

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación y comparación del afirmado empleado en los
pavimentos de Sullana-Chimbote 2020**

Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil

Autora:

Urbina Delgado Evelin Victoria-

Asesor:

Ordinola Enriquez, Luis Enrique

Código. ORCID:0000-0003-0439-4488

Chimbote-Perú

2020

PALABRAS CLAVES:

Tema	Afirmado
Especialidad	Materiales

KEY WORDS:

Topic	Affirmed
Specialization	Materials

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Línea de investigación	Construcción y gestión de la construcción
Área	Ingeniería y tecnología ,
Sub área	Ingeniería civil
Disciplina	Ingeniería civil

TÍTULO

**EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS
PAVIMENTOS DE SULLANA-CHIMBOTE 2020**

RESUMEN

La investigación incluye evaluación y comparación de calidad de empleados que requieren protección en las carreteras de la ciudad. Sullana y Chimbote, para el presente trabajo nos centramos en evaluar el afirmado que distribuye las canteras más recurrentes de la ciudad de Sullana y Chimbote, basándonos en una base de datos, donde realizan estas canteras su control de calidad del afirmado, Para el desarrollo del trabajo de investigación, se necesitó evaluar ensayos realizado en el laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro; Chimbote los ensayos realizado en el laboratorio WUR CONSULTING S.R.L de la ciudad de Sullana, evaluando las características de cada muestra de afirmado de las cantera Rubén y la cantera Sojo para luego realizar el análisis correspondiente, y confirmar cuál de ellas presenta mejores características en lo que corresponde en sus propiedades físicas, mecánicas y químicas y poder recomendar la utilización del afirmado en la construcción de los pavimentos

Finalmente se obtuvieron los resultados del afirmado de las dos canteras, presentando mejores propiedades físicas y mecánicas la cantera Sojo, sobretodo en la resistencia al soporte que es de 100.00%, y la cantera Rubén con un porcentaje 91.40%, cumpliendo las dos canteras como material excelente para emplearse en base de los pavimentos.

ABSTRAC

The research project consisted of evaluating and comparing the quality of the affirmed used in the urban roads of the city of Sullana and Chimbote, for the present work we focused on evaluating the affirmation that distributes the most recurrent quarries of the city of Sullana and Chimbote, Based on a database, where these quarries carry out their quality control of the affirmed, For the development of the research work, it was necessary to evaluate the tests carried out in the soil mechanics laboratory of the San Pedro de Chimbote University and the tests carried out in the WUR CONSULTING SRL laboratory in the city of Sullana, evaluating the characteristics of each affirmed sample from the Rubén quarry and the Sojo quarry and then carrying out the corresponding analysis, and confirming which of them presents better characteristics in what corresponds to their properties physical, mechanical and chemical and to be able to recommend the use of the affirmed in the construction of the p foodstuffs Finally, the results of the affirmation of the two quarries were obtained, with the Sojo quarry presenting better physical and mechanical properties, especially in the resistance to the support that is 100.00%, and the Rubén quarry with a percentage of 91.40%, fulfilling the two quarries as material excellent to be used on the base of pavements.

Índice General

Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Introducción	1
Metodología	12
Resultados	14
Análisis y Discusión	21
Conclusiones	29
Recomendaciones	31
Referencias Bibliográficas	32
Anexos	35

Índice de Tablas

Tabla 1. Parámetros granulométricos del afirmado.....	8
Tabla 2. Descripción de la evaluación.....	13
Tabla 3. Propuesta técnica del afirmado.....	28

Índice Figuras

Figura 01. Excavación de cantera por banqueo.....	3
Figura 02. Cantera Sojo.....	14
Figura 03: Ubicación de la cantera la Sorpresa.....	15
Figura 04: Área perimetral de la cantera la sorpresa.....	16
Figura 05. Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. GM	21
Figura 06. Grava mal graduada con limo con arena GP GM.....	21
Figura 07: De acuerdo a los Parámetros de índice de plasticidad. S.U.C.S.....	22
Figura 08: gradación de agregado grueso.....	23
Figura 09. Se observa en la figura que la cantera Rubén tiene más humedad que la cantera la sorpresa.....	24
Figura 10. Se observa en la figura que la cantera Rubén tiene mayor desgaste que la cantera Sojo.....	25
Figura 11. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene menor equivalente que la cantera Rubén.....	25
Figura 12. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene menor contenido óptimo de humedad que la cantera Rubén.....	26
Figura 13. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene menor densidad que la cantera Rubén.....	26
Figura 14. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene CBR-95% mayor que la cantera Rubén.....	27
Figura 15. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene CBR-100% mayor que la cantera la Rubén.....	27
Figura 16. vista panorámica del afirmado.....	38

Figura 17. visualizando los extractos del afirmado.....	38
Figura 18. Clasificación del afirmado.....	39
Figura 19. Revisando manualmente el afirmado.....	39
Figura 20. Seleccionando el afirmado para trasladar a laboratorio de mecánica de suelos de la USP para sus ensayos correspondientes.....	40
Figura 21. Trasladando el material al laboratorio de la US.....	40
Figura 22. Realizando el análisis granulométrico del afirmado.....	41
Figura 23. Seleccionando la muestra para proctor y CBR.....	41
Figura 24. Agregando la humedad para el proctor modificado del afirmado.....	42
Figura 25. Realizando el proctor modificado.....	42
Figura 26. Listos para empezar el ensayo de CBR.....	43
Figura 27. Dejando las muestras saturar en agua por 4 días.....	43

INTRODUCCION

No existe mucha información sobre nuestro proyecto de investigación por lo tanto realizaremos pruebas físicas, mecánicas para comprobar la normativa plasmada en el MTC, por lo tanto podemos identificar la fuente que de alguna manera está relacionada con la variable en la edición de mayo de 2016, en Manual de prueba de materiales proponer temas e ideas general de ello.

Mosquera, M. (2011), en el trabajo titulado "La evaluación de la cantera para ingeniería civil en la Provincia de San Martín" tiene como objetivo evaluar varios instrumentos agregados a través de pruebas de laboratorio, la misma propiedad física, también determinan la calidad de la mecánica y los diferentes materiales utilizados en el trabajo de ingeniería en la provincia.

La conclusión es una cantera de áridos extraídos en la provincia. San Martín es causado geológicamente por ríos aluviales, su autosuficiencia se debe al flujo de ríos que contienen estas canteras. Sin embargo, debe tener una medida de control para poder desarrollarse de manera ordenada.

Herrera, C.(2016). En su título, "Proyecto para el sistema de desarrollo de equipos de construcción existentes en La Cantera Cangahua en la provincia de Pichincha", "Mina 2" dirigido al diseño del sistema de desarrollo de materiales de construcción existente para la mina. Se ubicaron dos canteras en la parroquia de Kangahua en el cantón de Kayambe, provincia de Pichincha, concluyó que la cantera Cangahua-Oyacachi contiene materiales de roca volcánica adecuados para carreteras y concreto.

(J. Esquivel, J.) (2016), en su trabajo titulado "Mejoramiento del Diseño de Tramos viales vecinales": Chulit. Rayanbara. La Soledad, Santiago Chuco, la Torre de la Libertad en Perú, con base en las especificaciones establecidas del MTC, implementar el proyecto para mejorar las carreteras que pasan por la zonas.

Resuelve el problema de las malas condiciones del tráfico vehicular dentro del máximo impacto. Como método, se utilizan algunos métodos de investigación, por ejemplo: levantamiento topográfico, diseño geométrico, pisos de carreteras, estos métodos pueden realizar una línea óptima en direcciones horizontales la línea vertical del

estudio del impacto ambiental, la calidad del material utilizado para el diseño geométrico, también se puede utilizar como material asfáltico caliente $e = 5\text{cm}$.

Estas acciones son potenciales y pueden aplicarse a diferentes tipos de ingeniería, de acuerdo con las regulaciones nacionales aún válidas y de acuerdo con el "Manual de vía integral del MTC" y "Diseño geométrico" como investigación terrenal, e impacto ambiental costos y presupuesto que ayudan a resolver los problemas y restricciones de los residentes en el camino, por el cual el estilo de vida es generalmente mejorado. (Página 28).

Marón, C. (2015), en su investigación denominada Carretera Llache-Cala Cala evaluación del progreso geológico y geotécnico 00 + 00 a 17 + 640-Pedro Vilcapaza-Puno-Perú para comprender la importancia de este estudio en el uso de carreteras geotécnicas, y uso de materiales básicos con el mantenimiento asociado que se debe realizar para determinar el mantenimiento adecuado de la carretera.

Al mismo tiempo, esta guía también presenta instrucciones de administración de mantenimiento (GEMA) y instrucciones de funcionamiento sobre el mantenimiento diario de las carreteras, de modo que los residentes y las comunidades rurales que se beneficien del campo. En general, las carreteras con la oferta de productos más altas están conectadas a varios centros comerciales, ciudades o redes de carreteras de la ley de Ruta DS N° 036-2011-MTC. Promocionar el comercio local más importante de la provincia. (Página 127).

Castro, C (2018), señaló que la cantera la viña es una concesión minera no metálica que se relaciona con la concesión total, la concesión minera se utiliza como método de extracción (descubierto) se realiza de manera experimental no técnica. Entonces es necesario calcular las reservas para que sea factible.

El departamento de Lambayeque cuenta con numerosas canteras colectivas en sus diferentes regiones, las cuales involucran minas no metálicas, involucrando materiales de construcción (arena, endurecedor, grava, piedra, etc.), y se dedican a la venta de áridos. En el caso de la extracción de áridos, es fundamental garantizar la viabilidad del proyecto. Por ello, es necesario trabajar con profesionales bien formados y

necesarios para realizar el trabajo, en lugar de experimentar como muchas de estas canteras.

Canteras

La extracción de minerales son actividades necesarias para el impulso económico, industrial y social tienen futuro y son compatibles con el desarrollo sostenible, el departamento agregado puede integrarse en un departamento importante, es posible exigir el entorno de demanda con menos explotación, mejor gestión, mayor vida útil, mayor rentabilidad y menor impacto de esta actividad empresarial. (Villanueva, 2008). “Para ser utilizado como agregado, el material debe tener condiciones físicas, tales como: adherencia y densidad específica, absoluta, porosidad, forma de partícula, compacidad, resistencia al desgaste e impacto y adherencia final”. (Arana y Fernández, 2000).

“Se compone de excavación escalonada, con distintos niveles de extracción, que pueden ser ascendentes o descendentes, dependiendo de si la excavación se realiza en pendientes o en terreno llano” (García, 2010).



Figura 01. Excavación de canteras

Fuente: Estudios geología, leyes, medio ambiente, regulación, uso y disposición de agregados

Explotación de canteras en terrenos horizontales.

Al poseer esta tierra, el programa de desarrollo incluye la planificación de la excavación del área adyacente, el trabajo se cumplirá en forma de trincheras para lograr la profundidad y longitud necesarias de la primera orilla, luego continuar ampliando el agujero a cierta altura. Debido a que los materiales en la primera fila se descartan, la excavación de la segunda fila será más útil. Cuanto más profundo sea el hoyo, más estrecho será, por lo que la profundidad es limitada y habrá un berma entre las pendientes inferior y superior. (García, 2010).

Canteras en ladera

"Cuando el banco de materiales está en una pendiente, el proceso de extracción del material será más fácil (incluida la estabilidad de la pendiente)". (García, 2015).

En cualquier parte del mundo, la extracción de la construcción de piedra es muy importante, porque el desarrollo correcto de los proyectos de infraestructura que promueve el desarrollo nacional depende de esta actividad. Dentro del desarrollo de En materiales de construcción de carreteras, existen diferentes definiciones profesionales, que involucran el término "cantera".

Una cantera lugar donde se utilizan materiales adecuados para la construcción, reparación, mejora de carreteras. (MTC, 2008).

Pavimentos

Definición

El concepto de pavimento según. Montejo, A. (2002). Indica que:

Un pavimento constituye diversos tipos de capa, una superpuesta a la otra, son relativamente planos y son técnicamente proyectados y construidos por materiales apropiados y totalmente compactos. Estas estructuras en capas están respaldadas por la subterminada de la carretera adquirida por los movimientos terrestres durante el proceso de investigación, deben ser bastante resistentes a las tensiones transmitidas por las cargas de tráfico repetidas durante el proyecto de la estructura de pavimento. El Ministerio de Transportes (MTC, 2014), define las aceras: como una estructura

multicapa en la carretera, puede soportar y dispersar el estrés causado por los vehículos y mejorar la seguridad y comodidad de la carretera. Generalmente la componen las siguientes capas: Capa base, subbase. Parte: superficie de tierra y carretera (Ministerio de Transporte (MTC, 2014).

Propiedades de materiales en pavimentos

Montejo, A. (2002). Indica que:

Se tienen que hacer las investigaciones de campo el laboratorio determina las propiedades físicas del suelo para analizar su comportamiento bajo ciertas condiciones.

Análisis granulométrico.

Determinar la distribución de partículas de tierra de diferentes tamaños

Existen varios métodos para determinar la composición granulométrica del suelo. Por ejemplo, para tamizar partículas gruesas, el tamizado es el método más rápido. Sin embargo, con el aumento tamaño de partícula refinada, el tamizado se vuelve cada vez más difícil, por lo tanto se debe utilizar el proceso de precipitación.

Determinar el límite de plástico del suelo.

El término de plasticidad es definido como contenido mínimo de agua cuando el suelo vuelve a su estado blando. En este estado, se puede moldear rápidamente sin un cambio de volumen, o agrietamiento.

Determinar el límite líquido del suelo.

El estado líquido es el contenido de humedad más alto que puede poseer el suelo sin cambiar el plástico líquido. El estado líquido se define como la fase en que la fuerza cortante del suelo es muy baja y la obliga a fluir. El cálculo del índice de plasticidad es la diferencia numérica entre el término líquido y el estado plástico e indica el grado en que el suelo mantiene la humedad del estado plástico antes de que se vuelva líquido.

Ensayos de compactación del suelo.

La compactación debe entenderse como cualquier proceso que aumente el volumen y el peso del suelo. Por lo general, conviene compactar el suelo para que podamos aumentar la resistencia al cizallamiento, reducir su compresión y hacerla más impenetrable. Durante el transcurso de compactación, se deben realizar pruebas para comprender la consistencia máxima y el contenido de humedad óptimo de diferentes suelos.

Máxima densidad seca.

Es el peso seco máximo obtenido al mezclar y compactar diferentes porcentajes de agua (generalmente predeterminado).

Óptimo contenido de humedad.

Proporción de agua que puede alcanzar su densidad máxima bajo la compresión especificada.

Determinación de la densidad del suelo en el terreno.

Esta prueba se utiliza para definir el peso seco en cierta cantidad de suelo con densidad conocida el volumen de agujeros cavados para recolectar el suelo, este volumen se mide utilizando arena y procedimientos estándar.

La proporción de peso seco, material o volumen de los poros de los que se extrae el material es la densidad seca de la capa por lo que se ha demostrado el grado de compactación.

Determinación de resistencia de los suelos.

Las pruebas en resistencias famosas son CBR (laboratorio y campo), pruebas de carga de placa.

La prueba de california (CBR). Es una prueba para medir la resistencia del suelo la fuerza y corte bajo densidad y humedad controlada. Se utiliza para hacer superficies de carreteras flexibles. CBR se expresa como un porcentaje de unidad de carga para

impulsar el mismo pistón de la misma profundidad en la muestra de piedra aplanada estándar.

Materiales para pavimento

Definición

El Ministerio de Transporte (MTC, 2014) define los materiales de pavimento como una capa de materiales de grano natural o procesado cuya calidad específica es compatible con la carga de tráfico y la carga de trabajo directamente.

El pavimento debe haber una cantidad suficiente de material viscoso fino para mantener la coherencia de partículas. Se puede utilizar como superficie de conducción en carreteras y autopistas. Columna, suelo y pavimento (Ministerio de Transporte (MTC), 2014).

Los material deben cumplir con los componentes estructurales requeridos.

Afirmado

El material utilizado está determinado por la región, y la adición de agregado, cantera o río cuando se usa como capa inferior o superficial es diferente, tamaño máximo de la unidad y porcentaje de material refinado.

Debe ser un cierto porcentaje de piedras para llevar la carga de tráfico, y un cierto porcentaje de arena debe dimensionarse de acuerdo su tamaño puede llenar los espacios entre las piedras para asegurar que la capa tenga una mejor estabilidad. finalmente, las piedras. El material de capa seguro es una determinada proporción de plástico fino.

Hay pocos materiales depositados de forma natural con una gradación ideal, entre los que se pueden utilizar directamente materiales sin tratar, por lo que deben agitarse para lograr un tamaño de partícula específico.

Por lo general, estos materiales se agregan a agregados naturales de canteras en exceso, también pueden ser agregados naturales de piedra triturada , o pueden ser una se

mezclan dos fuentes. Cabe señalar que no todos los materiales confirmados son creados iguales, por lo tanto, la calidad de los materiales debe determinarse por medio de pruebas. (MTC, "Manual de carreteras: suelo y aceras", 2014).

Los estándares de calidad que debe cumplir, para que se utilice como afirmado deberán basarse en la siguiente franja granulométrica:

Tabla 1

Parámetros granulométricos del afirmado.

<u>Franja</u>	<u>Granulométrica</u>					
<u>Afirmado</u>						
Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	-	-	-	-	-
37,5 mm (1½")	100	-	-	-	-	-
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100	-	-	-	-
9,5 mm (3/8")	45-80	65-100	50-85	60-100	-	-
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Materiales

Para algunos edificios sin estabilizadores, se deben usar materiales de partículas debido a la excavación excesiva, la recuperación de las canteras o el exfoliante de metales es obviamente pueden venir de la trituración de rocas, grava o composición de materiales de varias fuentes.

Las partículas generales deben ser duras, duraderas y robustas. No deben tener muchas partículas planas. No tienen que contener materia orgánica, pelotas de arcilla u otras sustancias nocivas. La limpieza depende del uso del material. (TCM, "Manual", 2013).

Pruebas estándar para material de afirmado

Análisis de tamaño de partícula por medio de tamizado ASTM D-422, MTC E107

Límite líquido malla N° 40 ASTM D - 4318, MTC E110

Límites malla plástica N°. 40 ASTM D - 4318, MTC W111

Clasificación Aashtho M-145, ASTM D-3282

Contenido de sales solubles totales, MTC E219

Clasificación SUCS ASTM D-2848

Material orgánico en arena ASTM C-140, MTC E213

Pruebas especiales para material de afirmado

California Bearing ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132.

Ensayo de Abrasión de los Ángeles ASTM C-131, MTC E 207.

Equivalente de arena ASTM D-2419, mtc E 114.

Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115.

La justificación científica de la presente investigación se detalla de la siguiente forma:

Tecnológica

Según los avances tecnológicos se realizan los estudios del mecanismo del suelo determina las propiedades físicas y mecánicas de los materiales del suelo, las canteras que avanzan en gran medida, por lo cual estas investigaciones podrán evaluar los resultados materiales de cantera (afirmado). Rubén y la cantera Sojo de la ciudad de Sullana- Chimbote que estén adecuado para uso como material de refuerzo de carreteras y que cumplan con las especificaciones técnicas.

Económica:

Cuando se trata de racionalidad moderada, analizaremos el coste material (metros cúbicos) de cada cantera. Asimismo, esta investigación será de gran ayuda para las entes del sector público y privado, porque ellos sabrán la confirmación de Ruben y cantera; Sojo cumple con los estándares establecidos para la acera.

Social:

Los materiales con los que se elabora cada cantera mejoran la viabilidad en cuanto a consolidación de los municipios vecinos, favoreciendo así el tránsito vehicular.

Actualmente las ciudades de Chimbote y Sullana que cuentan con estas canteras, sus vías se encuentran deterioradas, esto mucho depende del material empleado en los pavimentos por tal razón en este trabajo de investigación realizaremos una comparación de calidad del afirmado de las dos canteras más recurrentes de estas ciudades para ver quien cumpla mejor con las características exigidas por el MTC,

Se utiliza para construir cimientos granulares y sub-cimientos en aceras.

Por razones pasadas, consideramos las siguientes preguntas de investigación:

¿De qué depende la capacidad de soporte del afirmado de los pavimentos de las ciudades de Sullana-Chimbote según el manual de prueba de material MTC?

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

Variable dependiente:

Variable		Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Resistencia del afirmado		Las propiedades del terreno le permiten resistir el movimiento entre sus partículas cuando se somete a fuerzas externas.	Normalizar la fuerza requerida para que el pistón penetre a la profundidad especificada, expresada como porcentaje	CBR %

Variable independiente: híbrido

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Diseño de híbrido propuesto de afirmado	Materiales granulares específicos que soportan directamente la carga y la presión del tráfico	Los materiales naturales pueden someterse a un procesamiento gradual para mejorar su rendimiento.	%

En la presente tesis nuestra hipótesis es: Esta dada de manera implícita ya que el trabajo es descriptivo.

El objetivo general del estudio es: Determinar las peculiaridades del afirmado de las canteras de Rubén y la cantera Sojo de la ciudad de Sullana - Chimbote empleados en los pavimentos.

Y como objetivos específicos:

- ✓ Ubicación y descripción de las canteras del proyecto de investigación
- ✓ Evaluar y comparar el afirmado mediante investigación sobre la mecánica del suelo de las canteras de Rubén y la cantera Sojo la ciudad de Sullana-Chimbote según el manual de pruebas de materiales del Ministerio de Transporte comunicación a nivel de afirmado.
- ✓ Analizar los resultados del material obtenidos de las canteras Rubén y la cantera Sojo de la ciudad de Sullana - Chimbote.
- ✓ Realiza una propuesta según los ensayos obtenidos de cada cantera, y presentar una dosificación adecuada del afirmado, con el material de las canteras de Rubén y la cantera Sojo de la ciudad de Sullana - Chimbote.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación

Sustantiva, porque el proceso de investigación se describirá mediante la evaluación y comparación del estado actual y de años anteriores del afirmado empleados en la ciudad de Sullana y Chimbote, y en base a estos resultados se formulará una propuesta técnica que busca aportar a la solución de la situación problemática.

Diseño de investigación

Este estudio corresponderá a un diseño no experimental nivel descriptivo, porque se hará uso de una metodología basado en observación y análisis base de datos de estas dos laboratorios.

POBLACIÓN Y MUESTRA:

Población

Las canteras Rubén y la cantera Sojo de la ciudad de Sullana - Chimbote.

Muestra

Se evaluará 2 muestra del afirmado de cada cantera

TÉCNICA DE EVALUACIÓN

Se realizará mediante ensayos de laboratorio, apoyándonos en los ensayos estándar y especiales para materiales de afirmados en laboratorio.

Tabla 2

Descripción de la evaluación

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Análisis de Muestra	Estudio de Suelos
Observación	Guías de observación Fotografías

Para este propósito, utilizamos la guía de monitoreo de resumen como una herramienta, ya que podemos desarrollar un sistema que se puede organizar y clasificar información de diferentes pruebas.

ANALISIS DE INFORMACION

Los datos que se obtendrán de base de datos de laboratorio las ciudades de Sullana y Chimbote con respecto al análisis del tamaño de partícula mediante la detección, límite de líquido, y de plástico y clasificación de piso según aashtho, contenido de sal soluble agregado, clasificación SUCS, materia orgánica en arena , (cbr) . proctor modificado.

Respecto al afirmado de la cantera de Rubén y la cantera Sojo de la ciudad de Sullana - Chimbote, la que luego serán ingresadas a la hoja de cálculo Microsoft Excel, para luego realizar los cálculos y demostrar los parámetros normativos.

Para realizar el análisis de la información se tendrá presente:

Tablas, gráficos, planos, etc.

RESULTADOS

Cantera Sojo

Ubicación

Esta ubicada al margen izquierdo del río Chira, a 15 kilómetros del poblado de Sullana, camino a Paita, las coordenadas geográficas son 06° 53'48" latitud sur 80°48'45" de longitud oeste. En la década de 1970, la capital de la región de Miguel Checa era la ciudad de Sojo.

Descripción

El área de Miguel Checa tiene las siguientes limitaciones: al norte, está la granja "La Capilla"; en el sur, con la Quebrada "La Soledad" en la provincia de PETA (PAITA) al este la provincia de Piura; y se extiende hacia el oeste a Río Chira.



Figura 02. Cantera Sojo.

CANTERA LA RUBEN

DEFINICION:

Para poder tener una mayor noción sobre nuestro tema a estudiar, decidimos visitar una cantera, para así lograr tener un concepto más amplio sobre el afirmado.

Motivo por el cual realizamos una visita a la Cantera “Rubén”, la cual se encuentra ubicada a la salida de Chimbote, poco antes de llegar al túnel de Coishco.

Esta cantera tiene más de 20 años funcionando, al mando del señor Rubén, grupo “Rodríguez”; la cual se encarga de distribuir a todo Chimbote afirmado, agregado grueso, ya sea piedra over, piedra de 3/4 o 1/2 y confitillo.

**CANTERA
“RUBEN”**

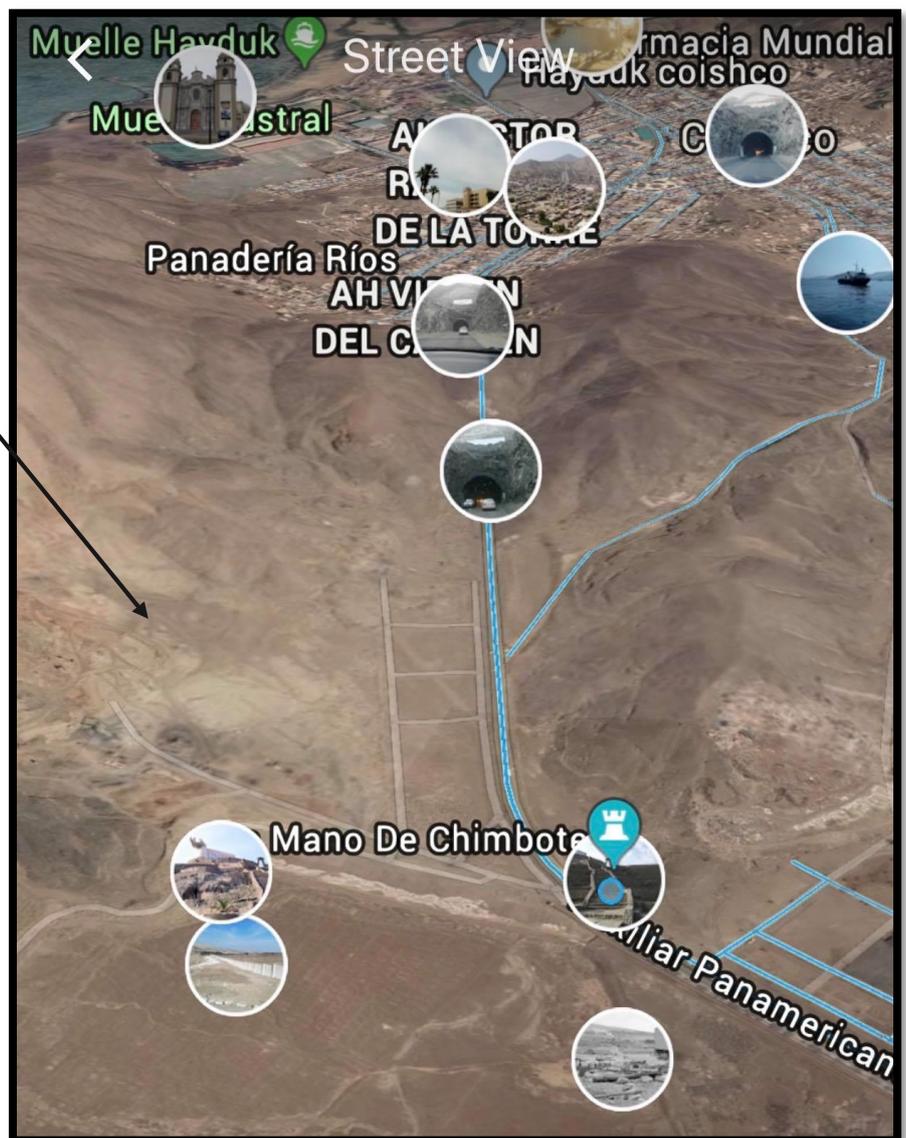


Figura 03: Ubicación de la cantera la Sorpresa.

Perimetral de la Cantera

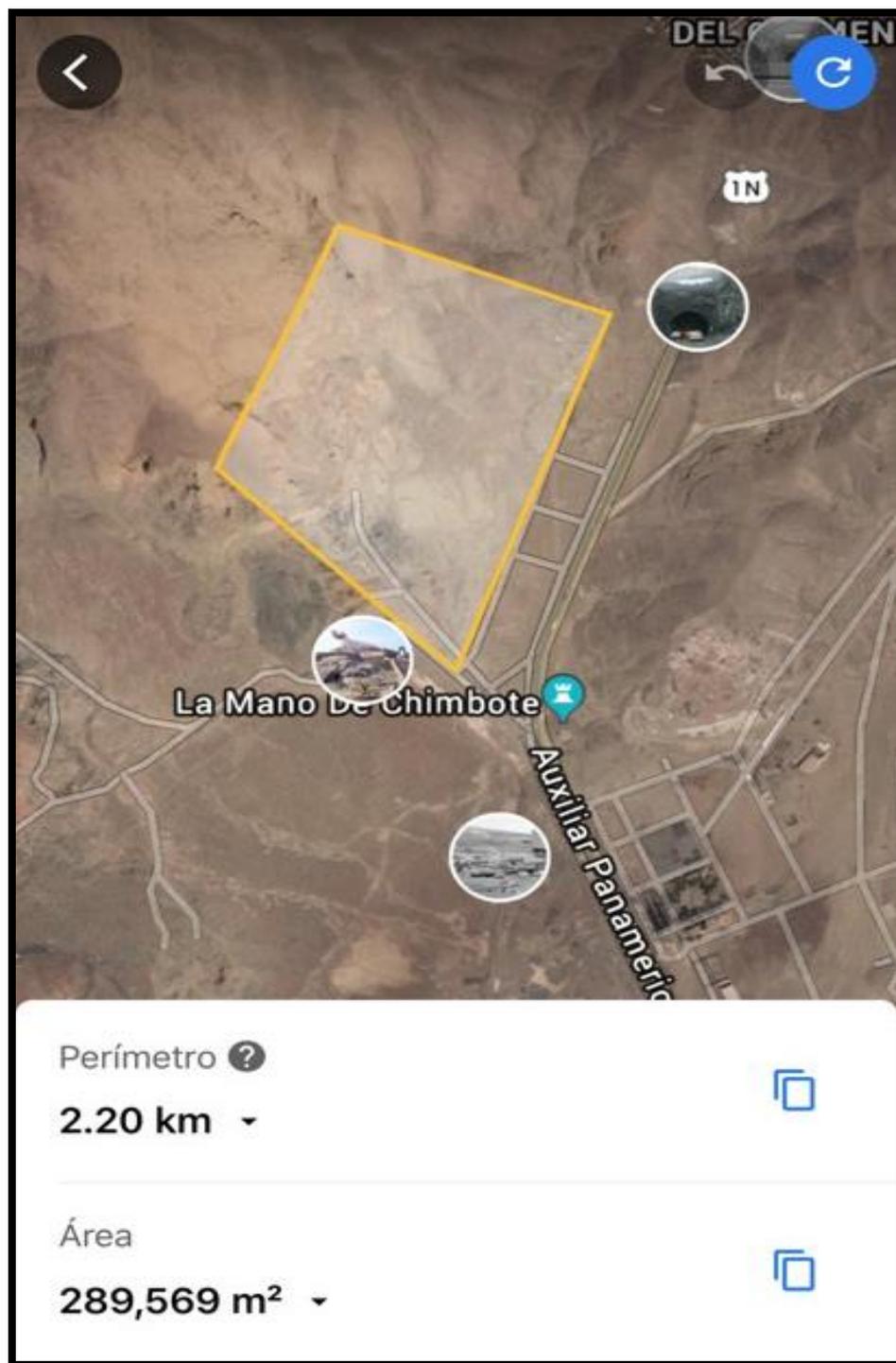


Figura 04: Área perimetral de la cantera la sorpresa.

APROXIMADO DEL RADIO DE LA CANTERA RUBEN

- 20 Hectáreas

CLASIFICACIÓN DEL AFIRMADO

El análisis granulométrico del afirmado consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen, obteniendo como resultados lo siguiente:

CANTERA SOJO PIURA

Muestra – 1 – Afirmado Cantera Sojo-Sullana

- SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO) La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes. El suelo se clasifica:
 - A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena.
- SEGÚN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S." El suelo se clasifica:
 - Grava limosa con arena con bloques GM

Muestra – 2 – Afirmado Cantera Sojo-Sullana

- SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO) La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes. El suelo se clasifica:
 - A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena.
- SEGÚN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S." El suelo se clasifica:
 - Grava limosa con arena con bloques GM

CANTERA LA RUBEN-CHIMBOTE.

Muestra – 1 – Afirmado Cantera Rubén-Chimbote.

- SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO) La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes. El suelo se clasifica:
 - A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena.
- SEGÚN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S." El suelo se clasifica:

- Grava mal graduada con limo con arena GP GM

Muestra – 2 – Afirmado Cantera Rubén -Chimbote.

- SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO) La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes. El suelo se clasifica:
 - A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena.
- SEGÚN EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S." El suelo se clasifica:
 - Grava mal graduada con limo con arena GP GM

LIMITES DE CONSISTENCIA

Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg. Lo cual se realizó a las siguientes canteras.

Cantera Sojo-Sullana.

El resultado realizado en el laboratorio es:

- Limite líquido 18.73.
- Limite plástico % 16.72.
- Índice de plasticidad % 2.01.

Cantera Rubén -Chimbote.

- Limite líquido % NP.
- Limite plástico % NP.
- Índice de plasticidad % NP.

CONTENIDO DE HUMEDAD

Contenido ha sido expresado tradicionalmente como la proporción de la masa de humedad con respecto a la masa de la muestra de suelo después de que ha sido secada a un peso constante.

Cantera Sojo-Sullana.

El resultado realizado en el laboratorio es:

Contenido de humedad (%) 2.46

Cantera Rubén -Chimbote.

Contenido de humedad (%) 4.32

RESISTENCIA A LA ABRASION

Resistencia a la abrasión es la habilidad de la superficie a resistir el desgaste realizado por el alto tráfico peatonal y de equipo mecánico. Con el tiempo, todas las plantas presentan cierto desgaste y raspaduras en la superficie. Algunas superficies soportan más **abrasión** que otras.

Cantera Sojo-Sullana.

Desgaste (%) : 17.20

Cantera Rubén -Chimbote.

Desgaste (%) : 18.60

EQUIVALENTE DE ARENA

El "**equivalente de arena**" es la relación entre la altura de **arena** y la altura de arcilla, expresada en porcentaje. ($1\frac{1}{4} \pm 0.015$ ") y altura de 431.8 mm (17") aproximadamente, graduado en espacios de 2.54 mm (0.1"), desde el fondo hasta una altura de 381 mm (15").

Cantera Sojo-Sullana.

Equivalente de arena promedio (%) 59.0

Cantera Rubén -Chimbote.

Equivalente de arena promedio (%) 66.10

PROCTOR MODIFICADO

La prueba Proctor modificada es similar a la estándar pero modificando tanto la capacidad del molde como la energía de compactación. En este caso se emplea un molde cilíndrico de 2.320 cm³ de capacidad y una maza de 4,535 kg que se deja caer desde una altura de 457 mm.

En lugar de 3 capas, se compactan 5 capas de material dando 25 golpes por cada capa.

Igualmente se realizan varias medidas de humedad y densidad del interior del molde con distintos grados de humedad para trazar la curva Proctor y de este modo dar por concluida la prueba Proctor.

Cantera Sojo-Sullana.

Contenido Optimo Humedad	6.50 %	Máxima Densidad Seca ,	2.240 g/cm³
--------------------------	---------------	------------------------	-------------------------------

Cantera Rubén -Chimbote.

Contenido Optimo Humedad	6.80%	Máxima Densidad Seca ,	2.266 g/cm³
--------------------------	--------------	------------------------	-------------------------------

RESULTADOS DE CBR

El propósito de esta prueba es determinar la capacidad portante (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio con humedad óptima y compactación variable.

Cantera Sojo-Sullana.

CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%)	100.00
--	--------

CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%)	83.00
---	-------

Cantera Rubén-Chimbote

CBR al 100% de la Máxima densidad seca (%)	91.40
--	-------

CBR al 95% de la Máxima densidad seca (%)	70.20
---	-------

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

➤ Análisis granulométrico

- De acuerdo a la muestra número 1, de la cantera Sojo según clasificación del suelo AASHTO se clasifica A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena.
- Clasificar el suelo a lo largo del sistema de clasificación de suelo unificado Grava limosa con arena con bloques GM, de acuerdo a la clasificación del suelo método U.S.C.S.
- De acuerdo a la muestra número 1, de la cantera Rubén según clasificación del suelo AASHTO se clasifica A-1-a Fragmentos de roca.
- Según el sistema de clasificación de suelos unificados el suelo se clasifica Grava bien graduada con limo con arena GP GM, de acuerdo a la clasificación del suelo método U.S.C.S.

Según los resultados del análisis granulométrico se puede detallar de la siguiente manera:

Cantera Sojo-Sullana.

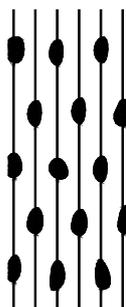


Figura 05. Gravitas limosas, mezclas grava-arena-limo. GM .

Cantera Rubén-Chimbote.

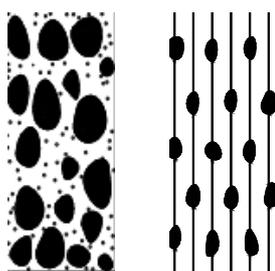


Figura 06. Grava mal graduada con limo con arena GP GM

-
- **Límites de consistencia**
- **Cantera Sojo-Sullana.**
El resultado realizado en el laboratorio es:
 - Limite de liquido 18.73
 - Limite de plástico 16.72
 - Índice de plasticidad 2.01
- **Cantera Rubén-Chimbote.**
 - Limite de liquido NP.
 - Limite de plástico NP.
 - Índice de plasticidad NP.

SISTEMA CLASIFICACION USCS							
GRUESOS (< 50 % pasa 0.08 mm)							
Tipo de Suelo	Símbolo	% pasa 5 mm.**	% pasa 0.08 mm.	CU	CC	** IP	
Gravas	GW	< 50	< 5	> 4	1 a 3		
	GP			≤ 6	<1 ó >3		
	GM		> 12				< 0.73 (wl-20) ó <4
	GC						> 0.73 (wl-20) ó >7
Arenas	SW	> 50	< 5	> 6	1 a 3		
	SP			≤ 6	<1 ó >3		
	SM		> 12				< 0.73 (wl-20) ó <4
	SC						> 0.73 (wl-20) y >7
* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC.							
*** respecto a la fracción retenida en el tamiz 0.080 mm							
** Si IP ≥ 0.73 (wl-20) ó si IP entre 4 y 7 e IP > 0.73 (wl-20), usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC.							
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej: GW-GM en vez de GW-GC.							
$C_u = (D_{60}) / (D_{10})$				$C_c = (D_{30}^2) / (D_{60} \cdot D_{10})$			

Figura 07: De acuerdo a los Parámetros de índice de plasticidad. S.U.C.S.

- **Contenido de humedad**
- Tradicionalmente, el contenido se expresa como una relación entre el contenido de humedad y la masa de la muestra del suelo después de ser seca a un peso constante.
- **Cantera Sojo-Sullana.**
El resultado realizado en el laboratorio es:
 - Contenido de humedad (%) 2.46
- **Cantera Rubén-Chimbote.**
 - Contenido de humedad (%) 4.32
- **Resistencia a la abrasión**

Para poder encontrar porcentaje de desgaste de la máquina de los Ángeles primero se realiza una gradación hasta obtener una muestra de 5 kilogramos método a de acuerdo al manual de materiales edición mayo 2016.

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 1/2")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (Nº 4)	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	-.-	-.-		5 000
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Figura 08: gradación de agregado grueso

Después de la gradación según la figura 20 se lleva a la maquina los ángeles, para ser sometido a 500 revoluciones con 12 esferas de acero de 46.8 mm en acero ahí la muestra gira como un molino, y después se retira la muestra se tamiza por el tamiz número 12 y todo lo retenido se pesa y se aplica la siguiente formula.

Porcentaje de desgaste:

$$\%Desgaste = \frac{Wi - Wf}{Wi} * 100$$

- **Cantera Sojo-Sullana.**

$$\%Desgaste = \frac{5000-4140}{5000} * 100$$

Desgaste (%) : 17.20

- **Cantera Rubén-Chimbote.**

- $\%Desgaste = \frac{5000-4070}{5000} * 100$

Desgaste (%) : 18.60

- **Equivalente de arena**

- **Cantera Sojo-Sullana.**

Equivalente de arena promedio (%) 59.00

- **Cantera Rubén-Chimbote.**

Equivalente de arena promedio (%) 66.10

- Al realizar el ensayo de equivalente de arena, a la cantera Sojo se obtiene menor porcentaje que la cantera Rubén, nos damos cuenta que menos porcentaje tiene la cantera pampa colorada entonces por lo tanto mayor presencia de material fino tiene.

➤ **CBR del afirmado.**

- La Cantera Sojo al analizar el CBR al 100% del afirmado se obtiene que tiene un 100.00% como material excelente bueno para base de los pavimentos,
- Mientas que la cantera Rubén tiene un CBR de 91.40%, encontrando como un material también excelente para base de un pavimento con un porcentaje menos que la cantera Sojo.

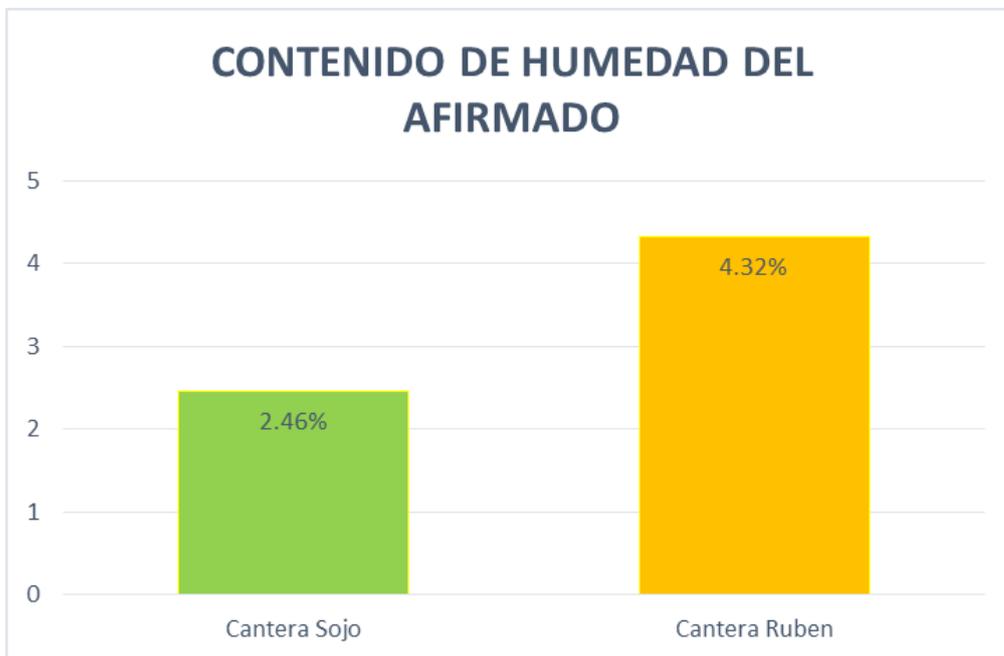


Figura 09. Se observa en la figura que la cantera Rubén tiene más humedad que la cantera la sorpresa.

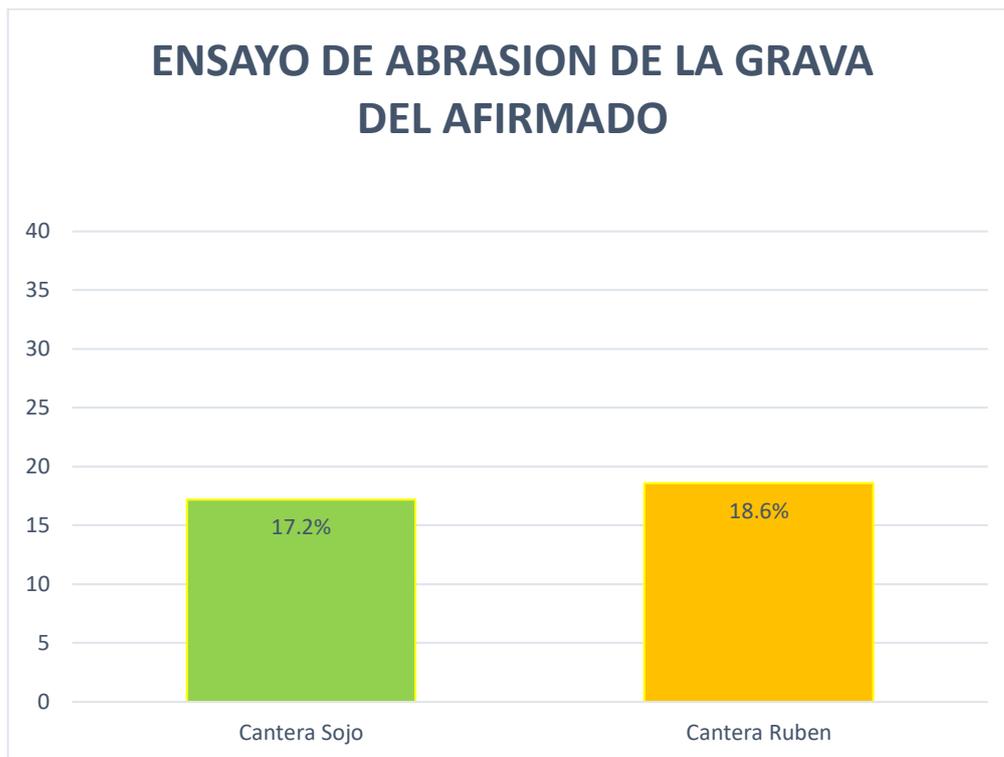


Figura 10. Se observa en la figura que la cantera Rubén tiene mayor desgaste que la cantera Sojo.

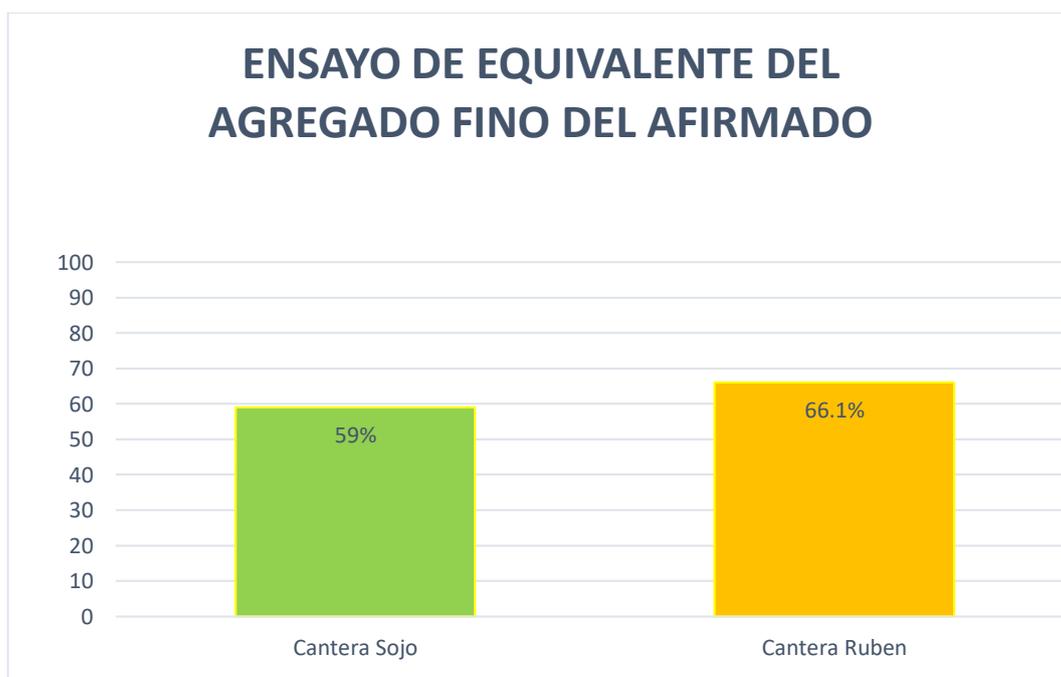


Figura 11. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene menor equivalente que la cantera Rubén.

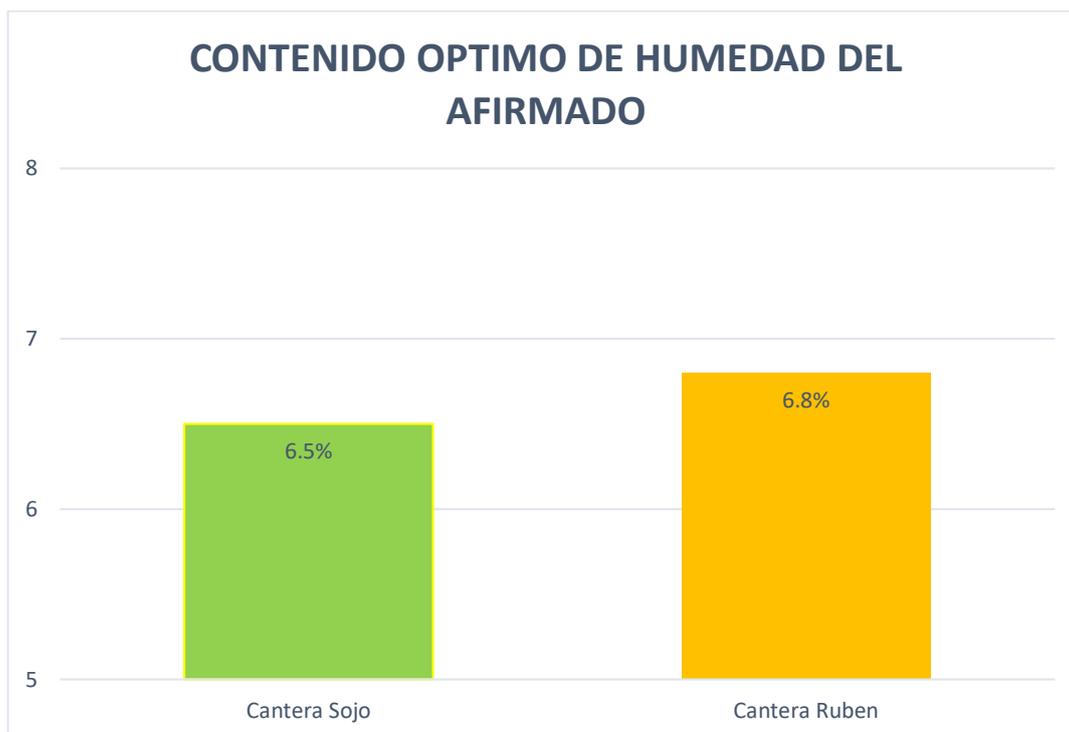


Figura 12. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene menor contenido óptimo de humedad que la cantera Rubén.



Figura 13. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene menor densidad que la cantera Rubén.

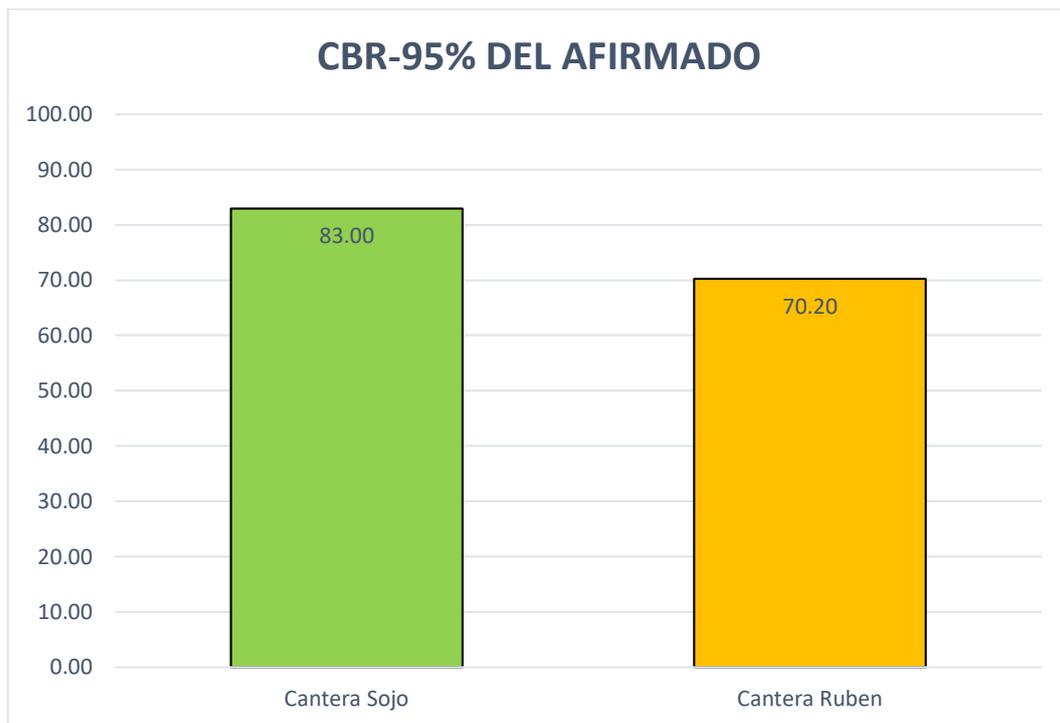


Figura 14. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene CBR-95% mayor que la cantera Rubén.



Figura 15. Se observa en la figura que la cantera Sojo tiene CBR-100% mayor que la cantera la Rubén.

Al comparar las dos canteras en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas ambas cumplen con los parámetros normativos, considerando que la cantera Sojo de la ciudad de Sullana explota un afirmado para base del pavimento al igual que la cantera Rubén de la ciudad de Chimbote.

Al comparar el afirmado de las canteras, se obtiene una ventaja considerable de la cantera Sojo, esto se debe porque la cantera Rubén es un material grava mal graduada limosa y se sabe por lógica los materiales con mucha grava genera mayores vacíos. Y al realizar los ensayos de laboratorio obtieneos porcentajes un poco variables para la base de un pavimento, pero si se considera para una sub base del pavimento.

Tabla 3.

Propuesta técnica del afirmado

REQUERIMIENTOS DEL AFIRMADO							
Ensayo	Cantera Ruben	Cantera Sojo	Propuesta	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento
Análisis granulométrico	B	B	A	MTC E207	C-131	T-96	Gradacion A
Abrasion	18.60	17.20	15.00	MTC E207	C-131	T-96	40% max
Equivalente de arena	66.10	59.00	60.00	MTC E111	D-2419	T-176	50% min
Limite liquido	NP	18.73%	NP	MTC E110	D-4318	T-89	25% max
Limite plastico	NP	16.72%	NP	MTC E211	D-4318	T-91	3% max
CBR	91.4	100.00	100.00	MTC E132	D-1883	T-193	80% min
Porcentaje de compactacion del proctor modificado referido a la maxima densidad seca			100.00	MTC E115	D-1557		100% min
variacion en el contenido de optimo de humedad del proctor modificado							± 1.5 %

CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación sobre mecánica de suelos del afirmado, la conclusión es que la cantera la Sojo y la cantera Rubén cumplen con sus propiedades físicas y mecánicas, por lo tanto, las dos canteras cumplen con los límites y parámetros normativos como material de base de un pavimento.

Al analizar el afirmado con el análisis granulométrico la cantera Sojo tiene un material limoso con grava, mientras que la cantera Rubén tiene un material mal graduado, la humedad de la cantera Sojo es 2.46% mientras que la cantera Rubén tiene una humedad de 4.32%, por lo tanto, es una humedad constante y normal para las dos muestras, al analizar los límites de consistencia la cantera Sojo tiene un índice de plasticidad de 2.01 %mientras que la cantera Rubén no cuentan con límites, teniendo en cuenta que si un afirmado tiene un índice de plasticidad mayor al 5% el afirmado no se encuentra apto para pavimentos, al determinar el ensayo de desgaste obtenemos como resultado que la cantera Sojo tiene un 17.20% mientras que la cantera Rubén 18.60% considerando que ningunas sobrepasan los límites permisibles que es de 40%, mientras que al analizar la arena obtenemos que el equivalente de la cantera Sojo tiene un 59.00 y la cantera Rubén tiene un 66.10% por lo tanto el único que cumple con los parámetros normativos es la cantera Rubén porque el equivalente de la arena para pavimentos tiene que ser $\geq 60\%$, y por ultimo al analizar el CBR al 100% del afirmado se obtiene que la cantera Sojo tiene un 100.00% como material de base excelente bueno para pavimentos, igualmente la cantera Rubén tiene un CBR de 91.40%, encontrando como un material excelente para base de un pavimento, finalmente al realizar la comparación la cantera Sojo es superior levemente en CBR a la cantera Rubén y es sí que las dos canteras cumplen como material de base de los pavimentos porque se encuentran sobre los 80%

Finalmente en nuestro trabajo de investigación, al analizar el afirmado de estas dos canteras generamos una propuesta para los pavimento, con algunos parámetros técnicos permisibles que son: análisis granulométrico como un material bien graduado como GW y GM, contenido de humedad 0 hasta un 2%, límites de consistencia deben

ser menor del 5% no con un porcentaje de ligamento, desgaste de abrasión menor de 15%, equivalente de arena sobre los 60.0% y así finalmente se podrá cumplir con el CBR al 100% superando los límites.

RECOMENDACIONES

Se recomienda una gradación técnica al material de exploración, que va ser conformado como afirmado, porque de esto depende su nivel de CBR y así estas canteras puedan superar los límites normativos.

Se recomienda a las canteras realizar sus ensayos físicos mecánicos al afirmado periódicamente, ya que este material puede variar su calidad debido a los estratos de exploración.

Se recomienda tener un control técnico adecuada en la dosificación del afirmado en las canteras, porque de esto dependerá la calidad del material como base y sub base a emplear en los pavimentos.

Se debe analizar el afirmado con un ensayo químico, para ver los componentes que puedan perjudicar la resistencia del afirmado.

Se recomienda realizar un ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio al afirmado de las canteras para saber el tiempo de vida del material.

Se recomienda seguir con este tipo de investigaciones para tener una base más sólida del tipo de material que se vende en estas ciudades, puesto que en esta investigación solo se toman muestras de las canteras Sojo y cantera la sorpresa.

Según los resultados obtenidos se recomienda siempre analizar los resultados, para poder decir por los materiales mejor seleccionado y así poder emplearlos en la construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguedo, A. (2008). Problemas ambientales en el material de construcción en Lima. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, Perú.
- Arana, R. y Fernández, J. (2000). Desarrollo agregado en la región de Murcia. Obtenido de http://www.um.es/jmpaz/EIA_CCAA1213pdf.
- Baca, J. (2012). Conflictos sociales y ambientales en la carrera de San Antonio. (Tesis de pregrado). La sede ecuatoriana de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Ecuador.
- Borja, M. (2012). Métodos de investigación científica del ingeniero. Chiclayo, Perú.
- Edificios, R. (2016). Suelo y cimentación. Lima: Megabytes.
- García, D. (2015). Se propuso una nueva propuesta de diseño para aumentar la producción de la cantera agregada ubicada en el estado de México. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, M. (2010). estudio de agregados: geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación e. Obtenido de <http://www.exploración.com/documents/study%20sobre%20ridos%20geolog%eda%20legislaci%F3n%20medium%20environment%20regulatory%20explotaci%F3n%20tratamiento>
- Herrera, P. (2016). El diseño del sistema de minería de materiales de construcción existente en la cantera Mina 2 en la parroquia Cangahua, Cayambe, provincia de Pichincha. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Mejía, J. (2013). Estudiar las propiedades físicas y mecánicas de las canteras de 3M y su uso como materiales definidos. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

- Mosquera, E. (2011). Evaluación de las canteras en la provincia de San Martín para las obras civiles. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Morales, Perú.
- MTC. (2000). Manual de pruebas de materiales (EM 2000). Lima. Perú.
- MTC. (2008). Un glosario de términos comúnmente usados en proyectos de infraestructura vial. Perú.
- MTC. (2013). Manual de carreteras. En el MTC, la especificación técnica general para la construcción EG-2013 (página 245). Lima.
- MTC. (2014). Carretera manual-tramo de suelo y acera. Perú.
- MTC. (2016). Manual de pruebas de materiales de carretera. Lima, Perú.
- Núñez, N. (2013). Evaluar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la cantera del río Huayobamba en la provincia de San Marcos para su uso en construcción. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Ortega, C. (2013). La calidad de los áridos de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón utilizado en obra civil. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ciudad de Ambato, Ecuador.
- Pastor, B. (2013). Confirmado el diagnóstico de la cantera para la construcción de la calzada de primer nivel en Campo Alegre-Peña Blanca en la región de Namora de la provincia de Cajamarca. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Ramos, B.(2012). Mejorar los materiales de confirmación de la cantera cerca del terraplén de la carretera Lircay-Cochaccasa. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional Huncavelica.
- Saavedra, A. (2016). En la ingeniería geotécnica de la minería, estudiar la importancia de la topografía. Construcción minera 10-11.

- Urcia, P. (2014). Análisis de la mezcla de materiales utilizados en el camino minero Yanacocha en las canteras Pinos y Tajo la Quinua. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Valle, P.F., Acosta, A.A. y Salvatierra, C.L. (2011). Agregado extraído de la cantera de San. Luis para uso en ingeniería civil. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Villanueva, R. (2008). Agregado de Castilla y León. Obtenido de <http://www.siemcalsa.com/images/pdf/Lo%20aridos>

ANEXO 1

PANEL FOTOGRAFICO

Matriz de consistencia

Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables
<p>¿De qué depende la capacidad de soporte del afirmado de los pavimentos de las ciudades de Sullana-Chimbote según el manual de ensayo de materiales MTC?</p>	<p>Esta dada de manera implícita ya que el trabajo es descriptivo.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar las características del afirmado de las canteras de Rubén y la cantera Sojo de la ciudad de Sullana - Chimbote empleados en los pavimentos.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>UBICACIÓN Y DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ubicación y descripción de las canteras del proyecto de investigación ✓ Evaluar y comparar el afirmado mediante el estudio de Mecánica de suelos de las canteras de Rubén y la cantera Sojo la ciudad de Sullana-Chimbote según el manual de pruebas de materiales del Ministerio de Transporte comunicación a nivel de afirmado. ✓ Analizar los resultados 	<p>Variable dependiente. Se considera una variable dependiente: Resistencia del afirmado</p> <p>Variable independiente. Considerada como variable independiente: Diseño de mezcla propuesta de afirmado</p>

		<p>del material obtenidos de las canteras Rubén y la cantera Sojo de la ciudad de Sullana - Chimbote.</p> <p>✓ Realiza una propuesta según los ensayos obtenidos de cada cantera, y presentar una dosificación adecuada del afirmado, con el material de las canteras de Rubén y la cantera Sojo de la ciudad de Sullana - Chimbote.</p>	
--	--	--	--



Figura 16. vista panorámica del afirmado.



Figura 17. visualizando los extractos del afirmado.



Figura 18. Clasificación del afirmado.



Figura 19. Revisando manualmente el afirmado.



Figura 20. Seleccionando el afirmado para trasladar a laboratorio de mecánica de suelos de la USP para sus ensayos correspondientes.



Figura 21. Traslado del material al laboratorio de la US



P.

Figura 22. Realizando el análisis granulométrico del afirmado.



Figura 23. Seleccionando la muestra para proctor y CBR



Figura 24. Agregando la humedad para el proctor modificado del afirmado.



Figura 25. Realizando el proctor modificado



Figura 26. Listos para empezar el ensayo de CBR.



Figura 27. Dejando las muestras saturar en agua por 4 días.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: "EVALUACION Y COMPARACION DEL AFIRMADO
EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA – CHIMBOTE
2020"

SOLICITA: BACHILLER EVELIN VICTORIA URBINA DELGADO.

PIURA, 15 DE DICIEMBRE 2020

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

PROYECTO "EVALUACION Y COMPARACION DEL AFIRMADO EMPLEADOS EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA - CHIMBOTE 2020"

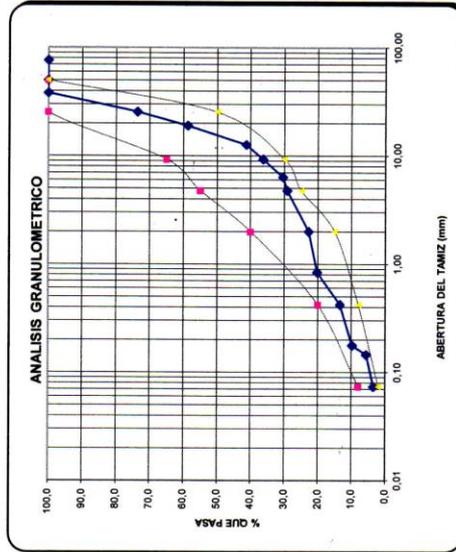
SOLICITA BACHILLER EVELIN VICTORIA URBINA DELGADO

MUESTRA BASE GRANULAR

CANTERA GODOC - SOJO - SULLANA

FECHA: PIURA, 15 DE DICIEMBRE 2020

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA
3"	76.20	0.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	2635.00	26.4	26.4	73.7
3/4"	18.00	1485.00	15.0	41.3	58.7
1/2"	12.70	1740.00	17.4	58.7	41.3
3/8"	9.30	485.00	5.0	63.7	36.4
1/4"	6.35	585.00	5.9	69.5	30.5
N° 4	4.76	130.00	1.3	70.8	29.2
N° 10	2.00	55.00	0.4	71.2	28.8
N° 20	0.840	22.00	0.2	71.4	28.6
N° 40	0.420	58.00	0.6	72.0	28.0
N° 80	0.177	31.00	0.3	72.3	27.7
N° 100	0.145	36.00	0.4	72.7	27.3
N° 200	0.074	16.00	0.2	72.9	27.1
TOTAL		220.00			
PERDIDA		30.00	3.5	100.0	0.0
PESO INICIAL		250.00			



DESCRIPCION

GRAVA LIMOSA

CLASIFICACION

A - 1 - a

SUCS

GM

PESO TOTAL 10000

LL 16.73

LP 16.72

IP 2.01



[Signature]
ING. EDWIN A. ALARCÓN
MORALES

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO	:	"EVALUCION Y COMPARACION DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA - CHIMBOTE 2020".
SOLICITANTE	:	BACHILLER EVELIN VICTORIA URBINA DELGADO
CAPA	:	BASE GRANULAR
CANTERA	:	GODOS - SOJO - SULLANA
FECHA	:	PIURA, 15 DE DICIEMBRE 2020

1.- LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	6	21,56	20,14	1,42	13,21	6,93	20,49
25	10	23,60	22,01	1,59	13,52	8,49	18,73
31	13	22,76	21,28	1,48	12,94	8,34	17,75



LL %
18,73

2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
9	24,12	22,59	1,53	13,85	8,74	17,51	16,72
11	32,58	30,72	1,86	19,04	11,68	15,92	

3.- INDICE DE PLASTICIDAD IP= LL - LP **2,01 %**

Edwin A. Alarcón Morales
Ing. Edwin A. Alarcón
Morales

Walter Uméres Améros
Dr.ing WALTER UMÉRES AMÉROS
GEOLOGO C.P. 20230
CONSULTOR

PROYECTO : "EVALUACION Y COMPARACION DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA - CHIMBOTE 2020"
 SOLICITA : BACHILLER EVELIN VICTORIA URBINA DELGADO
 CANTERA : GODOS - SOJO - SULLANA
 CAPA : BASE GRANULAR
 FECHA : PIURA, 15 DE DICIEMBRE 2020.
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m3)
 (NTP 339.141)
PROCEDIMIENTO "C"

DENSIDAD		1	2	3	4
1	Peso del molde + suelo húmedo gr.	7.945	8.335	8.805	8.620
2	Peso del molde gr.	3.480	3.480	3.480	3.480
3	Peso del suelo húmedo (1) - (2) gr.	4.465	4.855	5.325	5.140
4	Volumen del molde cm ³ .	2.232	2.232	2.232	2.232
5	Densidad húmeda (3)/(4) gr/cm ³ .	2.000	2.175	2.386	2.303

HUMEDAD		A	B	C	D
	Tara N°.				
6	Peso de la tara + suelo húmedo gr.	43,30	37,87	62,23	68,90
7	Peso de la tara + suelo seco gr.	42,35	36,87	59,26	64,82
8	Peso de la tara gr.	13,34	13,25	13,65	18,68
9	Peso del agua (6) - (7) gr.	0,95	1,00	2,97	4,08
10	Peso del suelo seco (7) - (8) gr.	29,01	23,62	45,61	46,14
11	Humedad (9)/(10)*100 %	3,27	4,23	6,50	8,84
12	Densidad seca (9)/(11+ 100)*100 gr/cm ³ .	1,937	2,087	2,240	2,116

MAXIMA DENSIDAD gr/cm ³ =	2,240
CONTENIDO OPTIMO % =	6,50




Dr. Ing. WALTER UMERES RIVEROS
 GEOLOGO CIP. 20280
 CONSULTOR


Ing. Edwin A. Alarcón
 Morales

PROYECTO :	"EVALUACION Y COMPARACION DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA- CHIMBOTE 2020"
SOLICITA :	BACHILLER EVELIN VICTORIA URBINA DELGADO
CANTERA :	GODOS - SOJO - SULLANA
CAPA :	BASE GRANULAR
FECHA :	PIURA, 15 DE DICIEMBRE 2020.

EQUIVALENTE DE ARENA AASHTO T176-00

A	HORA DE ENTRADA A SATURACION	12:30	12:32	12:34
2	SALIDA DE SATURACION : (A + 10')	12:40	12:42	12:44
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	12:41	12:43	12:45
4	SALIDA DE DECANTACION (B + 20')	1:01	1:03	1:05
5	ALTURA MATERIAL FINO (cm)	13,85	13,80	13,90
6	ALTURA ARENA (cm)	8,15	8,10	8,2
7	EQUIV. ARENA (%)	58,8	58,7	59,0
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	59%		


Ing. Edwin A. Alarcón
Morales


Dr.ing^o WALTER UMÉRES RIVEROS
GEOLOGO CIP. 20280
CONSULTOR





Proyecto	"EVALUACION Y COMPARACION DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA - CHIMBOTE 2020"		
Solicita	BACHILLER EVELIN VICTORIA URBINA DELGADO		
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
Capa	: BASE GRANULAR		
Fecha	: PIURA, 15 DE DICIEMBRE 2020		
MUESTRA	PESO MUESTRA HUMEDA	PESO MUESTRA SECA	% HUMEDAD
M-1	500,00	488,00	2,46
		AGUA	
		12,00	

Edwin A. Alarcón
Ing. Edwin A. Alarcón
 Morales

Walter Uméres Raveiros
WALTER UMERES RAVEIROS
 GEOLOGO CIP 20280
 CONSULTOR

**MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
NORMA (MTC E 132)**

PROYECTO	: "EVALUACION Y COMPACTACION DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA - CHIMBOTE 2020"
SOLICITA	: BACHILLER EVELIN VICTORIA URBINA DELGADO
CANTERA	: GODOB - SOJO - SULLANA
FECHA	: PIURA, 15 DE DICIEMBRE 2020
CAPA	: BASE GRANULAR

N° De Capas	5 capas		
	4	5	6
N° De Molde	56	25	10
N° De Golpes	9465	9300	8928
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	3991	4034	4009
Peso del suelo húmedo (gr)	5474	5266	4919
Volumen del molde (cm³)	2302	2316	2317
Densidad húmeda (gr/cm³)	2,378	2,272	2,123
Humedad %	6,15	6,65	6,84
Densidad seca (gr/cm³)	2,240	2,130	1,987

Fecha	Hora de inicio/fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
				9:00 AM	0		0,000	0		0	0,000
9:00 AM	72	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0,000	0,000	0	
9:00 AM	96	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0	

EXPANSION

Penetración (pulg.)	Tiempo (lb/pulg.)	Carga Estd. (lb./pulg²)	Carga		Corregida		Carga		Corregida		Carga		Corregida	
			Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	% CBR	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	% CBR	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	% CBR
			0,000			12,0		0,000		19,0		0,000		6,0
0,025	30"		86,0		43,6		68,0		67,4		17,0		23,2	
0,050	1'		182,0		295,2		113,0		234,0		47,0		60,6	
0,075	1'30"		259,0		621,7		185,0		387,1		85,0		182,6	
0,100	2'	1.000	356,0		883,6	88,36	255,0		631,9	63,19	136,0		291,8	29,18
0,150	3'		440,0		1213,5		360,0		870,0		190,0		465,3	
0,200	4'	1.500	515,0		1499,2	99,95	420,0		1227,1	81,81	235,0		649,0	43,26
0,250	5'		520,0		1754,3		410,0		1431,2		242,0		802,0	
0,300	6'	1.900			1771,3	93,23			1387,2	73,54			825,8	43,46
0,350	7'													
0,400	8'	2.300												
0,450	9'													
0,500	10'	2.800												

Anillo N° : 50 KN Capacidad : 10,000 Lbs. Sobrecarga : 15 Lbs. Constante : $y=23.343 + 2.02 (x)$

AV. PROLONGACION JOSE AGUILAR SANTIESTEBAN MZ N LTE 22 URB LOS JARDINES -EXCORPIURA- PIURA- C.E: wurconstingsrl@gmail.com- cel : 988717804

Edwin A. Alarcón
Ing. Edwin A. Alarcón
Moraes

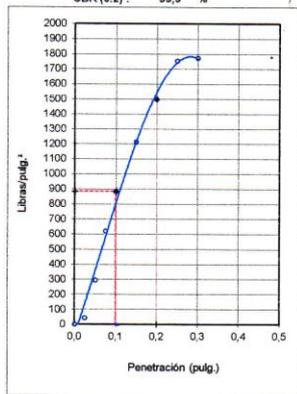
Walter Uméres Riveros
Dr.ing. WALTER UMERES RIVEROS
GEOLOGO CIP. 20280
CONSULTOR



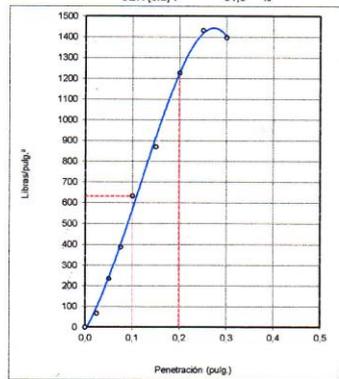
PROYECTO	: "EVALUACION Y COMPACTACION DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA - CHIMBOTE 2020"
SOLICITA	: BACHILLER EVELIN VICTORIA URBINA DELGADO
CANTERA	: GODOS - SOJO - SULLANA
FECHA	: PIURA, 15 DE DICIEMBRE 2020
CAPA	: BASE GRANULAR

MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO
NORMA (MTC E 132)

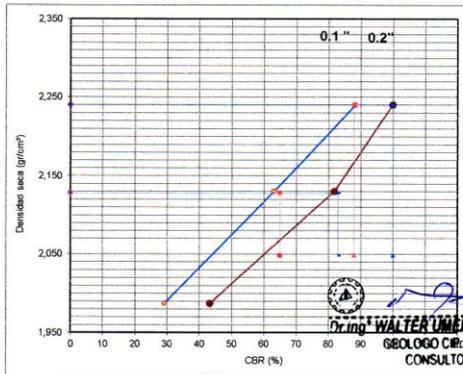
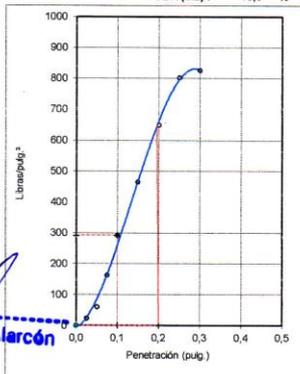
56 GOLPES
CBR (0.1) : 88,4 %
CBR (0.2) : 99,9 %



25 GOLPES
CBR (0.1) : 63,2 %
CBR (0.2) : 81,8 %



10 GOLPES
CBR (0.1) : 29,2 %
CBR (0.2) : 43,3 %



Edwin
Ing. Edwin A. Alarcón
Morales

DENSIDAD SECA 2.240 gr/cm³
HUMEDAD OPT. 6.50%

CBR (0.1) al 95 % : 85,0 %
CBR (0.1) al 100 % : 88,0 %

CBR (0.2) al 95 % : 83,0 %
CBR (0.2) al 100 % : 100,0 %

RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO
MAQUINA DE LOS ANGELES (ASTM C-131)

PROYECTO	: "EVALUACION Y COMPARACION DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA - CHIMBOTE 2020"
SOLICITA	: BACHILLER EVELIN VICTORIA URBINA DELGADO.
FECHA	: PIURA, 15 DE DICIEMBRE 2020.
CANTERA	: GODOS - SOJO - SULLANA.
GRADO	: "A" (12 Esferas)
CAPA	: BASE GRANULAR

MALLAS		PESOS POR TAMAÑOS (gr)	
PASA (%)	RET (%)	ESPECIFICADOS	ENSAYADOS
1 1/2"	1"	1.250,0	1.250,12
1"	3/4"	1.250,0	1.250,18
3/4"	1/2"	1.250,0	1.250,07
1/2"	3/8"	1.250,0	1.250,08

CALCULOS DE ENSAYO	
PESO TOTAL DEL MATERIAL (gr)	5.000,5
PESO DEL MAT. RETENIDO EN MALLA N° 12 (gr)	4.140,0
PESO DEL MAT. PASANTE LA MALLA N° 12 (gr)	860,5
PORCENAJE DE DESGASTE (%)	17,2



RESULTADOS DE ENSAYO	
PORCENTAJE DE ABRASION:	17,2 %

Edwin A. Alarcón Morales
Ing. Edwin A. Alarcón
Morales

Walter Uméres Rverós
Dr.ing. WALTER UMÉRES RVERÓS
GEOLOGO CIP. 20260
CONSULTOR

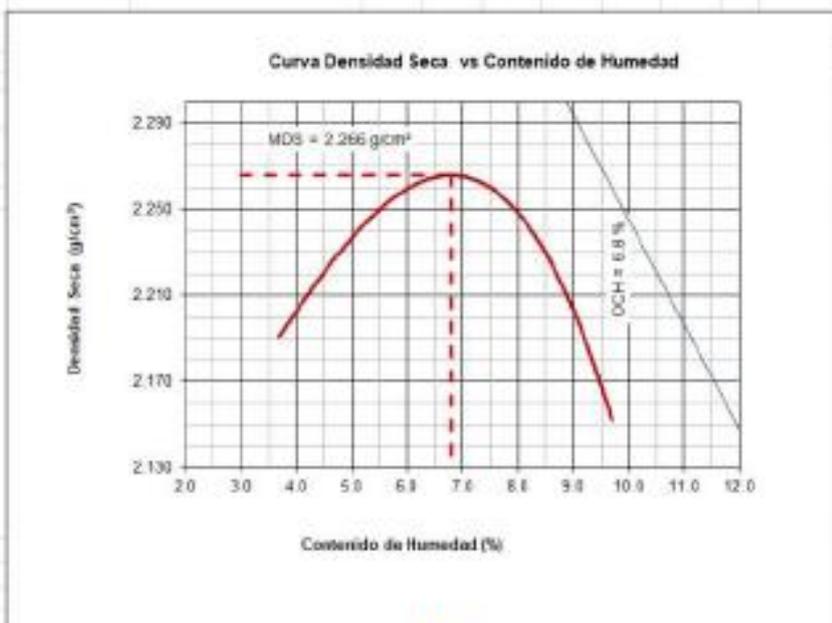
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA	BACH. URBINA DELGADO EVELIN VICTORIA.
TESIS	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS DE SULLANA-CHIMBOTE 2020
CANTERA	RUBEN
MATERIAL	AFIRMADO
FECHA	19/01/2021

Método Compactación:	"C"	Número de Golpes	56	
Energía de Compactación Standard				
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7840	8063	8196	8042
02 - Peso del Molde (g)	2672.0	2672.0	2672.0	2672.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	5168.0	5411.0	5524.0	5370.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	2.272	2.378	2.428	2.360
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	582.0	604.3	568.5	690.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	568.5	583.0	544.0	619.6
09 - Peso del agua (g)	13.5	21.3	24.5	40.4
10 - Peso del tarro (g)	207.5	202.5	269.7	204.5
11 - Peso suelo seco (g)	361.0	380.5	334.3	415.1
12 - Contenido de Humedad (%)	3.7	5.6	7.3	9.7
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	2.191	2.252	2.263	2.152

Contenido Óptimo Humedad **6.8 %** Densidad Seca Máxima, **2.266 g/cm³**

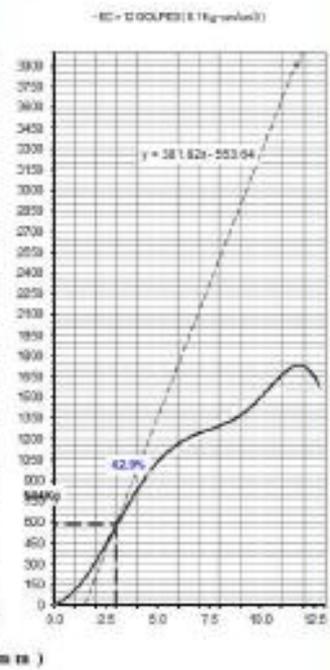
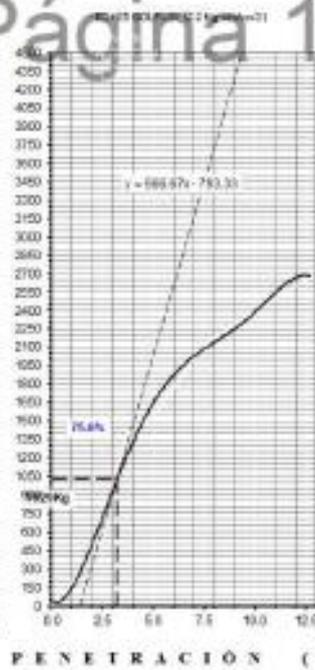
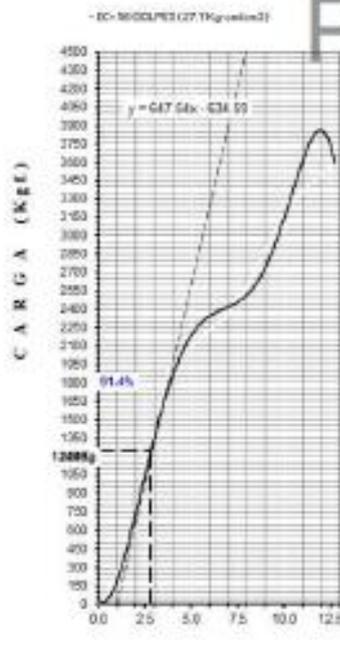
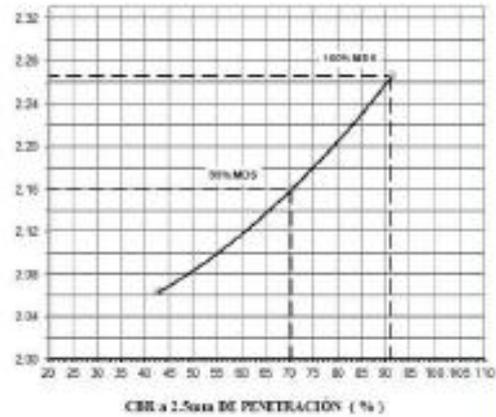
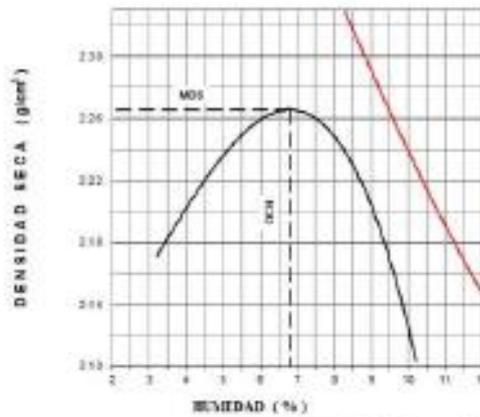


RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH. URBINA DELGADO EVELIN VICTORIA
 TESIS : EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS
 DE SULLANA-CHIMBOTE 2020
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : AFIRMADO
 FECHA : 19/01/2021

Características						
Numero de Molde			1	2	3	
Numero de Capas			5	5	5	
Numero de Golpe			56	25	12	
Energia Compactacion [kg-cm]/cm ³			27.7	12.2	6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)			9,782.0	9,514.0	9,004.0	
02 - Peso del molde (g)			4,432.0	4,577.0	4,572.0	
03 - Peso suelo humedo (g)			5,350.0	4,937.0	4,432.0	
04 - Volumen de molde, cm ³			2,210.000	2,141.000	2,012.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)			2.421	2.306	2.203	
06 - Tarro N°			0.0	0.0	0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)			609.0	561.0	633.6	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)			583.0	536.0	604.0	
09 - Peso del agua (g)			26.0	25.0	29.6	
10 - Peso del tarro (g)			202.2	166.5	167.5	
11 - Peso suelo seco (g)			380.8	369.5	436.5	
12 - Contenido de humedad (%)			6.8	6.8	6.8	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)			2.268	2.180	2.063	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Oct-16	5:00PM	0.05	0.03	0.02	
Dia 02	18-Oct-16	5:00PM	0.05	0.05	0.05	
Dia 03	19-Oct-16	5:00PM	0.06	0.05	0.05	
Dia 04	20-Oct-16	5:00PM	0.06	0.05	0.05	
Expansión, %			1.3	1.1	1.3	
Absorción						
Numero de molde			1	2	3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)			5,350.0	4,937.0	4,432.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)			9,857.1	9,569.5	9,049.7	
03 - Peso del molde (g)			4,432.0	4,577.0	4,572.0	
04 - Peso suelo embebido (g)			5,425.1	4,992.5	4,477.7	
05 - Peso del agua absorvida (g)			75.1	55.5	45.7	
06 - Peso del suelo seco (g)			5,008.1	4,624.1	4,150.5	
07 - Absorción de agua (%)			1.5	1.2	1.1	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kg]= Lectura Dial*4 2491345+27 92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	25.0	134.1	20.0	112.9	10.0	70.4
1.3	60.0	367.9	57.0	270.1	34.0	172.4
1.9	125.0	559.1	94.0	427.3	63.0	295.6
2.5	230.0	1005.22	129.0	563.31	86.0	393.35
3.2	350.0	1515.1	253.0	1103.0	142.0	631.3
3.8	440.0	1897.5	320.0	1387.6	192.0	843.8
5.08	490.0	2110.0	362.0	1568.1	230.0	1005.2
7.6	580.0	2492.4	493.0	2122.7	294.0	1277.2
10.16	750.0	3214.8	590.0	2407.4	351.0	1519.4
12.7	840.0	3597.2	623.0	2675.1	365.0	1578.9
Carga [%]	1005.22 kgf. [73.9%]		563.31 kgf. [41.4%]		393.35 kgf. [28.9%]	

SOLICITA	DATI URBINA DEL GRUPO DE INGENIERIA	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESE	FUNDACIÓN Y COMPACTACIÓN DE ARRANCO DE COMPACTACIÓN	UNIDAD DE SECA SECA (gr/cm ³)	2.265
	LOS PAVIMENTOS DE SULLANA - OMBRETE 2020	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.8
INSTRUMENTAL	ARRANCO	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	31.4
CANTERA	RUBEN	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	73.2
		EMBRUDO : -18AG	EXPANSIÓN :
	FECHA: 10-EN-2021	ABSORCIÓN: 1.5 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN :
			8.3 %



Página 1

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

SOLICITA : BACH. URSULA DELGADO EVELIN VICTORIA
 TESIS : EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DEL AFIRMADO EMPLEADO EN LOS PAVIMENTOS
 DE SULLANA-CHIMBOTE 2020
 CANTERA : RUBEN
 FECHA : 19/01/2021

Peso Seco Inicial	2700	gr.
Peso Seco Lavado	2569.1	gr.
Peso perdido por lavado	140.9	gr.

Tamiz (Abertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Porcial (%)	Retenido Acumulada (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
Nº	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Ecuivalente a tierra con o sin grava A-1 a Proyectos de carreteras, adoquines y arena
3"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
3"	22.50	202.0	7.5	92.5	
3/4"	19.00	277.0	10.3	89.7	Ver el índice por el 60
1/2"	12.50	234.5	8.7	91.3	
3/8"	9.50	154.0	5.7	94.3	Santo de partículas gruesas / Nominal para uso en carreteras
1/4"	6.30	147.5	5.5	94.5	
Nº 4	4.75	214.0	7.9	92.1	Ver el índice por el 60
Nº 10	2.00	266.6	9.9	90.1	
Nº 20	0.850	153.5	5.7	94.3	Peso tamiz Nº 4 (%) : 94.5
Nº 30	0.600	120.5	4.5	95.5	Peso tamiz Nº 200 (%) : 5.2
Nº 40	0.425	198.0	7.3	92.7	D60 (mm) : 5.07
Nº 60	0.250	224.0	8.3	91.7	D30 (mm) : 0.487
Nº 100	0.150	296.5	11.0	89.0	D10 (mm) : 0.150
Nº 200	0.075	71.0	2.6	97.4	Cu : 39.1
< 200		140.9	5.2	94.8	Cc : 0.269
Total		2700.0		100.0	

Página 1

CURVA GRANULOMÉTRICA

