla 4. Tamices de malla cuadrada.....	17
Tabla 5. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.....	18
Tabla 6. Penetración para CBR.....	21
Tabla 7. Análisis granulométrico por Tamizado y contenido de humedad...23	
Tabla 8. Ensayo de Límite de Atterberg.....	24
Tabla 9. Clasificación AASHTO del afirmado del tipo procesado.....	25
Tabla 10. ensayo de abrasión.....	26
Tabla 11. Relación densidad/humedad (Proctor Modificado).....	26
Tabla 12. Resistencia de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia a los 7 días.....	27
Tabla 13. Resistencia de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia a los 7 días.....	28
Tabla 14. Resistencia de afirmado del tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia a los 14 días.....	29
Tabla 15. Resistencia de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia a los 14 días.....	30
Tabla 16. Resistencia de afirmado del tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia a los 28 días.....	31
Tabla 17. Resistencia de afirmado del tipo procesado empleando cemento de alta resistencia a los 28 días.....	31
Tabla 18. Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento al 2%, el método de ensayo “C”	32
Tabla 19. Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento el 5%, el método de ensayo “C”	35

Índice de tablas.

Tabla 20. Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento el 7%, el método de ensayo “C”	36
Tabla 21. Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento el 9%, el método de ensayo “C”	37
Tabla 22. Resumen de Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento al 0%, 2%, 5% y 9%, el método de ensayo “C”	38
Tabla 23. Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia.....	39
Tabla 24. Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia.....	39
Tabla 25. Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR) del afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia.....	40
Tabla 26. Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%.....	41
Tabla 27. Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%.....	41
Tabla 28. Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%.....	42
Tabla 29. Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado sin empleando cemento de alta resistencia al 5%.....	43
Tabla 30. Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%.....	43
Tabla 31. Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%.....	44
Tabla 32. Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.....	45

Índice de tablas.

Tabla 33. Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.....	45
Tabla 34. Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.....	46
Tabla 35. Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.....	47
Tabla 36. Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.....	47
Tabla 37. Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.....	48
Tabla 38. Resumen de los valores California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia y afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%, 5%, 7% y 9%.....	49
Tabla 39. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.....	50
Tabla 40. cálculo de los factores destructivos.....	51
Tabla 41. Tasa Anual de Crecimiento.....	52
Tabla 42. Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño.....	52
Tabla 43. Cálculo de ejes equivalentes (EE).....	53
Tabla 44. Análisis de precio unitario de un m ³ de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.....	55

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de experimento y variables.....	11
Figura 2. Curva granulométrica.....	24
Figura 3. Curva de fluidez.....	25
Figura 4. Curva de Compactación.....	27
Figura 5. Afirmado del tipo procesado vs adición cemento de alta resistencia.	29
Figura 6. Afirmado del tipo procesado vs adición cemento de alta resistencia a los 14 días.....	30
Figura 7. Afirmado tipo procesado vs adición cemento de alta resistencia a los 28 días.....	32
Figura 8. Afirmado del tipo procesado VS adición cemento de alta resistencia a los 7, 14 y 28 días.....	33
Figura 9. Curva de Compactación de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%	34
Figura 10. Curva de Compactación de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%.....	35
Figura 11. Curva de Compactación de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.....	36
Figura 12. Curva de Compactación de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.....	37
Figura 13. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia.....	39
Figura 14. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%.....	41
Figura 15. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%.....	43

Índice de figuras

Figura 16. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.....	45
Figura 17. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.....	47

RESUMEN

La investigación “Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huacayacu, 2020” el objetivo general es diseñar una mezcla del afirmado tipo procesado empleando Cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huacayacu, 2020. El trabajo de investigación es de tipo cuantitativa y diseño de investigación es experimental así mismo las variables con las que se desarrolló la investigación son: como variable independiente: cemento de alta resistencia y variable dependiente: diseño y estabilización de afirmado tipo procesado, la población y muestra es está conformada por 45 probetas cilíndricas, de cuales se trabajó 9 con afirmado del tipo procesado y 36 se trabajó con afirmado tipo procesado empleo de cemento de alta resistencia al 2%, 5%, 7% y 9%, los criterios de inclusión: El afirmado tipo procesado debe ser una mezcla bien graduada conformada por grava, arena y partículas finas menores que 0.075 mm, exentas de plasticidad, en los criterios de exclusión: se excluirá material que no cumpla la graduación según norma técnica del MTC, 2014. Las técnicas utilizadas fueron la observación directa, ensayos físicos y mecánicos del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

Palabras clave: Cemento de alta resistencia, afirmado tipo procesado, exentas de plasticidad .

ABSTRACT

The investigation "Design and stabilization of the affirmed type processed using high resistance cement on the Yantaló - Boca of Huacayacu highway, 2020" the general objective is to design a mixture of the affirmed type processed using high resistance cement on the Yantaló - Boca of Huacayacu highway, 2020. The research work is of a quantitative type and the research design is experimental. The variables with which the research was carried out are: as an independent variable: high-strength cement and a dependent variable: design and stabilization of the claimed processed type, the population and sample is made up of 45 cylindrical specimens, of which 9 worked with affirmed of the processed type and 36 worked with affirmed processed using high-strength cement at 2%, 5%, 7% and 9 %, the inclusion criteria: The claimed processed type must be a well graded mixture made up of gravel, sand and fine particles less than 0.075 mm, free of plasticity, in the exclusion criteria: material that does not meet the graduation will be excluded according to the technical regulation of the MTC, 2014 The techniques used were direct observation, physical and mechanical tests of the affirmed type processed using high resistance cement.

Keywords: High resistance cement, affirmed processed type, free of plasticity.

I. INTRODUCCIÓN.

En la realidad problemática, se describe a nivel internacional: las carreteras son un enorme patrimonio nacional y requieren conservación para mantenerlas en condiciones satisfactorias y ofrecer tráfico seguro y de bajo costo para el usuario, con una velocidad adecuada. El mantenimiento tardío o insuficiente aumentará el costo final de reparación, así mismo aumentará molestias y reducirá seguridad. (Moreno, 2018). Así mismo Existen varias técnicas en Colombia para mejorar las carreteras, las cuales ya se están aplicando y otras son de reciente empleo. La decisión de cuál utilizar depende de factores como cantidad y tipo de tránsito, clima, geometría del camino y costos. Dentro de la tecnología de estabilización de afirmado, para la conservación de la base en carreteras departamentales, tenemos la estabilización de afirmado empleando cemento. La investigación de este sistema siempre está enfocada como una solución económica y técnicamente buena para carreteras Departamentales. (Campagnoli, 2017). Asimismo, se considera que el uso de cemento Portland para la estabilización de materiales básicos en Guatemala mejora las características físicas y las condiciones mecánicas. Es conveniente que, al usar cemento para estabilizar las afirmaciones, se realicen pruebas en el laboratorio, que determinan el contenido máximo que se puede usar, sin agrietarse en la muestra, ya que este comportamiento es el que se obtendría por carretera (Coronado 2002). Por lo tanto, ámbito nacional: en el Perú La Infraestructura Vial de nuestro país se divide según la Clasificación de las Rutas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones en: Caminos Vecinales, Caminos Departamentales y Carreteras Nacionales cuya intervención está a cargo de los gobiernos locales, departamentales y nacional correspondientemente. Los agentes responsables de la red vial en la Región San Martín son el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Provias Nacional, Provias Descentralizado (Gobierno Nacional), Dirección de Transportes del Gobierno Regional de San Martín (Gobierno Regional) y los Institutos Viales Provinciales (Gobierno Local). (MTC, 2018). Ámbito local: En la red vial Departamental de la Provincia de Moyobamba en la región San Martín, el gran flujo vehicular conlleva grandes dificultades para la conservación y mejoramiento dadas las limitaciones presupuestarias de los gobiernos locales. Asimismo, es de particular importancia como base para el progreso económico y social y el bienestar de la región y es un patrimonio

nacional precioso que debe mantenerse y preservarse mediante un mantenimiento adecuado y rápido que permita la transitabilidad. Satisfactorio para los usuarios. Existen varias técnicas para mejorar las vías vecinales, las cuales ya se están aplicando y otras son de reciente empleo. Por ello el motivo de investigar sobre el diseño y estabilización de afirmado del tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020. Esto permitirá dar una propuesta técnica de la base de afirmado en dicha vía.

El trabajo de investigación propuso como Formulación del problema: ¿En qué medida se diseñará una mezcla del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020?. También se obtuvieron los problemas específicos: ¿Cómo reconocer las propiedades físicas y mecánicas del afirmado tipo procesado y del cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló - Boca de Huascayacu, 2020?, ¿Cuál es el diseño óptimo de la dosificación de la mezcla del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia?, ¿Cómo se analizará mediante el ensayo de CBR, el afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia?, ¿Cuánto es el costo de fabricación de un metro cúbico del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia?.

El presente trabajo de investigación se procedió a elaborar la justificación teórica: Esta investigación, se realizará con el fin de aportar resultados obtenidos de manera aplicativa, en la estabilización de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia con lo cual se estaría mitigando el principal problema de la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, que es la disgregación de la capa de afirmado (pérdida del material granular), por las lluvias, dado que el cemento de alta resistencia como conglomerante mezclado con el afirmado tipo procesado conforman una base más resistente. Por lo tanto, en la justificación práctica: esta investigación permitió saber la importancia y la dosificación óptima del cemento de alta resistencia en la estabilización del afirmado tipo procesado para la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu. De igual manera la justificación por conveniencia: La investigación realizada es conveniente, a partir del punto de vista técnico y económico, prolongando su vida útil de la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, ahorrando en costos de operación y mantenimiento periódico y brindando una servicialidad de calidad. Siendo así justificación social: Esta investigación eleva el nivel

de serviciabilidad de la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu a corto plazo, así mismo contribuye a la disminución del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca), específicamente la polución atmosférica, como consecuencia la población tendría una mejora calidad de vida; por último, la justificación metodológica: Para determinar la estabilización de afirmado del tipo procesado empleando cemento de alta resistencia, se realizarán ensayos, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo - Moyobamba.

la investigación tiene como objetivo general: Diseñar una mezcla del afirmado tipo procesado empleando Cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020. Así mismo los objetivos específicos: Determinar propiedades físicas y mecánicas del afirmado tipo procesado y del cemento de alta resistencia. Establecer el diseño óptimo de la dosificación de la mezcla del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia. Analizar mediante el ensayo de CBR, el afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia. Analizar la viabilidad económica del costo de un metro cúbico del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia. Teniendo la siguiente hipótesis general HI: El uso de cemento de alta resistencia mejora la estabilización del afirmado del tipo procesado en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020. Así mismo se designó las hipótesis específicas: H1: El uso de laboratorio de mecánica de suelos determinará las propiedades físicas y mecánicas del afirmado tipo procesado y del cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020. H2: El diseño óptimo de la mezcla de cemento de alta resistencia y afirmado tipo procesado, potenciará la estabilización del afirmado del tipo procesado en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020. H3: El porcentaje óptimo para la estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia mediante el ensayo de CBR incrementará su máxima resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu. H4: El metro cúbico del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia tendrá un precio bajo, en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu.

II. MARCO TEÓRICO

Se utilizaron como trabajos de investigación los siguientes antecedentes a nivel internacional según: GERARDO Echeverría. En su compromiso de indagación graduado: Estabilidad Quimificada de los Suelos: Empleó en la reconstrucción de sistematización en pavimentos (Publicación en revista). Ingeniería de Construcción Vol. 16, nº 162. Abril 2017 (Santiago, Chile.). Concluyó que: En general, el material pasó un 80% del material por una malla N°4, el cemento se espacia a mano, y luego, se mezcló con el suelo entre ambos materiales en conciso. En aditamento de agua a la mixtura de cemento y superficie en adusto, se agregó el agua conveniente y se procedió a combinar de nuevo. Compactación se hizo por intermedio de rodillo llano. NADAL. En su trabajo de investigación titulado: El suelo estabilizado empleando cemento (Publicación en revista). Ingeniería de construcción Vol. 5, nº 812. Mayo 2016 (España). Concluyó que: Los suelos previamente corregidos en su composición y compactados con agentes adecuados se estabilizan de tal manera que son particularmente adecuados para capas base e imprimaciones. La estabilización era una corrección adecuada del suelo, la adición de cemento y la posterior compactación, que ya ocupa un lugar preponderante en la técnica de pavimentación y revestimiento de pistas, un papel que se está volviendo más importante día por día debido a los progresos de la ciencia. El creciente progreso de la tecnología de aplicación, la mejora constante de sus propiedades intrínsecas y sobre todo el desarrollo de equipos de puesta en marcha mecánica. García, Jonathan. Investigación de la tecnología de cemento del suelo para estabilizar carreteras terciarias en Colombia con alto contenido de caolín (tesis de diploma). Universidad Católica de Colombia - Bogotá, 2019. Llegaron a la conclusión de que: para pisos finos estabilizados con cemento, se debe garantizar que el agua no afecte la resistencia del suelo debido a las condiciones climáticas, por lo que se requieren buenos sistemas de drenaje o aumentan la resistencia al agua del material. La más alta resistencia a la compresión sin restricciones se logra después de 28 días de endurecimiento con un contenido de cemento del 12%, lo que se consigue una resistencia máxima de 2,42 MPa, que, según González Vallejo, corresponde a los valores obtenidos para las rocas. suave como Arcillolitas, Lutitas entre otros. Esto indica una coincidencia precisa entre el cemento y la carga máxima del suelo. Cemento funciona muy bien como un estabilizador de suelos, en este caso,

Se ha encontrado que los porcentajes superiores al 8% de cemento en la mezcla mejoran considerablemente la resistencia a cargas monótonas, académica y experimentalmente, este grado de trabajo tuvo como objetivo evaluar contenidos del 10% y 12% para obtener sobres para diagnosticar una tendencia conductual a largo plazo en estos materiales. Según los recintos, la mayor resistencia a la compresión se alcanza con un porcentaje correspondiente al 12% del cemento, mientras que la resistencia a la tracción del 10% fue la que prevaleció en términos de valores de resistencia.

A nivel nacional según: BECERRA, Anthony y HERRERA, Alfredo. Estabilidad Arcilla, arena y confirmada con cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica y Qhuna; Lambayeque 2018 (argumento de pregrado). Instituto Señor de Sipán - Perú, 2018. Se concluyó que: gracias a la prueba estándar de resistencia a la compresión de cilindros de cemento con superficie fundida, se obtuvo la adición de cemento Qhuna en equilibrio al cemento Mochica y Víaforte. La elección del cemento como resistencia superior conduce a su comportamiento mecánico. No hay un área definida para las arenas, ya que incorporan una mayor proporción de cemento para aumentar su resistencia sin tender a disminuir. kg / cm². AYALA, Une y GALLARDO, Elder. Estabilidad de la base de un yeso rígido con cemento Portland tipo I utilizando las canteras de Gavilán, Don Lucho y el río Chonta, Cajamarca, 2015 (tesis de diploma). Universidad Privada del Norte, Cajamarca - Perú, 2015. Se encontraron los siguientes resultados: se verificó que las pruebas de estabilización para la base de un yeso rígido con cemento Portland tipo I utilizando aditivos de El Gavilán, Don Lucho y Bien Chonta. Aumentará la capacidad de carga si se agrega cemento Portland tipo I del 7% al 167% (combinación de canteras El Gavilán (27%) y el río Chonta (73%)) del 5% al 154% (combinación de canteras Don Lucho (24%) y el río Chonta (76%)) La base de un pavimento rígido se estabilizó con cemento Portland tipo I utilizando las siguientes combinaciones: Combinación de canteras El Gavilán (27%) con el río Chonta (73%), Combinación de las canteras Don Lucho (24%) con el río Chonta (76%) Los agregados de las canteras El Gavilán, Don Lucho y Chonta, individualmente, no corresponden al tamaño del grano, por la base de un recubrimiento (método C) según los usos del tamaño de partícula y los porcentajes especificados por la norma ASTM D 1241, para los cuales la corrección del tamaño de partícula se realizó mezclando materiales. La capacidad de soporte

del material combinado de las canteras El Gavilán (27%) y el río Chonta (73%) cumplen con las especificaciones de NTP 339.145 en base a un pavimento rígido y la capacidad de carga del material combinado de las canteras Don Lucho (24%) y el río Chonta (76%) no cumple con las especificaciones de NTP 339.145 para la base de un yeso rígido. MAMANI, Wilson. Análisis de estabilización de suelos con cemento en componentes estructurales para el diseño equivalente de revestimientos rígidos, segmentados y flexibles en rutas de poco tráfico confirmado (tesis de diploma). Universidad Peruana Unión, Juliaca - Perú, 2018. Llegó a la conclusión de que: la estabilización del piso con cemento al nivel de los componentes (subsuelo granular y su superficial) aumenta la resistencia, medida en términos del valor de soporte relativo (CBR), para el diseño de revestimientos flexibles y, por lo tanto, aumenta y aumenta el coeficiente estructural segmentado utilizando el método AASHTO. La estabilización granular del piso de cemento para aceras flexibles en rutas de tráfico de poco tráfico ayuda a reducir el grosor de los componentes de la carretera por medio de tres componentes (subterráneo, subterráneo y carpeta). Asfalto), uno de los cuales puede omitirse, por ejemplo: la base granular, en los análisis realizados se obtuvo lo siguiente: superficie flexible sin estabilizador aglutinante de asfalto: superficie granular de 5 cm: superficie granular de 15 cm: superficie flexible de 10 cm con aglutinante de asfalto granular estabilizado: Base de granulado de 5 cm: 15 cm De lo siguiente: con revestimientos flexibles, estabilizar la base de granulado con cemento es una opción. La estabilización del suelo con cemento en superficies granulares para aceras segmentadas en rutas de poco tráfico ayuda a reducir el grosor de los componentes. Sin embargo, si tenemos en cuenta los espesores mínimos recomendados por 91 MTC-2014, el resultado sería lo mismo que se lograría sería un aumento. Regional para: PEZO, Flavio. Mejora y restauración de la ruta del barrio Juan Guerra-Bello Horizonte con estabilidad subterránea y confirmación de la cantera Cemento del Terrenal de Fundación y Capa de Afirmado del distrito de Juan Guerra, provincia de San Martín, región de San Martín (tesis). Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto - Perú, 2018. Se concluyó que: en las comparaciones, la cantidad óptima para toda la sección se resta del 10% de cemento para estabilización, lo que da resultados satisfactorios con la mejora de las propiedades confirmadas, límite de líquido, límite de plástico, índice de plasticidad, CBR 21.57%, Muy buena calidad inferior, más duradera, mejor. Estabilización del

material en la cantera del río Mayo con cemento, de acuerdo con el estándar técnico del MTC, teniendo en cuenta la clasificación AASHTO para la adición en% de cemento Portland Pacasmayo tipo I, con pruebas de las propiedades físicas y mecánicas, se obtuvieron mejores resultados en los estudios realizados en el estado natural sin aditivo, el 4,00% de cemento se determina como óptimo, de acuerdo con los estándares técnicos de MTC. Esto permitirá hacer una propuesta técnica para los motivos de confirmación de la misma manera. Teorías sobre variables independientes: (IECA, 2019). El cemento Portland es un aglutinante hidráulico que indica que es un tempo inorgánico finamente picado que forma una pera que cura mediante reacciones y procesos de impregnación y se vuelve resistente después del curado. El cemento Portland es el resultado de aplastar el clinker, que consiste esencialmente en silicatos de calcio hidratados. Por lo general, contiene adiciones de una o más y más formas de sulfato de calcio. Todas las condiciones agregadas se deben rociar con el clinker al mismo tiempo para formar una mezcla íntima y homogénea. (Instituto Nacional de Vías, 2019), clasificación de cemento Portland, El tema del cemento Portland está clasificado de acuerdo con la Norma Técnica del Perú (NTP 334.009 y ASTM C 150). Tipo I: comercio regular. (NTP 334.009 y ASTM C 150), Tipo II: de comercio periódico, específico, si lo desea: ligereza moderada con sulfatos o efecto de absorción legítimo (NTP 334.009 y ASTM C 150), Tipo III: alta serenidad (NTP 334.009 y ASTM C 150), Tipo IV: Bajo riesgo de remojo (NTP 334.009 y ASTM C 150) y Tipo V: Alto reposo de sulfato (NTP 334.009 y ASTM C 150). Teorías sobre variables dependientes: (Gallardo, 2018). El diseño confirmado del tipo que se procesa agregando cemento de alta resistencia debe ser homogéneo. El diseño de la mezcla se selecciona en función del tipo de confirmación. No se consideran valores de diseño, sino estimaciones. (MTC, 2014) informa sobre lo que tiene sentido, que es una capa compactada hecha de materiales granulares, que consiste en letras deductivas o aquellas que ya han sido procesadas, a través de una continuación específica que soporta visiblemente todas las cargas y esfuerzos de impulso. Debe declamar con un singular adecuado de tierno disonante y aglutinado; Debo las condiciones para retener las partículas aglutinadas. Y juntos, servirá como un buen perfil en carreteras sin pavimentar. (P. 21). Define el tipo confirmado que se procesa como la colocación de diferentes capas encontradas en el subsuelo. Acreción, subpulgulo y cubierta del rollo. El revestimiento en rollo como

el fragmento principal de un piso puede ser bituminoso, incluso una poción hecha de cemento Portland (intolerante) o adoquines, y su dependencia es justificar el argumento de la transitabilidad. Base: la capa inferior del perfil, que tiene un rendimiento tolerable, deja polvo y también imprime las cargas causadas. Esta capa está representada con una desafinación granular que fluye, en la cual ($\text{CBR} \geq 80\%$) debe aplicarse con medios como tierra, cal o un suplemento. El diseño del tamaño del carril también puede ser opcional, que puede tratarse con muebles granulares de ($\text{CBR} \geq 40\%$) o con cal o cemento. Las pasarelas especificadas en el manual son: pasarelas semirrígidas, flexibles y rígidas. (P.24) Enlucidos de polímeros: es el bebedor de capas granulares (altura y subsuperficie), que también se denominan capas de almacenamiento y están hechas de 13 materiales bituminosos, aglutinantes, aditivos y, si se requieren aditivos, de la misma manera que la capa del individuo. Las pistas de asfalto y la granular tienen en cuenta: mezclas de asfalto, col roja de asfalto, el archivo de doble capa de doble capa, el micro pavimento, el macadán de asfalto y las mezclas de asfalto de personas que son nuevas en un círculo caliente.

Piso semirrígido individual: compuesto de tierra que consiste en capas de asfalto (cubierta de asfalto caliente y acreción normalmente tratada con tierra); También se considera un aumento semirrígido en la estructura compuesta por la envoltura de asfalto tratada en relación con el aumento de cal y cemento. Pavimento estrecho: es una disposición de suelo compuesta de un barranco granular subbase, que en su ciclo puede ser de ascensión granular, también estabilizado por cimientos como cemento, cal o tierra y con un manto rodante del precipicio declarado de un cemento del hidráulico nadie o también Puede ser una carpeta. Internamente, hay diferentes categorías de pisos duros: a) Caminos con pisos adecuados y originales, todos renovados con grava elegida por agitación y aglomerantes finos. B) Los costosos caminos formados por el manto de cobertura con rocas de roca nativas, a excepción de la entidad procesada, prefieren permanecer manejables o por la agitación de aproximadamente 75 mm de tamaño. c) Los caminos afirmados, compuestos por un manto envolvente o con materiales originales, actualmente en proceso nativo o por algún medio mecánico como agitación, con dosificación, por la mezcla apropiada de tamaños o tipos de material grueso: música, grava y fina o caliza, el max. 25 mm. His: confirmado o agitado con grava natural o confirmado con grava homogeneizada mediante procesos de trituración. d) El área del perfil

tratada con materiales de muestra industriales: con una extensión en el fondo para investigar las causas de las partículas, con materiales como: aditivos, cloruros y productos de asfalto, mortero, calcina u otros tipos de productos químicos que forman estabilizadores. (Pp. 118-123). Propiedades deseables Resistencia a la fluencia, zona de muestra plana de propiedades cohesivas crecientes, resistencia a la grava y al daño por desgaste, solidez (muestra seca y húmeda), permeabilidad hermética constante, buena relación de tensión, expedición para compactación y distribución Grava de arena de materiales cada vez más deseables con clasificación apropiada, con una estrecha pequeña división de las sanciones de MTC (2018), En términos de organicidad, las carreteras sin pavimentar o las carreteras de baja circulación son generalmente de volumen relativamente pequeño y tienen algunos atributos de diseño que esencialmente capturan el movimiento de la carretera y adoptan las estructuras diseñadas para áreas específicas de existencia útil. igualmente, como de corta duración o como error recibido; Las capas deben tener una cubierta granular, lo que se confirma mediante ciertas características que interfieren con la actividad del programa de noticias o la órbita tanto como sea posible. En los enfoques conceptuales que tenemos: resistencia contra el movimiento, una apariencia del tipo habitual (bolsa baja), más y más propiedades cohesivas, resistencia contra la rotura y el desgaste de la grava. Permeabilidad a la fluencia comparativamente estrecha, buena capacidad para manejar la tensión, una estructura para compactar materiales más deseables Grava de arena perfectamente graduada con una pieza muy pequeña de arcilla fina (MTC, 2018). Clasificación de lo confirmado: Según Yepes, la estabilidad del consolidado es optimizar una superficie existente mediante la adición de un rugoso, que generalmente está hecho de cal o cemento, para mejorar la transitabilidad. Los beneficios directos que derivamos de la estabilidad incluyen los siguientes: suelos fértiles con poca disposición, evitando su origen y transportados a vertederos; reducir la susceptibilidad al agua superficial, aumentar la resistencia al desgaste, la congelación y otras sustancias climáticas; Acceso al transporte a través de terreno poco práctico y llegar a una plataforma fija (Yepes, 2014). DE LA Cruz Y SALCEDO (2016). Dice: "La estabilidad de un consolidado es el desarrollo mediante el cual la etapa natural del suelo se somete a un proceso que produce una superficie firme y sólida que es más resistente a los efectos del

tráfico y los efectos de la temperatura. "(P.24). La intención de garantizar una superficie con cemento y agua es corregir la superficie desprendida originalmente en una nueva que sea mucho más resistente. Esto requiere una buena compactación y un curado adecuado. La capacidad de jugo inmejorable se determina con la confirmación del supervisor como con la compactación del suelo. (Quezada, 2017). La estructura desde la ubicación de la vista técnicamente probada hasta el carácter en el que se agregan las partículas de arenisca, limo y arcilla. La correlación organizacional siempre consta de tres partes: forma, tamaño y rentabilidad (Sanfandila, 2002). Estabilización de cemento confirmada. Los que a menudo se confirman como un conjunto de partículas inertes granulares con otras partículas activas de diferente flexibilidad refuerzan el proceso que el cemento crea en ellos. (Ulate, 2017). Este tipo de estabilidad es una rutina común y generalmente consiste en agregar cemento Portland, que es del 7 al 16% del espesor de la mezcla. La optimización de un material con cemento Portland se trata principalmente de aumentar su resistencia (PCA, 2018). Sánchez, 2014, nos dice que la clasificación del piso según SUCS corresponde a un piso altamente plástico (CH) y según la arcilla plástica AASHTO (A-7-5), así como esto se confirma con el 9%. Mentó logró alcanzar el valor más bajo en el Lograr IP restando el 36% del estado natural, aumentando el LL en un 8% y el LP en un 61%.

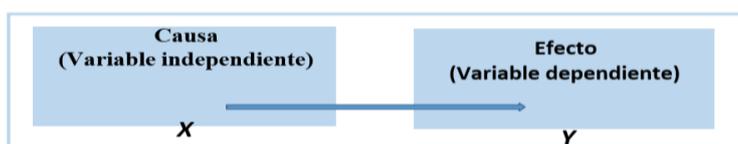
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: La investigación es cuantitativa porque se recoge y se analizan datos cuantitativos sobre las variables. (Fernández, 2002).

Diseño de investigación: Es experimental con pos- prueba únicamente y grupo de control; puesto que se tomará en cuenta un grupo de control y 4 grupos experimentales; así mismo, se indica que se establecerá un tipo de diseño de experimento en el proyecto de indagación, el científico maneja de modo deliberada a variable experimentalmente y en seguida se observa lo que ocurre en contexto controladas. (Tamayo, Tamayo, 2001).

Figura 01. “Esquema de experimento y variables”



Fuente: (Tamayo, Tamayo, 2001).

Tabla N°1: Diseño de investigación.

GC(1):	X1	O1 (7 días)	X1	O2 (14 días)	X1	O3 (28 días)
GE(2):	X1(2%)	O1 (7 días)	X1(2%)	O2 (14 días)	X1(2%)	O3 (28 días)
GE(3):	X1(5%)	O1 (7 días)	X1(5%)	O2 (14 días)	X1(5%)	O3 (28 días)
GE(4):	X1(7%)	O1 (7 días)	X1(7%)	O2 (14 días)	X1(7%)	O3 (28 días)
GE (5):	X1(9%)	O1 (7 días)	X1(9%)	O2 (14 días)	X1(9%)	O3 (28 días)

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Donde:

GC: Grupo control (afirmado del tipo procesado)

GE: Grupo experimental

X1: Cemento de alta resistencia.

O1, O2, O3, O4: Medición.

3.2. Variables y operacionalización.

Variable Independiente: Cemento de alta resistencia.

Definición conceptual: El cemento Portland Son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio. Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. (Cementos Pacasmayo S.A.A., 2019).

Definición operacional: Empleo de Cemento Portland tipo III.

Dimensiones: Propiedades.

Indicadores: Resistencia empleando cemento de alta resistencia al 2%, 5% ,7% y 9%.

Escala de medición: Porcentajes.

Variable Dependiente: Diseño y estabilización de afirmado tipo procesado.

Definición conceptual: Según (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014, p.107) mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos, adición productos químicos como es el cemento de alta resistencia.

Definición operacional: Diseño y estabilización del material afirmado tipo procesado.

Dimensiones: Características del material.

Indicadores:

- Propiedades Físicas.
 - Contenido de humedad en % según NTP 339.127.
 - Ensayo de granulometría en % según NTP 339.128.
 - Ensayo limites de atterberg en % según NTP 339.129.
 - Clasificación de afirmado (AASHTO), Según ASTM D-3282.
- Propiedades Mecánicas
 - Ensayo de abrasión en % A.S.T.M. C 535.
 - Proctor modificado % según NTP 339.141.

Escala de medición: Porcentajes.

Dimensiones: Características del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

Indicadores:

- Propiedades Mecánicas.

Resistencia a la compresión simple de probetas cilíndricas del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en kg/cm² a los 7, 14 y 28 días según MTC E 1103.

Proctor modificado empleando cemento de alta resistencia % según NTP 339.141.

Relación de Soporte California empleando cemento de alta resistencia (CBR) en %. MTC E 132.

Escala de medición: Intervalo.

Dimensiones: Costo y presupuesto.

Indicadores: Análisis del Precio Unitario de un m³ de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

Escala de medición: Intervalo.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Para ROBLES (2019), la población es el conjunto total para las variables del estudio con características comunes y funcionales de la investigación. La investigación tendrá como población a 45 probetas cilíndricas, de cuales se trabajará 9 con afirmado del tipo procesado y 36 se trabajarán con adición de cemento de alta resistencia al 2%, 5%, 7% y 9%.

Muestra: "Es este dominio, un subgrupo de la población, que expresa que es un subconjunto de elementos que pertenecen a esta totalidad determinados en sus características, que llamamos población; rara vez se puede determinar por lo que obtenemos o seleccionamos una muestra ". (SAMPHERE, 2016, p. 175). Las muestras que se tomarán durante la encuesta serán equivalentes a la población total de 45 muestras cilíndricas de 4 "x 4.58", que consistirán en 4 grupos experimentales y un grupo de control, donde se utilizará el tipo tratado reclamado Como grupo de control para estabilizarlo, se utilizará un cemento de alta resistencia.

Criterios de inclusión: El afirmado tipo procesado debe ser una mezcla bien graduada conformada por grava, arena y partículas finas menores que 0.075 mm, exentas de plasticidad.

- **Criterios de exclusión:** se excluirá material que no cumpla la graduación según norma técnica del MTC, 2014.

Muestreo: El muestreo del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia se realizará en probetas cilíndricas, a los 7 días, 14 días y 28 días.

Unidad de análisis:

Tabla N°2: Unidad de análisis.

Cantera Gárate	Cemento de alta resistencia	Medición parcial			Unidades
		7 días	14 días	28 días	
Afirmado tipo procesado	0%	03 und.	03 und.	03 und.	9 und.
Afirmado tipo procesado	2%	03 und.	03 und.	03 und.	9 und.
Afirmado tipo procesado	5%	03 und.	03 und.	03 und.	9 und.
Afirmado tipo procesado	7%	03 und.	03 und.	03 und.	9 und.
Afirmado tipo procesado	9%	03 und.	03 und.	03 und.	9 und.
Total					45 und.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ & BAPTISTA, (2014), las técnicas de recolección de datos son las diferentes formas de obtener información válida y confiable que se utilizará como datos científicos. Las técnicas que se utilizarán en este proyecto de investigación son observación, aplicación de instrumentos, análisis documental; cuya realización nos permite obtener resultados favorables. Entre las técnicas puestas en práctica tenemos: Observación directa, se estudiarán los efectos generados por el servicio del cemento incorporando paciencia con el afirmado del tipo tratado, y se anotarán los resultados parciales obtenidos, los resultados se obtendrán realizando pruebas de laboratorio estandarizadas. En mecánica de suelos, aplicación de instrumentos: lo que permite obtener datos reales sobre el proyecto de investigación, análisis de documentos: libros, tesis, revistas, etc. Se tendrá en cuenta. Vinculado al argumento del proyecto de encuesta

Instrumentos: SAMPIERE (2016), los instrumentos de recolección de datos son aquellos mecanismos que han demostrado ser válidos y confiables en

estudios previos o se generan para obtener información, mediante formularios, cuestionarios, guías de observación estructurada, entre otros, que permitan al investigador ampliar las capacidades de los procesos registrados. A continuación, la tabla de técnicas, instrumentos y fuentes.

Tabla N°3: Técnicas, instrumentos y fuentes.

Técnicas	Instrumentos	Fuente
Ensayos de contenido de humedad en (%)	Ficha de registro de datos sobre del contenido de humedad del afirmado tipo procesado.	NTP 228.138
Ensayo de granulometría (%)	Ficha de registro de datos de granulometría del afirmado tipo procesado.	MTC E 107
Ensayo límites de atterberg en (%).	Ficha de registro de datos del límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad del afirmado tipo procesado.	NTP 228.142
Ensayo de abrasión.	Ficha de registro de datos de abrasión del afirmado tipo procesado.	A.S.T.M. C 535.
Clasificación de afirmado (AASHTO).	Ficha de registro de clasificación de afirmado tipo procesado	AST M D-3182
Ensayo de proctor modificado en (%)	Ficha de registro de datos sobre proctor modificado del afirmado tipo procesado.	NTP 228.148
Ensayo de resistencia a la compresión simple de probetas cilíndricas de afirmado del tipo procesado – cemento de alta resistencia en (kg/cm²).	Ficha de registro de resistencia a la compresión simple del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia a los 7, 14, y 28 días.	MTC E-1103
Ensayo de proctor modificado en (%)	Ficha de registro de datos sobre proctor modificado del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.	NTP 228.148
Ensayo de Relación de Soporte California (CBR) en (%)	Ficha de registro de Relación de Soporte California (CBR), del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.	MTC E132

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Validez de los instrumentos: El proyecto de la indagación permite demostrar la consistencia de la encuesta, la objeción a la formulación del problema. Asimismo, las pruebas del laboratorio de mecánica de suelos están dentro de sus estándares de eficiencia y están calibradas proporcionalmente, para la ejecución y la efectividad de las pruebas.

Confiabilidad de los instrumentos: Los estudios a realizar son exactos, ya que se realizarán en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad Cesar Vallejo - Moyobamba, que cumple con todos los estándares de eficiencia para la estimación de muestras. Manual de prueba para materiales de MTC y estabilización de suelos CE 0.20.

3.5. Procedimientos.

Procedimiento para el Análisis de las características físicas y mecánicas del afirmado mediante los ensayos en Laboratorio de mecánica de suelo de la Universidad Cesar Vallejo. Muestra de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia. Inmediatamente de haber realizado la extracción de la muestra del afirmado tipo procesado del yacimiento Gárate, se procedió a ejecutar los ensayos respectivos de análisis granulométrico, contenido de humedad, límites de Atterberg, Ensayo de abrasión A.S.T.M. C 535, proctor modificado, Resistencia a la compresión simple y Relación de Soporte California (CBR).

Realización de ensayos de laboratorio para determinar las características físicas y mecánicas del afirmado tipo procesado. En la actual indagación, se analizará las características físicas y mecánicas del afirmado tipo procesado a través de ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN (%): La prueba granulométrica ha tenido por objeto el valor cuantitativo de la repartición de tamaños de partículas de del afirmado. Igualmente describe la técnica para establecer los porcentajes de afirmado tipo procesado que pasan por los distintos tamices de la sucesión empleada en la prueba, inclusive el de 74 mm (No.200). Para el Estudio granulométrico se realizó según el pacto a al MTC E 107 (Manual

de Ensayos de Materiales, pág. 44). El procedimiento realizado en el proyecto de indagación es el Procedimiento B. Cuarteo Manual. Equipos: 02 balanzas, Calentador. Materiales: tamices de mallas cuadrada. Incluyen los siguientes:

Tabla N°4: Tamices de malla cuadrada.

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Fuente: MTC, 2016

Envases, brochas.

Muestra: El tamaño del estándar fue de 2.5 kg. Procedimiento de determinación del tamaño de partícula en (%). Procedimiento B. Grietas manuales: la muestra se colocó en relación con la superficie dura, limpia y plana, evitando el desgaste del material o la adición de sustancias extrañas. Se mezcló para formar incluso una pila en forma de cono, repitiendo este trabajo cuatro veces. Con cuidado, aplanar y extender la pila cónica, incluso dándole una base circular, aplanar y extender la pila cónica, incluso dándole una base redonda. El crudo se dividió diametralmente en cuatro partes iguales. El estándar se examina y el estándar se pesa rápidamente.

ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG: Se determinaron el análisis del valor límite de Atterberg, el valor límite de líquido, el valor límite de plástico y el índice de plasticidad, también está permitido catalogar la declaración en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (AASHTO). Pacto con MTC E-110 (manual de prueba de materiales, página 67). NTP 339.129: Procedimiento de prueba para determinar el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos. Límite de líquido: el objetivo era calcular el contenido de humedad, expresado como un porcentaje, para el cual el tipo procesado declarado se encontró en el límite entre el estado líquido y el

plástico. Se denominó arbitrariamente como el contenido de humedad en el que el surco de separación de 02 mitades de una masa sólida se cierra 13 mm (1/2 pulgada) por encima de su fondo cuando la copa se balancea 25 veces cm con una capacidad de dos caídas por segunda mano. Procedimiento de control de fluidos: se analizó una muestra de confirmación previa desglosada y tamizada. Obtenga aproximadamente 150 a 200 g de confirmado que pase por el tamiz No. 40. Límite plástico: el límite plástico del tipo procesado confirmado se determinó en el laboratorio y el procesamiento de datos del índice de plasticidad (IP) se probó de acuerdo con MTC E-111 (Manual de pruebas de materiales, p. 72). Método de límite de plástico: Se pasó un estándar de aproximadamente 20 g de un tipo procesado seco confirmado a través de la pantalla No. 40. El patrón se formó como un elipsoide y luego se redondeó entre los dedos y un espacio liso, utilizando la fuerza necesaria para formar cilindros. Prueba de índice de plasticidad: La prueba de índice de plasticidad indicó la dimensión del rango de humedad en el que el tipo procesado confirmado tiene consistencia plástica y permitió su clasificación.

Tabla N°5: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.

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

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos (2014).

Ensayo de abrasión: La prueba se realizó de pacto con el MTC E-207 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 315). A.S.T.M. C 535. la prueba ha tenido por objetivo determinar la firmeza a la degradación utilizando la Máquina de los ángeles.

ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO: La prueba se realizó de acuerdo con MTC E-115 (Manual de prueba de materiales, página 105). NTP 339.141: pisos. Procedimiento de prueba para comprimir el laboratorio confirmado con una energía modificada (2,700 kN-m / m³ (56,000 ft-lbf / ft³)). El procedimiento seguido en el proceso de prueba es el Procedimiento C. Procedimiento C: Se seleccionó una muestra representativa utilizando un suministro aproximado de 5 kg del tipo reivindicado. El estándar seleccionado se mezcló con humedad para humedecerlo aproximadamente un 4% por debajo del contenido de humedad óptimo. El patrón se hizo en la forma de 152,4 mm (6 ") con un borde en cinco capas, que eran casi iguales. Estaba compactada por 56 capas de trazos de zurcido espaciados uniformemente. Se podía descender de forma autónoma desde una altura de 457 mm con respecto a El anillo del haz se retiró rápidamente después de la compactación, con la excepción de la adherencia áspera del neumático. En general, los orificios creados al eliminar el material grueso en la superficie deben rellenarse con gruesos más pequeños tipo procesado húmedo confirmado pesado en kilogramos. La muestra compactada se retiró del molde e hizo un corte vertical a lo largo del eje. Tomó la muestra aproximada de una de las caras cortadas. Se pesó inmediatamente y se colocó en el horno para determinar el contenido de humedad.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE AFIRMADO DEL TIPO PROCESADO – CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA EN (KG/CM²): La prueba se realizó de pacto con el MTC E-1103 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 1005). La prueba se realizó para la determinación de la resistencia a la compresión del afirmado del tipo procesado empleando cemento de alta resistencia, se empleó cilindros moldeados como especímenes de prueba. Para el análisis se realizará mediante el Procedimiento A. Procedimiento A: el procedimiento se a empleado una probeta cilíndrica de prueba de 101,6 mm (4,0") de y diámetro y de 116,4 mm (4,584") de elevación. La correlación de la elevación al diámetro es de 1,15. Equipo: Máquina para prueba de compresión. Patrón: el patrón de afirmado tipo procesado se encontró seca y se pasó por la ma-

lla $\frac{3}{4}$ " y se seleccionan 2.5 kg de afirmado del tipo procesado por cada probeta. Procedimiento: inmediatamente se procedió a zarandear el cemento por la malla N°16, y se pesó de acuerdo al empleo de cemento de alta resistencia que se agregará al patrón. Se midió los ml de agua de acuerdo al óptimo contenido de humedad necesitado. Se mezcló el afirmado tipo procesado y el cemento de alta resistencia y el agua inclusive constituir una pasta homogénea. Inmediatamente se realizó el paso de compactado similar al proctor modificado, se realizó cinco capas de 25 golpes cada una, una vez que se determinó la compactación se procedió a enrazar y rápidamente se retiró la probeta afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia. Se procedió a fijar en bolsa plástica las probetas cilíndricas para ejecutar su curado no sumergido en agua por 7 días, y fueron curadas en arena húmeda. Pasado los 7 días se procedió a extraer las muestras y se saturan en agua por un período de 4 horas. después de las cuatro horas se procede a ejecutar la prueba de resistencia a la compresión afirmado del tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

ENSAYO DE CBR (California Bearing Ratio): La prueba se realizó de acuerdo con MTC E-132 (Manual de prueba de materiales, página 248). El objetivo de la prueba fue determinar el índice de resistencia de la denominación confirmada de la relación de soporte, que está muy diferenciada, p. B. CBR (relación de rodamiento Cali-Fornia). Equipo: prensa, molde de metal, cilíndrico, espaciado de la corona, sello de compresión, registrador de expansión, mancuerna, varilla de penetración, esfera con una carrera mínima de 25 mm, calentamiento y escalas, una capacidad de 20 kg. y otro de 1000 g con una sensibilidad de 1 g y 0.1 g, correspondiente a los tamices No. 4, $\frac{3}{4}$ "y 2", varios, para uso general como galletas, mezcladores, cápsulas, muestras cilíndricas, espátulas, discos de tamiz de diámetro la forma, etc. Estándar: el estándar requerido era aproximadamente 16 kg de sala de secado. El patrón de campo fue de 20 kg. El estándar producido se tomó en una cantidad de 5 kg por cada matriz CBR y se tomó su humedad natural. Procedimiento: Tan pronto como se conozca la humedad natural del producto, se agrega la cantidad de agua requerida para la prueba. Se pesó el

molde con su plataforma, se colocaron el anillo y la rueda espaciadora y se colocó una rueda gruesa de placa de filtro con el mismo diámetro. Se hicieron 03 moldes para la prueba, y cada una de las muestras se densificó internamente utilizando un proceso de densificación dinámica para obtener 55, 26 y 12 latidos por turno por igual. El formulario se desmonta y se invierte nuevamente sin un anillo espaciador, por lo que se coloca un papel de filtro entre el formulario y la parte inferior. Se pesa. Sumérgete. La placa perforada con asa se coloca en el área del patrón invertido y, en relación con ella, los anillos necesarios como sobrecarga. La primera medición se toma para calcular la hinchazón, tomando la medición, la fecha y el período de tiempo. El molde con la sobrecarga se sumerge en el estanque para que el acceso libre al agua permanezca en la parte inferior y superior del patrón. En estas situaciones, la muestra se mantiene durante 96 horas, lo que corresponde a cuatro días (4 días). También es aceptable un tiempo de inmersión más corto para los gránulos confirmados que están ligeramente saturados con agua. Al final de la fase de buceo, se recalcula la hinchazón. Después del tiempo de inmersión, el molde se retira del estanque y el agua retenida en la parte superior del tanque se vierte y el molde se gotea en su posición estándar durante 15 minutos, y la sobrecarga y la placa perforada se eliminan. Luego pesó y continuó con la prueba de penetración. La carga se aplica directamente sobre el pistón de penetración mediante un mecanismo de presión adecuado con una velocidad de penetración homogénea de 1.27 mm (0.05 ") por minuto. Los valores de medición manual registran los valores de medición de carga para las siguientes penetraciones.

Tabla N°6: Penetración para CBR.

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,150
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

Fuente: Manual de ensayo de materiales, 2016.

3.6. Métodos de análisis de datos.

El análisis de los datos se realizará mediante un análisis estadístico descriptivo, ya que es objeto de datos cuantitativos, será obligatorio codificarlos y transmitirlos a una matriz de datos Excel, para evaluar los parámetros y probar la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

La realización de indagación se practicó los valores éticos, respetando en todo momento el derecho de escritor de las teorías, artículos científicos, libros, normas que nos sirvieron para facilitar un sustento técnico a nuestra indagación. Los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad Cesar Vallejo - Moyobamba, serán datos reales, con eficacia y confiabilidad en los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados en tablas y figuras.

4.1.1. Análisis de las propiedades y características físicas y mecánicas del afirmado tipo procesado.

Después de haber realizado la extracción del material de la cantera Gárate, se procedió a realizar los ensayos respectivos de análisis granulométrico, contenido de humedad y límites de Atterberg, Clasificación AASHTO, del afirmado del tipo procesado, así mismo el ensayo de abrasión y proctor modificado del afirmado tipo procesado.

A. Muestra extraída de la cantera Gárate.

A.1. Afirmado tipo procesado. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un afirmado del tipo procesado y Método de ensayo para el análisis granulométrico.

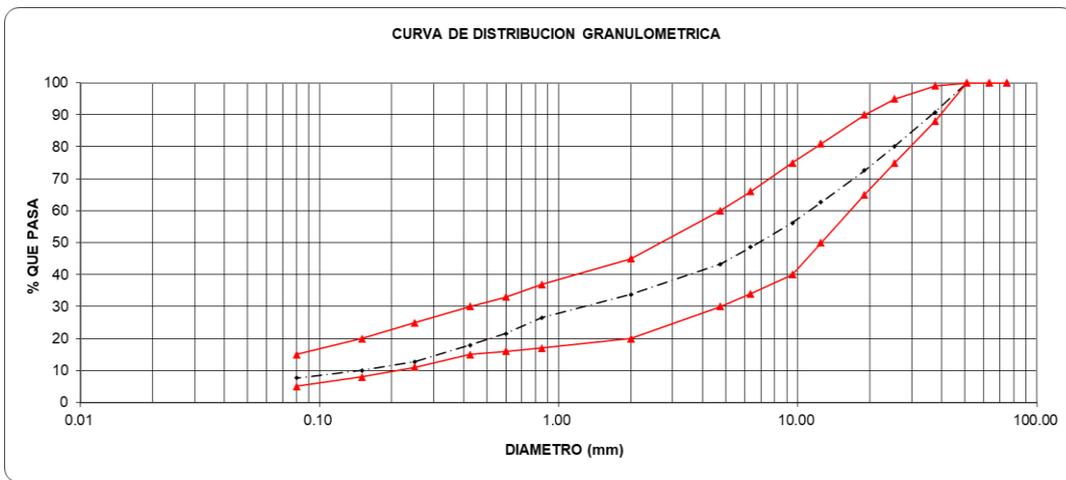
Tabla N°7: Análisis granulométrico por Tamizado y contenido de humedad.

N° Tamiz	Abertura (mm)	porcent. Retenido acumulado	porcentaje que pasa
3	75.00	0.00	100.00
2 ½	63.00	0.00	100.00
2	50.80	0.00	100.00
1 ½	37.50	9.24	90.76
1	25.40	19.83	80.17
¾	19.00	27.39	72.61
½	12.50	37.38	62.62
3/8	9.50	43.83	56.17
¼	6.35	51.43	48.57
N°4	4.75	56.70	43.30
N 10	2.00	66.20	33.80
N 20	0.85	73.46	26.54
N 30	0.60	78.44	21.56
N 40	0.43	82.04	17.96
N 60	0.25	87.29	12.71
N 100	0.15	89.94	10.06
N 200	0.08	92.30	7.70
Distribución granulométrica			
% Grava			66.20
% Arena			26.11
% Finos			7.70
Total			100.0
Contenido de humedad(%)			1.64

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la tabla N° 7: Se muestra los resultados obtenidos al pasar los materiales de la Cantera por la serie de tamices, así mismo se representada en la figura siguiente su curva granulométrica del material en estudio cumple con la gradación para afirmado del MTC, la muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método A.A.S.H.T.O. y corresponde a una mezcla bien graduada, conformada por 66.20% de grava de TM de 2", 26.11% de arena gruesa a fina y 7.70% de partículas finas menores que 0.075 mm, exentas de plasticidad.

Figura 2. Curva granulométrica.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

A.2. Afirmado del tipo procesado. Ensayo de Límite de Atterberg.

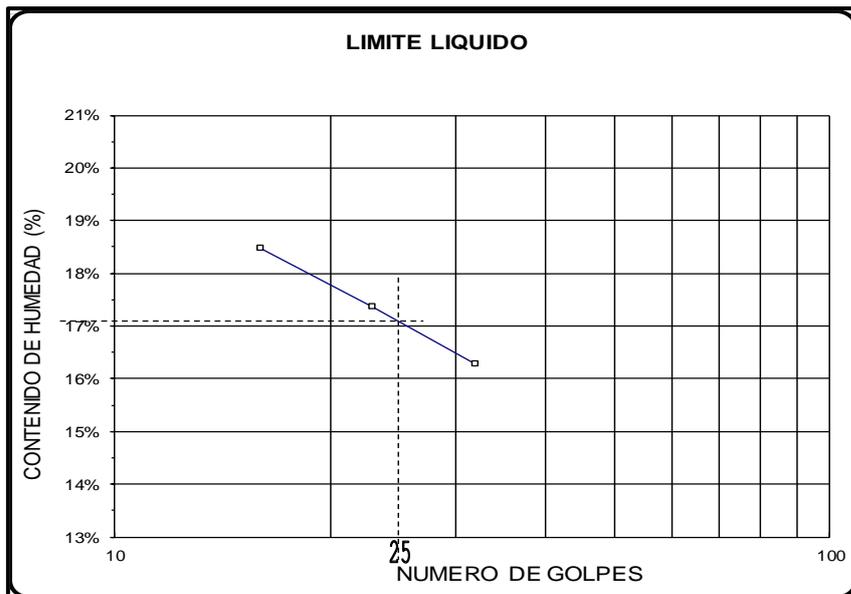
Tabla N°8: Ensayo de Límite de Atterberg.

Ensayo de Límite de Atterberg		
Límite líquido (LL)	17.10	(%)
Límite Plástico (LP)	NP	(%)
Índice Plástico (IP)	NP	(%)

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la tabla N° 8: Se determinó según el ensayo de límite de Atterberg, el afirmado tipo procesado, contiene 17.10% de límite líquido (LL), NP (LP) e índice plástico NP (IP)

Figura 3. Curva de fluidez.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

A.3 Afirmado del tipo procesado. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (American Association of State Highway and Transportation Officials, (AASHTO))

Tabla N°9: Clasificación AASHTO del afirmado del tipo procesado.

Clasificación (AASHTO)	A-1-a
Descripción	BUENO

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la tabla N°9, se determinó según AASHTO la denominación A-1-a, correspondiente a una mezcla bien graduada conformada por 66.20% de grava de TM de 2", 26.11% de arena gruesa a fina y 7.70% de partículas finas menores que 0.075 mm, exentas de plasticidad.

A.3. Afirmado tipo procesado. Método de ensayo de abrasión A.S.T.M. C 535.

Tabla N°10: ensayo de abrasión.

<i>"Gradación 2"</i>		
MUESTRA		1
TAMIZ		PESO (gr)
PASA	RETENIDO	
2"	1 1/2"	5005
1 1/2"	1"	5022
TOTAL		10027
RET. TAMIZ N° 12		7086
% DESGASTE		29.33

Fuente: Elaboración propia,2020.

Interpretación: En la tabla N°10, la muestra ensayada tiene un porcentaje de desgaste a la abrasión de 29.33 %, se encuentra dentro del rango requerido para afirmado de acuerdo a la norma técnica del MTC, que debe ser máximo el Desgaste Los Ángeles el 50%, por lo tanto, es un afirmado tipo procesado óptimo para estabilizar con cemento de alta resistencia.

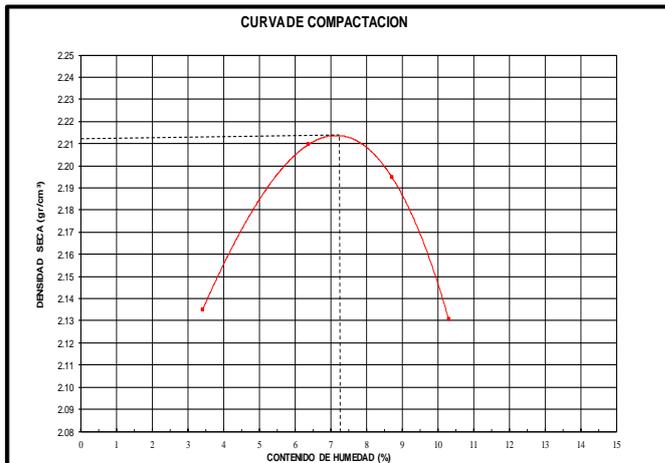
A.4. Afirmado tipo procesado. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada; Se realizó con el método C.

Tabla N° 11: Relación densidad/humedad (Proctor Modificado).

Molde N° 1	Volumen	2123.01	cm ³ .	
	Molde			
	Peso Molde	6178	gr.	
NÚMERO DE EN- SAYOS	1	2	3	4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.40	6.38	8.72	10.30
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.13	2.21	2.19	2.13
RESULTADOS				
Máxima densidad seca:	2.215	gr/cm ³		
óptimo contenido humedad:	7.20	%		

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 4. Curva de Compactación.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la figura N°4 y tabla N°11, se muestra la máxima densidad seca de 2.215 gr/cm³, para un óptimo contenido de humedad de 7.20%

4.1.2. Establecer el diseño óptimo de la dosificación de la mezcla del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

A. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

A.1. Afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia.

Tabla 12. Resistencia de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia a los 7 días.

Tipo de afirmado	% Ce- mento de alta resis- tencia en peso	Diámetro (cm)	Carga (kg)	Edades (días)	Resistencia		
					f'c Obte- nido (kg/cm²)	f'c Prome- dio (kg/cm²)	Mpa
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	7	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	7	0		
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	7	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	7	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	7	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	7	0		
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	7	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	7	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	7	0		
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	7	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	7	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	7	0		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: Como se observa en la tabla N°12, no se obtuvo resistencia del afirmado tipo procesado puesto que al sumergir la probeta en agua perdió su forma inicial de compactado, obteniendo los resultados mostrados, como resistencia promedio de 0 kg/cm².

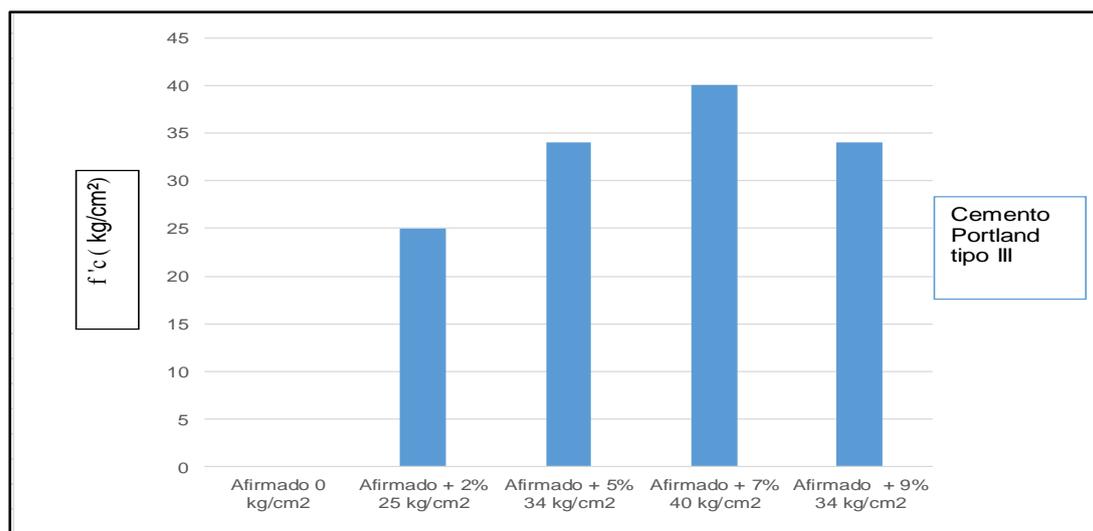
Tabla 13. Resistencia de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia a los 7 días.

Tipo de afirmado	% Cemento de alta resistencia en peso	Diámetro (cm)	Carga (kg)	Edades (días)	Resistencia		
					f'c Obtenido (kg/cm ²)	f'c Promedio (kg/cm ²)	Mpa
Afirmado tipo procesado, M1	2	10.16	2126.1	7	26		
Afirmado tipo procesado, M2	2	10.16	2013.1	7	25		
Afirmado tipo procesado, M3	2	10.16	2026.1	7	25	25	2.5
Afirmado tipo procesado, M1	5	10.16	2603.3	7	32		
Afirmado tipo procesado, M2	5	10.16	2781.7	7	34		
Afirmado tipo procesado, M3	5	10.16	2925.9	7	36	34	3.4
Afirmado tipo procesado, M1	7	10.16	3149.4	7	39		
Afirmado tipo procesado, M2	7	10.16	3248.4	7	40		
Afirmado tipo procesado, M3	7	10.16	3358.7	7	41	40	3.9
Afirmado tipo procesado, M1	9	10.16	2868.4	7	35		
Afirmado tipo procesado, M2	9	10.16	2775.6	7	34	34	3.4
Afirmado tipo procesado, M3	9	10.16	2731.2	7	34		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la tabla N°13, se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo del afirmado tipo procesado con proporciones de 2%,5%, 7% y 9% de cemento de alta resistencia en peso, teniendo como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 2%, 5% y 7% de cemento de alta resistencia y disminuye al en el 9% de cemento de alta resistencia.

Figura 5. Afirmado del tipo procesado vs adición cemento de alta resistencia.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la figura N° 5 se muestran las resistencias de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia y del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en porcentajes de 2%, 5%, 7% y 9%.

Tabla 14. Resistencia de afirmado del tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia a los 14 días.

Tipo de afirmado	%	Diámetro (cm)	Carga (kg)	Edades (días)	Resistencia		
					f'c Obtenido (kg/cm²)	f'c Promedio (kg/cm²)	Mpa
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	14	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	14	0		
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	14	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	14	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	14	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	14	0		
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	14	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	14	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	14	0		
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	14	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	14	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	14	0		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: Como se observa en la tabla N°14, no se obtuvo resistencia del afirmado del tipo procesado puesto que al sumergir la probeta en agua perdió su forma inicial de compactado, obteniendo los resultados mostrados, como resistencia promedio de 0 kg/cm².

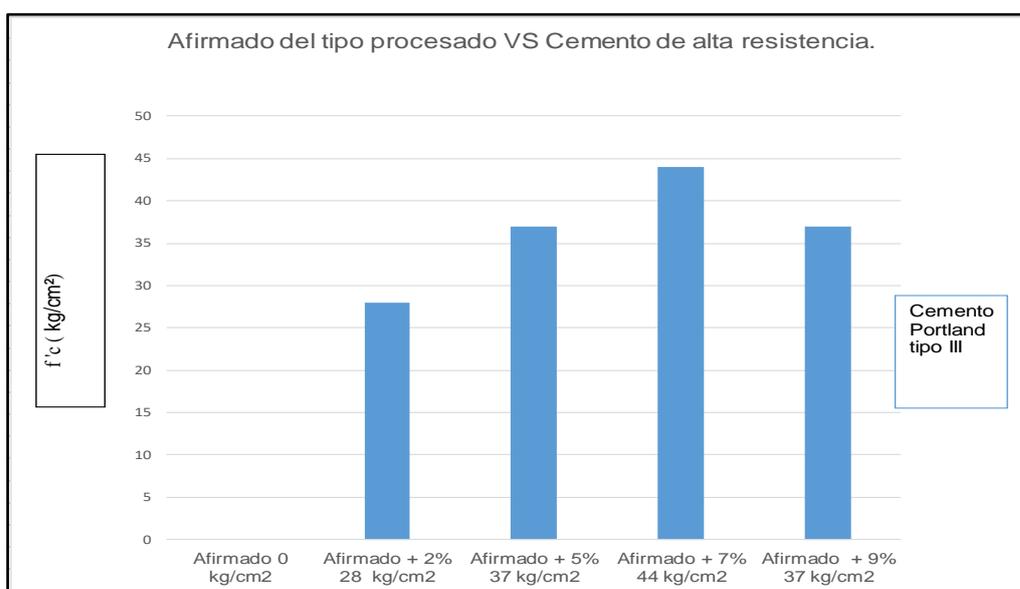
Tabla 15. Resistencia de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia a los 14 días.

Tipo de afirmado	% Cemento de alta resistencia en peso	Diámetro de (cm)	Carga (kg)	Edades (días)	Resistencia		
					f'c Obtenido (kg/cm ²)	f'c Promedio (kg/cm ²)	Mpa
Afirmado tipo procesado, M1	2	10.16	2225.6	14	27		
Afirmado tipo procesado, M2	2	10.16	2391.3	14	29	28	2.8
Afirmado tipo procesado, M3	2	10.16	2205.9	14	27		
Afirmado tipo procesado, M1	5	10.16	3006.8	14	37		
Afirmado tipo procesado, M2	5	10.16	3038.6	14	37	37	3.7
Afirmado tipo procesado, M3	5	10.16	3020.3	14	37		
Afirmado tipo procesado, M1	7	10.16	3458.7	14	43		
Afirmado tipo procesado, M2	7	10.16	3521.9	14	43	44	4.3
Afirmado tipo procesado, M3	7	10.16	3687.5	14	45		
Afirmado tipo procesado, M1	9	10.16	3031.2	14	37		
Afirmado tipo procesado, M2	9	10.16	2997.4	14	37	37	3.7
Afirmado tipo procesado, M3	9	10.16	3049.4	14	38		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la tabla N°15, se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo del afirmado tipo procesado con proporciones de 2%, 5%, 7% y 9% de cemento de alta resistencia en peso, teniendo como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 2%, 5% y 7% de cemento de alta resistencia y disminuye al en el 9% de cemento de alta resistencia.

Figura 6. Afirmado del tipo procesado vs adición cemento de alta resistencia a los 14 días.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la figura N° 6 se muestran las resistencias del afirmado del tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia y del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en porcentajes de 2%, 5%, 7% y 9%.

Tabla 16. Resistencia de afirmado del tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia a los 28 días.

Tipo de afirmado	% Cemento de alta resistencia en peso	Diámetro (cm)	Carga (kg)	Edades (días)	Resistencia		
					f'c Obtenido (kg/cm ²)	f'c Promedio (kg/cm ²)	Mpa
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	28	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	28	0		
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	28	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	28	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	28	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	28	0		
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	28	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	28	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	28	0		
Afirmado tipo procesado, M1	0	10.16	0	28	0		
Afirmado tipo procesado, M2	0	10.16	0	28	0	0	0
Afirmado tipo procesado, M3	0	10.16	0	28	0		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: Como se observa en la tabla N°16, no se obtuvo resistencia del afirmado del tipo procesado puesto que al sumergir la probeta en agua perdió su forma inicial de compactado, obteniendo los resultados mostrados, como resistencia promedio de 0 kg/cm

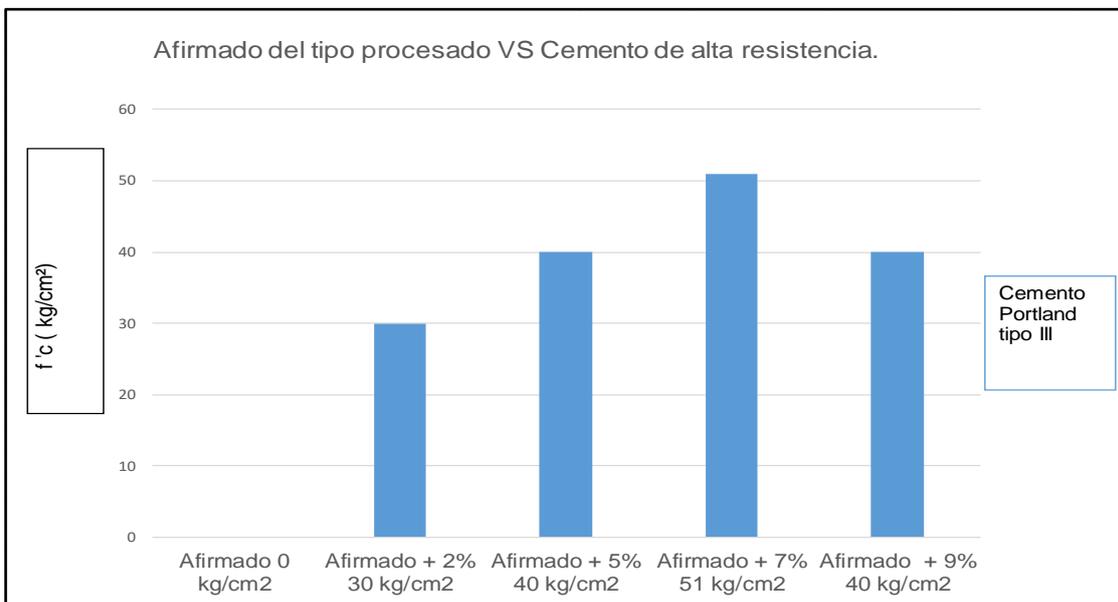
Tabla 17. Resistencia de afirmado del tipo procesado empleando cemento de alta resistencia a los 28 días.

Tipo de afirmado	% Cemento de alta resistencia en peso	Diámetro (cm)	Carga (kg)	Edades (días)	Resistencia		
					f'c Obtenido (kg/cm ²)	f'c Promedio (kg/cm ²)	Mpa
Afirmado tipo procesado, M1	2	10.16	2482.2	28	31		
Afirmado tipo procesado, M2	2	10.16	2338.6	28	29	30	2.9
Afirmado tipo procesado, M3	2	10.16	2451.5	28	30		
Afirmado tipo procesado, M1	5	10.16	3116.9	28	38		
Afirmado tipo procesado, M2	5	10.16	3338.5	28	41	40	3.9
Afirmado tipo procesado, M3	5	10.16	3238.6	28	40		
Afirmado tipo procesado, M1	7	10.16	4160.3	28	51		
Afirmado tipo procesado, M2	7	10.16	4097.6	28	51	51	5.0
Afirmado tipo procesado, M3	7	10.16	4028.2	28	50		
Afirmado tipo procesado, M1	9	10.16	3231.2	28	40		
Afirmado tipo procesado, M2	9	10.16	3168.4	28	39	40	3.9
Afirmado tipo procesado, M3	9	10.16	3389.9	28	42		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la tabla N°17, se muestran las diferentes resistencias de los ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo del afirmado tipo procesado con proporciones de 2%,5%, 7% y 9% de cemento de alta resistencia en peso, teniendo como resultado que la resistencia promedio aumenta a partir del 2%, 5% y 7% de cemento de alta resistencia y disminuye al en el 9% de cemento de alta resistencia.

Figura 7. Afirmado tipo procesado vs adición cemento de alta resistencia a los 28 días.

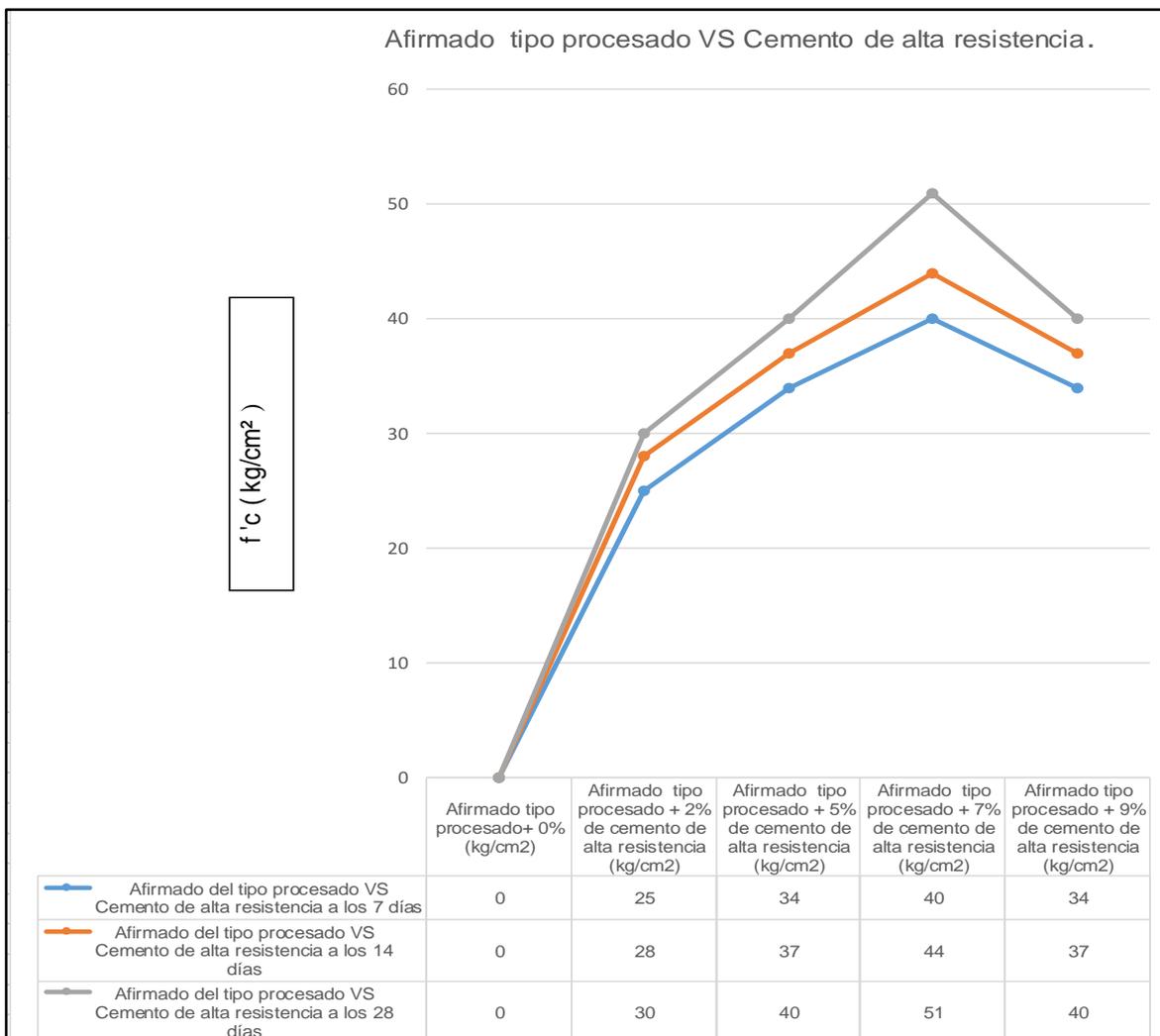


Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la figura N° 7 se muestran las resistencias del afirmado del tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia y del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en porcentajes de 2%, 5%, 7% y 9%.

A.2. Diseño óptimo de la dosificación de la mezcla del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

Figura 8. Afirmado del tipo procesado VS adición cemento de alta resistencia a los 7, 14 y 28 días.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: Según la norma CE.020 estabilización de suelos indica que la resistencia mínima a los siete días de curado húmedo de probetas cilíndricas compactadas suelo cemento deberá ser (18 Kg/cm²) y norma técnica MTC, 2014 que nos dice la base granular tratada con cemento la resistencia a la compresión 7 días es igual a 35 kg/cm². En la figura N° 8 se observa que al emplear cemento de alta resistencia al 2% su resistencia tiende a llegar de 25 kg/cm² (2.5 MPa), mientras que al 5% su resistencia tiende hacer superior a la resistencia mínima con 34 kg/cm² (3.4 MPa), al 7% se puede apreciar la resistencia máxima a los 7 días es de 40 kg/cm² (3.9 MPa), que es muy superior a la resistencia mínima, así mismo se

aprecia que la resistencia con respecto al 9% tiene a bajar, esto se da en afirmado tipo procesado, por lo tanto el porcentaje optimo es el 7% con una resistencia máxima a los 7 días es 40 kg/cm² (3.9 MPa).

4.1.3. Análisis mediante el ensayo de CBR, el afirmado del tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

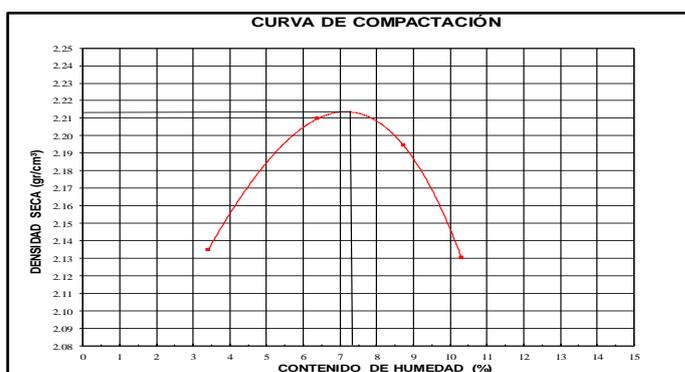
A. Determinación de la relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento al 2%, 5%, 7% y 9% por el método de ensayo "C".

Tabla N°18: Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento al 2%, el método de ensayo "C".

Molde N° 1	Volumen Molde	2123.01	cm ³ .	
	Peso Molde	6178	gr.	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.68	6.51	8.87	10.51
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.17	2.25	2.24	2.17
RESULTADOS				
Máxima densidad seca:	2.217 gr/cm ³			
óptimo contenido de humedad:	7.25 %			

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 9. Curva de Compactación de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%.



Fuente: Elaboración propia,2020.

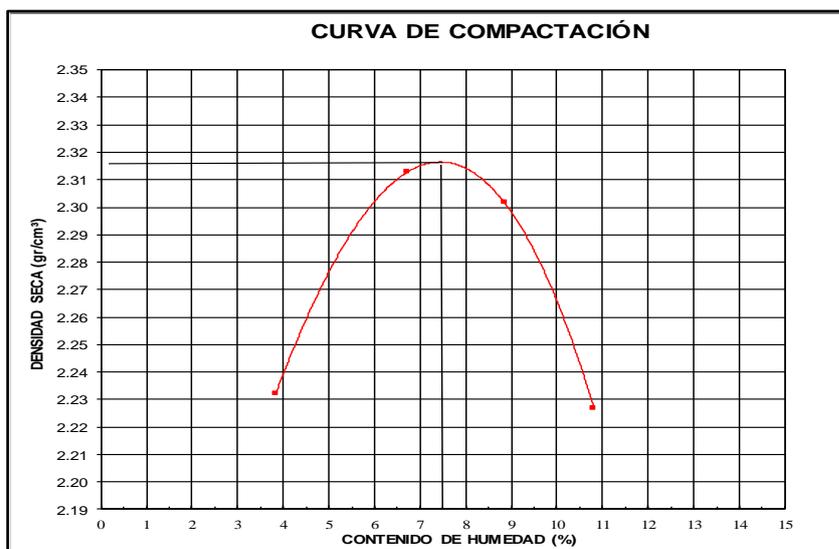
Interpretación: En la figura N°9 y tabla N°18, se muestra el proctor modificado del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%, la máxima densidad seca de 2.217 gr/cm³, para un óptimo contenido de humedad de 7.25%.

Tabla N°19: Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento el 5%, el método de ensayo "C".

Molde N° 1	Volumen Molde	2123.01	cm ³ .	
	Peso Molde	6178	gr.	
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.84	6.72	8.85	10.81
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.23	2.31	2.30	2.23
RESULTADOS				
Máxima densidad seca:	2.315 gr/cm ³			
C.humedad optimo:	7.50 %			

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 10. Curva de Compactación de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%.



Fuente: Elaboración propia,2020.

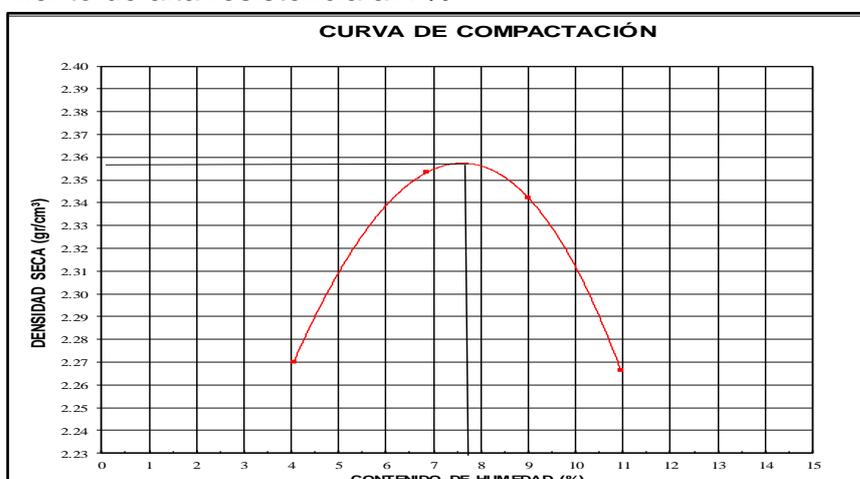
Interpretación: En la figura N°10 y tabla N°19, se muestra el proctor modificado del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%, la máxima densidad seca de 2.315 gr/cm³, para un óptimo contenido de humedad de 7.50%.

Tabla N°20: Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento el 7%, el método de ensayo "C".

Molde N° 1	Volumen Molde	2123.01	cm ³ .
	Peso Molde	6178	gr.
NÚMERO DE ENSAYOS			
	1	2	3
	4		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
	4.05	6.87	10.96
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)			
	2.27	2.35	2.27
RESULTADOS			
Máxima densidad seca:	2.358 gr/cm ³		
Óptimo contenido de humedad:	7.52 %		

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 11. Curva de Compactación de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.



Fuente: Elaboración propia,2020.

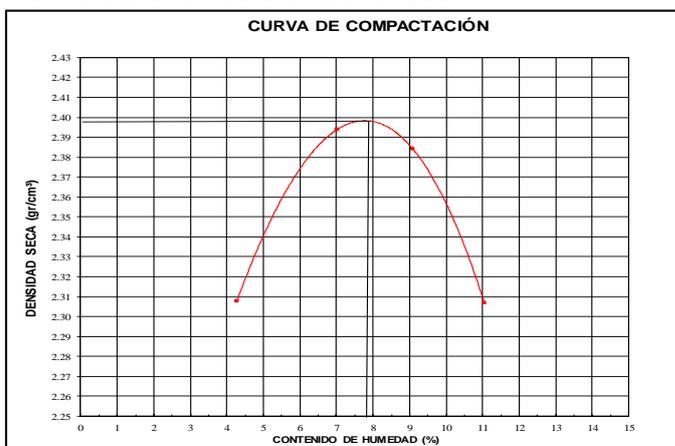
Interpretación: En la figura N°11 y tabla N°20, se muestra el proctor modificado del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%, la máxima densidad seca de 2.358 gr/cm³, para un óptimo contenido de humedad de 7.52%.

Tabla N°21: Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento el 9%, el método de ensayo "C".

Molde N° 1	Volumen Molde	2123.01	cm ³ .	
	Peso Molde	6178	gr.	
NÚMERO DE EN-SAYOS	1	2	3	4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.27	7.03	9.09	11.04
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.31	2.39	2.38	2.31
RESULTADOS				
Máxima densidad seca:	2.398 gr/cm ³			
Óptimo contenido humedad:	7.58 %			

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 12. Curva de Compactación de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.



Fuente: Elaboración propia,2020.

Interpretación: En la figura N°12 y tabla N°21, se muestra el proctor modificado del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%, la máxima densidad seca de 2.398 gr/cm³, para un óptimo contenido de humedad de 7.58%.

Tabla N°22: Resumen de Relación densidad/humedad (Proctor Modificado), afirmado tipo procesado empleando cemento al 0%, 2%, 5%, 7% y 9%, el método de ensayo “C”.

Muestra	% DE CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Afirmado tipo procesado	0%	2.215 (gr/cm ³)	7.20%
Afirmado tipo procesado	2%	2.217 (gr/cm ³)	7.25%
Afirmado tipo procesado	5%	2.315 (gr/cm ³)	7.50%
Afirmado tipo procesado	7%	2.358 (gr/cm ³)	7.52%
Afirmado tipo procesado	9%	2.398 (gr/cm ³)	7.58%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En tabla N°22, se muestra el resumen del ensayo del proctor modificado del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 0%, 2%, 5%, 7% y 9%, determinamos el óptimo contenido de humedad, así mismo la compactación de suelos que es la máxima densidad seca de cada porcentaje. Teniendo en cuenta estos datos de los ensayos de Proctor Modificado y con los resultados obtenidos, se realizó los ensayos de California Bearing Ratio (CBR).

B. Ensayo California Bearing Ratio (CBR).

Tabla N°23: Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia.

Compactación California Bearing Ratio (CBR).						
Molde N° 1	Volumen Molde 2322.62 cm³.					
Peso Molde 7913 gr.						
Numero de capas	5	5	5			
Numero de golpes	12	26	55			
Numero de ensayos	1	2	3			
	Antes de emparar	Después	Antes de emparar	Después	Antes de emparar	Después
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.02	8.64	7.14	8.01	7.25	7.77
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.09	2.093	2.18	2.15	2.19	2.19

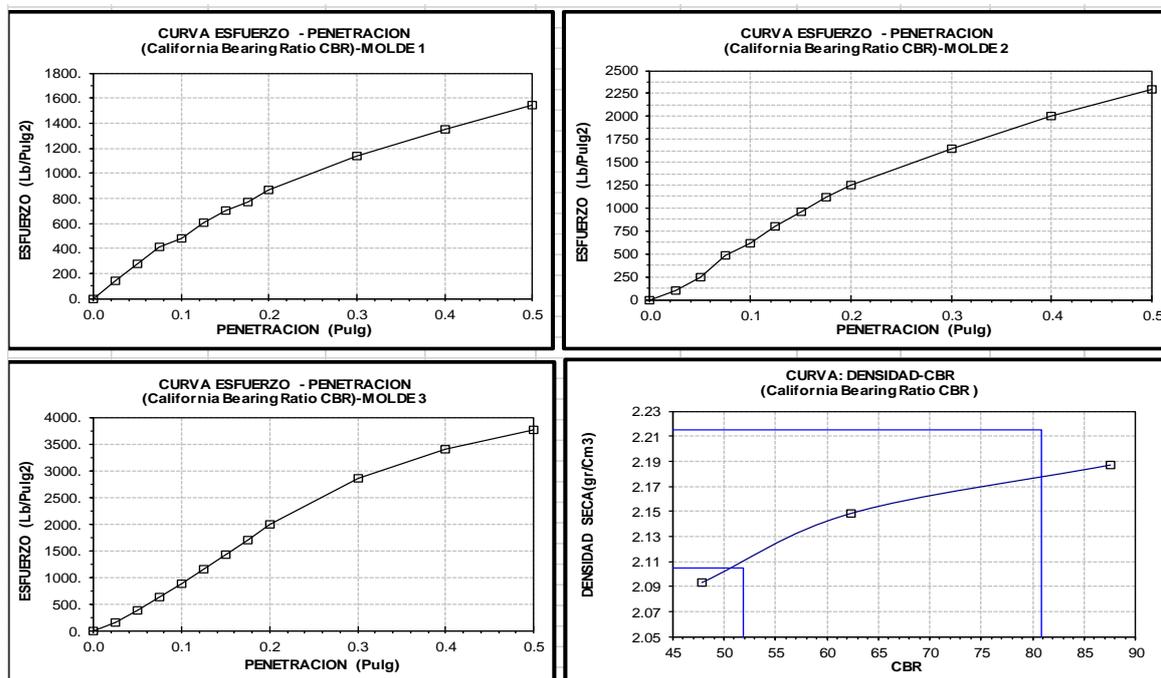
Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°24: Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia.

PENETRACIÓN (mm)	MOLDE N° 01 (pulg)	MOLDE N° 02			MOLDE N° 03					
		CARGA (KG.)	ESFUERZO (Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)		CARGA (KG.)	ESFUERZO (Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)				
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	193.00	9.98	141.90	128.50	6.64	94.48	200.50	10.36	147.41
1.27	0.050	369.00	19.07	271.30	337.30	17.44	248.00	503.25	26.01	370.01
1.91	0.075	558.00	28.84	410.26	658.30	34.03	484.01	839.25	43.38	617.05
2.54	0.100	650.50	33.63	478.27	845.15	43.69	621.39	1190.50	61.54	875.30
3.18	0.125	820.50	42.41	603.26	1087.50	56.21	799.57	1568.00	81.05	1152.85
3.81	0.150	950.50	49.13	698.84	1300.10	67.20	955.88	1940.50	100.31	1426.73
4.45	0.175	1045.50	54.04	768.69	1511.80	78.15	1111.53	2306.75	119.24	1696.01
5.08	0.200	1173.00	60.63	862.43	1691.60	87.44	1243.73	2703.00	139.72	1987.34
7.62	0.300	1550.50	80.15	1139.98	2233.90	115.47	1642.44	3883.00	200.72	2854.92
10.16	0.400	1840.50	95.14	1353.20	2724.00	140.81	2002.78	4633.00	239.49	3406.35
12.70	0.500	2095.50	108.32	1540.69	3115.50	161.05	2290.63	5113.00	264.30	3759.26

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 13. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia.



Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°25: Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR) del afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia.

MOLDE	PENETRAC.	PRESION APLI- CADA	PRESIÓN PATRÓN	C.B.R.	M.D.S
Nº	(pulg)	(Lb/pulg2)	(Lb/pulg2)	%	
MOLDE 1	0.1	478.27	1000	47.83	2.093
MOLDE 2	0.1	621.39	1000	62.29	2.148
MOLDE 3	0.1	875.30	1000	87.53	2.187
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.= 51.80%	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :			2.215	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.= 80.90%	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :			7.20		

Fuente: Elaboración propia,2020.

Interpretación: En la tabla N°25, se muestra el CBR del afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia, el C.B.R. para el 95% de la máxima densidad seca es 51.80%, y el C.B.R. para el 100% de la máxima densidad seca es 80.90%.

Tabla N°26: Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%.

Compactación California Bearing Ratio (CBR).						
Molde N° 1	Volumen Molde 2322.62 cm ³ .					
Peso Molde 7913 gr.						
Numero de capas	5	5	5			
Numero de golpes	12	26	55			
Numero de ensayos	1	2	3			
	Antes de emparar	Después	Antes de emparar	Después	Antes de emparar	Después
Contenido						
De humedad (%)	7.27	8.44	8.99	8.82	7.25	7.69
DENSIDAD						
SECA (gr/cm³)	2.13	2.13	2.19	2.19	2.23	2.23

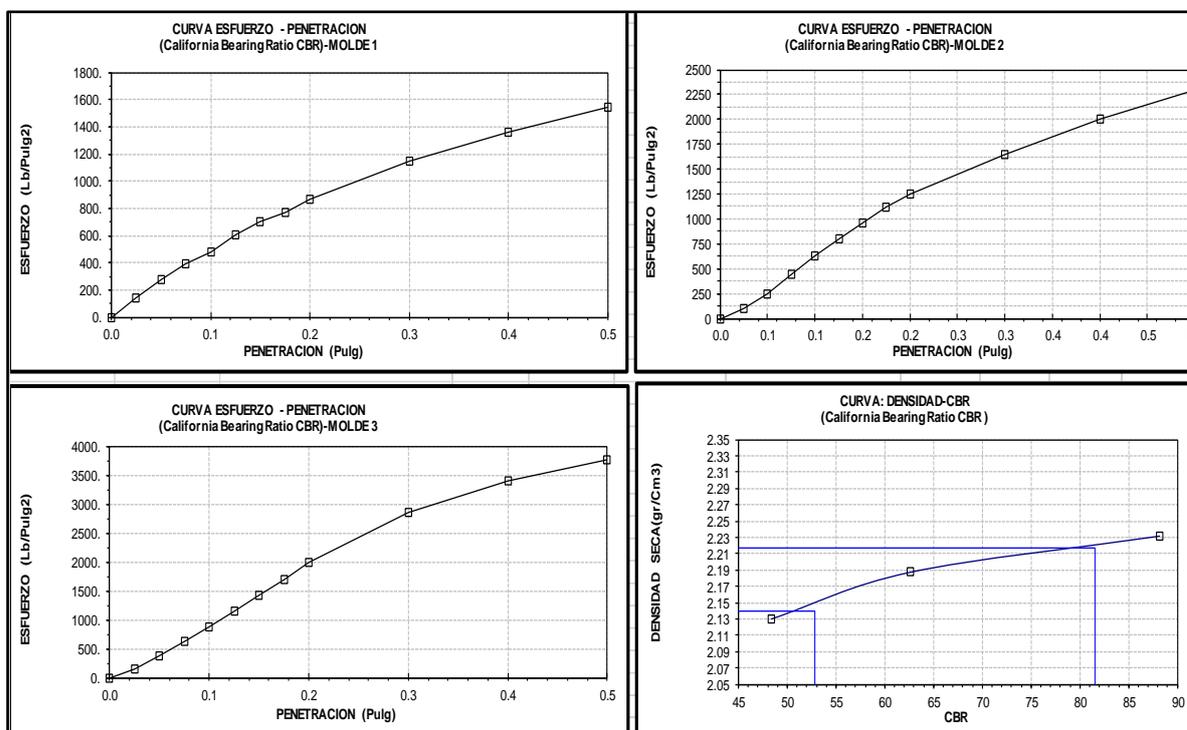
Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°27: Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%.

PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	196.00	10.13	144.11	131.50	6.80	96.68	203.50	10.52	149.62
1.27	0.050	371.00	19.18	272.77	340.30	17.59	250.20	507.25	26.22	372.95
1.91	0.075	531.00	27.45	390.41	601.30	31.08	442.10	842.25	43.54	619.25
2.54	0.100	653.30	33.77	480.33	852.15	44.05	626.53	1198.50	61.95	881.18
3.18	0.125	823.50	42.57	605.47	1088.50	56.27	800.30	1571.00	81.21	1155.06
3.81	0.150	953.50	49.29	701.05	1303.10	67.36	958.09	1943.50	100.46	1428.93
4.45	0.175	1048.50	54.20	770.90	1514.80	78.30	1113.74	2309.75	119.39	1698.21
5.08	0.200	1176.00	60.79	864.64	1694.60	87.60	1245.93	2706.00	139.88	1989.55
7.62	0.300	1553.50	80.30	1142.19	2236.90	115.63	1644.65	3886.00	200.87	2857.13
10.16	0.400	1843.50	95.29	1355.41	2727.00	140.96	2004.99	4636.00	239.64	3408.56
12.70	0.500	2098.50	108.47	1542.89	3118.50	161.20	2292.83	5116.00	264.45	3761.47

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 14. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%.



Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°28: Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%.

MOLDE N°	PENETRAC. (pulg)	PRESIÓN APLI-CADA (Lb/pulg2)	APLI-PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. %	M.D.S (gr/cm3)
MOLDE 1	0.1	480.33	1000	48.33	2.130
MOLDE 2	0.1	626.53	1000	62.65	2.187
MOLDE 3	0.1	881.18	1000	88.18	2.231
Ensayo Proctor Modificado				C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.=	52.90%
Máxima Densidad Seca (Gr/Cm3)	:	2.217		C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.=	81.97%
óptimo Contenido De Humedad (%)	:	7.25			

Fuente: Elaboración propia,2020.

Interpretación: En la tabla N°28, se muestra el CBR del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%, el C.B.R. para el 95% de la máxima densidad seca es 52.90%, y el C.B.R. para el 100% de la máxima densidad seca es 81.97%.

Tabla N°29: Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado sin empleando cemento de alta resistencia al 5%.

Compactación California Bearing Ratio (CBR).						
Molde N° 1	Volumen Molde 2322.62 cm ³ .					
Peso Molde 7913 gr.						
Número de capas	5	5	5			
Número de golpes	12	26	55			
Número de ensayos	1	2	3			
Contenido De humedad (%)	Antes de emparar	Después	Antes de emparar	Después	Antes de emparar	Después
	8.23	9.09	7.94	8.45	7.04	7.20
DENSIDAD						
SECA (gr/cm³)	2.17	2.17	2.27	2.27	2.30	2.30

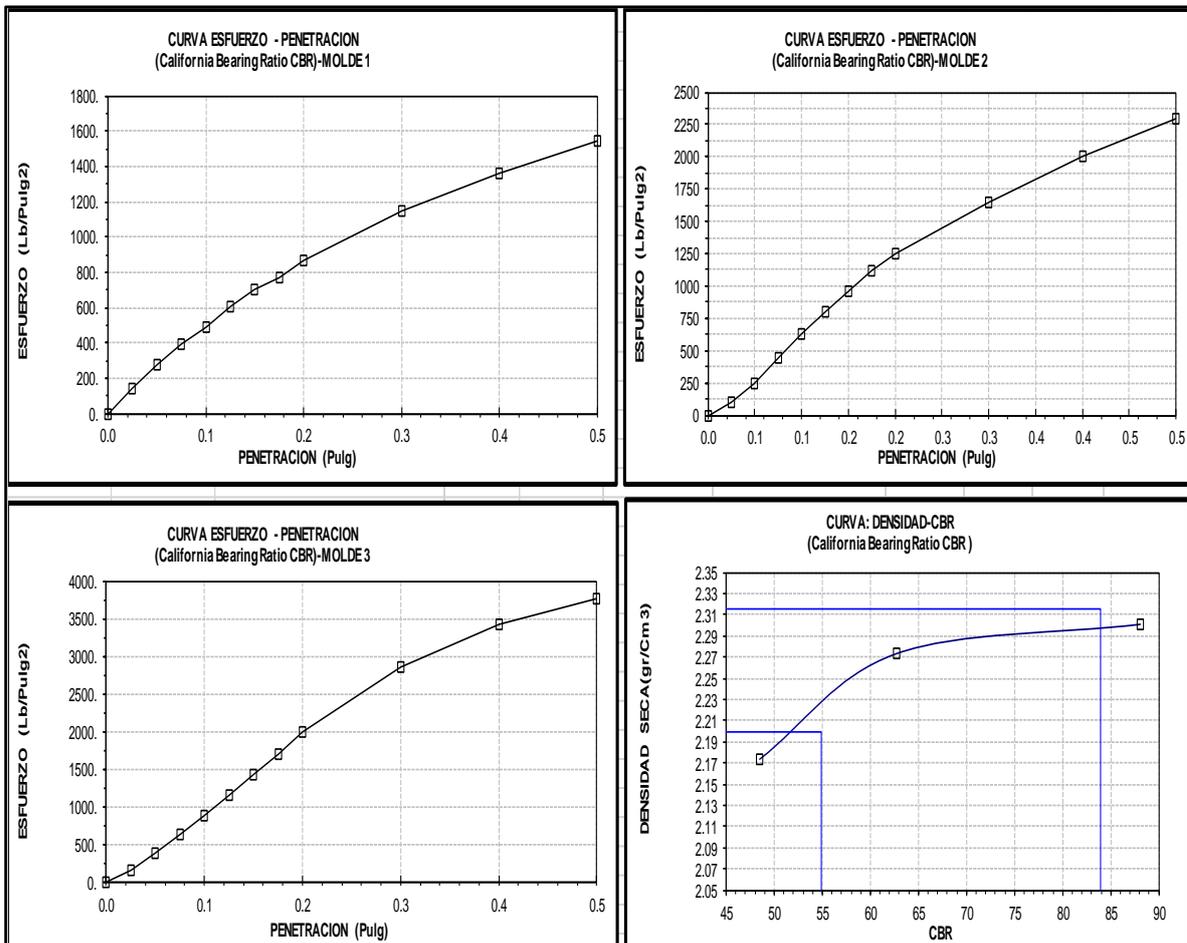
Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°30: Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%.

PENETRA- CIÓN (mm)	(pulg)	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	191.00	9.87	140.43	132.50	6.85	97.42	204.50	10.57	150.36
1.27	0.050	371.00	19.18	272.77	341.30	17.64	250.94	508.25	26.27	373.68
1.91	0.075	531.00	27.45	390.41	602.30	31.13	442.83	843.25	43.59	619.99
2.54	0.100	659.50	34.09	484.89	853.15	44.10	627.27	1197.50	61.90	880.45
3.18	0.125	824.50	42.62	606.20	1089.50	56.32	801.04	1572.00	81.26	1155.79
3.81	0.150	954.50	49.34	701.78	1304.10	67.41	958.82	1944.50	100.51	1429.67
4.45	0.175	1049.50	54.25	771.63	1515.80	78.35	1114.47	2310.75	119.45	1698.95
5.08	0.200	1177.00	60.84	865.37	1695.60	87.65	1246.67	2707.00	139.93	1990.29
7.62	0.300	1554.50	80.35	1142.93	2237.90	115.68	1645.39	3887.00	200.93	2857.86
10.16	0.400	1844.50	95.35	1356.14	2728.00	141.01	2005.73	4637.00	239.69	3409.29
12.70	0.500	2099.50	108.53	1543.63	3119.50	161.25	2293.57	5117.00	264.51	3762.20

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 15. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%.



Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°31: Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%.

MOLDE N°	PENE-TRAC. (pulg)	PRESIÓN APLICADA (Lb/pulg2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. %	M.D.S (gr/cm3)
MOLDE 1	0.1	484.99	1000	48.50	2.173
MOLDE 2	0.1	627.22	1000	62.72	2.273
MOLDE 3	0.1	880.45	1000	88.05	2.301
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.=	54.82%
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :				C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.=	83.99%
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :					
				2.315	
				7.50	

Fuente: Elaboración propia,2020.

Interpretación: En la tabla N°31, se muestra el CBR del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 5%, el C.B.R. para el 95% de la máxima densidad seca es 54.82%, y el C.B.R. para el 100% de la máxima densidad seca es 83.99%.

Tabla N°32: Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.

Compactación California Bearing Ratio (CBR).						
Molde N° 1	Volumen Molde 2322.62 cm ³ .					
Peso Molde 7913 gr.						
Número de capas	5	5	5			
Número de golpes	12	26	55			
Número de ensayos	1	2	3			
Contenido De humedad (%)	Antes de emparar	Después	Antes de emparar	Después	Antes de emparar	Después
	8.67	9.53	8.15	8.66	6.80	7.98
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.21	2.21	2.31	2.31	2.35	2.35

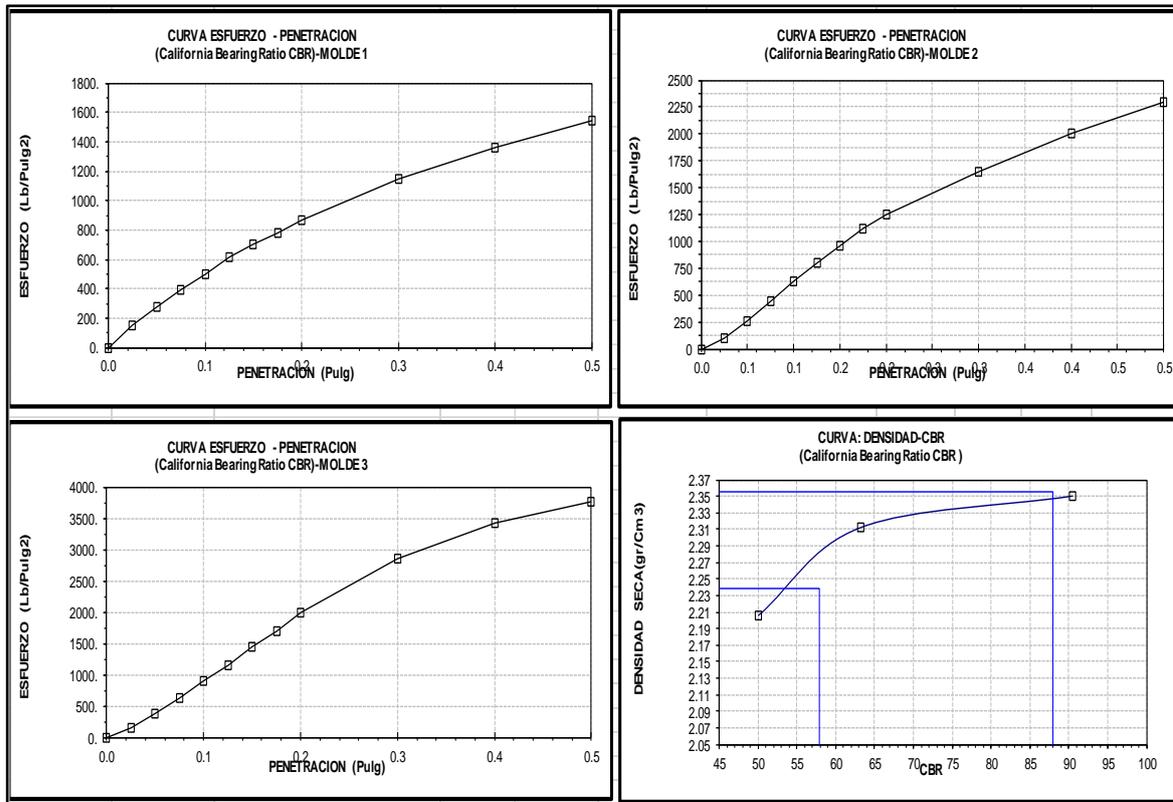
Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°33: Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.

PENETRACIÓN (mm)	MOLDE N° 01 (pulg)	MOLDE N° 02			MOLDE N° 03					
		CARGA (KG)	ESFUERZO (Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)		CARGA (KG)	ESFUERZO (Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)				
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	200.00	10.34	147.05	134.50	6.95	98.89	206.50	10.67	151.83
1.27	0.050	377.00	19.49	277.18	344.30	17.80	253.14	510.25	26.38	375.15
1.91	0.075	538.00	27.81	395.56	604.30	31.24	444.30	845.25	43.69	621.46
2.54	0.100	680.50	35.18	500.33	860.15	44.46	632.41	1230.50	63.61	904.71
3.18	0.125	829.50	42.88	609.88	1092.50	56.47	803.25	1575.00	81.41	1158.00
3.81	0.150	959.50	49.60	705.46	1307.10	67.57	961.03	1948.50	100.72	1432.61
4.45	0.175	1054.50	54.51	775.31	1519.80	78.56	1117.41	2314.75	119.65	1701.89
5.08	0.200	1180.00	61.00	867.58	1699.60	87.86	1249.61	2709.00	140.03	1991.76
7.62	0.300	1559.50	80.61	1146.60	2239.90	115.78	1646.86	3890.00	201.08	2860.07
10.16	0.400	1849.50	95.60	1359.82	2730.00	141.12	2007.20	4640.00	239.85	3411.50
12.70	0.500	2102.50	108.68	1545.83	3121.50	161.36	2295.04	5120.00	264.66	3764.41

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 16. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.



Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°34: Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%.

MOLDE	PENE- TRAC.	PRESION APLICADA	PRESIÓN PATRÓN	C.B.R.	M.D.S
Nº	(pulg)	(Lb/pulg2)	(Lb/pulg2)	%	(gr/cm3)
MOLDE 1	0.1	500.33	1000	50.03	2.205
MOLDE 2	0.1	632.41	1000	63.24	2.312
MOLDE 3	0.1	904.71	1000	90.47	2.350
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				C.B.R. Para el 95% de la	
MÁXIMA DENSIDAD				M.D.S.=	
SECA (gr/cm3) :				2.358	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD				C.B.R. Para el 100% de la	
(%):				M.D.S.=	
				7.52	
				57.91%	
				87.98%	

Fuente: Elaboración propia,2020.

Interpretación: En la tabla N°34, se muestra el CBR del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 7%, el C.B.R. para el 95% de la máxima densidad seca es 57.91%, y el C.B.R. para el 100% de la máxima densidad seca es 87.98%.

Tabla N°35: Ensayo de compactación California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.

Compactación California Bearing Ratio (CBR).							
Molde N° 1		Volumen Molde 2322.62 cm ³ .					
Peso Molde 7913 gr.							
Número de capas		5		5		5	
Número de golpes		12		26		55	
Número de ensayos		1		2		3	
		Antes de emparar	Después	Antes de emparar	Des- pués	Antes de emparar	Des- pués
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.11	9.84	8.36	8.87	7.25	8.19
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.24	2.24	2.35	2.35	2.38	2.38

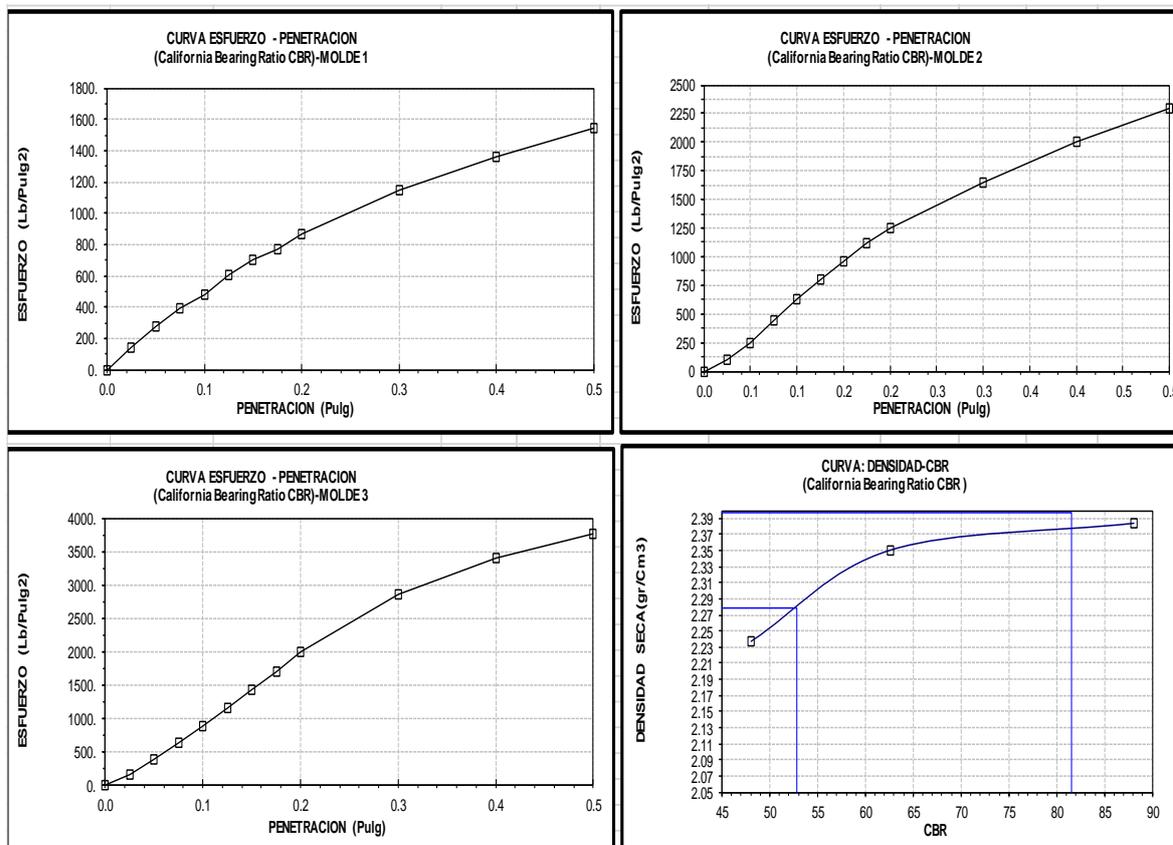
Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°36: Ensayo California Bearing Ratio (CBR), de carga – penetración de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.

PENETRACIÓN (mm)	MOLDE N° 01 (pulg)	MOLDE N° 02			MOLDE N° 03					
		CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)		CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)		CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)	
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	195.30	10.10	143.59	131.51	6.80	96.69	203.51	10.52	149.63
1.27	0.050	370.20	19.14	272.18	340.31	17.59	250.21	507.26	26.22	372.96
1.91	0.075	530.10	27.40	389.75	601.32	31.08	442.11	842.27	43.54	619.27
2.54	0.100	653.37	33.77	480.38	852.16	44.05	626.54	1198.51	61.95	881.19
3.18	0.125	823.53	42.57	605.49	1088.52	56.27	800.32	1571.10	81.21	1155.13
3.81	0.150	953.52	49.29	701.06	1303.11	67.36	958.09	1943.51	100.46	1428.94
4.45	0.175	1048.52	54.20	770.91	1514.82	78.30	1113.75	2309.76	119.40	1698.22
5.08	0.200	1176.10	60.79	864.71	1694.61	87.60	1245.94	2706.10	139.88	1989.62
7.62	0.300	1553.53	80.30	1142.21	2236.93	115.63	1644.67	3886.20	200.88	2857.28
10.16	0.400	1843.51	95.29	1355.42	2727.10	140.97	2005.06	4636.10	239.65	3408.63
12.70	0.500	2098.52	108.48	1542.91	3118.54	161.20	2292.86	5116.20	264.46	3761.62

Fuente: Elaboración propia,2020.

Figura 17. Curva de esfuerzo – penetración y curva de densidad - California Bearing Ratio (CBR) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.



Fuente: Elaboración propia,2020.

Tabla N°37: Valores Corregidos de California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%.

MOLDE	PENETRAC.	PRESIÓN APLI- CADA	PRESIÓN PA- TRÓN	C.B.R.	M.D.S
N°	(pulg)	(Lb/pulg ²)	(Lb/pulg ²)	%	(gr/cm ³)
MOLDE 1	0.1	480.38	1000	48.04	2.238
MOLDE 2	0.1	626.54	1000	62.65	2.351
MOLDE 3	0.1	881.19	1000	88.12	2.384
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.=	52.93%
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)			2.398	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.=	81.99%
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			7.58		

Fuente: Elaboración propia,2020.

Interpretación: En la tabla N°37, se muestra el CBR del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 9%, el C.B.R. para el 95% de la máxima densidad seca es 52.93%, y el C.B.R. para el 100% de la máxima densidad seca es 81.99%.

Tabla N°38: Resumen de los valores California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia y afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 0%, 2%, 5%, 7% y 9%.

Penetración	Muestra	Porcentaje de cemento de alta resistencia.	California Bearing Ratio (CBR) al 95% de la M.D.S	California Bearing Ratio (CBR) al 100% de la M.D.S
0.1"	1	0%	51.80%	80.90%
0.1"	2	2%	52.90%	81.97%
0.1"	3	5%	54.82%	83.99%
0.1"	4	7%	57.91%	87.98%
0.1"	5	9%	52.93%	81.99%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: En la tabla N°38 se muestra el resumen de los valores California Bearing Ratio (CBR), de afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia con un valor del 95% de la máxima densidad seca es 51.80%, así mismo el afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%, 5%, 7% y 9%, el porcentaje óptimo es el 7%, con un valor del 95% de la máxima densidad seca es 57.91% es el valor más alto alcanzado por las diferentes dosificaciones de cemento de alta resistencia utilizadas, , cabe indicar que el porcentaje óptimo está dentro del rango estipulado en la norma técnica del MTC, que nos dice que para capa de afirmado el CBR, referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm), mínimo debe ser el 40%.

4.1.4. Diseño de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia por método MÉTODO AASHTO 93 – empleando cemento de alta resistencia.

A. Factores de carga según Manual Suelos y Pavimento, 2014 del M.T.C, cálculo de los factores destructivos.

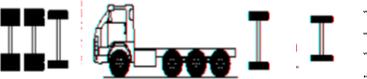
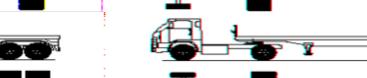
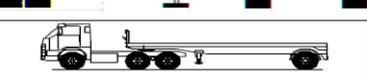
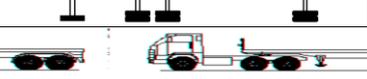
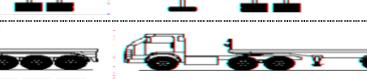
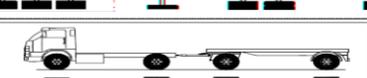
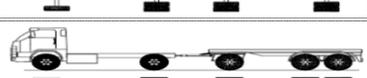
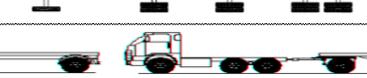
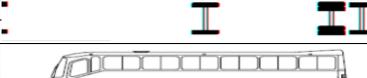
Tabla N°39: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE8.2 ton)
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual Suelos y Pavimento, 2014 en base a datos de la Guía AASHTO'93.

Tabla N°40: cálculo de los factores destructivos.

Conf. Veh.	DESCRIPCION GRAFICA DE LOS VEHICULOS	EJE 1	EJE 2	EJE 3	EJE 4	FC
C2E		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Simple R. Doble P = 10,000 8,200 Fd = 2.211793566			3.4771603
C3E		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Tandem P = 16,000 15,100 Fd = 1.260585019			2.5259518
C4E		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Tridem P = 25,000 20,700 Fd = 2.087765355			3.3531321
2S1		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961		7.7419407
T2S2		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	Tandem P = 18,000 15,100 Fd = 2.019213454		6.5228672
T2S3		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	Tridem P = 25,000 21,800 Fd = 1.706026248		6.2096800
T3S1		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Tandem P = 18,000 15,100 Fd = 2.019213454	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961		6.5228672
T3S2		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Tandem P = 18,000 15,100 Fd = 2.019213454	Tandem P = 18,000 15,100 Fd = 2.019213454		5.3037937
T3S3		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Tandem P = 18,000 15,100 Fd = 2.019213	Tridem P = 25,000 21,800 Fd = 1.706026		4.9906065
C2T2		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	10.9802276
C2T3		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	Tandem P = 18,000 15,100 Fd = 2.019213	9.7611541
C3T2		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Tandem P = 18,000 15,100 Fd = 2.019213454	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	9.7611541
C3T3		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Tandem P = 18,000 15,100 Fd = 2.019213454	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961	Tandem P = 18,000 15,100 Fd = 2.019213454	8.5420806
B2		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Simple R. Doble P = 11,000 8,200 Fd = 3.238286961			4.5036537
B3		Simple P = 7,000 6,600 Fd = 1.265366749	Tandem P = 16,000 14,800 Fd = 1.365944548			2.6313113
B4		Tandem P = 14,000 14,800 Fd = 0.800691616	Tandem P = 16,000 14,800 Fd = 1.365944548			2.1666362

Fuente: Elaboración propia, 2020.

B. Cálculo ejes equivalentes: “Yantaló – Boca de Huascayacu”.

Tramo Homogéneo único: METODO AASHTO 93.

Objeto: Determinar las incidencias de las cargas y volumen vehicular con la finalidad de obtener el parámetro del tráfico.

Tabla N°41: Tasa Anual de Crecimiento.

Tasa Anual de Crecimiento		
Tránsito liviano	1.49%	Tasa de Crecimiento población regional, provincial o distrito
Tránsito Pesado	3.84%	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

Fuente: Elaboración propia, 2020.

$$\text{Factor Crecimiento (Fi)} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Periodo de diseño: 0 años.

Periodo de diseño: 10 años.

Tabla N°42: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño.

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

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla N°43: Cálculo de ejes equivalentes (EE).

CLASIFICACIÓN VEHICULAR		IMD	Tráfico Promedio Anual	Tasa de Crecim.	Tráfico Promedio Anual Acumul.	Factor Destruct.	EE Año(0)	Factor Direcc. FD =	Factor Carril DL =	EEi Año(10)	
Bus		B2	0	0	1.49%	0.00	4.504	0	0.50	1.00	0
		B3	0	0	1.49%	0.00	2.631	0	0.50	1.00	0
Camión		C2	6	2190	3.84%	26099.11	3.477	90751	0.50	1.00	45375
		C3	0	0	3.84%	0.00	2.526	0	0.50	1.00	0
		C4	0	0	3.84%	0.00	3.353	0	0.50	1.00	0
Semi Trayer		2S1	0	0	3.84%	0.00	7.742	0	0.50	1.00	0
		2S3	0	0	3.84%	0.00	6.210	0	0.50	1.00	0
		3S1	0	0	3.84%	0.00	6.523	0	0.50	1.00	0
		3S3	0	0	3.84%	0.00	4.991	0	0.50	1.00	0
Traylers		2T2	0	0	3.84%	0.00	10.980	0	0.50	1.00	0
		2T3	0	0	3.84%	0.00	9.761	0	0.50	1.00	0
		3T2	0	0	3.84%	0.00	9.761	0	0.50	1.00	0
		3T3	0	0	3.84%	0.00	8.542	0	0.50	1.00	0
										EEi Año(10)	45,375

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Donde:

EE = Ejes Equivalentes

Fi = Factor de Crecimiento

fD = Factor Destructivo

DD = Factor de Distribución Direccional

DL = Factor de Distribución Direccional

ESAL_{DISEÑO} = 4.54.E+04
--

C. Diseño de afirmado tipo procesado estabilizado con cemento de alta resistencia al 7% granular para 10 años (km.00+000 - 11+487) método aashto 93.

Cálculo del espesor del afirmado - método NAASRA.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

CBR = 57.91%

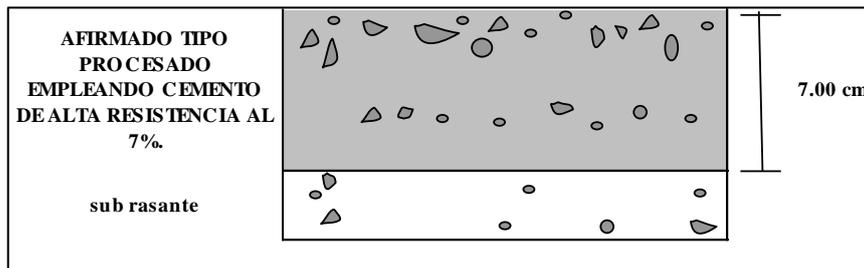
Nrep = 4.54E + 04

Reemplazando resultados en la fórmula del método NAASRA.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} (\text{Nrep}/120)$$

e = 70 mm.

e = 7cm.



Interpretación: Para la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, el diseño de pavimento base el resultado es el espesor de 7 cm.

4.1.5. Analizar la viabilidad económica del costo de un metro cúbico del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

Tabla N°44: Análisis de precio unitario de un m3 de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

Partida	01.01 ESTABILIZACIÓN AFIRMADO TIPO PROCESADO CON CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA.						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 95.6850	EQ. 95.6850	Costo unitario directo por : m3			320.41
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1672	23.80	3.98	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.1672	18.84	3.15	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.5016	17.01	8.53	
							15.66
Materiales							
0205300092	AFIRMADO PUESTO EN OBRA	m3		1.0000	80.01	80.01	
0221000004	CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA	bls		5.1400	25.00	128.50	
0239050000	AGUA	m3		0.0300	5.00	0.15	
							208.66
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	15.66	0.78	
0349030033	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	hm	1.0000	0.0836	180.00	15.05	
0349040090	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 2000 GLN	hm	2.0000	0.1672	150.00	25.08	
0349040113	CAMION VOLQUETE 2 M3	hm	2.0000	0.1672	130.00	21.74	
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	2.0000	0.1672	200.00	33.44	
							96.09

Fuente: Elaboración propia, 2020.

El costo de un metro cúbico de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia es de S/. 320.41, por lo tanto, es viable, factible y rentable social y económicamente, debido que el órgano competente del mantenimiento rutinario periódico la Dirección Regional de transportes busca mejorar la transitabilidad vehicular con intervenciones óptimas.

Así mismo se hace mención Carretera Departamental SM 113 Tramo: Yantaló - Boca de Huascayacu, (0 +000 – 11.484) el cual está programado para su ejecución según PMI del GORESAM en la intervención definitiva a nivel de pavimento básico en el anillo vial 3 de la región San Martín.

V. DISCUSIÓN

5.1. Análisis de las propiedades y características físicas del afirmado tipo procesado.

El afirmado tipo procesado al realizar la estabilización con cemento según norma CE.020 estabilización de suelos y norma técnica del MTC considerando la clasificación AASHTO para el empleo en % de Cemento alta resistencia, y al mismo tiempo se realizaron los ensayos en laboratorio de mecánica de suelos de la universidad cesar vallejo para identificar sus características físicas y mecánica para sí poder determinar el tipo de suelo al que correspondía, Para el presente estudio la característica principal es trabajar afirmado tipo procesado extraído de cantera y se realizó sus respectivos estudios de laboratorio para identificar sus características físicas correspondientes. De los ensayos de laboratorio realizados, se determinó según AASHTO la denominación A-1-a, correspondiente a una mezcla bien graduada conformada por 66.20% de grava de TM de 2", 26.11% de arena gruesa a fina y 7.70% de partículas finas menores que 0.075 mm, exentas de plasticidad.

El ensayo de Abrasión A.S.T.M. C 535, la muestra ensayada tiene un porcentaje de desgaste a la abrasión de 29.33 %, así mismo se indica que el desgaste a la abrasión se encuentra dentro del rango requerido para afirmado de acuerdo a la norma técnica del MTC,2014 nos indica que debe ser máximo el Desgaste Los Ángeles el 50%, por lo tanto, es un afirmado tipo procesado óptimo para estabilizar con cemento de alta resistencia.

Según norma técnica del MTC,2014 nos indica el límite líquido que debe ser máximo 35%, en el ensayo de límite de Atterberg, el afirmado tipo procesado, el límite líquido 17.10% (LL), NP (LP) e índice plástico NP (IP), el cual nos indica que es una mezcla bien graduada, exentas de plasticidad.

Se realizó ensayo de proctor modificado al afirmado tipo procesado, para poder estabilizar con su óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca. La densidad seca máxima de 2.215 gr/cm³, para un contenido de humedad de 7.20%, del

afirmado tipo procesado, Siendo un dato de suma importancia para realizar las probetas cilíndrica de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia y el ensayo de CBR.

5.2. Establecer el diseño óptimo de la dosificación de la mezcla del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

Según la norma CE.020 estabilización de suelos indica que la resistencia mínima a los 7 días de curado húmedo de probetas cilíndricas compactadas suelo cemento deberá ser 18 kg/cm² y norma técnica MTC, 2014 que nos dice la base granular tratada con cemento la resistencia a la compresión 7 días es igual a 35 kg/cm², así mismo los rangos estipulados de adición de cemento es de 2 a 16% es Según la norma CE.020 estabilización de suelos, trabajando en mi tesis de investigación con rangos comprendidos entre 2%, 5%, 7% y 9% de adición de cemento de alta resistencia respecto al afirmado tipo procesado, para fines de estudio del afirmado tipo procesado.

El resultado obtenido del ensayo de resistencia a la compresión simple de cilindros de cemento de alta resistencia y afirmado tipo procesado moldeados se obtuvo que el empleo de cemento de alta resistencia en porcentaje el 2%, 5%, 7% y 9%, se obtiene máxima resistencia el 7% a los siete días se puede apreciar la resistencia es de 40 kg/cm² (3.9 MPa), y el 9% ya tiende a bajar. Por lo tanto, el diseño óptimo de la dosificación de la mezcla afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia es el 7%. Así mismo Se puede ver que el porcentaje óptimo de estabilización obtenido se encuentra dentro de lo que la norma CE.020 Estabilización de suelos y norma técnica MTC, 2014.

García, Jonatan. Aplicación de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un valioso contenido de caolín (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Colombia – Bogotá, 2019. Concluyeron que: Se obtiene la superior resistencia a la compresión inconfiada a los 28 días de curado con un contenido de 12% de cemento alcanzando una resistencia última de 2.42 Mpa. el resultado del diseño óptimo de la dosificación de la mezcla afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia es el 7% a los 28 días de curado alcanzando una resistencia última de 51kg/cm² (5 Mpa). Así mismo Se

puede ver que el porcentaje óptimo de estabilización obtenido se encuentra dentro de lo que la norma CE.020 Estabilización de suelos estipula.

BECERRA, Anthony y HERRERA, Alfredo. Estabilidad de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos Pacas-mayo Víaforte y Qhuna; Lambayeque. 2018 (Argumento de pregrado). Universidad Señor de Sipán – Perú, 2018. Concluyó que. Concluyó que: Mediante la prueba de resistencia a la compresión simple de probetas cilindros de afirmado - cemento se obtuvo que con adición del 7% al 13 % de cemento cumplen con las exigencias mínimas requeridas según el MTC el cual es 18 kg/cm². En el caso de la investigación se obtiene máxima resistencia el 7% a los siete días se puede apreciar la resistencia es de 40 kg/cm² (3.9 MPa), y el 9% ya tiende a bajar. Por lo tanto, el diseño óptimo de la dosificación de la mezcla afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia es el 7%. Así mismo Se puede ver que el porcentaje óptimo de estabilización obtenido se encuentra dentro de lo que la norma CE.020 Estabilización de suelos estipula.

5.3. Análisis mediante el ensayo de CBR, el afirmado del tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

Según norma técnica del MTC, considerando la clasificación AASHTO para la adición en % de Cemento alta resistencia, se realizó el ensayo de acuerdo al MTC E 132, una vez que se clasifico el afirmado tipo procesado por el sistema AASHTO, a partir del cual se realizó los ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.

Lo primero que se realizó son los ensayos de proctor modificado, el primer ensayo fue afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia. Así mismo se realizó los ensayos de proctor modificado por cada porcentaje empleando cemento de alta resistencia al 2%, 5%,7% y 9%, cada uno se obtuvo su máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.

Con el ensayo CBR aplicado al afirmado tipo procesado sin emplear cemento de alta resistencia, se obtiene un valor de 51.80%, lo cual indica que su capacidad de soporte eficiente para estabilizar capa base.

Los ensayos CBR aplicado al afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%, 5%, 7% y 9%, el porcentaje óptimo es el 7% con un valor del 95% de la máxima densidad seca es 57.91% es el valor más alto alcanzado por las diferentes dosificaciones de cemento de alta resistencia utilizadas, cabe indicar que el porcentaje óptimo está dentro del rango estipulado en la norma técnica del MTC, que nos dice que para capa de afirmado el CBR, referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm), mínimo debe ser el 40%. Por lo tanto, con el porcentaje óptimo, se realizará el diseño del pavimento base.

PEZO, PEZO, Favio. Mejoramiento y Restitución de la Vía Vecinal Juan Guerra-Bello Horizonte con Estabilidad de la subrasante y Afirmado de cantera, Cemento del Terrenal de Fundación y Capa de Afirmado, del Distrito de Juan Guerra, Provincia de San Martín, Región San Martín (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto – Perú, 2018. Concluyó que: Al efectuar las comparaciones, se deduce la cantidad óptima para todo el tramo, del 10% de cemento para la estabilidad, obteniendo resultados satisfactorios, con un CBR de 21.57% de afirmado - cemento de la cantera Sector Las Flores (rio mayo). En el caso de la investigación el porcentaje óptimo es el 7% con un valor del 95% de la máxima densidad seca es 57.91% es el valor más alto alcanzado por las diferentes dosificaciones de cemento de alta resistencia utilizadas, cabe indicar que el porcentaje óptimo está dentro del rango estipulado en la norma técnica del MTC, que nos dice que para capa de afirmado el CBR, referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm), mínimo debe ser el 40%. Por lo tanto, con el porcentaje óptimo, se realizará el diseño del pavimento base.

5.4. Diseño de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia por método MÉTODO AASHTO 93 – empleando cemento de alta resistencia.

Al realizar el cálculo de ejes equivalentes para la carretera Yantaló - Boca de Huascayacu da como resultado para un periodo de 10 años $EEi \text{ Año } (10) = 45,375 = 4.54 E+04$, dado que en dicha carretera solamente transitan camiones de dos ejes (útiles para el cálculo) y tránsito liviano como motos lineales y mototaxi o comúnmente llamados en nuestra región motokars; así mismo teniendo en cuenta que se tiene como característica dos sentidos y 1 carril por sentido, por lo que se tiene que el factor direccional es 0.50 y el factor de carril es 1.00.

Con estos datos, y con un CBR de 57.91%, mediante el método NAASRA nos da como resultado un espesor de 7 cm de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

5.5. Analizar la viabilidad económica del costo de un metro cúbico del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

El costo de un metro cúbico de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia es de S/. 320.41, por lo tanto, es viable, factible y rentable social y económicamente, debido que el órgano competente del mantenimiento rutinario periódico la Dirección Regional de transportes busca mejorar la transitabilidad vehicular con intervenciones óptimas.

Así mismo se hace mención Carretera Departamental SM 113 Tramo: Yantaló - Boca de Huascayacu, (0 +000 – 11.484) el cual está programado para su ejecución según PMI del GORESAM en la intervención definitiva a nivel de pavimento básico en el anillo vial 3 de la región San Martín.

VI. CONCLUSIONES

El presente estudio se desarrolla específicamente en el Carretera Departamental SM 113 Tramo: Yantaló - Boca de Huascayacu, cuya carretera une las capitales de los distritos de Moyobamba, Yantaló y Nueva Cajamarca, en las provincias de Moyobamba y Rioja, departamento de San Martín.

De los ensayos de laboratorio realizados de las propiedades físicas y mecánicas, se determinó según AASHTO la denominación A-1-a, correspondiente a una mezcla bien graduada conformada por 66.20% de grava de TM de 2", 26.11% de arena gruesa a fina y 7.70% de partículas finas menores que 0.075 mm, exentas de plasticidad. Así mismo se realizó ensayo de proctor modificado al afirmado tipo procesado, para poder estabilizar con su óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca. Siendo un dato de suma importancia para realizar las probetas cilíndricas de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia y el ensayo de CBR.

El resultado obtenido del ensayo de resistencia a la compresión simple de cilindros de cemento de alta resistencia y afirmado tipo procesado moldeados se obtuvo que el empleo de cemento de alta resistencia en porcentaje el 2%, 5%, 7% y 9%, se obtiene máxima resistencia el 7% a los siete días se puede apreciar la resistencia es de 40 kg/cm² (3.9 MPa), y el 9% ya tiende a bajar. Por lo tanto, el diseño óptimo de la dosificación de la mezcla afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia es el 7%. Así mismo se puede ver que el porcentaje óptimo de estabilización obtenido se encuentra dentro de lo que la norma CE.020 Estabilización de suelos y norma técnica MTC, 2014.

Los ensayos CBR aplicados al afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 2%, 5%, 7% y 9%, el porcentaje óptimo es el 7% con un valor del 95% de la máxima densidad seca es 57.91% es el valor más alto alcanzado por las diferentes dosificaciones de cemento de alta resistencia utilizadas, cabe indicar que el porcentaje óptimo está dentro del rango estipulado en la norma técnica del MTC, que nos dice que para capa de afirmado el CBR, referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm), mínimo debe ser el 40%. Por lo tanto, con el porcentaje óptimo, se realizará el diseño del pavimento base.

Mediante el método NAASRA nos da como resultado un espesor de 7 cm de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

Los procedimientos y técnicas utilizadas para el afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia resulta técnica y económicamente una gran alternativa de solución lo que elevará la calidad de vida de los pobladores.

Este método presenta una serie de ventajas con respecto a otras, porque permitirá que las carreteras cumplan con su función básica que es la de integración física de los pueblos y contribuirá a consolidar las economías de los mismos al dotarlos de carreteras competentes para el intercambio comercial de productos.

Así mismo este procedimiento es un cambio del concepto tradicional de la conservación, de actuar para reparar lo dañado por el concepto de actuar para evitar que se dañe, haciendo prevalecer de esta manera en las instituciones las acciones preventivas frente a las acciones correctivas.

El costo de un metro cúbico de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu es de S/. 320.41, por lo tanto, es viable ya que este precio inicial para la ejecución es relativamente alto, pero con el tiempo se hace sostenible y rentable, dado que las entidades públicas o privadas no ejecutarán enormes gastos para su mantenimiento.

VII. RECOMENDACIONES

Las carreteras a nivel de afirmado en el departamento de San Martín, a pesar de los constantes mantenimientos rutinarios y periódicos, no garantiza la serviciabilidad por las que fueron diseñadas dado que las constantes e intensas precipitaciones pluviales erosionan la capa de afirmado en diversos sectores, lo cual no puede ser mitigado con los trabajos de bacheo manual (mantenimiento rutinario), y los trabajos de perfilado y reconfirmación de afirmado (mantenimiento periódico); los cuales solamente mejoran los tramos más críticos, lo que hace que dentro de los tres primeros años de rehabilitado una carretera exista un deterioro total de la carretera; por lo que con la ejecución de la estabilización de afirmado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu se estaría mitigando el principal problema de una carretera que es la disgregación de la capa de afirmado (pérdida del material granular), por las lluvias, dado que el cemento de alta resistencia como conglomerante mezclado con el afirmado tipo procesado conforma una base más resistente.

Se recomienda realizar ensayos físicos y mecánicos pertinentes y adecuados para el proceso de estabilización de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia, de esta manera obtendremos los valores adecuados para alcanzar los valores óptimos de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

El estudio de investigación estabilización de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia es un tema innovador, razón por el cual se podría efectuar un estudio para comparar diferentes tipos de estabilizaciones, y así mismo establecer parámetros para la selección de estabilizaciones económicas y duraderas para carretera de bajo volumen de tránsito.

Realizar un estudio de estabilización de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia, a los 7 días, 14 días y 28 días para analizar cuánto aumenta su resistencia, porque la norma técnica del MTC, recomienda realizar el estudio a 7 días de saturación en suelo húmedo.

Realiza los ensayos de CBR de acuerdo a la norma técnica del MTC, considerando la clasificación AASHTO para la adición en % de Cemento alta resistencia, así mismo realizar los ensayos de CBR de acuerdo al MTC E 132. Así mismo cabe indicar que el porcentaje óptimo debe estar dentro del rango estipulado en la norma

técnica del MTC, que nos dice que para capa de afirmado el CBR, referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm), mínimo debe ser el 40%.

Se recomienda realizar el diseño del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia utilizar el método NAASRA para el cálculo del espesor que nos como resultado 7 cm de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.

El costo de un metro cúbico de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia es de S/. 320.41, por lo tanto, es viable ya que este precio inicial para la ejecución es relativamente alto, pero con el tiempo se hace sostenible y rentable, dado que las entidades públicas o privadas no ejecutarán enormes gastos para su mantenimiento. Por lo que se puede mencionar que después de la ejecución de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló - Boca de Huascayacu es viable económicamente para su ejecución.

Para el Estado Peruano le es más recomendable y más rentable ejecutar estabilización del afirmado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu por lo expuesto; sin embargo, la elección de la alternativa no solamente se debe basar en indicadores económicos, sino añadir los beneficios cualitativos, tales como:

- Económico: es viable ya que el costo inicial para la ejecución es relativamente alto, pero con el tiempo se hace sostenible y rentable dado que las entidades públicas o privadas no ejecutarán enormes gastos para su mantenimiento.
- Ambiental: Dado el constante rehabilitado y mantenimiento de las carreteras, con la finalidad de recuperar la capa de afirmado perdida por las constantes e intensas precipitaciones pluviales, se ha realizado sobre explotación de las canteras de cerro y río, produciéndose un gran impacto ambiental negativo. Por lo que al aplicar este método se asegura que la capa de afirmado tenga más coherencia para protección de las precipitaciones pluviales.

- Salud: Disminución del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca), específicamente la polución atmosférica, como consecuencia la población tendría una mejora calidad de vida, dado que no se contaminaría el aire (emisión de solidos).

REFERENCIAS.

ALONSO, Gilder y et al. Mantenimiento y conservación de carreteras [en línea]. Marzo 2018, No 37. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2019]. Disponible en: <HTTP://DX.DOI.ORG/10.17993/INGYTEC.2018.2>.

AYALA, Einer y GALLARDO, Elber. Estabilización de la Base de un Pavimento Rígido con Cemento Portland Tipo I Utilizando las Canteras el Gavilán, Don Lucho y el Río Chonta, Cajamarca, 2015 (Tesis de pregrado). Cajamarca – Perú: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/11206>.

Asociación Colombiana de Productores de Concreto – Asociación de concreto. Revista de Ingeniería [en línea]. 15 de enero 2019, No 307 - 317. [fecha de consulta 20 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoryid/177/categoryname/cemento/estabilizacion-de-suelos-con-cemento>.

BECERRA, Anthony y HERRERA, Alfredo. Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica Y Qhuna; Lambayeque. 2018 (Tesis de pregrado). Pimentel – Perú: Universidad Señor de Sipán. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/6119>.

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.

CARDOSO, Carlos y et al. Estabilización granulométrica y química de suelo con fines viales [en línea]. Julio 2018, No 39. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Machado_Cardoso/publication/313508216_ESTABILIZACION_GRANULOMETRICA_Y_QUIMICA_DE_SUELO_CON_FINES_VLES/links/589ca72aa6fdcc3e8bea3409/ESTABILIZACIONGRANULOMETRICA-Y-QUIMICA-DE-SUELO-CON-FINESVIALES.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.

CORONADO, Jorge. Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos [en línea]. Noviembre del 2002, No 37. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019]. <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/123456789/4114>.

CAMPAGNOLI, Sandra. Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales. Revista de Ingeniería [en línea]. 2017, (45), 22-31 [fecha de Consulta 23 de Septiembre de 2019]. ISSN: 0121-4993. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121052004006>.

DE LA CRUZ, Liseth. Estabilización de los suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco road 2000) para pavimentación en palian – Huancayo – Junín. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de los Andes, 2016 Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/112>.

DÍAZ-ARISTIZABAL, U., et al, 2012. Reflections on Community-Based Rehabilitation Strategy (CBR): The Experience of a CBR Program in Bolivia. *Ciência & Saúde Coletiva*, 01, vol. 17, no. 1, pp. 167-177 ProQuest Central. ISSN 14138123. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000100019>.

ELIZONDO, Fabián. Estabilización y mejoramiento de rutas no pavimentadas. *Revista de Ingeniería* [en línea]. 26 de enero 2009, No 55. [fecha de Consulta 21 de Octubre de 2019]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/2018/1984>.

FRAGOULIS, D.; CSIRIK, G.; BEDELEAN, I. Y PEDERSEN, S. (2009). “La influencia de las rocas biogénicas ricas en micro sílice sobre las propiedades de los cementos mezclados”. *Cement Concrete Composites*. Vol. 25. 2003. (pág. 177 – 184).

GALLARDO, José. Suelo - Cemento. [en línea]. Agosto 2018, Vol. 4. [Fecha de consulta: 02 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.2.2148>.

GERARDO Echeverría. Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos. Revista de Ingeniería [en línea]. Ingeniería de Construcción Vol. 16, nº 162. Abril 2017 [fecha de Consulta 10 de Octubre de 2019]. file:///C:/Users/HardSoft/Downloads/323-2420-1-PB%20(1).pdf.

Instituto Nacional de Vías. Suministro de Cemento Portland Normal. Revista de Ingeniería [en línea]. 28 de abril 2019, No 507 - 507. [fecha de consulta 22 de octubre de 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/HardSoft/Downloads/Articulo501-07.

Instituto del Cemento Portland Argentino. Construcción de Bases y Subbases de Suelo Cementol. Revista de Ingeniería [en línea]. abril 2019, No 17 [fecha de Consulta 22 de octubre de 2019]. Disponible en: https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/2015-07_Construccion-Suelo-Cemento.pdf.

INSTITUTO Español del Cemento y sus Aplicaciones. Manual de estabilización de suelos con cemento o cal. IECA. Revista de Ingeniería [en línea] Madrid. 217 p. ISBN: 978-84-89702-23-3. [fecha de Consulta 26 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.ieca.es/disena-pavimento-hormigon/>.

MOSCOSO, Edwin. Estabilización de Suelos; Capacidad portante; CBR; Suelo-cemento; Cemento tipo MH; Proctor Modificado; Densidad Seca Máxima; Contenido óptimo de Humedad (Tesis de pregrado). Cuenca – Ecuador: Universidad del Azuay. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8923>.

MAMANI, Wilson. Análisis de estabilización de suelos con cemento, en componentes estructurales para diseño equivalente de pavimentos rígidos, segmentados y flexibles en vías de bajo volumen de tránsito (Tesis de pregrado). Juliaca – Perú:

Universidad Peruana Unión. Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1707>.

MTC; Suelos y Pavimentos [en línea]. 18 de febrero 2013, No 345. [Fecha de consulta: 18 de octubre del 2019]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf.

NORMALIZACIÓN Internacional. Compressive Strength of Concrete Cylinders ASTM C 39. 2015. 3pp.

NADAL. El suelo estabilizado empleando cemento Revista de Ingeniería [en línea]. Vol. 5, nº 812. Mayo 2016, [fecha de Consulta 12 de Octubre de 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/HardSoft/Downloads/4865-8681-1-PB.pdf>

PINEDA, Alan y Riaño, Fernando. Estudio de una mezcla de base granular con cemento y solid soil para una resistencia a la compresión de 2.5 MPa. (Tesis de grado). Universidad Católica de Colombia. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/23335>.

Portland Cement Association. Mixed Cements. [en línea]. 06 de Marzo 2019, No 322- 340. [Fecha de consulta: 21 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.materialsthatperform.com/blended-cements-and-supplementary-cementitious-materials>.

QUEZADA, Santiago. Estudio Comparativo de la Estabilización de Suelos Arcillosos con Valvas de Moluscos para Pavimentación. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de Piura. Disponible en: www/https://pihua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI_242.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

RODRIGUEZ, Veronika. Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo I más cal hidratada en vías afirmadas, para el centro poblado Alto Trujillo, el

Porvenir - La Libertad. (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5553>.

ELIZONDO, Fabián. Estabilización y mejoramiento de rutas no pavimentadas. Revista de Ingeniería [en línea]. 26 de enero 2009, No 55. [fecha de Consulta 21 de Octubre de 2019]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/2018/1984>.

SANDRO Rocci. Bases estabilizadas con cemento. Revista de Ingeniería [en línea]. Vol. 17, nº 160. Mayo 2010, [fecha de Consulta 20 de Octubre de 2019]. Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4555>.

SALAS, Manuel. Soluciones más sostenibles para la estabilización de suelos para carreteras con conglomerantes hidráulicos. [en línea]. 18 de mayo 2018, No 67. [Fecha de consulta: 21 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.obrasurbanas.es/stabile-estabilizacion-suelos-carreteras>.

SAMPIERE, Roberto. Metodología de la investigación [en línea]. Mayo 2016, N° 736. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2019]. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.

SÁNCHEZ, M. A. Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del Cartón Tosagua provincia de Manabi. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/mande/22000/11180>.

SANDOVAL-VALLEJO, E. and RIVERA-MENA, W., 2019. Correlación Del CBR Con La Resistencia a La Compresión Inconfinada: Science and Engineering Neogranadina Science and Engineering Neogranadina. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Jan, vol. 29, no. 1, pp. 135-151 ProQuest Central. ISSN 01248170. DOI <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.3478>.

SOSA, Raul. Estabilización de suelos de alta plasticidad usando cemento portland en el Departamento de Lambayeque. (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/1047>.

STAMATAKIS, M.; FRAGOULIS, D.; CSIRIK, G.; BEDELEAN, I. Y PEDERSEN, (2003). "La influencia de las rocas biogénicas ricas en micro sílice sobre las propiedades de los cementos mezclados". Cement Concrete Composites. Vol. 25. 2009. (pág. 177 – 184).

Segura, César. Estabilización de suelos en la superficie de rodadura con el perma (Zyme 30X) de la carretera no pavimentada chupa – Arapa, Azangaro, Puno. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión. Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1691>.

S.A. Manual de Diseño Geométrico de Carretera 2016. 1ª. Ed. Lima, Perú: Macro, 2015. 301p. ISBN: 9786123042462. [en línea]. Octubre 2015, No 47. [Fecha de consulta: 7 de octubre del 2019]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3580.pdf.

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica [en línea]. Agosto 2001, N° 121. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>.

Fernández, Carlos. Metodología de la investigación [en línea]. Abril 2002, N° 736. [Fecha de consulta: 12 de setiembre de 2019]. https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%.pdf.

TOIRAC, José. El Suelo-Cemento como Material de Construcción. [en línea]. 04 de octubre 2017, No 520 - 571. [Fecha de consulta: 19 de octubre del 2019] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87012672003>.

ULATE, Alonso. Estabilización de Suelos y Materiales Granulares en Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, Empleando Productos No Tradicionales. [en línea]. Mayo 2017, No 2 - 5. [Fecha de consulta: 19 de octubre del 2019]. Disponible en: http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/boletines/Boletin_PITRA_2_-_2017.

YEPES, Víctor. La estabilización de suelos. [en línea]. 23 de Enero 2014, No 47. [Fecha de consulta: 19 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/01/23/la-estabilizacion-de-suelos>.

RONDÓN, Hugo. Pavimentos: materiales, construcción y diseño. 1ra ed. Lima, Perú: Macro EIRL, 2015. 605p. ISBN: 978-612-304-263-9. [en línea]. febrero 2015, No 47. [Fecha de consulta: 7 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.eco-ediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/pavimentos.pdf>.

URBANO, Claudio. "Recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación". 2. a ed. Córdoba: Editorial Brujas, 2006. 112pp. ISBN: 987- 591-020-1. [en línea]. Febrero 2006, No 117. [Fecha de consulta: 12 de octubre del 2019]. Disponible en: https://oceanobiblioteca.deusto.es/primoexplore/fulldisplay/DEUSTO_Alma51157643800003351/deusto?lang=es_ES.

ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Cemento de alta resistencia.	El cemento Portland Son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio. Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. (Cementos Pacasmayo S.A.A., 2019)	Empleo de Cemento Portland tipo III	Propiedades.	Resistencia empleando cemento de alta resistencia al 2% , 5% ,7% y 9%	Porcentajes
Variable Dependiente: Diseño y estabiliza ción de afirmado tipo procesado.	Según (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014, p.107) mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos, adición productos químicos como es el cemento de alta resistencia.	Diseño y estabiliza ción del material afirmado tipo procesado.	Características del material.	Propiedades Físicas Contenido de humedad en % según NTP 339.127. Ensayo de granulometría en % según NTP 339.128. Ensayo límites de atterberg en % según NTP 339.129. Clasificación de afirmado (AASHTO), Según ASTM D-3282. Propiedades Mecánicas Ensayo de abrasión A.S.T.M. C 535. Proctor modificado % según NTP 339.141.	Porcentaje
			Características del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.	Propiedades Mecánicas Resistencia a la compresión simple de probetas cilíndricas del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en kg/cm ² a los 7, 14 y 28 días según MTC E 1103. Proctor modificado % según NTP 339.141. Relación de Soporte California (CBR) en %. MTC E 132.	Intervalo.
			Costo y Presupuesto.	Análisis de Precio Unitario de un m3 de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia.	Intervalo.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

ANEXO 02: Instrumentos de recolección de datos.

**PROYECTO: “Diseño y estabilización del afirmado tipo
procesado empleando cemento de alta resistencia en la
carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020”**

**SOLICITA: CÓRDOVA PEÑA JANET, HUAMÁN GOICOCHEA
KEVIN OLIVER.**

DEPARTAMENTO: SAN MARTÍN

PROVINCIA: MOYOBAMBA

MOYOBAMBA – PERU

JULIO DEL 2020

PROYECTO : “Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020”

EJECUTA: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO _

LABORATORIO DE SUELOS

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL

ENSAYOS DE LABORATORIO

- **Ensayo de granulometría (%)**
- **Ensayo límites de atterberg en (%).**
- **Ensayo de abrasión.**
- **Clasificación de afirmado (AASHTO).**
- **Ensayo de proctor modificado en (%) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 0%, 2%, 5%, 7%, 9%.**
- **Ensayo de resistencia a la compresión simple de probetas cilíndricas de afirmado del tipo procesado – cemento de alta resistencia en (kg/cm²), al 0%, 2%, 5%, 7%, 9%.**
- **Ensayo de Relación de Soporte California (CBR) en (%) de afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia al 0%, 2%, 5%, 7%, 9%.**

MOYOBAMBA - PERÚ



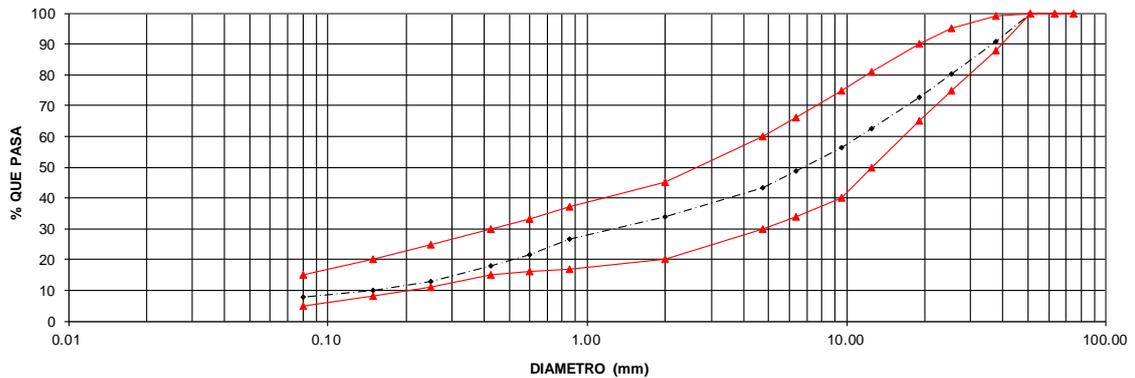
Ensayo:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
Norma:	MTC E 107 (Manual de Ensayos de Materiales, pág. 44).		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huacayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER

INFORMACIÓN GENERAL

PESO SIN SECADO =		22825.00 gr.	LÍMITE LÍQUIDO =	17.10%
PESO SECO INICIAL =		22455.00 gr.	LÍMITE PLÁSTICO =	N.P.
PESO SECO LAVADO =		20727.00 gr.	ÍNDICE PLÁSTICO =	N.P.
PESO MENOR Nº 200 =		1728.00 gr.	A.A.S.H.T.O.	A-1-a
			DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Grava bien graduada
			DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Grava bien graduada

Nº	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO		PORCENT. RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
		PARCIAL	ACUMULADO		
3	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½	37.50	2075.00	2075.00	9.24	90.76
1	25.40	2378.00	4453.00	19.83	80.17
¾	19.00	1698.00	6151.00	27.39	72.61
½	12.50	2243.00	8394.00	37.38	62.62
3/8	9.50	1448.00	9842.00	43.83	56.17
¼	6.35	1707.00	11549.00	51.43	48.57
Nº4	4.75	1183.00	12732.00	56.70	43.30
N 10	2.00	2133.00	14865.00	66.20	33.80
N 20	0.85	1630.00	16495.00	73.46	26.54
N 30	0.60	1118.00	17613.00	78.44	21.56
N 40	0.43	808.00	18421.00	82.04	17.96
N 60	0.25	1179.00	19600.00	87.29	12.71
N 100	0.15	595.00	20195.00	89.94	10.06
N 200	0.08	532.00	20727.00	92.30	7.70
TOTAL	--		20727.00		

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



D60 =	11.00	D30 =	1.30	D10 =	0.14
	Cu =	78.57	Cc =	1.10	

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL EN ESTUDIO CUMPLE CON LA GRADACIÓN B PARA BASE DEL MTC.
 LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL MÉTODO A.A.S.H.T.O. Y CORRESPONDE A UNA MEZCLA BIEN GRADUADA, CONFORMADA POR 66.20% DE GRAVA DE TM DE 2", 26.11% DE ARENA GRUESA A FINA Y 7.70% DE PARTICULAS FINAS MENORES QUE 0.075 mm., EXENTAS DE PLASTICIDAD.

Fuente: Programa de Excel - Universidad Cesar Vallejo



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG		
Norma:	MTC E-110 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 67).		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRODVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER

INFORMACIÓN GENERAL

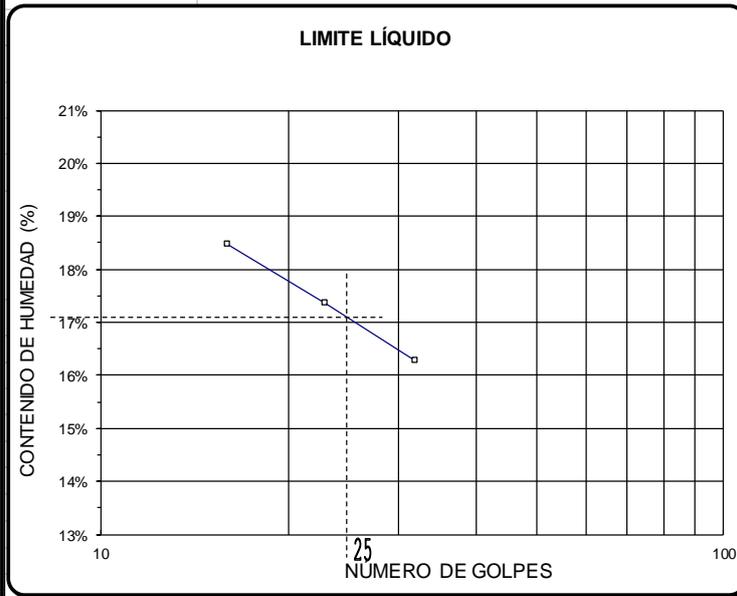
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318

LÍMITE LÍQUIDO			
TARA Nº	1	2	3
Wt+ M.Húmeda	49.90	50.70	51.50
Wt+ M. Seca	47.50	48.60	49.50
W agua	2.40	2.10	2.00
W tara	34.50	36.50	37.20
W M.Seca	13.00	12.10	12.30
W(%)	18.46%	17.36%	16.26%
N.GOLPES	16	23	32

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	60°C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
	110 °C
AGUA USADA	
	DESTILADA
	POTABLE
	OTRA

LÍMITE PLÁSTICO			
TARA Nº	4	5	Promedio
Wt+ M.Húmeda			
Wt+ M. Seca			
W agua			
W tara			
W M.Seca			
W(%)	N.P.	N.P.	N.P.

LÍMITE LÍQUIDO	17.10%
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.



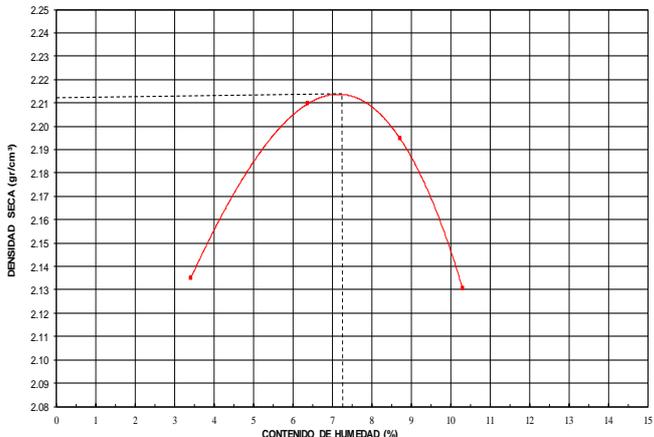
UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Fuente: Programa de Excel - Universidad Cesar Vallejo



Ensayo:	ENSAYO DE ABRASIÓN		
Norma:	A.S.T.M. C 535		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PEÑA JANET
			HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER
INFORMACIÓN GENERAL			
ENSAYO DE ABRASIÓN A.S.T.M. C 535			
"Gación 2"			
MUESTRA		1	
TAMIZ			PESO (gr)
PASA	RETENIDO		
2"	1 1/2"	5005	
1 1/2"	1"	5022	
TOTAL		10027	
RET. TAMIZ N° 12		7086	
% DESGASTE		29.33	
OBSERVACIONES La muestra ensayada tiene un porcentaje de desgaste a la abrasión de 29.33 %.			

Fuente: Programa de Excel - 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							
									
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO								
Norma:	MTC E-115 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 105), NTP 339.141								
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantalo – Boca de Huascayacu, 2020"								
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO								
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER						
INFORMACIÓN GENERAL									
NORMA A.A.S.H.T.O. T 180		Energía de Compactación: 27.20 Kg-cm/cm3							
DENSIDAD	NÚMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	Nº de Capas	5		5		5		5	
	Nº de Golpes por Capa	56		56		56		56	
	Peso Húmedo+ Molde (gr)	10864.50		11168.35		11243.54		11167.32	
	Peso Molde (gr)	6178.00		6178.00		6178.00		6178.00	
	Peso Húmedo (gr)	4686.50		4990.35		5065.54		4989.32	
	Volumen del Molde (cm³)	2123.01		2123.01		2123.01		2123.01	
Densidad Húmeda (gr/cm³)	2.21		2.35		2.39		2.35		
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	762.20	808.55	682.02	735.34	840.88	818.55	691.52	705.67
	Peso Seco + Tara (gr)	740.00	785.00	645.00	697.00	775.00	765.00	635.00	648.00
	Peso Agua (gr)	22.20	23.55	37.02	38.33	65.88	53.55	56.52	57.67
	Peso Tara (gr)	95.00	85.00	82.00	77.00	81.00	92.00	98.00	76.00
	Peso Muestra Seca (gr)	645.00	700.00	563.00	620.00	694.00	673.00	537.00	572.00
	Contenido de Humedad (%)	3.44	3.36	6.58	6.18	9.49	7.96	10.52	10.08
	C. Humedad (%) promedio	3.40		6.38		8.72		10.30	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.13		2.21		2.19		2.13		
CURVA DE COMPACTACIÓN									
									
MÁXIMA DENSIDAD SECA:								2.215 gr/cm3	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :								7.20 %	
MÉTODO DE ENSAYO :						"C"			
DIÁMETRO DE MOLDE :						6"			
CONDICIÓN DE SECADO:						HORNO 60 °C			
OBSERVACIONES :									

Fuente: Programa de Excel - 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 MOYOBA M B A - PERÚ							
Ensayo:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE AFIRMADO DEL TIPO PROCESADO – CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA EN (KG/CM2)						
Norma:	MTC E-1103 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 1005).						
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantalo – Boca de Huacayacu						
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 2%, 5%, 7%, 9%.						
Cantera:	Gárate	Responsable:		CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER			
INFORMACIÓN GENERAL							
Diámetro cilindro	10.16	cm					
Alt. Cilindro	11.64	cm					
Área	81.07	cm ²					
Volumen del cilindro	943.69	cm ³					
Peso del cilindro	2150.00	gr					
peso de afirmado del tipo procesado seco	2500.00	gr					
Tipo de afirmado	% Cemento de alta resistencia en peso	Diámetro (cm)	Carga (kg)	Edades (días)	Resistencia		
					f'c Obtenido (kg/cm ²)	f'c Promedio (kg/cm ²)	Mpa
Afirmado del tipo procesado, M1	2	10.16	2126.1	7	26	25	2.5
Afirmado del tipo procesado, M2	2	10.16	2013.1	7	25		
Afirmado del tipo procesado, M3	2	10.16	2026.1	7	25		
Afirmado del tipo procesado M1	5	10.16	2603.3	7	32	34	3.4
Afirmado del tipo procesado, M2	5	10.16	2781.7	7	34		
Afirmado del tipo procesado, M3	5	10.16	2925.9	7	36		
Afirmado del tipo procesado M1	7	10.16	3149.4	7	39	40	3.9
Afirmado del tipo procesado, M2	7	10.16	3248.4	7	40		
Afirmado del tipo procesado, M3	7	10.16	3358.7	7	41		
Afirmado del tipo procesado M1	9	10.16	2868.4	7	35	34	3.4
Afirmado del tipo procesado, M2	9	10.16	2775.6	7	34		
Afirmado del tipo procesado, M3	9	10.16	2731.2	7	34		

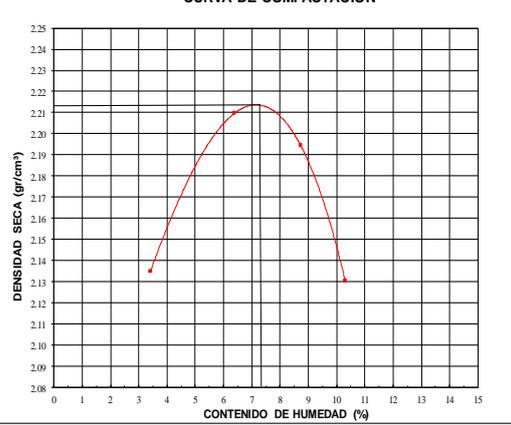
Fuente: Programa de Excel - Universidad Cesar Vallejo.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y MATERIALES Cel.: 934 199 400 - Correo electrónico: jchacayan@ucv.edu.pe CAMPUS UNIVERSITARIO MOYOBA M B A - PERÚ							
Ensayo:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE AFIRMADO DEL TIPO PROCESADO – CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA EN (KG/CM2).						
Norma:	MTC E-1103 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 1005).						
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantalo – Boca de Huacayacu, 2020"						
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 2%, 5%, 7%, 9%.						
Cantera:	Gárate	Responsable:		CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER			
INFORMACIÓN GENERAL							
Diámetro cilindro	10.16	cm.					
Alt. Cilindro	11.64	cm.					
Área	81.07	cm ²					
Volumen del cilindro	943.69	cm ³					
Peso del cilindro	2150.00	gr					
peso de afirmado del tipo procesado seco	2500.00	gr					
Tipo de afirmado	% Cemento de alta resistencia en peso	Diámetro (cm)	Carga (kg)	Edades (días)	Resistencia		
					f'c Obtenido (kg/cm ²)	f'c Promedio (kg/cm ²)	Mpa
Afirmado del tipo procesado, M1	2	10.16	2225.6	14	27	28	2.8
Afirmado del tipo procesado, M2	2	10.16	2391.3	14	29		
Afirmado del tipo procesado, M3	2	10.16	2205.9	14	27		
Afirmado del tipo procesado M1	5	10.16	3006.8	14	37	37	3.7
Afirmado del tipo procesado, M2	5	10.16	3038.6	14	37		
Afirmado del tipo procesado, M3	5	10.16	3020.3	14	37		
Afirmado del tipo procesado M1	7	10.16	3458.7	14	43	44	4.3
Afirmado del tipo procesado, M2	7	10.16	3521.9	14	43		
Afirmado del tipo procesado, M3	7	10.16	3687.5	14	45		
Afirmado del tipo procesado M1	9	10.16	3031.2	14	37	37	3.7
Afirmado del tipo procesado, M2	9	10.16	2997.4	14	37		
Afirmado del tipo procesado, M3	9	10.16	3049.4	14	38		

Fuente: Programa de Excel - 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							
Ensayo:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE AFIRMADO DEL TIPO PROCESADO – CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA EN (KG/CM2).						
Norma:	MTC E-1103 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 1005).						
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020"						
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 2%, 5%, 7%, 9%.						
Cantera:	Gárate Responsable: CORDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER						
INFORMACIÓN GENERAL							
Diámetro cilindro	10.16 cm						
Alt. Cilindro	11.64 cm						
Area	81.07 cm ²						
Volumen del cilindro	943.69 cm ³						
Peso del cilindro	2150.00 gr						
peso de afirmado del tipo procesado seco	2500.00 gr						
Tipo de afirmado	% Cemento de alta resistencia en peso	Diámetro (cm)	Carga (kg)	Edades (días)	Resistencia		
					f'c Obtenido (kg/cm ²)	f'c Promedio (kg/cm ²)	Mpa
Afirmado del tipo procesado, M1	2	10.16	2482.2	28	31	30	2.9
Afirmado del tipo procesado, M2	2	10.16	2338.6	28	29		
Afirmado del tipo procesado, M3	2	10.16	2451.5	28	30		
Afirmado del tipo procesado M1	5	10.16	3116.9	28	38	40	3.9
Afirmado del tipo procesado, M2	5	10.16	3338.5	28	41		
Afirmado del tipo procesado, M3	5	10.16	3238.6	28	40		
Afirmado del tipo procesado M1	7	10.16	4160.3	28	51	51	5.0
Afirmado del tipo procesado, M2	7	10.16	4097.6	28	51		
Afirmado del tipo procesado, M3	7	10.16	4028.2	28	50		
Afirmado del tipo procesado M1	9	10.16	3231.2	28	40	40	3.9
Afirmado del tipo procesado, M2	9	10.16	3168.4	28	39		
Afirmado del tipo procesado, M3	9	10.16	3389.9	28	42		

Fuente: Programa de Excel - 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											
Ensayo:	ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO DEL AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO AL 2%										
Norma:	MTC E-115 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 105). NTP 339.141										
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantalo – Boca de Huascayacu, 2020"										
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 2%										
Cantera:	Gárate Responsable: CORDOVA PEÑA JANET HUAMAN GOICOCHÉA KEVIN OLIVER										
INFORMACIÓN GENERAL											
NORMA A.A.S.H.T.O. T 180	Energía de Compactación: 27.20 Kg-cm/cm3										
NÚMERO DE ENSAYO	1 2 3 4										
DENSIDAD											
Nº de Capas	5 5 5 5										
Nº de Golpes por Capa	56 56 56 56										
Peso Húmedo+ Molde (gr)	10958.23 11268.16 11344.85 11267.11										
Peso Molde (gr)	6178.00 6178.00 6178.00 6178.00										
Peso Húmedo (gr)	4780.23 5090.16 5166.85 5089.11										
Volumen del Molde (cm³)	2123.01 2123.01 2123.01 2123.01										
Densidad Húmeda (gr/cm³)	2.25 2.40 2.43 2.40										
HUMEDAD											
Ensayo	1 2 3 4										
Peso mezcla Húmedo + Tara (gr)	777 825.37 694.98 749.13 856.72 834.51 704.50 719.45										
Peso mezcla + Tara (gr)	753 799.00 656.26 709.40 788.88 778.46 645.74 659.44										
Peso Agua (gr)	24 26 38.72 39.73 67.84 56.05 58.76 60.01										
Peso Tara (gr)	95 85.00 82.00 77.00 81.00 92.00 98.00 76.00										
Peso total de la mezcla (gr)	658 714.00 574.26 632.40 707.88 686.46 547.74 583.44										
Contenido de Humedad (%)	3.66 3.69 6.74 6.28 9.58 8.16 10.73 10.29										
C. Humedad (%) promedio	3.68 6.51 8.87 10.51										
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.17 2.25 2.24 2.17										
<p align="center">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <table border="1"> <tr> <td>MÁXIMA DENSIDAD SECA:</td> <td>2.217 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :</td> <td>7.25 %</td> </tr> <tr> <td>MÉTODO DE ENSAYO :</td> <td>"C"</td> </tr> <tr> <td>DIÁMETRO DE MOLDE :</td> <td>6"</td> </tr> <tr> <td>CONDICIÓN DE SECADO:</td> <td>HORNO 60 °C</td> </tr> </table>		MÁXIMA DENSIDAD SECA:	2.217 gr/cm³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :	7.25 %	MÉTODO DE ENSAYO :	"C"	DIÁMETRO DE MOLDE :	6"	CONDICIÓN DE SECADO:	HORNO 60 °C
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	2.217 gr/cm³										
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :	7.25 %										
MÉTODO DE ENSAYO :	"C"										
DIÁMETRO DE MOLDE :	6"										
CONDICIÓN DE SECADO:	HORNO 60 °C										

Fuente: Programa de Excel - Universidad Cesar Vallejo

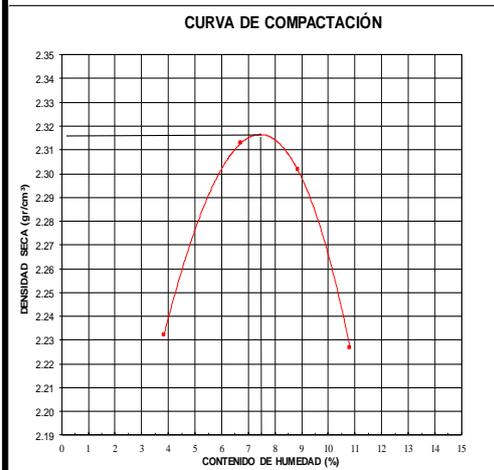
Ensayo:	ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO DEL AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO AL 5%		
Norma:	MTC E-115 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 105). NTP 339.141		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantalo – Boca de Huascayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 5%		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOICHEA KEVIN OLIVER

INFORMACIÓN GENERAL

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180	Energía de Compactación: 27.20 Kg-cm/cm ³
--------------------------	--

DENSIDAD	NÚMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas		5		5		5		5
N° de Golpes por Capa		56		56		56		56	
Peso Húmedo+ Molde (gr)		11098.83		11417.87		11496.82		11416.79	
Peso Molde (gr)		6178.00		6178.00		6178.00		6178.00	
Peso Húmedo (gr)		4920.83		5239.87		5318.82		5238.79	
Volumen del Molde (cm ³)		2123.01		2123.01		2123.01		2123.01	
Densidad Húmeda (gr/cm³)		2.32		2.47		2.51		2.47	

HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso mezcla Húmedo + Tara (gr)		799	847.88	714.21	770.22	879.33	856.15	723.40
Peso mezcla + Tara (gr)		772	820.00	673.15	728.00	809.70	798.65	661.85	676.60
Peso Agua (gr)		26	27.9	41.06	42.22	69.63	57.50	61.55	64.28
Peso Tara (gr)		95	85.00	82.00	77.00	81.00	92.00	98.00	76.00
Peso total de la mezcla (gr)		677	735.00	591.15	651.00	728.70	706.65	563.85	600.60
Contenido de Humedad (%)		3.88	3.79	6.95	6.49	9.56	8.14	10.92	10.70
C. Humedad (%) promedio		3.84		6.72		8.85		10.81	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.23		2.31		2.30		2.23	



MÁXIMA DENSIDAD SECA:	2.315gr/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :	7.50 %

MÉTODO DE ENSAYO :	"C"
DIÁMETRO DE MOLDE :	6"
CONDICIÓN DE SECADO:	HORNO 60 °C

Fuente: Programa de Excel - Universidad Cesar Vallejo



Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO DEL AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO AL 7%		
Norma:	MTC E-115 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 105). NTP 339.141		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantalo – Boca de Huascayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 7%		
Cantera:	Gárate	Responsable:	
		CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER	

INFORMACIÓN GENERAL

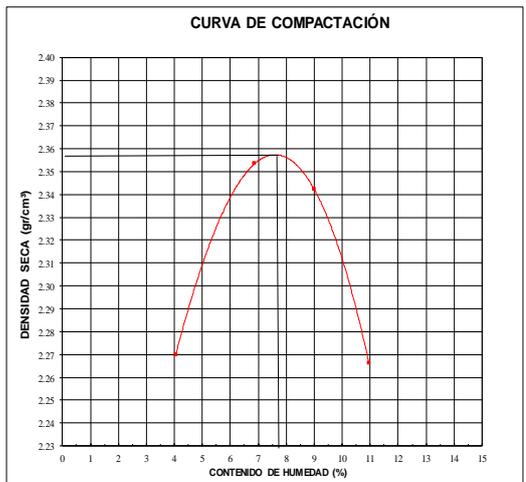
NORMA A.A.S.H.T.O T 180	Energía de Compactación: 27.20 Kg-cm/cm³
--------------------------------	---

DENSIDAD	NÚMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	Nº de Capas		5		5		5		5
Nº de Golpes por Capa		56		56		56		56	
Peso Húmedo+ Molde (gr)		11192.56		11517.67		11598.13		11516.57	
Peso Molde (gr)		6178.00		6178.00		6178.00		6178.00	
Peso Húmedo (gr)		5014.56		5339.67		5420.13		5338.57	
Volumen del Molde (cm³)		2123.01		2123.01		2123.01		2123.01	
Densidad Húmeda (gr/cm³)		2.36		2.52		2.55		2.51	

HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso mezcla Húmedo + Tara (gr)	813	864.02		727.53		784.08		895.23
Peso mezcla + Tara (gr)	785	834.00		684.41		740.40		823.58	
Peso Agua (gr)	28	30.0		43.12		43.68		71.65	
Peso Tara (gr)	95	85.00		82.00		77.00		81.00	
Peso total de la mezcla (gr)	690	749.00		602.41		663.40		742.58	
Contenido de Humedad (%)		4.10	4.01	7.16	6.58	9.65	8.35	11.12	10.79
C. Humedad (%) promedio		4.05		6.87		9.00		10.96	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.27		2.35		2.34		2.27	

MÁXIMA DENSIDAD SECA:	2.358 gr/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD:	7.52%

MÉTODO DE ENSAYO:	"C"
DIÁMETRO DE MOLDE:	6"
CONDICIÓN DE SECADO:	HORNO 60 °C



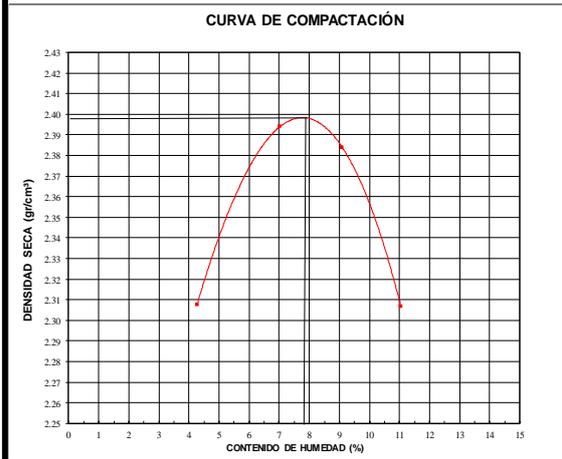
Fuente: Programa de Excel - Universidad Cesar Vallejo.

Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO DEL AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO AL 9%		
Norma:	MTC E-115 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 105). NTP 339.141		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huascayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 9%		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLMER

INFORMACIÓN GENERAL	
NORMA A.A.S.H.T.O. T 180	Energía de Compactación: 27.20 Kg-cm/cm ³

DENSIDAD	NÚMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas		5		5		5		5
N° de Golpes por Capa		56		56		56		56	
Peso Húmedo+ Molde (gr)		11286.29		11617.48		11699.44		11616.36	
Peso Molde (gr)		6178.00		6178.00		6178.00		6178.00	
Peso Húmedo (gr)		5108.29		5439.48		5521.44		5438.36	
Volumen del Molde (cm ³)		2123.01		2123.01		2123.01		2123.01	
Densidad Húmeda (gr/cm³)		2.41		2.56		2.60		2.56	

HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso mezcla Húmedo + Tara (gr)	828	880.22	740.19	798.72	911.16	887.49	748.93	767.33
Peso mezcla + Tara (gr)	798	848.00	695.67	752.80	837.46	825.57	683.33	699.48	
Peso Agua (gr)	30	32.2	44.52	45.92	73.70	61.92	65.60	67.85	
Peso Tara (gr)	95	85.00	82.00	77.00	81.00	92.00	98.00	76.00	
Peso total de la mezcla (gr)	703	763.00	613.67	675.80	756.46	733.57	585.33	623.48	
Contenido de Humedad (%)		4.31	4.22	7.26	6.80	9.74	8.44	11.21	10.88
C. Humedad (%) promedio		4.27		7.03		9.09		11.04	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.31		2.39		2.38		2.31	



MÁXIMA DENSIDAD SECA :	2.398 gr/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD :	7.58%
MÉTODO DE ENSAYO :	"C"
DIÁMETRO DE MOLDE :	6"
CONDICIÓN DE SECADO:	HORNO 60 °C

Fuente: Programa de Excel - Universidad Cesar Vallejo



Ensayo:	ENSAYO DE CBR (California Bearing Ratio).		
Norma:	MTC E-132 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 248).		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantalo - Boca de Huacayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER

INFORMACIÓN GENERAL

COMPACTACIÓN C B R

NÚMERO	1			2			3					
MOLDE Altura Molde (mm) N° Capas	126			126			126					
N°Golpes x Capa	5			5			5					
N°Golpes x Capa	12			26			55					
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAPAR			DESPUÉS			ANTES DE EMPAPAR			DESPUÉS		
P. Húmedo + Molde	13116			13194.2			13230.2			13277.7		
Peso Molde (gr)	7913.0			7913.0			7758.0			7829.0		
Peso Húmedo (gr)	5203			5281.2			5428.1			5448.7		
Volumen del Molde (cm3)	2322.62			2322.62			2322.62			2322.62		
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.24			2.27			2.32			2.35		
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C			
P. Húmedo + Tara	618.00	598.00	712.00	701.00	692.00	682.00	638.00	647.00	695.00			
Peso Seco + Tara	582.00	565.00	662.00	660.00	651.00	637.00	600.00	609.00	651.00			
Peso Agua (gr)	36.00	33.00	50.00	41.00	41.00	45.00	38.00	38.00	44.00			
Peso Tara (gr)	76.00	88.00	83.00	84.00	78.00	75.00	77.00	84.00	85.00			
P. Muestra Seca	506.00	477.00	579.00	576.00	573.00	562.00	523.00	525.00	566.00			
Contenido de Humedad(%)	7.11%	6.92%	8.64%	7.12%	7.16%	8.01%	7.27%	7.24%	7.77%			
C.Humedad Promedio(%)	7.02%	8.64%	7.14%	7.14%	8.01%	7.25%	8.01%	7.25%	7.77%			
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.09	2.093	2.18	2.18	2.15	2.15	2.19	2.19	2.19			

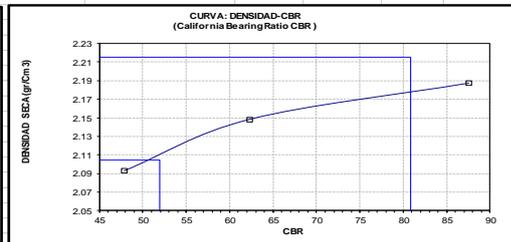
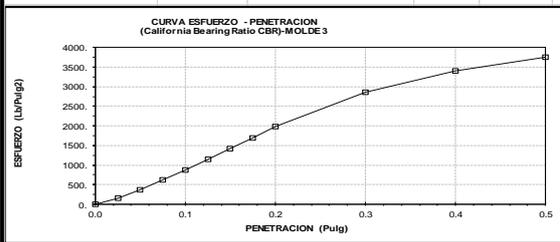
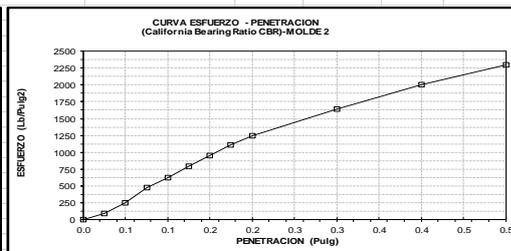
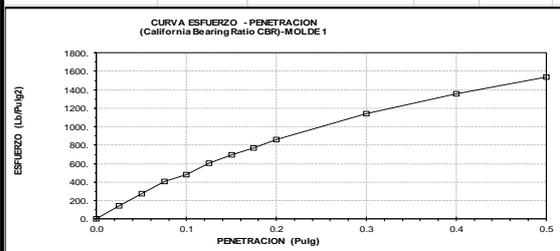
ENSAYO DE HINCHAMIENTO (MATERIAL NO EXPANSIVO)

TIEMPO ACUMULADO (Hrs)	(Días)	NÚMERO DE MOLDE Nº 1			NÚMERO DE MOLDE Nº 2			NÚMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
48	2	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
72	3	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
96	4	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00

Pistón de penetración= Area 19.35 cm2 (3 pulg2) 19.35 cm2

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN

PENETRACION (mm)	(pulg)	MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
		CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	193.00	9.98	141.90	128.50	6.64	94.48	200.50	10.36	147.41
1.27	0.050	369.00	19.07	271.30	337.30	17.44	248.00	503.25	26.01	370.01
1.91	0.075	558.00	28.84	410.26	658.30	34.03	484.01	839.25	43.38	617.05
2.54	0.100	650.50	33.63	478.27	845.15	43.69	621.39	1190.50	61.54	875.30
3.18	0.125	820.50	42.41	603.26	1087.50	56.21	799.57	1568.00	81.05	1152.85
3.81	0.150	950.50	49.13	698.84	1300.10	67.20	955.88	1940.50	100.31	1426.73
4.45	0.175	1045.50	54.04	768.69	1511.80	78.15	1111.53	2306.75	119.24	1696.01
5.08	0.200	1173.00	60.63	862.43	1691.60	87.44	1243.73	2703.00	139.72	1987.34
7.62	0.300	1550.50	80.15	1139.98	2233.90	115.47	1642.44	3883.00	200.72	2854.92
10.16	0.400	1840.50	95.14	1353.20	2724.00	140.81	2002.78	4633.00	239.49	3406.35
12.70	0.500	2095.50	108.32	1540.69	3115.50	161.05	2290.63	5113.00	264.30	3759.26



(*) Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRAC. (pulg)	PRESION APLICADA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	M.D.S (gr/cm3)
MOLDE 1	0.1	478.27	1000	47.83	2.093
MOLDE 2	0.1	621.39	1000	62.29	2.148
MOLDE 3	0.1	875.30	1000	87.53	2.187

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.=	51.80%
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.215	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.=	80.90%
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.20		



Ensayo:	ENSAYO DE CBR (California Bearing Ratio) DE AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 2%		
Norma:	MTC E- 132 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 248).		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huacayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 2%		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PENA JANET HUAMÁN GOICOCHEA KEVIN OLIVER

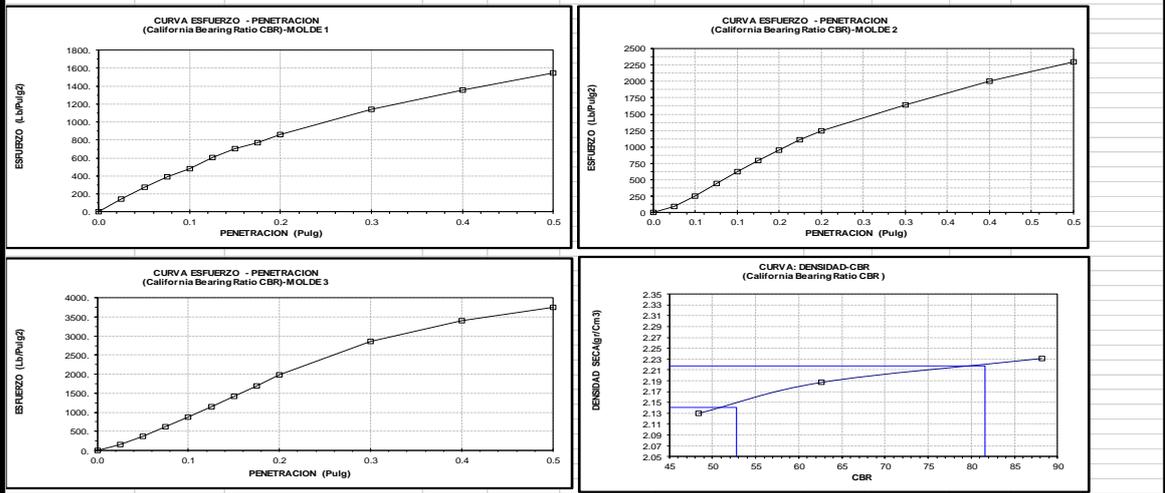
INFORMACIÓN GENERAL

COMPACTACIÓN C B R														
NÚMERO MOLDE	1			2			3							
Altura Molde (mm)	126			126			126							
N° Capas N°Golpes	5			5			5							
x Capa	12			26			55							
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAPAR			DESPUES			ANTES DE EMPAPAR			DESPUES P.				
Húmedo + Molde	13220			13277.4			13294.7			13285.9				
Peso Molde (gr)	7913.0			7913.0			7758.0			7758.0				
Húmedo (gr)	5307			5364.4			5536.7			5527.9				
Volumen del Molde (cm3)	2322.62			2322.62			2322.62			2322.62				
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.28			2.31			2.38			2.39				
Número de Ensayo	1-A		1-B	1-C		2-A		2-B	2-C		3-A	3-B		3-C
P.Húmedo + Tara	630.61		609.01	723.42		725.24		714.13	698.80		648.92	658.53		706.70
Peso Seco + Tara	592.12		574.54	673.58		671.52		662.46	648.24		610.46	619.50		662.32
Peso Agua (gr)	38		34	50		54		52	51		38.46	39.03		44
Peso Tara (gr)	76.00		88.00	83.00		84.00		78.00	75.00		77.00	84.00		85.00
P. Muestra Seca	516.12		487	590.58		587.52		584.46	573.24		533.46	535.50		577.32
Contenido de Humedad(%)	7.46%		7.09%	8.44%		9.14%		8.84%	8.82%		7.21%	7.29%		7.69%
C.Humedad Promedio(%)	7.27%		7.27%	8.44%		8.99%		8.99%	8.82%		7.25%	7.25%		7.69%
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.13		2.13	2.13		2.19		2.19	2.19		2.23	2.23		2.23

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (MATERIAL NO EXPANSIVO)													
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE Nº 1				NUMERO DE MOLDE Nº 2				NUMERO DE MOLDE Nº 3			
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.		HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.		HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.		HINCHAMIENTO	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	1	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
48	2	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
72	3	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
96	4	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00

Pistón de penetración= Área 19.35 cm2 (3 pulg2) 19.35 cm2

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN													
PENETRACION		MOLDE Nº 01				MOLDE Nº 02				MOLDE Nº 03			
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
		KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	196.00	10.13	144.11	131.50	6.80	96.68	203.50	10.52	149.62	196.00	10.13	144.11
1.27	0.050	371.00	19.18	272.77	340.30	17.59	250.20	507.25	26.22	372.95	371.00	19.18	272.77
1.91	0.075	531.00	27.45	390.41	601.30	31.08	442.10	842.25	43.54	619.25	531.00	27.45	390.41
2.54	0.100	653.30	33.77	480.33	852.15	44.05	626.53	1198.50	61.95	881.18	653.30	33.77	480.33
3.18	0.125	823.50	42.57	605.47	1088.50	56.27	800.30	1571.00	81.21	1155.06	823.50	42.57	605.47
3.81	0.150	953.50	49.29	701.05	1303.10	67.36	958.09	1943.50	100.46	1428.93	953.50	49.29	701.05
4.45	0.175	1048.50	54.20	770.90	1514.80	78.30	1113.74	2309.75	119.39	1698.21	1048.50	54.20	770.90
5.08	0.200	1176.00	60.79	864.64	1694.60	87.60	1245.93	2706.00	139.88	1989.55	1176.00	60.79	864.64
7.62	0.300	1553.50	80.30	1142.19	2236.90	115.63	1644.65	3886.00	200.87	2857.13	1553.50	80.30	1142.19
10.16	0.400	1843.50	95.29	1355.41	2727.00	140.96	2004.99	4636.00	239.64	3408.56	1843.50	95.29	1355.41
12.70	0.500	2098.50	108.47	1542.89	3118.50	161.20	2292.83	5116.00	264.45	3761.47	2098.50	108.47	1542.89



(*) Valores Corregidos						
MOLDE Nº	PENETRAC. (pulg)	PRESION APLICADA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	M.D.S (gr/cm3)	
MOLDE 1	0.1	480.33	1000	48.33	2.130	
MOLDE 2	0.1	626.53	1000	62.65	2.187	
MOLDE 3	0.1	881.18	1000	88.18	2.231	

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.=	52.90%
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.217	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.=	81.97%
OPTMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.25		

Ensayo:	ENSAYO DE CBR (California Bearing Ratio) DE AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 5%		
Norma:	MTC E- 132 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 248).		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantalo – Boca de Huascayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 5%		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOECHA KEVIN OLIVER

INFORMACIÓN GENERAL

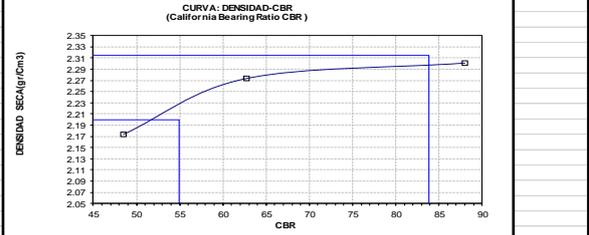
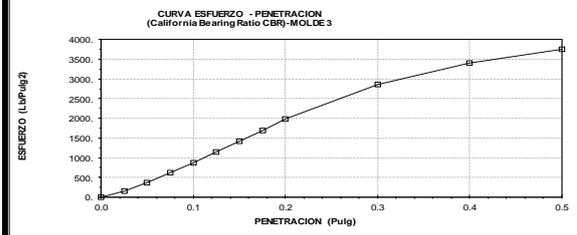
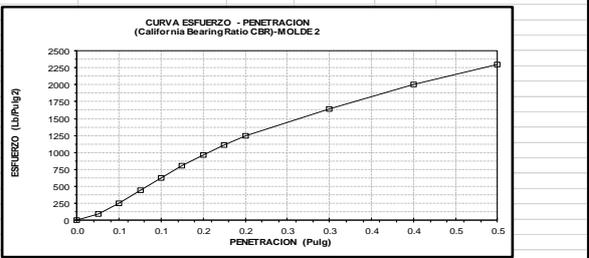
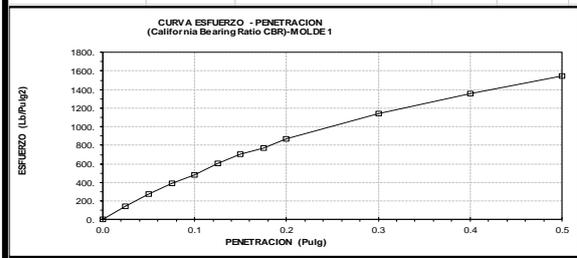
COMPACTACIÓN C B R												
NÚMERO MOLDE	1			2			3					
Altura Molde (mm) N°	126			126			126					
Capas N°Golpes x	5			5			5					
Capa	12			26			56					
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAPAR			DESPUÉS			ANTES DE EMPAPAR			DESPUÉS		
P. Húmedo + Molde	13376			13419.2			13457.5			13484.6		
Peso Molde (gr)	7913.0			7913.0			7758.0			7829.0		
Peso Húmedo (gr)	5463			5506.2			5699.5			5721.1		
Volumen del Molde (cm3)	2322.62			2322.62			2322.62			2322.62		
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.35			2.37			2.45			2.47		
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C			
P. Húmedo + Tara	651.03	630.07	746.23	738.39	725.87	714.98	663.72	647.00	722.10			
Peso Seco + Tara	607.30	588.85	690.95	688.80	679.65	665.10	626.15	609.00	679.30			
Peso Agua (gr)	44	41	55	50	46	50	37.57	38.00	43			
Peso Tara (gr)	76.00	88.00	83.00	84.00	78.00	75.00	77.00	84.00	85.00			
P. Muestra Seca	531.30	501	607.95	604.80	601.65	590.10	549	525.00	594.30			
Contenido de Humedad(%)	8.23%	8.23%	9.09%	8.20%	7.68%	8.45%	6.84%	7.24%	7.20%			
C.Humedad Promedio(%)	8.23%			9.09%			7.94%			8.45%		
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.17			2.17			2.27			2.30		

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (MATERIAL NO EXPANSIVO)

TIEMPO		NÚMERO DE MOLDE N° 1				NÚMERO DE MOLDE N° 2				NÚMERO DE MOLDE N° 3			
ACUMULADO		LECTURA DEFORM.		HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.		HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.		HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24	1	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
48	2	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
72	3	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
96	4	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00

Pistón de penetración= Área 19.35 cm2 (3 pulg2) 19.35 cm2

PENETRACIÓN		MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
		KG.	(Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)	KG.	(Kg/Cm2) (Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	191.00	9.87	140.43	132.50	6.85	97.42	204.50	10.57	150.36	143.50	7.14	101.10
1.27	0.050	371.00	19.18	272.77	341.30	17.64	250.94	508.25	26.27	373.68	363.50	15.58	110.30
1.91	0.075	531.00	27.45	390.41	602.30	31.13	442.83	843.25	43.59	619.99	609.50	32.56	123.10
2.54	0.100	659.50	34.09	484.89	853.15	44.10	627.27	1197.50	61.90	880.45	870.50	47.81	134.10
3.18	0.125	824.50	42.62	606.20	1089.50	56.32	801.04	1572.00	81.26	1155.79	1145.50	64.84	146.10
3.81	0.150	954.50	49.34	701.78	1304.10	67.41	958.82	1944.50	100.51	1429.67	1420.50	78.84	160.10
4.45	0.175	1049.50	54.25	771.63	1515.80	78.35	1114.47	2310.75	119.45	1698.95	1689.50	87.24	173.10
5.08	0.200	1177.00	60.84	865.37	1695.60	87.65	1246.67	2707.00	139.93	1990.29	1981.50	97.41	184.10
7.62	0.300	1554.50	80.35	1142.93	2237.90	115.68	1645.39	3887.00	200.93	2857.86	2848.50	131.84	243.10
10.16	0.400	1844.50	95.35	1356.14	2728.00	141.01	2005.73	4637.00	239.69	3409.29	3399.50	159.84	293.10
12.70	0.500	2099.50	108.53	1543.63	3119.50	161.25	2293.57	5117.00	264.51	3762.20	3752.50	187.84	333.10



MOLDE N°	PENETRAC. (pulg)	PRESION APLICADA (Lb/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)	M.D.S (gr/cm3)
MOLDE 1	0.1	484.99	1000	48.50	2.173
MOLDE 2	0.1	627.22	1000	62.72	2.273
MOLDE 3	0.1	880.45	1000	88.05	2.301

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) : 2.315 **C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.= 54.82%**
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.50 **C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.= 83.99%**

Ensayo:	ENSAYO DE CBR (California Bearing Ratio) DE AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 7%		
Norma:	MTC E- 132 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 248).		
Proyecto	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantaló – Boca de Huacayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 7%		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOECHEA KEVIN OLIVER

COMPACTACIÓN C B R

CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES DE EMPAPAR		DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR		DESPUÉS	ANTES DE EMPAPAR		DESPUÉS
	1		2	2		3	3		4
NUMERO MOLDE	1		1	2		2	3		3
Altura Molde (mm)	126		126	126		126	126		126
N° Capas	5		5	5		5	5		5
N°Golpes x Capa	12		12	26		26	55		55
P. Húmedo + Molde	13480		13523.5	13566.1		13593.5	13659.1		13723.4
Peso Molde (gr)	7913.0		7913.0	7758.0		7758.0	7829.0		7829.0
Peso Húmedo (gr)	5567		5610.5	5808.1		5835.5	5830.1		5894.4
Volumen del Molde (cm3)	2322.62		2322.62	2322.62		2322.62	2322.62		2322.62
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.40		2.42	2.50		2.51	2.51		2.54
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P. Húmedo + Tara	664.34	642.67	761.54	752.14	739.49	728.42	674.81	683.85	738.96
Peso Seco + Tara	617.42	598.39	702.53	700.32	691.11	678.34	636.61	645.75	690.62
Peso Agua (gr)	47	44	59	52	48	52	38.20	38.10	48
Peso Tara (gr)	76.00	88.00	83.00	84.00	78.00	75.00	77.00	84.00	85.00
P. Muestra Seca	541.42	510	619.53	616.32	613.11	601.34	559.61	561.75	605.62
Contenido de Humedad(%)	8.67%		9.53%	8.41%		7.89%	6.83%		7.98%
C.Humedad Promedio(%)	8.67%		9.53%	8.15%		8.66%	6.80%		7.98%
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.21		2.21	2.31		2.31	2.35		2.35

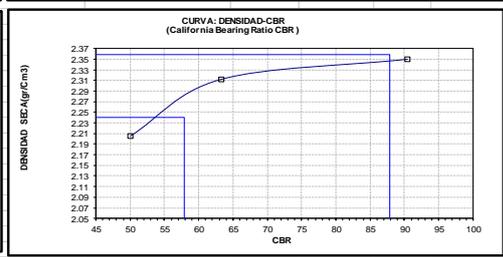
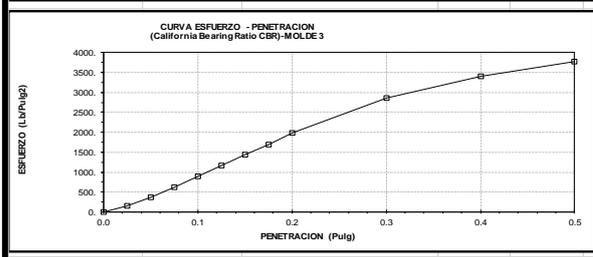
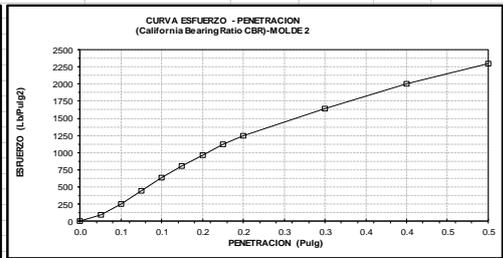
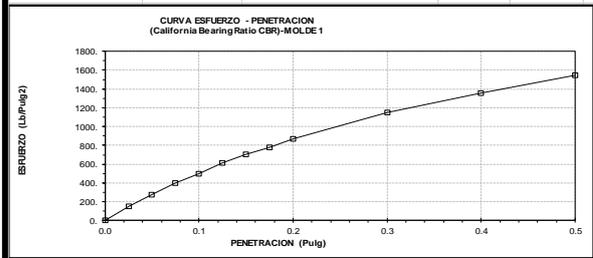
ENSAYO DE HINCHAMIENTO (MATERIAL NO EXPANSIVO)

TIEMPO ACUMULADO (Hs)	TIEMPO (Días)	NÚMERO DE MOLDE Nº 1		NÚMERO DE MOLDE Nº 2			NÚMERO DE MOLDE Nº 3		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm) (%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm) (%)		
0	0	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00		
24	1	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00		
48	2	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00		
72	3	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00		
96	4	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00	0.000	0.000 0.00		

Pistón de penetración= Area 19,35 cm2 (3 pulg2) 19,35 cm2

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03		
		CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)	CARGA KG.	ESFUERZO (Kg/Cm2)	(Lb/Pulg2)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025	200.00	10.34	147.05	134.50	6.95	98.89	206.50	10.67	151.83
1.27	0.050	377.00	19.49	277.18	344.30	17.80	253.14	510.25	26.38	375.15
1.91	0.075	538.00	27.81	395.56	604.30	31.24	444.30	845.25	43.69	621.46
2.54	0.100	680.50	35.18	500.33	860.15	44.46	632.41	1230.50	63.61	904.71
3.18	0.125	829.50	42.88	609.88	1092.50	56.47	803.25	1575.00	81.41	1158.00
3.81	0.150	959.50	49.60	705.46	1307.10	67.57	961.03	1948.50	100.72	1432.61
4.45	0.175	1054.50	54.51	775.31	1519.80	78.56	1117.41	2314.75	119.65	1701.89
5.08	0.200	1180.00	61.00	867.58	1699.60	87.86	1249.61	2709.00	140.03	1991.76
7.62	0.300	1559.50	80.61	1146.60	2239.90	115.78	1646.86	3890.00	201.08	2860.07
10.16	0.400	1849.50	95.60	1359.82	2730.00	141.12	2007.20	4640.00	239.85	3411.50
12.70	0.500	2102.50	108.68	1545.83	3121.50	161.36	2295.04	5120.00	264.66	3764.41



MOLDE Nº	PENETRAC. (pulg)	PRESIÓN APLICADA (Lb/pulg2)	PRESIÓN PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. %	M.D.S (gr/cm3)
MOLDE 1	0.1	500.33	1000	50.03	2.205
MOLDE 2	0.1	632.41	1000	63.24	2.312
MOLDE 3	0.1	904.71	1000	90.47	2.350

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) : 2.358 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.= 57.91%
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.52 C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.= 87.98%

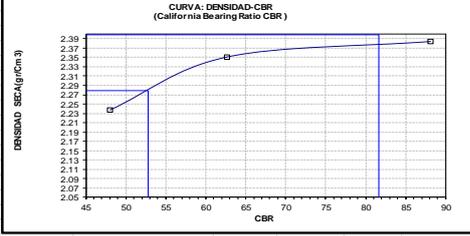
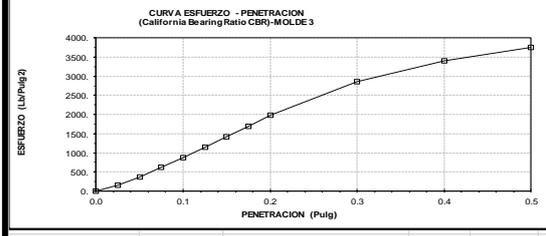
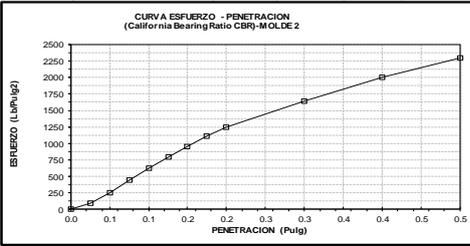
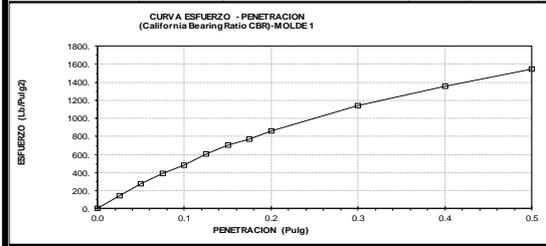
Ensayo:	ENSAYO DE CBR (California Bearing Ratio) DE AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 9%		
Norma:	MTC E- 132 (Manual de Ensayo de Materiales, pág. 248).		
Proyecto:	"Diseño y estabilización del afirmado tipo procesado empleando cemento de alta resistencia en la carretera Yantalo – Boca de Huacayacu, 2020"		
Tipo de Material:	AFIRMADO TIPO PROCESADO EMPLEANDO CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA AL 9%		
Cantera:	Gárate	Responsable:	CÓRDOVA PEÑA JANET HUAMÁN GOICOICHEA KEVIN OLIVER

INFORMACIÓN GENERAL						
COMPACTACIÓN C B R						
NÚMERO MOLDE	1		2		3	
Altura Molde (mm) N°	126		126		126	
Capas N°Golpes x	5		5		5	
Capa	12		26		55	
Condición de Muestra	ANTES DE EMPAPAR		DESPUÉS		ANTES DE EMPAPAR	
P. Húmedo + Molde	13584		13621.8		13702.4	
Peso Molde (gr)	7913.0		7913.0		7758.0	
Peso Húmedo (gr)	5671		5708.8		5944.4	
Volumen del Molde (cm ³)	2322.62		2322.62		2322.62	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.44		2.46		2.56	
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C
P. Húmedo + Tara	677.74	655.35	776.24	765.94	753.16	741.90
Peso Seco + Tara	627.54	607.93	714.11	711.84	702.57	687.58
Peso Agua (gr)	50	47	62	54	51	54
Peso Tara (gr)	76.00	88.00	83.00	84.00	78.00	75.00
P. Muestra Seca	551.54	520	631.11	627.84	624.57	612.58
Contenido de Humedad(%)	9.10%	9.12%	9.84%	8.62%	8.10%	8.87%
C.Humedad Promedio(%)	9.11%		9.84%		8.36%	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.24		2.24		2.35	

ENSAYO DE HINCHAMIENTO (MATERIAL NO EXPANSIVO)									
TIEMPO ACUMULADO (Hs)	(Días)	NÚMERO DE MOLDE N° 1			NÚMERO DE MOLDE N° 2			NÚMERO DE MOLDE N° 3	
		LECTURA DEFORM. (mm)	HINCHAMIENTO (%)	LECTURA DEFORM. (mm)	HINCHAMIENTO (%)	LECTURA DEFORM. (mm)	HINCHAMIENTO (%)		
0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
72	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
96	4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Pistón de penetración= Área 19,35 cm² (3 pulg²) 19,35 cm²

PENETRACION (mm) (pulg)		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA (KG)	ESFUERZO (Kg/Cm ²)	(Lb/Pulg ²)	CARGA (KG)	ESFUERZO (Kg/Cm ²)	(Lb/Pulg ²)	CARGA (KG)	ESFUERZO (Kg/Cm ²)	(Lb/Pulg ²)
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	195.30	10.10	143.59	131.51	6.80	96.69	203.51	10.52	149.63
1.27	0.050	370.20	19.14	272.18	340.31	17.59	250.21	507.26	26.22	372.96
1.91	0.075	530.10	27.40	399.75	601.32	31.08	442.11	842.27	43.54	619.27
2.54	0.100	653.37	33.77	480.38	852.16	44.05	626.54	1198.51	61.95	881.19
3.18	0.125	823.53	42.57	605.49	1088.52	56.27	800.32	1571.10	81.21	1155.13
3.81	0.150	953.52	49.29	701.06	1303.11	67.36	958.09	1943.51	100.46	1428.94
4.45	0.175	1048.52	54.20	770.91	1514.82	78.30	1113.75	2309.76	119.40	1698.22
5.08	0.200	1176.10	60.79	864.71	1694.61	87.60	1245.94	2706.10	139.88	1989.62
7.62	0.300	1553.53	80.30	1142.21	2236.93	115.63	1644.67	3886.20	200.88	2857.28
10.16	0.400	1843.51	95.29	1355.42	2727.10	140.97	2005.06	4636.10	239.65	3408.63
12.70	0.500	2098.52	108.48	1542.91	3118.54	161.20	2292.86	5116.20	264.46	3761.62



(*) Valores Corregidos					
MOLDE N°	PENETRAC. (pulg)	PRESION APLICADA (Lb/pulg ²)	PRESION PATRON (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)	M.D.S (gr/cm ³)
MOLDE 1	0.1	480.38	1000	48.04	2.238
MOLDE 2	0.1	626.54	1000	62.65	2.351
MOLDE 3	0.1	881.19	1000	88.12	2.384

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.=	52.93%
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.398	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.=	81.99%
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.58		

Fuente: Programa de Excel - Universidad Cesar Vallejo