

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Estudio comparativo del afirmado de las Canteras rio  
Tonto, Lullan y San Miguel –Caraz 2023”**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor:**

Cano Vilcarino, Maycol Jesus.

Código ORCID 0009-0003-5034-9024

**Asesor:**

Sigüenza Abanto Robert.

Código ORCID 0009-0003-5034-9024

**Huaraz-Perú 2023**





**Tabla N° 11: Resultado de ensayo Relacion de Soporte CBR – ASTM D-1883 de afirmado de las canteras: Rio Tonto, Llullan y San**

**Miguel** 40

**Índice de Figuras**

Figura N°1: <b>Curva Granulométrica – cantera Rio Tonto - Caraz</b>	22
Figura N°2: <b>Curva Granulométrica – cantera Rio Llullan - Caraz</b>	23
Figura N°3: <b>Curva Granulométrica – cantera Rio San Miguel - Caraz</b>	25
Figura N°4: <b>Suelos GP- GM. Grava mal graduada, limo y arcilla</b>	26
Figura N°5: <b>Grava pobremente gradada con limo y arcilla</b>	27
Figura N°6: <b>contenido optimo de humedad</b>	36
Figura N°7: <b>máxima densidad seca del afirmado</b>	36
Figura N°8: <b>CBR al 100% de la densidad seca máxima</b>	40
Figura N°9: <b>CBR al 95% de la densidad seca máxima</b>	41
Figura N°10: <b>Índices de plasticidad de un suelo fino</b>	43
Figura N°11: <b>Parámetros de CBR de los suelos</b>	46

**PALABRAS CLAVES:**

<b>Tema</b>	Afirmado de cantera
<b>Especialidad</b>	Materiales de construcción

**KEY WORDS:**

<b>Topic</b>	Affirmed from quarry
<b>Specialization</b>	Construction materials

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Línea de investigación : **Construcción y gestión de la construcción**

**OCDE**

Area : Ingeniería y Tecnología

Sub área : Ingeniería civil

Disciplina : Ingeniería civil



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

### HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Estudio comparativo del afirmado de las Canteras rio Tonto, Llullan y San Miguel - Caraz 2023**" del (a) estudiante: **CANO VILCARINO MAYCOL JESUS**, identificado(a) con Código N° **1517100097**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **29%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 13 de septiembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
  
Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN  
VICERRECTOR



**NOTA:** Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

TITULO

**Estudio comparativo del afirmado de las Canteras rio tonto,  
Llullan y San Miguel –Caraz 2023”**

## **RESUMEN**

En esta investigación se ha determinado de los objetivos principales de la investigación se realizó y se comparó las propiedades mecánicas, físicas y químicas del afirmado de las canteras rio Tonto, Llullan y San Miguel – Caraz, bajo la investigación de una productividad de calidad.

Para su proceso de proyectos de investigación, se tuvo que tener necesario ser evaluado en laboratorio de mecánica de suelos de cada muestra de las canteras de rio Tonto, Llullan y San Miguel las características para realizar el análisis correspondiente y así determinar los buenos logros y confirmar cuál de los tres afirmados muestra características optimas respecto a las otras dos, específicamente en sus propiedades físicas y mecánicas y de poder. La investigación concluye que la cantera de rio Llullan tiene una mejor capacidad de soporte CBR 49.2% y menor cantidad de finos que las demás canteras y que se puede considerar un afirmado para conformación de una sub base en pavimentos. El afirmado de las canteras de rio Tonto y San Miguel alcanzan a cumplir con los parámetros de CBR para conformación de sub base con valores de 40.4% y 45.6% respectivamente.

Las canteras evaluadas permiten el uso del afirmado para procesos constructivos de estructuras de un pavimento lo que contribuye al desarrollo de la población de Caraz Áncash.

## **Abstract**

In this research, the main objectives of the research were determined and the mechanical, physical and chemical properties of the affirmed from the Tonto, Llullan and San Miguel – Caraz quarries were compared, under the investigation of quality productivity.

For the research project process, each sample from the quarries of the Tonto, Llullan and San Miguel rivers had to be evaluated in the soil mechanics laboratory, the characteristics to carry out the corresponding analysis and thus determine the good achievements and confirm Which of the three stated shows optimal characteristics with respect to the other two, specifically in its physical and mechanical properties and power. The investigation concludes that the Llullan River quarry has a better CBR support capacity of 49.2% and a lower amount of fines than the other quarries and that

it can be considered a claim for the formation of a sub-base in pavements. The affirmation of the Tonto and San Miguel river quarries meet the CBR parameters for sub-base formation with values of 40.4% and 45.6% respectively.

The evaluated quarries allow the use of cement for construction processes of pavement structures, which contributes to the development of the population of Caraz Ancash.



## **I. INTRODUCCIÓN**

### **ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIONES CIENTÍFICA**

#### **FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA**

Ortega, (2018), en la investigación que se titula: “La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles” se planteó como el objetivo general realizar el estudio de las propiedades de las los agregados, es decir de su calidad, y como esta influye en la capacidad de resistencia que tiene un concreto que se emplea en obras de ingeniería. Concluyo que los agregados gruesos de las tres canteras se encuentran dentro de los límites aceptables, con respecto a los agregados finos las tres canteras evaluadas cumplen con los requisitos, pero en ambos casos los mejores resultados se encuentran en los agregados que se producen en el proceso mecanico de la planta de trituración.

Castañeda, Sigüenza, Montañez, Minaya (2017) En su tesis titulada “Obtención de concreto de alta resistencia a la compresión, por el método ACI, usando las canteras de la ciudad de Chimbote”, cuya investigación tuvo como objetivo general el logro de un concreto de alta resistencia usando el método de diseño del ACI, para ello se tiene como material prima los agregados de las canteras de la ciudad de Chimbote. Para lo cual analizo las propiedades de tres canteras de Chimbote incluyendo la cantera la Sorpresa, obteniendo un resultado para la resistencia a la compresión a un periodo de curado de 28 dias de 100% al valor de diseño por parte del concreto patrón o convencional, mientras que el concreto experimental superó al diseño patrón en 20%.

(Guerrero, 2020), desarrollo su tesis llamada: “Estudio de propiedades de los agregados de las canteras: Rio Yuracyacu, Naranjillo y san Francisco, y su influencia en la resistencia de concreto empleado en la construcción de obras civiles en el distrito de nueva Cajamarca”. En ella plantea como objetivo general determinar la característica del material para elaborar mezclas de concreto que se encuentran adheridos en las canteras de los ríos: Yuracyacu, Naranjillo y San Francisco y evaluar sus propiedades mecánicas y físicas como la firmeza que posee el concreto en las obras civiles ubicadas en el distrito de Nuevo Cajamarca.

La investigación llegó a la conclusión que se pudo lograr óptimos resultados para los diversos ensayos físicos y químicos que se realizaron a los agregados luego de que se aplicara una metodología para extraer las muestras de los áridos de forma constante, basados en las recomendaciones que se proporciona en las normas vigentes como la Norma Técnica Peruana y la ASTM.

(Sanchez,, 2021), su tesis en “Mejoramiento de material granular de cantera para afirmado con aditivo terrasil en la carretera Pipus – Chontapampa, Chachapoyas 2021”.

Tuvo como objetivo a analizar cómo influye el aditivo terrasil en la mejora del material granular de cantera para afirmado de la cantera Pipus - Chontapampa, Chachapoyas 2021.

Concluyo que mejoramiento del material granular de cantera para afirmado con el aditivo, se puede decir que el valor de la capacidad **portante** del suelo CBR van estado creciente.

(Dominguez , 2020), su tesis en “Estudio comparativo del afirmado de las canteras pampa colorada y la sorpresa- Chimbote 2020”.

Tuvo como objetivo evaluar y comparar las propiedades físicas y mecánicas de canteras pampa colorada y la sorpresa, para ello se determinó las características de las muestras de ambas canteras en el laboratorio de Mecánica de Suelos, Universidad de San Pedro, se comparó con la normatividad de MTC, ASTM, y NTP. Se logro obtener resultados del material afirmado para ambas canteras, destacando la cantera “Sorpresa” en sus propiedades mecánicas y físicas, el resultado mas relevante lo presentó la resistencia al soporte CBR del afirmado con un valor de 80.10%, permitiendo cumplir con la normatividad y ser usado como material para base en estructuras de pavimentación, por otro lado el afirmado de la cantera pampa colorada, solo logro cumplir la normatividad y puede ser usado como material para sub base en estructuras de pavimentos.

(Botello ,2018) en la investigación titulada “Calidad de agregados de las canteras Tacllan, Pariapata, Pariahuanca y su influencia en la resistencia del concreto, Ancash-

2017” propone como objetivo general “determinar las condiciones físicas y mecánicas de los agregados de usados en la elaboración de concreto, las canteras evaluadas son las de Tacllan, Pariapata y Pariahuanca, la calidad de los agregados influye sobre la resistencia del concreto es por ello que llego a la conclusión que las tres canteras cumplen con las características técnicas para su uso en concreto, aunque se observó una variación de la resistencia del concreto obteniendo la cantera de Tacllan una resistencia a los 28 días de 214.66kg/cm<sup>2</sup> siendo esta la más baja de los tres, la cantera de Pariapata arrojó una resistencia de 416.67 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y por último la cantera de Parihuanca se obtuvo una resistencia de 378.07 kg/cm<sup>2</sup>.

Landeo, (2019) en su investigación titulada Influencia de las propiedades de los agregados en la calidad del concreto premezclado empleado en la construcción de obras civiles en la ciudad de Huancavelica, planteo como objetivo principal de la tesis poder determinar como influye las características de los áridos en la calidad final de una mezcla de concreto premezclado que se emplea para la industria de la construcción en la ciudad de Huancavelica, luego de la evaluación de las características de los áridos, elaboración de un diseño y diversas pruebas se llego a la conclusión que la influencia es bastante significativa que se tiene en un producto resultante como el concreto premezclado y específicamente en su calidad: resistencia y durabilidad, por lo que permite ser empleado en la industria de la construcción para obras civiles ejecutadas en la ciudad de Huancavelica y provincias aledañas.

### **Fundamentación científica:**

**Cemento Portland:** Según la (NTP 334.009) Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda.

En términos generales el cemento portland es el producto de la unión del Clinker (mezcla de caliza más arcilla calcinadas y molidas) con el yeso generando un polvo muy fino que al ser mezclado con agua forma una pasta plástica y moldeable que al endurecer alcanza una alta resistencia. Las cantidades de yeso que se incluyen en la

fabricación del cemento influyen directamente con el tiempo de fraguado que posee el cemento.

### **Clasificación del cemento portland:**

Abanto (2009) nos dice: Los cementos portland se fabrican en diversos tipos los cuales tienen propiedades singulares para cada uno y son en número de 5, y se han normalizado de acuerdo a la norma americana ASTM destinadas a la producción del cemento portland: ASTM- C-150.

- Tipo I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.
- Tipo II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.
- Tipo III: Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I y tipo II.
- Tipo IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar. (Pag 17).
- Tipo I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

### **Fraguado y Endurecimiento:**

Según Abanto (2009) el proceso del fraguado viene a ser la pérdida de plasticidad que se produce en la mezcla de una pasta de cemento, existen 2 fases en el proceso de fraguado:

- La fragua Inicial: corresponde al instante en que la masa comienza con la pérdida de plasticidad.

- La fragua final: corresponde al instante cuando la masa ya no tiene la capacidad para deformarse y logra convertirse en una masa rígida. Esta característica de endurecimiento viene a lograrse a través de un proceso lento y constante hasta un periodo de 28 días aproximadamente y se le conoce como resistencia del concreto.

### **Agua:**

Rivera (2013) nos dice: este producto tiene 2 funciones de gran importancia que permite iniciar el proceso de hidratación de una pasta y obtener una manejabilidad adecuada en una mezcla. De la totalidad del agua que se usa para preparar una mezcla: pasta, mortero o concreto, una parte de ella es consumida para poder realizar la hidratación del aglomerante, la parte restante no sufre ninguna alteración y con el paso del tiempo logra la evaporación. Esta agua evaporada como inicialmente ocupa un espacio en la mezcla deja espacios vacíos dentro de una mezcla ya endurecida, estos poros o vacíos disminuyen las condiciones mecánicas de resistencia de la mezcla, ya sea mortero o concreto, además de influir en el periodo de vida útil del mismo, es decir afecta su durabilidad.

Para lograr un adecuado proceso de hidratación del aglomerante: cemento es necesario aproximadamente una cantidad de agua entre el 25%-30% respecto a su masa. Pero si solo se utilizaría ese porcentaje la mezcla que se obtiene es seca y no presenta manejabilidad, por lo que se debe considerar un incremento de agua cercano al 40% de la masa del cemento. teniendo en cuenta la relación que existe entre masa de cemento y agua, como regla práctica se ha de considerar siempre la incorporación mínima de agua en una mezcla, hasta que se permita la trabajabilidad suficiente.

Según Abanto (2009) : para la preparación de concreto se debe usar agua limpia y debe estar libre de aceites, de sales, de líquidos, ácidos, además de garantizar que no contenga álcalis, material orgánico y sustancias nocivas para un concreto o el acero de refuerzo,

Según el RNE (2014): El agua utilizada para elaboración de concreto o mortero y para el proceso de curado del mortero o concreto debe ser de preferencia

potable. Para realizar el proceso de curado y el mantenimiento o limpieza de equipos se debe usar también agua que cumplan con los requisitos antes mencionados para la elaboración del concreto,

### **Agregados Definición:**

Sánchez (2001) son también conocidos como áridos, corresponden a los materiales granulares de origen inorgánico, sin agrupación de partículas o granos, que pueden ser: naturales o artificiales, y sirven como materia prima para la elaboración de una masa compacta que se logra tras mezclarlos con una pasta conformada por un aglomerante y agua. Esta masa compacta es un mortero o concreto.

Como agregados para concreto se pueden considerar todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia del grano), no perturba ni afecta las propiedades y características del concreto y garantizan una adherencia suficiente con la pasta endurecida de cemento portland. En general, la mayoría son materiales inertes, es decir que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás constituyentes del concreto, especialmente con el cemento; sin embargo, hay algunos cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus propiedades hidráulicas, colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica característica del concreto. (Pag. 65)

Sánchez (2001) nos dice que la forma más generalizada de clasificar los agregados es según su tamaño, el cual varía desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros en sección transversal. Esta distribución del tamaño de las partículas es lo que se conoce como granulometría. La fracción fina de este material, cuyas partículas tienen un diámetro inferior a 4,76 mm y no menor de 0,074 mm (74  $\mu\text{m}$ ), es lo que comúnmente se llama arena y a la fracción gruesa, ósea aquellas partículas que tienen diámetro mayor a 4,76 mm, es la que normalmente se denomina agregado grueso o grava. ( Pág. 69).

### **Agregado fino**

Abanto (2009) Se considera agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8") y que

cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037. Las arenas provienen de la desintegración natural de las rocas madres de la corteza terrestre y que son arrastrados por corrientes aéreas o fluviales se acumulan en lugares determinados que se les denomina canteras.

### **Agregado grueso**

Abanto (2009) Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma. El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc. La grava comúnmente llamada “canto rodado”, es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra, provenientes de la desintegración natural de la roca por acción del hielo y otros agentes atmosféricos, encontrándose en canteras y lechos de ríos depositados de forma natural. La piedra chancada es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente. Su función es dar volumen y aportar su propia resistencia. (Pág. 22).

### **Propiedades Física:**

#### **Granulometría:**

Sánchez (2001) La granulometría está definida como la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados. Se determina mediante el análisis granulométrico que consisten en dividir una muestra de agregado en fracciones de igual tamaño. La medida de la cuantía de cada una de estas fracciones es lo que se conoce como granulometría. (Pág. 72)

#### **Peso específico:**

Sánchez (2001) “Depende directamente de las propiedades de la roca original de donde provienen, está definida como la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada.” (Pág. 95) **Porosidad y absorción:**

La porosidad es muy importante en el comportamiento de los agregados dentro del concreto porque una partícula porosa es menos dura que una partícula

compacta o maciza, lo cual afecta no solo a las propiedades mecánicas como la adherencia y la resistencia a la compresión y flexión sino también a las propiedades de durabilidad como resistencia al congelamiento y deshielo, estabilidad química y resistencia a la abrasión.

**Porcentaje de vacíos:**

Torre (2004) Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre partículas de agregado, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario.

**Humedad:**

Torre (2004) Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma” (Pág. 48) **Concreto:**

Torre (2004) Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma” (Pág. 48)

El concreto es una mezcla de cemento portland adicionando el agregado fino, agregado grueso y agua en cantidades calculadas para obtener las propiedades deseadas tal es el caso de la resistencia.

El concreto presenta dos estados fundamentales desde los puntos de vista prácticos. El estado fresco o plástico en el que admite ser manipulado para su adaptación a los encofrados previstos y el estado endurecido en el que ha adquirido una rigidez tal que impide su manipulación sin producir fracturas visibles.

**Concreto fresco:**

Sánchez (2001) “Las propiedades del concreto en estado endurecido dependen en mayor o menor grado de sus características en estado fresco (plástico), especialmente en lo que se refiere a los procesos de mezclado, transporte, colocación, compactación” (Pág. 111) Propiedades del concreto fresco:

Entre las principales propiedades del concreto fresco tenemos las siguientes:

**Manejabilidad:**

Sánchez (2001) “Es la propiedad del concreto fresco mediante el cual se determina su capacidad para ser colocado y consolidado apropiadamente para ser terminado sin segregación dañina alguna.” (Pág. 112)

**Consistencia:**

Sánchez (2001)” Está relacionada con el concepto de manejabilidad, pero no es su sinónimo, se refiere a su estado de fluidez, es decir, que tan dura (seca) o (blanda) es una mezcla de concreto cuando se encuentra en su estado plástico. “(Pág. 112)

**Plasticidad:**

Consistencia del concreto que pueda ser fácilmente moldeado, pero que le permita al concreto fresco cambiar de forma lentamente si se saca el molde. Por tal razón, no pueden considerarse como mezclas de consistencia plástica ni las muy secas ni las muy fluidas.

**Homogeneidad y uniformidad.**

Torre ( 2004) “Homogeneidad es la cualidad que tiene un concreto para que sus componentes se distribuyan regularmente en la masa. Uniformidad: Se llama así cuando es varias veces amasada. “(Pág. 83)

**Compacidad:**

Es la relación entre el volumen real de los componentes del hormigón y el volumen aparente del hormigón. No se tiene en cuenta el aire ocluido.

**Concreto endurecido:**

Es aquel que tras el proceso de hidratación ha pasado del estado plástico al estado rígido. Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son:

**Propiedades del concreto endurecido:****Impermeabilidad**

El concreto es un sistema poroso y nunca va a ser totalmente impermeable. Se entiende por permeabilidad como la capacidad que tiene un material de dejar pasar a través de sus poros un fluido.

### **Durabilidad**

Depende de los agentes agresivos, que pueden ser mecánicos, químicos o físicos. Los que más influyen negativamente son: sales, calor, agente contaminante, humedad.

### **Resistencia térmica**

Bajas temperaturas (hielo y deshielo), altas temperaturas (mayores a 300°C).

### **Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión se cuantifica a los 28 días de vaciado del concreto, aunque en estructuras esenciales como túneles, presas o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a 28 días. La resistencia se determina con muestras cilíndricas estandarizadas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, llevadas a la rotura mediante cargas incrementales relativamente rápidas.

### **Resistencia a la flexión**

Su valor varía en aproximadamente al 10% de la resistencia en compresión del concreto de un determinado  $f'_c$ , lo usamos para el diseño de estructuras que estarán cargadas y en el que es importante esta propiedad.

### **Diseño de mezcla**

Es la determinación de las proporciones de una mezcla, trata de determinar la cantidad de los elementos que conforman el concreto (cemento, agregados, agua, aditivos) para producir, tan económicamente como sea posible, concreto con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiere las propiedades de resistencia, durabilidad, peso unitario, estabilidad de volumen y apariencia adecuadas. Estas proporciones dependen de las propiedades particulares del concreto especificado, y de las condiciones particulares bajo las cuales el concreto será producido y colocado.

Actualmente existen varios métodos para determinar el diseño de mezcla adecuado y ellos nos arrojan resultados parecidos entre sí, a continuación, se detalla los principales métodos a usar para el diseño de esta investigación.

### **Método ACI**

Es un método de diseño de mezcla de concreto el cual se basa en calcular las cantidades de materiales constituyentes (cemento, agua, arena y grava) en peso y volumen. El método basa sus cálculos en función al documento ACI 211.11.

El documento ACI 211.1 resume el procedimiento de diseño de mezclas de concreto, en 9 pasos que son:

- Elección del revenimiento.
- Elección del tamaño máximo de agregado.
- Cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire.
- Selección de la relación agua- cemento.
- Cálculo del contenido de cemento.
- Estimación del contenido de agregado grueso.
- Estimación del contenido de agregado fino.
- Ajuste por humedad del agregado.
- Ajustes en las mezclas de prueba.

### **Justificación de la Investigación**

El incremento de las construcciones sobre todo viviendas e infraestructura civil en el distrito de Caraz y distritos colindantes genera un mayor requerimiento de materiales para elaboración de concreto tal es el caso del agregado grueso como uno de los componentes principales pero al momento de adquirir el agregado encontramos un gran problema que es el desconocimiento de la calidad del agregado por el sector construcción en específico de las canteras: utiliza agregados de las canteras: Rio Tonto, Lullan y San Miguel debido a que en su mayoría los que adquieren este agregado no se preocupan en las características que pueda tener el agregado usándolo y generando consecuencias como la incertidumbre en la resistencia ya que al desconocer la calidad del agregado no se puede saber con certeza si el concreto preparado alcanzara la resistencia deseada lo que en la mayoría de casos es resuelto con el incremento del cemento

para preparar el concreto pero esto solo genera un incremento en los costos y no es la solución adecuada es por ello que se genera la necesidad de conocer la calidad del agregado para poder solucionar los problemas antes mencionados .

En el aspecto económico la investigación será favorable ya que al conocer la calidad del agregado se puede dosificar de manera correcta y evitar el uso excesivo de cemento que incrementa el costo del concreto.

En el aspecto social la investigación beneficiara a las personas y empresas dedicadas al sector construcción ya que brindara datos técnicos del agregado de las canteras: Rio Tonto, Lullan y San Miguel, los resultados serán validados por el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro los cuales podrán ser usados para calcular diseños de mezclas para diversas resistencias, así como también la investigación aportara un diseño de mezcla listo para usar para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

El proyecto es viable ya que se cuenta con acceso a las 3 canteras, a nivel personal cuento con las herramientas intelectuales y de tiempo para realizar la investigación, así mismo se cuenta con los recursos económicos necesarios para realizar el proyecto.

## **2. Problemática**

### **Realidad problemática**

En el mundo, actualmente, el concreto es el material de construcción más ampliamente utilizado en el mundo con una producción mundial cercana a los 13,000 millones de m<sup>3</sup> por año.

(Cerón et al. 1996). La necesidad de contar con un concreto de calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y químicas de ellos, especialmente de los agregados. Sin embargo, uno de los problemas que generalmente encuentran los ingenieros y los constructores al emplear el concreto, es la poca verificación de la calidad de los agregados pétreos que utilizan, lo que propicia con cierta frecuencia resultados diferentes a los esperados. (Pag. 27)

En América latina Mendoza (2008). El concreto es el material de construcción de mayor uso en Guatemala, en construcciones civiles es fundamental para obtener buen concreto estructural, tener buena calidad de agregados, una adecuada proporción, así como el control de los mismos durante su mezclado, manejo, colocación y curado, esto se determina por medio de un análisis basado en ensayos establecidos en normas. (pag. 17)

En el Perú, Olarte (2017) Hoy en día se realizan construcciones civiles dentro de la ciudad de Andahuaylas utilizando agregados de diferentes canteras, sin embargo, los constructores que adquieren dicho material lo utilizan sin conocer sus propiedades y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de realizar el concreto ya que al no conocer las propiedades de sus componentes no podemos saber si este alcanzará la resistencia esperada. (pág. 1)

En el lugar elegido para el estudio las canteras: Rio Tonto, Llullan y San Miguel en el distrito de Caraz, Huaraz, departamento de Ancash, dedicada a la extracción de agregados desde el año 2000, la cual se ha ido posicionando en el mercado con el paso del tiempo, pero lamentablemente presenta debilidad del desconocimiento de la calidad del agregado grueso que afecta al sector construcción que adquieren de esta empresa su agregado.

Entre las causas que pueden estar originando este problema, hemos detectado que son: el desconocimiento de la normativa vigente y la autoconstrucción que, al ser realizada sin la verificación de un profesional, la ejecutan de manera artesanal y sin calculo ni seguridad alguna.

Los efectos que puede generar este problema son muchas, entre los que hemos detectado son: incremento de los costos del proyecto, construcciones inseguras y la incertidumbre de la resistencia del concreto debido a que al no conocer la calidad del agregado no se puede calcular y por ende obtener la resistencia deseada de la estructura que estamos realizando.

Por ello la presente investigación pretende solucionar el problema del desconocimiento de la calidad del agregado grueso del sector construcción de las principales canteras que abastecen los principales empresas constructoras y particulares que ejecutan obras civiles en el distrito de Caraz, a través de la identificación y cuantificación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, que nos conducirá a un correcto diseño de mezcla con la cual se disminuirá el costo del concreto y será una herramienta de ayuda a los que trabajan en el sector de la construcción.

**Formulación del Problema:**

¿Cuál es la influencia de la calidad del agregado de las canteras: Rio Tonto, Lullan y San Miguel en el distrito de Caraz, Huaraz en la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> año 2023?

## Conceptuación y operacionalización de variables

Variable en estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador
<b>Evaluación del afirmado de 3 canteras: Rio Tonto, Llullan y San Miguel</b>	Evaluar las propiedades mecánicas y físicas que posee una mezcla de material inerte: gruesos u finos, más conocido como afirmado, haciendo uso de la normatividad vigente y así llegar a la determinación de su calidad	Reconocer las diferentes características del afirmado por medio de los métodos de ensayos descritos en el laboratorio: ensayos de gradación, humedad, Proctor modificado, CBR.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades físicas,</li> <li>• Propiedades mecánicas y</li> <li>• Propiedades químicas</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Gradación <input type="checkbox"/> Contenido de humedad <input type="checkbox"/> Desgaste <input type="checkbox"/> Proctor <input type="checkbox"/> CBR <input type="checkbox"/> Alcalinidad <input type="checkbox"/> Sales solubles

La investigación que se desarrolló propone como hipótesis: La calidad del afirmado de las canteras: Rio Tonto, Llullan y San Miguel en el distrito de Caraz, influye significativamente en la calidad de un pavimento.

Para poder responder afirmativamente o no a la afirmación antes señalada el investigador propone como objetivo general de estudio el determinar la influencia que tiene la calidad del agregado de las canteras: Rio Tonto, Llullan y San Miguel en el distrito de Caraz, calidad del pavimento. Entendiéndose por calidad las características físicas y mecánicas del afirmado cumplan con los límites requeridos por la normatividad.

Se manera secuencial se debe establecer la obtención de nuevos conocimientos que ayuden a responder el objetivo general para ello se plantearon los objetivos específicos siguientes:

- Analizar las propiedades físicas del agregado grueso de las canteras: Rio Tonto, Llullan y San Miguel en el distrito de Caraz. Mediante el Manula de ensayo de materiales del MTC.
- Determinar si el agregado grueso de las canteras: Rio Tonto, Llullan y San Miguel en el distrito de Caraz, cumple con las especificaciones de la NTP.
- Mejorar las propiedades de afirmado con la materia de Rio Tonto, Llullan y San Miguel –Caraz.
- Determinar los ensayos correspondientes al Proctor modificado y CBR del afirmado de las canteras indicadas.

## **II. METODOLOGIA**

### **Tipo y diseño de la investigación:**

El tipo de investigación es aplicada y comparativa, porque los resultados obtenidos fueron usados para absolver las problemas y mejoramiento de las propiedades mecánicas y físicas del afirmado de las canteras Rio Tonto, Llullan y San Miguel – Caraz, proporcionando una alternativa para el diseño de pavimentos que presenten un comportamiento adecuado a lo largo de su vida útil o de diseño.

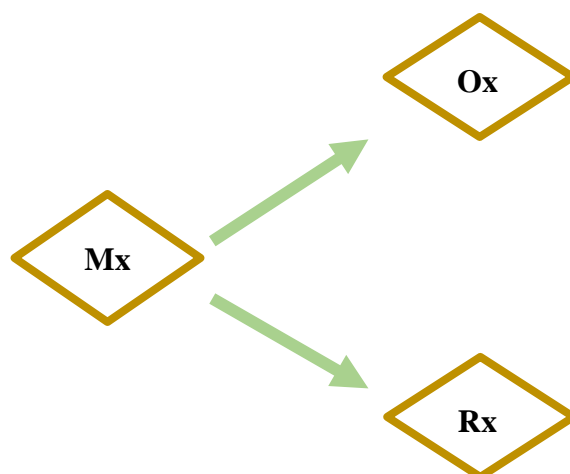
Según su alcance es correlacional ya que analiza la relación entre las dos variables y establece la relación las propiedades mecánicas y físicas del afirmado y la influencia que tiene en la calidad de un pavimento.

La investigación es descriptiva transversal ya que su objetivo solo será describir las variables y

### **Diseño de la investigación**

Se ha realizado la investigación para comprender las propiedades físicas y mecánicas de las canteras, la investigación fue de diseño no experimental descriptiva.

Comparativa.



Donde:

Mx: El afirmado de las canteras de Rio Tonto, Llullan y San Miguel

Ox: Ensayos físicos mecánicos del afirmado mediante fichas técnicas.

Rx: Resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de concreto  $F'c$  210kg/cm<sup>2</sup>.

### **Población y muestra:**

#### **Población**

El agregado grueso usado es de las canteras de Rio Tonto, Llullan y San Miguel en función a ello delimitamos que nuestra población ha sido entonces el agregado de estas canteras ubicadas en el distrito de Caraz, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

Con respecto a la muestra de agregados de las canteras de Rio Tonto, Llullan y San Miguel de donde se extrajo muestra de cada cantera mediante el método del cuarteo la cual consiste en dividir en cuatro partes el material de uno de los frentes de la

cantera aprox. (5 cubos) y tomar la cuarta parte de este material, este cuarto nuevamente mezclar y dividir en cuatro partes y tomar la cuarta parte, se repetirá este procedimiento hasta obtener 50 kilos de material que es el necesario para los ensayos necesarios de propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso distribuidas de la siguiente forma (30 kilos para análisis granulométrico, 10 kilos para ensayos de resistencia a la abrasión, 10 kilos para análisis de propiedades físicas).

### **Muestra:**

La muestra del agregado será tomada de las canteras: Rio Tonto, Llullan y San Miguel en el distrito de Caraz serán tomadas mediante el método del cuarteo la cual consiste en dividir en cuatro partes el material de uno de los frentes de la cantera aprox. (15 cubos) y tomar la cuarta parte de este material, este cuarto nuevamente mezclar y dividir en cuatro partes y tomar la cuarta parte, se repetirá este procedimiento hasta obtener 50 kilos de material que es el necesario para el análisis de propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso distribuidas de la siguiente forma (30 kilos para análisis granulométrico, 10 kilos para ensayos de resistencia a la compresión de concreto, 10 kilos para análisis de propiedades físicas), el análisis de esta muestra nos proporcionó las características físicas del agregado grueso y fino que es la variable de estudio y que se emplean en el diseño de mezclas de concreto,

### **Técnicas e instrumentos de investigación Técnica:**

Arias (2012) “La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (pág.69)

Por ello la técnica usada es la observación ya que se estudia las características de los agregados para determinar su calidad y cumplimiento de lo establecido por la norma técnica.

### **Instrumentos de investigación**

Se han hecho uso diversos instrumentos para la investigación:

El diario o libreta de campo, que se usó para poder controlar y anotar las distintas actividades que se realizaron durante los meses anteriores: toma de muestras, fechas

de la recolección de muestras, lugar de toma de fotografías, cantidades de muestras de las distintas canteras, etc.

Otro instrumento usado son las guías de observación: las cuales corresponden a formatos que han sido entregados y usados por el Laboratorio de Ensayo de materiales y Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro, estos instrumentos o fichas al ser extraídos de una norma no necesitaron ser validados, porque cumplen con los estándares que se solicita en función de la Normatividad en la cual se anotan la totalidad de los resultados para cada uno de las canteras que se ha considerado para la presente investigación, entre ellas tenemos: el ensayo granulométrico de agregado fino y grueso, el peso específico y la absorción de los agregados, el peso unitario y porcentajes de vacíos, la prueba de abrasión en máquina de los Ángeles.

Las fotografías pueden considerarse también como instrumentos de investigación ya que estos registros nos permiten tener evidencias en las distintas etapas del proceso investigativo con sus diversas actividades o procedimientos, desde la obtención de muestras en las distintas canteras en la ciudad de Caraz hasta los ensayos de resistencia a la compresión de las probetas de concreto en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro en la ciudad de Chimbote.

Respecto al proceso y al análisis de la información se aplicaron los métodos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales.

Descriptivos mediante el uso de datos que se han procesado en el programa de cálculo Microsoft Excel 2018 donde se realizaron los procesos siguientes:

Se realizó el registro de las tablas con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

Se elaboraron tablas y gráficos resumen y comparativos de las características físicas de los agregados

Se elaboraron tablas y gráficos resumen y comparativos de las resistencias a la compresión del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

características físicas de los agregados

## **Procesamiento y Análisis de Software**

Los datos de laboratorio obtenidos con los instrumentos respecto a la calidad del agregado grueso se han evaluado por método estadístico descriptivo el cual se desarrolla para la variable tal como la distribución de frecuencias, medidas de tendencia central, variabilidad y sus graficas respectivas, esto permite una correcta interpretación de los resultados y permite una visualización de los resultados de fácil entendimiento por el lector.

### III. RESULTADOS

#### De acuerdo al objetivo N° 01:

Analizar las propiedades físicas del agregado grueso de las canteras: Rio Tonto, Llullan y San Miguel en el distrito de Caraz, se tiene los siguientes resultados para cada una de las canteras.

#### Análisis granulométrico de los agregados

Tabla 1: Análisis de la granulometría de la cantera Rio Tonto – Caraz

N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso retenido parcial	Porcentaje Retenido		% Pasante
		(gr)	parcial (%)	acumulado (%)	( gr )
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	120.0	12.0	12.0	88.0
1/2"	12.50	78.0	7.8	19.8	80.2
3/8"	9.50	30.0	3.0	22.8	77.2
1/4"	6.30	76.0	7.6	30.4	69.6
N° 4	4.75	60.0	6.0	36.4	63.6
N° 10	2.00	122.0	12.2	48.6	51.4
N° 20	0.85	114.0	11.4	60.0	40.0
N° 30	0.60	32.0	3.2	63.2	36.8
N° 40	0.425	32.0	3.2	66.4	33.6
N° 60	0.250	38.0	3.8	70.2	29.8
N° 100	0.150	168.0	16.8	87.0	13.0
N° 200	0.075	80.0	8.0	95.0	5.0
<<200		50.0	5.0	100.0	0.0
<b>Total</b>		<b>1000.0</b>	<b>100</b>		<b>100</b>

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino

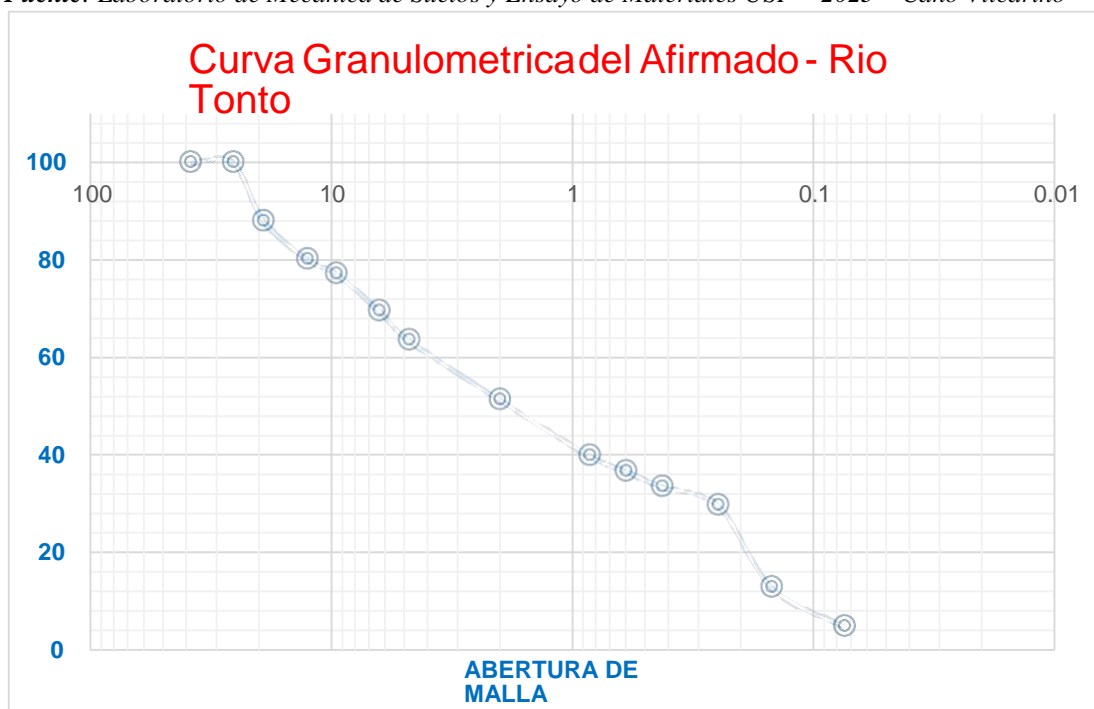


Figura N°1 Curva Granulométrica – cantera Rio Tonto - Caraz

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino

### Interpretación

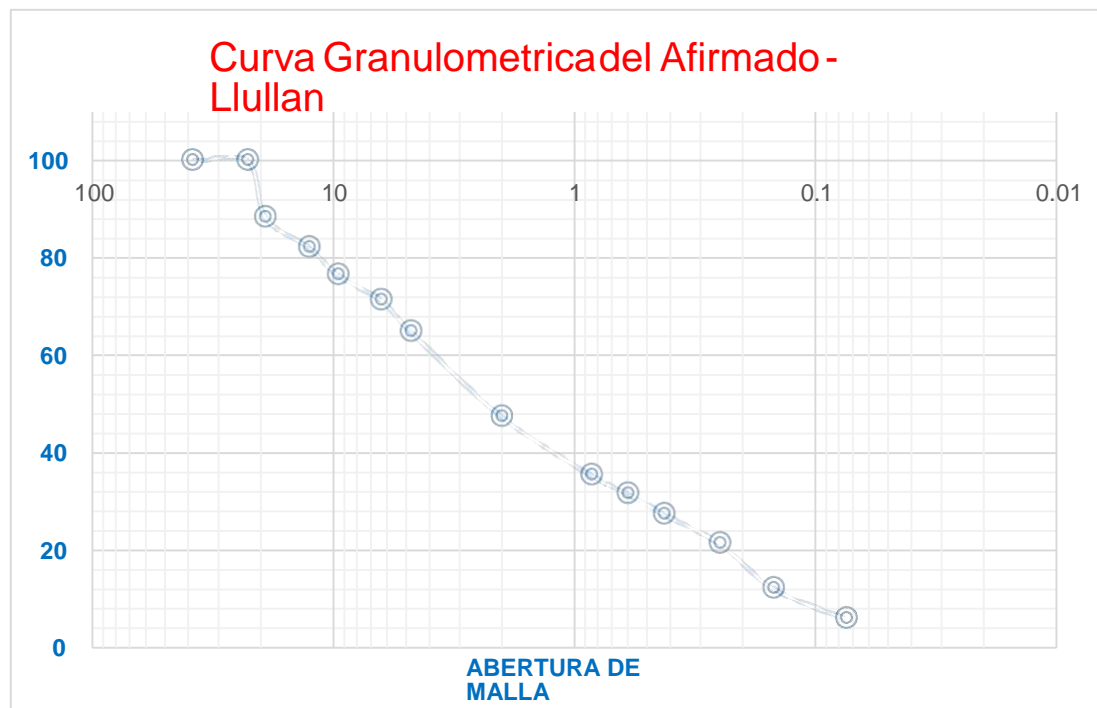
Los resultados de la distribución de la granulometría del afirmado de la cantera Rio Tonto - Caraz muestran una homogeneidad del mismo y se encuentra dentro de los estándares para cada una de las proporciones por tamiz, que van desde la malla 3/4” hasta por debajo de la malla N°200, siendo el porcentaje retenido mayor el de la malla N°100 con 16.8% del peso total de la muestra y el menor porcentaje es el de la malla N°30 y N°40 con solo 3.2% del peso total de la muestra, según la clasificación AAHSTO corresponde a un material granular A-1-b con características de excelente a bueno como subbase y fragmentos de roca, grava y arena. Según la clasificación SUCS se considera una grava mal graduada con limo con arena GP-GM

Tabla 2: Análisis de la granulometría de la cantera Llullan – Caraz

N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso retenido parcial (gr)	Porcentaje Retenido		% Pasante ( gr )
			parcial (%)	acumulado (%)	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0

3/4"	19.00	116.0	11.6	11.6	88.4
1/2"	12.50	62.0	6.2	17.8	82.2
3/8"	9.50	56.0	5.6	23.4	76.6
1/4"	6.30	52.0	5.2	28.6	71.4
N° 4	4.75	64.0	6.4	35.0	65.0
N° 10	2.00	174.0	17.4	52.4	47.6
N° 20	0.85	120.0	12.0	64.4	35.6
N° 30	0.60	38.0	3.8	68.2	31.8
N° 40	0.425	42.0	4.2	72.4	27.6
N° 60	0.250	60.0	6.0	78.4	21.6
N° 100	0.150	82.0	8.2	86.6	12.4
N° 200	0.075	72.0	7.2	93.8	6.2
<200		62.0	6.2	100.0	0.0
<b>Total</b>		<b>1000.0</b>	<b>100</b>		<b>100</b>

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*



**Figura N°2 Curva Granulométrica – cantera Llullan - Caraz**

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

### Interpretación

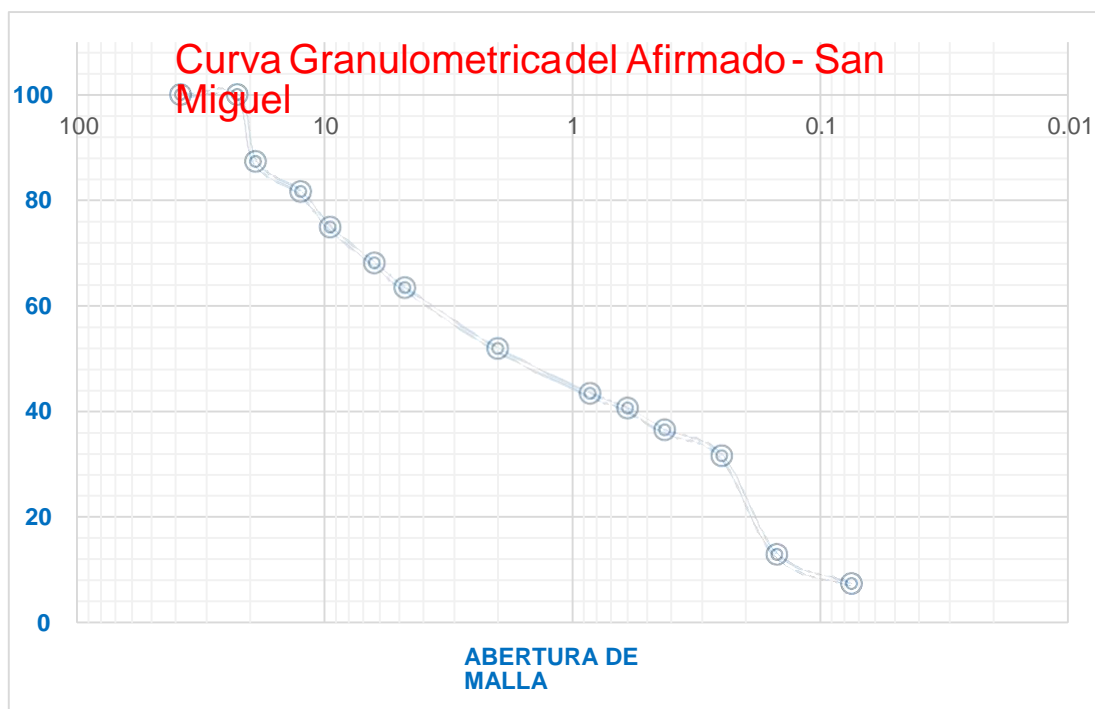
Los resultados de la distribución de la granulometría del afirmado de la cantera Llullan de Caraz muestran una homogeneidad del mismo y se encuentra dentro de los estándares para cada una de las proporciones por tamiz, que van desde la malla 3/4” hasta por debajo de la malla N°200, siendo el porcentaje retenido mayor el de la malla

N°10 con 17.4% del peso total de la muestra y el menor porcentaje es el de la malla N°30 con solo 3.8% del peso total de la muestra, según la clasificación AAHSTO corresponde a un material granular A-1-a con características de excelente a bueno como subbase. Según la clasificación SUCS se considera una grava mal graduada con limo con arena GP-GM

**Tabla 3: Análisis de la granulometría de la cantera San Miguel– Caraz**

N°	Tamiz	Peso retenido parcial	Porcentaje Retenido		% Pasante
	Abertura (mm)	(gr)	parcial (%)	acumulado (%)	( gr )
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	128.0	12.7	12.7	87.3
1/2"	12.50	58.0	5.7	18.4	81.6
3/8"	9.50	68.0	6.7	25.1	74.9
1/4"	6.30	68.0	6.7	31.9	68.1
N° 4	4.75	48.0	4.8	36.6	63.4
N° 10	2.00	116.0	11.5	48.1	51.9
N° 20	0.85	86.0	8.5	56.6	43.4
N° 30	0.60	28.0	2.8	59.4	40.6
N° 40	0.425	42.0	4.2	63.5	36.5
N° 60	0.250	49.0	4.9	58.4	31.6
N° 100	0.150	179.0	17.7	86.1	12.9
N° 200	0.075	66.0	6.5	92.6	7.4
<200		74.3	7.4	100.0	0.0
<b>Total</b>		<b>1010.3</b>	<b>100</b>		<b>100</b>

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*



**Figura N°3 Curva Granulométrica – cantera San Miguel - Caraz**

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

### **Interpretación**

Los resultados de las distribución de la granulometría del afirmado de la cantera San Miguel, muestran una homogeneidad del mismo de Caraz y se encuentra dentro de los estándares para cada una de las proporciones por tamiz, que van desde la malla 3/4” hasta por debajo de la malla N°200, siendo el porcentaje retenido mayor el de la malla 3/4” con 12.7% del peso total de la muestra y el menor porcentaje es el de la malla N°30 con solo 2.8% del peso total de la muestra, según la clasificación AAHSTO corresponde a un material granular A-1-b con características de excelente a bueno como subbase. Según la clasificación SUCS se considera una grava mal graduada con limo y arena GP-GM

### **De acuerdo al objetivo N° 02:**

El registro de excavación que se realizó para cada una de las canteras evaluadas tenemos los siguientes resultados:

En el caso de la cantera del Rio Tonto en el distrito de Caraz.

El afirmado desde 0.40 hasta 1.650 m de profundidad esta conformado por grava mal graduada con presencia de limo y arena. Corresponde una clasificación de suelo GP - GM

El método de excavación; fue a cielo abierto,

Las dimensiones de la calicata fue 1.00 x 1.00 x 1.50 metros.

Respecto al nivel freático, este no se encontró hasta la profundidad dada. El símbolo de la muestra es según la figura



**Figura N°4: Suelos GP- GM. Grava mal graduada, limo y arcilla**

En el caso de la cantera Lullan en el distrito de Caraz.

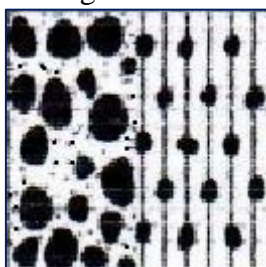
El afirmado desde 0.40 hasta 1.650 m de profundidad está conformado por grava mal graduada con presencia de limo y arena. Corresponde una clasificación de suelo GP - GM

El método de excavación; fue a cielo abierto,

Las dimensiones de la calicata fue 1.00 x 1.00 x 1.50 metros.

Respecto al nivel freático, este no se encontró hasta la profundidad dada.

El símbolo de la muestra es según la figura 10



**Figura N°5 Grava pobremente gradada con limo y arcilla**

En el caso del afirmado de la cantera San Miguel en el distrito de Caraz.

El afirmado desde 0.40 hasta 1.650 m de profundidad está conformado por grava mal graduada con presencia de limo y arena. Corresponde una clasificación de suelo GP - GM

El método de excavación; fue a cielo abierto,

Las dimensiones de la calicata fue 1.00 x 1.00 x 1.50 metros.

Respecto al nivel freático, este no se encontró hasta la profundidad dada. El símbolo de la muestra es según la figura

### **Límites de consistencia del afirmado**

Los resultados de la evaluación del afirmado de las canteras del rio Tonto, llullan y San Miguel representan el contenido de humedad al momento en que ocurre la transición desde un estado hacia el siguiente, este momento o limite se le conoce como los limites de Atterberg

Se realiza en laboratorio el siguiente procedimiento Primero: el proceso de prepara la muestra de afirmado:

Este consiste en escoger solo el material pasante por la malla N°40 que tiene una abertura de 0.42 milímetros. De ser necesario se agrega o se elimina agua para luego agitar la muestra llegando a un punto que se obtiene una masa pastosa semilíquida que presente una humedad uniforme en toda la muestra.

Cuando se trata de evaluar un suelo limoso y arenoso que contiene baja cantidad de arcilla, el procedimiento de prueba puede realizarse de forma inmediata luego de agregarse el agua, tal como se señala en el párrafo anterior

Cuando se trata de evaluar un suelo arenoso la pasta debe de ser almacenada completamente tapado en un recipiente plástico o metálico por un periodo mínimo de 4 horas.

Cuando se trata de evaluar un suelo arcilloso se debe trabajar de la misma forma que el suelo arenoso, es decir la muestra debe de ser almacenada completamente tapado en un recipiente plástico o metálico, con la diferencia que el periodo es mayor, como mínimo debe ser 15 horas o más para que se asegure que la humedad de la muestra sea uniforme en su totalidad.

### **A. Limite Liquido:**

Este límite es determinado cuando se conoce que la muestra de suelo que ha sido modificado con agua  $aw = wL$  logra tener la fuerza cortante reducida (más o menos de  $0.02 \text{ kg/cm}^2$ ), luego de que la muestra evaluada del suelo modificado necesita 25 golpes de forma sucesiva en la parte central y cerrada sea de una dimensión de 2".

El ensayo inicia elaborando una pasta en un deposito de porcelana, esta pasta debe tener una humedad por encima del limite de liquido que lo indica el técnico responsable de la prueba.

Se debe retirar y secar la capsula de la máquina de Casagrande antes del inicio de la prueba, además se debe asegurar el técnico que esta capsula se encuentre totalmente seca y sin restos de material sobre su superficie, para luego instalar la capsula en la posición de ensayo.

Se debe colocar entre 50 y 70 gr de muestra húmeda dentro de la capsula para que quede repleta, usar luego una espátula para esparcir hasta formar una superficie de 1 cm de espesor, cuidando que no se dejen burbujas de aire dentro de la masa de suelo.

Tomando el eje de simetría de la capsula se debe usar el ranurador metálico para realizar la partición del suelo en dos partes iguales, si es arcilla, la ranura se hace de una sola vez, si es limo, puede realizarse 2 o hasta 3 veces para que la luz del fondo de la capsula se vea o complete. Si es un suelo con presencia de raíces u restos orgánicos se convierte en un proceso más complejo.

Se debe girar la manivela de forma constante e uniforme con una velocidad de dos vueltas por segundo, continuar hasta que la ranura se cierre con una longitud de 1.27 cm o  $1/2''$ , inmediatamente se debe registrar el numero de pasadas cuando sea por debajo de 40.

Se debe retirar la muestra de la capsula de Casagrande haciendo uso de una espátula y se vuelve a repetir las operaciones mencionada en los 2 parrafos anteriores, Se toma la muestra de aproximadamente 5 gramos de tierra en la superficie cerrada a surcar, luego se pesa para lograr obtener la humedad.

Se obtiene un punto en el grafico semilogarítmico de la humedad vs el numero de golpes, que aun contiene la mezcla de suelo inicial.

Se continua la prueba, removiendo la muestra haciendo uso de la espátula ( es esta tiempo se pierde humedad) luego repetir los pasos anteriores.

Se debe repetir hasta que se logre alcanzar el numero de golpes entre 15 a 20.

## **B. Limite Plástico**

Este limite consiste en la determinación del contenido de humedad de un suelo cuando este logra romperse en un trozo pequeño de muestra que ha sido enrollada entre la palma de la mano y un área lisa, previamente ha sido amasado con una varilla de diámetro de 1/8" o 3 mm.

Para esta prueba utilizar una parte del material sobrante en la prueba anterior: limite liquido.

Cuando trabajamos un suelo muy plástico, el wP puede ser bastante diferente de wL, y se debe evitar tener largo periodos de tiempo entre los procedimientos y se hace de forma muy minuciosa y en un mayor tiempo.

Se seca el material por dentro, se extiende encima de una placa de vidrio (superficie lisa) o tambien se puede amasar sobre una toalla nueva. Puede también meterse la muestra en horno a baja temperatura, puede secarse al sol, o haciendo uso de alguna lampara eléctrica, sea cual fuera el método de secado, este proceso debe secar de forma uniforme a la muestra.

Se ha de tomar una bola de muestra (barro) de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup> ha de frotar el vaso con la palma para lograr obtener una varilla que tenga un diámetro de 3 mm.

Se debe reconstruir la bola de barro y conectar el material para que se ejerza una presión grande con las yemas de los dedos, posteriormente se debe amasar la varilla nuevamente para que se consiga llegar al límite plástico.

Para determinar el limite plástico wP se debe determinar el contenido de humedad al momento de que la varilla de muestra se fractura en fragmentos de 0.5 hasta 1 cm de longitud. Si se tiene dudas de a ver logrado wP, es recomendable realizar nuevamente la frotación de la varilla.

Se pesa la varilla resultante de forma inmediata, con lo que se determinara su contenido de humedad

Se debe seguir pasos de los párrafos anteriores para repetir y determinar un promedio; la diferencia entre estos valores no debe de exceder en 2%.

Para la cantera del Rio Tonto, de la cantera Llullan y cantera San Miguel en el distrito de Caraz se tiene que:

El límite líquido : No presenta

El límite plástico : No presenta El

índice de plasticidad : No posee

Los afirmados evaluados de las tres canteras del: Rio Tonto, Llullan y San Miguel no presentan material fino que pasa por la malla 200, por lo que no presentan limite liquido y limite plástico, por lo que la presencia contante de las partículas presentes en el las zonas ribereñas son material grueso en su totalidad, las partículas finas pasantes de la malla 200 como son las arcillas y limos son arrastrados por el agua del rio, solo dejando en la zona colmatación de arenas y gravas.

### **Ensayo de contenido de humedad**

Según los ensayos de laboratorio realizados bajo los procedimientos establecidos en la norma técnica peruana NTP 339.185, se tiene los siguientes valores para cada una de las canteras evaluadas

#### **➤ CONTENIDO DE HUMEDAD**

Para determinar el contenido de humedad de los agregados utilizado en el concreto fue necesario contar con una cantidad pequeña de agregado proveniente de las canteras del rio Tonto, rio Llullan y rio San Miguel, y se depositaron en 2 recipientes de metal y rotulados específicamente, para luego introducirlos al horno a una temperatura de 110° C en un tiempo de veinticuatro horas, pasado ese tiempo se extrajo las muestras de las 3 canteras y se realizó el pesado, logrando obtener el valor de contenido de humedad para cada muestra de agregad. Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 4: Contenido de humedad – Cantera Rio Tonto - Caraz - 2023**

<b>Contenido de humedad agregado fino -ASTM 2216</b>				
<b>Peso</b>				
<b>A</b>	Recipiente + suelo natural	500.00	564.40	452.20
<b>B</b>	Recipiente + suelo seco	495.50	557.10	448.00
<b>C</b>	Agua	4.50	7.30	4.20
<b>D</b>	Recipiente	167.70	202.00	198.00
<b>E</b>	Suelo seco	327.80	355.10	250.00
<b>F</b>	<b>Humedad</b>	1.37	2.06	1.68
	<b>Promedio</b>		<b>1.703</b>	

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

**Tabla 5: Contenido de humedad – Cantera rio Llullan - Caraz - 2023**

<b>Contenido de humedad agregado fino -ASTM 2216</b>				
<b>Peso</b>				
<b>A</b>	Recipiente + suelo natural	1000.0	1000.0	1000.0
<b>B</b>	Recipiente + suelo seco	980.0	980.0	983.00
<b>C</b>	Agua	20	20	17
<b>D</b>	Recipiente	167.70	202.0	202.0
<b>E</b>	Suelo seco	812.30	778.0	781.0
<b>F</b>	<b>Humedad</b>	2.46	2.57	2.18
	<b>Promedio</b>		<b>2.403</b>	

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

**Tabla 6: Contenido de humedad – Cantera rio San Miguel - Caraz - 2023**

<b>Contenido de humedad agregado fino -ASTM 2216</b>				
<b>Peso</b>				
<b>A</b>	Recipiente + suelo natural	745.60	698.00	966.20
<b>B</b>	Recipiente + suelo seco	729.90	685.00	951.10

C	Agua	15.7	13.0	15.1
D	Recipiente	168.10	162.20	199.90
E	Suelo seco	561.80	522.80	751.20
F	<b>Humedad</b>	2.79	2.49	2.01
	<b>Promedio</b>		<b>2.430</b>	

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

- Resultados del ensayo de **Proctor modificado** para las muestras de afirmado de las canteras evaluadas: Rio Tonto, Llullan y San Miguel

Esta prueba que se realiza al material afirmado es parecida a la prueba Proctor Estandar, empero la capacidad que tiene el molde y la energía que se utiliza para compactar la muestra se varia respecto al estándar. El molde de forma cilíndrica tiene una capacidad de 2,320 centímetros cúbicos y se emplea un martillo de compactación con un peso de 4.535 kilogramos dejado caer a una altura algo menor a medio metro, exactamente a 457 milímetros.

En lugar de realizar 3 estratos o capas, se realiza la compresión de 5 estratos de material, aplicando en cada uno de ellos impactos o golpes en número de 25, también, se debe realizar la medición de humedad y densidad con múltiples grados de humedad en el molde, lo cual permite que se pueda dibujar curvas Proctor y asi completar la prueba Proctor.

Hay varios métodos para la realización de esta prueba, las cuales a continuación mencionamos:

#### ***El Método “A”***

#### **Proceso de selección y preparación de la muestra:**

- En el caso de la muestra este húmeda, debe de ser secada antes de poder ser triturada haciendo uso de una espátula metálica. El proceso de secado puede ser al aire o mediante el uso de horno siempre y cuando la temperatura no exceda los 60 °C

- La muestra triturada se ha de pasar la malla N°04, hasta conseguir una cantidad necesaria de 4000 gramos mínimo
- Seleccionar una muestra de 3 kilogramos.

**El procedimiento del ensayo:**

- Se debe mezclar el material con una cantidad de agua que sea suficiente para humedecerla completamente.
- Realizar la compactación del material en el molde que tiene 101.6 mm de diámetro y luego dividir en 5 capas con la misma altura, cercano a los 125 mm cada una de las capas, estas deben ser compactadas utilizando un martillo por un número de 25 veces dejando caer el martillo de forma libre desde una altura de 457 mm desde el nivel de muestra.
- Se debe retirar el collar de extensión del equipo y cortar con mucho cuidado el material compactado que sobresale de la parte superior del molde, haciendo uso de una regla metálica. Los poros o huecos que se aprecian en la superficie del material compactado ha de ser rellenados con parte del mismo material.
- Se tiene que pesar el molde húmedo, posteriormente se multiplica la masa que tienen el material compactado y el moho, luego a este producto se le resta la masa del moho. A este valor se le ha de multiplicar por 1060.44 ( $1/0.000943 \text{ m}^3$ ), obteniendo como resultado final un registro como la unidad de masa húmeda  $\delta$ .
- Posteriormente la muestra de material compactado se debe colocar en el molde y se pesa, se realiza el secado en horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  al menos por 12 horas o hasta apreciar que la calidad del material sea constante. Para estos procedimientos se debe considerar una cantidad de muestra superior a 300 gramos.
- Se repite los pasos antes descritos hasta llegar a obtener la disminución o la calidad no cambie de la masa unitaria húmeda,  $\delta_h$ .

***El Método “B”***

**Proceso de selección y preparación de la muestra:**

- Para aplicar este método, la preparación de la muestra es de forma similar al método anteriormente descrito (método A). en este caso la masa del material es aproximadamente 3 kg.

- Excepcionalmente se debe considerar los siguientes pasos, el resto es igual al método A.
- La muestra se debe compactar en un molde que tiene 152.4 mm de diámetro y el material se dividirá en 5 estratos iguales aproximadamente que tengan una altura de 125mm.
- Cada uno de los estratos se ha de comprimir con 25 golpes o impactos que se distribuyen uniformemente.
- Se debe pesar el molde húmedo. Posteriormente tiene que multiplicarse la masa de material compactado con el moho, a este producto se le resta la masa del moho.
- Al valor obtenido se le multiplica por 1471,80 (1/00.2124) lo cual resulta ser el registro de la unidad de masa húmeda.

### ***El Método “C”***

#### **Proceso de selección y preparación de la muestra:**

- En el caso que la muestra este húmeda, debe de ser secada antes de poderse “rajar” cuando se acciona con la espátula metálica. El proceso de secado puede ser al aire o mediante el uso de horno siempre y cuando la temperatura no exceda los 60 °C
- Una cierta cantidad de la muestra triturada se ha de pasar la malla 1/4”, hasta conseguir una cantidad necesaria de 7000 gramos mínimo □ Seleccionar una muestra de 6 kilogramos.

#### **El procedimiento del ensayo:**

- Se debe mezclar el material con una cantidad de agua que sea suficiente para humedecerla completamente
- Realizar la compactación del material en el molde que tiene 101.6 mm de diámetro y luego dividir en 5 capas con la misma altura, cercano a los 125 mm cada una de las capas, estas deben ser compactadas utilizando un martillo por un numero de 56 veces dejando caer el martillo de forma libre desde una altura de 457 mm desde el nivel de muestra.
- Se debe retirar el collar de extensión del equipo y cortar con mucho cuidado el material compactado que sobresale de la parte superior del molde, haciendo

uso de una regla metálica. Los poros o huecos que se aprecian en la superficie del material compactado ha de ser rellenados con parte del mismo material.

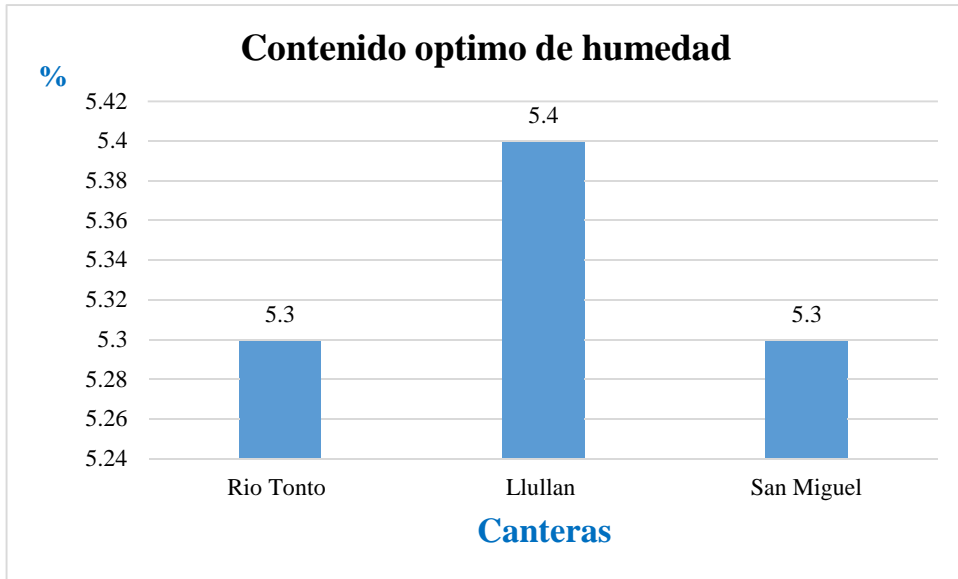
- Se tiene que pesar el molde húmedo, posteriormente se multiplica la masa que tienen el material compactado y el moho, luego a este producto se le resta la masa del moho. A este valor se le ha de multiplicar por 1060.44 ( $1/0.000943 \text{ m}^3$ ), obteniendo como resultado final un registro como la unidad de masa húmeda  $\delta$ .
- Posteriormente la muestra de material compactado se debe colocar en el molde y se pesa, se realiza el secado en horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  al menos por 12 horas o hasta apreciar que la calidad del material sea constante. Para estos procedimientos se debe considerar muestra con una cantidad superior a 300 gramos.
- Se repite los pasos antes descritos hasta llegar a obtener la disminución o la calidad no cambie de la masa unitaria húmeda,  $\delta_h$

Para nuestros estudio tenemos:

**Tabla 7: Proctor Modificado de afirmado de canteras**

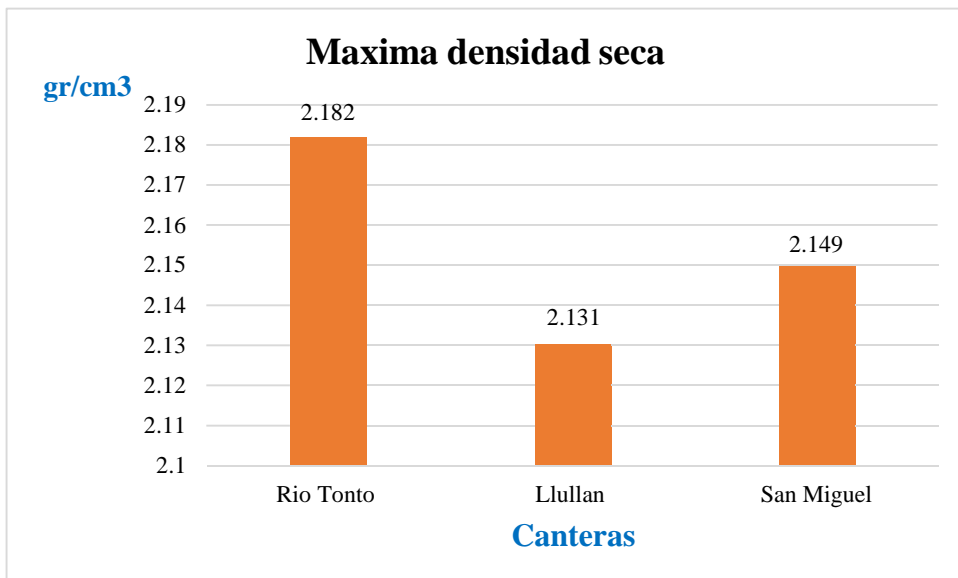
	Canteras		
	Rio Tonto	Llullan	San Miguel
Contenido optimo de humedad (%)	5.3	5.4	5.3
Maxima densidad seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.182	2.131	2.149

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*



**Figura 6: contenido optimo de humedad**

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*



**Figura 7: Maxima densidad seca de afirmado**

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

➤ Para resultados del ensayo de **CBR** para las muestras de afirmado de las canteras evaluadas: Rio Tonto, Llullan y San Miguel

Cabe señalar que este ensayo pretende determinar la capacidad portante que posee el afirmado de cada una de las canteras, este material analizado es compactado de forma variable con su respectivo contenido de humedad óptimo.

Proceso para realizar el ensayo en laboratorio.

Se debe seguir los siguientes pasos:

- a) Obtener el contenido de la humedad inicial de la muestra, con ello se logró determinar la cantidad de agua que se ha de incluir a la muestra para que se logre la humedad óptima, este proceso se supervisó mediante las pruebas realizadas en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad San Pedro- Chimbote.
- b) Posteriormente se acondicionó 1 cantidad de 1100 gramos el cual se compacto utilizando el molde respectivo en capas, siendo el total de capas un numero de 5. El proceso de la compactación se realizó con la ayuda del martillo compactador y el número de golpes fueron en numero de 12, 25 y 56 respectivamente.
- c) Las cantidades de afirmado por cada cantera se compactaron en 3 muestras a 12 golpes, a 25 golpes y a 56 golpes.por separado, aunque la normativa INVIAS 148-07 señala que en ciertos casos debe de analizarse una sola muestras para cada determinación de CBR: con 5 capas y luego de aplicar cierto numero de golpes se debe pesar el molde con la muestra ademas de considerar la sobrecarga del metal.
- d) Luego de realizar el proceso de compactación de las muestras se coloca el dial en el trípode y se inicia el proceso de medición desde el valor cero.
- e) En el caso de que el suelo rápidamente se sature, el material es granular y los ensayos logran demostrar que no afecta a los resultados; se sumerge el molde con la muestra y agregados de metal durante un periodo de tiempo de 24 horas como mínimo. Para el caso de las arcillas se puede sumergir por periodos superiores a 4 dias
- f) Luego de haber transcurrido al menos 24 horas de haber sumergido la muestras, se debe realizar la lectura del manometro para medir la expansión

del material. de ser posible, el trípode ha de permanecer en el mismo lugar y no debe ser movido durante la inmersión de la muestra.

- g) De ser necesario puede eliminarse realizando la marcación de la posición del pie en el borde del molde utilizado luego de la primera lectura, de esta forma se puede repetir en la lectura siguiente.
- h) La tasa de expansión de la muestra se calcula como un porcentaje de la altura inicial de la muestra.
- i) Luego de la inmersión, se extrajo el molde del deposito de agua, se vierte el agua en él, y se fija la placa y la tapa en su lugar muy firmemente se ajusta. Dejar que el molde se escurra en su posición normal por un periodo de 15 minutos, a continuación, retire el afirmado y la placa perforada, realizar el pesado de forma inmediata y medir la penetración seguidamente.
- j) Cuando se realiza la penetración el material resiste la misma sobrecarga durante la inmersión. Es recomendable colocar un pistón encima de la muestra después de que se colocó el primer material para evitar que el afirmado pase entre el orificio del peso de la muestra. Esto se logra introduciendo inicialmente en la prensa los componentes, luego se debe insertar el piston de penetración en orificio central del accesorio de anillo.
- k) Posteriormente se ha de aplicar la carga ya establecida, considerar las tolerancias restantes alrededor del pistón.
- l) Se debe instalar la rueda de medición para que se pueda medir la fuerza de penetración del pistón y ha de aplicarse la carga respectiva de 44N o 10 libras, hacia el asiento del pistón.
- m) Luego se reinicia el comparador del bucle de par a par u otro dispositivo utilizado para medir la carga y el comparador que ha de controlar la penetración que se produce.
- n) El proceso de penetración a ser controlado de tal forma que la penetración se apoye debe de apoyarse entre la muestra y el pistón, así se evita que los valores que se anoten de la penetración se vean afectados por el valor de bucle de carga.
- o) Se utiliza un pistón o una prensa que tenga una velocidad constante de penetración a razón de 1.27mm /minuto o 0.50"/minuto, así aplicar una

carga al pistón de penetración. No se recomienda el uso de las prensas manuales, ya que estas no son adecuadas ni constantes en la aplicación de las cargas, el uso en ellas de galgas extensométricas penetrantes y cronómetros aumenta la posibilidad de error.

**Tabla 8 : Resultado de penetracion y cargas según numero de golpes - cantera Rio Tonto**

	Numero de golpes		
	56	25	12
Carga (kgf)	537.82	261.62	223.38
Porcentaje (%)	39.5	19.2	16.4

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

**Tabla 9 : Resultado de penetracion y cargas según numero de golpes cantera Rio Llullan**

	Numero de golpes		
	56	25	12
Carga %	537.82	244.63	219.13
Porcentaje	39.5	18	16.1

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

**Tabla 10 : Resultado de penetracion y cargas según numero de golpes cantera Rio San Miguel**

	Numero de golpes		
	56	25	12
Carga %	474.08	244.88	214.88
Porcentaje	34.8	18.3	15.8

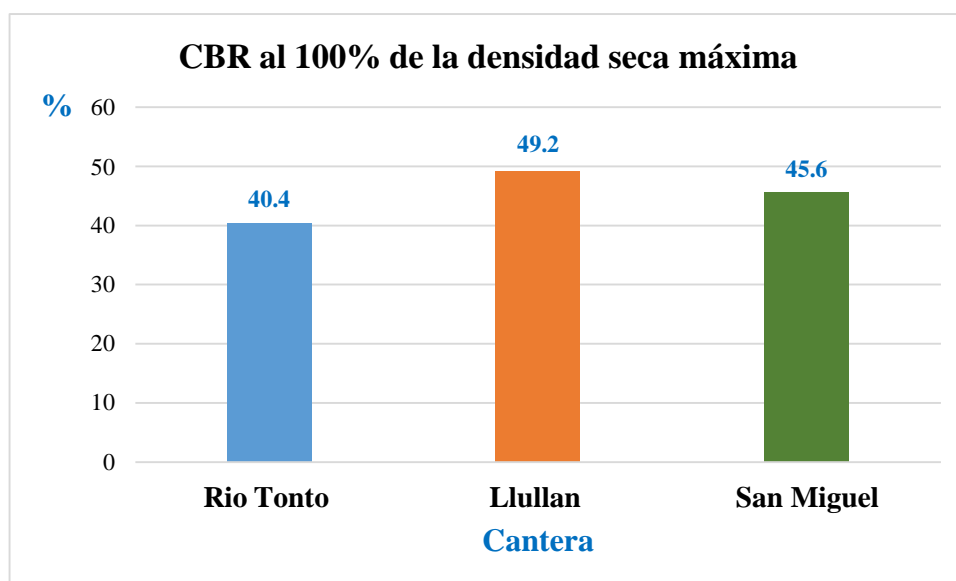
*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

**Tabla 11 : Resultado de ensayo Relacion de Soporte CBR – ASTM D-1883 de afirmado de las canteras: Rio Tonto, Llullan y San Miguel**

	Canteras		
	Rio Tonto	Llullan	San Miguel
CBR al 100% de la densidad seca máxima	40.4	49.2	45.6
CBR al 95% de la densidad seca máxima	26.1	34.8	32.0

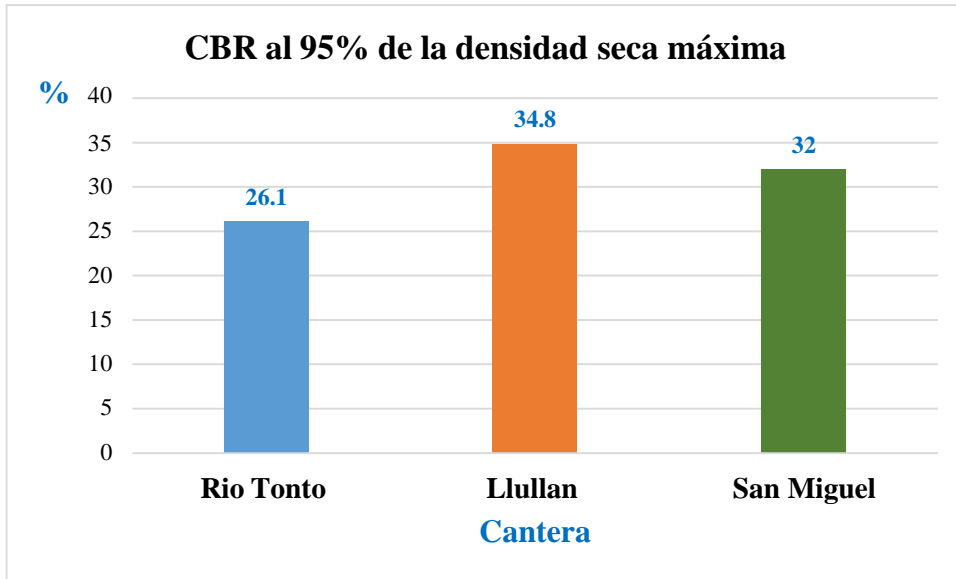
*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

Los valores del CBR al 100% y al 95% de la máxima densidad seca de las canteras evaluadas presentan valores similares, destacando el afirmado de la cantera Llullan, que presenta una capacidad de soporte mayor de 49.2% que lo clasifica como un material BUENO para la conformación de sub bases con fines de pavimentación.



**Figura 8: CBR al 100% de la densidad seca máxima**

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*



**Figura 9: CBR al 95% de la densidad seca máxima**

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

**Tabla 15 : Parametros de CBR de los suelos**

CBR	Calidad de afirmado	USO
2 - 5	Muy mala	Sub rasante
5 – 8	Mala	Sub rasante
8 – 20	Regular – bueno	Sub rasante
20 – 30	Excelente	Sub rasante
30 – 60	Buena	Sub Base
60 – 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

*Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales USP – 2023 – Cano Vilcarino*

#### **IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

Tal como se realizó la evaluación de Ortega, (2018), la realizada en las canteras Rio Tonto, Llullan y San Miguel, se realizo tuvo muestras extraidas in situ y se aplico a continuacion las pruebas a las muestras de afirmado utilizando la normatividad vigente y la clasificación según SUCS y AASHTO.

Para el análisis granulométrico la muestra N°01 que se extrajo de la cantera del Rio Tonto de acuerdo a la clasificación de suelos AASHTO se clasifica como un material A-1-b el cual contiene partículas de rocas, también de grava y arena. La figura 10 lo representa de acuerdo a la clasificación AASHTO. Según el método de clasificación de los suelos unificados, SUCS, este afirmado corresponde a una Grava mal graduada que contiene limos y arenas y contiene algunas zonas con partículas de GM y GP. Esto permite inferir que las gravas presentan un tamaño de partícula uniforme.

De acuerdo a la toma de muestras para realizar el análisis granulométrico, la muestra N°02 que se extrajo de la cantera del Rio Lullan, el material afirmado de acuerdo a la clasificación de suelos AASHTO también se clasifica como el caso anterior como un material A-1-a el cual contiene fragmentos de rocas, también de grava y de arena. La figura 10 lo representa de acuerdo a la clasificación AASHTO. Según el método de clasificación de los suelos unificados, SUCS, este afirmado corresponde a una Grava mal graduada que contiene limos y arenas y contiene algunas zonas con partículas de GM y GP. Por tanto, deduciendo de esta última clasificación al ser pobremente graduada significa que no se distribuye en las mallas sino que se concentra en pocas es decir que el tamaño de partículas es uniforme.

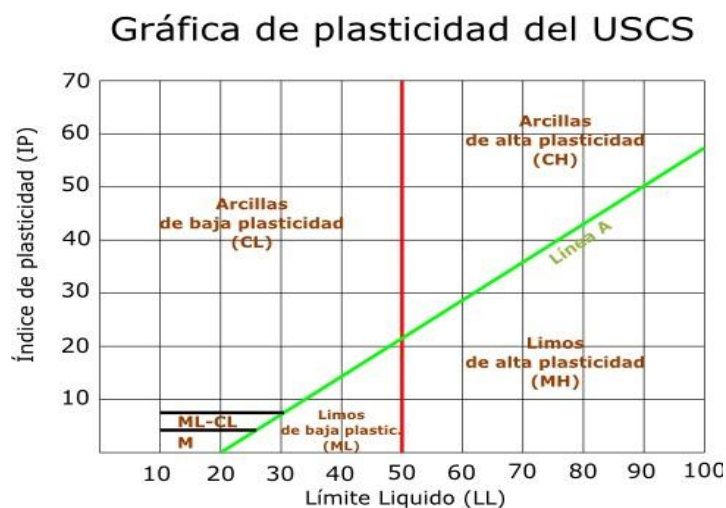
Para el análisis granulométrico la muestra N°03 que se extrajo de la cantera del Rio San Miguel de acuerdo a la clasificación de suelos AASHTO se clasifica como un material A-1-b el cual contiene fragmentos o partículas de rocas, con gravas y arenas. La figura 10 lo representa de acuerdo a la clasificación AASHTO. Según el método de clasificación de los suelos unificados, SUCS, este afirmado corresponde a una Grava mal graduada que contiene limos y arenas y contiene algunas zonas con partículas de GM y GP. Esto nos permite deducir que el afirmado presenta unas partículas con un tamaño uniforme.

Domínguez (2020), determina los límites de consistencia del material de sus canteras de afirmado, coincidiendo con la presente investigación, ya que en todos los casos de las canteras evaluadas estas no presentan límites. Es decir:

De la cantera de Rio Tonto se tiene que su afirmado no posee el límite de líquido, el límite plástico, por lo tanto tampoco no presenta índice de plasticidad.

La cantera de Rio Llullan tampoco no tiene limite liquido ni liquido plastico, por lo que se infiere que no posee indice de plasticidad

La cantera de Rio San Miguel tiene un afirmado que presento los mismo limites que las otras dos canteras evaluadas, es decir, no presento limite liquido, limite plastico e indice de plasticidad.



**Figura 10: índices de plasticidad de un suelo fino.**

Respecto a los **contenidos de humedad** de las muestras de afirmado viene a representar la relacion existente entre la masa en estado natural ( con humedad natural) y la muestra de afirmado luego de haber sido secada hasta lograr un constante peso.

El material de afirmado procedente de la cantera de Rio Tonto tuvo una humedad de 1.37 – 20.6 – 1.68, en sus 3 muestras lo que permitio obtener un promedio de 1.703 (Ver tabla 5)

El material de afirmado procedente de la cantera de Rio Llullan tuvo una humedad de 2.46 – 2.57 – 2.18, en sus 3 muestras lo que permitio obtener un promedio de 2.403 (Ver tabla 6)

El material de afirmado procedente de la cantera de Rio San Miguel tuvo una humedad de 2.79 – 2.49 – 2.01, en sus 3 muestras lo que permitio obtener un promedio de 2.430(Ver tabla 7)

Resistencia a la abrasión

Para poder encontrar el 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

Luego del proceso de gradación las muestras se llevan e introducen a la máquina de los ángeles, en ella se le somete a un rodamiento de 500 revoluciones mezcladas con 12 bolas de acero que tienen un diámetro de 46.8 mm las cuales giran con la muestra simultáneamente produciendo entre si impactos durante ese proceso, luego se retira la muestra y se pasa por el tamiz numero 12; todo lo retenido es pesado y se determina el desgaste por la formula siguiente:

$$\% D = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

Donde:

%D = Porcentaje de desgaste

Wi= Peso inicial de la muestra de grava

Wf= Peso después de 550 revoluciones en máquina de los Ángeles

En ese orden, la grava del afirmado procedente de la cantera de Rio Tonto tuvo un porcentaje de desgaste de 26.52%,

$$\% \text{Desgaste} = \frac{5000 - 3674}{5000} \times 100$$

Desgaste (%) : 26.52

La grava del afirmado procedente de la cantera de Rio Lullan tuvo un porcentaje de desgaste de 26.52%,

$$\% \text{Desgaste} = \frac{5000 - 4176}{5000} \times 100$$

Desgaste (%) : 16.48%

La grava del afirmado procedente de la cantera de Rio Llullan tuvo un porcentaje de desgaste de 26.52%,

$$\% \text{Desgaste} = \frac{4000 - 2860}{4000} \times 100 = 28.5\%$$

El equivalente de arena encontrado es:

Cantera de Rio Tonto	
Equivalente de arena promedio (%)	25.7
Cantera de Rio Llullan	
Equivalente de arena promedio (%)	65.6
Cantera de Rio San Miguel	
Equivalente de arena promedio (%)	55.9

Cuando se realiza este ensayo físico a la arena de la cantera se aprecia que el menor porcentaje de 25.7% es de la cantera del Rio Tonto que las otras dos que tienen 65.63% y 55.9%, por lo que se puede concluir que esta cantera tiene mayor cantidad de material fino.

Respecto al objetivo específico de determinar la **capacidad de soporte** o **CBR** del afirmado de las 3 canteras evaluadas nos arroja resultados casi similares para todas ellas, a diferencia de Domínguez (2020) que si hubiera una diferencia entre ellas de casi un 150% ya que una tenía 51.40% y la otra 80.10%, para nuestra investigación y se aprecia según tabla 15, el valor del CBR al 100% de la densidad seca máxima fue de 40.4%, 49.2% y 45.6% para el afirmado de las canteras de Rio Tonto, Llullan y San Miguel respectivamente. Como se aprecia la variación entre ellos tiene un margen pequeño y es el afirmado de la cantera del rio Llullan la que destaca por encima de las otras, este valor de CBR permite al considerarlo un material BUENO para la conformación de sub base regular para pavimentos, al igual que el afirmado de las otras dos canteras evaluadas.

CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2 - 5	Muy mala	Sub-rasante
5 - 8	Mala	Sub-rasante
8 - 20	Regular - Buena	Sub-rasante
20 - 30	Excelente	Sub-rasante
30 - 60	Buena	Sub-base
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

**Figura 11: Parámetros de CBR de los suelos**

Al comparar las tres canteras en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas ambas cumplen con los parámetros normativos, considerando que la cantera del Rio Llullan explota un afirmado para sub base del pavimento, mientras que la cantera San Miguel y cantera de Rio Tonto según los resultados obtenidos en el afirmado cumplen también para una regular sub base y es mejor opción su uso de forma excelente para sub rasante de un pavimento

Cuando se compara el afirmado de las tres canteras se logra tener una ventaja de una de ellas sobre las otras dos. El afirmado de la cantera del rio Llullan es un material granular y arenoso con presencia mínima de limos, mientras que el afirmado de las canteras del rio Tonto y San Miguel son también suelos granulares y arenosos, pero con un importante porcentaje de finos, y sabemos que la presencia de limos o es un componente perjudicial.

El afirmado de la cantera de rio Llullan destaca y puede ser utilizado como sub base regular de un pavimento.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados que se han obtenido y el análisis correspondiente de los afirmados se concluye que la cantera del rio Llullan es la que presenta la mejores características técnicas tanto mecánicas como físicas, a comparación con las canteras del rio Tonto y San Miguel, en consecuencia la cantera del rio Llullan llega a cumplir mejor los límites de los parámetros normados por el reglamento correspondiente para obras de pavimentación, específicamente para ser utilizado como material para la conformación de sub base de una estructura de pavimento.

El afirmado de las canteras según sus análisis granulométricos concluye que la cantera del rio Tonto y San Miguel de acuerdo a la clasificación de suelos AASHTO se clasifica como un material A-1-b mientras que la cantera de Llullan se clasifica como un material A-1-a, lo que representa que este ultimo es mejor material para la conformación de estratos porque tiene reducido porcentaje de finos. Todos ellos según la clasificación de suelos unificados SUCS, son gravas mal graduadas con presencia de limos y arenas. GP y GM.

La capacidad de soporte o CBR al 100% de la densidad macima seca del afirmado se obtiene que la cantera del rio LLullan 49.2% que permite ser un material de sub base regular para pavimentación, mientras que el material de las canteras del rio Tonto y San Miguel tienen un CBR de 40.4% y 45.6% encontrando como un material excelente para sub base de una pavimentación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Las canteras deben de realizar controles periódicos para determinar las características mediante ensayos físicos y mecánicos al afirmado ya que este material puede variar su calidad debido a los estratos de exploración.
- Tener un control técnico adecuado en la dosificación del afirmado en las canteras, porque de esto depende la calidad del material como base y sub base que se emplea en pavimentación.
- Realizar ensayos complementarios al afirmado como un ensayo químico en donde se determine con detalle sus componentes y presencia de sales que puedan perjudicar al material.
- Realiza ensayo de durabilidad haciendo uso del sulfato de magnesio que permita tener otros parámetros de elección de cantera.
- Continuar investigaciones de las canteras para contar con una base de datos mas amplia de este tipo de material para la zona de Huaraz y distritos aledaños.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguedo, A.A. (2008). Temas ambientales en la cantera de materiales de construcción en Lima. Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, Perú.
- Baca, J.C. (2012). Conflictos sociales y ambientales en la cantera de San Antonio. Academia Latinoamericana de Ciencias Sociales, Ecuador.
- Dominguez , Y. d. (2020). *Comparativo del afirmado de las Canteras Pampa Colorada y la sopresa -Chimbote 2020*. Chimbote , Perú. Obtenido de [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/20.500.129076/20429/Tesis\\_71570.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/20.500.129076/20429/Tesis_71570.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Guerrero, A. (2020). *estudio de las propiedades de los agregados de las cantera: rio Yuracyacu, Naranjillo y San Francisco, y su influencia en la resitencia del concreto empleado en la construccion de obra civiles en el distritode Nueva Camarca*. Rioja, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/990/Tesis%20-%20Guerrero%20Vargas%2C%20Alex%20Joel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera, P.C. (2016). El diseño del sistema minero para los materiales de construcción existentes de la cantera Minina 2, parroquia de Cangahua, estado Cayambe, Provincia de Pichincha. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Lituma, i. s. (2021). *Caracterizacion geomecanico de los afloramientos ubicados en la cantera cerro grande, canton duran, provincia del Guayas, Ecuador*. Guayaquil, ecuador . Obtenido de [file:///C:/Users/user/Downloads/TESIS%20FINAL\\_IVAN%20LITUMA%20\(Abr\\_13\\_2021\)-ok.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/TESIS%20FINAL_IVAN%20LITUMA%20(Abr_13_2021)-ok.pdf)
- MTC. (2013). Manual de carreteras. MTC, especificación técnica general para la construcción EG-2013 I. Peru
- Sanchez,, O. M. (2021). *Mejoramiento de material granalular de cantera para afirmado con aditivo terrasil en la carretera Pipus -Chontapampa, Chachapoyas 2021*. lima, Perú. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84956/Brioso\\_OM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84956/Brioso_OM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecer A Dios por este logro tan ansiado.  
A mi familia y seres queridos que siempre han estado presentes en diferentes etapas  
de mi formación profesional que hoy se ve culminada con la presente tesis.  
A mi asesor el ingeniero Robert Sigüenza Abanto por su labor continua y  
compartir sus experiencias y  
conocimientos  
A mi universidad San Pedro, por ser parte forjadora de mis competencias como un  
profesional de la ingeniería civil en los años de formación académica.

## VIII. ANEXOS

### PANEL FOTOGRAFICO



**Figura 11:** Entrega de Muestras en Laboratorio de Mecanica de Suelos USP- Chimbote



**Figura 12:** Muestras rotuladas del material de las canteras evaluadas



**Figura 13:** cuarteo de muestras en Laboratorio de Mecanica de Suelos USP- Chimbote



**Figura 14:** Iniciando el proceso de ensayos de las muestras de canteras en Laboratorio de Mecanica de Suelos USP- Chimbote



**Figura 15:** Extraccion de muestras de rio San Miguel para estudios en en Laboratorio de Mecanica de Suelos USP- Chimbote



**Figura 16:** Extraccion de muestras de rio Lullan para estudios en en Laboratorio de Mecanica de Suelos USP- Chimbote



**Figura 17:** Extracción y selección del afirmado de muestra de cantera de Rio San Miguel para estudios en en Laboratorio de Mecanica de Suelos USP- Chimbote



**Figura 18:** Extracción de muestras de rio Tonto para estudios en en Laboratorio de Mecanica de Suelos USP- Chimbote



**Figura 19:** Accediendo a la extracción de muestras de río Tonto para estudios en en Laboratorio de Mecanica de Suelos USP- Chimbote



**Figura 20:** selección de afirmado de río Tonto para estudios en en Laboratorio de Mecanica de Suelos USP- Chimbote



**Figura 21:** La zona de extracción de material está ubicada en el sector Tonto baja, aguas, al lado izquierdo del río Santa, a unos 3+883 kilómetros de carretera asfaltada Caraz- Huallanca, desvío a San pedro -Huata. Fuente: Google earth.



**Figura 22:** Ubicación de material colmatado en el cauce del rio santa en el sector Rio Tonto Fuente: Google earth



**Figura 23:** Ubicación de material colmatado en el cauce del rio Santa en el Sector San Miguel. Distancia desde Caraz 1.2 km., y desvío carrozable de 150 m

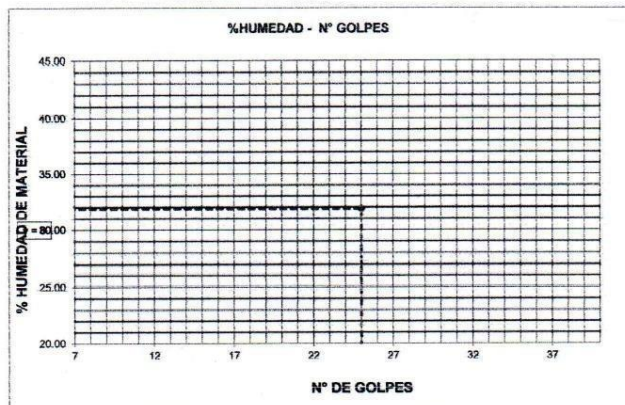
## **Estudios de suelos**



**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 CANTERAS : RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL  
 MUESTRA : AFIRMADO  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19-07-2023

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
PESO DE LA TARA (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
PESO DEL AGUA (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
PESO SUELO SECO (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Nro. DE GOLPES	NP	NP	NP	NP	NP	NP



LIMITE LIQUIDO		
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)		
LL :	%	NP

LIMITE PLASTICO		
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)		
LP :	%	NP

INDICE DE PLASTICIDAD		
ASTM D-438		
IP :	%	NP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil




**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

<b>SOLICITA</b>	BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS		
<b>TESIS</b>	ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.		
<b>UBICACIÓN</b>	CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	<b>NIVEL FREÁTICO (m.)</b>	N.P.
<b>FECHA</b>	19/07/2023	<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>	Cielo abierto
<b>MATERIAL</b>	AFIRMADO CANTERA: SAN MIGUEL	<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b>	1.00 x 1.00 x 1.50
<b>MUESTRA</b>			
<b>Simbolo</b>	<b>Grafico</b>	<b>En Mts.</b>	<b>Muestra</b>
GP-GM		1.50	E-1
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
De -0.040 a -1.50m.			
Grava mal graduada con limo con arena			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

<b>SOLICITA</b>	BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS		
<b>TESIS</b>	ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.		
<b>UBICACIÓN</b>	CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	<b>NIVEL FREÁTICO (m.)</b>	N.P.
<b>FECHA</b>	19/07/2023	<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>	Cielo abierto
<b>MATERIAL</b>	AFIRMADO CANTERA: LLULLAN	<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b>	1.00 x 1.00 x1.50
<b>MUESTRA</b>			
<b>Simbolo</b>	<b>Grafico</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
		<b>En Mts.</b>	
GP-GM		1.50	E-1
De -0.040 a -1.50m.			
Grava mal graduada con limo con arena			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

<b>SOLICITA</b>	BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS		
<b>TESIS</b>	ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.		
<b>UBICACIÓN</b>	CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	<b>NIVEL FREÁTICO (m.)</b>	N.P.
<b>FECHA</b>	19/07/2023	<b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b>	Cielo abierto
<b>MATERIAL</b>	AFIRMADO CANTERA: RIO TONTO	<b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b>	1.00 x 1.00 x1.50
<b>MUESTRA</b>			
<b>Simbolo</b>	<b>Grafico</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
		<b>En Mts.</b>	
		<b>Muestra</b>	
GP-GM		1.50	E-1
De -0.040 a -1.50m.			
Grava mal graduada con limo con arena			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

(ASTM D-2216)

**SOLICITA** : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
**TESIS** : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN  
Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
**MATERIAL** : AFIRMADO  
**CANTERA** : CANTERA RIO TONTO  
**LUGAR** : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2023

ENSAYO N°	M-1	M-2	M-3
Peso de tara + MH	500.00	564.40	452.20
Peso de tara + MS	495.50	557.10	448.00
Peso de tara	167.70	202.00	198.00
Peso del agua	4.50	7.30	4.20
MS	327.80	355.10	250.00
Contenido de humedad (%)	1.37	2.06	1.68
<b>PROMEDIO</b>		1.703	

**NOTA** : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

(ASTM D-2216)

**SOLICITA** : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
**TESIS** : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN  
Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
**MATERIAL** : AFIRMADO  
**CANTERA** : CANTERA SAN MIGUEL  
**LUGAR** : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2023

ENSAYO N°	M-1	M-2	M-3
Peso de tara + MH	745.60	698.00	966.20
Peso de tara + MS	729.90	685.00	951.10
Peso de tara	168.10	162.20	199.90
Peso del agua	15.70	13.00	15.10
MS	561.80	522.80	751.20
Contenido de humedad (%)	2.79	2.49	2.01
<b>PROMEDIO</b>		2.430	

**NOTA** : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

(ASTM D-2216)

**SOLICITA** : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
**TESIS** : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN  
Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
**MATERIAL** : AFIRMADO  
**CANTERA** : CANTERA LLULLAN  
**LUGAR** : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2023

ENSAYO N°	M-1	M-2	M-3
Peso de tara + MH	1000.00	1000.00	1000.00
Peso de tara + MS	980.00	980.00	983.00
Peso de tara	187.70	202.00	202.00
Peso del agua	20.00	20.00	17.00
MS	812.30	778.00	781.00
Contenido de humedad (%)	2.46	2.57	2.18
<b>PROMEDIO</b>		<b>2.403</b>	

**NOTA** : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 MUESTRA : CALICATA - 3 AFIRMADO  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH CANTERA: SAN MIGUEL  
 FECHA : 19/07/2023

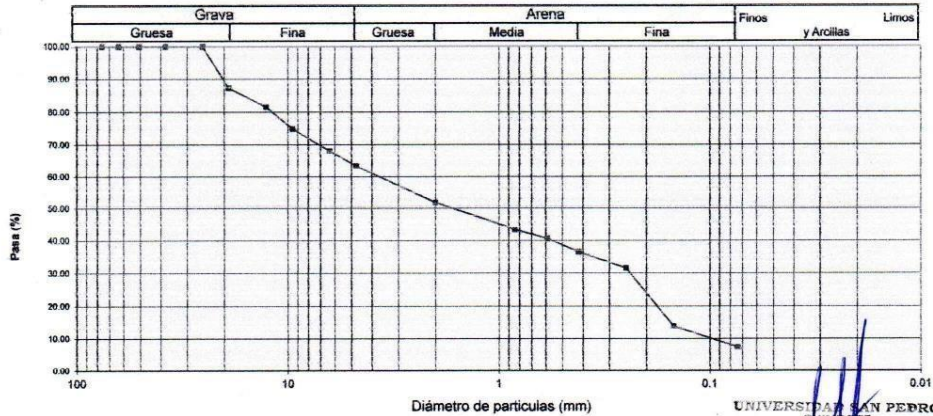
Peso Seco Inicial	1010.3	gr.
Peso Seco Lavado	936.0	gr.
Peso perdido por lavado	74.3	gr.

CALICATA - 3
M - 1
PROF. 0.40

Tamiz(Abertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO	
N° (mm)						
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena	
2"	50.80	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0		
1"	22.50	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	128.0	12.7	87.3		
1/2"	12.50	58.0	5.7	18.4	81.6	
3/8"	9.50	68.0	6.7	25.1	74.9	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble). Grava mal graduada con limo con arena GP GM
1/4"	6.30	68.0	6.7	31.9	68.1	
N° 4	4.75	48.0	4.8	36.6	63.4	Pasa tamiz N° 4 (%) : 63.4
N° 10	2.00	116.0	11.5	48.1	51.9	Pasa tamiz N° 200 (%) : 7.4
N° 20	0.850	86.0	8.5	56.6	43.4	D60 (mm) : 3.95
N° 30	0.600	28.0	2.8	59.4	40.6	D30 (mm) : 0.244
N° 40	0.425	42.0	4.2	63.5	36.5	D10 (mm) : 0.105
N° 60	0.250	49.0	4.9	68.4	31.6	Cu 37.6
N° 100	0.150	179.0	17.7	86.1	13.9	Cc 0.143
N° 200	0.075	66.0	6.5	92.6	7.4	
< 200	74.3	7.4	100.0	0.0	0.0	
Total	1010.3			100.0		

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 DIRECTOR  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
**NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN  
 Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 MATERIAL : AFIRMADO  
 CALICATA : ,3 CANTERA: SAN MIGUEL  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2023

<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>3</sup> ]	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,052.0	8,910.0	8,810.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,914.6	4,756.4	4,669.5			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,150.000	2,127.000	2,121.090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.286	2.236	2.201			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	400.0	500.0	400.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	388.0	482.0	390.0			
09 - Peso del agua (g)	12.0	18.0	10.0			
10 - Peso del tarro (g)	200.0	167.0	200.0			
11 - Peso suelo seco (g)	188.0	315.0	190.0			
12 - Contenido de humedad (%)	6.4	5.7	5.3			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.149	2.115	2.091			
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,914.6	4,756.4	4,669.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,167.5	9,040.5	8,956.4			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	5,030.1	4,886.9	4,815.9			
05 - Peso del agua absorvida (g)	115.5	130.5	146.4			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,619.7	4,499.3	4,436.0			
07 - Absorción de agua (%)	2.5	2.9	3.3			
<b>Penetración</b>						
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018</b>						
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	20.0	112.9	16.0	95.9	10.0	70.4
1.3	50.0	240.4	30.0	155.4	15.0	91.7
1.9	76.0	350.9	42.0	206.4	37.0	185.1
2.5	105.0	474.08	52.0	248.88	44.0	214.88
3.2	173.0	763.0	110.0	495.3	94.0	427.3
3.8	228.0	996.7	160.0	707.8	130.0	580.3
5.08	295.0	1281.4	190.0	835.3	170.0	750.3
7.6	360.0	1557.6	240.0	1047.7	210.0	920.2
10.16	458.0	1974.0	290.0	1260.2	280.0	1217.7
12.7	610.0	2619.9	440.0	1897.5	330.0	1430.1
Carga [%]	474.08 kgf. [34.8%]		248.88 kgf. [18.3%]		214.88 kgf. [15.8%]	

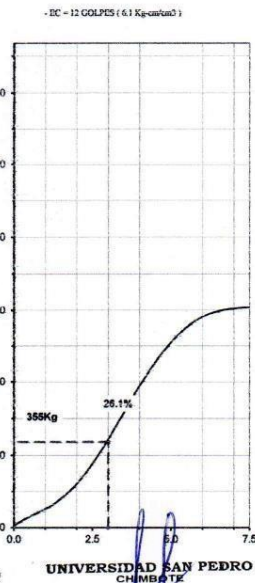
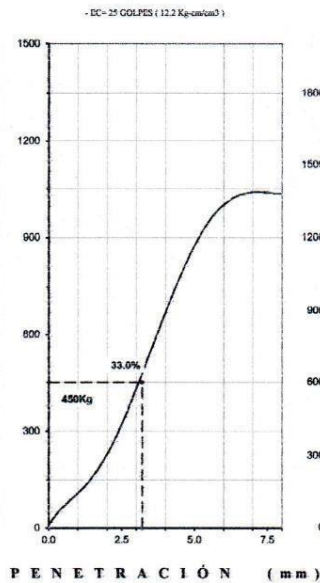
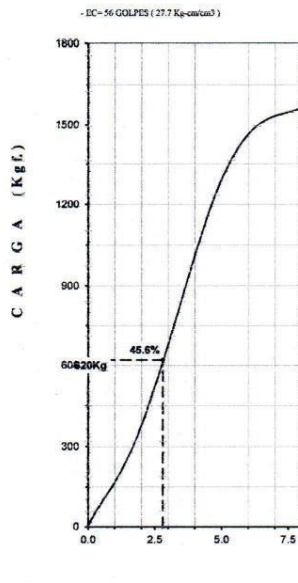
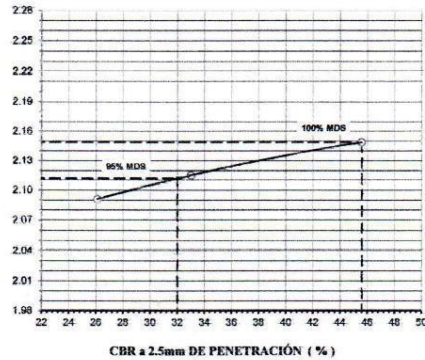
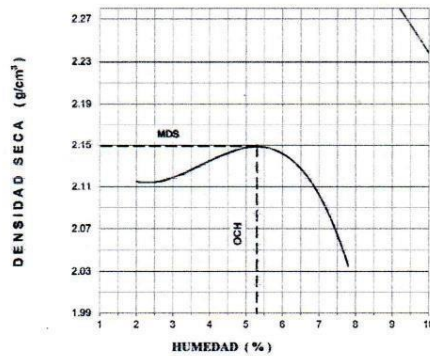
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

NOMBRE : BACHICANO VILCARINO MAYCOL JESUS	METODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIG	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.149
TONTO, LULLAN Y SAN MIGUEL, CARAZ 2023	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.3
CANTERA: SAN MIGUEL	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	45.6
MATERIAL : AFIRMADO	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	32.0
CALIGATA : 3	SUCS : LL : -- IP : -- G <sub>s</sub> : --	
UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH	AASHITO : EMBEBIDO : 4 días EXPANSIÓN :	
FECHA : 19-Jul-2023	ABSORCIÓN : 2.5 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 7.8 %	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

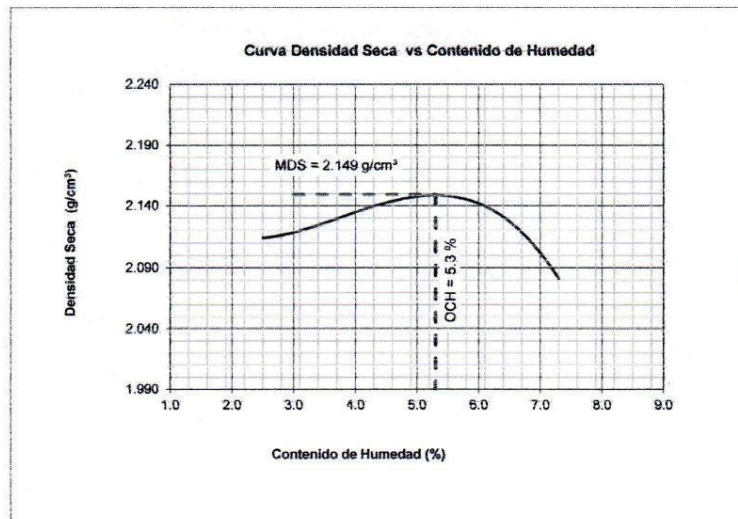
LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**PROCTOR MODIFICADO**  
**NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115**

SOLICITA : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN  
 Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 MATERIAL AFIRMADO  
 CALICATA :3 CANTERA: SAN MIGUEL  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2023

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7510	7586	7736	7660
02 - Peso del Molde (g)	2605.0	2605.0	2605.0	2605.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4905.0	4981.0	5131.0	5055.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.167	2.200	2.266	2.233
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	500.0	560.0	550.0	500.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	492.0	548.0	532.0	480.0
09 - Peso del agua (g)	8.0	12.0	18.0	20.0
10 - Peso del tarro (g)	166.0	202.0	206.0	206.0
11 - Peso suelo seco (g)	326.0	346.0	326.0	274.0
12 - Contenido de Humedad (%)	2.5	3.5	5.5	7.3
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.114	2.126	2.148	2.081

Contenido Optimo Humedad **5.3 %** Densidad Seca Maxima, **2.149 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

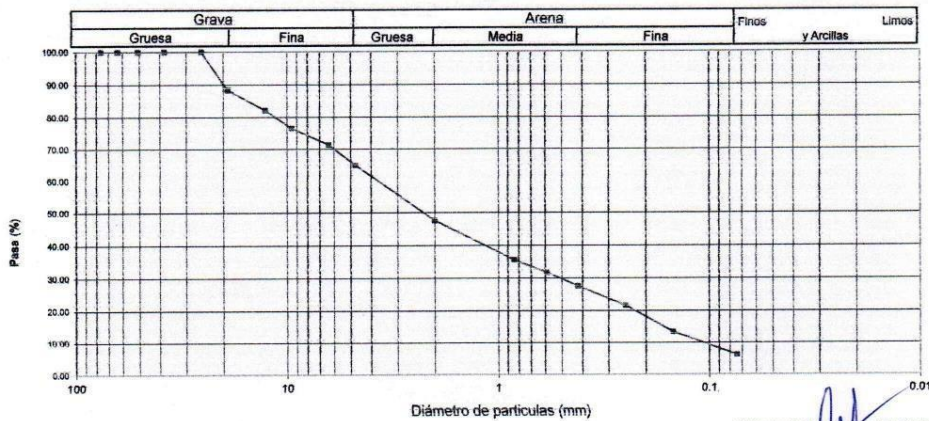
SOLICITA : BACH. CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 MUESTRA : CALICATA - 2 AFIRMADO  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH CANTERA: LLULLAN  
 FECHA : 19/07/2023

Peso Seco Inicial	1000	gr.
Peso Seco Lavado	938.0	gr.
Peso perdido por lavado	62.0	gr.

CALICATA - 2
M - 1
PROF : 0.40

Tamiz(Apertura)		Peso	Retenido	Retenido	Pasante	Clasificació AASTO
N°	(mm)	Retenido(gr.)	Parcial(%)	Acumulado(%)	(%)	
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	116.0	11.6	11.6	88.4	
1/2"	12.50	62.0	6.2	17.8	82.2	Valor del índice de grupo (IG):
3/8"	9.50	56.0	5.6	23.4	76.6	Clasificación (S.U.C.S.)
1/4"	6.30	52.0	5.2	28.6	71.4	Suelo de partículas gruesas ( Nomenclatura con símbolo doble)
N° 4	4.75	64.0	6.4	35.0	65.0	Grava mal graduada con limo con arena GP GM
N° 10	2.00	174.0	17.4	52.4	47.6	Pasa tamiz N° 4 (%) : 65.0
N° 20	0.850	120.0	12.0	64.4	35.6	Pasa tamiz N° 200 (%) : 6.2
N° 30	0.600	38.0	3.8	68.2	31.8	D60 (mm) : 3.97
N° 40	0.425	42.0	4.2	72.4	27.6	D30 (mm) : 0.517
N° 60	0.250	60.0	6.0	78.4	21.6	D10 (mm) : 0.115
N° 100	0.150	82.0	8.2	86.6	13.4	Cu : 34.5
N° 200	0.075	72.0	7.2	93.8	6.2	Cc : 0.587
< 200		62.0	6.2	100.0	0.0	Limite líquido LL : 0
Total		1000.0			100.0	Limite plástico LP : 0
						Indice plasticidad IP : 0

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN  
 Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 MATERIAL : AFIRMADO  
 CALICATA : 2 CANTERA: LLULLAN  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2023

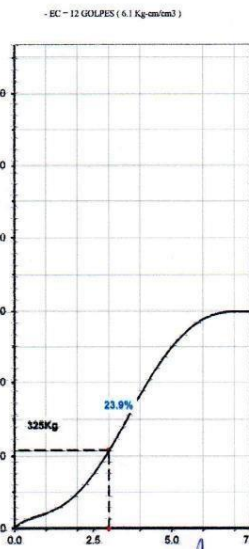
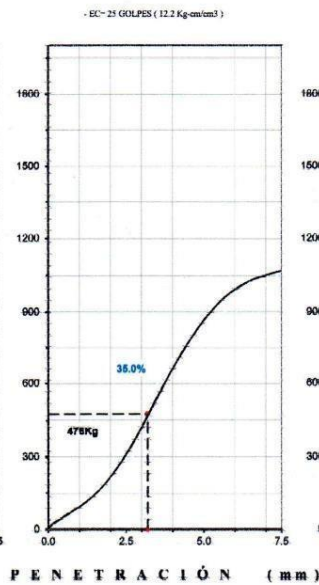
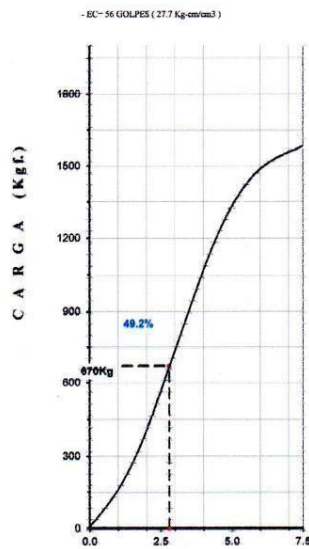
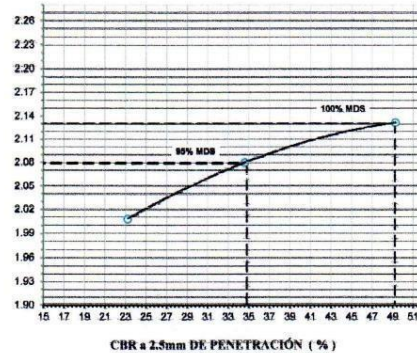
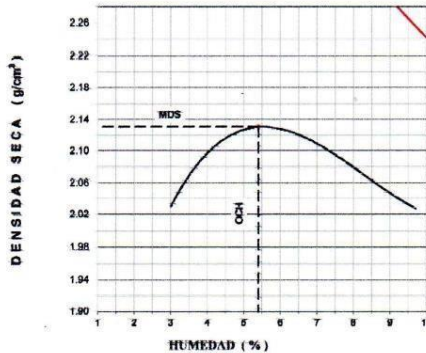
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>2</sup> ]	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,966.0	8,865.0	8,676.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,828.6	4,711.4	4,535.5			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,150.000	2,127.000	2,121.090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.246	2.215	2.138			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	520.0	500.0	650.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	504.0	482.0	622.0			
09 - Peso del agua (g)	16.0	18.0	28.0			
10 - Peso del tarro (g)	204.0	204.0	190.0			
11 - Peso suelo seco (g)	300.0	278.0	432.0			
12 - Contenido de humedad (%)	5.3	6.5	6.5			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.132	2.080	2.008			
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,828.6	4,711.4	4,535.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,094.4	9,011.0	8,850.6			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,957.0	4,857.4	4,710.1			
05 - Peso del agua absorvida (g)	128.4	146.0	174.6			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,584.1	4,424.9	4,259.4			
07 - Absorción de agua (%)	2.8	3.3	4.1			
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = 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	20.0	112.9	10.0	70.4	6.0	53.4
1.3	45.0	219.1	25.0	134.1	12.0	78.9
1.9	83.0	380.6	42.0	206.4	23.0	125.7
2.5	120.0	537.82	51.0	244.63	45.0	219.13
3.2	180.0	792.8	110.0	495.3	80.0	367.9
3.8	245.0	1069.0	150.0	665.3	115.0	516.6
5.08	303.0	1315.4	192.0	843.8	170.0	750.3
7.6	370.0	1600.1	248.0	1081.7	205.0	899.0
10.16	510.0	2195.0	345.0	1493.9	255.0	1111.4
12.7	645.0	2768.6	455.0	1961.3	240.0	1047.7
Carga [%]	537.82 kgf. [39.5%]		244.63 kgf. [18%]		219.13 kgf. [16.1%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

NOMBRE : BACH. GANO VILGARINO MAYOOL JESUS	METODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL - CARAZ 2023.	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.131
CANTERA: LLULLAN	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.4
MATERIAL : AFIRMADO	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	40.2
CALICATA : 2	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	34.8
UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCAH	SUCS : LL : -- IP : -- G <sub>s</sub> : --	
FECHA : 19-Jul-2023	AASHTO : EMBEBIDO : 4 días EXPANSIÓN :	
	ABSORCIÓN : 2.8 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 8.2 %	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
**Ing. Miguel Solar Jara**  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

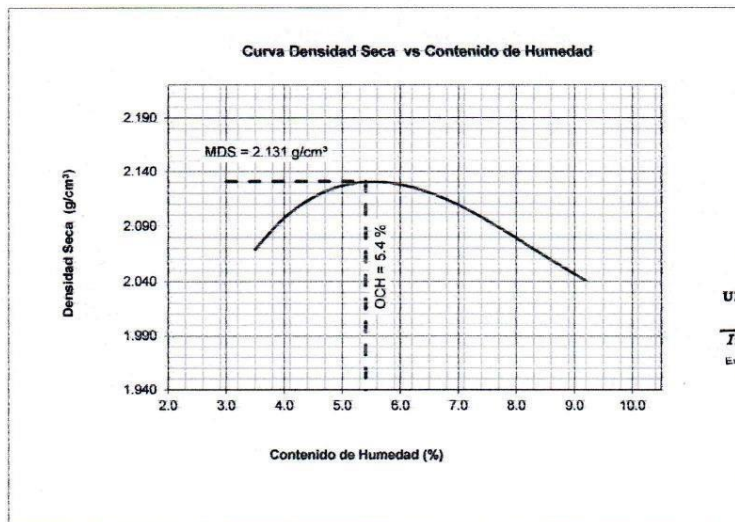


**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN  
 Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 MATERIAL AFIRMADO  
 CALICATA :2 CANTERA: LLULLAN  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA :19/07/2023

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7452	7662	7708	7650
02 - Peso del Molde (g)	2605.0	2605.0	2605.0	2605.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4847.0	5057.0	5103.0	5045.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.141	2.234	2.254	2.228
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	682.0	540.0	550.0	501.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	666.0	524.0	524.0	474.0
09 - Peso del agua (g)	16.0	16.0	26.0	27.0
10 - Peso del tarro (g)	204.0	202.0	166.0	182.0
11 - Peso suelo seco (g)	462.0	322.0	358.0	292.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.5	5.0	7.3	9.2
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.069	2.127	2.101	2.041

Contenido Optimo Humedad **5.4 %** Densidad Seca Maxima, **2.131 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : BACH CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 MUESTRA : CALICATA - 1 AFIRMADO  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH CANTERA: RIO TONTO  
 FECHA : 19/07/2023

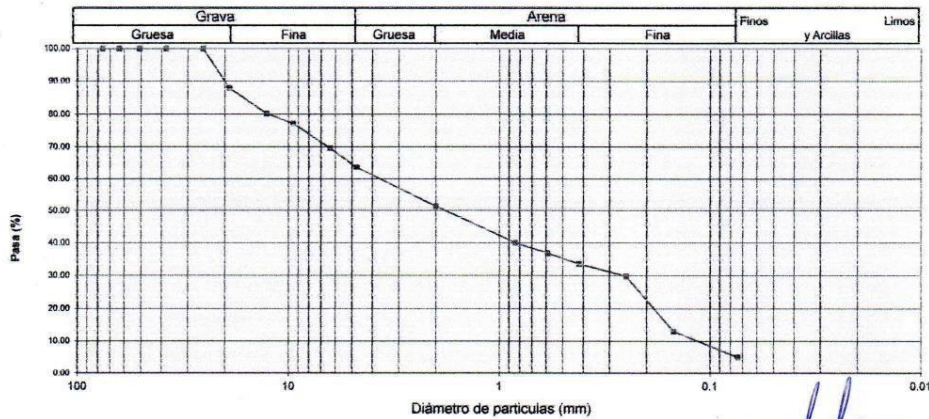
Peso Seco Inicial	1000	gr.
Peso Seco Lavado	950.0	gr.
Peso perdido por lavado	50.0	gr.

CALICATA - 1
M - 1
PROF : 0.40

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AASTO	
N° (mm)						
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena	
2"	50.80	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0		
1"	22.50	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	120.0	12.0	88.0		
1/2"	12.50	78.0	7.8	19.8	Valor del índice de grupo (IG):	
3/8"	9.50	30.0	3.0	22.8	77.2	Clasificación (S.U.C.S.)
1/4"	6.30	76.0	7.6	30.4	69.6	Suelo de partículas gruesas. ( Nomenclatura con símbolo doble).
N° 4	4.75	60.0	6.0	36.4	63.6	Grava mal graduada con limo con arena GP GM
N° 10	2.00	122.0	12.2	48.6	51.4	
N° 20	0.850	114.0	11.4	60.0	40.0	Pasa tamiz N° 4 (%) : 63.6
N° 30	0.600	32.0	3.2	63.2	36.8	Pasa tamiz N° 200 (%) : 5.0
N° 40	0.425	32.0	3.2	66.4	33.6	D60 (mm) : 3.95
N° 60	0.250	38.0	3.8	70.2	29.8	D30 (mm) : 0.259
N° 100	0.150	168.0	16.8	87.0	13.0	D10 (mm) : 0.117
N° 200	0.075	80.0	8.0	95.0	5.0	Cu 33.9
< 200	50.0	5.0	5.0	100.0	0.0	Cc 0.146
Total	1000.0			100.0		

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
**Ing. Miguel Solar Jara**  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
**NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN  
 Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 MATERIAL : AFIRMADO  
 CALICATA : ,1 CANTERAS:RIO TONTO  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2023

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>2</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,066.0	8,908.0	8,844.0			
02 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,928.6	4,754.4	4,703.5			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,150.000	2,127.000	2,121.090			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.292	2.235	2.217			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	450.0	430.0	412.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	438.0	418.0	400.0			
09 - Peso del agua (g)	12.0	12.0	12.0			
10 - Peso del tarro (g)	198.0	200.0	202.0			
11 - Peso suelo seco (g)	240.0	218.0	198.0			
12 - Contenido de humedad (%)	5.0	5.5	6.1			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.183	2.119	2.091			
<b>Absorcion</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,928.6	4,754.4	4,703.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,159.9	9,016.2	8,972.6			
03 - Peso del molde (g)	4,137.4	4,153.6	4,140.5			
04 - Peso suelo embebido (g)	5,022.5	4,862.6	4,832.1			
05 - Peso del agua absorbida (g)	93.9	108.2	128.6			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,693.9	4,506.3	4,434.7			
07 - Absorción de agua (%)	2.0	2.4	2.9			
<b>Penetración</b>						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = 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	12.0	78.9	8.0	61.9
1.3	45.0	219.1	24.0	129.9	18.0	104.4
1.9	65.0	304.1	34.0	172.4	24.0	129.9
2.5	120.0	537.82	55.0	261.62	46.0	223.38
3.2	136.0	605.8	80.0	367.9	60.0	282.9
3.8	190.0	835.3	110.0	495.3	80.0	367.9
5.08	250.0	1090.2	190.0	835.3	110.0	495.3
7.6	320.0	1387.6	240.0	1047.7	140.0	622.8
10.16	422.0	1821.1	270.0	1175.2	180.0	792.8
12.7	500.0	2152.5	340.0	1472.6	270.0	1175.2
Carga [%]	537.82 kgf. [39.5%]		261.62 kgf. [19.2%]		223.38 kgf. [16.4%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



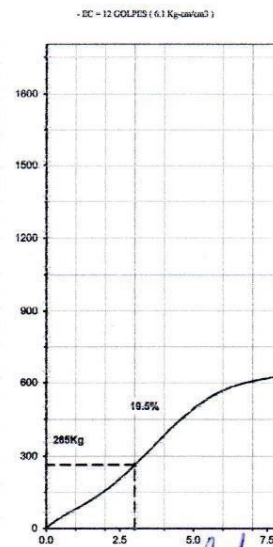
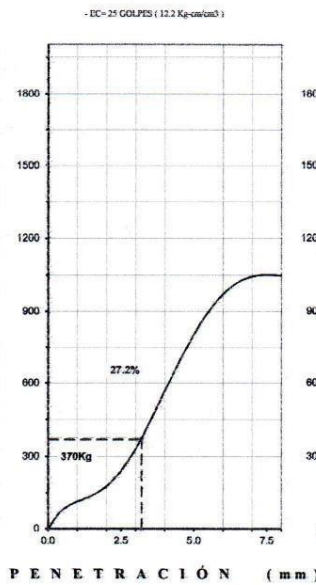
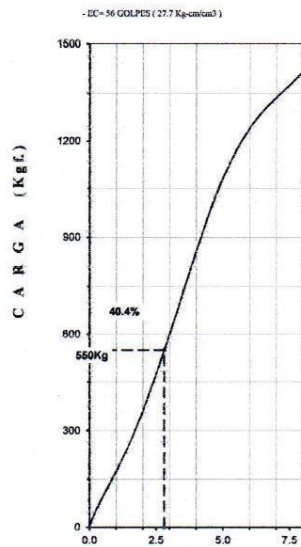
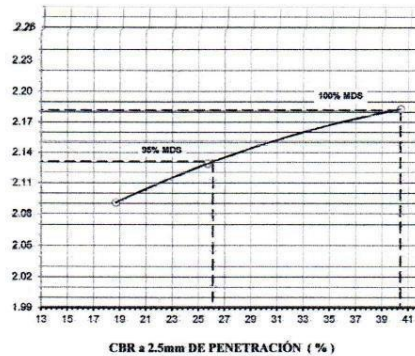
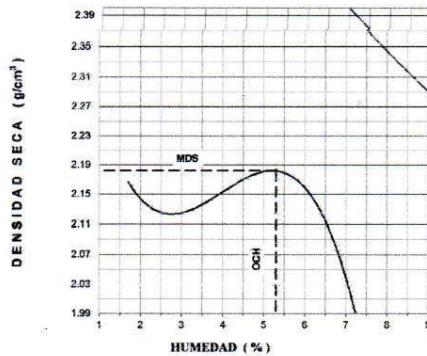
**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

NOMBRE : BACHICANO VILCARINO MAYCOL JESUS	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN Y SAN MIGUEL - CARAZ 2020	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.162
CANTERAS: RIO TONTO	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.3
MATERIAL : AFIRMADO	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	40.4
CALIGATA : 3	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	26.1
UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH	SUCS : LL : -- IP : -- G <sub>s</sub> : --	
	AASHTO : EMBEBIDO : 4 días EXPANSIÓN :	
	INDICACIONES :	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

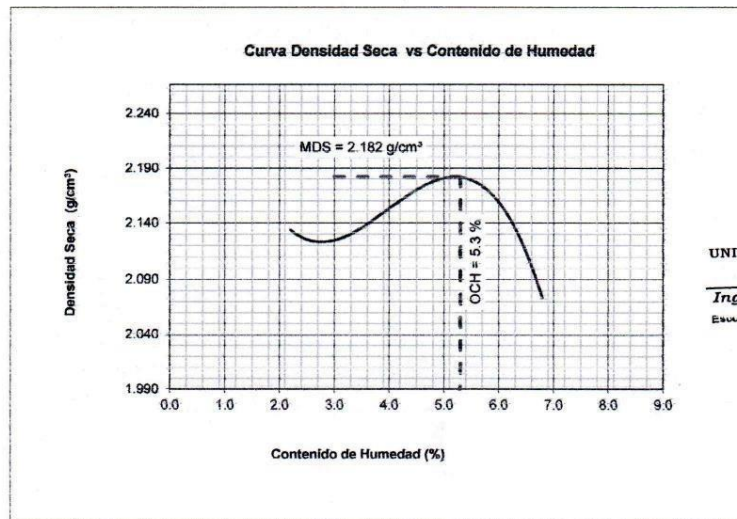
LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH.CANO VILCARINO MAYCOL JESUS  
 TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL AFIRMADO DE LAS CANTERAS RIO TONTO, LLULLAN  
 Y SAN MIGUEL -CARAZ 2023.  
 MATERIAL AFIRMADO CANTERA: RIO TONTO  
 CALICATA : 1  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DE SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2023

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7542	7728	7810	7618
02 - Peso del Molde (g)	2605.0	2605.0	2605.0	2605.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4937.0	5123.0	5205.0	5013.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2264.0	2264.0	2264.0	2264.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.181	2.263	2.299	2.214
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	540.0	500.0	470.0	606.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	533.0	488.0	456.0	580.0
09 - Peso del agua (g)	7.0	12.0	14.0	26.0
10 - Peso del tarro (g)	212.0	214.0	200.0	198.0
11 - Peso suelo seco (g)	321.0	274.0	256.0	382.0
12 - Contenido de Humedad (%)	2.2	4.4	5.5	6.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.134	2.167	2.179	2.073

Contenido Optimo Humedad **5.3 %** Densidad Seca Maxima, **2.182 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)

## REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor				
Cano Vilcarino Maycol Jesús		76424327	ing.canomaycol28@gmail.com	
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación				
<input checked="" type="checkbox"/>	Teoría	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>		
3. Grado Académico o Título Profesional <sup>1</sup>				
<input type="checkbox"/>	Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/>	Título Profesional	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/>	Maestría	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Doctorado	<input type="checkbox"/>		
4. Título del Documento de Investigación				
"Estudio comparativo del afirmado de las canteras rio Tonto, Lullan San Miguel Caraz, 2023"				
5. Programa Académico				
Ingeniería civil				
6. Tipo de Acceso al Documento				
<input checked="" type="checkbox"/>	Abierto o Pávido <sup>2</sup> (Exclusivo para docentes/operadores)	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	Acceso restringido <sup>3</sup> (En caso de restricción indicar el motivo <sup>4</sup> )	<input type="checkbox"/>		
(*) En caso de restringido sustente motivo				

### A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

### B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS <sup>5</sup>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. <sup>6</sup>

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	21	12	2023




#### Referencias

1. Ley N° 30003 de Consejo Directivo N° 035-2019-S/RESOLUCIÓN, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación en formato digital (Grados Académicos y Títulos Profesionales), Art. 8, inciso A.3.
2. Ley N° 30003, Ley que regula el Repositorio Institucional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.O. 086-2019-PCM.
3. Si el autor otorga el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia de exclusión, para que se pueda hacer entrega de forma en la copia y difundir en el Repositorio Institucional Digital, respetando siempre los derechos de autor y propiedad intelectual de acuerdo a las normas de la Ley N° 30003.
4. En caso de que el autor otorga la restricción, así como se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la ley N° 30003-2019-PCM (Decreto Ley 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Institucional Digital.
5. La licencia Creative Commons (CC) de uso digitalizado internacional sin fines de lucro que permite la disposición de los autores en conjunto de licencias Creative y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas, científicas, etcétera, todas las licencias también garantizan que el autor otorga el crédito por su obra.
6. Según el inciso 2.3, del artículo 23 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales (RNTI) "Las universidades, instituciones e unidades de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los resultados en sus repositorios institucionales o en un sitio de acceso abierto o restringido, los cuales serán automáticamente indexados por el Repositorio Digital RINAT, a través del Repositorio AUSA".

Nota: En caso de cualquier duda, se puede contactar al correo electrónico: [info@usp.edu.pe](mailto:info@usp.edu.pe) o al teléfono: (051) 944 44 44.

## Estudio comparativo del afirmado de las Canteras rio Tonto, Lullan y San Miguel –Caraz 2023

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>8%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.utea.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unsch.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>mydokument.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>vdocumento.com</b> Fuente de Internet	

		1 %
10	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	1 %
11	<b>dspace.utpl.edu.ec</b> Fuente de Internet	1 %
12	<b>de.slideshare.net</b> Fuente de Internet	1 %
13	<b>edoc.pub</b> Fuente de Internet	1 %
14	<b>biblioteca.usac.edu.gt</b> Fuente de Internet	1 %
15	<b>repositorio.ucss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
16	<b>repositorio.unh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
17	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<1 %
18	<b>dspace.unitru.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
19	<b>INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Montalvo - Los Héroes y Subestaciones Asociadas-</b>	<1 %

IGA0006865", R.D. N° 565-2017-MEM/DGAAE,  
2020  
Publicación

20	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
21	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
25	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
28	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	vsip.info Fuente de Internet	<1 %

repository.upb.edu.co:8080

30	Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://repository.unipiloto.edu.co">repository.unipiloto.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
33	<a href="http://repositorio.unach.edu.pe">repositorio.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to Webster University Trabajo del estudiante	<1 %
35	<a href="http://fdocuments.ec">fdocuments.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://www.clubensayos.com">www.clubensayos.com</a> Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Privada San Pedro Trabajo del estudiante	<1 %
38	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
39	<a href="http://doku.pub">doku.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
41	Submitted to UNILIBRE Trabajo del estudiante	<1 %

		<1 %
42	<a href="https://dspace.uazuay.edu.ec">dspace.uazuay.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="https://publicaciones.usanpedro.edu.pe">publicaciones.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="https://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="https://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="https://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="https://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="https://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="https://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="https://repository.upb.edu.co">repository.upb.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
52	<a href="https://www.fao.org">www.fao.org</a> Fuente de Internet	<1 %

53 [www.mundourbano.unq.edu.ar](http://www.mundourbano.unq.edu.ar) <1 %  
Fuente de Internet

---

54 [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net) <1 %  
Fuente de Internet

---

55 [repositorioacademico.upc.edu.pe](http://repositorioacademico.upc.edu.pe) <1 %  
Fuente de Internet

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo