

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Influencia de la adición de concha de abanico en el afirmado proveniente de la cantera la obrilla para estabilización de subbase de pavimentos, castilla, Piura.”

Área de investigación:

Transportes

Autor(es):

Bach. Huamán Mejía, Kevin Paul

Bach. Troncos Abendaño, Miguel Angel

Jurado Evaluador:

Presidente: Ing. Anaximandro Velásquez Díaz.

Secretario: Ing. Álvaro Salazar Perales.

Vocal: Ing. Manuel Vertiz Malabrigo.

Asesor: Ms. Juan Paul E. Henríquez Ulloa

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

TRUJILLO - PERU

2021

Fecha de sustentación: 2021/05/05

PRESIDENTE

Ing. Anaximandro Velásquez Díaz

SECRETARIO

Ing. Álvaro Salazar Perales

VOCAL

Ing. Manuel Vertíz Malabrigo

ASESOR

Ms. Juan Paul E. Henriquez Ulloa

DEDICATORIA

A Dios, por protegerme y guiarme en todo lo que me propongo,
bendecirme con su manto sagrado y llenar mi vida de la fortaleza
necesaria para llegar a lo más grande que anhelo ser un buen profesional.

A mis padres Marleny y Efrén, por siempre estar
apoyándome en todo momento, ser mi cimiento, motor y
motivo para ser alguien en la vida del cual se sientan orgullosos.

A mi hermana Meliza porque ella es la que me inspira a seguir
Creciendo como profesional, con sus consejos que siempre me guían
Por el buen camino.

A mis abuelos, Graciela, Manuel y Teodosia
por siempre cuidar de mí y haberme hecho una persona de bien.
Por sus grandes enseñanzas y por las oraciones
que siempre ruegan ante Dios por mi persona.

MIGUEL ANGEL TRONCOS ABENDAÑO

DEDICATORIA

A Dios Padre, mi guía y fortaleza que no permitió darme por vencido y estuvo presente en todo este largo camino a mi lado protegiéndome y guiándome con su infinita gracia. Con Él se logra todo, sin Él no somos nada.

A mi familia, mis padres Oscar y Esmilda y mi hermana Yeniffer, por haberme enseñado con su ejemplo como profesionales a continuar a pesar de las adversidades, y por haber puesto toda su confianza en mí durante toda mi vida. Ellos tuvieron siempre las palabras exactas para guiarme y muchas veces enmendar mi camino. Sin ustedes, esto no hubiera sido posible.

A mi novia Leydi, por el apoyo y la motivación incondicional tanto en los buenos como en los malos momentos. Este proceso no ha sido fácil, pero con todos los ánimos que me brindaste me ayudaste a lograrlo.

KEVIN PAUL HUAMÁN MEJÍA

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy cordial y respetuoso
a nuestro asesor de tesis, Ms. Juan Paul Henriquez Ulloa
por habernos sabido guiar a lo largo de todo este arduo proceso
de realización de nuestra tesis, sin importar las adversidades que
ocurrieron en el camino; siempre estuvo apoyándonos incondicionalmente
lo cual le agradecemos de mucho corazón por lo que ha hecho por nosotros.

Agradezco enormemente la dedicada labor del coordinador
general del PADT, Ing. Jorge Vega Benites, quien estuvo
apoyando a tiempo completo y a cabalidad la oportuna
realización de nuestra tesis.

MIGUEL ANGEL TRONCOS ABENDAÑO

AGRADECIMIENTO

Brindarle un especial agradecimiento a nuestro asesor de tesis, Ms. Paul Henriquez Ulloa que nunca se rindió con nosotros, y que estuvo a nuestro lado apoyándonos a pesar de todas las adversidades que él tuvo que superar, mostrando su calidad como profesional y otorgándonos una enseñanza de vida que quedará grabada en nuestro futuro laboral.

Al Ing. David Christopher Villazon Ruiz, por habernos apoyado con el laboratorio de Suelos GEOMAQ, con todas las medidas preventivas respetando la coyuntura y realizando la labor encomendada con garantía de buen servicio y responsabilidad.

KEVIN PAUL HUAMÁN MEJÍA

RESUMEN

En la presente investigación hemos tenido como propósito determinar el porcentaje de adición de concha de abanico en el material de afirmado de la cantera La Obrilla. Para mejorar y ser utilizado como material de subbase de pavimentos. Se aplicó un diseño de investigación correlacional donde intervenían la concha de abanico y el material afirmado, los cuales fueron analizados inicialmente por separado y luego en conjunto mediante 2 mezclas (concha de abanico y material afirmado), lo cual nos sirvió para identificar la proporción de concha de abanico y material de afirmado.

En este contexto se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas mediante los ensayos de laboratorio de suelos como son: el Análisis granulométrico (MTC E107 - E109), contenido de sales solubles (Norma MTC E 219), Abrasión de los ángeles (Norma ASTM C – 131), equivalente de arena (Norma ASTM D - 2419), Partículas chatas y alargadas (ASTM D 4791), CBR (MTC E132), Proctor Modificado (MTC E 115), límite líquido (ASTM D423-66) y límite plástico (ASTM D424-59).

Los resultados fueron bastante alentadores ya que la mezcla 1 cumplió con los estándares requeridos por la EG 2013. Se mejoró el CBR del material afirmado en un valor máximo de 53.8% así mismo se redujo el índice de plasticidad del material en 6%, también en el análisis granulométrico, la curva granulométrica encajó dentro de las envolventes de la gradación B para material de subbase en zonas menores a 3000 msnm.

Por lo tanto, se concluye que es posible utilizar la mezcla 1, correspondiente a un 35% de concha de abanico y 65% material afirmado de la cantera la obrilla ya que cumple con los requerimientos establecidos en la EG - 2013.

ABSTRACT

In the present investigation, we have aimed to determine the percentage of addition of fan shell in the affirmed material of the La Obrilla quarry. To improve and be used as a pavement sub-base material. A quasi-experimental design was applied where the fan shell and the affirmed material intervened, which were initially analyzed separately and then together using two mixtures (shell and solid ground), which helped us to identify the proportion of shell fan and affirmed material.

In this context, the physical and mechanical properties of the mixtures were evaluated through laboratory tests of soils such as granulometric analysis (MTC E107 - E109), soluble salt content (MTC E 219 Standard), abrasion (Standard ASTM C - 131), sand equivalent (ASTM D - 2419), flat and elongated particles (ASTM D 4791), CBR (MTC E132), modified proctor (MTC E 115), liquid limit (ASTM D423-66) and plastic limit (ASTM D424 -59).

The results were quite encouraging as Mix 1 met the standards required by EG 2013. The CBR of the affirmed material was improved by a maximum value of 53.8%, as well as the plasticity index of the material was reduced by 6%, also in the granulometric analysis, the granulometric curve fit within the envelopes of gradation B for subbase material in areas less than 3000 meters above sea level.

Therefore, it is concluded that it is possible to use mixture 1; corresponding to 35% of shell and 65% solid ground from La Obrilla quarry since it meets the requirements established in the EG - 2013.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Respetando y cumpliendo las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se pone a vuestra consideración el Informe de Tesis Titulado:

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA.

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta los lineamientos establecidos en el Reglamento del Programa Asistido para Desarrollo de Tesis y los conocimientos adquiridos durante nuestra formación personal, junto a información obtenida de otras investigaciones, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen correspondiente.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	01
1.1. Problema de investigación	01
1.2. Objetivos	03
1.3. Justificación del estudio	04
II. MARCO DE REFERENCIA	05
2.1. Antecedentes del estudio	05
2.2. Marco teórico	07
2.3. Marco conceptual	30
2.4. Sistema de hipótesis	32
Variables e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables)	33
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	34
3.1. Tipo y Nivel de investigación	34
3.2. Población y muestra de estudio	34
3.3. Diseño de Investigación	34
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación	35
3.5. Procesamiento y análisis de datos	35
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	37
4.1 Análisis e interpretación de resultados	42
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	54
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 01: Funciones del Pavimento.	08
Tabla 02: Requisitos de material pétreo para base del pavimento.	13
Tabla 03: Requisitos de material pétreo para subbase del pavimento.	13
Tabla 04: Ensayos y frecuencias de suelos estabilizados con cemento Portland.	15
Tabla 05: Ensayos y frecuencias de suelos estabilizados con cal.	16
Tabla 06: Requerimiento de emulsión asfáltica catiónica.	17
Tabla 07: Ensayos y frecuencias específicas.	17
Tabla 08: Deterioros o fallas de los pavimentos asfaltados.	19
Tabla 09: Cosecha hidrobiológica de concha de abanico en la bahía de Sechura, 2015-2019.	24
Tabla 10: Contenido de sales, cloruros y sulfatos de la concha de abanico.	28
Tabla 11: Resultados de composición química de la concha de abanico.	28
Tabla 12: Operacionalización de variables.	33
Tabla 13: Cuadro de técnicas e instrumentos de investigación.	35
Tabla 14: Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.	35
Tabla 15: Análisis granulométrico por tamizado cocha de abanico.	38
Tabla 16: Análisis granulométrico por tamizado del material afirmado de la cantera la Obrilla.	40
Tabla 17: Resultados límites de Atterberg; material afirmado de la cantera la Obrilla.	41
Tabla 18: Resultados del ensayo de CBR en el material afirmado de la cantera La Obrilla.	43
Tabla 19: Contenido de sales solubles, Abrasión de los ángeles y Equivalente de arena.	44
Tabla 20: Combinaciones de concha de abanico y material afirmado.	44
Tabla 21: Análisis granulométrico por tamizado de la combinación 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado.	45
Tabla 22: Análisis granulométrico por tamizado de la combinación 35% concha de abanico y 65% material afirmado.	47
Tabla 23: Resultados límites de Atterberg; combinación concha de abanico y material afirmado de la cantera la Obrilla.	48
Tabla 24: Relación humedad óptima (%) y la máxima densidad seca (gr/cm ²) de la combinación concha de abanico y el material afirmado.	49
Tabla 25: Ensayo CBR de la combinación concha de abanico y material afirmado.	51
Tabla 26: Resultados obtenidos de los ensayos de contenido de sales solubles, Abrasión de los ángeles, equivalente de arena, partículas chatas y alargadas.	52
Tabla 27: Resumen de resultados obtenidos de ensayos de laboratorio.	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Factores que afectan en el desempeño de los pavimentos.	07
Figura 02: Componentes de la estructura del pavimento.	09
Figura 03: Estructura de un pavimento flexible.	10
Figura 04: Sección transversal esquemática pavimento semirrígido.	11
Figura 05: Estructura de un pavimento rígido.	12
Figura 06: Métodos de estabilización de suelos.	14
Figura 07: Anatomía externa e interna de la concha de abanico.	22
Figura 08: Producción anual de concha de abanico, procedente de la bahía de Sechura, 2015 – 2019	25
Figura 09: Ubicación de botadero de conchas de abanico.	26
Figura 10: Ubicación de la cantera la Obrilla, Castilla, Piura.	29
Figura 11: Procedimiento para el análisis de datos obtenidos a lo largo de la investigación	36
Figura 12: Curva granulométrica del proceso de trituración, concha de abanico	39
Figura 13: Curva Granulometría de la muestra del material afirmado de la cantera la Obrilla.	40
Figura 14: Ensayo proctor modificado del suelo del material afirmado de la cantera La Obrilla.	42
Figura 15: Diagrama de C.B.R (%) vs Densidad Seca (gr/cc) para el material afirmado.	43
Figura 16: Curva granulométrica de la combinación 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado.	46
Figura 17: Curva granulométrica de la combinación 50% de concha de abanico y 50% material afirmado.	47
Figura 18: Densidad seca vs contenido de humedad de la combinación 35% de concha de abanico y 65% material afirmado.	49
Figura 19: Densidad seca vs contenido de humedad de la combinación 50% Concha de abanico y 50% de material afirmado.	50
Figura 20: Curvas granulométricas, mezcla N°1 y mezcla N° 2	54
Figura 21: Índice de plasticidad del material afirmado y de las mezclas N°1 y N°2.	55
Figura 22: Curva de la máxima densidad seca vs Óptimo contenido del material afirmado, mezcla N°1 y N°2	56
Figura 23: Gráfico de CBR vs Porcentaje de Concha de abanico triturada.	57

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación

Alrededor de todo el mundo se usa, como vías de transporte y conexión entre ciudades, diferentes tipos de estructuras viales. El 90% de los pavimentos a nivel mundial están hechos de asfalto (Flores de León, 2015). Por este motivo es que resultan preocupantes las condiciones en las que se encuentran los pavimentos de nuestro territorio nacional. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2016), “los pavimentos constantemente presentan distintos de patologías causadas por deterioros/fallas tanto a nivel estructural como por fallas a nivel superficial. Los deterioros de la primera categoría se asocian con obras de rehabilitación de costo alto” (p. 86). Estas fallas/deterioros a nivel estructural son consecuencia directa de los materiales utilizados en la construcción de las diferentes capas del pavimento, por no realizar en ellos una correcta estabilización.

En Perú, solo el 18% del total de la infraestructura vial, que se compone de 168 473 km, está pavimentada. Estas se clasifican en tres tipos de redes: nacional (79.6%), departamental (13.4%) y vecinal (7%) (MTC, 2019). Según el World Economic Forum (WEF, 2018), “en lo que respecta a la calidad de las carreteras, según una escala de 1 a 7, donde 1 es extremadamente pobre y 7 extremadamente bien, Perú se posiciona entre los últimos de Latinoamérica con un puntaje de 3, y en la posición 108 a nivel mundial” (s.p.).

La calidad de las carreteras tiene una importante incidencia en la distribución económica de un país, por lo que realizar investigaciones que puedan ayudar a su mejoramiento, empleando material de residuo hidrobiológico, abaratando los costos producción sería de bastante ayuda para las futuras obras en transportes, llegando a mejorar la visión que tienen las potencias sobre nuestro país.

En nuestra localidad uno de los problemas más notorios es el rápido deterioro de la infraestructura vial. Hasta la fecha, incluso después de la inversión realizada con el

presupuesto de la Reconstrucción con Cambios por el Gobierno Central, podemos encontrar avenidas principales intransitables (Diario El Comercio, 2019). Una de sus causas principales es la deficiente estabilización de materiales granulares; los que tienen características de baja calidad con respecto a las especificaciones técnicas permitidas en el Manual de Carreteras.

La procedencia de los materiales usados en la estructura del pavimento viene de canteras, optando por las más cercanas a la zona donde se encuentra realizando la obra. Una de las canteras más cercanas y usadas para este fin es la cantera ubicada en el centro poblado La Obrilla, en el distrito de Castilla, Piura, aproximadamente a 30 km del centro de la ciudad. El material afirmado procedente de esta cantera no cumple con las especificaciones técnicas que el ministerio de transportes exige, por lo que requiere una estabilización del suelo para mejorar sus propiedades usando diferentes metodologías.

Por otro lado, en la localidad de Parachique, provincia de Sechura encontramos un problema medioambiental recurrente generado por los botaderos de los moluscos producidos por la maricultura a lo largo de la bahía de Sechura, donde se concentra la mayor producción de concha de abanico a nivel nacional, llegando a alcanzar las 110,000 toneladas de producción (PRODUCE, 2019). En esta bahía se reproduce el 80% de los moluscos que se exportan a Francia, España, Estados Unidos, Canadá y otros países (...) donde trabajan 280 asociaciones de pescadores y que agrupa a unas 80,000 personas que se dedican a la crianza y producción del molusco *Argopecten purpuratus*. (Diario El Tiempo, 2019). Las valvas de este molusco ya han sido estudiadas para poder ser reusadas en materiales de construcción, como agregado fino para cemento y asfalto, y también para estabilización de suelos a nivel de subrasante (Ruíz, 2017); pero hasta ahora no existen estudios en el Perú para su empleabilidad en estabilización de materiales para subbase de la estructura del pavimento y al realizarse sería una alternativa más para poder emplearse en la construcción generando así

más aprovechamiento del molusco y a su vez menos cantidad de desperdicio en los botaderos.

Por todo esto, la presente investigación busca analizar la influencia al adicionar concha de abanico en el afirmado que proviene de la cantera La Obrilla para ser utilizado como subbase de pavimentos, luego de realizar la estabilización correspondiente. Y con esto proponer una alternativa eco amigable que puede solucionar ambos problemas.

Formulación del problema:

¿En qué medida la adición de concha de abanico en el afirmado proveniente de la cantera La Obrilla mejora la estabilización de subbase de pavimentos?

1.2. Objetivos

Objetivo general

Determinar si la adición de concha de abanico en el afirmado proveniente de la cantera La Obrilla mejora la estabilización de subbase de pavimentos, Castilla, Piura.

Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la concha de abanico proveniente del Sector Parachique en la Bahía de Sechura.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del material afirmado producido por la cantera La Obrilla, en base a los protocolos normativos de la NTP y MTC.
- Realizar mezclas en diferentes proporciones entre afirmado y concha de abanico.
- Realizar los ensayos de CBR, Granulometría, Contenido de sales solubles, Límites de Atterberg, Equivalente de arena y Proctor modificado correspondientes a subbase de pavimentos estipulados en las NTP, a las mezclas de afirmado y concha de abanico.

1.3. Justificación del estudio

Justificación académica

La realización de este proyecto se justifica académicamente, por el hecho de que hay pocos estudios anteriores que hayan analizado este material como estabilizador de material afirmado proveniente de canteras para su uso a nivel de subbase de pavimentos. Y a su vez, serviría a futuras investigaciones relacionadas con el área de estudio.

Justificación ambiental

Se justifica ambientalmente, debido a que se quiere encontrar un nuevo método de empleo para este residuo acuícola, ya que ha sobrepasado la capacidad de los botaderos de toda la bahía. Y esto tendría la finalidad de reducir significativamente la contaminación y formular una solución eco sostenible para este problema.

Justificación económica

La justificación económica de nuestra tesis, se basa exclusivamente en que el residuo acuícola puede obtenerse totalmente gratis, por lo que se reducirían significativamente los costos de construcción de pavimentos, lo que generaría elegir este material por encima de los demás como la mejor alternativa.

Justificación social

La justificación social de este proyecto, se basa directamente en la justificación económica, ya que al reducirse los costos de construcción se podrían hacer muchos más proyectos, y así poder satisfacer a toda la población en general, al menos en lo que respecta a medios de transporte.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Antecedentes Nacionales

- Farfán (2015) en su investigación “**Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas**”. Tiene como objetivo estabilizar mecánicamente las propiedades del suelo compuesto por arenas y limos, añadiendo a su composición concha de abanico, sin modificar el volumen de su granulometría y teniendo en consideración los rangos de humedad. La investigación concluyó en que sí se obtiene el mejoramiento de suelos esperado teniendo en cuenta que el correcto porcentaje para obtener un aumento del C.B.R superior al 120%, es 45% de concha de abanico. Su aporte fue integrar al país investigaciones internacionales respecto a este nuevo material para ser usado como estabilizador de subrasantes.
- Quezada (2017) en su investigación “**Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación**”, Tiene como objetivo comparar el comportamiento de subrasantes arcillosas estabilizadas mecánicamente mediante el uso de dos tipos diferentes de valvas de moluscos trituradas, para demostrar sí es posible su utilización en pavimentos. La investigación concluyó en que los resultados esperados sólo se consiguieron con un tipo de molusco, en este caso con las valvas de concha de abanico, pudiendo mejorar las características del tipo de suelo ensayado. Su aporte consistió en definir que la concha de abanico sostuvo resultados más eficientes que la concha de pico y pato, resultando ser la más recomendable para su uso como estabilizante.
- Ramírez (2018) en su tesis titulada “**Estabilización de suelos de la avenida 2 del caserío de Pueblo Libre Nuevo, adicionando 3% y 5% de la ceniza de schinus molle de horno artesanal, distrito de Pueblo Libre – Huaylas – Ancash**”. Tiene como objetivo analizar el suelo de la localidad para analizar su comportamiento, y luego demostrar si al

realizar la adición del compuesto propuesto logra la estabilización de suelos deseada. Llegó a la conclusión que este aditivo no debe ser usado en una cantidad superior al 5%, ya que la hacerlo no logra resultados favorables, ya que no logra estabilizar el suelo de muestra, ya que las características de compactación de los suelos disminuyen con la adición de la ceniza de schinus molle disminuyendo el CBR y la fricción irregular. El aporte que ofrece a la comunidad consiste en dar a conocer que este tipo de material aditivo solo debe ser usado hasta el 5% en la mezcla para obtener una estabilización de suelos aceptable.

. Honores (2018) en su investigación "**Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación**". Tuvo como objetivo usar como aditivos una mezcla de cenizas de concha de abanico y carbón para estabilizar suelos arcillosos con la finalidad de poder utilizarlos en pavimentación. Llegó a la conclusión que las adiciones del 20%, 25% y 30% de conchas de abanico y cenizas de carbón al suelo arcilloso, aumentan su capacidad portante, obteniéndose CBR de 14.50%, 19.80% y 15.60% respectivamente, siendo estos valores mayores al 6%, pudiendo ser una subrasante buena. Por tanto, su aporte con esta investigación fue la integración de la concha de abanico junto con las cenizas de carbón para estabilizar suelos.

• Carnero y Martos (2019) en su investigación "**Influencia de las partículas granulares de la valva del molusco bivalvo en el CBR de subrasantes arcillosas del pueblo Chepate, distrito de Cascas, La Libertad**". Tiene como objetivo analizar la manera como el terreno natural encontrado en el pueblo de Chepate puede ser mejorado al añadirle choro de mar triturado, y así poder ser utilizado como subrasante. La investigación llegó a la conclusión que adicionando un 35% de valvas de molusco establecidas entre los rangos de los tamices N° 1" y 200, el suelo arcilloso analizado obtiene un mejoramiento en su CBR aproximadamente cinco veces mayor a la inicial. Su aporte recae en la utilización de residuos

de molusco para aumentar la estabilización del terreno natural del pueblo de Chepate para luego poder convertirse en subrasante de pavimento.

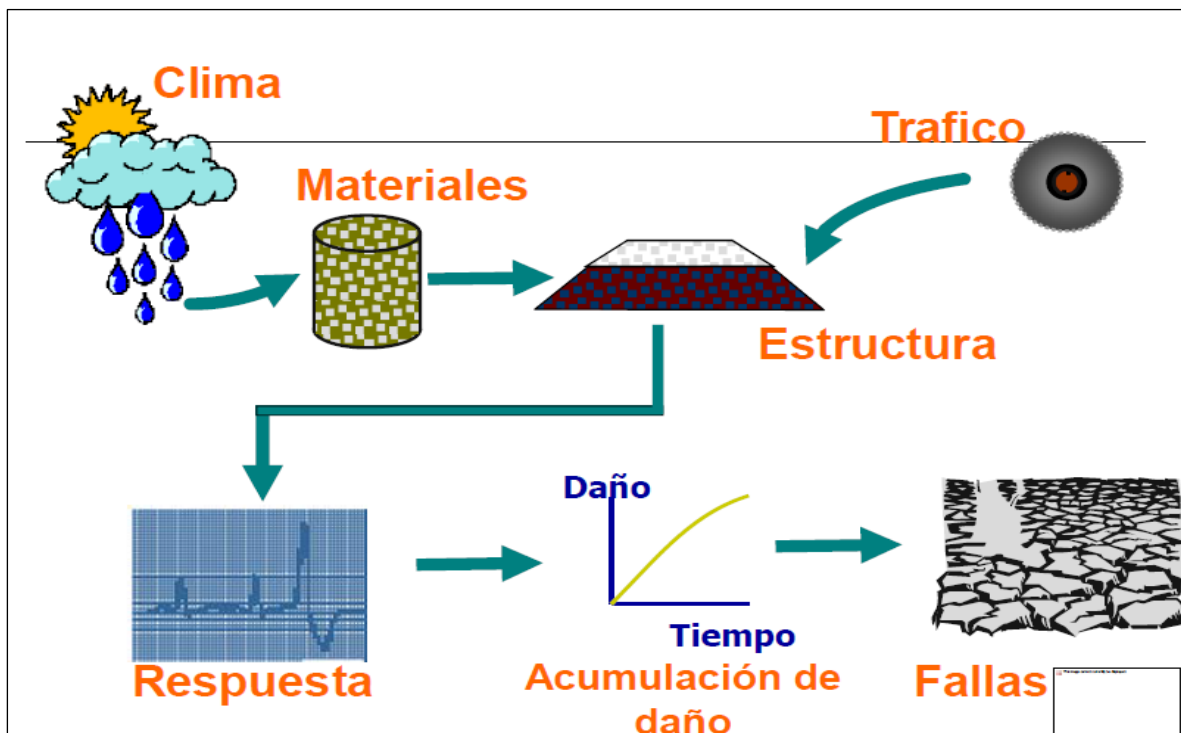
2.2. Marco teórico

Pavimento

El pavimento es una estructura vial diseñada sobre la superficie natural conocida como subrasante. Esta estructura se encarga recibir las cargas transmitidas por los vehículos y disipar la energía originada de los esfuerzos producidos por las mismas, correspondientes a los diferentes tipos de tráfico. Esta estructura se ve afectada por complejos factores que afectan su desempeño generando una mayor incidencia en su comportamiento. En la figura 01 se muestra los factores que afectan a la estructura del pavimento como son: el clima, los materiales de construcción, el tráfico, etc.

Figura 01

Factores que afectan el buen desempeño del pavimento.



Fuente: <https://www.docsity.com/es/cargas-del-transito-sobre-pavimentos>

Funciones y Componentes del Pavimento

Son variadas, pero a la vez importantes las funciones que cumple un pavimento a la hora de necesitar la construcción de su estructura, partiendo del enfoque principal que es dar accesibilidad y conectividad, luego cumple la función de servicialidad y finalmente en lo denominado integración. “Las principales funciones que cumple una estructura de pavimentos se agrupan en tres perspectivas: usuario y entidad, estructura y medio ambiente” (Menéndez, 2016, p.11), estas funciones están plasmadas en la tabla 1.

Tabla 1

Funciones del Pavimento

Usuario, Entidad/Institución	<ul style="list-style-type: none">• Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable con adecuada regularidad y suficiente resistencia a la fricción• Proporcionar acceso a los vehículos bajo cualquier condición climática.• Reducir los costos de operación vehicular, el tiempo de viaje y los accidentes.• Facilitar y mejorar las condiciones de operación y transporte.• Dotar de una superficie adecuada para tránsito, almacenamiento o traspaso de productos.
Estructura	<ul style="list-style-type: none">• Reducir y distribuir la carga de tráfico para que esta no dañe la subrasante y/o suelo de fundación.• Proteger la subrasante y/o suelo de fundación del clima.• Controlar la presencia del agua a nivel del suelo de fundación.• Capacidad de carga suficiente de los materiales que componen la estructura para resistir el tráfico y el clima.
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none">• Cumplir requerimientos medioambientales y estéticos.• Limitar el ruido y contaminación del aire.• Tener suficiente durabilidad para que no se deteriore antes de tiempo debido a las variables ambientales.• Proporcionar una superficie adecuada al contexto y compatible estéticamente con el entorno, en especial en zonas urbanas y zonas protegidas.

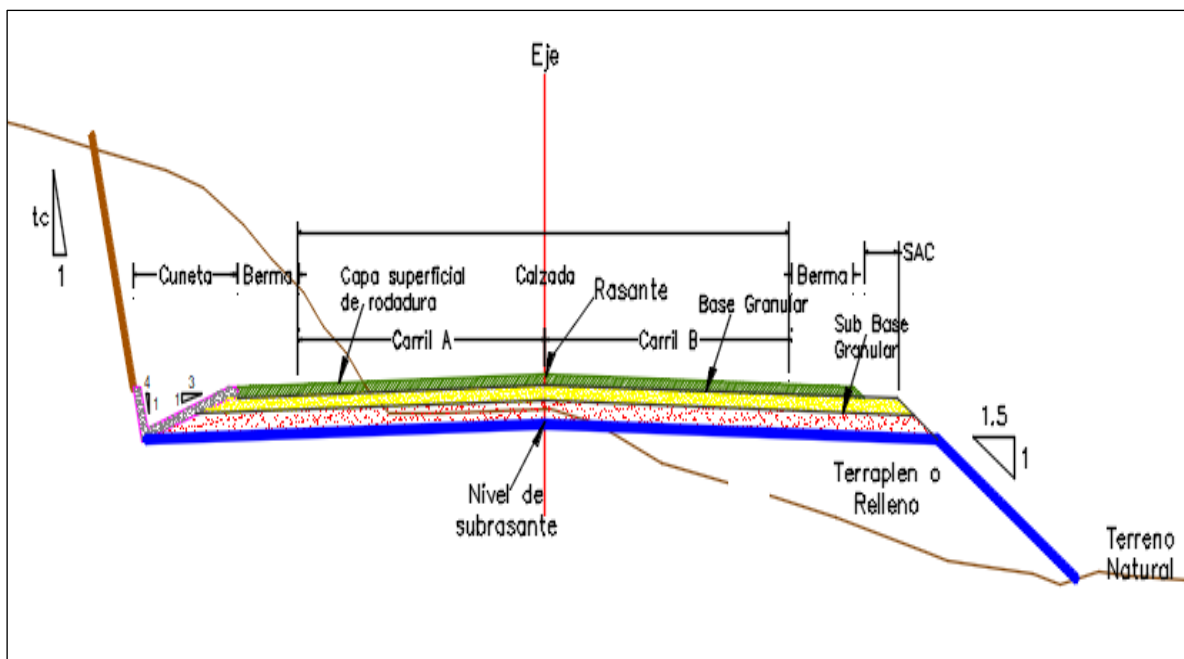
Fuente: Datos tomados del libro Ingeniería de Pavimentos publicado por el Instituto de Construcción y Gerencia (ICG, 2016).

De estas funciones nos centraremos en las correspondientes a la estructura, ya que analizaremos el mejoramiento de la capa de subbase para llegar a una consolidación que vaya acorde a los estándares de la normativa peruana.

El pavimento está conformado por una serie de componentes, que podemos apreciar en la figura 02, cada uno de igual importancia que los demás: capa de rodadura, capa de base, capa de subbase, subrasante, suelo de fundación, subdrenaje, taludes, calzada y bermas.

Figura 02

Componentes de la estructura del pavimento.



Fuente: Elaboración propia.

Tipos de Pavimentos

Podemos nombrar diferentes tipos de pavimentos clasificados por el tipo de rodadura y forma de respuesta de la superficie hacia las capas inferiores de la estructura. Estos son:

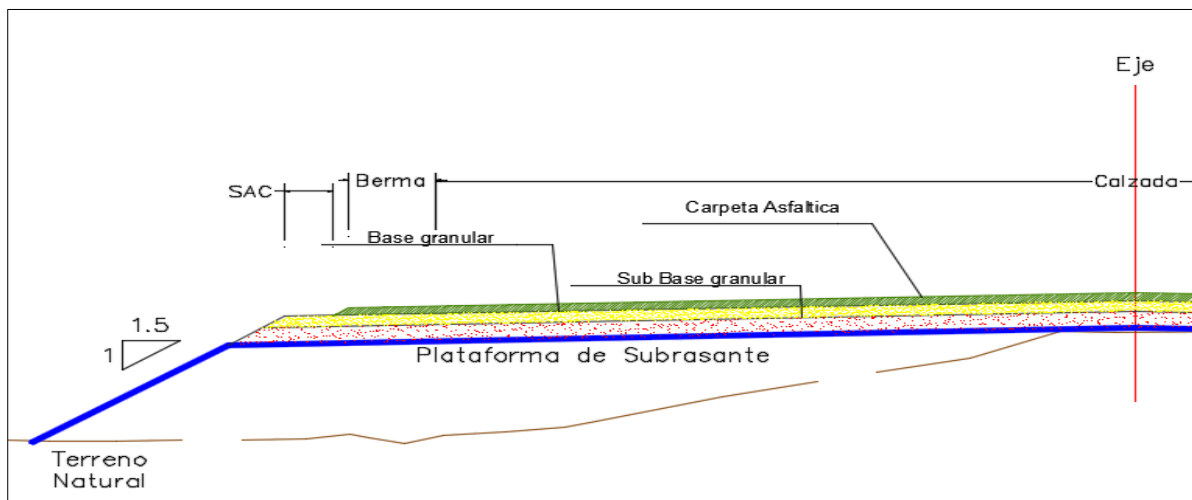
- Pavimentos flexibles o asfálticos
- Pavimentos semirrígidos o segmentados
- Pavimentos rígidos o de concreto portland.

Pavimento flexible o asfáltico.

En la figura 03 apreciamos la estructura del pavimento flexible, cuya estructura está compuesta por capas granulares como la subbase y la base, así como una superficie de rodadura que es una carpeta asfáltica o bituminosa.

Figura 03

Estructura de un pavimento flexible



Fuente: Elaboración Propia.

Los pavimentos flexibles transmiten esfuerzos y deformaciones hacia las capas inferiores concentrados en una pequeña área. Y tienen como característica que la rigidez de cada una de sus capas no difiere significativamente entre sí, dando como resultado una deformación en conjunto al recibir la carga aplicada.

Dentro de este tipo de pavimentos, hay una clasificación respecto a la clase de capas de base y subbase que lo conforman: convencionales, de profundidad parcial y profundidad total, diferenciándose por la cantidad de material asfáltico presente en sus capas hasta llegar a la subrasante.

Pavimentos semirrígidos o segmentados

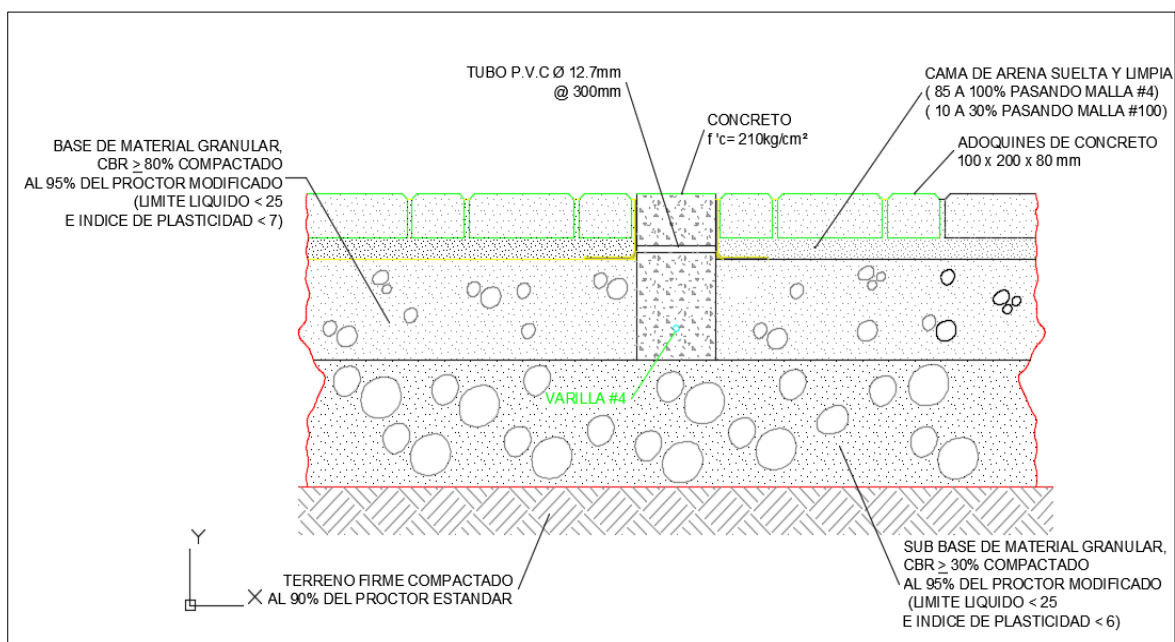
Este tipo de pavimentos también tienen en su estructura capas granulares y una superficie de rodadura, está última compuesta de unidades de bloquetas o ladrillos de

concreto hidráulico, piedra o madera, que son colocados sobre una capa de arena que se encuentra apoyada sobre las otras capas. En la figura 4 podemos apreciar a detalle la estructura de este tipo de pavimentos.

Por su superficie de rodadura se clasifican en adoquinados (compuestos por bloques de arcilla, de piedra o de concreto), empedrados y emboquillados.

Figura 04

Sección transversal esquemática de un pavimento semirrígido.



Fuente: Elaboración propia

Pavimentos rígidos o de concreto portland.

Este tipo de pavimentos tiene como característica que su superficie de rodadura, que es su componente principal está conformada por una losa de concreto de cemento hidráulico. Esta losa se apoya sobre una base de material granular, la cual puede ser estabilizada con materiales estabilizantes como el cemento, asfalto o cal, o también sobre el terreno natural compactado, siempre y cuando este material respete los requisitos de calidad indicados en la normativa.

Podemos apreciar en la figura 5 lo que acabamos de describir sobre las características de un pavimento rígido.

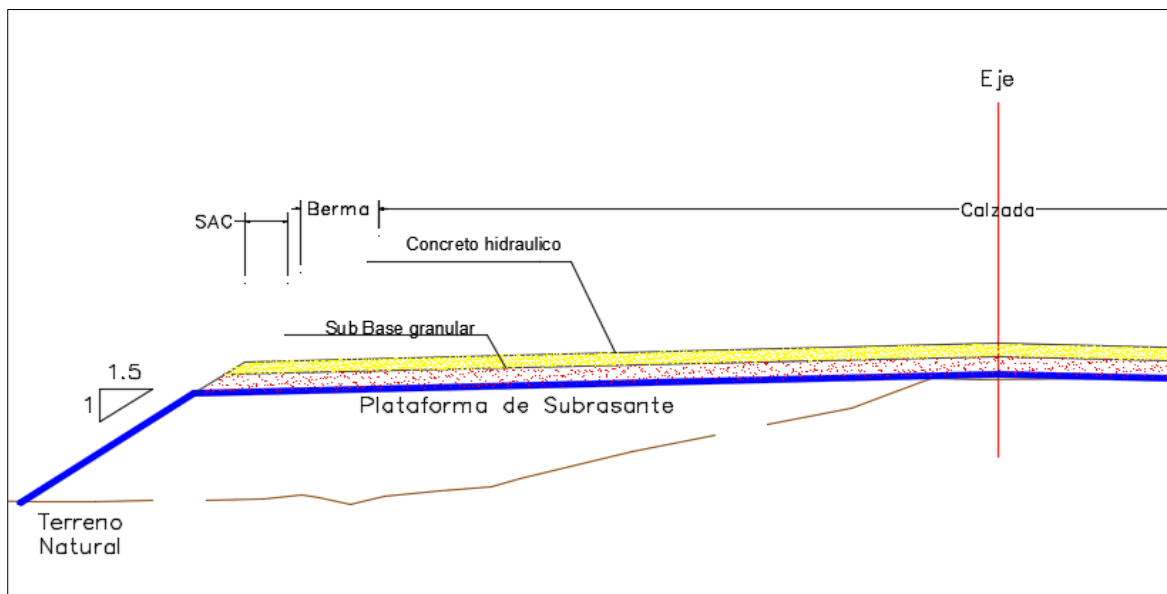
El nombre de pavimento rígido se refiere a que son pocos flexibles ante las cargas, debido a la rigidez que tiene la losa de concreto en comparación a una mezcla asfáltica, correspondiente a un pavimento flexible.

Los componentes del concreto de cemento hidráulico son:

- La pasta: unión entre cemento, agua y aire atrapado en el concreto.
- Agregado: grava y arena

Figura 05

Estructura de un pavimento rígido



Fuente: Elaboración propia

Capas que conforma un pavimento.

Capa de rodadura: Es la parte superior de un pavimento que puede ser de material flexible, concreto de cemento portland o de adoquines, cuya función es de sostener las cargas del tránsito.

Base: capa inferior a la capa de rodadura, su principal función es de distribuir las cargas generadas por los vehículos pesados. Generalmente es de material granular drenante,

cumple cuando el CBR $\geq 80\%$. En la tabla 02 se especifica los parámetros que debe cumplir esta capa para ser usado en construcción, de acuerdo a las especificaciones generales para la construcción de carreteras EG - 2013.

Tabla 02

Requisitos de material pétreo para base del pavimento.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D5 821		40% min.	50% min.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio.	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx.

Fuente. Especificaciones generales para la construcción de carreteras EG – 2013.

Subbase: Capa de material granular drenante, su función es de sostener la base y a la carpeta de rodadura, también cumple la función de drenaje y de control en la capilaridad del agua. Cumple los parámetros cuando el CBR $\geq 40\%$. En la tabla 03 se especifica los parámetros que debe cumplir una subbase para hacer usada en construcción, de acuerdo a la EG - 2013.

Tabla 03

Requisitos de material pétreo para subbase del pavimento.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión los ángeles	MTC E 207	D 131	T 96	50% máximo	50% máximo
CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	40% mínimo	40% mínimo
Limite Líquido	MTC E 110	C 4318	T 89	25% máximo.	25% máximo
Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	6% máximo	4% máximo
Equivalente de arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% máximo	35% máximo
Sales Solubles	MTC E 219			1% máximo	1% máximo
Partículas chatas y alargadas		D 4791	T 104	20% máximo	20% máximo

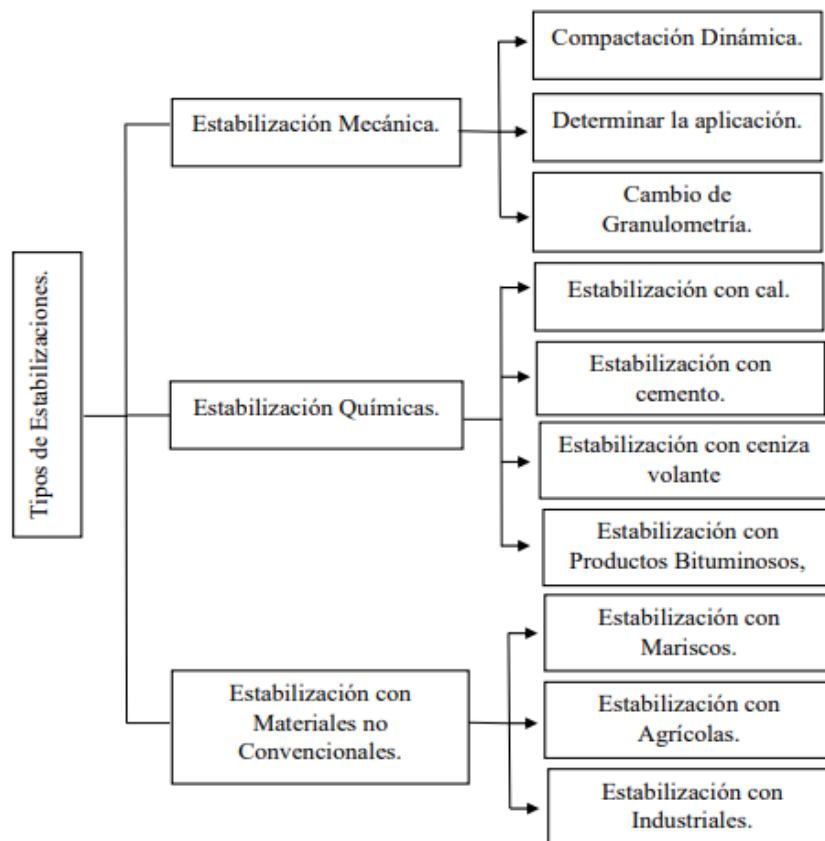
Fuente. Especificaciones generales para la construcción de carreteras EG – 2013.

Estabilización de Suelos

La mayoría de suelos requieren ser estabilizados, con la finalidad de incrementar su CBR y ser aprovechados dentro del paquete estructural de un pavimento. Los suelos de mala calidad utilizan distintos tipos de estabilizadores, como por ejemplo cal, ceniza, emulsiones asfálticas, cloruro de sodio, cemento, productos bituminosos, entre otros para su mejoramiento. En la figura 06 se muestra los tipos de estabilizaciones que pueden hacerse en los suelos para mejorar sus características físicas y mecánicas.

Figura 06

Métodos de estabilización de suelos.



Fuente. Carnero & Martos (2019). Influencia de las partículas granulares de la valva del molusco bivalvo en el CBR de subrasantes arcillosas del pueblo Chepate, distrito de Cascas, La Libertad.

Estabilización mecánica.

La estabilización mecánica consiste en lograr mediante un proceso de compactación la densificación de un suelo sin modificar algún cambio en su estructura. Lo que se logra con

este proceso es de reducir la cantidad de vacíos que puedan existir en dicho material. Las propiedades que influyen en una mejor estabilización mecánica son la plasticidad y la granulometría.

Estabilización química.

Consiste en un tratamiento químico para mejorar los suelos de baja capacidad portante, mediante el uso de ciertos aditivos, los cuales al mezclarlo con el suelo de bajo CBR, ocurre un cambio en las propiedades superficiales de las partículas del suelo, en otros casos los granos se pegan entre sí incrementando su resistencia notablemente.

Suelos estabilizados con cemento.

Consiste en la mezcla de una o más capas de suelos secos con la adición de cemento y una cierta proporción de agua que le ayuda al fraguado para posteriormente compactar dichas capas y lograr la estabilización. En la tabla 04 se observa los parámetros que debe cumplir un suelo estabilizado con cemento para poder ser usado en construcción.

Tabla 04

Ensayos y frecuencias de suelos estabilizados con cemento Portland.

Material o producto	Propiedades y características	Método de ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Suelo estabilizado con cemento portland	Granulometría	MTC E 117	750 m3	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m3	Pista
	Comprensión simple	MTC E 1102 MTC E 1103	750 m3	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	2 muestras por día	Pista
	Abrasión los ángeles	MTC E 207	Cada 250 m2	Pista
	Durabilidad	MTC E 209	2.000 m3	Cantera
	Sulfatos	NTP 339.178	2.000 m3	Cantera
	PH	NTP 339.073	2.000 m3	Fuente de agua
	Materia orgánica	NTP 339.072	2.000 m3	Fuente de agua

Fuente. Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción EG - 2013

Suelos estabilizados con cal.

La estabilización con cal generalmente se utiliza cuando suelos contienen un alto contenido de sulfatos solubles, elevado contenido de materia orgánica e índice de plasticidad alto. Luego de agregar cal tenemos que obtener un suelo estabilizado que al pasar por los ensayos.

Estabilizar con cal tiene muchas ventajas tanto económicas como ambientales debido a su facilidad de transformar un suelo plástico y de bajo CBR a un suelo rígido en cuestión de minutos aparte que se utiliza la material in situ. En la tabla 05 se observa los parámetros que debe cumplir un suelo estabilizado con cemento para poder ser usado en construcción.

Tabla 05

Ensayos y frecuencias de suelos estabilizados con cal.

Material o producto	Propiedades y características	Método de ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Suelo estabilizado con cal	Granulometría	MTC E 107	750 m3	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m3	Pista
	Relación Densidad-Humedad	MTC E 115	750 m3	Pista
	CBR	MTC E 132	500 m3	Pista
	Compactación	MTC E 117	Cada 250 m2	Pista
	Abrasión	MTC E 207 MTC E 124	2.000 m3	Cantera
	Materia Orgánica	AASHTO T 191	2.000 m3	Cantera
	Durabilidad	MTC E 209	2.000 m3	Cantera

Fuente. Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción (EG-2013) R.D. N° 22-2013 – MTC (Edición – marzo de 2014).

Suelos estabilizados con emulsión asfáltica.

Para la estabilización de suelos con emulsión asfáltica se utilizan generalmente las emulsiones asfálticas catiónicas, las cuales se sintetizan en 3 elementos básicos: agente emulsificante, agua y asfalto.

El asfalto es el principal componente de la emulsión. Los factores a los que estará sujeto este material son la dureza, calidad y gradación; y también la afinidad de la mezcla entre el suelo y la emulsión, por lo que debe ser ensayada de acuerdo a la tabla 06 y tabla 07.

Tabla 06

Requerimiento de emulsión asfáltica catiónica.

Características	Ensayo	CSS-1h	
		Min.	Max.
Viscosidad, saybort furol a 77°F (25°C)	MTC E 403	20	100
Estabilidad de almacenamiento, 24-h, %*	MTC E 404		1
Carga de partícula	MTC E 407	Positivo	
Prueba de tamiz, %	MTC E 405		0,1
Mezcla por cemento, %	ASTM D-6935		2,0
Destilación: Residuo, %	MTC E 401	57	
Pruebas sobre el residuo de destilación:			
Penetración, 77°F (25°C), 100 g, 5 s	MTC E 304	40	
Ductilidad, 77°F (25°C), 5 cm/min, cm	MTC E 306	40	90
Solubilidad en tricloroetileno, %	MTC E 302	97,5	

Fuente. Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción EG – 2013

Tabla 07

Ensayos y frecuencias específicas.

Material o producto	Propiedad y características	Método de ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Suelo	Granulometría	MTC E 204	750 m3	Pista
	Plasticidad	MTC E 110	750 m3	Pista
	Sulfatos	NTP 339.178	2.000 m3	Pista
	Materia Orgánica	AASHTO T 194	2.000 m3	Pista
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m3	Pista
	Durabilidad	MTC E 209	2.000 m3	Pista
Suelo estabilizado con emulsión	Contenido residuo de asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista
	Granulometría	MTC E 204	2 por día	Pista
	Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista
	Densidad de campo	MTC E 506 MTC E 508 MTC E 5010	Cada 250 m2	Pista
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m2	Pista

Fuente. Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción EG - 2013

Estabilización con materiales no convencionales.

En la actualidad se están generando nuevos métodos para realizar estabilizaciones, a través de soluciones con materiales no convencionales, dichos materiales se están dando desde productos hidrobiológicos (concha de abanico, concha pico de pato), agrícolas (pajilla de arroz) y por último los productos industriales.

Los cuales están dando gran importancia ya que contribuyen a disminuir la contaminación ambiental debido a que gran parte de estos residuos se eliminan sin algún control sanitario, por ello muchos investigadores recomiendan seguir investigando sobre estos materiales.

Estabilización estructural en pavimentos flexibles.

Nuestro estudio trae como consecuencia inherente la estabilización de la estructura del pavimento, específicamente en la capa de subbase, con la finalidad de alcanzar a obtener una mejora significativa respecto a su conservación a lo largo de su periodo de vida.

Los pavimentos flexibles presentan problemas que pueden ser fallas y/o deterioros, por lo que necesitan mantenimiento eficiente, rápido y económico (Balvin, 2013). Este mantenimiento tiene la finalidad de prolongar la vida del pavimento.

Estas fallas se clasifican en dos categorías: estructurales y superficiales; siendo la primera de estas a la que más atención prestaremos debido a su alto costo que se necesita para contrarrestar los efectos negativos que generan en los pavimentos, y también porque se busca mitigar sus consecuencias al utilizar la concha de abanico como material no convencional para su estabilización. Según MTC (2018), “los deterioros estructurales caracterizan un estado estructural del pavimento, concerniente al conjunto de las diferentes capas del mismo o bien solamente a la capa de superficie” (p. 85). Dependiendo de la procedencia o dirección

de donde se origina la deformación o la fisura podemos encontrar diferentes tipos de fallas y/o deterioros, los que se nombran a continuación en la tabla 08.

Tabla 08

Deterioros o fallas de los pavimentos asfaltados.

Tipos de Fallas / Deterioros	Nombre de la Falla / Deterioro	Gravedad
Deterioros o fallas Estructurales	Piel de cocodrilo	1: Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto 2: Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto 3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto
	Fisuras longitudinales	1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho \leq 1 mm) 2: Fisuras medias o fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho: >1 mm y \leq 3 mm) 3: Fisuras gruesas o fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho: >3 mm). También se denominan grietas.
	Hundimiento	1: Profundidad sensible < 2 cm 2: Profundidad: 2 cm a 4 cm 3: Profundidad > 4 cm
	Ahuellamiento	1: Profundidad sensible al usuario, pero \leq 6 mm 2: Profundidad > 6 mm y \leq 12 mm 3. Profundidad > 12 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (MTC, 2018)

Piel de cocodrilo:

Está formada por fisuras generadas por que la deformación horizontal de tensión por flexión supera el límite permitido en la parte inferior de la estructura formando polígonos irregulares. Como causas de esta falla tenemos, el exceso de repetición de cargas por encima de lo permitido generando una fatiga en las capas asfálticas. Sucede por que comprende una insuficiencia estructural del pavimento, comenzando desde la parte inferior y propagándose hacia la superficie. Su medida correctiva, cuando llega al nivel de las capas inferiores, es una rehabilitación o reconstrucción del pavimento, significando un costo elevado (MTC, 2018).

Fisuras longitudinales:

Esta falla es parecida a la descrita en el punto anterior, con la diferencia que aquí se generan fisuras en líneas sin llegar a formar polígonos. La gravedad de este deterioro se mide por el ancho de las fisuras presentes en la capa de rodadura, desde menores a 1mm hasta superar los 3mm. Tanto la causa como la medida correctiva es la misma, atacando principalmente a la estructura interna del pavimento. (MTC, 2018)

Deformación por deficiencia estructural.

Esta deformación se puede dividir en dos, dependiendo de la profundidad:

Hundimiento.

Este tipo de falla se origina como consecuencia de la fatiga que sufren una o varias capas de la estructura del pavimento y subrasante, recibiendo una carga superior a la permisible. La gravedad de este deterioro se hace notar al momento de medir la profundidad de la misma, fluctuando desde medidas debajo de los 2cm hasta superar los 4cm. Sus causas principales son la mala calidad de los materiales utilizados para su construcción, o también debido a un excesivo contenido de agua sobre la misma. La medida correctiva también llega a comprender una rehabilitación o reconstrucción parcial o total del pavimento.

Ahuellamiento.

Este tipo de falla es muy parecido al hundimiento, con la diferencia que su gravedad oscila entre profundidades inferiores a 6mm y superiores a 12mm; y en que sus causas son relacionadas con la capa de rodadura, debido a la viscosidad y elasticidad de la misma. La medida correctiva es igual a la nombrada en el hundimiento, pero ataca principalmente a los materiales utilizados en la elaboración y dosificación del asfalto, pero hay que tener en cuenta que también se nombra que no hay una correcta gradación de los agregados que forman parte de la estructura.

Hemos de notar que, a pesar de no haber nombrado todas las posibles fallas o deterioros que puede sufrir un pavimento flexible, hay una causa importante que se puede apoyar en nuestra investigación. Dicha causa, debido a que todas las medidas correctivas apuntan hacia las capas interiores, nos promueve a dedicarnos a realizar una mejor gradación, selección y estabilización de las capas de base y subbase; por lo que la adición de concha de abanico se abre paso como una solución con disponibilidad inmediata, que optimizaría el tema de gastos generales y también apoyaría a la disminución de contaminación ambiental. En tal situación, se podría estandarizar el uso de la concha de abanico como material de adición para los suelos que requieran ser estabilizados para cumplir la función de subbase de pavimento, ya que actualmente ya hay estudios que demuestren que sí puede ser utilizado en a nivel de subrasante, y también a nivel de superficie de rodadura añadida en el asfalto.

Concha de abanico

La concha de abanico, conocida etimológicamente como “*Argopecten purpuratus*” es el molusco más representativo y más importante entre los bivalvos (dos valvas), y con mayor demanda comercial. Esto ha generado un crecimiento exponencial en su cultivo y producción a lo largo de todo el litoral nacional, sobresaliendo la Bahía de Paracas en la Región Ica, Bahía Samanco en la Región Ancash, y Bahía Sechura en la Región Piura. Todo esto gracias a que nuestro mar peruano comprende unas condiciones excelentemente adecuadas tanto biológica como oceanográficamente para el crecimiento de este recurso acuícola.

La descripción taxonómica de la concha de abanico es la siguiente:

Phylum: Molusca

Sub-familia: Pedinae

Clase: Bivalva

Género: *Argopecten*

Orden: Pectinoidea

Especie: *Argopecten purpuratus*

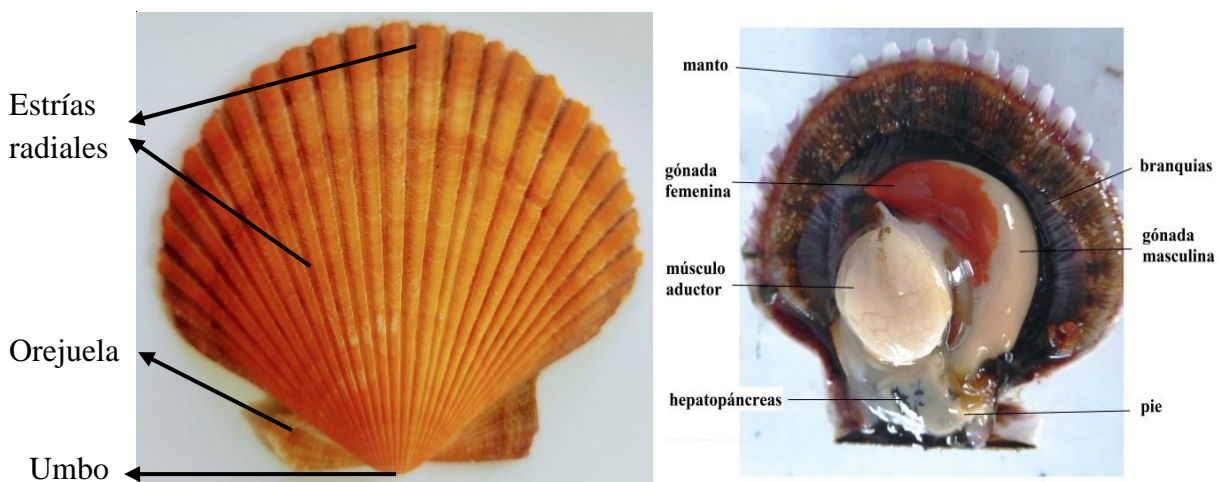
Familia: Pectinidae

Características generales.

La concha de abanico habita en zonas protegidas del mar entre los 3 y 30m de profundidad, con temperaturas que oscilan entre los 14° y 20 °C, con niveles de oxígeno de 0.2 a 8 ml/l (Bermúdez et al., 2004), encontrándose sobre fondos variables; arenosos, de conchuela con algas. Sin embargo, también se les puede encontrar sobre sustratos fangosos, pedregosos (Mendo et al., 2001). Requiere una salinidad promedio de 34.4 a 34.9 por mil y corrientes de baja velocidad. Es un organismo hermafrodita, ya que presenta una gónada conocida como coral, con la característica de contar con una parte masculina de color blanquecina conformada por los espermatozoides, y a su vez una parte femenina de color anaranjado formada por los ovocitos. “Esta especie tiene como característica externa dos valvas en forma orbicular, siendo una de ellas más convexa que la otra, y presentan expansiones laterales denominadas orejas que poseen además de 23 a 25 estrías y presentan anillos de crecimiento representado por líneas concéntricas” (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero [FONDEPES], s.f., pp. 16 – 17). En la figura 07 podemos apreciar cada parte de su composición anatómica tanto la parte externa como la interna.

Figura 07

Anatomía externa e interna de la concha de abanico.



Fuente: Manual de la Concha de Abanico (FONDEPES, s.f.)

Existen estudios anteriores donde se ha empleado residuos acuícolas como concha de abanico, choros de mar, concha de pico de pato y otras especies más como material no convencional en la estabilización de suelos, así también como aditivo en el concreto, pero dedicado específicamente a la construcción de las estructuras de pavimentos. Farfán (2015) en la ciudad de Piura analiza el mejoramiento que ofrece la concha de abanico triturada al ser aplicada en suelos arenosos como subrasante natural, dando como resultado que al añadir un 45% de concha triturada otorga un incremento positivo en cuanto a las características físicas del material estudiado. Asimismo, Carnero y Martos (2019) en el distrito de Cascas de La Libertad analizan la adición de otro producto acuícola, con características similares a las de la concha de abanico, sobre el terreno natural del pueblo Chepate con la finalidad de mejorar sus características mecánicas, teniendo como resultado un aumento significativo en el CBR y llegando a la conclusión que la adición de un 35% de partículas granulares de valvas de molusco llega a ser la medida óptima para alcanzar a respetar los mínimos requeridos en la normativa peruana.

A estos estudios también se le suman otras investigaciones que han analizado la influencia de valvas de molusco como material de construcción; tanto para estabilización de suelos al usarlas como agregado triturado reemplazando a la piedra o también como agregado molido y calcinado como un aditivo aglomerante; como también en el mejoramiento de concreto simple como agregado parecido al confitillo (Ruíz, 2017).

Estas investigaciones tienen un fundamento teórico en normas internacionales que establecen el empleo de estos residuos hidrobiológicos para ser usados en la estructura de pavimentos. Florida Department of Transportation (FDOT, 2020) en la sección 911 de su manual Standard Specifications for Road and Bridge Construction relata que puede utilizarse materiales formados por conchas de moluscos para la construcción de las capas de bases y subrasantes estabilizadas en la estructura de pavimentos flexibles.

Producción de la concha de abanico.

La bahía de Sechura, la más importante respecto a producción de concha de abanico, viene teniendo un incremento sobresaliente en los últimos años, exceptuando el año 2017 donde hubo una baja producción debido al fenómeno del niño costero, la que podemos apreciar en la tabla 09 abarcando los años 2015 a 2019.

Tabla 09

Cosecha hidrobiológica de concha de abanico en la bahía de Sechura, 2015-2019.

AÑO/MES	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Muy.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
2015	1,413	1,864	1,192	721	271	667	665	172	923	618	1,048	572	10,125
2016	168	394	189	176	44	-	60	567	354	1,182	759	563	4,457
2017	319	237	5	-	-	-	-	-	19	32	63	30	704
2018	138	271	108	233	575	299	1,080	2,422	3,086	3,154	3,929	1,621	16,917
2019	4,345	2,497	1,465	955	3,618	892	6,738	4,377	5,949	6,673	3,489	863	41,861

Fuente: Direcciones Regionales de Produce (DIREPRO's) y Empresas acuícolas.

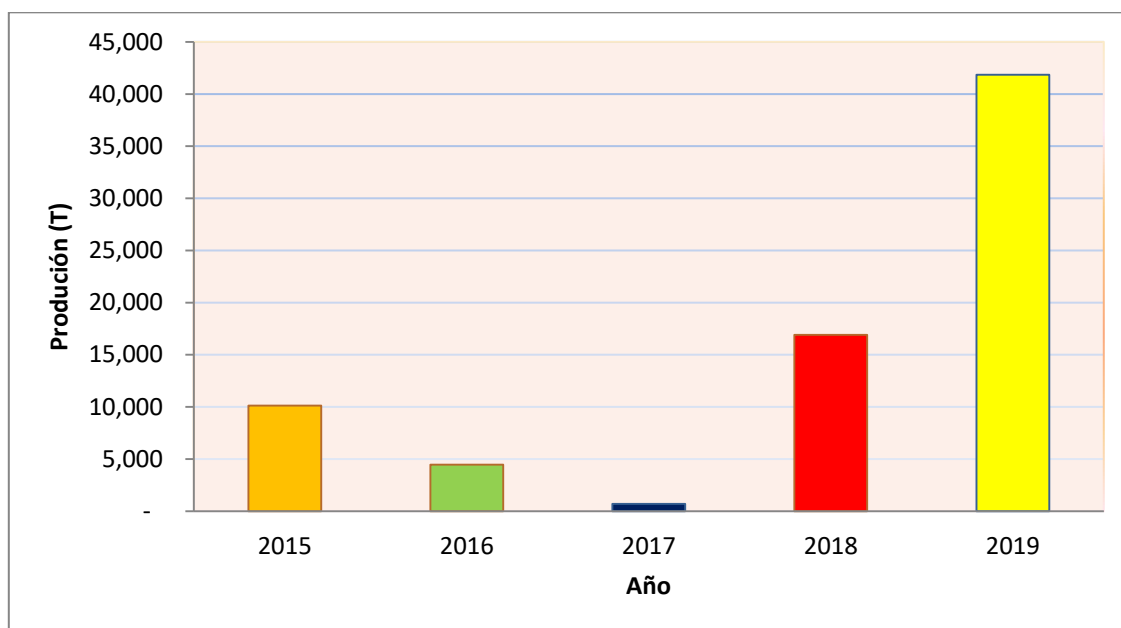
Datos en toneladas métricas.

Esta producción mostrada en la tabla 09 se refiere al cultivo del molusco completo, sin tomar en cuenta que tan solo se usa para consumo humano, y también como producto final para exportación aproximadamente el 15% del total extraído correspondiente al tallo y al coral. Lo que nos deja un 85% de residuo hidrobiológico no aprovechado y arrojado en los botaderos municipales que siguen incrementando en su cantidad, originando una contaminación abundante, a raíz del fuerte olor que dejan estos residuos, como también la acumulación de animales carroñeros, moscas y otros animales que se alimentan de la materia orgánica residual pegada a la concha que no ha sido quitada totalmente durante el desove de las mismas.

En la figura 08 se aprecia la producción anual de concha de abanico en los 5 últimos años de la bahía de Sechura. El promedio en este último lustro ha sido de 14812.2 T anuales de producción de concha de abanico.

Figura 08

Producción anual de concha de abanico, procedente de la bahía de Sechura, 2015 – 2019.



Fuente: Direcciones Regionales de Produce (DIREPRO`s) y Empresas acuícolas.

Preparación de la concha para su utilización en la subbase granular.

Para la realización de todo el proceso que consiste en obtener la concha de abanico triturada, que será usada para el mejoramiento del material afirmado obtenido de cantera seguimos varios pasos:

Elección del botadero y recolección de la concha de abanico.

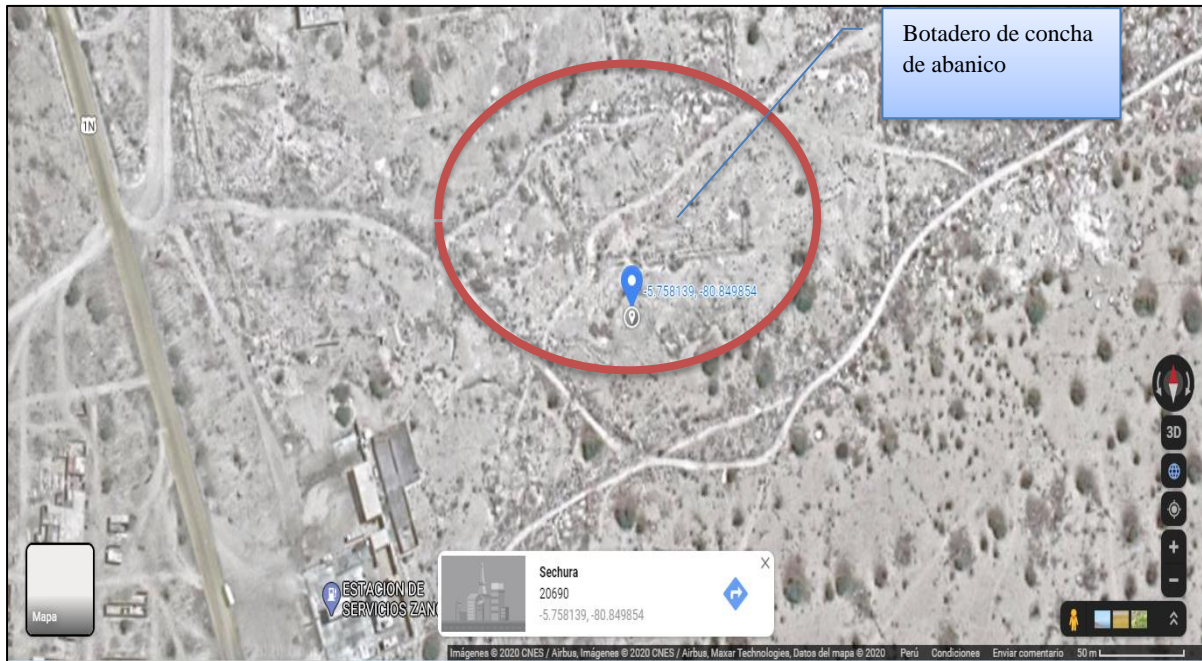
Tras conocer la producción anual generada de concha de abanico en la Bahía de Sechura, y que solo el 15% de este producto acuícola es usado para consumo humano, se tiene un 85% de residuo que es arrojado en los diferentes botaderos de la zona, generando una acumulación exagerada.

Logramos averiguar que en las zonas o sectores correspondientes a la bahía de Sechura perteneciente a la provincia de Sechura existen diferentes botaderos donde se puede recolectar las valvas de este molusco. Tomamos la decisión de obtener los residuos de concha de abanico del botadero del sector de Parachique, Sechura, Piura, en la figura 09 se puede

apreciar con coordenadas UTM: (5.758139,-80.849854). Se escogió esta opción porque el medio de adquisición es sencillo, ya que los residuos están a disposición para poder ser recogidos sin costo ni permiso anticipado.

Figura 09

Ubicación de botadero de conchas de abanico.



Fuente. (Google Earth). Botadero que se encuentra en el distrito de Parachique, Sechura, Piura. Coordenadas UTM (-5.758139,-80.849854).

En principio debimos recolectar la concha de abanico del botadero sector Parachique, dónde encontramos las valvas de la concha de abanico después del desove, pero con la característica de estar contaminadas tanto por sobrantes de materia orgánica, como sedimentos de tierra en las valvas.

Tras haber encontrar este residuo de la concha de abanico con esas características de contaminación, decidimos realizar un lavado antes de su aplicación y previo a la combinación con el material de afirmado.

Luego de lavarlas manualmente, las dejamos sumergidas en agua limpia durante aproximadamente una semana, para luego empezar la trituración correspondiente.

Trituración de la concha de abanico.

Después de realizar la limpieza se procedió a iniciar la trituración de la concha de abanico, para lo cual empleamos 2 métodos:

El primero consistía en usar un molde cilíndrico y un martillo de 11 kg de hierro fundido. En todo el proceso de trituración se optó por tomar el número de golpes y cantidad exacta de conchas de abanico con el único propósito de que cada porción no tenga variaciones (15 golpes para 25 valvas). Al realizar el proceso de trituración se logra obtener diferentes tamaños del agregado, y después se empezó a clasificar el material en las diferentes mallas para lograr una granulometría uniforme del material.

El segundo método consistió en utilizar los instrumentos que se usan en los ensayos de Proctor normal y modificado: moldes metálicos y pisón compactador, teniendo en cuenta una cantidad de golpes para un número de valvas con la misma finalidad que el método anterior, obtener una concha triturada de características similares en cada repetición de cada método (25 golpes para 55 valvas). Los resultados de usar estos dos métodos arrojaron un total de 62.6kg (método 1), y 51.8kg (método 2).

Contenido de sales, cloruros y sulfatos de la concha de abanico.

en la tabla 10, el contenido de sales totales en la concha de abanico es de 646 ppm equivalente a 0.0646%. El contenido de sales solubles es de 1% máximo permitido para subbase (MTC,2013), significando que el contenido de sales de la concha de abanico no representa ninguna dificultad para que pueda ser usado como agente estabilizador.

Otra de las pruebas que fundamenta el uso de la concha de abanico en un material de subbase es el ensayo de abrasión de los ángeles. Según Farfán (2015) “la valva de concha de abanico tiene un porcentaje de desgaste de 25.2 %” (p. 34). Los agregados en subbase granular tienen un límite máximo de 50% de desgaste (MTC, 2013). En este caso la concha de abanico cumple con los requisitos para ser usado como agregado de subbase.

Tabla 10

Contenido de sales, cloruros y sulfatos de la concha de abanico.

Parámetro	Contenido
M.O. (%)	1.04
Cloruros (ppm)	139
Sulfatos (ppm)	146
Sales totales (ppm)	646

Fuente. *Proyectos de investigación FONDECYT-UNIVERSIDAD DE PIURA, 2015.*

Composición química de la concha de abanico

A través del proyecto FONDECYT en la Universidad de Piura, se extrajeron los resultados con respecto a la composición química, en la tabla 11 se especifica la composición química de la concha de abanico.

Tabla 11

Resultados de composición química de la concha de abanico.

Ensayo	Contenido
Materia Orgánica	1.04
Carbonatos (CaCO ₃ , %)	96.20
Reactividad potencial álcali-agregado	Agregado Inocuo (S ₀ =0.111; RC=34)
Aluminio(ppm)	≤ 1.1
Calcio (Cao, %)	26.81
Hierro(ppm)	74
Magnesio(ppm)	1345
Manganeso(ppm)	≤ 0.03
Fosforo (P ₂ O ₅ , ppm)	1159
Sodio (ppm)	4225
Potasio(ppm)	137.58
SiO ₂ +impurezas (%)	0.58

Fuente. *Proyecto FONDECYT-UNIVERSIDAD DE PIURA*

Como se observa en la tabla 11, la concha de abanico contiene un 96.20% de carbonatos, es decir contiene un mayor componente mineralógico de carbonato de calcio, el cual podría presentar una buena adherencia en la combinación con el material de afirmado de la cantera La obrilla.

Características del material de afirmado

El principal objetivo de la investigación es el de mejorar las características físicas y mecánicas del material de afirmado de la cantera la obrilla ubicada en el centro poblado La Obrilla, en el distrito de Castilla, Piura, se encuentra en las coordenadas Latitud $4^{\circ}58'55.71''S$, Longitud $80^{\circ}35'15.11''O$. El material afirmado procedente de esta cantera no cumple con las especificaciones técnicas que el ministerio de transportes exige, por lo que requiere una estabilización del suelo para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, usando la adición de concha de abanico. En la figura 10 se aprecia la ubicación de la cantera la Obrilla la cual se encuentra aproximadamente a 30 Km del centro de la ciudad de Piura.

Figura 10

Ubicación de la cantera la Obrilla, Castilla, Piura.



Fuente. Google Earth. Ubicación de la cantera la Obrilla.

2.3. Marco conceptual

Pavimento:

Es la estructura vial que pretendemos mejorar con la realización de nuestra tesis. “Es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general, está conformada por capa de rodadura, base y subbase”. (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF, 2015], p. 13). La conservación de las vías que cuentan con esta estructura es demasiado importante.

Pavimento Flexible

Este tipo de pavimento es el que siempre contiene en su estructura la capa de subbase que estabilizaremos con la adición de concha de abanico. “Es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y, de ser el caso, aditivos” (MEF, 2015, p.14). En este sentido nuestra investigación tendrá su enfoque en la subbase de este tipo de pavimento.

Capa de rodadura

Es la parte que interactúa directamente con los vehículos que transitarán en él. Es aquí donde encontraremos visiblemente las fallas más notorias de los diferentes tipos de pavimentos, ya sean flexibles, semirrígidos o rígidos.

Base

“Es la capa inferior a la capa de rodadura, que sostiene, distribuye y transmite las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (CBR > 80%) o será tratada con asfalto, cal o cemento” (MEF, 2015, p.13). Forma parte de todo el paquete estructural del pavimento, elaborado inmediatamente después de la subbase.

Subbase

Esta capa es la más importante a investigar en nuestra tesis. “Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Esta capa puede ser de material granular (CBR > 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento”. (MEF, 2015, p.13).

Con nuestra investigación trataremos de que el tratamiento ya especificado pueda ser variado con la intención de abaratar los costos de producción.

Suelo

Es el material que se encuentra en el terreno natural, compuesto de diferentes elementos y que se ha conformado sufriendo diferentes procesos a los que ha sido sometidos a lo largo del tiempo.

Afirmado

Es el material que nosotros analizaremos, en esta ocasión es el proveniente de la cantera La Obrilla, en el distrito de Castilla, Piura. Tiene en su composición una combinación de materiales granulares, mayormente compactados y que se suele utilizar como superficie de rodadura. Este material tendrá mejores resultados en los ensayos de laboratorio tras realizar la adición de concha de abanico, con la pretensión de obtener un suelo estabilizado que pueda ser usado como subbase de pavimentos.

Concha de abanico

Es un molusco compuesto de dos valvas, llamado etimológicamente *Argopecten Purpuratus*, de la familia de los pectínidos. Sus valvas son el residuo hidrobiológico que usaremos para adherir al afirmado que analizaremos, y así estudiar su comportamiento como estabilizador en la subbase de pavimentos.

Estabilización de suelos

Proceso que se le realiza al terreno natural para mejorar sus características físicas y/o químicas con la finalidad de obtener un material capaz de ser aprovechado como capa estructural de los pavimentos, asegurando su durabilidad y buen comportamiento a pesar de las condiciones climáticas o la incidencia del tráfico.

Patología de pavimentos

Nos referimos a toda falla o deterioro prematuro que sufre la estructura de un pavimento fuera de los estándares de la normalidad. “Estas se podrán identificar ya sea por inspecciones visuales, evaluación superficial y/o evaluación estructural haciendo calicatas y tomando muestras que posteriormente serán evaluadas en el laboratorio” (Pérez y Ramírez, 2018). En ese sentido, queremos disminuir la posibilidad de aparición tan rápida de las mismas en nuestra localidad, empleando una nueva alternativa de agregado en la subbase.

Clasificación de los deterioros o fallas

Podemos dividir a los pavimentos flexibles en dos grandes categorías, tomando en cuenta los deterioros o fallas que podemos encontrar en ellos: estructurales y superficiales. En esta investigación nos centraremos en los deterioros estructurales, ya que su rehabilitación tiene un costo muy alto, y contiene en su estructura a la subbase que queremos estabilizar.

2.4. Sistema de hipótesis

La adición de concha de abanico en el afirmado para material de Subbase de Pavimentos, logrará mejorar la estabilización de subbase de pavimentos.

Variables dependientes e independientes

Variable independiente:

Adición de concha de abanico en el afirmado.

Variable Dependiente:

Estabilización de subbase de pavimentos.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 12

Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Sub variables	Indicadores	Ensayos de Investigación
Adición de concha de abanico	Valvas de molusco que al añadir las al afirmado de cantera mejorará sus características y propiedades para ser usado dentro del paquete estructural del pavimento.	Se realizará la recolección, lavado, trituración y tamizaje de la concha de abanico.	Clasificación SUCS y AASHTO	Análisis Granulométrico (mm)	Ensayo MTC E107 - E109 Norma ASTM D 1241
			Clasificación del Suelo SUCS y AASHTO	Análisis Granulométrico (mm)	Ensayo MTC E107 - E109 ASTM D 1241
Estabilización de subbase de pavimentos	Un problema en las canteras es que no cumplen con la exigen que emite la NTP y MTC, provocando que estas no sean utilizables como canteras para base o subbase de pavimentos.	Se realizará un análisis de la adición de la concha en el material de afirmado de la cantera La Obrilla, con el fin de estabilizar dicho material para poder usarlo como subbase de pavimentos.	Porcentaje de humedad óptima	Contenido de humedad (%)	Ensayo MTC E 108
			Densidad máxima seca	Proctor Modificado (kg/cm²)	Ensayo MTC E 115.
			Resistencia a la penetración	CBR.(%)	Ensayo MTC E132
			Desgaste de los agregados	Abrasión (%)	Ensayo MTC E 207
			Cantidad de finos respecto a la cantidad de arena	Equivalente de arena (%)	Ensayo MTC E 114
			Contenido de sales	Sales solubles (%)	Ensayo MTC E 219
			Porcentajes de caras fracturadas	Partículas chatas y alargadas (%)	Ensayo ASTM D 4791
				Limite Líquido(%) Limite Plástico(%)	
			Límites de Atterberg	Límite de contracción (%)	Ensayos: MTC E 110, E 111, E 112.

Fuente. Elaboración Propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel de investigación:

Nivel de investigación

Investigación Correlacional

3.2. Población y Muestra

Población 1:

Cantera de afirmado La Obrilla, Castilla, Piura.

Muestra 1:

10 sacos de 25 kg de afirmado de la cantera La Obrilla.

Unidad de Análisis 1:

Afirmado para Subbase de pavimentos.

Población 2:

Zona de residuos de concha de abanico del Sector Parachique en la Bahía de Sechura.

Muestra 2:

5 sacos de 25 kg de concha de abanico del Sector Parachique.

Unidad de Análisis 2:

Concha de abanico.

3.3. Diseño de Investigación:

Investigación Cuasi experimental.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

En la tabla 13 se indican las técnicas e instrumentos que se utilizaron para realizar la investigación de nuestra tesis.

Tabla 13

Cuadro de técnicas e instrumentos de investigación.

Método	Técnica	Instrumento	Usos
Ensayo abrasión los ángeles	Normas MTC E 207; ASTM C 131; AASHTO T 96.	Máquina de los ángeles; Balanza (1g).	Determinar la resistencia a la degradación utilizando la máquina de los ángeles.
Ensayo CBR	Normas MTC E 132; ASTM D 1883; AASHTO T 193.	Estufa, Balanza (1g), Pistón de penetración.	Establecer un índice de resistencia del suelo denominado valor de la relación de soporte.
Ensayo limite líquido	Normas MTC E 110; ASTM D 4318; AASHTO T 89.	Copa de casa grande, Balanza (1g), Estufa, Vernier.	Determinar el contenido de humedad.
Ensayo equivalente de arena	Normas MTC E 114; ASTM D 2419; AASHTO T 176.	Cronometro (0.1s)	Determinar la proporción relativa del polvo fino o de materiales arcillosos que contienen los suelos o áridos finos.
Ensayo sales Solubles	Norma MTC E 219	Balanza analítica (0.1g), Estufa.	Determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos.
Ensayo partículas chatas y alargadas	Norma ASTM D 4791	Balanza (0.1g).	Determinar los porcentajes de partículas chatas o alargadas en el agregado grueso.

Fuente. Elaboración Propia

3.5. Procesamiento y análisis de datos

En la tabla 14 se indican las técnicas utilizadas para procesar y analizar cada información obtenidas en la presente tesis.

Tabla 14

Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

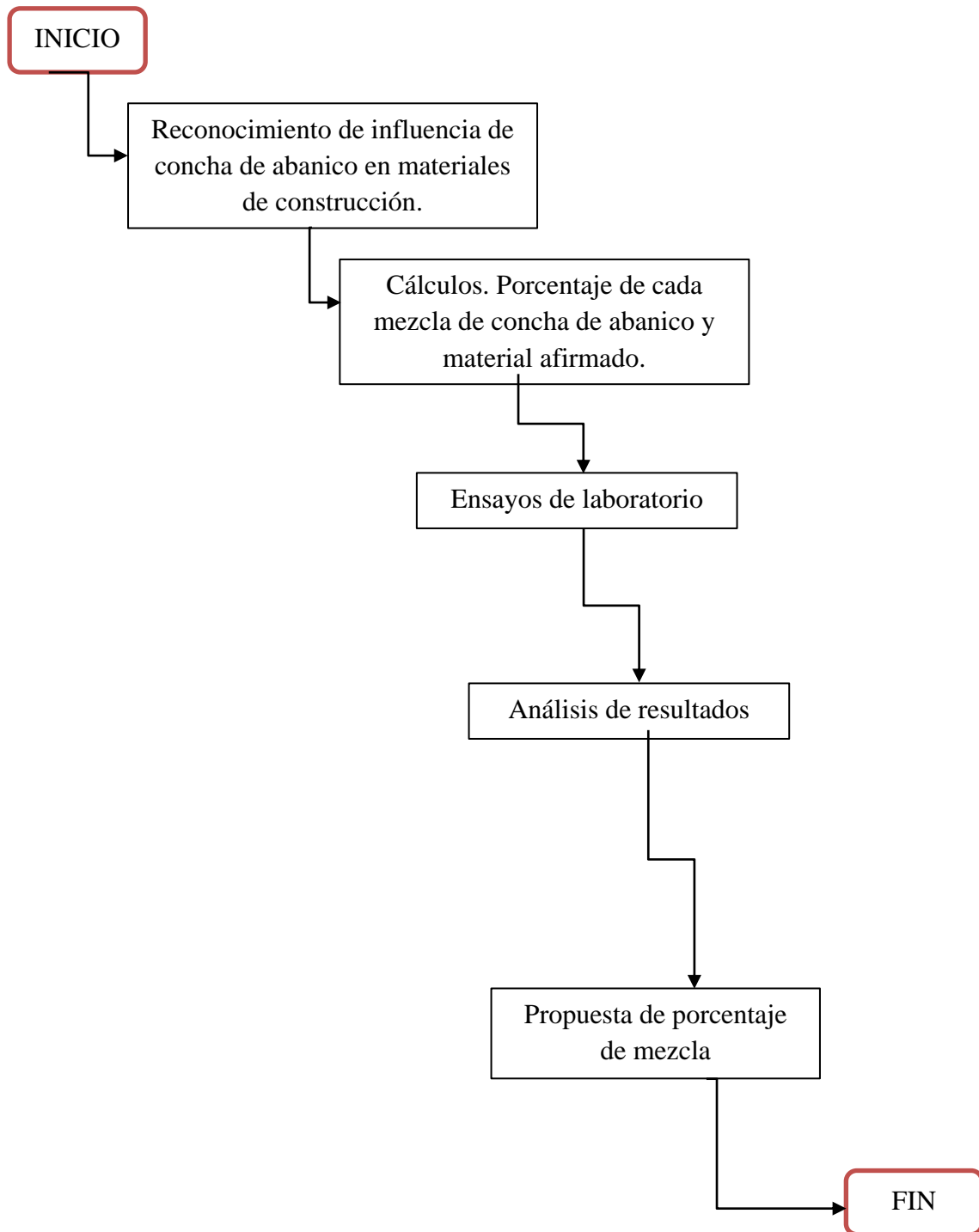
Técnicas	Programa	Usos
Procesamiento de Datos	Microsoft Excel	Determinar los diferentes resultados de los ensayos elaborados en laboratorio y realizar de hojas de cálculo.
	Microsoft Word	Redactar datos para la presentación del informe.
	Google Earth	Determinar las ubicaciones geográficas mediante vía satelital. Como son los puntos de referencia de la cantera la obrilla y el botadero de concha de abanico.

Fuente. Elaboración Propia

Asimismo, en la figura 11 se muestra el procedimiento que hemos seguido para analizar los datos obtenidos a lo largo de nuestra investigación.

Figura 11

Procedimiento para el análisis de datos obtenidos a lo largo de la investigación.



Fuente. Elaboración Propia

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de resultados

En función a la curva granulometría generada por la trituración de la concha de abanico y de los análisis del material afirmado de la cantera la obrilla como de la clasificación SUCS y AASHTO, ensayo de Proctor modificado y el CBR, se optó por adicionar diferentes porcentajes de concha de abanico a la muestra de material afirmado, debido a que este material no cumple con los parámetros normativos correspondientes a un material de subbase.

Los porcentajes de la combinación de concha de abanico y material granular tipo afirmado de la cantera la obrilla, fueron tomado de manera ascendente, iniciando con el adiconamiento de un 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado. Esta mezcla ha sido basada en investigaciones anteriores que tienen un porcentaje aproximado al escogido.

Para los procedimientos de las combinaciones y análisis de resultados se cumplió con las exigencias de las normas técnicas peruanas.

4.1.1 Concha de abanico

Análisis granulométrico y clasificación SUCS

Para el análisis granulométrico y clasificación SUCS se tomó en cuenta el material zarandeado pasante de la malla de 3/8". De acuerdo a los estándares que exige la NTP 339.128, se procesó el análisis granulométrico, así como también la clasificación SUCS. Se logró identificar que el material de concha de abanico se asemeja a un suelo GM; A-1-b (0), grava limosa.

En la tabla 15 se aprecia el análisis granulométrico por tamizado de la concha de abanico, la finalidad es de proporcionar la clasificación en función de su tamaño, y de esta tabla obtenemos la figura 12 correspondiente a la curva granulométrica de este material. El

índice de plasticidad (NP) y límite líquido (NP), debido a que no presentan una composición que ocasione alguna reacción con el agua.

Tabla 15

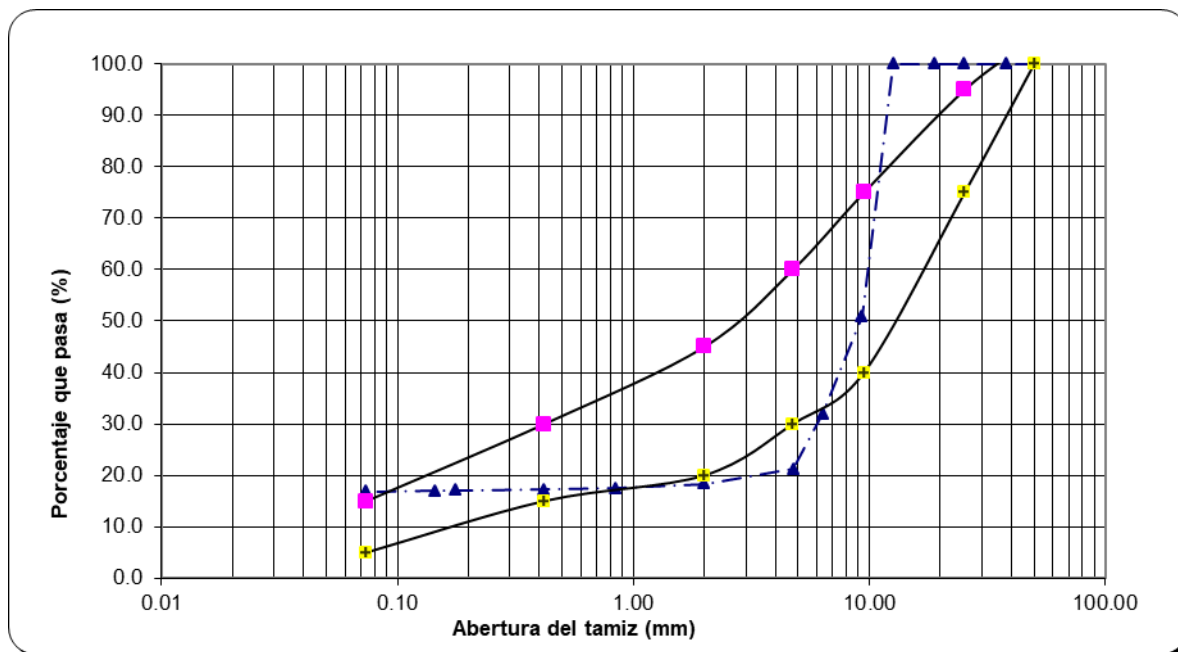
Análisis granulométrico por tamizado cocha de abanico.

Tamices	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulativo	% Pasa	Especificaciones EG 2013
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0	Sub Base
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.0	100.0	Tabla 402-01
2"	50.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.00	0.0	0.0	100.0	75-95
3/4"	19.00	0.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.70	0.00	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.30	877.00	49.0	49.0	51.0	40-75
1/4"	6.35	339.00	19.0	68.0	32.0	
Nº 4	4.76	192.96	10.8	78.8	21.2	30-60
Nº 10	2.00	241.15	2.9	81.7	18.3	20-45
Nº 20	0.840	72.72	0.9	82.5	17.5	
Nº 40	0.420	19.38	0.2	82.8	17.2	15-30
Nº 80	0.177	11.89	0.1	82.9	17.1	
Nº 100	0.145	10.18	0.1	83.0	17.0	
Nº 200	0.074	12.02	0.1	83.2	16.8	5-15
Total		367.3				

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12

Curva granulométrica del proceso de trituración, concha de abanico



4.1.2. Material granular, tipo afirmado de la cantera la Obrilla.

Análisis granulométrico y clasificación SUCS

El análisis granulométrico y clasificación SUCS, se tuvo en cuenta la NTP 339.128. Cumpliendo con los estándares que exige la NTP 339.128 se procesó el análisis granulométrico, así como también la clasificación SUCS, verificándose que se trataba de un suelo GC A-2-4(0): grava arcillosa de color marrón amarillento claro.

En la tabla 10 se observa el análisis granulométrico por tamizado del material afirmado de la cantera la obrilla la finalidad es de proporcionar la clasificación en función de su tamaño, así mismo se muestra en la figura 25, la curva granulométrica obtenida del suelo natural.

La cual se encuentra fuera de los parámetros del huso granulométrico de gradación B, establecida en la EG-2013 para material de subbase en zonas menores a los 3000 msnm.

Tabla 16

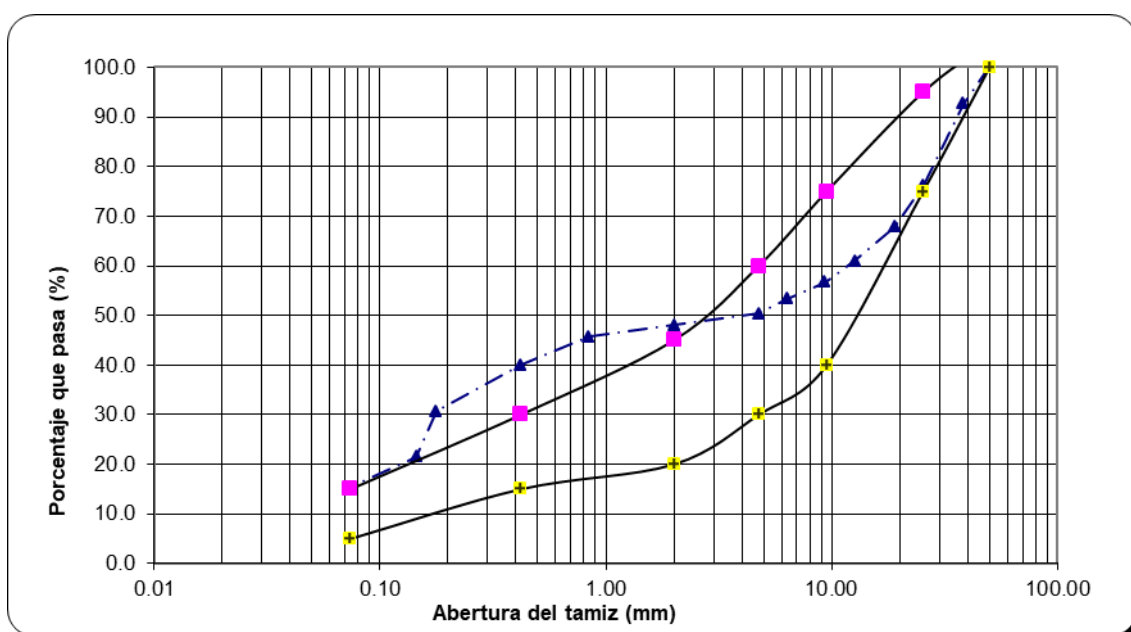
Análisis granulométrico por tamizado del material afirmado de la cantera la Obrilla.

Tamices	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido parcial	% Retenido acumulativo	% Pasa	Especificaciones EG 2013
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0	Sub Base
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.0	100.0	Tabla 402-01
2"	50.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100
1 1/2"	38.10	1596.00	7.3	7.3	92.7	
1"	25.40	3620.00	16.5	23.8	76.2	75-95
3/4"	19.00	1844.00	8.4	32.2	67.8	
1/2"	12.70	1507.00	6.9	39.1	60.9	
3/8"	9.30	927.00	4.2	43.3	56.7	40-75
1/4"	6.35	746.00	3.4	46.7	53.3	
N° 4	4.76	638.00	2.9	49.6	50.4	30-60
N° 10	2.00	22.95	2.4	52.0	48.0	20-45
N° 20	0.840	21.35	2.2	54.3	45.7	
N° 40	0.420	55.34	5.8	60.0	40.0	15-30
N° 80	0.177	88.66	9.3	69.3	30.7	
N° 100	0.145	87.39	9.1	78.5	21.5	
N° 200	0.074	58.79	6.1	84.6	15.4	5-15
TOTAL		334.5				

Fuente: Elaboración Propia

Figura 13.

Curva Granulometría de la muestra del material afirmado de la cantera la Obrilla.



Límites de consistencia e índices de plasticidad

Los límites de consistencia se llevaron a cabo en función a la NTP 339.129. En este contexto se ha obtenido resultados que mostramos en la tabla 11. Donde se detalla el índice de plasticidad del material de la cantera la obrilla, siendo este de un $IP = 10 \%$, de acuerdo al manual de carreteras, suelos, geología y geotecnia; 2013, se clasifica como un suelo arcilloso de plasticidad media.

Tabla 17

Resultados límites de Atterberg; material afirmado de la cantera la Obrilla.

	Ensayo	Valor
Límites de Atterberg	LL (%)	28
	LP (%)	18
	IP (%)	10

Fuente: *Elaboración Propia*

Luego de la realización de los ensayos de granulometría y límites de consistencia, se logró que el material afirmado presentara un 49.62% de piedra, 34.98 % de arena y 15.40% de finos, clasificándose como un suelo arcilloso de media plasticidad. El material afirmado se clasificó en el sistema SUCS como una grava arcillosa. Color marrón amarillento claro (GC), y en el sistema AASHTO como un suelo granular arcilloso o barroso A-2-4 (0).

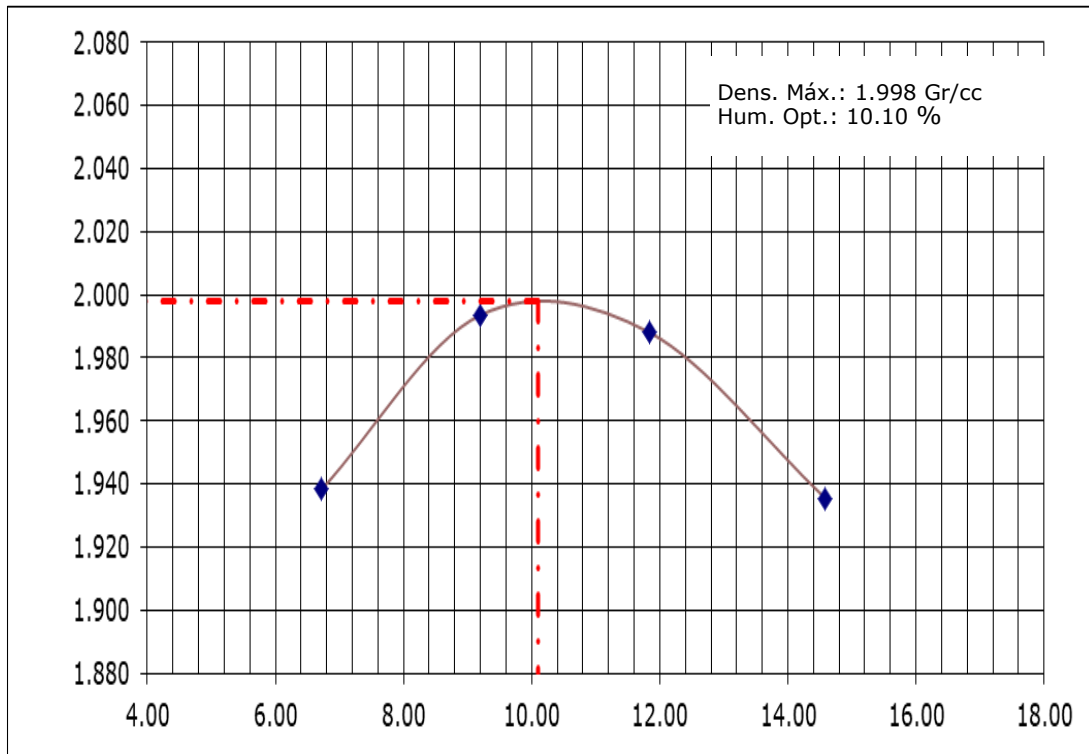
Ensayo Proctor modificado

Se realizó en función a la NTP 339.141, la finalidad de este ensayo de obtener la máxima densidad seca y óptimo contenido de húmeda del material afirmado. Consiste en compactar en un molde por capas y mediante un pistón de cierta masa ya estandarizado y normado.

Para esta muestra, la máxima densidad seca fue de 1.998 gr/cm³ con una humedad óptima de 10.10%, como se muestra en la figura 14.

Figura 14.

Ensayo Proctor modificado del suelo del material afirmado de la cantera La Obrilla.



Capacidad de soporte

El ensayo de CBR en laboratorio se consideró la NTP 339.145. En este contexto el afirmado de la cantera La Obrilla se piensa ser usado como un material de subbase, se obtuvo el CBR del suelo compactado en laboratorio los cuales se muestran en la tabla 18, correspondiente al 100% de la Máxima densidad seca, resultando 44.1% de penetración de carga a 0.1” como se detalla en la figura 15, esto significa que si se puede emplear este material afirmado como subbase de pavimentos ya que cumple con los requerimientos de la EG-2013. Se observa que el porcentaje de expansión del suelo es medio al tratarse de un suelo arcilloso. Esto podría generar problemas constructivos en la ejecución de carreteras

debido a la capacidad de absorber agua y retenerla, generado un aumento en el volumen del suelo, así como también una restricción del volumen cuando el agua retenida se seca.

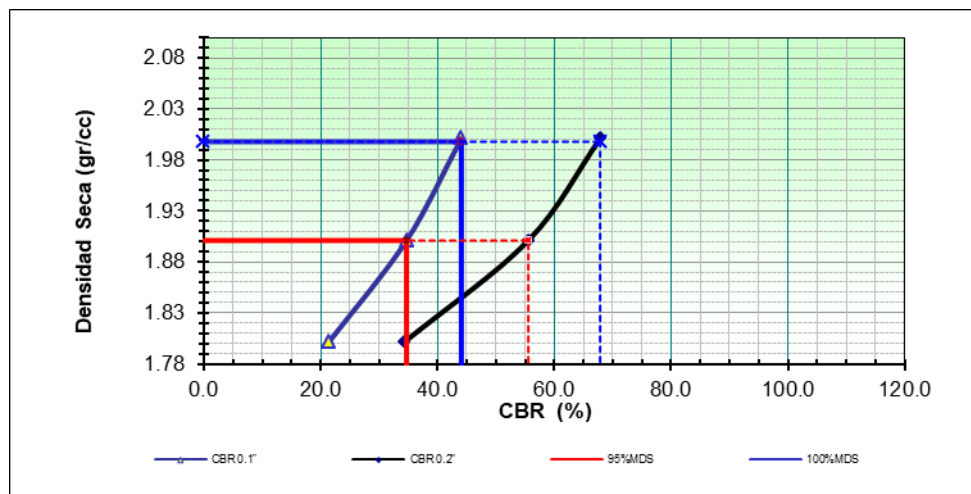
Tabla 18

Resultados del ensayo de CBR en el material afirmado de la cantera La Obrilla.

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	44.1	0.2"	67.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	34.7	0.2"	55.5

Figura 15

Diagrama de C.B.R (%) vs Densidad Seca (gr/cc) para el material afirmado.



Fuente: Elaboración Propia

Contenido de sales solubles, Abrasión de los ángeles y Equivalente de arena.

En la tabla 13, se aprecia el contenido de sales solubles (Norma MTC E 219), en el material afirmado de la cantera la Obrilla es de 740 ppm que equivale a 0.074% para el agregado grueso y 114 ppm equivalente a 0.114% para el agregado fino. Según la norma MTC E 219, en la EG-2013 el contenido de sales solubles es de 1% Max (MTC, 2013). Por ende, el contenido de sales no representa ninguna dificultad en el material afirmado de la cantera La Obrilla.

Otras de las pruebas que se le ha hecho al material granular, tipo afirmado de la cantera la obrilla son el ensayo de abrasión de los ángeles (Norma ASTM C – 131) teniendo

un porcentaje de desgaste por abrasión de 29.4 % (MTC, 2013) está cumpliendo ya que para los materiales en subbase granular se solicita como máximo el 50% de desgaste. Así como también el ensayo de equivalente de arena (Norma ASTM D - 2419) nos da un resultado de 23%, el cual no cumple con el límite mínimo establecido por la EG-2013.

Tabla 19

Contenido de sales solubles, Abrasión de los ángeles y Equivalente de arena.

Parámetro	Contenido
Contenido de sales solubles	0.074% agregado grueso 0.114% agregado fino
Abrasión de los ángeles	29.4 %,
Equivalente de arena	23%
Partículas chatas y alargadas	9.5%

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 Mezclas de concha de abanico y material afirmado de la cantera la Obrilla.

Se realizó la combinación del material granular, tipo afirmado de la cantera la obrilla con la adición de concha de abanico, de acuerdo a los porcentajes que se describen en la tabla 20 así mismo el material fue zarandeado por la malla de 2" antes de realizar la mezcla y el ensayo granulométrico.

Tabla 20

Combinaciones de concha de abanico y material afirmado.

Mezcla	Porcentaje de concha de abanico triturada	Porcentaje de material afirmado
Mezcla N° 1	35%	65%
Mezcla N° 2	50%	50%

Fuente: Elaboración Propia

Granulometrías de la combinación concha de abanico y material afirmado de la cantera la obrilla.

En función a la realización de las 2 combinaciones de concha de abanico con el material afirmado y de acuerdo a los porcentajes ya descritos anteriormente, se ha obtenido las siguientes granulometrías que se especifican en los ítems sucesivos:

Granulometría de la combinación 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado de la cantera la obrilla.

En función a la tabla 21 y la figura 16 se observa el análisis granulométrico de la combinación 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado de la cantera la obrilla. Donde se aprecia el cumplimiento de la gradación B, curva granulométrica para material de subbase, establecida por la EG -2013. Para material de subbase en zonas menores de los 3000 msnm.

Tabla 21

Análisis granulométrico por tamizado de la combinación 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado.

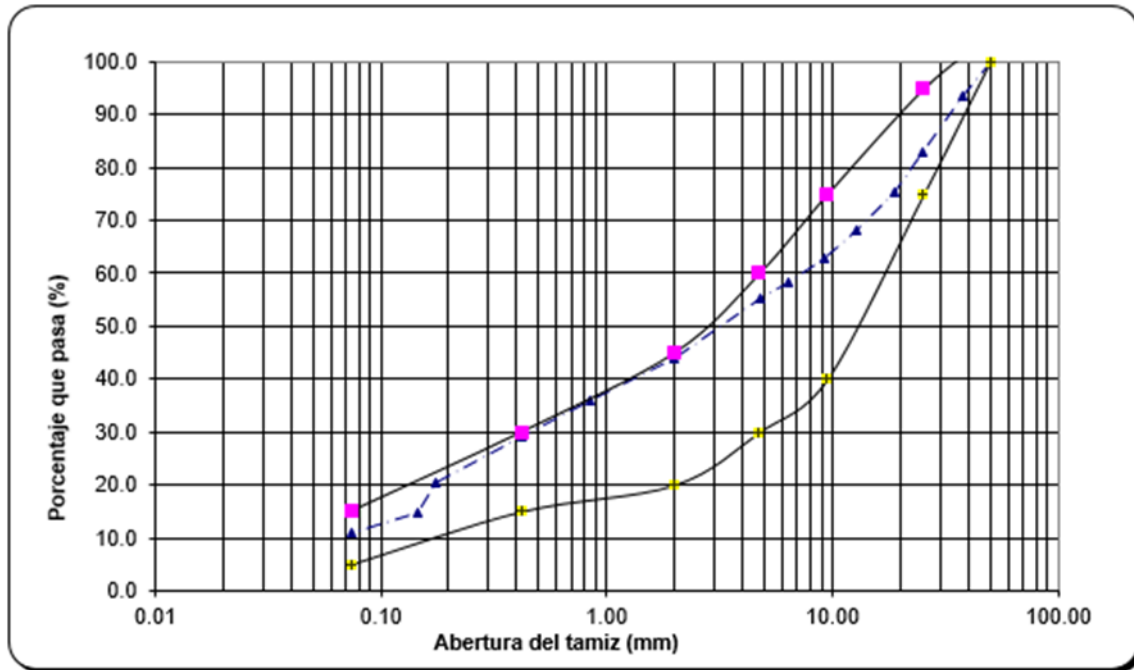
Tamices	Abertura (mm)	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulativo	% Pasa	Especificaciones EG 2013
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0	Sub Base
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.0	100.0	Tabla 402-01
2"	50.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100
1 1/2"	38.10	1284.00	6.4	6.4	93.6	
1"	25.40	2119.00	10.6	17.0	83.0	75-95
3/4"	19.00	1527.00	7.6	24.7	75.4	
1/2"	12.70	1474.00	7.4	32.0	68.0	
3/8"	9.30	1026.00	5.1	37.2	62.9	40-75
1/4"	6.35	901.00	4.5	41.7	58.3	
N° 4	4.76	598.00	3.0	44.6	55.4	30-60
N° 10	2.00	99.72	11.4	56.1	43.9	20-45
N° 20	0.840	70.89	8.1	64.2	35.8	
N° 40	0.420	58.73	6.7	71.0	29.0	15-30
N° 80	0.177	73.57	8.4	79.4	20.6	
N° 100	0.145	50.76	5.8	85.2	14.8	
N° 200	0.074	32.54	3.7	89.0	11.0	5-15
TOTAL		386.2				

Fuente: *Elaboración propia*

La clasificación de la combinación 35% de concha de abanico y 65% material afirmado, se clasifica en el sistema AASHTO como un A-1-a (0) y por el sistema SUCS un GP-GC Grava arcillo-limosa pobremente graduada. Color marrón amarillento claro.

Figura 16

Granulometría de la combinación 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado.



Fuente: *Elaboración propia*

Granulometría de la combinación 50% de concha de abanico y 50% de material afirmado.

En función a la tabla 22 y la figura 17 se observa el análisis granulométrico de la combinación 50% de concha de abanico y 50% de material afirmado, donde se aprecia que la curva granulométrica no el cumple de acuerdo a la gradación B de la curva granulométrica para material de subbase, establecida por EG-2013. Sección 402.02. Para material de subbase en zonas menores de los 3000 msnm. La clasificación de la combinación 50% de concha de abanico y 50% de material afirmado, se clasifica en el sistema AASHTO como un A-1-b (0) y por el sistema SUCS un SP-SM suelo de Arena limosa. Color marrón amarillento claro.

Tabla 22

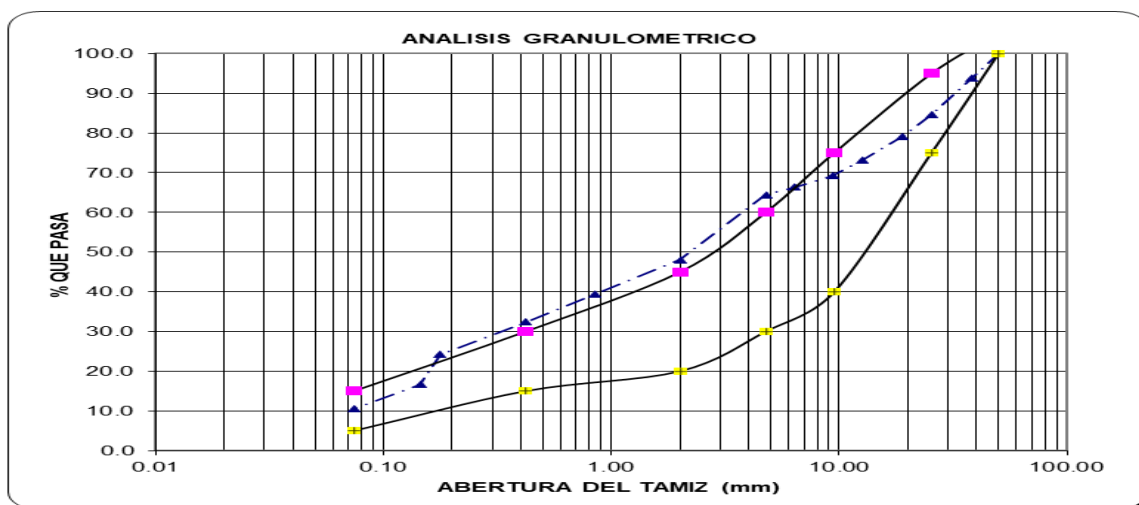
Análisis granulométrico por tamizado de la combinación 35% concha de abanico y 65% material afirmado.

Tamices	Abertura (mm)	peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulativo	% Pasa	Especificaciones MTC 2013
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0	Sub Base
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.0	100.0	Tabla 402-01
2"	50.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100
1 1/2"	38.10	1214.00	6.1	6.1	93.9	
1"	25.40	1869.00	9.3	15.4	84.6	75-95
3/4"	19.00	1095.00	5.5	20.9	79.1	
1/2"	12.70	1183.00	5.9	26.8	73.2	
3/8"	9.30	792.00	4.0	30.8	69.2	40-75
1/4"	6.35	567.00	2.8	33.6	66.4	
Nº 4	4.76	403.00	2.0	35.6	64.4	30-60
Nº 10	2.00	131.70	16.3	51.9	48.1	20-45
Nº 20	0.840	70.43	8.7	60.6	39.4	
Nº 40	0.420	56.14	7.0	67.6	32.4	15-30
Nº 80	0.177	65.80	8.1	75.7	24.3	
Nº 100	0.145	61.47	7.6	83.4	16.6	
Nº 200	0.074	49.34	6.1	89.5	10.5	5-15
TOTAL		434.9				

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 17

Granulometría de la combinación 50% de concha de abanico y 50% material afirmado.



4.1.4. Límites de consistencia e índice de plasticidad de la combinación concha de abanico y material afirmado de la cantera la obrilla.

De acuerdo a la realización de las 2 combinaciones, se obtuvieron los siguientes límites de Atterberg, los cuales se realizaron en función a la NTP 339. 129. En este contexto se ha obtenido los resultados que se muestran en la tabla 23 donde podemos apreciar una reducción del índice de plasticidad del material afirmado de la cantera la obrilla.

Tabla 23

Resultados límites de Atterberg; combinación concha de abanico y material afirmado de la cantera la Obrilla.

Descripción	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Material afirmado	28%	18%	10%
35% de Concha de abanico y 65% de material afirmado.	24%	18%	6%
50% de Concha de abanico y 50% de material afirmado.	22%	18%	4%

Fuente: *Elaboración propia*

4.1.5. Ensayo Proctor modificado de la combinación concha de abanico y material granular tipo afirmado de la cantera la obrilla.

Se ejecutó el ensayo de Proctor modificado en función a la NTP 339.141 con el objetivo de tener la relación de la humedad óptima (%) y la máxima densidad seca (gr/cm²) de las 2 combinaciones concha de abanico y material afirmado de la cantera la Obrilla. En la tabla 24 se observan los resultados obtenidos del ensayo, así como en la figura 18 y 19 se detalla las gráficas de la densidad seca vs contenido de humedad del material granular, tipo afirmado de la cantera la obrilla con los porcentajes de concha de abanico incorporado.

Tabla 24

Relación humedad óptima (%) y la máxima densidad seca (gr/cm²) de la combinación concha de abanico y el material afirmado.

Descripción	Máxima densidad seca (gr/cm ²)	Óptimo contenido de humedad (%)
Material afirmado	1.998	10.10
35% de Concha de abanico y 65% de material afirmado.	2.044	7.80
50% de Concha de abanico y 50% de material afirmado.	2.015	8.40

Fuente. Elaboración propia

Figura 18

Densidad seca vs contenido de humedad de la combinación 35% de concha de abanico y 65% material afirmado.

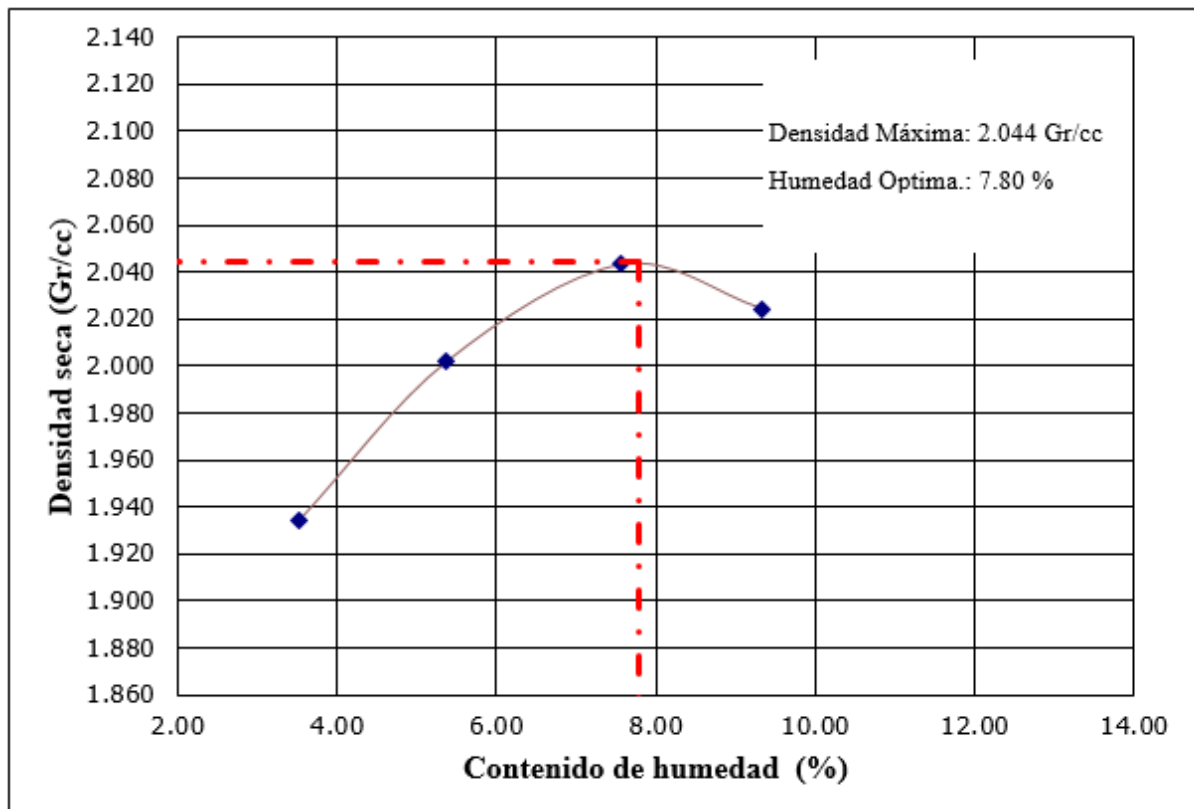
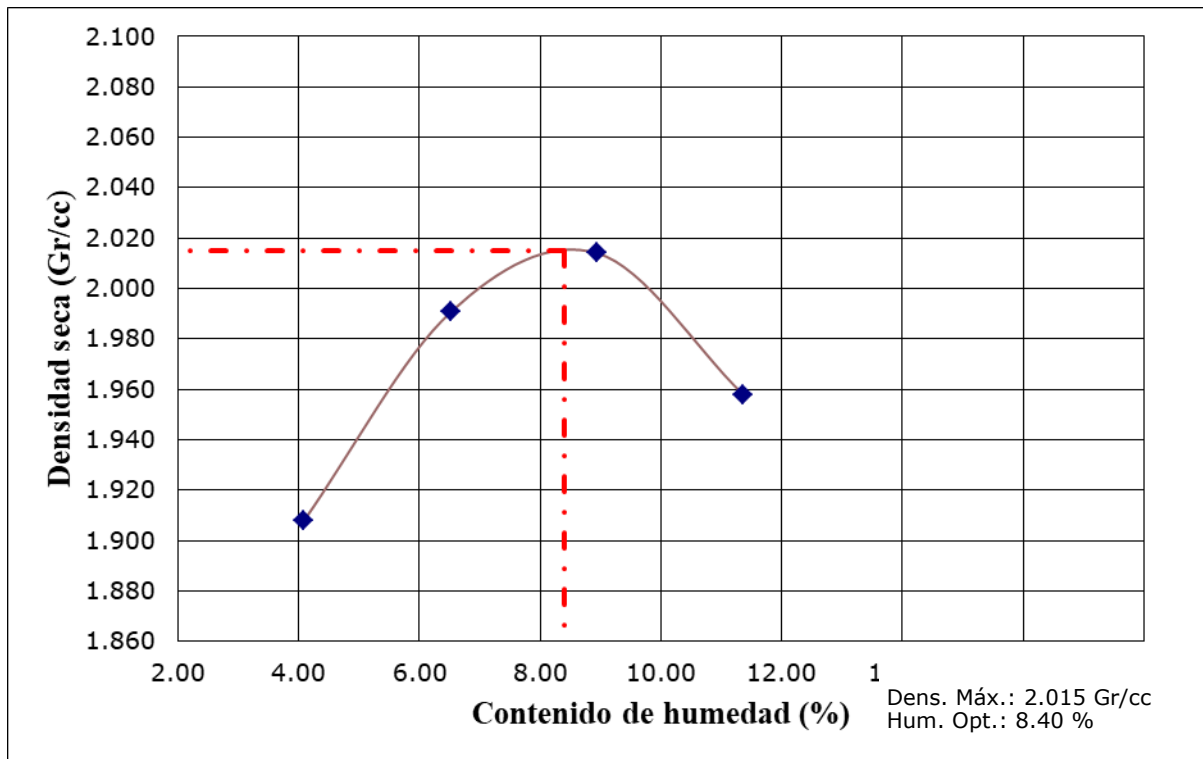


Figura 19

Densidad seca vs contenido de humedad de la combinación 50% Concha de abanico y 50% de material afirmado.



Fuente. Elaboración propia

4.1.6. Ensayos de CBR, combinación concha de abanico y material afirmado de la cantera la obrilla.

Se realizaron las diferentes etapas comprendidas dentro del ensayo del CBR de acuerdo a la NTP 339.145, para la realización comprende 2 etapas: determinación de las propiedades expansivas y determinación de la resistencia a la penetración.

Para ello se realizaron 3 probetas por mezcla, las cuales fueron compactadas en capas de 5 y con diferentes incrementos de energías, la primera probeta con una compactación de 10 golpes, segunda compactación de 25 golpes y la tercera con una compactación de 56 golpes.

De acuerdo a las etapas que comprende el ensayo de CBR se obtuvieron los resultados, los cuales se reflejan en la tabla 25, donde se presentan los resultados de CBR al 100% y 95% de la máxima densidad seca y a una penetración de carga 0.1” (2.5mm). Sabiendo que para fines de aceptación de material de subbase corresponde a un CBR de 0.1” al 100% de la máxima densidad seca.

Tabla 25

Ensayo CBR de la combinación concha de abanico y material afirmado.

Descripción	CBR 0.1”		CBR 0.2	
	100%	95%	100%	95%
Material granular tipo afirmado	44.1	34.7	67.9	55.55
35% de Concha de abanico y 65% de material afirmado.	53.8	38.4	73.5	53.8
50% de Concha de abanico y 50% de material afirmado.	41.3	24.4	48.1	31.7

Fuente. Elaboración propia

4.17 Contenido de sales solubles, Abrasión de los ángeles, equivalente de arena y partículas chatas y alargadas.

De acuerdo a las 2 combinaciones de concha de abanico y material afirmado, se analizó dichas combinaciones con respecto al contenido de sales solubles siendo muy favorable para los dos casos ya que según especificaciones generales (EG-2013), el contenido de sales solubles es de 1% Max (Tabla 402-02; MTC EG 2013), para los dos casos fueron menores del 1%.

Otro de los ensayos que se les hizo a las mezclas, fue el ensayo de abrasión de los Ángeles (Norma ASTM C-131) teniendo un desgaste de abrasión de 29.4 % para las dos mezclas. El cual cumple con las especificaciones generales (EG-2013).

También se le realizó ensayo de equivalente de arena (Norma ASTM D-2419), incrementado su porcentaje de Equivalente de arena al material de afirmado natural de (23%) a 28% en 35% de concha de abanico y 65% de material de afirmado y 31% en 50% de concha de abanico y 50% de material afirmado, esto se debe a la adición de concha de abanico reemplaza los finos contenidos en el material de afirmado, el cuales correlativo al índice de plasticidad.

En la tabla 26 se adjuntan los resultados logrados de los ensayos de contenido de sales solubles, Abrasión de los ángeles, equivalente de arena, partículas chatas y alargadas de las mezclas de concha de abanico y material afirmado de la cantera la obrilla.

Tabla 26

Resultados obtenidos de los ensayos de contenido de sales solubles, Abrasión de los ángeles, equivalente de arena, partículas chatas y alargadas.

Ensayo	35% de Concha de abanico y 65% de material afirmado.	35% de Concha de abanico y 50% de material afirmado.
Abrasión de los Ángeles.	29.4%	29.4%
Equivalente de arena	28%	31%
Sales solubles.	AG:0.074% , AF:0.227%	AG:0.074% ; AF:0.282%
Partículas chatas y alargadas	9%	9.3%

Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se anexa la tabla 27 donde se aprecia el resumen de los resultados de ensayos de abrasión de los Ángeles, CBR, Límite líquido, Índice de Plasticidad, equivalente de arena, Sales Solubles y partículas Chatas y alargadas del material granular tipo afirmado y las combinaciones de función a los porcentajes ya establecidos anteriormente.

En este contexto se observa que la combinación del 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado cumple con los parámetros establecidos EG-2013, para ser utilizado como un material de subbase para zonas menores a los 3000 msnm.

Tabla 27

Resumen de resultados obtenidos de ensayos de laboratorio.

Ensayo	Requerimiento zonas < 3000 msnm	Material granular tipo afirmado		35% Concha de abanico y 65% de material granular tipo afirmado		50% concha de abanico y 50% de material granular tipo afirmado	
Abrasión Los Ángeles	50% Max	29.4%		29.4%		29.4%	
CBR	40% Min	44.1%		53.8%		41.3%	
Límite Líquido	25% Max	28.0%		24%		22%	
Índice de Plasticidad	6% Max	10%		6%		4%	
Equivalente de Arena	25% Min	23%		28%		31%	
Sales Solubles	1% Max	AG: 0.074%	A.F: 0.114%	AG: 0.074%	A.F: 0.227%	AG: 0.074%	A.F: 0.282%
Partículas Chatas y Alargadas	20% Max	9.5%		9%		9.3%	
Requerimiento para material de subbase, según EG-2013.		No cumple		Cumple		Cumple	

Fuente. Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En función a la granulometría que debe tener un suelo para ser empleado como material de subbase de pavimentos y de acuerdo a los requerimientos granulométricos del manual de carreteras “Especificaciones Técnicas generales para la construcción” EG-2013, en el cual propone 4 gradaciones A, B, C y D.

La gradación A se emplea en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.

Las gradaciones B, C y D se emplean en zonas cuya altitud es menor a 3000 m.s.n.m.

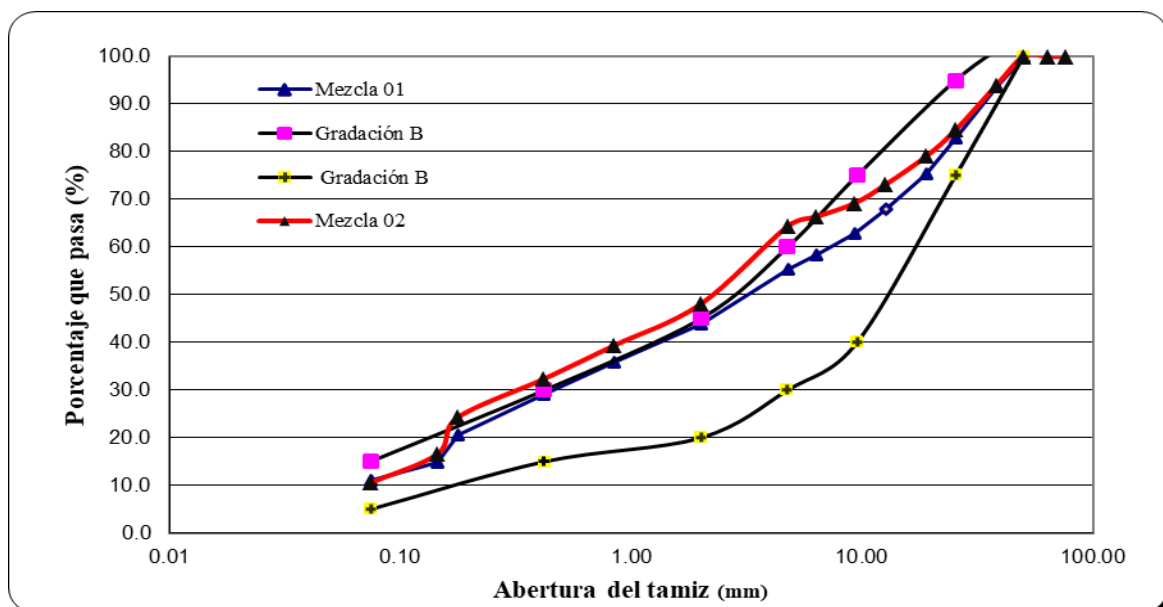
La gradación B tiene presencia de partículas de mayor tamaño, por lo que hay un indicio que puede tener mejor resistencia mecánica que las gradaciones C y D.

En el presente estudio se optó por la gradación B, en función las combinaciones de concha de abanico y material afirmado, donde se ha variado el porcentaje de concha de abanico en la mezcla.

A continuación, se adjunta en la figura 20 las curvas granulométricas de las dos mezclas donde se aprecia que la mezcla 01 de 35% de concha de abanico y 65% de material de afirmado, cae completamente dentro de las envolventes de la gradación B.

Figura 20

Curvas granulométricas, mezcla N°1 y mezcla N° 2

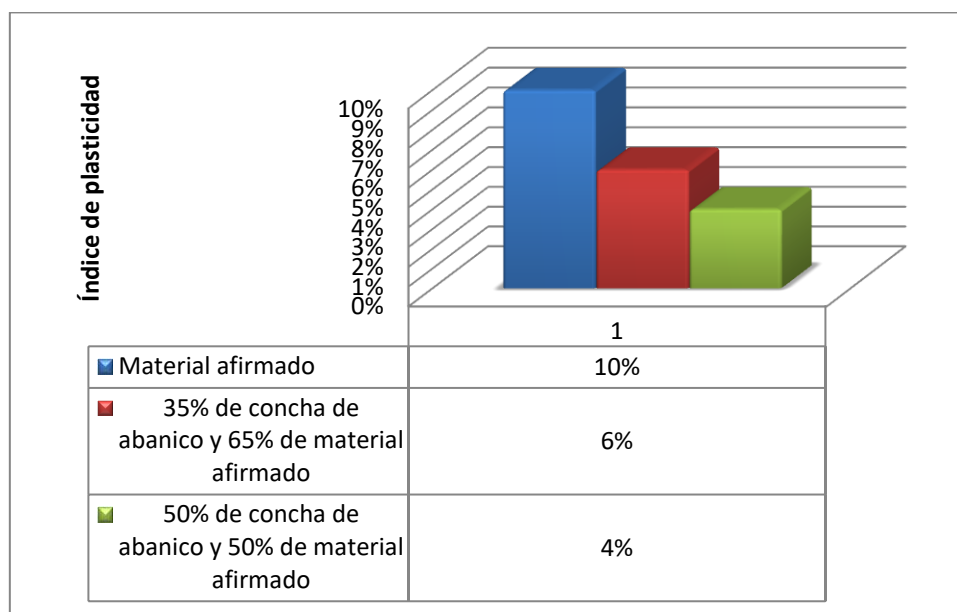


En la figura 21, se anexa los resultados del índice de plasticidad del material y de las mezclas N°01 y N°02. Obtenidas en la tabla 23.

Se puede observar una disminución del porcentaje de plasticidad esto se debe a que la concha de abanico posee una granulometría que aporta finos no plásticos al material de afirmado.

Figura 21.

Índice de plasticidad del material afirmado y de las mezclas N°1 y N°2.



Fuente. Elaboración propia.

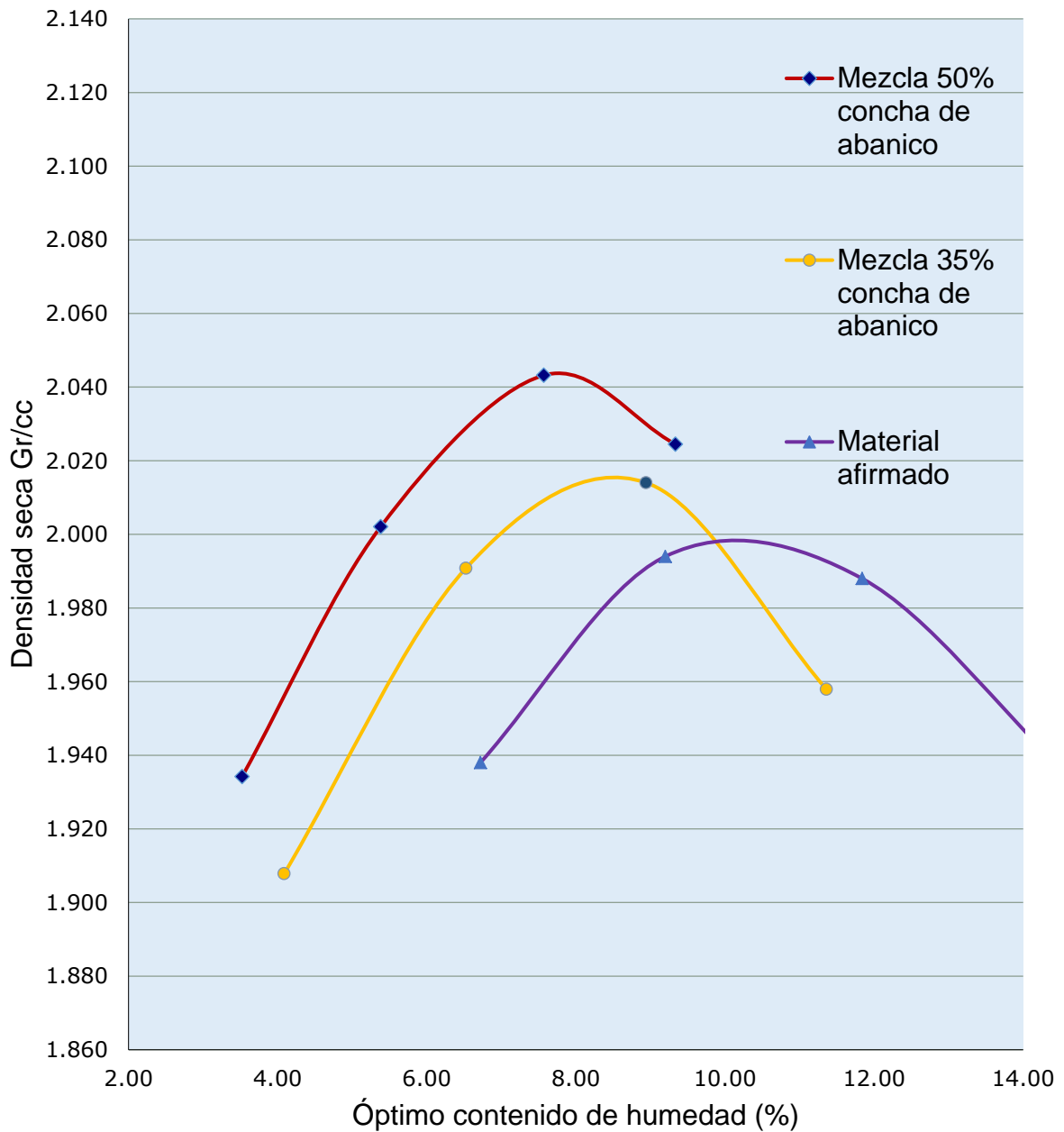
En la figura 22 se puede apreciar las curvas de máxima densidad seca versus el óptimo contenido de humedad de cada una de las mezclas, en este contexto se hace referencia que frente al incremento de los porcentajes de concha de abanico se obtuvo un aumento en la máxima densidad seca y reducciones en el óptimo contenido de humedad.

Lo cual lleva a la conclusión que la concha de abanico triturada al presentar partículas granulares sin presencia de cohesión y al mezclarse con las partículas del suelo arcilloso rellenan vacíos permitiendo que exista un incremento en la máxima densidad seca y una disminución en el óptimo contenido de humedad.

Esto también sucede, debido a que el material residual de la concha de abanico triturada no contiene plasticidad en su composición.

Figura 22

Curva de la máxima densidad seca vs Óptimo contenido del material afirmado, mezcla N°1 y N°2



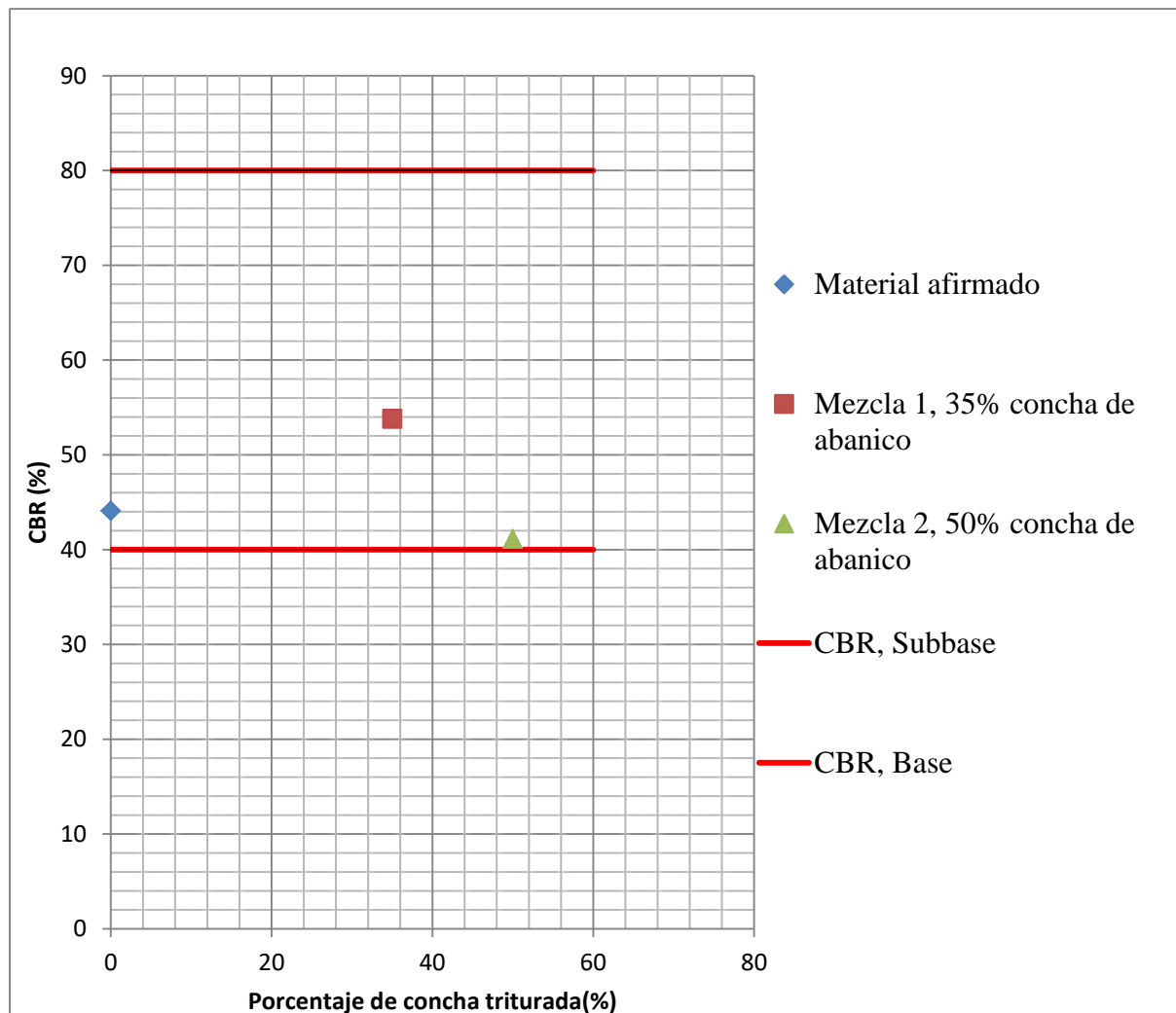
Fuente. Elaboración propia

A pesar que los resultados obtenidos en los ensayos anteriores cumplen con las especificaciones técnicas se analizó los ensayos correspondientes al CBR, donde se observa que la mezcla 2 sufre una reducción en el CBR, debido a la forma angulosa que tiene el material de concha de abanico aparentemente uniforme, según la curva granulométrica del proceso de trituración, concha de abanico genera excesivos vacíos y por ende reduce la capacidad resistente del suelo.

En la figura 23, apreciamos la gráfica de los valores de CBR a 0.1” respecto al porcentaje de concha de abanico triturada, donde se observa que, a mayor porcentaje de concha de abanico, el CBR disminuye respecto a la mezcla N° 01.

Figura 23

Gráfico de CBR vs Porcentaje de Concha de abanico triturada.



Fuente. Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se determinó en que el material afirmado de la cantera La Obrilla, según su clasificación SUCS, es una grava arcillosa (GC), según su clasificación AASHTO es una grava con arcilla A-2-4(0), con una humedad natural de 4.86 %, con una máxima densidad seca de 1.998 g/cc y con un óptimo contenido de humedad de 10.10%.
- Tras haber realizado los ensayos de CBR, llegamos a la conclusión que la mezcla N° 1 aumenta en un 9.7% el CBR del material afirmado mientras que la mezcla N° 2 reduce en 2.8% el CBR de material afirmado. Esto se debe a que la forma chata de la concha de abanico reduce la resistencia mecánica y la forma angulosa del material afirmado ayuda en la trabazón entre las partículas, favoreciendo la resistencia mecánica. En este contexto también se determinó los ensayos de los límites de Atterberg donde se observa una reducción del índice de plasticidad a 6% y 4% del material afirmado.
- En función al anterior enunciado también se realizó las curvas granulometrías de las 2 mezclas, donde se aprecia que la mezcla 1 de 35% de concha de abanico y 65% de material de afirmado, se encuentra dentro de las envolventes de la gradación tipo B.
- La proporción óptima de concha de abanico y material afirmado, en función a los resultados obtenidos es la mezcla N° 01, conformada por un 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado cumple con todos los requisitos para utilizarse en la conformación de subbase de acuerdo a la EG-2013.
- De la mezcla N° 1 con proporciones 35% de concha de abanico y 65% de material afirmado se obtuvieron los siguientes resultados de ensayo, un 29.4% de abrasión, respecto a C.B.R llegamos a 53.8%, 24 % de límite líquido, 18% de límite plástico y un 6% de índice de plasticidad, además de 28% en equivalente de arena, contenido de sales solubles por debajo del 1% permitido y un 9% correspondiente al contenido de partículas chatas y alargadas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para las futuras investigaciones sobre la adición de concha de abanico para estabilización de pavimentos, utilizar material proveniente de canteras con un índice de plasticidad menor al 10%, ya que el porcentaje óptimo de 35% de concha de abanico reduce en 4 puntos porcentuales esta propiedad física y de acuerdo a los requerimientos de las EG-2013 se pide como máximo un índice de plasticidad de 6%.
- Se recomienda que la adición óptima de concha de abanico no exceda el 50%, ya que al comportarse como agregado fino dentro de la composición de la subbase genera un porcentaje menor de resistencia respecto al del suelo original, debido a que la cantidad de partículas gruesas ha sido reemplazada y han aumentado los vacíos dando como consecuencia la reducción de la capacidad de soporte de la capa conformada.
- Se recomienda elaborar un método de trituración industrial para obtener mayores cantidades de concha de abanico triturada en un periodo más corto, para empezar a tener una producción a gran escala que permita su empleabilidad en proyectos de pavimentación, ya que los métodos mecánicos utilizados en esta investigación, generan poca proporción de material para el tiempo y esfuerzo que requieren, obteniendo aproximadamente 25kg con el método 1 y 20kg con el método 2 de concha de abanico.
- Se recomienda incluir a la concha de abanico como un material alternativo que disminuye el índice de plasticidad y aumenta la resistencia al afirmado que conforma la estructura del pavimento, considerando que generaría una disminución significativa en el costo de ejecución de proyectos correspondientes al área de transportes y comunicaciones, y con esto se lograría un desarrollo de la infraestructura vial superando el 18% con la que cuenta el país actualmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carnero, D. y Martos, J. (2019) Influencia de las partículas granulares de la valva del molusco bivalvo en el CBR de subrasantes arcillosas del pueblo Chepate, distrito de Cascas, La Libertad. (Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil), Universidad Antenor Orrego, La Libertad, Trujillo.

Espinoza, T y Honores, G (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación* (Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Santa. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Chimbote, Ancash, Perú.

Farfán, P (2015). *Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.

Flores de León (octubre de 2015). Pavimentos Flexibles. En B. Corona (Presidencia), 2^a *Reunión Académico Estudiantil AMAAC*. Simposio llevado a cabo en la Universidad de las Américas de Puebla, México.

Florida Department of Transportation (Julio de 2020). Standard Specifications for Road and Bridge Construction. https://fdotwww.blob.core.windows.net/sitefinity/docs/default-source/programmanagement/implemented/specbooks/jul2020/7-20ebook.pdf?sfvrsn=c1f3424e_2

Instituto de la Construcción y Gerencia. (2015). Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. 4ta edición.

Instituto de la Construcción y Gerencia (2020). Ingeniería de Pavimentos. Diseño de pavimentos PT – 65. 2° Edición

Manual de carreteras (2015). Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción (EG-2013) R.D. N° 22 -2013 -MTC (Edición marzo de 2014).

Ministerio de Economía y Finanzas, Dirección General de Inversión Pública. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Lima, Perú: Auto.

Pérez, J y Ramirez, J (2018). *Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la av. los tréboles – distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo - departamento Lambayeque* (Tesis en Ingeniería Civil). Universidad Señor de Sipán. Facultad de ingeniería, arquitectura y urbanismo. Escuela académico profesional de ingeniería civil. Pimentel, Chiclayo, Perú.

Piura aún exhibe pistas deterioradas luego de El Niño Costero (24 de agosto de 2019). *El Comercio*.

Plataforma digital única del Estado Peruano (21 de junio de 2019). *PRODUCE: Recuperación de cultivos de concha de abanico se consolidará este año*. Perú: Ministerio de la Producción.

Quezada, S. (2017). *Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación* (Tesis en Ingeniería Civil). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.

Sechura producirá hasta 15 millones de mallas de concha de abanico (15 de enero 2019). *El Tiempo*. <https://eltiempo.pe/sechura-producira-hasta-15-millones-de-mallas-de-concha-de-abanico/>

World Economic Forum (2018). *The Global Competitiveness Report 2017–2018*. <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>

ANEXOS

ANEXO A

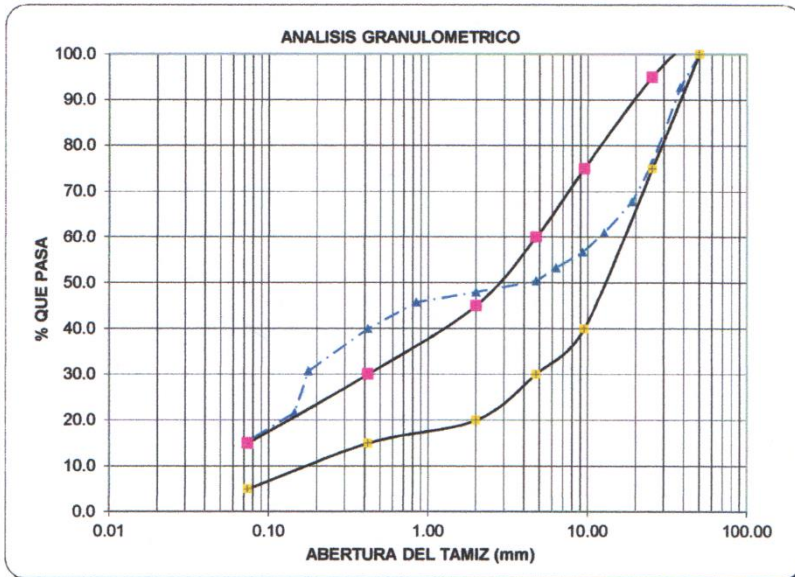
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
MTC E107 - E109


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

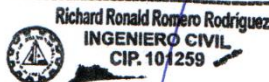
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA
SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL
 BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL
CANTERA : LA OBRILLA
MUESTRA : MATERIAL TIPO AFIRMADO

Reporte N° : 001-GRAN
Fecha : 23/11/2020

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	ESPECIFICACIONES EG 2013	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0	Sub Base	LL. 28
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.0	100.0	Tabla 402-01	LP. 18
2"	50.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100..	LP. 10
1 1/2"	38.10	1596.00	7.3	7.3	92.7		% PIEDRA = 49.62
1"	25.40	3620.00	16.5	23.8	76.2	75-95	% ARENA = 34.98
3/4"	19.00	1844.00	8.4	32.2	67.8		% FINOS = 15.40
1/2"	12.70	1507.00	6.9	39.1	60.9		100.00
3/8"	9.30	927.00	4.2	43.3	56.7	40-75	CLASIFICACION:
1/4"	6.35	746.00	3.4	46.7	53.3		SUCS GC
Nº 4	4.76	638.00	2.9	49.6	50.4	30-60	AASHTO A-2-4 (0)
Nº 10	2.00	22.95	2.4	52.0	48.0	20-45	PESO MUESTRA 21,922.00
Nº 20	0.840	21.35	2.2	54.3	45.7		
Nº 40	0.420	55.34	5.8	60.0	40.0	15-30	OBSERVACIONES
Nº 80	0.177	88.66	9.3	69.3	30.7		Grava arcillosa. Color marrón amarillento claro.
Nº 100	0.145	87.39	9.1	78.5	21.5		HUMEDAD DEL FINO
Nº 200	0.074	58.79	6.1	84.6	15.4	5..15	
TOTAL		334.5					PESO HUMEDO 507.37
PERDIDA		147.2	15.4	100.0	0.0		PESO SECO 481.72
PESO FINO		481.72					% HUMEDAD 5.32



Observaciones: El material fue zarandeado por la malla de 2" antes de realizar el ensayo.

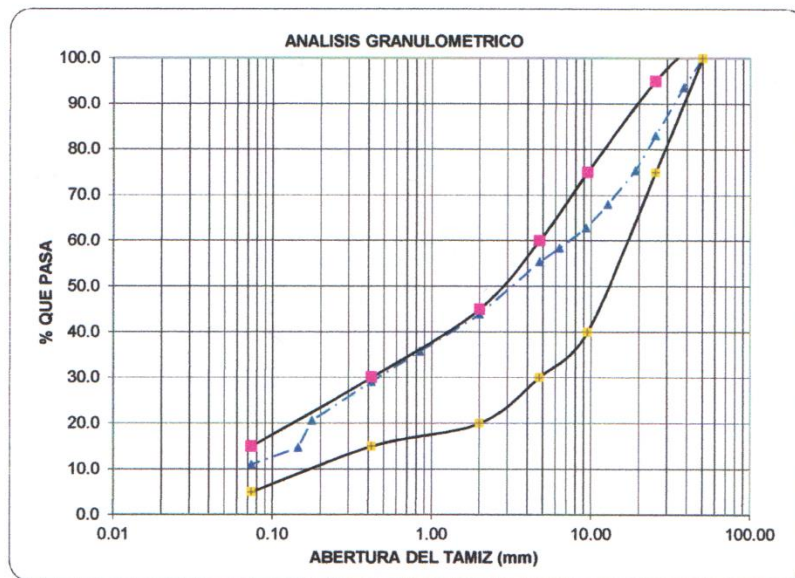

Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	Reporte N° :	011-GRAN
SOLICITA :	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL	Fecha :	23/11/2020
	BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL		
CANTERA :	LA OBRILLA (65%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (35%)		
MUESTRA :	M-02		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	ESPECIFICACIONES EG 2013	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0	Sub Base	L.L. 24
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.0	100.0	Tabla 402-01	L.P. 18
2"	50.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100..	L.P. 6
1 1/2"	38.10	1284.00	6.4	6.4	93.6		% PIEDRA = 44.65
1"	25.40	2119.00	10.6	17.0	83.0	75-95	% ARENA = 44.34
3/4"	19.00	1527.00	7.6	24.7	75.4		% FINOS = 11.02
1/2"	12.70	1474.00	7.4	32.0	68.0		100.00
3/8"	9.30	1026.00	5.1	37.2	62.9	40-75	CLASIFICACION:
1/4"	6.35	901.00	4.5	41.7	58.3		SUCS GP-GC
Nº 4	4.76	598.00	3.0	44.6	55.4	30-60	AASHTO A-1-a(0)
Nº 10	2.00	99.72	11.4	56.1	43.9	20-45	PESO MUESTRA 20,000.00
Nº 20	0.840	70.89	8.1	64.2	35.8		
Nº 40	0.420	58.73	6.7	71.0	29.0	15-30	OBSERVACIONES
Nº 80	0.177	73.57	8.4	79.4	20.6		Grava arcillo-limosa pobremente graduada. Color marrón amarillento claro.
Nº 100	0.145	50.76	5.8	85.2	14.8		
Nº 200	0.074	32.54	3.7	89.0	11.0	5..15	HUMEDAD DEL FINO
TOTAL		386.2					PESO HUMEDO 504.19
PERDIDA		96.0	11.0	100.0	0.0		PESO SECO 482.17
PESO FINO		482.17					% HUMEDAD 4.57



Observaciones: El material fue zarandeado por la malla de 2" antes de realizar la mezcla y el ensayo granulométrico. Se consideró como grava la concha triturada retenida en los tamices de fracción gruesa.

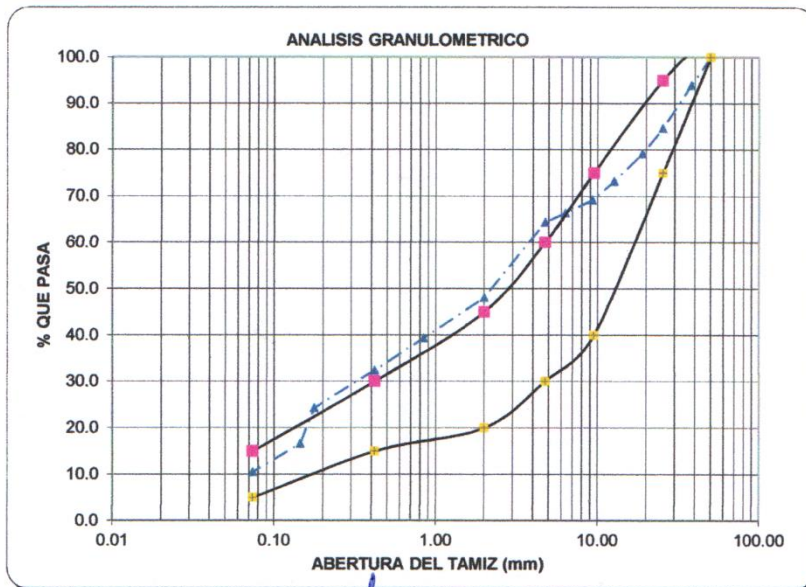
Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259

GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RIVERA
 GERENTE GENERAL


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	Reporte N° :	020-GRAN
SOLICITA :	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL	Fecha :	23/11/2020
	BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL		
CANTERA :	LA OBRILLA (50%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (50%)		
MUESTRA :	M-03		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	ESPECIFICACIONES EG 2013	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0	Sub Base	LL. 22
2 1/2"	63.50	0.00	0.0	0.0	100.0	Tabla 402-01	LP. 18
2"	50.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100..	LP. 4
1 1/2"	38.10	1214.00	6.1	6.1	93.9		% PIEDRA = 35.62
1"	25.40	1869.00	9.3	15.4	84.6	75-95	% ARENA = 53.85
3/4"	19.00	1095.00	5.5	20.9	79.1		% FINOS = 10.53
1/2"	12.70	1183.00	5.9	26.8	73.2		100.00
3/8"	9.30	792.00	4.0	30.8	69.2	40-75	CLASIFICACION:
1/4"	6.35	567.00	2.8	33.6	66.4		SUCS SP-SM
Nº 4	4.76	403.00	2.0	35.6	64.4	30-60	AASHTO A-1-b (0)
Nº 10	2.00	131.70	16.3	51.9	48.1	20-45	PESO MUESTRA 20,000.00
Nº 20	0.840	70.43	8.7	60.6	39.4		
Nº 40	0.420	56.14	7.0	67.6	32.4	15-30	OBSERVACIONES
Nº 80	0.177	65.80	8.1	75.7	24.3		Arena limosa. Color marrón amarillento claro.
Nº 100	0.145	61.47	7.6	83.4	16.6		
Nº 200	0.074	49.34	6.1	89.5	10.5	5..15	HUMEDAD DEL FINO
TOTAL		434.9					PESO HUMEDO 536.18
PERDIDA		85.1	10.5	100.0	0.0		PESO SECO 519.95
PESO FINO		519.95					% HUMEDAD 3.12



Observaciones: El material fue zarandeado por la malla de 2" antes de realizar la mezcla y el ensayo granulométrico. Se consideró como grava la concha triturada retenida en los tamices de fracción gruesa.

Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259

GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZÓN RUIZ
 GERENTE GENERAL

ANEXO B

CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E108



CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
ASTM D-2216 / MTC E 108

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	Reporte N°	: 002-CH
SOLICITA	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL	Fecha	: 23/11/2020
CANTERA	: LA OBRILLA		
MUESTRA	: MATERIAL TIPO AFIRMADO		

DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo Material	: Grava arcillosa
N° Muestra	: M - 01

DESCRIPCION	UND.	MTRA. - 1	MTRA. - 2	MTRA. - 3	MTRA. - 4	PROMEDIO
RECIPIENTE	N°	A1				
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.	500.14				
RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	476.95				
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00				
PESO DEL AGUA	gr.	23.19				
PESO DEL SUELO SECO	gr.	476.95				
% DE HUMEDAD	%	4.86				4.9

OBSERVACIONES :


Richard Ronald Romero Rodriguez
INGENIERO CIVIL
CIP. 101259


GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECHNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
GERENTE GENERAL

ANEXO C

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E115

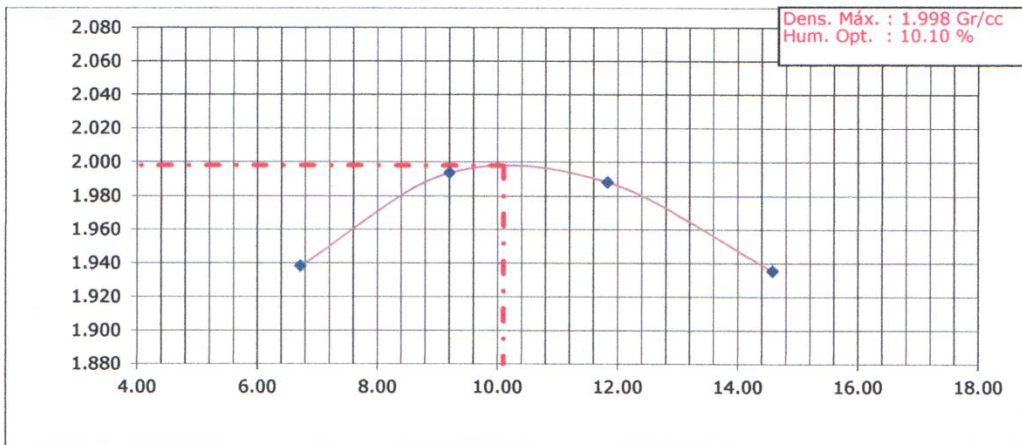


ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA		
SOLICITA	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL		
CANTERA	BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANG	Reporte N°:	005-PM
MUESTRA	LA OBRILLA		
PROCTOR	MATERIAL TIPO AFIRMADO MODIFICADO ASTM D-1557-91	MÉTODO :	" C "
FECHA DE EMISIÓN	23-Nov-20		

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	7368	7597	7695	7683
Peso de Molde	2998	2998	2998	2998
Peso suelo Húmedo	4370	4599	4697	4685
Volumen del Molde	2112.5	2112.5	2112.5	2112.5
Densidad Húmeda (Gr/cc)	2.069	2.177	2.223	2.218
Porcentaje de Humedad	6.72	9.20	11.84	14.58
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.938	1.994	1.988	1.935

H U M E D A D				
Peso Recip. + Suelo Húmedo	328.6	440.3	427.1	401.5
Peso Recip. + Suelo Seco	307.9	403.2	381.9	350.4
Agua	20.7	37.1	45.2	51.1
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	307.9	403.2	381.9	350.4
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.72	9.20	11.84	14.58




Richard Ronald Romero Rodriguez
INGENIERO CIVIL
CIP. 101259


GEO MAQ E.I.R.L.
ECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
GERENTE GENERAL

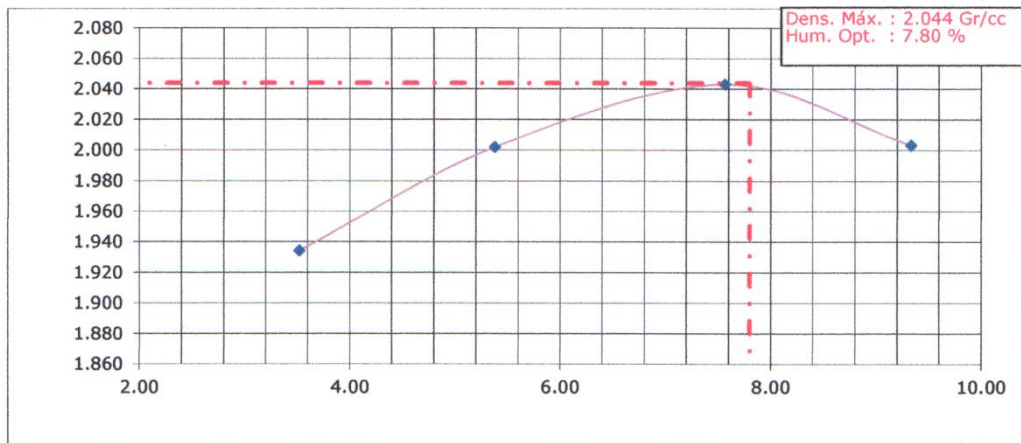


ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA ADICION DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS. CASTILLA. PIURA		
SOLICITA	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL	Reporte N°:	014-PM
	BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL		
CANTERA	LA OBRILLA (65%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (35%)		
MUESTRA	M-02		
PROCTOR	MODIFICADO ASTM D-1557-91	MÉTODO :	" C "
FECHA DE EMISIÓN	23-Nov-20		

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	10903	11130	11316	11300
Peso de Molde	6673	6673	6673	6673
Peso suelo Húmedo	4230	4457	4643	4627
Volumen del Molde	2112.5	2112.5	2112.5	2112.5
Densidad Húmeda (Gr/cc)	2.002	2.110	2.198	2.190
Porcentaje de Humedad	3.52	5.38	7.57	9.34
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.934	2.002	2.043	2.003

H U M E D A D				
Peso Recip. + Suelo Húmedo	343.8	317.2	397.9	401.7
Peso Recip. + Suelo Seco	332.1	301.0	369.9	367.4
Agua	11.7	16.2	28.0	34.3
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	332.1	301	369.9	367.4
PORCENTAJE DE HUMEDAD	3.52	5.38	7.57	9.34



NOTA.- EL PRESENTE DOCUMENTO, TIENE VALIDEZ EN SU PRESENTACIÓN ORIGINAL.


 Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIF. 101259


GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZÓN RUIZ
 GERENTE GENERAL

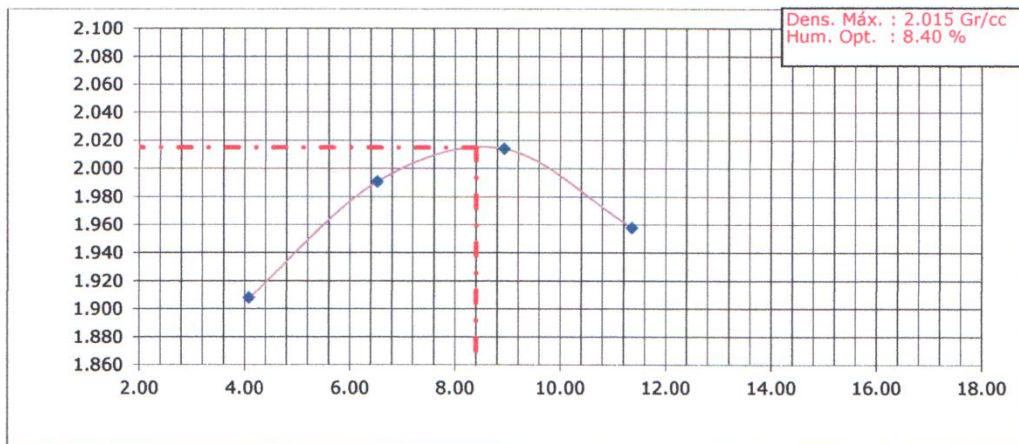


ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA		
SOLICITA	BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANG	Reporte N°:	023-PM
CANTERA	LA OBRILLA (50%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (50%)		
MUESTRA	M-03		
PROCTOR	MODIFICADO ASTM D-1557-91	MÉTODO :	" C "
FECHA DE EMISIÓN	23-Nov-20		

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	7193	7478	7633	7604
Peso de Molde	2998	2998	2998	2998
Peso suelo Húmedo	4195	4480	4635	4606
Volumen del Molde	2112.5	2112.5	2112.5	2112.5
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.986	2.121	2.194	2.180
Porcentaje de Humedad	4.09	6.53	8.94	11.36
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.908	1.991	2.014	1.958

H U M E D A D				
Peso Recip. + Suelo Húmedo	315.8	306.9	377.8	346.0
Peso Recip. + Suelo Seco	303.4	288.1	346.8	310.7
Agua	12.4	18.8	31.0	35.3
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	303.4	288.1	346.8	310.7
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.09	6.53	8.94	11.36



NOTA.- EL PRESENTE DOCUMENTO, TIENE VALIDEZ EN SU PRESENTACIÓN ORIGINAL.


 Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


 GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CHRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL

ANEXO D

ENSAYO C.B.R.
MTC E132


RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA
SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL
LUGAR : BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL
MATERIAL : GRANULAR TIPO AFIRMADO
CANTERA : CANTERA LA OBRILLA

Reporte N° : 006-CBR
 1 de 2

Fecha : 27/11/2020

Molde N°	A2		A3		A4	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12629	12697	13388	13545	13136	13383
Peso de molde (gr)	8018	8018	8923	8923	8934	8934
Peso del suelo húmedo (gr)	4611	4679	4445	4622	4202	4449
Volumen del molde (cm3)	2094	2094	2125	2125	2117	2117
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.202	2.234	2.092	2.175	1.985	2.102
Humedad (%)	10.03	10.38	10.06	10.56	10.16	10.77
Densidad seca (gr/cm3)	2.001	2.024	1.901	1.967	1.802	1.898
Tarro N°	01	04	02	05	03	06
Tarro + Suelo húmedo (gr)	246.40	409.98	419.10	411.82	427.80	424.38
Tarro + Suelo seco (gr)	223.94	371.41	380.78	372.48	388.36	383.12
Peso del Agua (gr)	22.46	38.57	38.32	39.34	39.44	41.26
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	223.94	371.41	380.78	372.48	388.36	383.12
Humedad (%)	10.03	10.38	10.06	10.56	10.16	10.77

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/10/2020	14:20	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
2/10/2020	14:20	24	7.0	0.18	0.16%	13.0	0.33	0.30%	16.0	0.41	0.37%
3/10/2020	14:20	48	9.0	0.23	0.21%	15.0	0.38	0.35%	19.0	0.48	0.44%
4/10/2020	14:20	72	11.0	0.28	0.25%	17.0	0.43	0.39%	23.0	0.58	0.53%
5/10/2020	14:20	96	13.0	0.33	0.30%	18.0	0.46	0.42%	26.0	0.66	0.60%

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° A2				MOLDE N° A3				MOLDE N° A4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dist (Dig)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dist (Dig)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dist (Dig)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.025		93	4.8			64	3.3			31	1.6		
0.050		181	9.3			129	6.6			92	4.7		
0.075		452	23.3			302	15.6			194	10.0		
0.100	70.31	613	31.6	30.99	44.1	541	27.9	24.39	34.7	389	19.0	15.10	21.5
0.150		1086	56.0			812	41.9			504	26.0		
0.200	105.46	1365	70.4	71.56	67.9	1103	56.9	58.58	55.5	690	36.0	36.34	34.5
0.250		1710	88.1			1401	72.2			897	46.2		
0.300		1922	99.1			1596	82.3			982	50.6		
0.400													
0.500													
0.450													
0.500													


Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL

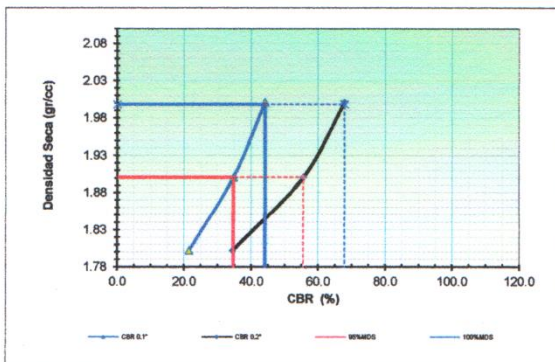


RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132

OBRA : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA
 PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA
 SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL
 BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL
 LUGAR : PIURA
 MATERIAL : GRANULAR TIPO AFIRMADO
 MUESTRA : CANTERA LA OBRILLA

Reporte N° : 006-CBR
 2 de 2
 Fecha : 27/11/2020

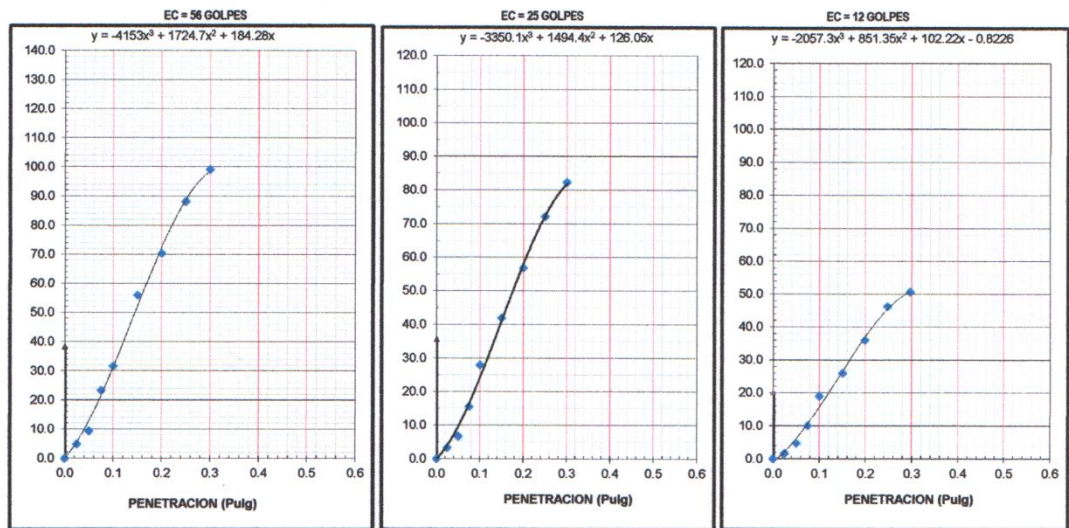
GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1°	44.1	0.2°	67.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1°	34.7	0.2°	55.5

Datos de Proctor	
Densidad Maxima	1.998 %
Humedad Penetrac.	10.10 %

OBSERVACIONES:




 Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP/101259


GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL


RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA

 SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL
 BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL

Reporte N° : 015-CBR

LUGAR : PIURA

1 de 2

MATERIAL : LA OBRILLA (65%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (35%)

MUESTRA : M-02

Fecha : 27/11/2020

	1A		2A		3A	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12482	12546	12278	12430	13149	13366
Peso de molde (gr)	7819	7819	7834	7834	8934	8934
Peso del suelo húmedo (gr)	4663	4727	4444	4596	4215	4432
Volumen del molde (cm3)	2114	2114	2120	2120	2119	2119
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.206	2.236	2.086	2.168	1.989	2.082
Humedad (%)	7.84	8.01	7.75	8.13	7.86	8.31
Densidad seca (gr/cm3)	2.046	2.070	1.945	2.005	1.844	1.931
Tarro N°	01	04	02	05	03	06
Tarro + Suelo húmedo (gr)	269.70	411.43	221.98	341.15	415.81	406.98
Tarro + Suelo seco (gr)	250.09	380.91	206.02	315.49	385.50	375.76
Peso del Agua (gr)	19.61	30.52	15.96	25.66	30.31	31.22
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	250.09	380.91	206.02	315.49	385.50	375.76
Humedad (%)	7.84	8.01	7.75	8.13	7.86	8.31

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/10/2020	11:30	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
2/10/2020	11:30	24	3.0	0.08	0.07%	5.0	0.13	0.12%	8.0	0.20	0.18%
3/10/2020	11:30	48	5.0	0.13	0.12%	7.0	0.18	0.16%	10.0	0.25	0.23%
4/10/2020	11:30	72	6.0	0.15	0.14%	9.0	0.23	0.21%	12.0	0.30	0.28%
5/10/2020	11:30	96	6.0	0.15	0.14%	10.0	0.25	0.23%	13.0	0.33	0.30%

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1A				MOLDE N° 2A				MOLDE N° 3A			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (Dig)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (Dig)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (Dig)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.025		135	7.0			85	4.4			32	1.6		
0.050		283	14.6			183	9.9			96	4.9		
0.075		485	25.5			352	18.1			179	9.2		
0.100	70.31	841	43.4	37.83	53.8	583	30.1	27.00	38.4	312	16.1	14.67	20.9
0.150		1129	58.2			881	44.4			485	25.5		
0.200	105.46	1487	77.2	77.47	73.5	1085	55.9	58.70	53.8	728	37.5	37.85	35.9
0.250		1779	91.7			1309	67.5			942	48.6		
0.300		2057	106.0			1570	80.9			1118	57.6		
0.400													
0.500													
0.450													
0.500													


 Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIR. 101259


GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132

OBRA : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA

SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL
 BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL

LUGAR : PIURA

MATERIAL : LA OBRILLA (65%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (35%)

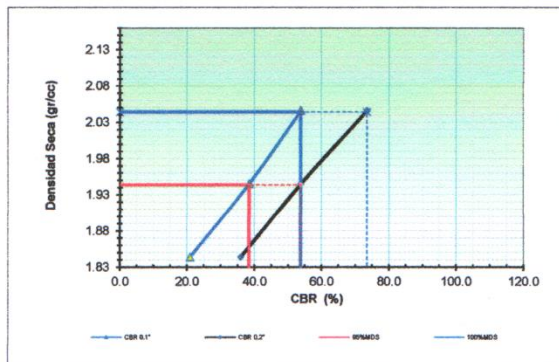
MUESTRA : M-02

Reporte N° : 015-CBR

2 de 2

Fecha : 27/11/2020

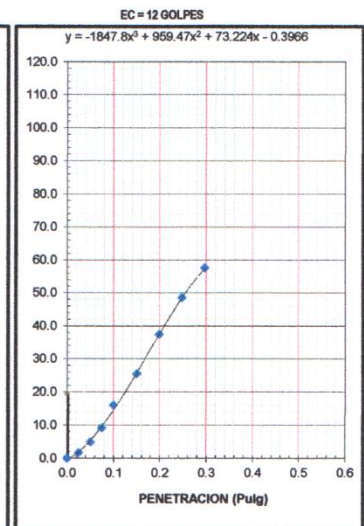
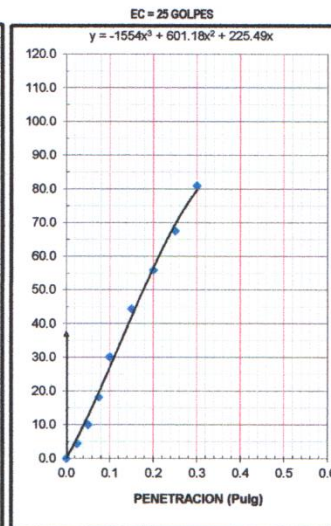
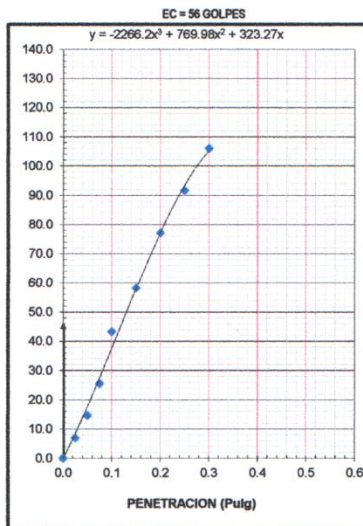
GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1°:	53.8	0.2°:	73.5
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1°:	38.4	0.2°:	53.8

Datos de Proctor	
Densidad Maxima	2.044 %
Humedad Penetrac.	7.80 %

OBSERVACIONES:




 Richard Ronald Romero Rodriguez:
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


 GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. ASTM D 1883 - MTC E 132

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMACO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA
SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL
 BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL
LUGAR : PIURA
MATERIAL : LA OBRILLA (50%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (50%)
MUESTRA : M-03

Reporte N° : 024-CBR
 1 de 2
Fecha : 27/11/2020

Molde N°	03		10		11	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12284	12356	12417	12575	11876	12098
Peso de molde (gr)	7653	7653	8013	8013	7720	7720
Peso del suelo húmedo (gr)	4631	4703	4404	4562	4156	4378
Volumen del molde (cm3)	2112.1	2112	2117.8	2117.8	2110.5	2110.5
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.193	2.227	2.080	2.154	1.969	2.074
Humedad (%)	8.49	8.65	8.46	8.83	8.34	9.04
Densidad seca (gr/cm3)	2.021	2.050	1.918	1.979	1.817	1.902
Tarro N°	01	04	02	05	03	06
Tarro + Suelo húmedo (gr)	379.28	447.30	389.78	426.05	400.20	473.58
Tarro + Suelo seco (gr)	349.61	411.68	359.37	391.49	369.38	434.32
Peso del Agua (gr)	29.67	35.62	30.41	34.56	30.82	39.26
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	349.61	411.68	359.37	391.49	369.38	434.32
Humedad (%)	8.49	8.65	8.46	8.83	8.34	9.04

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/10/2020	12:30	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
30/10/2020	12:30	24	1.0	0.03	0.02%	2.0	0.05	0.05%	4.0	0.10	0.09%
31/10/2020	12:30	48	2.0	0.05	0.05%	2.0	0.05	0.05%	5.0	0.13	0.12%
1/11/2020	12:30	72	2.0	0.05	0.05%	3.0	0.08	0.07%	6.0	0.15	0.14%
2/11/2020	12:30	96	2.0	0.05	0.05%	3.0	0.08	0.07%	6.0	0.15	0.14%

PENETRACION

PENETRACION psi/g	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 03				MOLDE N° 10				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (Dig)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (Dig)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (Dig)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.025		96	4.9			54	2.8			35	1.8		
0.050		259	13.4			149	7.7			86	4.4		
0.075		438	22.6			246	12.7			131	6.8		
0.100	70.31	617	31.8	29.00	41.3	364	18.8	17.19	24.4	198	10.2	9.19	13.1
0.150		791	40.8			490	25.7			249	12.8		
0.200	105.46	984	50.7	50.71	48.1	638	32.9	33.44	31.7	327	16.9	16.90	16.0
0.250		1093	56.3			769	39.6			386	19.9		
0.300		1192	61.4			851	43.9			443	22.8		
0.400													
0.500													
0.450													
0.500													


Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL

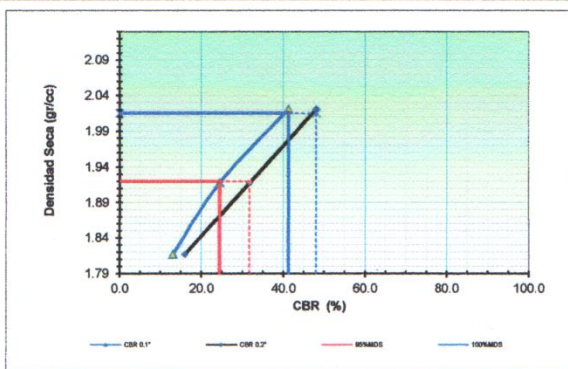


RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132

OBRA : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA
SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL
 BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL
LUGAR : PIURA
MATERIAL : LA OBRILLA (50%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (50%)
MUESTRA : M-03

Reporte N° : 024-CBR
 2 de 2
Fecha : 27/11/2020

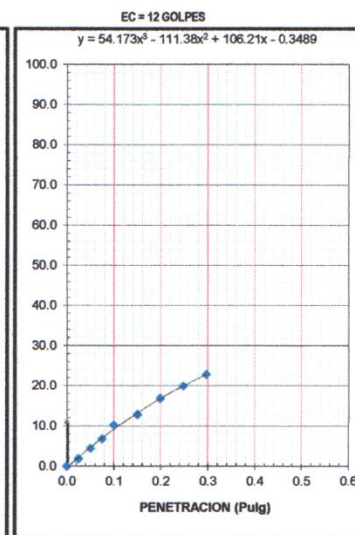
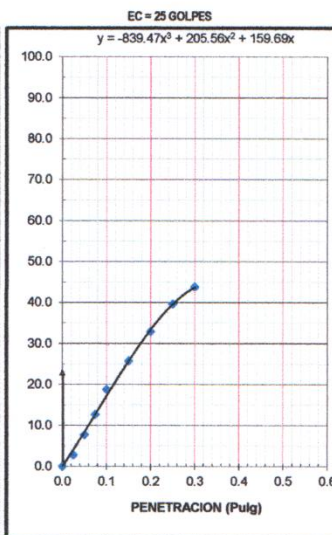
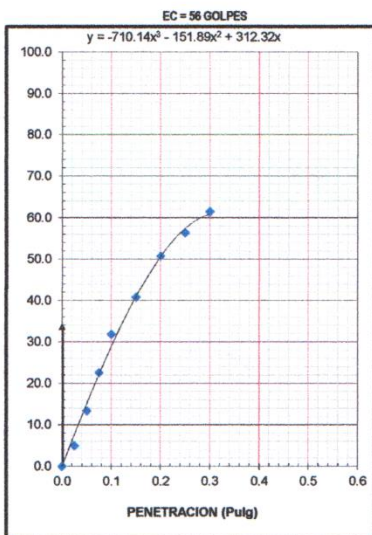
GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1°:	41.3	0.2°:	48.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1°:	24.4	0.2°:	31.7

Datos de Proctor	
Densidad Maxima	2.015 %
Humedad Penetrac.	8.40 %

OBSERVACIONES:




 Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL

ANEXO E

ENSAYO ABRASION

MTC E 207




ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
NORMA ASTM C - 131

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA		
SOLICITA	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL	Reporte N° :	007-ELA
	BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL		
CANTERA	: LA OBRILLA		
UBICACIÓN	: PIURA	Fecha :	25/11/2020

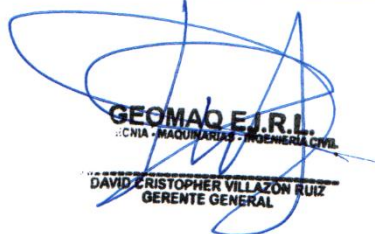
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: GRANULAR TIPO AFIRMADO
MUESTRA	: FRACCION GRUESA

TAMIZ	GRADACIONES			
	A	B	C	D
PASA 1 1/2" - RET. 1"	1253			
PASA 1" - RET. 3/4"	1251			
PASA 3/4" - RET. 1/2"	1251			
PASA 1/2" - RET. 3/8"	1249			
PESO TOTAL (g)	5004			
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12	3531			
MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 12	1473			
DESGASTE POR ABRASIÓN (%)	29.4%			

OBSERVACIONES :



Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP/101259



GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL



ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
NORMA ASTM C - 131

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA		
SOLICITA	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL	Reporte N° :	016-ELA
	BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL		
CANTERA	: LA OBRILLA		
UBICACIÓN	: PIURA	Fecha :	25/11/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: LA OBRILLA (65%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (35%)
MUESTRA	: M-02

TAMIZ	GRADACIONES			
	A	B	C	D
PASA 1 1/2" - RET. 1"	1253			
PASA 1" - RET. 3/4"	1251			
PASA 3/4" - RET. 1/2"	1251			
PASA 1/2" - RET. 3/8"	1249			
PESO TOTAL (g)	5004			
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12	3531			
MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 12	1473			
DESGASTE POR ABRASIÓN (%)	29.4%			

OBSERVACIONES :


 Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL



ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
NORMA ASTM C - 131

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA		
SOLICITA	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL	Reporte N° :	025-ELA
	BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL		
CANTERA	: La Obrilla (50%) + Concha Abanico Triturada (50%)		
UBICACIÓN	: PIURA	Fecha :	25/11/2020

DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: La Obrilla (50%) + Concha Abanico Triturada (50%)
MUESTRA	: FRACCION GRUESA

TAMIZ	GRADACIONES			
	A	B	C	D
PASA 1 1/2" - RET. 1"	1253			
PASA 1" - RET. 3/4"	1251			
PASA 3/4" - RET. 1/2"	1251			
PASA 1/2" - RET. 3/8"	1249			
PESO TOTAL (g)	5004			
MATERIAL RETENIDO TAMIZ N° 12	3531			
MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 12	1473			
DESGASTE POR ABRASIÓN (%)	29.4%			

OBSERVACIONES :



Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259



GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL

ANEXO F

ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA
MTC E 114



ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA (NORMA ASTM D - 2419)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	
SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL	Reporte N° : 008-EA
CANTERA : LA OBRILLA	Fecha : 25/11/2020
MUESTRA : MATERIAL GRANULAR	

DATOS DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION				PROMEDIO
	1	2	3		
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) mm	4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación 0:10	0:00	0:02	0:04		
Hora de salida de saturación (mas 10")	0:10	0:12	0:14		
Hora de entrada a decantación 0:02	0:12	0:14	0:16		
Hora de salida de decantación (mas 20")	0:32	0:34	0:36		
Altura máxima de material fino mm	9.0	8.9	9.0		
Altura máxima de la arena mm	2.0	1.9	1.9		
Equivalente de Arena %	23	22	22		23

Observaciones:



Richard Ronald Romero Rodriguez
INGENIERO CIVIL
CIP. 101259


GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
GERENTE GENERAL



ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA (NORMA ASTM D - 2419)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA

SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL
 BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL

Reporte N° : 017-EA

CANTERA : La Obrilla (65%) + Concha Abanico Triturada (35%)
MUESTRA : M-02

Fecha : 25/11/2020

DATOS DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION				PROMEDIO
	1	2	3		
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) mm	4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación 0:10	0:00	0:02	0:04		
Hora de salida de saturación (mas 10")	0:10	0:12	0:14		
Hora de entrada a decantación 0:02	0:12	0:14	0:16		
Hora de salida de decantación (mas 20")	0:32	0:34	0:36		
Altura máxima de material fino mm	8.7	8.7	8.8		
Altura máxima de la arena mm	2.3	2.3	2.4		
Equivalente de Arena %	27	27	28		28

Observaciones:



Richard Ronald Romero Rodriguez
INGENIERO CIVIL
CIP. 101259



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
GERENTE GENERAL





ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA (NORMA ASTM D - 2419)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	
SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL	Reporte N° : 026-EA
CANTERA : La Obrilla (50%) + Concha Abanico Triturada (50%)	Fecha : 25/11/2020
MUESTRA : M-03	

DATOS DE LA MUESTRA	IDENTIFICACION				PROMEDIO
	1	2	3		
Tamaño máximo (pasa malla N° 4) mm	4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación 0:10	0:00	0:02	0:04		
Hora de salida de saturación (mas 10") 0:10	0:10	0:12	0:14		
Hora de entrada a decantación 0:02	0:12	0:14	0:16		
Hora de salida de decantación (mas 20") 0:32	0:32	0:34	0:36		
Altura máxima de material fino mm	8.4	8.3	8.4		
Altura máxima de la arena mm	2.6	2.5	2.6		
Equivalente de Arena %	31	31	31		31

Observaciones:



Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL

ANEXO G

ENSAYO SALES SOLUBLES
MTC E 219



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (NORMA MTC E 219)

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	
SOLICITA	: BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL	Reporte N° : 009-SSA
	: BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL	
CANTERA	: LA OBRILLA	
MATERIAL	: GRANULAR TIPO AFIRMADO	Fecha : 26/11/2020

AGREGADO GRUESO					
N° MUESTRA	: M-01	ENSAYO			Promedio
TAM. MÁX.	: 25.4 mm	1	2		
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)		51.870	50.550		
(2) Peso Tarro + agua + sal		126.850	124.750		
(3) Peso Tarro Seco + sal		51.920	50.610		
(4) Peso de Sal (3 - 1)		0.05	0.06		
(5) Peso de Agua (2 - 3)		74.93	74.14		
(6) Porcentaje de Sal (4 / 5) x 100		0.067	0.081		0.074%

AGREGADO FINO					
N° MUESTRA	: M-02	ENSAYO			Promedio
TAM. MÁX.	: 4.75 mm	1	2		
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)		50.550	51.890		
(2) Peso Tarro + agua + sal		125.030	126.940		
(3) Peso Tarro Seco + sal		50.640	51.970		
(4) Peso de Sal (3 - 1)		0.09	0.08		
(5) Peso de Agua (2 - 3)		74.39	74.97		
(6) Porcentaje de Sal (4 / 5) x 100		0.121	0.107		0.114%

Observaciones :



Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259

GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL

DAVID CRISTOPHER VILLAZÓN RUIZ
 GERENTE GENERAL




SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (NORMA MTC E 219)

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	
SOLICITA	: BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL	Reporte N° : 018-SSA
	: BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL	
CANTERA	: MEZCLA EN LABORATORIO	
MATERIAL	: La Obrilla (65%) + Concha Abanico Triturada (35%)	Fecha : 26/11/2020

AGREGADO GRUESO					
N° MUESTRA	: M-01	ENSAYO			Promedio
TAM. MÁX.	: 25.4 mm	1	2		
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)		51.870	50.550		
(2) Peso Tarro + agua + sal		126.850	124.750		
(3) Peso Tarro Seco + sal		51.920	50.610		
(4) Peso de Sal (3 - 1)		0.05	0.06		
(5) Peso de Agua (2 - 3)		74.93	74.14		
(6) Porcentaje de Sal (4 / 5) x 100		0.067	0.081		0.074%

AGREGADO FINO					
N° MUESTRA	: M-02	ENSAYO			Promedio
TAM. MÁX.	: 4.75 mm	1	2		
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)		51.870	50.530		
(2) Peso Tarro + agua + sal		130.300	128.710		
(3) Peso Tarro Seco + sal		52.034	50.720		
(4) Peso de Sal (3 - 1)		0.16	0.19		
(5) Peso de Agua (2 - 3)		78.27	77.99		
(6) Porcentaje de Sal (4 / 5) x 100		0.210	0.244		0.227%

Observaciones :


 Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA / MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (NORMA MTC E 219)

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	
SOLICITA	: BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL	Reporte N° : 027-SSA
	: BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL	
CANTERA	: MEZCLA EN LABORATORIO	
MATERIAL	: La Obrilla (50%) + Concha Abanico Triturada (50%)	Fecha : 26/11/2020

AGREGADO GRUESO					
N° MUESTRA	: M-01	ENSAYO			Promedio
TAM. MÁX.	: 25.4 mm	1	2		
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)		51.870	50.550		
(2) Peso Tarro + agua + sal		126.850	124.750		
(3) Peso Tarro Seco + sal		51.920	50.610		
(4) Peso de Sal (3 - 1)		0.05	0.06		
(5) Peso de Agua (2 - 3)		74.93	74.14		
(6) Porcentaje de Sal (4 / 5) x 100		0.067	0.081		0.074%

AGREGADO FINO					
N° MUESTRA	: M-02	ENSAYO			Promedio
TAM. MÁX.	: 4.75 mm	1	2		
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)		50.540	51.850		
(2) Peso Tarro + agua + sal		128.710	130.320		
(3) Peso Tarro Seco + sal		50.750	52.080		
(4) Peso de Sal (3 - 1)		0.21	0.23		
(5) Peso de Agua (2 - 3)		77.96	78.24		
(6) Porcentaje de Sal (4 / 5) x 100		0.269	0.294		0.282%

Observaciones :



Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259



DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL

ANEXO H

ENSAYO PARTÍCULAS CHATAS Y
ALARGADAS
ASTM D 4791




ENSAYO DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (NORMA ASTM D - 4791)

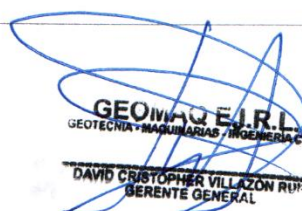
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	
SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL	Reporte N° : 010-CHA
CANTERA : LA OBRILLA	Fecha : 26/11/2020
MUESTRA : FRACCION GRUESA	

ENSAYO										
PROPORCIÓN DIMENSIONAL UTILIZADA: <input type="text"/> 1:02 <input checked="" type="text"/> X 1:03 <input type="text"/> 1:04										
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	Abertura	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	CHATAS Y ALARG.	(%)	(%) Corregido		
(pulg)	(mm)									
3"	76.200									
2"	50.800	0.0	0.00	100.0						
1 1/2"	38.100	1596.0	16.81	83.2	1596.0	81	5.1	0.85		
1"	25.400	3620.0	38.13	45.1	3620.0	261	7.2	2.75		
3/4"	19.050	1844.0	19.42	25.6	1844.0	213	11.6	2.24		
1/2"	12.700	1507.0	15.87	9.8	1507.0	184	12.2	1.94		
3/8"	8.750	927.0	9.76	0.0	927.0	165	17.8	1.74		
TOTAL		9494.0	100.0			904		9.52		
PESO TOTAL DE LA MUESTRA					9,494	Grs.				
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					9.5	%				

OBSERVACIONES:



Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS / INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL



ENSAYO DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (NORMA ASTM D - 4791)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA

SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL
 BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL

Reporte N° : 019-CHA

CANTERA : La Obrilla (65%) + Concha Abanico Triturada (35%)

MUESTRA : FRACCION GRUESA

Fecha : 26/11/2020

ENSAYO

PROPORCIÓN DIMENSIONAL UTILIZADA:

1:02
 X
 1:03
 1:04

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS Y ALARGADAS			
TAMIZ	Abertura	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	CHATAS Y ALARG.	(%)	(%) Corregido
(pulg)	(mm)							
3"	76.200							
2"	50.800	0.0	0.00	100.0				
1 1/2"	38.100	1284.0	17.28	82.7	1284.0	67	5.2	0.90
1"	25.400	2119.0	28.52	54.2	2119.0	232	10.9	3.12
3/4"	19.050	1527.0	20.55	33.6	1527.0	145	9.5	1.95
1/2"	12.700	1474.0	19.84	13.8	1474.0	132	9.0	1.78
3/8"	8.750	1026.0	13.81	0.0	1026.0	94	9.2	1.27
TOTAL		7430.0	100.0			670		9.02

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	7,430	Grs.	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	9.0	%	

OBSERVACIONES:


 Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP 101259


GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CHRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL



ENSAYO DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (NORMA ASTM D - 4791)

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA

SOLICITA : BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL

BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL

Reporte N° : 028-CHA

CANTERA : La Obrilla (50%) + Concha Abanico Triturada (50%)

MUESTRA : FRACCION GRUESA

Fecha : 26/11/2020

ENSAYO



PROPORCIÓN DIMENSIONAL UTILIZADA:

1:02 X 1:03 1:04

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS Y ALARGADAS			
TAMIZ	Abertura	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	CHATAS Y ALARG.	(%)	(%) Corregido
(pulg)	(mm)							
3"	76.200							
2"	50.800	0.0	0.00	100.0				
1 1/2"	38.100	1214.0	19.73	80.3	1214.0	62	5.1	1.01
1"	25.400	1869.0	30.38	49.9	1869.0	203	10.9	3.30
3/4"	19.050	1095.0	17.80	32.1	1095.0	108	9.9	1.76
1/2"	12.700	1183.0	19.23	12.9	1183.0	121	10.2	1.97
3/8"	8.750	792.0	12.87	0.0	792.0	76	9.6	1.24
TOTAL		6153.0	100.0			570		9.26

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	6,153	Grs.	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	9.3	%	

OBSERVACIONES:



Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259


GEOMAQ E.J.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 GERENTE GENERAL

ANEXO I

LIMITES DE ATTERBERG
MTC E 110 / E 111 / E 112



LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA		
SOLICITA :	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL		
SOLICITA :	BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL	Reporte N°:	003-LA
CANTERA :	LA OBRILLA		
MUESTRA :	MATERIAL TIPO AFIRMADO	Fecha:	23/11/2020

LIMITE LIQUIDO

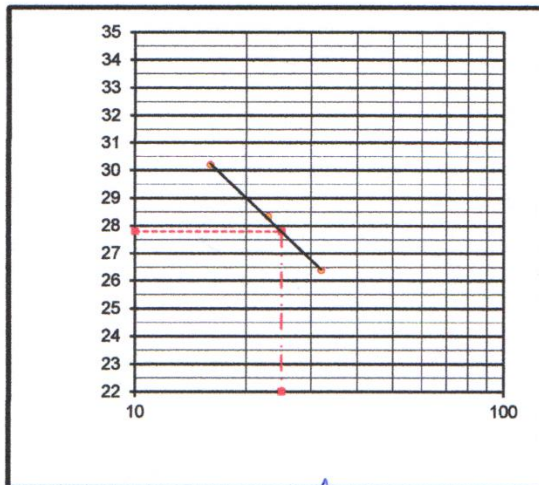
NORMA TECNICA ASTM D423-86

N°	MUESTRA	1	2	3		
1	Tara N°	T4	T5	T6		
2	Peso de la Tara grs.	27.93	26.47	28.04		
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	62.12	62.03	62.20		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	54.19	54.18	55.07		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	7.93	7.85	7.13		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	26.26	27.71	27.03		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	30.20	28.33	26.38		
8	N°. De Golpes	16	23	32		

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2			
1	Tara N°	T1	T2			
2	Peso de la Tara grs.	26.62	23.75			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	31.72	27.30			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	30.94	26.75			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.78	0.55			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	4.32	3.00			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	18.06	18.33			
Promedio de Limite Plástico :				18.19		



L.L.	:	28
L.P.	:	18
I.P.	:	10

OBSERVACIONES :



Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259



GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZÓN RUIZ
 GERENTE GENERAL



LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA	Reporte N°:	012-LA
SOLICITA :	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL	Fecha:	23/11/2020
CANTERA :	LA OBRILLA (65%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (35%)		
MUESTRA :	M-02		

LIMITE LIQUIDO

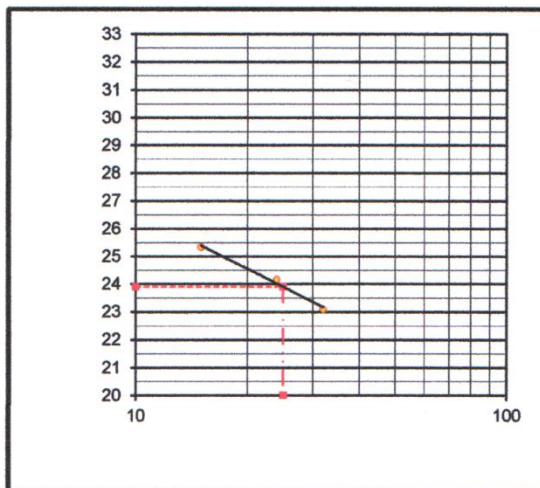
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3		
1	Tara N°	C1	C2	C3		
2	Peso de la Tara grs.	25.71	28.44	27.81		
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	65.92	66.31	63.79		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	57.79	58.94	57.04		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	8.13	7.37	6.75		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	32.08	30.50	29.23		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	25.34	24.16	23.09		
8	N°. De Golpes	15	24	32		

LIMITE PLASTICO


NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2			
1	Tara N°	C4	C5			
2	Peso de la Tara grs.	26.38	27.64			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	30.84	31.56			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	30.15	30.96			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.69	0.60			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	3.77	3.32			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	18.18	18.07			
Promedio de Límite Plástico :		18.12				



L.L.	:	24
L.P.	:	18
I.P.	:	6

OBSERVACIONES :



Richard Ronald Romero Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RIVAS
 GERENTE GENERAL



LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN EL AFIRMADO PROVENIENTE DE LA CANTERA LA OBRILLA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBBASE DE PAVIMENTOS, CASTILLA, PIURA		
SOLICITA :	BACH. HUAMÁN MEJÍA, KEVIN PAÚL BACH. TRONCOS ABENDAÑO, MIGUEL ANGEL		
CANTERA :	LA OBRILLA (50%) + CONCHA ABANICO TRITURADA (50%)	Reporte N°:	021-LA
MUESTRA :	M-03	Fecha:	23/11/2020

LIMITE LIQUIDO

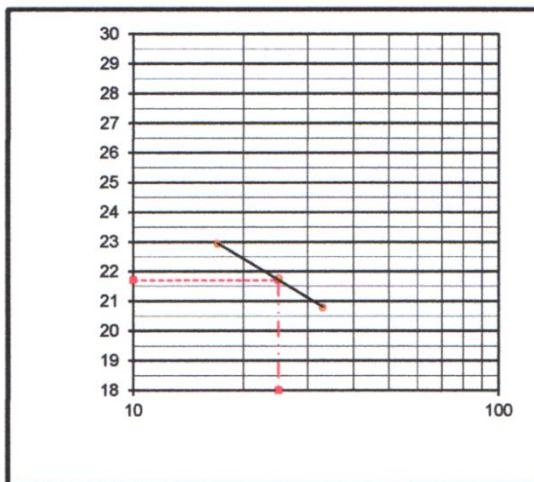
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3		
1	Tara N°	A1	A2	A3		
2	Peso de la Tara grs.	28.16	27.92	28.47		
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	58.71	59.36	59.62		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	53.01	53.74	54.26		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	5.70	5.62	5.36		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	24.85	25.82	25.79		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	22.94	21.77	20.78		
8	N°. De Golpes	17	25	33		

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2			
1	Tara N°	A4	A5			
2	Peso de la Tara grs.	25.02	28.16			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	30.86	35.21			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	29.98	34.14			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.88	1.07			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	4.96	5.98			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	17.74	17.89			
Promedio de Limite Plástico :				17.82		



L.L. :	22
L.P. :	18
I.P. :	4

OBSERVACIONES :



Richard Ronald Romero Rodríguez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101259



GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CHRISTOPHER VILLAZÓN RUIZ
 GERENTE GENERAL

PANEL
FOTOGRAFICO

Fotos botadero de concha de abanico en el sector Parachique de la Bahía de Sechura, Provincia de Sechura, Departamento de Piura.



Fotos del lavado de la concha de abanico para eliminar la materia orgánica alojada en el interior de las valvas del molusco.



Fotos de los instrumentos utilizados para la trituración de la concha de abanico.

Método 1, se utilizó 1 pisón de 11kg y molde de compactación hechizo.



Método 2, se utilización los instrumentos del ensayo Proctor normal y Proctor modificado para trituración de concha.

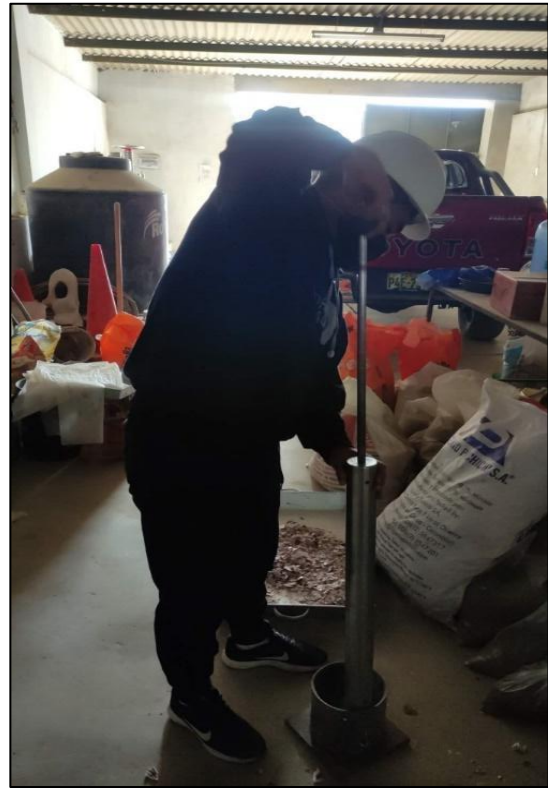


Foto muestreo de material afirmado de la cantera La obrilla, Castilla, Piura.



Fotos de los ensayos desarrollados en laboratorio de mecánica de suelos

- Cuarteo de muestras



- Tamizado por el método mecánico, para conocer la granulometría de las muestras ensayadas.



- Ensayo de límite líquido (ASTM D423-66).



- Ensayo de límite Plástico (ASTM D424-59)



- Ensayo Proctor modificado (ASTM D-1557) para las muestras propuestas.

