

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**INCORPORACIÓN DE ESCORIA DE COBRE PARA
MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMADO
PARA CARRETERAS.**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESO

PRESENTADO POR:

Bach. SULLON JUAREZ ROGER WILLIAM

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2024

ASESOR
Ing. RANDO PORRAS OLARTE

DEDICATORIA

Al altísimo por guiarme de cada paso que doy en mi vida y ser mi fortaleza, como también a mis padres Pedro Sullón Ipanaqué y Ceverina Juárez Fernández por toda su confianza, apoyo moral, constante y perseverante.

A mi esposa Jehidi Sánchez Alberca, a mis hijos Yaritza, Roger e Isabella, por su apoyo incondicional y comprensión en la obtención de mis logros, igualmente a mis hermanos por su apoyo moral.

Bach. SULLÓN JUAREZ, Roger William

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento profundo a mis docentes que me Inculcaron el amor y dedicación a la profesión, pero muy especialmente al Ing. Jhossom Torres Pérez, al **Mg. Martin Chumpitaz Camarena** y a mi asesor el Ing. Rando Porras Olarte quienes con su apoyo, consejos y Asesoría logre culminar la presente Tesis.

Bach. SULLÓN JUÁREZ, Roger William

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0263 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis, titulada:

INCORPORACIÓN DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : Bach. SULLON JUAREZ ROGER WILLIAM

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : Ing. RANDO PORRAS OLARTE

Fue analizado con fecha 24/07/2024; con 158 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 25 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: *Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.*

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 24 de julio del 2024.

MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

.....

JURADO 1: **MG. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL**

.....

JURADO 2: **ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS**

.....

JURADO 3: **ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
ASESOR	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
CONTENIDO DE TABLAS	xi
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
CONTENIDO DE CUADROS	xiii
CONTENIDO DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPITULO I	20
EI PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.1. Planteamiento del problema.....	20
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	22
1.2.1. Problema general	22
1.2.2. Problemas específicos	22
1.3. Justificación.....	22
1.3.1. Práctica o social	22
1.3.2. Metodológica	23
1.4. Delimitaciones	23
1.4.1. Espacial.....	23
1.4.2. Temporal	23
1.4.3. Económico.....	23
1.5. Limitaciones	24
1.5.1. Del material	24
1.6. Objetivos	24

1.6.1	Objetivo general	24
1.6.2	Objetivos específicos.....	24
CAPITULO II		25
MARCO TEÓRICO.....		25
2.1	Antecedentes de estudios	25
2.1.1	Antecedentes internacionales	25
2.1.2	Antecedentes nacionales	28
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	32
2.2.1.	El grado de finura o fineza.....	32
2.2.2.	El grado de saturación (r)	33
2.2.3.	La forma física	33
2.2.4.	La resistencia al esfuerzo cortante	34
2.2.5.	El suelo.....	35
2.2.5.1	La Composición del Suelo	35
2.2.5.2	La Variabilidad.....	36
2.2.5.3	La Solidez.....	36
2.2.5.4	La Compresibilidad.....	36
2.2.5.5	La variedad o Tipos de suelos.....	37
2.2.5.6	De acuerdo a su estructura	37
2.2.5.7	La estabilización de suelos.....	38
2.2.5.8	El Propósito de la Estabilización de Suelos.....	39
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	39
2.4.	Hipótesis.....	47
2.4.1	Hipótesis general.....	47
2.4.2	Hipótesis específicas	47
2.5.	Variables	47
2.5.1.	Definición conceptual de la variable	48
2.5.2.	Definición operacional de las variables	48
2.5.3.	Operacionalización de las variables	48
CAPITULO III		50
METODOLOGÍA.....		50

3.1.	Método de investigación	50
3.2.	Tipo de investigación	50
3.3.	Nivel de investigación	50
3.3.1.	Lugar y periodo de la Investigación	51
3.4.	Diseño de la investigación	51
3.5.	Población y muestra	52
3.5.1	Población.....	52
3.5.2	Muestra	53
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
3.6.1.	Validez y confiabilidad de los instrumentos empleados.....	53
3.7.	Técnica de procesamiento y análisis de datos	56
3.8.	Aspectos éticos de la información	57
CAPÍTULO IV		58
RESULTADOS		58
4.1.	Resultados de las encuestas realizadas respecto a la Variable Independiente Escoria de Cobre y Resistencia del afirmado para carreteras con sus Dos Dimensiones.	58
4.2	Resultados de Pruebas Realizadas respecto a la Variable independiente Escoria de Cobre y Resistencia del afirmado para carreteras con sus dos Dimensiones.	64
4.3.	Contrastación de Hipótesis.....	72
4.3.1	Contrastación de Hipótesis General	73
4.3.2	Contrastación de Hipótesis específica	78
4.3.3.	Contrastación de Hipótesis específica	86
CAPITULO V		91
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		91
5.1.	Respecto a la hipótesis a: Es óptima con buena gradación la granulométrica en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.	92
5.2.	Respecto a la Hipótesis b: Se modifican en un 40% más las características mecánicas en el afirmado para carretera con	

incorporación de escoria de cobre.....	93
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS	99

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 : Regiones Climáticas.....	42
Tabla 2 : Calidad relativa del suelo de Subrasante	42
Tabla 3 : Variante del ensayo Proctor Modificado	46
Tabla 4 : Operacionalización de variable V1	49
Tabla 5 : Operacionalización de la variable V2	49
Tabla 6 : Valores de Confiabilidad.....	55
Tabla 7 : Tabla de Validez.....	57
Tabla 8 : Niveles de la Variable 1: Escoria de Cobre	58
Tabla 9 : Niveles de la Variable 2: Resistencia del Afirmado para Carreteras ...	59
Tabla 10 : Niveles de la Dimensión 1: Características Granulométricas	61
Tabla 11 : Niveles de la Dimensión 2: Característica mecánica.....	62
Tabla 12 : Datos y Resultados para obtención del límite líquido y plástico	65

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura N° 1	: Afirmado de base en una carretera.....	21
Figura N° 2	: Características principales físicas de la escoria de cobre.....	33
Figura N° 3	: Determinación de la relación de soporte CBR	35
Figura N° 4	: Suelos Arenosos.....	37
Figura N° 5	: Suelos Arcillosos.....	37
Figura N° 6	: Estabilización de vías sin asfaltar	39
Figura N° 7	: Método del TRL	41
Figura N° 8	: Escoria de Cobre	43
Figura N° 9	: Límite de Atterberg	45
Figura N° 10	: Provincia de Concepción-Distrito de Santa Rosa de Ocopa - Kilómetro 8+000.....	51
Figura N° 11	: Determinación del peso de diseño.....	76
Figura N° 12	: Forma de dosificación de la mezcla para cada porcentaje	77
Figura N° 13	: Ensayo - Características Granulométricas.....	80
Figura N° 14	: Características Mecánicas del afirmado para carreteras Proctor Modificado	88
Figura N° 15	: Características Mecánicas del afirmado para carreteras C.B.R. método de compactación ASSHTO T-180 D.....	89

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro N° 1	: Análisis mecánico por tamizado.....	66
Cuadro N° 2	: Análisis Granulométrico por Tamizado	68
Cuadro N° 3	: Proctor Modificado ASTM (D-1557) (Mat.de Cant. Conv.).....	70
Cuadro N° 4	: C.B.R. Método AASHTO T-180 D (Mater. de Cantera Convencional).....	71
Cuadro N° 5	: Resistencia al desgaste por abrasion (Material de Cantera Convencional).....	72
Cuadro N° 6	: Coeficiente de Correlación - Correlaciones.....	73
Cuadro N° 7	: Coeficiente de Correlación.....	78
Cuadro N° 8	: Granulometría material de cantera sin escoria	81
Cuadro N° 9	: Granulometría material de cantera 5% escoria.....	82
Cuadro N° 10	: Granulometría material de cantera 15% escoria.....	84
Cuadro N° 11	: Granulometría material de cantera 25% escoria.....	85
Cuadro N° 12	: Coeficiente de Correlación - Correlaciones.....	86
Cuadro N° 13	: Características Mecánicas.....	89

CONTENIDOS DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	: Niveles de la Variable 1: Escoria de Cobre.....	58
Gráfico N° 2	: Niveles de la Variable 1: Escoria de Cobre.....	59
Gráfico N° 3	: Niveles de la Variable 2: Resistencia del Afirmado para las Carreteras.....	60
Gráfico N° 4	: Niveles de la Variable 2: Resistencia del Afirmado para Carreteras.....	60
Gráfico N° 5	: Niveles de la Dimensión 2: Características Granulométricas.....	61
Gráfico N° 6	: Niveles de la Dimensión 1: Características Granulométricas.....	62
Gráfico N° 7	: Niveles de la Dimensión 3: Característica mecánica	63
Gráfico N° 8	: Niveles de la Dimensión 3: Característica mecánica	63
Gráfico N° 9	: Diagrama de fluidez	65
Gráfico N° 10	: Curva Granulométrica de Material de Cantera.....	67
Gráfico N° 11	: Curva Granulométrica de Escoria de cobre	68
Gráfico N° 12	: Proctor Modificado ASTM (D-1557) (Mat. de Cantera Convencional)	70
Gráfico N° 13	: C.B.R. Método AASHTO T-180 D (Mater. de Cantera Conv.)	71

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo N° 1	: Matriz de consistencia	100
	Matriz de operacionalización de las variables.....	
	103
Anexo N° 2	: Cuestionario sobre escoria de cobre y resistencia del afirmado para carreteras.....	105
Anexo N° 3	: Fichas de validación juicio de expertos.....	108
Anexo N° 4	: Validez del instrumento respecto al juicio de expertos.....	114
Anexo N° 5	: Procesamiento de información respecto a la variable escoria de cobre	115
Anexo N° 6	: Procesamiento de información respecto a la variable resistencia del afirmado para carreteras.....	116
Anexo N° 7	: Procesamiento de información respecto a la variable escoria de cobre con sus tres dimensiones.	117
Anexo N° 8	: Procesamiento de información respecto a la variable resistencia del afirmado para carreteras con sus tres dimensiones.....	118
Anexo N° 9	: Informe de ensayo de laboratorio	119
Anexo N° 10	: Costos de la escoria de cobre o granalla de cobre	142
Anexo N° 11	: Ficha técnica de la escoria de cobre.....	145
Anexo N° 12	: Presupuesto de 1m ³ de afirmado con 15 % de escoria de cobre.....	149
Anexo N° 13	: Panel fotográfico de ensayos realizados	150

RESUMEN

En la presente tesis propuso como problema general **¿Qué efectos produce la incorporación de escoria de cobre en la resistencia del afirmado para carreteras?** También se planteó como objetivo general: Determinar la relación que tiene la presencia de escoria de cobre en la resistencia del afirmado para carreteras y la hipótesis general a confirmar fue: La incorporación de escoria de cobre produce una mejor resistencia en el afirmado para carreteras.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación a realizar será aplicada, de nivel descriptivo y de diseño correlacional.

Como resultado de la investigación se concluyó que: la incorporación de escoria de cobre aumenta la resistencia en un 20% la resistencia en el ángulo de fricción y cohesión además se eleva en un 5% la resistencia a tensión y compresión en el afirmado para carreteras.

Palabras claves: Angulo de fricción, Cohesión, afirmado, escoria.

ABSTRACT

In This thesis, he proposed as a general problem, what effects does the incorporation of copper slag produce on the resistance of the road surfacing? It was also raised as a general objective: To determine the relationship that the presence of copper slag has in the resistance of the road affirmation and the general hypothesis to be confirmed was: The incorporation of copper slag produces a better resistance in the road affirmation.

The general research method was scientific; the type of research to be carried out will be applied, of applicative level and of a correlated design.

As a result of the investigation, it was concluded that: the incorporation of copper slag increases the resistance by 20%, the resistance at the angle of friction and cohesion, in addition, the resistance to tension and compression in the affirmed for roads increases by 5%.

Keywords: Angle of friction, Cohesion, affirmed, slag.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada “**INCORPORACIÓN DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS**”, recomienda y plantea el uso de escoria para mejorar las propiedades del afirmado. En la actualidad existen muchos problemas con la estabilización de suelos en las distintas regiones de nuestra patria con respecto a la afirmación de los mismos en carreteras, esto ocasiona muchas dificultades y problemas en las diversas obras civiles a realizar, motivo por el cual la importancia de nuestro proyecto de investigación de estudiar la necesidad de analizar como reutilizar la escoria de cobre producidas en las distintas fundiciones industriales.

Este estudio se evocará a estudiar el potencial que tiene la utilización de las escorias de cobre en las estabilizaciones de los suelos y en qué tipos de ellos es más recomendable aplicarlo desde el punto de vista de ingeniería civil. Podemos afirmar que es un gran aporte y beneficio para lograr eliminar las dificultades y problemas que se presenta en la actualidad, además de reutilizar las chatarras que genera en las grandes ciudades de las capitales de los departamentos de nuestra patria. Cabe mencionar que este estudio es una contribución más de los diferentes métodos para estabilización de suelos.

El presente plan de investigación se evocará y encargará de realizar un estudio de la conducta y comportamiento que crea la adición de la escoria de cobre en este tipo de suelos arcillosos para mejorar la estabilización del suelo.

La propuesta de investigación concluirá que al añadir las escorias de cobre al suelo a tratar este aumentará y mejorará su resistencia al corte sobre todo en el afirmado para las diferentes carreteras de nuestro país. Para un mejor desarrollo y comprensión en la investigación se ha estructurado en 5 capítulos que se exponen a continuación.

Capítulo I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN: En el presente se desarrollan el planteamiento del problema; Formulación y sistematización del problema: El Metodológica; Delimitaciones: Espacial, Temporal, Económica; Limitaciones:

Practica o social, Delimitaciones: De la información, Económico, Objetivos: Objetivos general, Objetivos específicos.

Capítulo II: EL MARCO TEÓRICO: En este capítulo se encarga de analizar los Antecedentes internacionales e internacionales, como también el Marco conceptual: Suelo, La Composición del suelo, La variabilidad, La solidez, La compresibilidad, Los tipos de suelos, De acuerdo a su estructura, La estabilización de suelos, El propósito de la estabilización de suelos, Definición de términos, hipótesis general, hipótesis específicas, variables: Definición conceptual de una variable, definición operacional de las variables y Operacionalización de las variables.

Capítulo III: METODOLOGÍA: Esta referida a la metodología de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, aspectos éticos de la información.

Capítulo IV: El desarrollo de este capítulo está referido a todas las pruebas y ensayos referidos al análisis estudios en el laboratorio de la escoria y la resistencia tanto a la compresión y cohesión como en el ángulo de fricción para un mejor afirmado.

Capítulo V: En este capítulo después de un análisis y discusión profunda de los resultados para comparar y relacionar con los resultados obtenidos por otros tesista tanto internacionales como nacionales. Finalmente se logra obtener las conclusiones y recomendaciones como las referencias bibliográficas e incluyendo los anexos correspondientes.

Bach. SULLÓN JUAREZ, Roger William

CAPITULO I

EI PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En muchas de obras civiles a realizar importa mucho la calidad del suelo que configura un emplazamiento para el afirmado sobre carreteras es un término muy necesario e importante para lograr sostener y soportar dicha vía. Para nuestro caso se utilizará para una vía, entonces es muy valioso tener en consideración la calidad de los suelos. Con el objetivo de obtener un suelo resistente y duradero de tal manera de atenuar las cargas que le transmitirá el tráfico, como también las situaciones medio ambientales en la zona a trabajar o que se puedan presentar.

En diversos lugares la disminución de calidad de los suelos nos condiciona y obliga a perfeccionarlos, mejorarlos y poder así evitar los problemas más adelante o que se presenten en el futuro. Ante este panorama existe una principal alternativa de mejorar la calidad del suelo como es la estabilización del mismo para el afirmado en el mismo lugar, mediante aditivos o en nuestro caso será la de agregar escoria de cobre, aplicar un aditivo o escoria dependerá de su viabilidad de aplicación como también del factor económico. También podemos afirmar que uno de los tipos de suelos más frecuentes que presentan una disminución o baja calidad de ellos son los que poseen arcillas, una variedad de ellas que dificultan el afirmado en carretas son del tipo expansivas, debido a que exhiben un cambio volumétrico y que hay que tener en consideración sobre todo en lugares o zonas de abundancia de lluvias.

Estas modificaciones o cambios que suceden en el aspecto volumétrico que sufren este tipo de suelos expansivos, pueden generar grandes daños a las estructuras de las carreteras, es muy importante hacer un afirmado en las carreteras de tal manera que al pavimentar se deberá tener en este tipo de suelo mucho cuidado en el cambio o variaciones de la humedad.

Figura N° 1: Afirmado de base en una carretera



Fuente: Carretera Chota – Bambamarca, Km 15 - 16, MTC p. 47

Por consiguiente, se deberá tener en cuenta la verificación de la impermeabilidad del suelo o en todo caso utilizar la transformación de un desarrollo de estabilización del suelo para tener mayor resistencia en el afirmado.

Como podemos avizorar ahora como consecuencia al aumento y crecimiento demográfico en nuestro país, esto ha generado gran demandas en la construcción de muchas carreteras o también de algunas vías de acceso a lugares de no fácil penetración, estas ubicaciones se encuentran en zonas rurales entonces con la finalidad de obtener una mejora económica logrando abrir mercados y alcanzar una incorporación entre estos lugares con los puntos o centros de mayor demanda económica y puedan abastecer dichos mercados.

En el diseño y edificación de las vías o carreteras podemos realizarlos de distintas formas o modalidades, en nuestro caso analizaremos dichos estudios en lugares que no han sido pavimentados donde verificaremos la resistencia del afirmado aplicando escoria de cobre.

La gran dificultad comúnmente aparece como consecuencia de un desperfecto rápido en dichas vías o carreteras como efectos de diversas causas y esto lo podemos asegurar debido a una ausencia en la calidad del afirmado como resultado en no considerar los materiales necesarios y adecuados como también no tener en cuenta las normas dados por el ente técnico correspondiente

en carreteras. Podemos agregar también algunos factores adicionales que afectan el afirmado de los suelos y podemos mencionar la consistencia, la porosidad y la permeabilidad sobre todo en lugares donde existe gran precipitación de lluvias. Todo esto nos sugiere un objetivo principal y que redundara en suelos con afirmado más compactado y no tener problemas futuros en las distintas vías sobre todo en las rurales.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué efectos produce la incorporación de escoria de cobre en la resistencia del afirmado para carreteras?

1.2.2. Problemas específicos

a. ¿Qué características granulométricas se encontrarán en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre?

b. ¿En qué porcentaje se modifican las características mecánicas en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre?

1.3. Justificación

Este plan de estudios se justifica y se apoyan en la necesidad de entender y evaluar las virtudes técnicas que nos proporciona la estabilización o afirmado del suelo aplicando la incorporación de escoria de cobre, esta técnica nos genera una nueva alternativa de mejoramiento del afirmado en carreteras es decir aumentar las propiedades mecánicas y físicas que adquieren los suelos de menor calidad, uno de estos suelos pueden ser los suelos cohesivos que pueden generar deficiencia en el afirmado y por consiguiente una mala pavimentación en las carreteras o vías de penetración.

1.3.1. Práctica o social

El estudio de la utilización de escoria de cobre se justifica práctica porque plantea y ofrece resolver un problema con dicho afirmado más compactado proporcionara mayor fluidez y seguridad en las zonas rurales o centros poblados que tienen un suelo que requieren este tipo de tratamiento, diseñar vías y carreteras que permitan comercializar entre dichos centros poblados con los mercados de las grandes ciudades.

1.3.2. Metodológica

En el presente se utilizará una metodología de investigación de acuerdo con nuestro estudio en forma aplicada, se usará un nuevo tipo de material como es la escoria de cobre, la investigación nos permitirá comparar los resultados y verificar su aplicación en beneficio de la resistencia del afirmado para carreteras y su aplicación a diversos lugares que cumplan con las mismas condiciones que analizamos y podremos demostraremos las propiedades para aplicar a dichas vías.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El presente trabajo de investigación primero se ubicó los depósitos de escoria en la ciudad de la Oroya y los laboratorios se efectuaron en la ciudad de Huancayo de tal manera de mejorar el afirmado en carreteras con la aplicación de escorias aumentando la resistencia y cohesión

1.4.2. Temporal

La investigación por efectuar se recabo toda la información sobre escoria y afirmado durante el mes de setiembre hasta noviembre del 2020, previamente se realizó un análisis previo durante el mes de enero a marzo del 2020 y comprobar las deficiencias en el afirmado en las carreteras.

1.4.3. Económico

En la parte económica correspondiente al estudio que genera dicha investigación será asumida y financiado íntegramente por el tesista.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Del material

Se viajó a al centro de acopio el Distrito de Santa Rosa de Ocopa Kilómetro 8+ 000 de la carretera que une Concepción con el Distrito de Comas para lograr recabar el material de investigación como es la escoria y su aplicación en nuestra investigación para el afirmado en carreteras.

1.5.2. Económico

El gasto que genera dicha investigación tanto en comprar la escoria en la ciudad de la Oroya y las pruebas a realizar en los laboratorios de la ciudad de Huancayo y como se informó todos estos costos fue asumido por el tesista.

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar los efectos que produce la incorporación de escoria de cobre en la resistencia del afirmado para carreteras.

1.6.2 Objetivos específicos

a. Definir las características granulométricas en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.

b. Precisar en qué porcentaje se modifican las características mecánicas en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudios

Para nuestro proyecto de investigación se analizará trabajos realizados sobre nuestro tema y mencionaremos sus objetivos de cada uno de estos estudios y nutrir el nuestro, se comprobará y analizará estudios realizados tanto a nivel nacional como investigaciones realizadas en el exterior, es decir tesis internacionales.

2.1.1 Antecedentes internacionales

A. El bachiller Hemilemeg Muñoz Rodríguez de la Universidad Militar de Nueva Granada Salesiana - Bogotá sustento su tesis en el 2017. “ANÁLISIS DE PAVIMENTACIÓN (MDC – 3) MEJORADA CON ESCORIA (no ferrosas) DE FUNDICIÓN DE COBRE” (Ensayo Marshall INV – E 748-07). El sustentante se propuso como objetivo principal Diseñar una mezcla asfáltica óptima para la pavimentación MDC-3 utilizando escorias de cobre. El bachiller para lograr dicho objetivo nos recomienda como primer objetivo específico utilizando el método (Marshall) lograr definir cuál es la proporción de agregados pétreos y el porcentaje asfalto que debe contener la mezcla asfáltica para lograr un comportamiento óptimo, como segundo específico determinar el efecto en el diseño estructural del pavimento mediante el uso de escorias de cobre en las mezclas asfálticas tipo MDC-3 y finalmente como tercer objetivo determinar los porcentajes de vacíos de las mezclas asfálticas diseñadas.

El bachiller nos presenta las conclusiones importantes siguientes:

- Con el uso de escorias de cobre en reemplaza del Filler la mayor estabilidad de la mezcla se alcanza cuando el porcentaje de asfalto esta entre 5.5% y 6%. La diferencia entre el máximo valor de estabilidad y el mínimo valor es del 11%.

- Se confirmó que al aumentar el porcentaje de asfalto por encima del 6% la rigidez disminuye drásticamente. Al pasar del 6% al 7% disminuye en un 20% su rigidez.

- Se determinó que al aumentar el porcentaje de asfalto a la mezcla del 6% al 7% el flujo aumenta en un 4%.

- Se comprobó que la mezcla modificada al 100% se logra un mayor valor de estabilidad que con el modificado del 25% lográndose un incremento en su máximo valor del 14%

B. El sustentante Pérez Mejías Andrés de la Universidad Federico Santa María, Chile en el 2017. “UTILIZACIÓN DE ESCORIA DE COBRE DE CODELCO VENTANAS COMO AGREGADO PÉTREO PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ASFÁLTICOS SIMPLES EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO”. El sustentante tiene como objetivo principal comprobar la utilidad de la escoria de cobre de CODELCO ventanas como agregado pétreo de tratamiento superficiales simples, por medio de estudios de laboratorio comparativos con áridos tradicionales de la región de Valparaíso, y mediante análisis físicos químicos de su composición respecto a. la normativa ambiental, con el fin de ofrecer una alternativa sustentable en el diseño de caminos básicos. Por consiguiente, el primer objetivo específico analizar las propiedades de la escoria de cobre con árido para tratamientos superficiales según los requisitos establecidos por el volumen 5 del manual de carreteras. Como segundo objetivo profundizar los resultados obtenidos de adherencia del agregado mediante ensayos alternativos del Manual de carreteras y como tercer objetivo Evaluar el comportamiento de la escoria de cobre con el método de dosificación de la dimensión mínima promedio mediante simulación de tránsito a baja escala.

El bachiller nos menciona las conclusiones importes siguientes:

- La escoria de cobre presento una mejor adherencia con el asfalto que los agregados tradicionales para observarla fue necesaria la realización del ensayo de adherencia por el método del hervido.

- Se determinó mediante el ensayo de desgaste de los Ángeles y se pudo observar que la escoria posee un desgaste del 20%, mientras que los áridos tradicionales se acercan al 15%. Si bien la escoria no cumplía con los requisitos por ser ensayada mediante el equipo de los Ángeles ambos valores se encuentran por debajo de lo establecido por el Manual de Carreteras.

C. El Sustentante Ricardo Ochoa Díaz sustentó su tesis doctoral en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en el año 2019. “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO CON RESIDUOS SIDERÚRGICOS COMO AGREGADOS. El sustentante tiene como objetivo principal desarrollar un análisis y trabajo experimental a nivel de laboratorio para evaluar la sustitución parcial o total de los agregados convencionales por escoria de horno de arco eléctrico, escoria de horno al oxígeno y polvo de alto horno en la fabricación de mezclas asfálticas y evaluar su comportamiento para su empleo en la construcción de carreteras. El sustentante determinó sus objetivos específicos siguientes para lograr en objetivo principal, como primer objetivo específico identificar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados y la composición química de las escorias y el polvo de alto horno, luego su segundo objetivo consistió en establecer la sustitución parcial y total de los materiales convencionales por residuos siderúrgicos en la mezcla asfáltica, como cuarto objetivo fue Validar la sustitución de residuos mediante la implementación de la metodología Ramcodes en el diseño de las mezclas asfálticas finalmente su cuarto objetivo fue analizar el comportamiento mecánico y dinámico de las mezclas con residuos siderúrgicos.

Las conclusiones importantes que nos proporcionó el autor son las siguientes:

- Los ensayos realizados mostraron características favorables, muy parecidas y en algunos casos superiores al del agregado natural. Así, entre otros resultados, se puede destacar el buen comportamiento de la escoria EAF ante el ensayo de desgaste en la máquina de los Ángeles y la degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, cuyos valores están por debajo en 1.7 % y 3.9 % respecto del agregado natural (Grava) respectivamente. Estos ensayos pusieron de manifiesto la dureza del material, propiedad que resulta fundamental en un agregado para carreteras. En cuanto a las características propias de las

escorias, cabe destacar la alta densidad de la escoria EAF y la similitud de la densidad de la escoria BOF en comparación con el agregado natural.

- Como se ha mencionado anteriormente, las propiedades de la escoria EAF son favorables para su utilización en la fabricación de concretos asfálticos, de acuerdo con los resultados de los ensayos realizados, en algunos casos presentó mejores características que el agregado grueso natural (grava). Por lo cual, teniendo en cuenta las propiedades, es posible realizar la sustitución total del agregado convencional por este material alternativo. Las propiedades de la escoria BOF, teniendo en cuenta los resultados de los ensayos de caracterización realizados, son muy similares a las propiedades del agregado grueso natural utilizado en esta investigación.

- . Con la utilización de residuos siderúrgicos BOF, EAF y BFD, se disminuye la explotación de materiales no renovables como la grava y arena, con consecuencias positivas que esto acarrea en el ecosistema. Aunque la producción de residuos siderúrgicos BOF, EAF y BFD en la región (Boyacá) es bastante inferior a la explotación y producción de materiales para construcción (grava y arena), la reducción en el consumo de material tipo grava sería de 28.6% y la reducción en el consumo de material tipo arena sería de 4%.

2.1.2 Antecedentes nacionales

A. Los Bachilleres Figueroa Chávez, Darient y Mamani Quinto, Carlos sustentaron su tesis en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en el año 2019. “DISEÑO DE CARRETERAS AFIRMADAS EN BASE A ESCORIAS NEGRAS, PROVENIENTES DE LA PLANTA DE ACEROS AREQUIPA DE PISCO, PARA ZONAS RURALES”. Los sustentantes tienen como objetivo principal la finalidad de incrementar el número de carreteras afirmadas, para zonas rurales del Perú, se busca proporcionar un diseño de afirmado en base a escorias negras, como material sustituto, proveniente de la planta de CAASA, y comprobar que dicho diseño se encuentre dentro de los parámetros requeridos por la norma EO.50 del R.E.N. y manuales del MTC. Para lograr dicho objetivo principal se trazaron como objetivos específicos siguientes. Primer objetivo específico verificar que las cantidades de elementos químicos que componen la EAFS se encuentran dentro de los estándares del MINAN, para

zonas rurales, mediante el ensayo de espectrofotometría de absorción atómica. Segundo objetivo comprobar que la escoria negra se encuentra dentro del requerimiento del MTC, para la construcción de vías afirmadas mediante el ensayo de granulometría, límites de atterberg, Proctor modificado tipo B, valor de impacto sobre el agregado, CBR y densidad de campo. Tercer objetivo modelar un diseño experimenta de afirmado según los métodos de diseño de espesor de afirmado de la norma AASTHO 1993 como Dakota del sur. Así mismo, que los resultados se encuentren bajo los parámetros que impone el MTC como mínimos requeridos para la construcción de vías afirmadas de bajo tránsito en zonas rurales.

Los bachilleres llegaron a las siguientes conclusiones importantes:

- La granulometría del material cumple los requerimientos del MTC siempre y cuando se tenga presente una relación de 9:1 escoria negra y el agregado fino.

- El manual establecido por el MTC pide un máximo de 35% de la consistencia de límite líquido del material a ensayar, la escoria negra no presenta límite líquido ni plástico debido a que esta se cierra con una mínima cantidad de golpes en la copa de Casagrande, concluye que mejora el límite de Atterberg.

- El MTC no pide que se realice el ensayo de Proctor modificado, pero este es necesario para calcular la densidad máxima seca y el contenido de humedad optima del material, se obtuvieron los resultados de 1.924 gr/cm^3 y 9.2 % respectivamente.

- Con el ensayo CBR busca determinar el índice de resistencia del material a ensayar, la norma presentada por el MTC E132 busca un CBR (100%M.D.S.) 0.1" con un mínimo del 40%, la escoria negra presenta 49.3%, 49.7%, 51.1% en las muestras 1,2 y 3 respectivamente con un promedio de 50.3%.

- Con respecto al ensayo de densidad del MTC pide un nivel de compactación no menor del 85% y en promedio las escorias negras presentan un 87.09% de compactación, lo que está dentro de los establecido por carreteras afirmadas.

B. Los Bachilleres Baldoceca Pérez Josué y Vega Romero Daniel sustentaron en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Particular Ricardo Palma su tesis en el 2019. “DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA DENSIDAD REFORZADO CON ESCORIA DE COBRE PARA ATENUAR LA TRASMISION DE LA RADIACION IONIZANTE”. Los autores tienen como objetivo principal efectuar el diseño de concreto de alta densidad reforzando con escoria de cobre como agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas y de atenuación de radiaciones ionizantes. Para esta propuesta los sustentantes se fijaron como objetivos específicos lo siguiente, primero establecer la dosificación óptima de la mezcla del concreto sustituyendo parte del agregado fino por la escoria de cobre para aumentar la densidad del concreto, como segundo objetivo precisar la dosificación óptima de la mezcla del concreto sustituyendo parte del agregado fino por la escoria de cobre para aumentar la resistencia del concreto.

Las conclusiones importantes de los autores son las siguientes:

- Los resultados obtenidos en observancia a como varía la resistencia del concreto cuando la dosificación de escoria de cobre se incrementa, muestran que esta es mayor respecto al patrón, llegando a sus máximos valores entre el 30% EC y 50% EC de concentración, rango que permiten incrementar tanto la compresión como a la tracción del concreto en valores mayores al 30% comparado con el concreto patrón, lo que permite confirmar que el incremento de concentración de escoria en el concreto aumenta su resistencia.

- En los ensayos y pruebas variando la concentración de escorias de cobre en el agregado fino, deja en evidencia que la densidad es directamente proporcional a dicha concentración, definiendo que a partir del 50% EC a más se obtiene concretos de alta densidad estando el incremento en un rango de 7.07% a 11.9% respecto al concreto patrón, valores que permiten obtener concretos altamente densos lo que confirma la hipótesis planteada.

C. Según los bachilleres Bravo Santos Miguel y Díaz Valencia Juan sustentaron en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Andina del Cuzco su tesis en el 2018. “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE LA

ESCORIA DE COBRE COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO EN PORCENTAJE DE PESO, EN LA RESISTENCIA Y CONSISTENCIA DE UN CONCRETO $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ELABORADO CON CEMENTOS TIPO IP Y TIPO V, MEDIANTE PRUEBAS DE EXCLEROMETRO Y COMPRESIÓN AXIAL DE TESTIGOS SOMETIDO A CURADO POR INMERSIÓN". Los bachilleres tienen como meta y objetivo principal analizar comparativamente el comportamiento de la resistencia de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de agregado fino por escoria de cobre en proporciones de peso en función de su resistencia a la compresión y consistencia, elaborado con cementos tipo IP y tipo V, mediante pruebas de índice de rebote y compresión axial de probetas sometidas a curado por inmersión, respecto a un concreto patrón. Para comprobar y verificar este objetivo fundamental se dedica a cumplir otros objetivos específicos. Primer objetivo determinar la resistencia a la compresión en el concreto con sustitución del agregado fino por escoria de cobre en proporciones de peso, como segundo objetivo determinar la resistencia a la compresión del concreto con sustitución del agregado fino por escoria de cobre en proporciones de peso a los 7, 14 y 28 días de curado por inmersión. El tercer objetivo es analizar la consistencia del concreto con sustitución del agregado fino por escoria de cobre en proporciones de peso, respecto a un concreto estándar y el cuarto objetivo es determinar el porcentaje de peso óptimo de agregado fino que será sustituido por escoria de cobre para obtener un concreto de mejor resistencia a la compresión comparado con un concreto.

Los bachilleres proporcionaron las conclusiones importantes siguientes:

- Se observó que los porcentajes de escoria de cobre que sustituyeron proporcionalmente al agregado fino y el asentamiento o Slump de la mezcla fresca tuvieron una relación de variación directamente proporcional, lo cual fue verificado calculando los coeficientes de correlación de Pearson y sus respectivos coeficientes de determinación (R^2), como se puede apreciar en forma gráfica, es decir a medida que se incrementaron las proporciones de escoria en el concreto como sustituta de la arena, el asentamiento de la mezcla también aumento respecto al concreto patrón (0% para el EFC) se verifica la hipótesis. "La consistencia del concreto, en términos del asentamiento, con sustitución del

agregado fino por escoria de cobre en proporción de peso será superior a la del concreto patrón con $F'c = 210 \text{ kg/cm}^3$ ”.

- Se demuestra que al reemplazar el agregado fino en una proporción de 35% de su propio peso por escoria de cobre, la resistencia a la compresión del concreto, fabricado con cemento tipo IP o tipo V, se optimiza pues eleva su resistencia en una proporción real de 37% cuando se emplea cemento de tipo IP, y 39% cuando se utiliza cemento tipo V, respecto a un concreto patrón (0% de escoria de cobre). Por consiguiente, se valida la hipótesis que dice “Se optimizara la resistencia a compresión del concreto con la sustitución del agregado fino por escoria de cobre en proporciones porcentuales de peso”.

- Se concluye que hay incremento de resistencia en el concreto a los 7, 14 y 28 días de curado por inmersión de las probetas; lógicamente, el incremento de resistencia es mayor en los primeros días de edad del concreto. Entonces se comprueba la validez de la hipótesis: “La resistencia del concreto con sustitución del agregado fino por escoria de cobre en proporciones de peso se incrementará a los 7, 14 y 28 días del curado por inmersión”

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. El grado de finura o fineza

El grado de fineza se encuentra dentro del proceso de extracción del cobre, según Julio Alberto Aguilar Schafer (2013), Molienda: El objetivo principal de la molienda es el de reducir el tamaño del mineral a un tamaño de 10% a 60%, aproximadamente 200 mallas, con esto se asegura una liberación de los elementos de valor económico en la MENA.

Para Cruz, Franco y Pérez (2014) sobre el estudio realizado al reemplazar diversos porcentajes de agregado fino por la adición de escoria, Concluyeron que al realizar los diversos ensayos tales como: Absorción, elasticidad y la resistencia a la compresión obtuvieron un resultado favorable en cada uno de los ensayos respectivos con una adición del 20%, de la escoria reemplazada por el agregado fino. El módulo de finura del agregado fino se obtiene, de acuerdo a la norma ASTM C 125, sumando los porcentajes acopiado en peso de los

agregados retenidos en una serie especificada de mallas y dividiendo las sumas entre 100. Las mallas que se emplean para determinar el módulo de finura son la de 0.15mm (N°100), 0.30 mm (N°50), 0.60 mm (N° 30), 1.18 mm (N°16), 2.36 mm (N° 8), 4.75 mm (N°4), 9.52 mm (3/8”), 19.05 mm (3/4”), 38.10 mm (1 ½”), 76.20 mm (3”), 152.40 mm (6”). El módulo de finura es un índice de la finura del agregado (escoria), entre mayor sea el módulo de finura, más grueso será el agregado. Diferentes granulometrías de agregados pueden tener igual módulo de finura. El módulo de finura del agregado fino es útil para estimar las proporciones de los agregados finos y gruesos en las mezclas de concreto.

2.2.2. El grado de saturación (r)

Expresado por la relación entre el número total de gr/mol de los componentes básicos y el número de gr/mol de los componentes ácidos. Para fines prácticos, es suficiente calcular la razón entre las proporciones de las dos clases de componentes, como indica la siguiente expresión:

$$r = \frac{\%CaO + \%MgO + \% MnO + \%FeO}{\%SiO + \%Al_2O_3}$$

Si el grado de saturación es igual a uno, la escoria es neutra, si es mayor a uno es básica y para las escorias acidas, es menor que uno.

2.2.3. La forma física

Podemos afirmar que el procedimiento de enfriamiento utilizado es clave en el momento de elaborar diferentes tipos de escorias. Si se efectúa un enfriamiento brusco al aire puede generar o producir una escoria porosa y ligera. A diferencia si el enfriamiento es lento estimula una recristalización de la escoria, generando un aumento de la dureza y disminuyendo considerablemente la porosidad y la capacidad de absorción del líquido como es el agua.

Figura N° 2: Características principales físicas de la escoria de cobre

Característica	Detalle
Apariencia	Color negro, textura lisa o porosa
Forma de las partículas	Irregular con bordes agudos
Densidad [kg/m³]	3160 - 3870
Absorción de agua (%)	0,15 – 0,55
Dureza	4 – 6
Granulometría	Variada según su formación.

Fuente: Empresa Codelco, p. 17

2.2.4. La resistencia al esfuerzo cortante

Lo podemos definir como el valor máximo de la resistencia al corte que se provoca dentro de su masa antes que el suelo ceda.

La mayoría de los suelos mayormente fallan por cortantes, sabemos además que la resistencia al esfuerzo cortante en la longitud de la superficie de falla resulta igual o mayor a la resistencia media del respectivo suelo.

Podemos afirmar que las partículas se desplazan una sobre la otra a lo largo de la superficie de falla, de tal forma que no existe rotura de granos individuales.

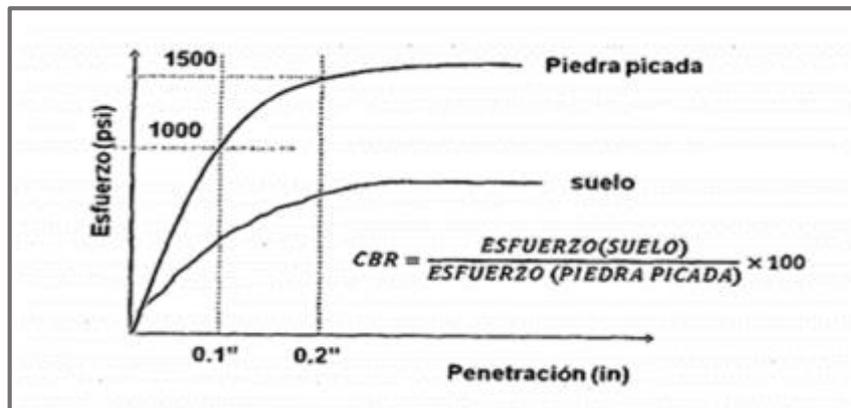
Pruebas de California Bearing Ratio – CBR

Tenemos en consideración que el CBR es un experimento de prueba semi-empírica para valorar la calidad o atributo de un material de suelo, aun cuando no es una resistencia convenientemente dicha, genera o produce un índice de calidad.

Sabemos que el CBR según la norma ASTM D 1883 es utilizada en un ensayo en el cual el suelo es sometido a la introducción de un vástago cilíndrico a una velocidad constante. El efecto o consecuencia, índice CBR, no es otra

cosa que la capacidad de sostén del suelo equiparado con la de una grava patrón.

Figura N° 3: Determinación de la relación de soporte CBR



Fuente: Taller de Mecánica de suelos ASTM, p. 8

También según el ensayo de la ASTM, para la interpretación de laboratorio del ensayo CBR existe dos variaciones o formas. El primero para el óptimo contenido de humedad y un segundo para un rango de contenidos de agua.

2.2.5. El suelo

Podemos definir al suelo como la parte más superficial de nuestro planeta, conformada en su gran parte por remanentes de roca procedentes de transformaciones erosivas y otras variaciones desde el punto de vista físico y químico. Como notamos y apreciamos el suelo es la parte más visible de nuestra corteza terrestre, es en esta porción es donde cultivamos y después recogemos la cosecha, es también el lugar donde realizamos las construcciones de nuestras viviendas, diseñar nuestras vías de comunicación, donde realizamos todo nuestro modo de vida.

2.2.5.1 La Composición del Suelo

En el sentido más amplio el suelo es una mixtura de parte sólida, parte gaseosa y parte líquida, podemos definir lo siguiente:

a. Sólidos: Es la estructura mineral se ordena primordialmente de rocas, tenemos cuarzos, micas es decir los silicatos, también aquellos que contienen

óxidos de hierro como óxidos de aluminios, aquellos que contienen cloruros, nitratos.

b. Gaseosos: Como podemos notar el suelo presenta gran variedad de gases donde podemos mencionar CO_2 , O_2 , NO_3 , N_2O , es decir existe variedad de gases adicionales a los mencionados.

c. Líquidos: En el suelo existe gran cantidad de agua, pero esta agua no es pura, muchas de ella están ionizadas, otras contienen sales y algunas poseen variedad de diferentes sustancias en minerales, además de orgánicas.

2.2.5.2 La Variabilidad

Si analizamos los suelos en general exhiben elementos escasos homogéneos tanto en su constitución y en su tamaño. Podemos resumir que las rocas tienen diferentes características tanto en su naturaleza de composición como en su tamaño y forma.

2.2.5.3 La Solidez

Estas muestran diferentes características y atributos físicas, podemos mencionar entre ellas la textura y la solidez. Es decir, hay determinados suelos que son compactos y rígidos, algunos más suaves, blandos y dúctiles.

2.2.5.4 La Compresibilidad

Es otra de las propiedades que posee los suelos, como sabemos una variación de la compresibilidad del suelo nos redundara en el cambio de la permeabilidad, esto genera una variación entre las diferentes fuerzas internas en las partículas del suelo y una transformación en la resistencia que poseen los suelos.

Debemos tener mucha atención que el método de adaptar un suelo en la mayoría de los casos va a ver siempre una corrección en la compresibilidad y este cambio lo podemos corregir trabajando con una buena compactación.

2.2.5.5 La variedad o Tipos de suelos

En nuestra corteza terrestre existe una variedad diversa de tipos de suelo, independientemente han sufrido transformaciones diferentes en su formación debido a los fenómenos de sedimentación de los residuos orgánicos e inorgánicos, algunos de ellos originado por la deposición eólica. Se clasifican en:

2.2.5.6 De acuerdo con su estructura

a. Los Suelos Arenosos: Este tipo de suelo son de gran permeabilidad y poseen poca materia orgánica, es decir no son aptos para la agricultura.

Figura N° 4: Suelos Arenosos



Fuente: Instituto geográfico - Dpto. de Piura, Sechura, p. 10

b. Los Suelos Calizos: Son aquellos que contienen gran cantidad de minerales en su estructura calcáreos, esto de la color blanco y dureza.

c. Los Suelos Arcillosos: Son aquellos suelos integrados por sutiles granos casi amarillentos, estos suelos conservan bien el agua.

Figura N° 5: Suelos Arcillosos



Fuente: Instituto geográfico - Dpto de Amazonas, Rioja, p. 12

d. Suelos Pedregosos: Este tipo de suelos están conformados por rocas de diferentes tamaños, además pueden almacenar agua, es decir tienen buena porosidad.

2.2.5.7 La estabilización de suelos

Se define como una transformación y posee como objetivo o meta perfeccionar sus características o propiedades tales como la resistencia a la deformación, aminorar la sensibilidad del fluido, inspeccionar, observar la erosión y además verificar la transformación del volumen.

Sabemos que muchos de los diferentes tipos de suelos necesitan cambiar o variar sus características y propiedades, podemos lograr mejorar dichas particularidades por diferentes formas como por aditivos químicos, adición de calor y también por drenaje. Pero dichos cambios que se realiza generalmente se tienen en consideración a un solo tipo de suelo, de lo cual podemos diferenciar que la inversión económica está supeditado al tipo de suelo en mejorar y el tipo de método a realizar.

Figura N° 6: Estabilización de vías sin asfaltar



Fuente: Brakel construction Km 12 -13 – Dpto de La Libertad, p.19

2.2.5.8 El Propósito de la Estabilización de Suelos

Para realizar la estabilización de un determinado suelo es todo un desarrollo y transformación que tiene como propósito adicionar y acrecentar la oposición a la deformación de estos.

Esto nos permite reutilizar aquellos suelos que tienen menos calidad, como también inadecuados para poder pavimentarlos. De acuerdo con Das (2012) los objetivos importantes de la estabilización para un suelo son:

- a.- Transformar sus propiedades físicas.
- b.- Acelerar su construcción.
- c.- Aumentar la resistencia y durabilidad de los suelos.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

El afirmado

Se define el concepto de afirmado como una mixtura de 3 proporciones o modelo de material de piedra, arena y arcilla. Esta operación se utiliza para el anteproyecto de vías o caminos de poco volumen de tránsito, tiene más utilidad

en los caminos rurales, este estrato o capa se comprime de forma manual o mecánica sobre la capa suelo o subrasante.

Según Gilmer Sulca (2014) define al afirmado como compacta de material granular natural o procesado con graduación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito.

Propiedades del Afirmado

El afirmado nos proporciona muchas ventajas o propiedades y podemos mencionar los siguientes:

- 1.- Aumenta la oposición al deslizamiento.
- 2.- Nos proporciona un área lisa (es decir mínima rugosidad)
- 3.- Adquiere propiedades cohesivas.
- 4.- Reduce o minimiza la permeabilidad.
- 5.- Beneficia con su capacidad de compactación.
- 6.- Una excelente facultad de repartición de esfuerzos.

Los tipos de afirmado

Podemos clasificarlos de acuerdo con cuatro tipos:

a.- El Afirmado Suelto: Esta variedad de afirmado es de un material nativo o grava, pose un IP de 9 a 12., para aquellas vías de poco tránsito menores a 50 veh/día.

b.- El Afirmado Neto: Es un afirmado que posee un material nativo o grava tamizado por zarandeo, con IP de 9 a 12, para aquellas vías de tránsito moderado, es decir de 51 a 100 veh/día.

c.- El Afirmado Pesado: Este tipo de afirmado posee un material granular o grava, posee un IP de 9 a 12, son aquellas vías de tránsito regular y pesado de 101 a 200 veh/día.

d.- El Afirmado Procesado: Dicho afirmado posee un material granular o grava tamizada por chancado o trituración, con IP de 9 a 12, para aquellas vías con gran afluencia de tránsito pesado de más de 200 veh/día.

El Espesor Solicitado de Afirmado

Se utilizará algunos de los métodos conocidos como:

El Método de Peltier

$$E = \frac{100 + 150 (P)^{1/2}}{I + 5}$$

E = Espesor de la calzada (cm)

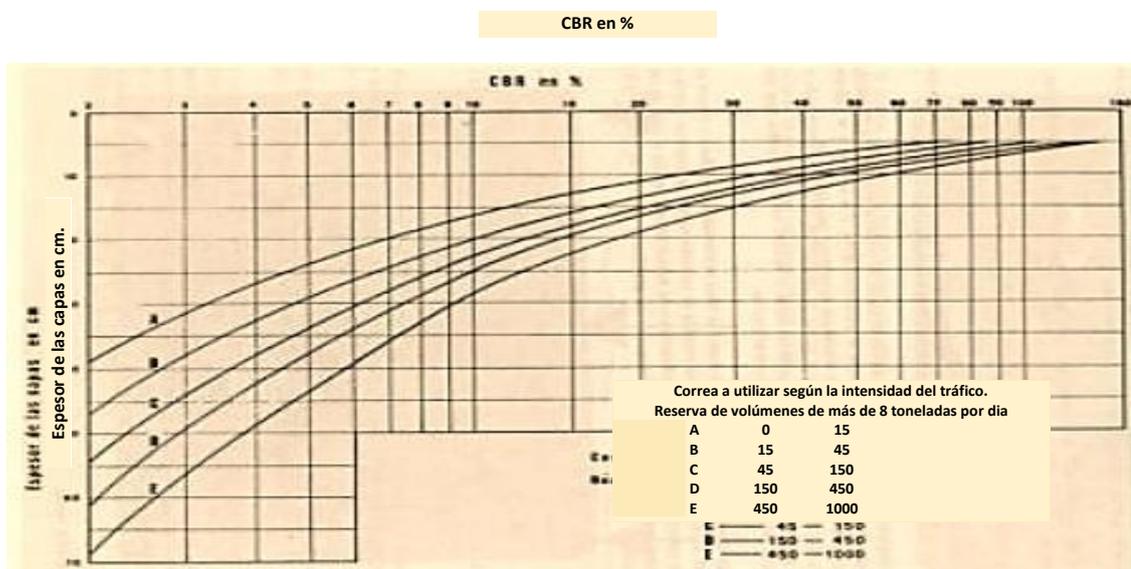
P = Carga máxima por rueda (Tn)

I = CBR del suelo de subrasante

Dicha fórmula es válida para CBR < 12

El Método del TRL

Figura Nº 7: Método del TRL



Fuente: Tesis LLanco-Escobar, p. 15

El Método AASHTO

Decreta el espesor necesitado en función de 3 parámetros:

- a.- El área climática.
- b.- La cualidad referente del suelo subrasante.
- c.- La cantidad de vehículos.

Tabla 1: Regiones Climáticas

Región	Características
I	Húmeda, sin heladas
II	Húmeda, con ciclos de congelamientos y deshielo
III	Húmeda, con alta penetración de la helada
IV	Seca, sin helada
V	Seca, con ciclos de congelamiento y deshielo
VI	Seca, con alta penetración de la helada

Fuente: Vías en afirmado, Fernando Sánchez, p. 27

Tabla 2: Calidad relativa del suelo de Subrasante

Región Climática	Muy Pobre	Pobre	Regular	Buena	Muy Buena
I	2800*	3700	5000	6800	9500
II	2700	3400	4500	5500	7300
III	2700	3000	4500	4400	5700
IV	3200	4100	5600	7900	11700
V	3100	3700	5000	6000	8200
VI	2800	3100	4100	4500	5700

Fuente: Vías de afirmado, Fernando Sánchez, p. 35

La escoria

Se consideran como los productos secundarios de la fusión de la mena y nos permite depurar los metales. Algunos llegan a pensar como un agregado de óxidos metálicos, pero además estas pueden abarcar con sulfuros de metal.

En el ambiente natural la mayoría de los minerales no se encuentra en el estado puro como el cobre o el aluminio, es decir la mayoría de ellos están aleados o mezclados con otros minerales entre sí como el silicato u otros. Esta

escoria producida tiene múltiples usos comerciales, es muy utilizado y casi nunca se descartan o abandonan. En la actualidad se le está utilizando mucho en la pavimentación de las vías.

Concepto de escoria de cobre

Podemos definir la escoria de cobre como un remanente industrial referente al conjunto de las escorias no ferrosas y es producida a lo largo de una transformación de utilidad de ánodos de cobre. Las primeras fundiciones actuales producían alrededor de 2.2 a 3 toneladas de escoria de cobre. Si valorizamos y tasamos estos remanentes puede generar grandes beneficios económicos además de medio ambientales.

Según O. Onuaguluchi (2012), refiere que son residuos industriales pertenecientes al grupo de las escorias no ferrosas y son generadas durante el proceso de producción de placas de cobre llamadas ánodos, un producto semi terminado de unos 225 kg con una pureza del 99,7%.

Pueden ser vertidas y enfriadas lentamente al aire, o pasar por un proceso de enfriamiento rápido con chorro de aire o agua, enfriadas al aire es de color negro vítreo mostrando baja absorción de agua, mientras que las que son enfriadas con agua son amorfas, granuladas

En la actualidad las escorias de cobre modernas se mercantilizan en amplios sectores como son la industria minera y el sector de la construcción. Para nuestro caso se usa prioritariamente como ingrediente de relleno, pero sobre todo como material abrasivo.

Figura N° 8: Escoria de Cobre



Fuente: Empresa Cooper Blag, p.34

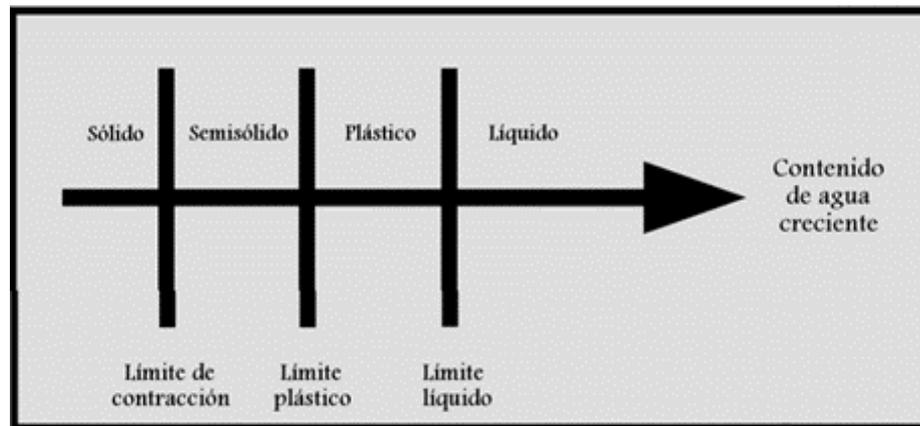
La escoria de alto horno

Comúnmente esta escoria granular es utilizada en unión o mezcla con el mortero de cemento. Esta variedad de escoria responde al agua y logra crear atributos, cualidades cementosas, se ha podido determinar que este tipo escoria de alto horno puede desplegar una gran oposición a través de los años, porque reduce la permeabilidad y dota de mayor durabilidad.

Concepto de plasticidad de los suelos

Podemos conceptualizar la plasticidad como una propiedad que tiene un determinado suelo de tolerar y aguantar deformaciones rápidas (de acuerdo con un intervalo o rango de humedad dado) carente de rebote elástico, privado de variación volumétrica apreciable y carente de desmoronarse. Podemos reconocer la plasticidad de un determinado suelo utilizando de los límites de Atterberg.

Figura N° 9: Límite de Atterberg



Fuente: Guía básica para la conformación de bases para carretera, p. 20

Se presentan a continuación los estados de consistencia en suelos plásticos:

a.- El Límite Líquido (LL)

Se define como el contenido de humedad mencionado en porcentajes en relación con el peso seco de la muestra, nos indica el cambio del suelo del estado líquido al estado plástico.

b.- El Límite Plástico (LP)

Nos relaciona al contenido de agua y se le expresa o representa en porcentajes con respecto al peso seco de una muestra secada al horno, por lo tanto, los suelos cohesivos transitan de un estado plástico a un estado semisólido.

c.- El Límite de Contracción (LC)

Nos representa el porcentaje de humedad con relación al peso seco de la muestra, de tal manera que origina una reducción de agua de tal manera no ocasiona una reducción en el volumen del suelo.

d.- El Índice Plástico (IP)

Nos representa la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico, este valor nos indica el margen de humedad dentro del cual se ubica en estado plástico un determinado suelo.

$$IP = LL - LP$$

e.- El Índice de Concentración (IC)

Nos representa la diferencia numérica entre el límite plástico con respecto al límite de concentración, esta nos indica el intervalo de humedad mediante el cual el suelo tiene una consistencia semisólida y se calcula de la forma siguiente:

$$IC = LP - LC$$

Prueba Proctor Modificado

Esta prueba o ensayo implica el método o manera de compactación en laboratorio para decidir y establecer la relación de contenido de humedad y peso unitario seco (Curva de compactación) teniendo una energía de compactación de 26.94 kg/cm³.

Se suministran y facilitan 3 métodos alternativos: El método utilizado será conforme a la gradación del material.

Tabla 3: Variante del ensayo Proctor Modificado

SUELO Y MOLDE A UTILIZAR		
Método A	Método B	Método C
Pasa la malla No. 4.	Pasa la malla 3/8"	Pasa la malla 3/4".
Molde 4 Pulg.diam.	Molde 4 pulg. Diam.	Molde 6 " pulg. diam
V = 1/30 pie ³	V = 1/30 pie ³	V = 1/13.3 pie ³
N = 25 golpes/capa	N = 25 golpes/capa	N = 56 golpes/capa

Fuente: ASTM D 1557

La Forma vítrea

Las escorias con altos contenidos en material vítreo son de naturaleza más ácida. Existen diferentes procesos de granulación o paletización que tienen como objetivo conseguir una escoria con una elevada proporción de fase vítrea. Una escoria granulada normal tiene un contenido en materia vítrea entre el 85-95 % en peso.

De acuerdo con la teoría de Zachariasen, un vidrio es una red tridimensional, más o menos deformada, de átomos formadores de red que están rodeados de 4 átomos de oxígeno formando tetraedros, de manera que cada átomo de oxígeno forma parte de dos tetraedros.

Dron considera la fase vítrea de la escoria está basada gráficamente en una red macro aniónica de aluminosilicatos, en la que el aluminio ocupa los nódulos de la red y los extremos están ocupados por cadenas de silicato.

Según Calleja, más importante que la composición química de la escoria metalúrgica es mucho más importante la forma que tenga; ya que ha observado que escorias con índices de hidraulicidad mediocres dan excelentes resultados, con tal de que tengan porcentajes de fase vítrea elevados.

2.4. Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

La incorporación de escoria de cobre mejora la resistencia mecánica y física en el afirmado para carreteras.

2.4.2 Hipótesis específicas

a. Es óptima con buena gradación la granulométrica en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.

b. Se modifican en un 40% más las características mecánicas en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.

2.5. Variables

Este plan de estudios sobre la oposición al afirmado con la utilización de la escoria de cobre para vías de comunicación tendrá como la variable principal

o independiente la resistencia al afirmado para carreteras y como variables secundarias o dependientes la escoria y la resistencia a la cohesión y ángulo de fricción, la resistencia a la compresión y la resistencia a las tensiones en el afirmado para carreteras.

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Podemos definir a este proyecto de investigación sobre resistencia al afirmado para carreteras con presencia de escoria de cobre, se observa y determina que se asume como variable independiente la resistencia al afirmado para carreteras y se admite como variable dependiente la escoria de cobre, la resistencia a la compresión, tensiones del afirmado, cohesión y ángulo de fricción.

2.5.2. Definición operacional de las variables

Podemos comprometernos que la operatividad de la variable se ubicará de acuerdo con el método y sobre todo las metodologías a utilizar para la resistencia del afirmado en carreteras, a partir de ello se verificará las alteraciones que sufre la variable dependiente la escoria con respecto a la variable principal.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 4: Operacionalización de variable V1

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Escoria de cobre	1.1. Grado de fineza.	1.1.1. Tamizado
		1.1.2. Material escoria.
		1.1.3. Molino de bolas.
	1.2. Grado de Saturación.	1.2.1. Disolución
		1.2.2. Limite líquido.
		1.2.3. Porosidad
	1.3. Forma vítrea.	1.3.1 Ángulos agudos
		1.3.2. Mezcla
		1.3.3. Asentamientos de escorias

Fuente: Elaborado por el tesista

Tabla 5: Operacionalización de la variable V2

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable2: Afirmado para carreteras	2.1. Características Granulométricas.	2.1.1. Análisis por Tamices
		2.1.2. Graduación.
		2.1.3. Curva Granulométrica
	2.2. Características Mecánicas.	2.2.1. Máxima densidad Seca
		2.2.2. Optimo Contenido de Humedad
		2.3.3. CBR al 100% y 95%

Fuente: Elaborado por el tesista

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de investigación fue: El científico basado en la observación se iniciará tomando como datos los resultados que se obtendrán luego de verificar los ensayos que se efectuarán en los laboratorios, realizando los análisis de las resistencias tanto en la compresión, en las tensiones y también a la cohesión y ángulo de fricción con el afirmado y su utilización de las escorias en carreteras, los beneficios que trae esta nueva aplicación para las vías de comunicación.

3.2. Tipo de investigación

Para este trabajo de estudio es muy importante el tipo de investigación a realizar será aplicada debido a que se plantea una solución a la deficiencia que tiene el afirmado para carreteras y trabajando experimentalmente con las escorias de cobre se comprobará su mejoramiento, beneficios que se logra en el mismo, además con la investigación aplicada nos permite crear, ejecutar, pero mejorar la resistencia del afirmado en las carreteras utilizando las mismas.

Esta investigación ajustada en encontrar dispositivos que permitan lograr obtener un objetivo establecido.

3.3. Nivel de investigación

La investigación tiene como nivel descriptivo. Según Carrasco Díaz (2006:42) la investigación responde a las preguntas ¿Qué cambios o modificaciones se han producido? ¿Qué mejoras se han logrado?, ¿Cuál es la eficiencia del nuevo sistema?

Se afirma que esta investigación comienza a efectuarse después de saber las propiedades o características de la manifestación que se investiga y el motivo que ha definido que posea tales o cuales propiedades, podemos decir que sabiendo los factores que dieron iniciaron la dificultad.

3.3.1. Lugar y periodo de la Investigación

La investigación y elaboración de ensayos con las respectivas dosificaciones se realizaron en el laboratorio Robri Contratistas Generales S.R.L. Geotecnia ubicado en sector Huaychulo Concepción, así mismo la cantera de donde se extrajo el material con la cual se trabajó y se realizó los ensayos se ubicó en el Distrito de Santa Rosa de Ocopa Kilómetro 8+ 000 de la carretera que une Concepción con el Distrito de Comas. La Cantera se puede identificar en la Figura N° 7, se eligió esta cantera porque es un material que necesito mejorar sus características físicas, también el desinteresado apoyo hacia la investigación de parte de los pobladores de la zona.

Figura N° 10: Provincia de Concepción-Distrito de Santa Rosa de Ocopa -Kilómetro 8+000

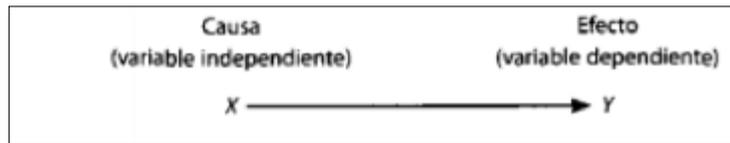


Fuente: Ingemmet – centro de acopio, p.35

3.4. Diseño de la investigación

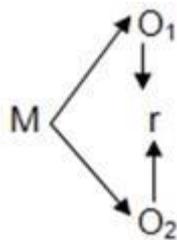
El diseño de la investigación según la intención de los objetivos será Correlacional, porque según (Babbie, 2001). "Elegirá o realizará una acción" y después se observará las consecuencias.

El esquema es el siguiente:



Según Sánchez, (1998, p.79), “La investigación correlacional, se orienta a la determinación del grado de relación existente entre dos a más variables de interés en una misma muestra de sujetos o el grado de relación existente entre dos fenómenos o eventos observados.

El esquema es el siguiente:



Cuando:

M= Muestra

O1, Correlación de la Variable 1

O2, Correlación de la Variable 2

R = Relación entre las dos variables

3.5. Población y muestra

3.5.1 Población

Se conceptúa como el grupo total de sujetos o elementos que tienen una característica o distintivo, atributos similares que se pueden examinar en un sitio determinado, considerando también un instante determinado, abarca todas las aplicaciones de las diferentes escorias. Pero además las diferentes canteras en la provincia de Concepción.

Este Plan de investigación por ser aplicativo su población será la resistencia al afirmado de las diferentes escorias que se han utilizados en las diferentes obras de construcciones.

3.5.2 Muestra

En nuestro proyecto de investigación es necesario tomar una muestra, que vendría ser una pequeña parte de la población. Nuestro trabajo de investigación será reducido a la utilización de la escoria de cobre y su resistencia al afirmado en carreteras. La muestra será tomada de la cantera ubicada en la Provincia de Concepción-Distrito de Santa Rosa de Ocopa -Kilómetro 8+000

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Este plan de investigación se efectuará muchas labores en el laboratorio y en campo como control y registro de la resistencia del afirmado para carreteras, se realizaron muchos ensayos de laboratorios para verificar la modificación de dicha resistencia al afirmado cuando se le adiciona la escoria del cobre, así también se harán los ensayos adecuados en los laboratorios que midan resistencia a la compresión, tensiones, como cohesión y ángulo de fricción para verificar la mejora en el afirmado.

3.6.1. Validez y confiabilidad de los instrumentos empleados

Confiabilidad de los instrumentos

Para dar la confiabilidad del instrumento de medición se utilizó el coeficiente de Alpa de Cronbach, porque estima la consistencia interna de la prueba total. Se interpreta como el promedio de la correlación entre todos los reactivos que constituyen un test, además este coeficiente es considerado como una de las mejores medidas de la homogeneidad de un test.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S^2_i}{S^2_t} \right]$$

K = Numero de preguntas o ítems

S^2_i = Varianza de cada ítem

S^2_t = Varianza de la suma de los ítems

El Coeficiente de Confiabilidad del Cuestionario de Encuesta que sirvió para medir la ESCORIA DE COBRE y la RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA CARRETERAS mediante el método de mitades partidas se sintetiza de la siguiente manera:

ESCORIA DE COBRE		
Coef.correlacion=	0.60095	Media= 64.9
		DS= 3.768
Correccion =	0.75075	
		P75= 67.44
		P25= 62.36
Prueba V con dsitribucion t		
t = 7.19		
Ahora para alfa= 0,05 y 16 g.l. = 1,746		
entonces este coeficiente es significativo		

RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA CARRETERAS		
Coef.correlacion=	0.62236	Media= 25.7
		DS= 3.130
Correccion =	0.76723	
		P75= 27.81
		P25= 23.59
Prueba V con dsitribucion t		
t = 7.43		
Ahora para alfa= 0,05 y 16 g.l. = 1,746		
entonces este coeficiente es significativo		

Confiabilidad del instrumento de medición: ESCORIA DE COBRE nos dio como resultado del cálculo de 0.75075; se deduce que la consistencia interna de la prueba total tiene una Excelente confiabilidad.

Confiabilidad del instrumento de medición: RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA CARRETERAS, nos dio como resultado del cálculo de 0.76723; se deduce que la consistencia interna de la prueba total tiene una Excelente confiabilidad.

Teniendo de referencia a (Herrera, 1998) los valores hallados pueden ser comprendidos entre la siguiente Tabla N°6:

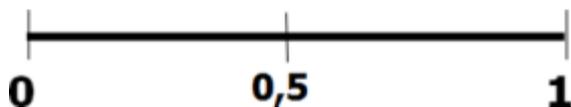


Tabla 6: Valores de Confiabilidad

0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy confiable
0,72 a 0,99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera, 1998, p.25

Se deduce que ambos cuestionarios de encuesta tienen una excelente confiabilidad.

Validez de los Instrumentos

La validación de los instrumentos se realizó principalmente en el marco teórico de la categoría “validez de contenido” utilizando el procedimiento de criterio de expertos calificados, que determinarán la adecuación muestral de los ítems de los instrumentos. El Coeficiente de Validez del Cuestionario de Encuesta sobre la ESCORIA DE COBRE y la RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA CARRETERAS se muestra en las fichas de validación en el Anexo N° 03 y Porcentualmente, las puntuaciones alcanzan el 80.70%. Ver Anexo N°5

Como quiera que para los ítems sea válido se necesita un completo.

Fiabilidad

Escala: Validacion de Instrumentos

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	5	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	5	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,807	10

3.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos

Se conceptúa o define este proceso o método de la información como una secuencia elemental de validez de tal manera de localizar toda la data o información que utilizaremos para nuestro plan de investigación, es necesario poder seguir una ruta o dirección real.

La manera como delineamos recabar toda la información necesaria se podrá obtener un espectro más real y confiable en relación con nuestro proyecto de investigación.

Acuerdo entre los jueces (Escrura, 1991), concluimos que ambos cuestionarios de encuesta son válidos.

Aplicando la siguiente fórmula para calcular el alfa de Cronbach:

$$\begin{array}{l}
 S_1^2 = 77.50 \\
 S_2^2 = 283.50 \\
 K = 10
 \end{array}
 \rightarrow
 \alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S^2} \right] = 0.8074$$

Ahora bien, teniendo de referencia a (Oseda, 2011) los valores hallados pueden ser comprendidos entre la siguiente Tabla N° 7:

Tabla 7: Tabla de Validez

0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Oseda – 2011, p.22

3.8. Aspectos éticos de la información

La oficina de grados y títulos de la Universidad ha propuesto la presente norma y directiva de tal manera de corroborar la autenticidad y originalidad de las tesis, entonces mi persona afirma y declaro que los datos presentados en la presente tesis son los obtenidos en los laboratorios realizados.

Mi persona responde y acepta el compromiso y la responsabilidad ante cualquier información o dato presentado por consiguiente asume las directivas emanadas de ellas.

Se deduce que ambos cuestionarios de encuesta tienen una excelente validez.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Resultados de las encuestas realizadas respecto a la Variable Independiente Escoria de Cobre y Resistencia del afirmado para carreteras con sus Dos Dimensiones.

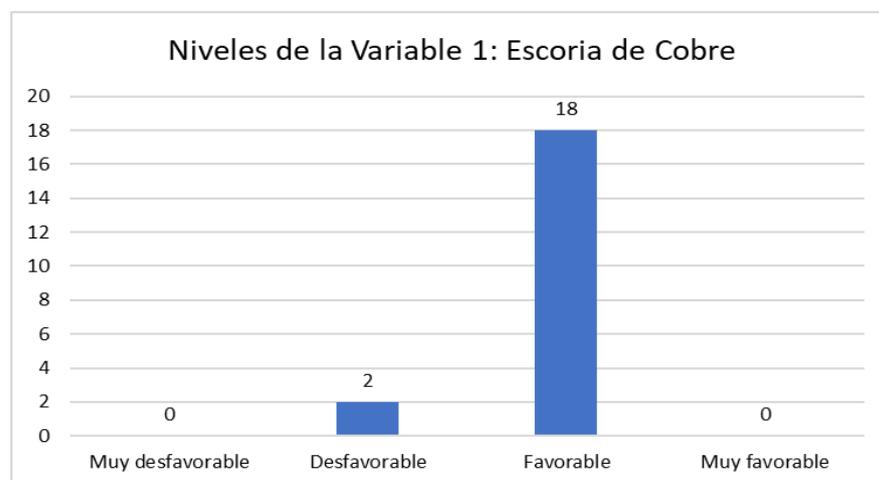
En el siguiente cuadro mostramos el consolidado de la variable Escoria de Cobre y sus dos dimensiones de Resistencia del afirmado para carreteras, el cual se aplicó el instrumento cuestionario a una muestra de 20 Ingenieros Civiles; el cual se presenta los siguientes tabla y gráficos:

Tabla 8: Niveles de la Variable 1: Escoria de Cobre

Niveles de la Variable 1: Escoria de Cobre		
Niveles	Frecuencia	Porcentaje
Muy desfavorable	0	0.00
Desfavorable	2	10.00
Favorable	18	90.00
Muy favorable	0	0.00
Total	20	100.00

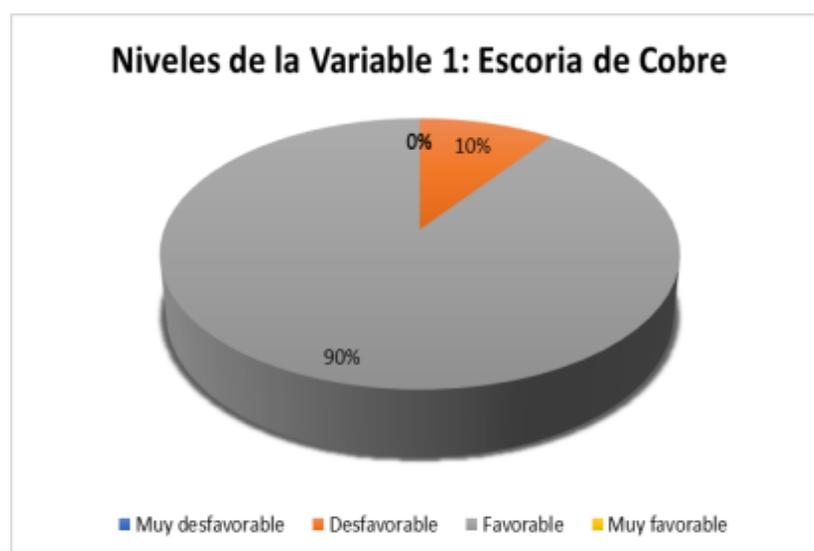
Fuente: Base de datos Escoria de Cobre

Gráfico N° 1: Niveles de la Variable 1: Escoria de Cobre



Fuente: Tabla N° 8

Gráfico N° 2: Niveles de la Variable 1: Escoria de Cobre



Fuente: Tabla N°: 8

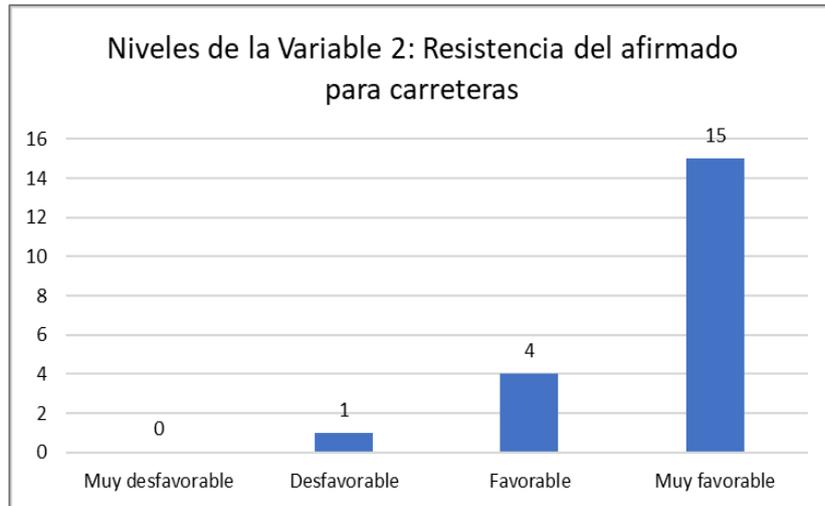
Según la Tabla N° 8 y los Gráficos N° 1 y 2 se puede apreciar que los niveles de la variable N° 1 Escoria de Cobre de los 20 Ingenieros Civiles encuestados, 18 Ingenieros Civiles representa el (90%) perciben que la Escoria de Cobre es favorable; luego 2 Ingenieros civiles que representan el(0%) perciben que a la escoria es muy favorable; luego 2 Ingenieros Civiles es el (10%) perciben que la Escoria de Cobre es desfavorable.

Tabla 9: Niveles de la Variable 2: Resistencia del Afirmado para Carreteras

Niveles de la Variable 2: Resistencia del Afirmado para Carreteras		
Niveles	Frecuencia	Porcentaje
Muy desfavorable	0	0.00
Desfavorable	1	5.00
Favorable	4	20.00
Muy favorable	15	75.00
Total	20	100.00

Fuente: Base de datos Resistencia del Afirmado para carreteras

Gráfico N° 3: Niveles de la Variable 2: Resistencia del Afirmado para las Carreteras



Fuente: Tabla N° 9

Gráfico N° 4: Niveles de la Variable 2: Resistencia del Afirmado para Carreteras



Fuente: Tabla N° 9

Según la Tabla N° 9 y los Gráficos N° 3 y 4 se puede apreciar que los niveles de la variable N° 2 Resistencia del Afirmado para Carreteras, de los 20 Ingenieros Civiles encuestados, 1 Ingeniero Civil representa el (5%) perciben que la

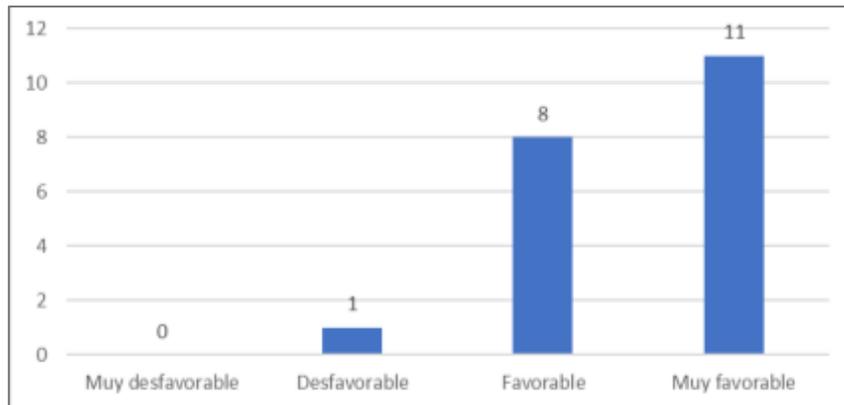
Resistencia del Afirmado para Carreteras es desfavorable; luego 4 Ingenieros civiles que representan el (20%) perciben que Resistencia del Afirmado para Carreteras es favorable; luego 15 Ingenieros Civiles es el (75%) perciben que la Resistencia del Afirmado para Carreteras es muy favorable.

Tabla 10: Niveles de la Dimensión 1: Características Granulométricas

Niveles de la Dimensión 2: Características Granulométricas		
Niveles	Frecuencia	Porcentaje
Muy desfavorable	0	0.00
Desfavorable	1	5.00
Favorable	8	40.00
Muy favorable	11	55.00
Total	20	100.00

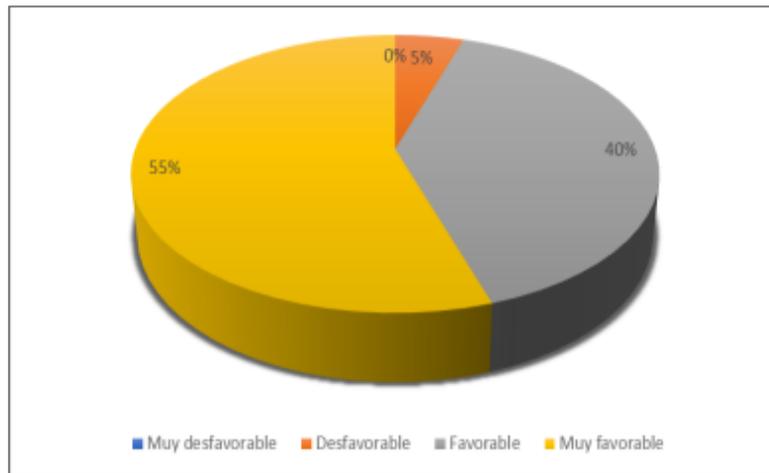
Fuente: Base de datos Características Granulométricas

Gráfico Nº 5: Niveles de la Dimensión 2: Características Granulométricas



Fuente: Tabla Nº 10

**Gráfico N° 6: Niveles de la Dimensión 1:
Características Granulométricas**



Fuente: Tabla N°10

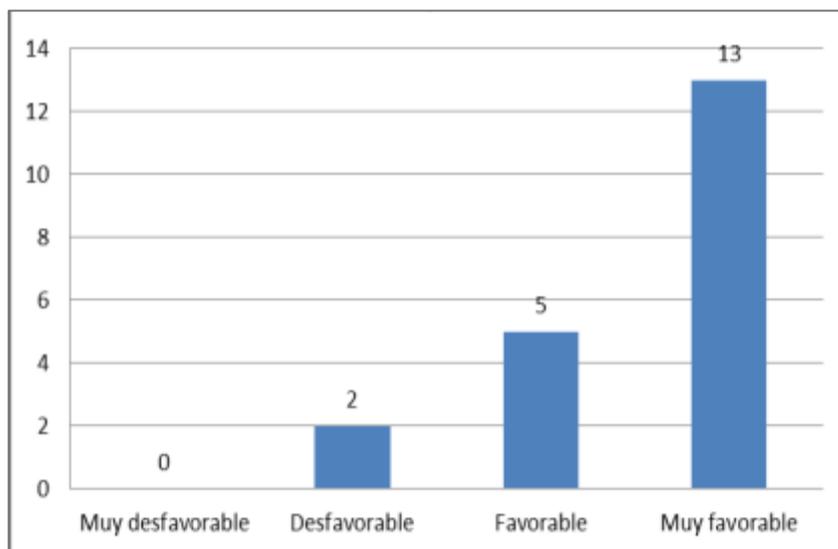
Según la Tabla N° 10 y los Gráficos N° 5 y 6 se puede apreciar que los niveles de la dimensión N° 2 Resistencia a fuerzas de tracción de los 20 Ingenieros Civiles encuestados, 1 Ingeniero Civil representa el (5%) perciben que la Resistencia a fuerzas de tracción es desfavorable; luego 8 Ingenieros civiles que representan el (40%) perciben que Resistencia a fuerzasde tracción es favorable; luego 11 Ingenieros Civiles es el (55%) perciben que la Resistencia a fuerzas de tracción es muy favorable.

Tabla 11: Niveles de la Dimensión 2: Característica mecánica

Niveles de la Dimensión 3: Característica mecánica.		
Niveles	Frecuencia	Porcentaje
Muy desfavorable	0	0.00
Desfavorable	2	10.00
Favorable	5	25.00
Muy favorable	13	65.00
Total	20	100.00

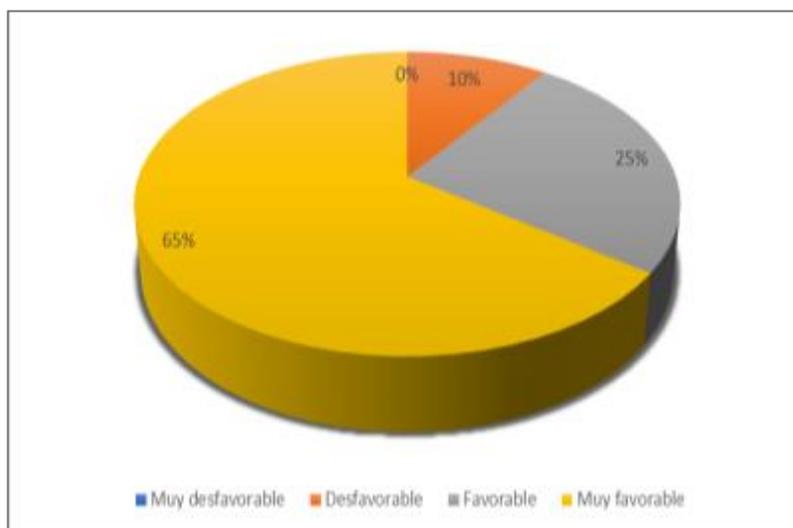
Fuente Base de datos Característica mecánica

**Gráfico N° 7: Niveles de la Dimensión 3:
Característica mecánica**



Fuente: Tabla N°11

**Gráfico N° 8: Niveles de la Dimensión 3:
Característica mecánica**



Fuente: Tabla N°: 11

Según la Tabla N° 11 y los Gráficos N° 7 y 8 se puede apreciar que los niveles de la dimensión N° 3 Característica mecánica de los 20 Ingenieros Civiles

encuestados, 2 Ingeniero Civil representa el (10%) perciben que la Característica mecánica es desfavorable; luego 5 Ingenieros civiles que representan el (25%) perciben que Característica mecánica es favorable; luego 13 Ingenieros Civiles es el (65%) perciben que la Característica mecánica es muy favorable.

4.2 Resultados de Pruebas Realizadas respecto a la Variable independiente Escoria de Cobre y Resistencia del afirmado para carreteras con sus dos dimensiones.

Los procedimientos que se realizó en la siguiente investigación nos llevó a tomar material para afirmado de la cantera del Kilómetro 8+000 de la ruta Concepción – Comas con la cual se asignó muestras de material de cantera en tres porcentajes diferentes de escoria de cobre dentro de su composición estas fueron de 5%, 15% y 25% respectivamente, con la finalidad de identificar el porcentaje adecuado de escoria de cobre, para poder demostrar que los resultados obtenidos cumplen para utilizar la escoria de cobre como un componente que mejora la resistencia del afirmado para carreteras.

Para la investigación se empezó realizando los ensayos de límites líquidos, límite plástico y peso volumétrico del material de cantera, también se realizó el ensayo de granulometría para la escoria de cobre, estos dos materiales ya mencionados fueron analizados con la finalidad de conocer sus características básicas de los materiales utilizados para la investigación.

Límites de Material de Cantera

Limite líquido, Limite plástico e índice de plasticidad del material de cantera con mayor presencia en afirmado para carreteras

Se determinó el límite líquido a partir de la colocación de una muestra humedecida en la Copa de Casagrande, se dividió en dos con el acanalador seguidamente se procedió a girar la manizuela de la Copa de Casagrande hasta ver que las dos partes divididas se junten, seguidamente se extrajo una muestra de la parte central se pesó y se recabaron los datos requeridos, finalmente se depositó las muestras de la parte central en el horno para poder obtener el peso

seco, se repitió este procedimiento por tres veces más de acuerdo a NORMA INTINTEC 339,219 – Norma Técnica Peruana – Part. 1999, (Anexo N° 12)

Para determinar el límite plástico se realizaron rollitos con el material preparado para el límite líquido tomando 20 gr. Aproximadamente, se amaso el suelo hasta perder una cantidad de humedad y tomando consistencia, se tomó los rollitos se pesaron juntamente a la tara y se procedió a ingresar al horno, se volvió a realizar los mismos procedimientos por segunda vez, los datos recabados de ambos límites se detallan en la Tabla N° 12 y Grafico N° 9 donde se exponen:

Tabla 12: Datos y Resultados para obtención del límite líquido y plástico

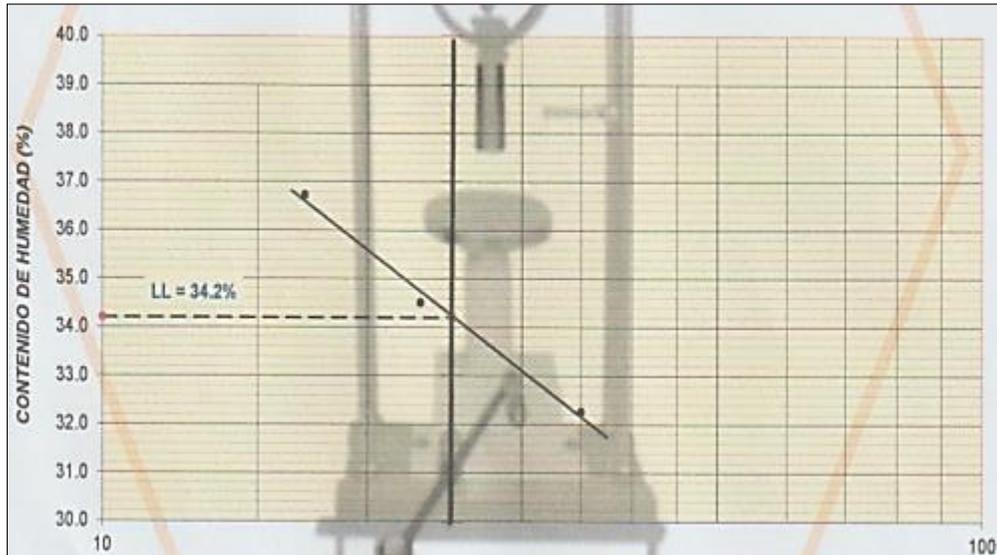
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	3	2	7	1	2
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	20.60	22.40	21.20	8.30	10.30
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	17.00	18.50	18.20	8.05	10.09
PESO AGUA, g	3.60	3.90	3.00	0.25	0.21
PESO DE LA CÁPSULA, g	7.20	7.20	8.90	6.90	9.10
PESO SUELO SECO, g	9.80	11.30	9.30	1.15	0.99
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	36.73	34.51	32.26	21.74	21.21
NÚMERO DE GOLPES	17	23	35		

Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA

En la Tabla N° 12. Describe los datos recolectados para LL y LP, de estos datos se procedió a graficar la curva de Fluidez, también se indica el promedio de límite plástico el cual LP= 21.5%. Ver informe (Anexo N°10)

Gráfico N° 9: Diagrama de fluidez



Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA

En el Grafico N° 9. Se muestra la Curva de Fluidez, se obtuvo 3 puntos referidos por el número de golpes y el contenido el porcentaje de contenido de humedad los cuales se unieron, resultando $LL = 34.2\%$ y un índice de plasticidad $IP = 12.7\%$.

Granulometría Material de Canteras

Granulometría del material de cantera con mayor presencia en los afirmados para carretera:

Para poder realizar el ensayo de granulometría para el material de cantera se tomó exactamente 2579 gr. El cual fue pesado conjuntamente con la tara, seguidamente se vertió para luego ser tamizado manualmente, utilizando de las mallas de 2" hasta la malla N°200, obteniendo los porcentajes en cada malla y la curva granulométrica, ver informe (Anexo N°10)

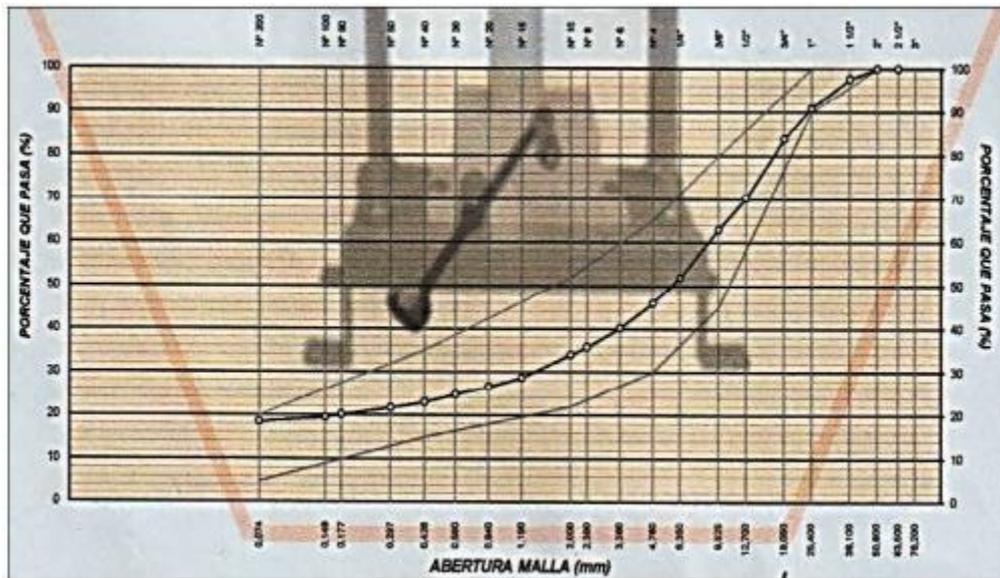
Cuadro N° 1: Análisis mecánico por tamizado

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA						ESPECIFIC.	OBSERVACIONES
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL	RET. ACUMUL.	PASA (%)			
3"	76.200						AFIRMADO	
2 1/2"	63.500				100.0			
2"	50.800	-	-	-	100.0	100		
1 1/2"	38.100	60.0	2.3	2.3	97.7			
1"	25.400	180.0	7.0	9.3	90.7	90 - 100		
3/4"	19.050	175.0	6.8	16.1	83.9	65 - 100	- GRAVA : 54.0 % D ₁₅ : 0.074 Cu = 115.775	
1/2"	12.700	354.6	13.7	29.8	70.2		- AREMA : 27.5 % D ₃₀ : 1.355 Cc = 2.866	
3/8"	9.525	187.6	7.3	37.1	62.9	45 - 80	- FINOS : 18.4 % D ₆₀ : 8.568	
1/4"	6.350	287.3	11.1	48.2	51.8		CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
N° 4	4.750	150.6	5.8	54.0	46.0	30 - 65		
N° 6	3.350	149.3	5.8	59.8	40.2		- HUMEDAD NATURAL (%) : 4.0	
N° 8	2.360	115.5	4.5	64.3	35.7		- LÍMITE LÍQUIDO (%) : 34.2	
N° 10	2.000	46.0	1.8	66.1	33.9	22 - 52	- LÍMITE PLÁSTICO (%) : 21.5	
N° 16	1.190	135.0	5.2	71.3	28.7		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : 12.7	
N° 20	0.840	55.0	2.1	73.4	26.6		- CLASIFICACIÓN SUCS : GC	
N° 30	0.590	46.0	1.8	75.2	24.8		- CLASIFICACIÓN AASHTO : A-2-6 (0)	
N° 40	0.426	45.0	1.7	76.9	23.1	15 - 35		
N° 50	0.297	36.0	1.4	78.3	21.7		DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
N° 80	0.177	40.0	1.6	79.9	20.1		- PESO TOTAL (g) : 2579.0 100.0 %	
N° 100	0.149	15.6	0.6	80.5	19.5		- PESO GRAVA (g) :	
N° 200	0.074	26.9	1.0	81.5	18.5	5 - 20	- PESO ARENA (g) :	
- N° 200	-	473.6	18.4	100.0	-		- PESO DE ARENA EMPLEADA (g) : 0.0	

Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL

En el Cuadro N° 1. Se muestra la clasificación SUCS que refiere que es tipo GC, grava con arcilla, También se clasificó según ASHTO A-2-6 (0).

Gráfico N° 10: Curva Granulométrica de Material de Cantera



Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA

En el Cuadro N° 1 se muestra los porcentajes de material de cantera que

pasan por cada malla, cuya curva demuestra que el material es una grava con arcilla.

Ensayo de Granulometría de la escoria de cobre (Granalla de cobre)
Granulometría de la escoria de cobre:

Para poder realizar el ensayo de granulometría para la escoria de cobre se tomó exactamente 815.7 gr. El cual fue pesado conjuntamente con la tara, seguidamente se vertió la escoria en la pila de tamices, para luego ser tamizado manualmente, utilizando de las mallas N°4 hasta la malla N°200, obteniendo los porcentajes correspondientes en cada malla y formando así la curva granulométrica ver informe (Anexo N° 10).

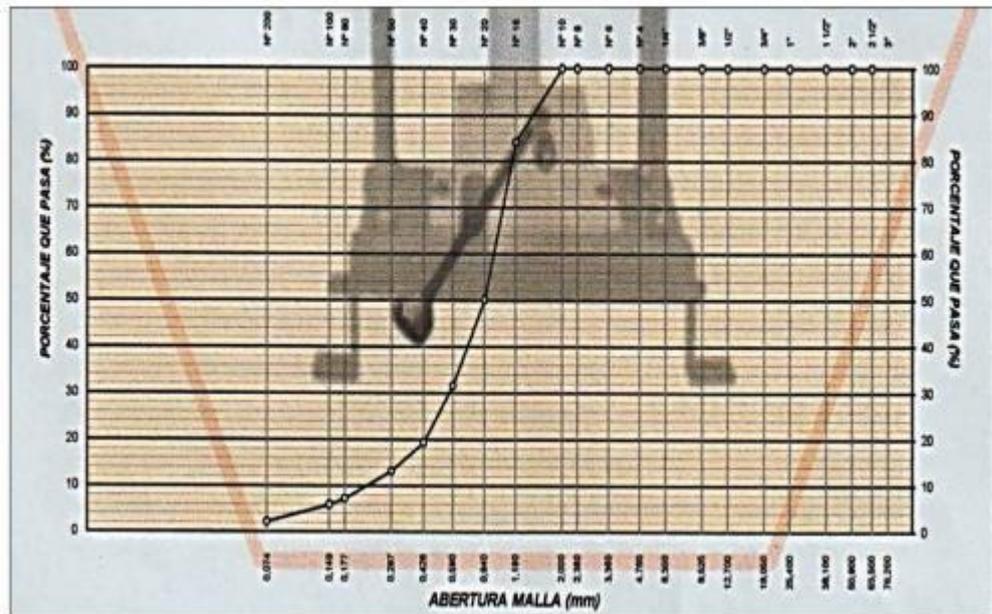
Cuadro N° 2: Análisis Granulométrico por Tamizado

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA					ESPECIFIC
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL	RET. ACUMUL.	PASA (%)	
3"	76.200					AFIRMADO
2 1/2"	63.500				100.0	
2"	50.800	-	-	-	100.0	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0	
1"	25.400	-	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0	- GRAVA : 0.0 % D ₅₀ : 0.226 C _u = 4.107
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	- ARENA : 0.0 % D ₅₀ : 0.567 C _c = 1.528
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	- FINOS : 2.1 % D ₅₀ : 0.829
N° 4	4.760	-	-	-	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
N° 6	3.360	-	-	-	100.0	- HUMEDAD NATURAL (%) : 4.0
N° 8	2.380	-	-	-	100.0	- LIMITE LÍQUIDO (%) : --
N° 10	2.000	0.2	-	-	100.0	- LIMITE PLÁSTICO (%) : --
N° 16	1.190	128.7	15.8	15.8	84.2	- ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : NP
N° 20	0.840	278.4	34.1	49.9	50.1	- CLASIFICACIÓN SUCS : SP
N° 30	0.590	151.9	18.6	68.5	31.5	- CLASIFICACIÓN AASHTO : A-1-b (0)
N° 40	0.426	99.6	12.2	80.7	19.3	
N° 50	0.297	50.4	6.2	86.9	13.1	
N° 60	0.177	46.0	5.9	92.8	7.2	DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO
N° 100	0.149	11.5	1.4	94.2	5.8	- PESO TOTAL (g) : 815.7 100.0 %
N° 200	0.074	29.5	3.6	97.8	2.2	- PESO GRAVA (g) : -
- N° 200	-	17.5	2.1	100.0	-	- PESO ARENA (g) : -
						- PESO DE ARENA EMPLEADA (g) : 0.0

Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA

En el Cuadro N° 2 Se muestra la clasificación SUCS que refiere que es tipo SP (Anexo N°9), arena mal gradada, arenas gravosas, poco o ningún fino. También se clasificó según ASSHTO (Anexo N°10), resultando A-1-b (0). Asignándola como una arena gruesa con o sin un ligante de suelo bien graduado.

Gráfico N° 11: Curva Granulométrica de Escoria de cobre



Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA

En el Cuadro N° 2 se muestra los porcentajes de escoria de cobre que pasan por cada malla, cuya curva demuestra que el material es una arena mal gradada.

Proctor Modificado ASTM (D-1557) (Material de Cantera Convencional)

Ensayo de Proctor Modificado al Material de Cantera:

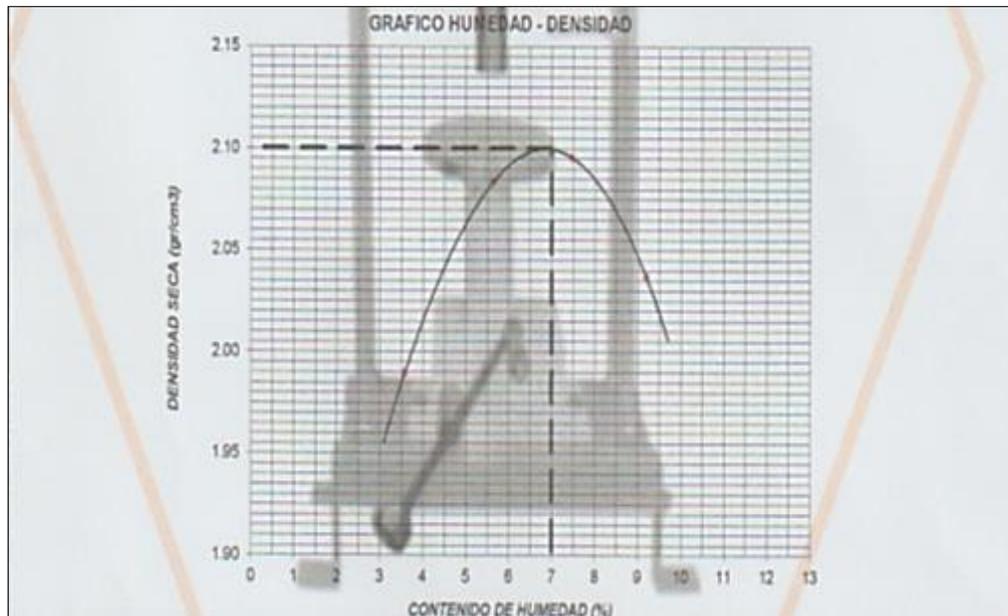
Para poder realizar el ensayo de Proctor modificado del material de cantera sin ningún aditivo se procedió a la secuencia de pasos que requiere el ensayo, iniciando con el secado seguidamente se desmenuzo con un mazo de goma y se tamiza el suelo aplicando el procedimiento indicado en la norma, obteniendo los siguientes resultados, los cuales se muestran el siguiente Cuadro N°3 y Grafico N°12, ver informe (Anexo N°10).

Cuadro N° 3: Proctor Modificado ASTM (D-1557) (Mat.de Cant. Conv.)

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7350.0	7650.0	7760.0	7700.0
Peso del Molde (gr)	2940.0	2940.0	2940.0	2940.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4410.0	4710.0	4820.0	4760.0
Volumen del molde (cm3)	2140.0	2140.0	2140.0	2140.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.061	2.201	2.252	2.224
Contenido de Humedad promedio (%)	3.6	5.6	7.5	9.2
Densidad Seca (gr/cm3)	1.990	2.084	2.095	2.037
Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°				
Recipiente N°	5	7	6	31
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	122.5	113.5	128.5	124.0
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	119.5	109.6	122.0	116.0
Peso del agua (gr)	3.0	3.9	6.5	8.0
Peso del recipiente (gr)	35.8	40.4	35.0	39.1
Peso del suelo seco (gr)	83.7	69.2	87.0	86.9
Contenido de humedad (%)	3.6	5.6	7.5	9.2
Contenido de humedad promedio (%)	3.6	5.6	7.5	9.2

Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA

Gráfico N° 12: Proctor Modificado ASTM (D-1557) (Mat. de Cantera Conv.)



Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA

Podemos observar Gráfico N° 12 y se tienen como para la Máxima Densidad Seca 2.10 gr/cm³ y un Óptimo contenido de Humedad de 7.0 %.

C.B.R. Método de Compactación AASHTO T-180 D (Material de Cantera Convencional) C.B.R. AASHTO T-180 D Material de Cantera:

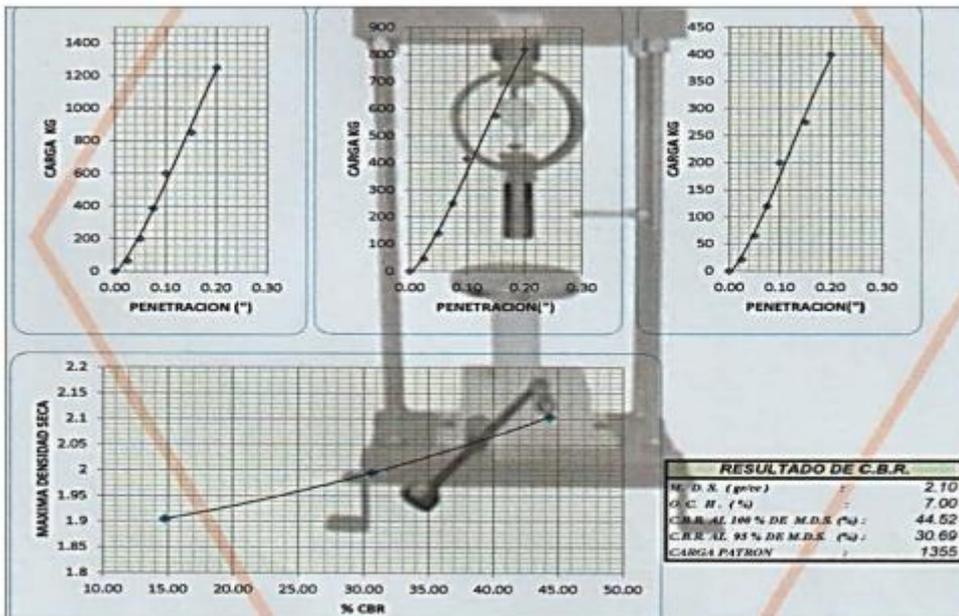
Para poder realizar el ensayo de C.B.R. del material de cantera sin ningún aditivo se procedió a la secuencia de pasos que requiere el ensayo, indicado en la norma, obteniendo los siguientes resultados, los cuales se muestran en el siguiente Cuadro N° 4 y Grafico N° 13, ver informe (Anexo N°10).

Cuadro N° 4: C.B.R. Método AASHTO T-180 D (Mater. de Cantera Convencional)

VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHTO T-180 D						
	PENETRACION	N° GOLPES		PENETRACION	N° GOLPES	
		56	25		12	
0.00	0.00	0	0	0.00	0	0
0.25	0.03	65	45	0.03	21	
0.50	0.05	199	140	0.05	65	
0.75	0.08	385	250	0.08	120	
1.00	0.10	601	415	0.10	200	
1.50	0.15	850	575	0.15	275	
2.00	0.20	1250	820	0.20	400	

Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA.

Gráfico N° 13: C.B.R. Método AASHTO T-180 D (Mater. de Cantera Conv.)



Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA

Del Cuadro N° 4 y Grafico N° 12 se tienen como Máxima densidad Seca 2.10 gr/cm³, Óptimo Contenido de Humedad 7%, Densidad Seca 2.10 gr/cm³ y un Óptimo contenido de Humedad de 7.0 %, CBR.AL 100% de M.D.S. 44.52%, CBR.AL 95% de M.D.S. 30.69%, Carga Patrón 1355.

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (Mater. de Cantera Conv.)

EMPLEANDO MAQUINA DE LOS ÁNGELES DEE A6 -1983

Para poder realizar el ensayo de Resistencia al desgaste por Abrasión del material de cantera sin ningún aditivo se procedió a la secuencia de pasos que requiere el ensayo, indicado en la norma, obteniendo los siguientes resultados, los cuales se muestran el siguiente Cuadro N°5 y ver informe (Anexo N°10).

Cuadro N° 5: RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION (Material de Cantera Convencional)

<i>IDENTIFICACION</i>	<i>AGREGADO GRUESO</i>
<i>Profundidad</i>	
<i>Graduación</i>	GRUESA
<i>Peso Inicial</i>	5285
<i>Peso Mat./Ret. en la N° 12 gr.</i>	3745
<i>Peso Mat. pasa Malla N° 12 gr.</i>	1540
Porcentaje Desgaste (%)	29.1

Fuente: Informe ROBRI CONTRATISTAS GENERALES SRL.GEOTECNIA

Del Cuadro N°5 se tienen una graduación gruesa con un peso inicial de 5285 gr., con los siguiente peso de material retenido en la N°12 se tiene 3745 gr. y material que pasa en la malla N°12 1540 gr., teniendo un Porcentaje de Desgaste de 29.1%.

4.3. Contrastación de Hipótesis

4.3.1 Contratación de Hipótesis General

El proceso que permite realizar el contraste de hipótesis requiere ciertos procedimientos. Se ha podido verificar los planteamientos de diversos autores y cada uno de ellos con sus respectivas características y peculiaridades, motivo por el cual era necesario decidir por uno de ellos para ser aplicado en la investigación.

Ahora bien, respecto a la prueba de hipótesis general se utilizó el estadígrafo “r” de Pearson que se define como = $S_{xy} / S_x S_y$

Donde:

r: Coeficiente de correlación entre “X” y “Y”
 S_x : Desviación típica de “X”

S_y : Desviación típica de “Y”
 S_{xy} : Covarianza entre “X” y “Y”

Cuadro Nº 6: Coeficiente de Correlación - Correlaciones

		ESCORIA DE COBRE	RESISTENCIA DEL AFIRMADO
ESCORIA DE COBRE	Correlación de Pearson	1	,622**
	Sig. (bilateral)		,003
	N	20	20
RESISTENCIA DEL AFIRMADO	Correlación de Pearson	,622**	1
	Sig. (bilateral)	,003	
	N	20	20

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

“r” de Pearson = 0,622

Ahora bien, teniendo como referencia a Hernández, et al. (2006,p.453) se tiene la siguiente equivalencia:

Correlación negativa perfecta: -1
Correlación negativa muy fuerte: -0,90 a -0,99
Correlación negativa fuerte: -0,75 a -0,89
Correlación negativa media: -0,50 a -0,74
Correlación negativa débil: -0,25 a -0,49
Correlación negativa muy débil: -0,10 a -0,24
No existe correlación alguna: -0,09 a +0,09
Correlación positiva muy débil: +0,10 a +0,24
Correlación positiva débil: +0,25 a +0,49
Correlación positiva media: +0,50 a +0,74
Correlación positiva fuerte: +0,75 a +0,89
Correlación positiva muy fuerte: +0,90 a +0,99
Correlación positiva perfecta: +1

Y puesto que la “r” de Pearson es 0,622, éste es considerado como correlación positiva media. Ahora veamos la contrastación de hipótesis general.

Planteamiento de hipótesis General

Hipótesis nula: Ho: En la Escoria de Cobre NO existe una relación directa y significativa entre la Resistencia del afirmado para Carreteras.

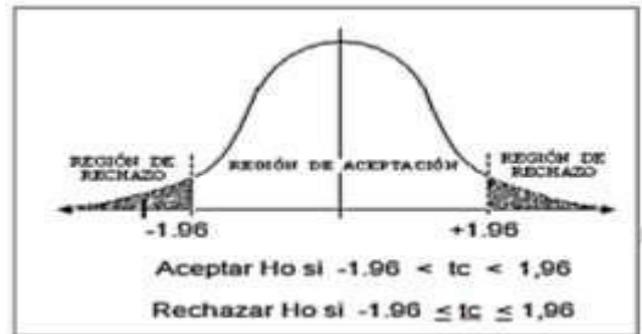
Hipótesis alterna: H1: En la Escoria de Cobre EXISTE una relación directa y significativa entre Resistencia del afirmado para Carreteras.

Nivel de significancia o riesgo

$\alpha=0,05$.

$gl = N - 2 = 20 - 2 = 18$

Valor crítico = 1,96



Cálculo del estadístico de prueba

$N = 20$

$r = 0,622$

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{1-r^2} t = 3.37$$

Decisión estadística:

Puesto que t_c es mayor que t teórica ($3.37 > 1,96$), en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

Conclusión estadística:

Se concluye que existe una correlación positiva media entre la Escoria de Cobre y Resistencia del afirmado para Carreteras.

Conclusión Técnica:

Se concluye que la Escoria de cobre tiene una relación directa y significativa en la Resistencia del afirmado para Carreteras, el cual se encuentra detallado:

Determinación del peso de diseño del material de cantera:

Se tomó en consideración las recomendaciones del Técnico Especialista de Suelos y Pavimentos Javier Santa Cruz Veliz para determinar el volumen de material de cantera a utilizar para el desarrollo de la tesis, el cual indicó que los moldes que se utilizarían para los ensayos entre el Proctor y CBR condicionarían el mencionado volumen o peso.

Consecuentemente la norma menciona que la masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente, así mismo indica también que para determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19.0mm ($\frac{3}{4}$ pulg) para escoger el Método A, B o C se debe realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y estableció los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz o tamices de las cuales la información que se desea. Para el desarrollo se consideró el Método A, con una muestra de peso de diseño general de 6.000 kg.

Figura Nº 11: Determinación del peso de diseño



Fuente: Elaborado por el tesista

En la Figura Nº 11 describe el peso de diseño que se utilizó para cada el material de afirmado para carreteras, el peso de diseño de 6.000 kg.

Determinación del peso de material de cantera y peso de escoria de cobre para cada porcentaje de diseño:

Cantidad de materiales para 5% de escoria de cobre

Material de cantera : 5.700 kg

Escoria de cobre : 0.300 kg

Cantidad de materiales para 15% de escoria de cobre

Material de cantera : 5.100 kg

Escoria de cobre : 0.900 kg

Cantidad de materiales para 25% de escoria de cobre

Material de cantera : 4.500 kg

Escoria de cobre : 1.500 kg

Figura N° 12: Forma de dosificación de la mezcla para cada porcentaje



Fuente: Elaborado por el tesista

En la Figura N° 12 Describe el orden en el cual se esparció los componentes de la mezcla para el material de afirmado con escoria de cobre, previo a esta etapa se pesó cada muestra tanto para material de cantera como para escoria de cobre, con la finalidad que ambos materiales sumen los 6.000 kg. Según el porcentaje en el que se encuentren, El proceso de los ensayos se detalla en el Panel Fotográfico ubicado en los anexos.

4.3.2 Contratación de Hipótesis específica

Hipótesis Específica N° 01:

Cuadro N° 7: Coeficiente de Correlación

		ESCORIA DE COBRE	GRANULO METRICAS
ESCORIA DE COBRE	Correlación de Pearson	1	,519*
	Sig. (bilateral)		,019
	N	20	20
CARACTERISTICAS GRANULOMET.	Correlación de Pearson	,519*	1
	Sig. (bilateral)	,019	
	N	20	20

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

“r” de Pearson = 0,519

Ahora bien, teniendo como referencia a Hernández, et al. (2006, p.453) se tiene la siguiente equivalencia:

Correlación negativa perfecta: -1
Correlación negativa muy fuerte: -0,90 a -0,99
Correlación negativa fuerte: -0,75 a -0,89
Correlación negativa media: -0,50 a -0,74
Correlación negativa débil: -0,25 a -0,49
Correlación negativa muy débil: -0,10 a -0,24
No existe correlación alguna: -0,09 a +0,09
Correlación positiva muy débil: +0,10 a +0,24
Correlación positiva débil: +0,25 a +0,49
Correlación positiva media: +0,50 a +0,74
Correlación positiva fuerte: +0,75 a +0,89
Correlación positiva muy fuerte: +0,90 a +0,99
Correlación positiva perfecta: +1

Y puesto que la “r” de Pearson es 0,519, éste es considerado como correlación positiva débil. Ahora veamos la contrastación de hipótesis general.

a) Planteamiento de hipótesis General

Hipótesis nula: Ho: En la Escoria de Cobre NO existe una relación directa y significativa entre la Características Granulométricas.

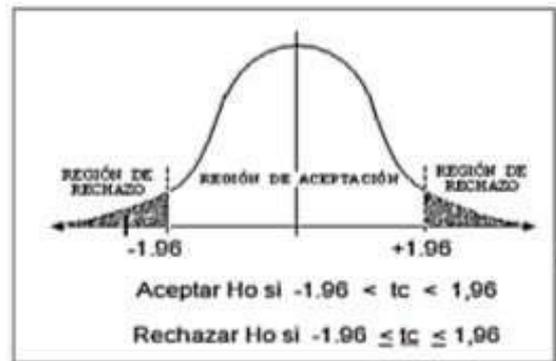
Hipótesis alterna: H1: En la Escoria de Cobre EXISTE una relación directa y significativa entre Características Granulométricas.

b) Nivel de significancia o riesgo

$\alpha=0,05$.

$gl = N - 2 = 20 - 2 = 18$

Valor crítico = 1,96



c) Cálculo del estadístico de prueba

$N = 20$

$r = 0,519$

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{1-r^2} \quad t = 2.58$$

d) Decisión estadística:

Puesto que t_c es mayor que t teórica ($2.58 > 1.96$), en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Hi).

e) Conclusión estadística:

Se concluye que existe una correlación positiva media entre la Escoria de Cobre y Características Granulométricas.

f) Conclusión Técnica:

Se concluye que la Escoria de cobre tiene una relación directa y significativa con Características Granulométricas, el cual se encuentra detallado:

Figura N° 13: Ensayo - Características Granulométricas



Fuente: Elaborado por el tesista

En la Figura N° 13 Describe la forma con la cual se realizó el ensayo de granulometría, tamizado del material de cantera con las mallas desde la de 2” hasta la N° 200, cuyos resultados se encuentran en los informes del laboratorio ver(Anexos N°10), el proceso de ensayo se describe en el panel fotográfico.

Cuadro N° 8: Granulometría material de cantera sin escoria

Mallas	CANTERA kilómetro 8		CANTERA escoria		OTROS		Total	Especificación	
	100%		0%		0%		100%	GRADACION “ A “	Lim. Inf. Lim. Sup.
2”	100	100.0	0	0	100	0.0	100.0	100	100
1”	90.7	90.7	0	0	100	0.0	90.7	90	100
3/8”	62.9	62.9	0	0	100	0.0	62.9	45	80
N°4	46	46.0	0	0	100	0.0	46.0	30	65
N°10	33.9	33.9	0	0	100	0.0	33.9	22	52
N° 40	23.1	23.1	0	0	100	0.0	23.1	15	35
N° 200	18.5	18.5	0	0	100	0.0	18.5	5	20

Fuente: Análisis Mecánico por Tamizado

En el Cuadro N° 8. Se muestra que cumple con la gradación “A” encontrándose los porcentajes totales de cada malla dentro del Límite inferior y el límite superior, para la mencionada gradación.

Cuadro N° 9: Granulometría material de cantera 5% escoria

Mallas	CANTERA kilómetro 8		CANTERA escoria		OTROS		Total	Especificación	
	95%		5%		0%		100%	GRADACION " A "	Lim. Inf. Lim. Sup.
2"	100	95.0	100	5.0	100	0.0	100.0	100	100
1"	90.7	86.2	100	5.0	100.0	0.0	91.2	90	100
3/8"	62.9	59.8	100	5.0	100	0.0	64.8	45	80
N°4	46	43.7	100	5.0	100	0.0	48.7	30	65
N°10	33.9	32.2	100	5.0	100	0.0	37.2	22	52
N° 40	23.1	21.9	84.2	4.2	100	0.0	26.2	15	35
N° 200	18.5	17.6	2.2	0.1	100	0.0	17.7	5	20

Fuente: Análisis Mecánico por Tamizado

En el Cuadro N° 9 Se muestra que cumple con la gradación "A" encontrándose los porcentajes totales de cada malla dentro del Límite inferior y el límite superior, para la mencionada gradación.

Mallas	CANTERA kilómetro 8		CANTERA escoria		OTROS		Total	Especificación	
	85%		15%		0%		100%	GRADACION " A "	Lim. Inf. Lim. Sup.
2"	100	85.0	100	15.0	100	0.0	100.0	100	100
1"	90.7	77.1	100	15.0	100.0	0.0	92.1	90	100
3/8"	62.9	53.5	100	15.0	100	0.0	68.5	45	80
Nº4	46	39.1	100	15.0	100	0.0	54.1	30	65
Nº10	33.9	28.8	100	15.0	100	0.0	43.8	22	52
Nº 40	23.1	19.6	84.2	12.6	100	0.0	32.3	15	35
Nº 200	18.5	15.7	2.2	0.3	100	0.0	16.1	5	20

Cuadro N° 10: Granulometría material de cantera 15% escoria

Mallas	CANTERA kilómetro 8		CANTERA escoria		OTROS		Total	Especificación	
	85%		15%		0%		100%	GRADACION " A "	Lim. Inf. Lim. Sup.
2"	100	85.0	100	15.0	100	0.0	100.0	100	100
1"	90.7	77.1	100	15.0	100.0	0.0	92.1	90	100
3/8"	62.9	53.5	100	15.0	100	0.0	68.5	45	80
N°4	46	39.1	100	15.0	100	0.0	54.1	30	65
N°10	33.9	28.8	100	15.0	100	0.0	43.8	22	52
N° 40	23.1	19.6	84.2	12.6	100	0.0	32.3	15	35
N° 200	18.5	15.7	2.2	0.3	100	0.0	16.1	5	20

Fuente: Análisis Mecánico por Tamizado

En el Cuadro N° 10 Se muestra que cumple con la gradación "A" encontrándose los porcentajes totales de cada malla dentro del Límite inferior y el límite superior, para la mencionada gradación.

Cuadro N° 11: Granulometría material de cantera 25% escoria

Mallas	CANTERA kilómetro8		CANTERA escoria		OTROS		Total	Especificación	
	75%		25%		0%		100%	GRADACION " A "	Lim. Inf. Lim. Sup.
2"	100	75.0	100	25.0	100	0.0	100.0	100	100
1"	90.7	68.0	100	25.0	100.0	0.0	93.0	90	100
3/8"	62.9	47.2	100	25.0	100	0.0	72.2	45	80
N°4	46	34.5	100	25.0	100	0.0	59.5	30	65
N°10	33.9	25.4	100	25.0	100	0.0	50.4	22	52
N° 40	23.1	17.3	84.2	21.1	100	0.0	38.4	15	35
N° 200	18.5	13.9	2.2	0.6	100	0.0	14.4	5	20

Fuente: Análisis Mecánico por Tamizado

En el Cuadro N° 11 Se muestra que cumple con la gradación "A" en todas las mallas encontrándose los porcentajes totales de cada malla dentro del Límite inferior y el límite superior, para la mencionada gradación, teniendo una excepción en la malla N° 40 sobrepasando o sale de la curva granulométrica en 3.4% por encima.

4.3.3. Contratación de Hipótesis específica

Hipótesis Específica N° 02:

Cuadro N° 12: Coeficiente de Correlación - Correlaciones

		ESCORIA DE COBRE	CARACTERÍSTICAS MECANICAS
ESCORIA DE	Correlación de Pearson	1	,569**
COBRE	Sig. (bilateral)		,009
	N	20	20
CARACTERÍSTICAS	Correlación de Pearson	,569**	1
MECÁNICAS	Sig. (bilateral)	,009	
	N	20	0

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

“r” de Pearson = 0,569

Ahora bien, teniendo como referencia a Hernández, et al. (2006, p.453) setiene la siguiente equivalencia:

Correlación negativa perfecta: -1
Correlación negativa muy fuerte: -0,90 a -0,99
Correlación negativa fuerte: -0,75 a -0,89
Correlación negativa media: -0,50 a -0,74
Correlación negativa débil: -0,25 a -0,49
Correlación negativa muy débil: -0,10 a -0,24
No existe correlación alguna: -0,09 a +0,09
Correlación positiva muy débil: +0,10 a +0,24
Correlación positiva débil: +0,25 a +0,49
Correlación positiva media: +0,50 a +0,74
Correlación positiva fuerte: +0,75 a +0,89
Correlación positiva muy fuerte: +0,90 a +0,99
Correlación positiva perfecta: +1

Y puesto que la "r" de Pearson es 0,569, éste es considerado como correlación positiva media. Ahora veamos la contrastación de hipótesis general.

a) Planteamiento de hipótesis General

Hipótesis nula: Ho: En la Escoria de Cobre NO existe una relación directa y significativa entre las CARACTERISTICAS MECANICAS.

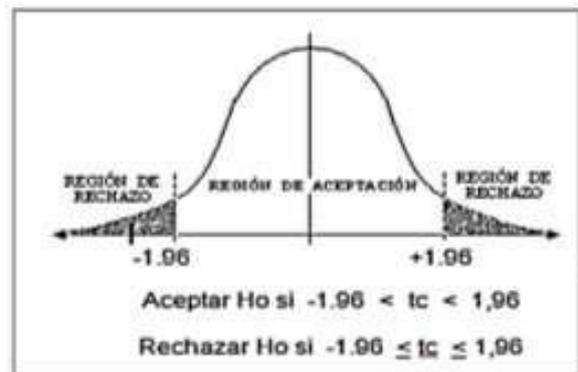
Hipótesis alterna: H1: En la Escoria de Cobre EXISTE una relación directa y significativa entre CARACTERISTICAS MECANICAS.

b) Nivel de significancia o riesgo

$$\alpha=0,05.$$

$$gl = N - 2 = 20 - 2 = 18$$

$$\text{Valor crítico} = 1,96$$



c) Cálculo del estadístico de prueba

$$N = 20$$

$$r = 0,569$$

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{1-r^2} \quad t = 2.94$$

d) Decisión estadística:

Puesto que tc es mayor que t teórica (2.94 > 1,96), en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Hi).

e) Conclusión estadística:

Se concluye que existe una correlación positiva media entre la Escoria de Cobre y Características Mecánicas.

f) Conclusión Técnica:

Se concluye que la Escoria de cobre tiene una relación directa y significativa en la Características Mecánicas.

Figura N° 14: Características Mecánicas del afirmado para carreteras Proctor Modificado



Fuente: Elaborado por el tesista

Figura N° 15: Características Mecánicas del afirmado para carreteras C.B.R. método de compactación ASSHTO T-180 D



Fuente: Elaborado por el tesista

En el Figura N° 14 y 15. Describe la forma con la cual se realizó el ensayo de, cuyos resultados se encuentran en los informes del laboratorio ver (Anexos N°10), el proceso de ensayo se describe en el panel fotográfico.

Cuadro N° 13: Características Mecánicas

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS							
Dosificación	Material Cantera (kg.)	Escoria de Cobre (kg.)	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	Optimo contenido de Humedad (%)	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	Carga Patrón
0%	6.000	0.000	2.10	7.0	44.52	30.69	1355
5%	5.700	0.300	2.13	6.8	57.91	34.58	
15%	5.100	0.900	2.20	6.0	64.96	39.06	
25%	4.500	1.500	2.296	5.2	75.23	40.89	

Fuente: Elaborado por el tesista

En el Cuadro N° 13 Se muestra los resultados que caracterizan mecánicamente el afirmado para carreteras, entre estas se tienen la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad, CBR al 100% y 95%, para el material de cantera sin escoria se tiene un CBR. Al 100% de 44.52%, para el material de cantera con el 5% de escoria de cobre se tiene un CBR. Al 100% de 57.91%, para el material de cantera con el 15% de escoria de cobre se tiene un CBR. Al 100% de 64.96%, para el material de cantera con el 25% de escoria de cobre se tiene un CBR. Al 100% de 75.23%. La dosificación con 15% tiene una mejora de 48% más respecto a la dosificación con 0% de material de cantera sin escoria de cobre.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La interpretación de los resultados obtenidos en la investigación realizada se basa en señalar que efectos produce la incorporación de escoria de cobre en la resistencia del afirmado para carreteras. Con respecto a los ensayos en laboratorio se determinó las características principales del material de cantera.

El procedimiento que se realizó en la siguiente investigación nos llevó a asignar muestras de material de cantera en tres porcentajes diferentes de escoria de cobre dentro de su composición estas fueron de 5%, 15% y 25% respectivamente. Luego de los resultados según el Cuadro N°1 la clasificación SUCS que refiere que es tipo GC, grava con arcilla, También se clasificó según ASHTO A-2-6 (0) y el Cuadro N°4 nos muestra como Máxima densidad Seca 2.10 gr/cm³, Óptimo Contenido de Humedad 7%, Densidad Seca 2.10 gr/cm³ y un Óptimo contenido de Humedad de 7.0 %, CBR.AL 100% de M.D.S. 44.52%, CBR.AL 95% de M.D.S. 30.69%, Carga Patrón 1355. 60. Finalmente del Cuadro N°5 se tienen una gradación gruesa con un peso inicial de 5285 gr., con el siguiente peso de material retenido en la N°12 se tiene 3745 gr. y material que pasa en la malla N°12 1540 gr., teniendo un Porcentaje de Desgaste de 29.1%.

Respecto al material de cantera para afirmado de carreteras a nivel afirmado con y sin escoria se determinó las siguientes características:

Para una cantidad de materiales para 5% de escoria de cobre, se asume material de cantera 5.700 kg y escoria de cobre 0.300 kg, luego para una cantidad de materiales para 15% de escoria de cobre, se asume material de cantera 5.100 kg y escoria de cobre 0.900 kg y finalmente para una cantidad de materiales para 25% de escoria de cobre, material de cantera 4.500 kg y escoria de cobre 1.500 kg.

5.1. Respecto a la hipótesis a: Es óptima con buena gradación la granulométrica en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.

Se determinó según el Cuadro N°10 Granulometría material de cantera sin escoria cumple con la gradación “A” encontrándose los porcentajes totales de cada malla dentro del Límite inferior y el límite superior, para la mencionada gradación. Se estableció según Cuadro N° 11: Granulometría material de cantera 5% escoria cumple con la gradación “A” encontrándose los porcentajes totales de cada malla dentro del Límite inferior y el límite superior, para la mencionada gradación. Se precisó de acuerdo con el Cuadro N° 12: Granulometría material de cantera 15% escoria nos muestra que cumple con la gradación “A” encontrándose los porcentajes totales de cada malla dentro del Límite inferior y el límite superior, para la mencionada gradación. Finalmente se estableció de acuerdo con el Cuadro N° 13: Granulometría material de cantera 25% escoria cumple con la gradación “A” en todas las mallas encontrándose los porcentajes totales de cada malla dentro del Límite inferior y el límite superior, para la mencionada gradación, teniendo una excepción en la malla N° 40 sobrepasando o sale de la curva granulométrica en 3.4% por encima.

Los Bachilleres FIGUEROA CHAVEZ, Darient y MAMANI QUINTO, Carlos sustentaron su tesis en la Facultad de ingeniería de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en el año 2019. “DISEÑO DE CARRETERAS AFIRMADAS EN BASE A ESCORIAS NEGRAS, PROVENIENTES DE LA PLANTA DE ACEROS AREQUIPA DE PISCO, PARA ZONAS RURALES”. Concluyeron lo siguiente:

La granulometría del material cumple los requerimientos del MTC siempre y cuando se tenga presente una relación de 9:1 escoria negra y el agregado fino.

Según los bachilleres BRAVO SANTOS Miguel y DIAZ VALENCIA Juan sustentaron en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Andina del Cuzco su tesis en el 2018. “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE LA ESCORIA DE COBRE COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO EN PORCENTAJE DE PESO, EN LA RESISTENCIA Y CONSISTENCIA DE UN

CONCRETO F'C=210 Kg/cm² ELABORADO CON CEMENTOS TIPO IP Y TIPO V, MEDIANTE PRUEBAS DE EXCLEROMETRO Y COMPRESION AXIAL DE TESTIGOS SOMETIDO A CURADO POR INMERSION". Concluyeron lo siguiente:

Se demuestra que al reemplazar el agregado fino en una proporción de 35% de su propio peso por escoria de cobre, la resistencia a la compresión del concreto, fabricado con cemento tipo IP o tipo V, se optimiza pues eleva su resistencia en una proporción real de 37% cuando se emplea cemento de tipo IP, y 39% cuando se utiliza cemento tipo V, respecto a un concreto patrón (0% de escoria de cobre). Por consiguiente, se valida la hipótesis que dice "Se optimizara la resistencia a compresión del concreto con la sustitución del agregado fino por escoria de cobre en proporciones porcentuales de peso".

5.2. Respecto a la Hipótesis b: Se modifican en un 40% más las características mecánicas en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.

Se estableció mediante el Cuadro N° 15 y observamos los resultados que caracterizan mecánicamente el afirmado para carreteras, entre estas se tienen la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad, CBR al 100% y 95%, para el material de cantera sin escoria se tiene un CBR. Al 100% de 44.52%, para el material de cantera con el 5% de escoria de cobre se tiene un CBR. Al 100% de 57.91%, para el material de cantera con el 15% de escoria de cobre se tiene un CBR. Al 100% de 64.96%, para el material de cantera con el 25% de escoria de cobre se tiene un CBR. Al 100% de 75.23%.

Según los bachilleres BENTIN DELGADO, Rafael y WERNER ACUÑA, Gastón. Sustentaron su tesis en 2018. "EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ESCORIA DE COBRE EN LA VIDA A LA FATIGA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON ALTOS PORCENTAJES DE PAVIMENTO ASFÁLTICO RECICLADO". En la Universidad Austral de Chile. Concluyeron que:

La escoria de cobre posee una elevada densidad compactada, por lo que nos genera un incremento de esta en las mezclas asfálticas, implicando un aumento en la estabilidad, es decir aumenta las características mecánicas.

La adición de escoria de cobre a las mezclas asfálticas otorga una mayor elasticidad a estas, permitiendo obtener una mejora en los resultados bajo altas deformaciones, ya que a pesar de mostrar un comportamiento visco-elástico es capaz de recuperarse de manera más similar a su estado original.

CONCLUSIONES

1. Se determina que la incorporación de escoria de cobre produce efectos favorables para el mejoramiento la resistencia del afirmado para carreteras.
2. Es óptima con buena gradación la granulométrica en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre. Considerando que la dosificación de 15% es la que mejor se ajusta cumple la granulometría, no siendo así para la dosificación de 25 % de escoria de cobre el cual sobrepasa la malla N°40 saliéndose de la curva granulométrica en 3.4% por encima.
3. Existe mejora en la resistencia del afirmado con incorporación de escoria de cobre respecto al CBR al 100%, considerándose como CBR inicial de 44.52% de la dosificación de 0%, se puede precisar que a la dosificación de 5% de escoria aumenta en un 30% más, respecto a la dosificación de 15% de escoria aumenta en un 48% más, de igual manera para la dosificación de 25% de escoria se tiene un aumenta de 68% más.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda incrementar los estudios de incorporación de escoria de cobre de otras canteras que, con menor porcentaje, aumentan también en más de un 40% la resistencia en el afirmado para carretera.
2. Se recomienda que, en el instante de separar el material por razones de investigación, se efectúen diversos muestreos de la escoria de cobre, debido que el lugar de acopio de la misma es extenso y para recabar datos reales y representativos es recomendable coger muestras de distintos sitios y nos reporten datos comparativos y asumir un promedio de los valores obtenidos.
3. Se recomienda utilizar la dosificación de 15% es la que mejor se ajusta y cumple la granulometría. A mayores dosificaciones sobrepasa la malla N° 40 saliéndose de la curva granulométrica.

Referencias bibliográficas

1. ACOSTA, H y Benson, C (2003) Estabilización de Suelos y Secado usando Cenizas Volantes. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental en el informe de Geo-Ingeniería No. 03-03 de la Universidad de Wisconsin, Madison EE.UU. Recuperado: <https://www.whrp.org>
2. AGUILAR Elguézabal, A., GARCÍA Medina, I.E. y ORRANTI Borunda, A. “Uso de la escoria de cobre en el proceso de fabricación de Clinker para cemento Portland” Revista Materiales de Construcción, N° 281 España 2006
3. AGUILAR, C., NAZER, A., PAVEZ, O. Y ROJAS, F.: “Una revisión de los usos de las escorias de cobre”, IBEROMET XI, X CONAMET/SAM 2 al 5 de noviembre de 2010, Viña del Mar, CHILE
4. BAUZA, D (2003) Estabilización de suelos con cal (libro de investigación). Madrid, España. Recuperado: <https://civilgeeks.com/2014/09/04/guiapara-la-estabilizacion-de-suelos-con-cal-juan-diego-bauza-castello/>
5. CARDENLEY, René y MONDSCHHEIN, Susana: “Control de la contaminación atmosférica de las fundiciones estatales de cobre mediante un sistema de apoyo de decisiones”. Revista Ingeniería de Sistemas, Dpto. de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, Santiago, Vol. XIV N° 1 Junio 2000, páginas 79-102
6. CRUZ Carrasco, Manuel de la Universidad de Málaga, sustento su tesis doctoral en el 2014. Estudio de la resistencia y reología de hormigones con adición de escoria de cobre como sustituto del árido fino.
7. LÓPEZ, Marvin Jairo y Marco Antonio Pinedo sustento en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Santa su tesis en el 2015. Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines de cemento para pavimentación, adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación.

8. MARQUINA, Marcos Adrián sustentó en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Particular Ricardo Palma su tesis en el 2008. Uso de las escorias obtenidas como subproducto de la elaboración de acero de la planta N° 2 de aceros Arequipa – Pisco para fines de cimentación y pavimentación.
9. NAZER, A “et al”: “Uso de las escorias de cobre en la fabricación de adocretos de hormigón por Revista de la Facultad de Ingeniería, Instituto Tecnológico, Universidad de Atacama, Copiapó, (2013), pág. 23-31.
10. OYARZÚN Kneer, Iván Alejandro. “Influencia de las escorias de cobre en la fabricación de hormigón” Tesis para optar al título de Ingeniero Civil en Obras Civiles Universidad Austral de Chile, Valdivia, 2013
11. ROJAS F. Estudio de pre factibilidad técnica del uso de la escoria de cobre en materiales de construcción. Tesis Ingeniería. Civil Metalúrgico. Univ. de Atacama, Facultad de Ingeniería. Atacama - 2004, 165 p.-
12. SANTIBAÑEZ C. Evaluación de la Influencia de la escoria de cobre en mezclas Asfálticas con altos contenidos de RAP frente al ensayo de sensibilidad al Agua, Tesis, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, UACH, Valdivia, 2016
13. VÁSQUEZ, Alexander Mauricio sustentó en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad San Pedro su tesis en el 2018. Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la vía Cascajal con adición de Carbón y Cal a nivel de sub rasante.

ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA
“INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema General</p> <p>¿Qué efectos produce la incorporación de escoria de cobre en la resistencia del afirmado para carreteras?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar los efectos que produce la incorporación de escoria de cobre en la resistencia del afirmado para carreteras.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La incorporación de escoria de cobre mejora la resistencia mecánica y física en el afirmado para carreteras.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>La resistencia del afirmado para carretas.</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características granulométricas. • Características mecánicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo y nivel Experimental – aplicada debido a que se plantea una solución a la deficiencia que tiene el afirmado para carreteras y trabajando experimentalmente con las escorias de cobre se comprobara su mejoramiento, beneficios que se logra en el mismo. • Método El trabajo de estudio a realizar se iniciará tomando como datos los resultados que se obtendrán luego de verificar los ensayos que se efectuarán en los laboratorios, realizando los análisis de las resistencias tanto en la compresión, en las tensiones y también a la cohesión y ángulo de fricción con el afirmado y su utilización de las escorias en carreteras. • Diseño Descriptivo Correlacionar, porque según (Babbie, 2001). "Elegirá o realizará una acción" y después se observará las consecuencias. El esquema es el siguiente: <div style="text-align: center;">  </div> <p>Según Sánchez, (1998, p.79), "La investigación descriptivo - correlacional, se orienta a la determinación del grado de relación existente entre dos a más variables de interés en una misma muestra de sujetos o el grado de relación existente entre dos fenómenos o eventos observados. El esquema es el siguiente: <div style="text-align: center;">  </div> </p> <p>Quando: M= Muestra O1, Correlación de la Variable 1 O2, Correlación de la Variable 2 r=Relación entre las dos variables</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica e instrumento de acopio de datos • Encuestas Este plan de investigación se efectuará muchas labores en el laboratorio y en campo como control y registro de la resistencia del afirmado para carreteras, se realizaron muchos ensayos de laboratorios para verificar la modificación de dicha resistencia al afirmado cuando se le adiciona la escoria del cobre, así también se harán los ensayos adecuados en los laboratorios que midan resistencia a la compresión, tensiones, como cohesión y ángulo de fricción para verificar la mejora en el afirmado. • Técnica de procesamiento de datos Se conceptúa o define este proceso o método de la información como una secuencia elemental de validez de tal manera de localizar toda la data o información que utilizaremos para nuestro plan de investigación, es necesario poder seguir una ruta o dirección real. La manera como delineamos recabar toda la información necesaria se podrá obtener un espectro más real y confiable en relación a nuestro proyecto de investigación.
<p>Problemas Específicos</p> <p>a. ¿Qué características granulométricas se encontraran en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre?</p> <p>b. ¿En qué porcentaje se modifican las características mecánicas en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>a. Definir las características granulométricas en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.</p> <p>b. Precisar en qué porcentaje se modifican las características mecánicas en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.</p>	<p>Hipótesis Especificas</p> <p>a. Es óptima con buena gradación la granulométrica en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.</p> <p>b. Se modifican en un 40% más las características mecánicas en el afirmado para carretera con incorporación de escoria de cobre.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>La escoria de cobre</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grado de fineza. • Grado de Saturación • Forma vítrea. 	<p>Según Sánchez, (1998, p.79), "La investigación descriptivo - correlacional, se orienta a la determinación del grado de relación existente entre dos a más variables de interés en una misma muestra de sujetos o el grado de relación existente entre dos fenómenos o eventos observados. El esquema es el siguiente: <div style="text-align: center;">  </div> </p> <p>Quando: M= Muestra O1, Correlación de la Variable 1 O2, Correlación de la Variable 2 r=Relación entre las dos variables</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica de procesamiento de datos Se conceptúa o define este proceso o método de la información como una secuencia elemental de validez de tal manera de localizar toda la data o información que utilizaremos para nuestro plan de investigación, es necesario poder seguir una ruta o dirección real. La manera como delineamos recabar toda la información necesaria se podrá obtener un espectro más real y confiable en relación a nuestro proyecto de investigación.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable 1: Escoria de cobre .	1.1. Grado de fineza.	1.1.1. Tamizado
		1.1.2. Material escoria.
		1.1.3. Molino de bolas.
	1.2. Grado de Saturación.	1.2.1. Disolución
		1.2.2. Limite líquido.
		1.2.3. Porosidad
	1.3. Forma vítrea.	1.3.1. Ángulos agudos
		1.3.2. Mezcla
		1.3.3. Asentamientos de escorias

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable 2: Afirmado para carreteras	2.1. Características Granulométricas.	2.1.1. Análisis por Tamices
		2.1.2. Graduación.
		2.1.3. Curva Granulométrica
	2.2. Características Mecánicas.	2.2.1. Máxima densidad Seca
		2.2.2. Optimo Contenido de Humedad
		2.2.3. CBR al 100% y 95%

**ANEXO Nº 2: CUESTIONARIO SOBRE ESCORIA DE COBRE Y
RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA CARRETERAS**



**CUESTIONARIO SOBRE ESCORIA DE COBRE PARA EL
 MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMADO PARA
 CARRETERAS**

Especialidad		Colegiatura		Años de servicio	Fecha
Estado civil		Edad	Sexo		Condición laboral
Soltero	Casado		F	M	
Conviviente	Viudo		Nombrado	Contratado	
Divorciado					

Instrucciones: A continuación le presentamos varias proposiciones, le solicitamos que frente a ellos exprese su opinión personal considerando que no existen respuestas correctas ni incorrectas, marcando con una (X) la que mejor exprese su punto de vista, de acuerdo al siguiente código.

1. Totalmente en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Parcialmente de acuerdo	4. De acuerdo	5. Totalmente de acuerdo
-----------------------------	------------------	----------------------------	---------------	--------------------------

PARTE I: ESCORIA DE COBRE

Dimensión / ítems		1	2	3	4	5
Dimensión: Grado de Fineza						
1	Cree que el tamizado determina el grado de fineza.					
2	Considera que tienen relación el tamizado con el grado de fineza.					
3	Cree que el material escoria es el grado máximo de fineza.					
4	Considera que el material escoria se puede utilizar como agregado cuando tiene un grado de fineza.					
5	Cree que es necesario un molino de bolas para obtener un grado de fineza.					
6	Cree que con un solo proceso en el molino de bolas se obtiene un grado de fineza.					
Dimensión: Grado de Saturación.						
7	Afirmaría usted que cuando saturamos con agua una porción de escoria esta llega al punto de disolución.					
8	Estima que la escoria tiene bajo grado de saturación y no tiene la propiedad de disolución.					
9	Considera usted que el límite líquido determina el grado de saturación.					
10	El grado de saturación y el límite líquido nos proporcionan la cantidad de líquido en un material.					
11	La porosidad de la escoria de cobre determina el grado de saturación.					
12	Se fraccionan las partículas de escoria de cobre cuando la porosidad tiene un grado de saturación máximo.					
Dimensión: Forma vítrea.						
13	La escoria tiene forma vítrea con ángulos agudos.					
14	Considera que los ángulos agudos de la forma vítrea es ideal para poder utilizar la escoria					

Fecha: Bach. Roger William Sullón Juárez



15	La forma vítrea permite una mejor mezcla.					
16	Considera que la forma vítrea necesita menos agua para su mezcla.					
17	La forma vítrea evita asentamiento de escorias cuando están al contacto con el agua.					
18	La forma vítrea favorece al asentamiento de escoria expuesta al medio ambiente.					

PARTE II: RESISTENCIA EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS

Dimensión / ítems		1	2	3	4	5
Dimensión: Límites de Attenberg.						
1	El límite líquido es el contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco.					
2	El índice de plasticidad se expresa con el porcentaje del peso en seco de la muestra de suelo, e indica el tamaño del intervalo de variación del contenido de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico.					
Dimensión: Características granulométricas.						
3	Las características granulométricas es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado.					
4	La granulometría es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.					
Dimensión: Características mecánicas						
5	La máxima densidad seca es una de las características mecánicas de un suelo.					
6	Densidad Máxima Compactada Seca: Corresponde a la mayor densidad que puede alcanzar un suelo al ser compactado a la humedad óptima.					

Muchas Gracias por su colaboración...



ANEXO Nº 3: FICHAS DE VALIDACIÓN JUICIO DE EXPERTOS



FICHAS DE VALIDACIÓN

INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación: **Incorporación de escoria de cobre para mejoramiento de la resistencia, en el afirmado para carreteras.**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de Evaluación: Cuestionarios de encuesta sobre **Escoria de cobre para mejoramiento de la resistencia, en el afirmado para carreteras.**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

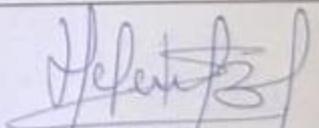
Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena				
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																				X	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																					X
4. Organización	Existe una organización lógica																					X
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos de investigación																					X
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				X	
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																					X

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

98

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena Muy buena

Nombres y Apellidos:	JOHAN MELENDEZ NECOCHEA	DNI N°	42180432
Dirección domiciliar:	AV. ESPAÑA 782, BRUÑA	Teléfono/Celular:	993 758 990
Grado Académico:	ING. CIVIL (CIP 123 799)		
Mención:			


 Firma
 Lugar y fecha: Lima, 09-04-2021

Tesista: Bach. Roger William Sullón Juárez

ANEXO Nº 4: VALIDEZ DEL INSTRUMENTO RESPECTO AL JUICIO DE EXPERTOS

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

Experto	FICHA DE OBSERVACIÓN										Total Fila
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ing. Elvis Camavilca Julcamayan	96	91	96	96	96	93	91	96	96	95	946.00
Ing. Christian Jonathan Vargas Ramos	96	91	97	97	97	95	91	96	96	93	949.00
Ing. Américo Bustamante Chacón	95	95	96	95	95	98	95	95	99	98	961.00
Ing. John Meléndez Necochea	95	95	98	98	95	97	97	95	95	98	963.00
Ing. Jhon Paul Garrido Olaya	96	95	96	96	96	95	95	97	97	95	958.00
Total Columna	478.00	467.00	483.00	482.00	479.00	478.00	469.00	479.00	483.00	479.00	4777.00
Promedio	95.60	93.40	96.60	96.40	95.80	95.60	93.80	95.80	96.60	95.80	955.40
Desv.Standard	0.55	2.19	0.89	1.14	0.84	1.95	2.68	0.84	1.52	2.17	7.50

Aplicando la siguiente fórmula para calcular el alfa de Cronbach:

$$\begin{array}{l}
 S_1^2 = 77.50 \\
 S_2^2 = 283.50 \\
 K = 10
 \end{array}
 \rightarrow
 \alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S^2} \right] = \boxed{0.8074}$$

**ANEXO Nº 6: PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN RESPECTO A LA
VARIABLE RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA CARRETERAS**

Ingeniero	Items						ΣXt	ΣX2t	Σxi	Σxp	dj	ΣXi.Xp'	ΣX2i	ΣX2p
	1	2	3	4	5	6								
1	3	4	5	2	4	3	21	79	12	9	3	108	144	81
2	5	5	5	4	4	3	26	116	14	12	2	168	196	144
3	4	3	2	2	4	4	19	65	10	9	1	90	100	81
4	5	4	3	2	4	3	21	79	12	9	3	108	144	81
5	4	5	5	3	5	5	27	125	14	13	1	182	196	169
6	5	4	3	4	5	4	25	107	13	12	1	156	169	144
7	4	5	5	3	4	4	25	107	13	12	1	156	169	144
8	5	4	5	4	5	4	27	123	15	12	3	180	225	144
9	4	3	4	5	3	4	23	91	11	12	-1	132	121	144
10	4	4	4	3	4	4	23	89	12	11	1	132	144	121
11	3	4	5	2	4	3	21	79	12	9	3	108	144	81
12	5	5	5	4	4	3	26	116	14	12	2	168	196	144
13	4	3	2	2	4	4	19	65	10	9	1	90	100	81
14	5	4	3	2	4	3	21	79	12	9	3	108	144	81
15	4	5	5	3	5	5	27	125	14	13	1	182	196	169
16	5	4	3	4	5	5	26	116	13	13	0	169	169	169
17	4	5	5	3	4	4	25	107	13	12	1	156	169	144
18	5	4	5	4	5	4	27	123	15	12	3	180	225	144
19	4	3	4	5	3	4	23	91	11	12	-1	132	121	144
20	4	4	4	3	4	4	23	89	12	11	1	132	144	121
ΣX	87	84	85	68	89	83	475	1971	252	223		2837	3216	2531
ΣX2	378	346	358	224	360	305								

Coef. correlacion=

0.62236

Meda= 25.7

DS= 3.130

Correccion =

0.76723

P75= 27.81

P25= 23.59

Prueba V con dsitribucion t

t = 7.43

Ahora para alfa= 0,05 y 16 g.l. = 1,746
entonces este coeficiente es significativo

ANEXO N° 7: PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN RESPECTO A LA VARIABLE ESCORIA DE COBRE CON SUS TRES DIMENSIONES.

VARIABLE:ESCORIA DE COBRE																						
INGENIERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	D1	D2	D3
ING001	4	4	4	4	5	3	4	3	3	3	3	4	4	5	5	3	4	4	69	24	20	25
ING002	5	1	1	3	5	2	2	3	3	4	3	4	5	3	3	5	3	4	59	17	19	23
ING003	5	4	5	5	5	4	2	5	5	2	2	2	5	5	5	3	2	4	70	28	18	24
ING004	5	5	5	5	5	4	2	5	5	2	2	2	5	5	5	3	2	4	71	29	18	24
ING005	4	5	3	4	5	4	2	4	4	4	4	2	5	4	4	3	4	4	69	25	20	24
ING006	4	4	3	4	5	3	3	3	3	3	5	3	4	4	4	4	3	4	66	23	20	23
ING007	4	5	4	3	2	1	4	3	3	4	5	4	4	4	3	4	5	4	66	19	23	24
ING008	4	2	2	4	5	2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	2	4	2	59	19	20	20
ING009	3	4	4	3	5	2	2	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	61	21	19	21
ING010	5	4	5	5	5	3	2	5	5	2	2	2	5	4	5	3	2	4	68	27	18	23
ING011	4	4	4	4	5	3	4	3	3	3	3	4	4	5	5	3	4	4	69	24	20	25
ING012	5	1	1	3	5	2	2	3	3	4	3	4	5	3	3	5	3	4	59	17	19	23
ING013	5	4	5	5	5	4	2	5	5	2	2	2	5	5	5	3	2	4	70	28	18	24
ING014	5	5	5	5	5	4	2	5	5	2	2	2	5	5	5	3	2	4	71	29	18	24
ING015	4	5	3	4	5	4	2	5	4	4	4	2	5	4	4	3	4	4	70	25	21	24
ING016	4	4	3	4	5	3	3	3	3	3	5	3	4	4	4	4	3	4	66	23	20	23
ING017	4	5	4	3	2	1	4	3	3	4	5	4	4	4	3	4	5	4	66	19	23	24
ING018	4	2	2	4	5	2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	2	4	2	59	19	20	20
ING019	3	4	4	3	5	2	2	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	61	21	19	21
ING020	5	4	5	5	5	3	2	5	5	2	2	2	5	4	5	3	2	4	68	27	18	23

**ANEXO N° 8: PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN RESPECTO A LA VARIABLE
RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA CARRETERAS CON SUS TRES
DIMENSIONES.**

VARIABLE RESISTENCIA DEL AFIRMADO PARA CARRETERAS										
INGENIERO	1	2	3	4	5	6	Total	D1	D2	D3
ING001	4	4	4	4	5	5	26	8	8	10
ING002	5	3	5	3	5	4	25	8	8	9
ING003	5	4	5	4	5	5	28	9	9	10
ING004	5	4	5	4	5	5	28	9	9	10
ING005	5	4	4	5	5	3	26	9	9	8
ING006	5	3	5	3	5	4	25	8	8	9
ING007	5	3	5	3	3	3	22	8	8	6
ING008	5	4	5	4	4	4	26	9	9	8
ING009	3	3	3	2	3	3	17	6	5	6
ING010	5	4	5	4	5	5	28	9	9	10
ING011	5	3	5	4	5	4	26	8	9	9
ING012	5	3	5	4	5	4	26	8	9	9
ING013	5	3	5	5	5	5	28	8	10	10
ING014	5	4	5	5	5	5	29	9	10	10
ING015	5	4	5	4	5	4	27	9	9	9
ING016	5	3	5	3	5	4	25	8	8	9
ING017	5	3	5	3	3	4	23	8	8	7
ING018	5	3	5	3	3	4	23	8	8	7
ING019	5	3	4	3	4	3	22	8	7	7
ING020	5	4	5	5	5	5	29	9	10	10

ANEXO Nº 9: INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
RUC. N° 20568459254



ENSAYO DE CANtera CONVENCIONAL

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
PLAZA UMUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPN #964030346
Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254



LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)												
PROYECTO	: "INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"											
SOLICITADO	: BACH.SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM											
UBICACIÓN	: DISTRITO : SANTA ROSA DE OCOPA -PROV: CONCEPCION- REGION: JUNIN			TÉCNICO	: P.L.S.C.V							
MUESTRA	: KILOMETRO 8+000			FECHA	: Marzo-2021							
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO								
ENSAYO No.	1	2	3	1	2							
CÁPSULA No.	3	2	7	1	2							
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	20.60	22.40	21.20	8.30	10.30							
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	17.00	18.50	18.20	8.05	10.09							
PESO AGUA, g	3.60	3.90	3.00	0.25	0.21							
PESO DE LA CÁPSULA, g	7.20	7.20	8.90	6.90	9.10							
PESO SUELO SECO, g	9.80	11.30	9.30	1.15	0.99							
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	36.73	34.51	32.26	21.74	21.21							
NÚMERO DE GOLPES	17	23	35									
	39	25	6									
<p style="text-align: center;">DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p> <p style="text-align: center;">RESULTADOS DE ENSAYOS</p> <table border="1"> <tr> <td>LÍMITE LÍQUIDO (%)</td> <td>34.2</td> <td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td>21.5</td> <td>INDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td>12.7</td> </tr> </table>							LÍMITE LÍQUIDO (%)	34.2	LÍMITE PLÁSTICO (%)	21.5	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.7
LÍMITE LÍQUIDO (%)	34.2	LÍMITE PLÁSTICO (%)	21.5	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.7							
OBSERVACIONES :												

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. DIONISIO ISLA
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP: 130103

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Juan P. Santa Cruz Vella
 TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
 PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
 Email: Robri_cj2016@hotmail.com / Robri_cj2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254

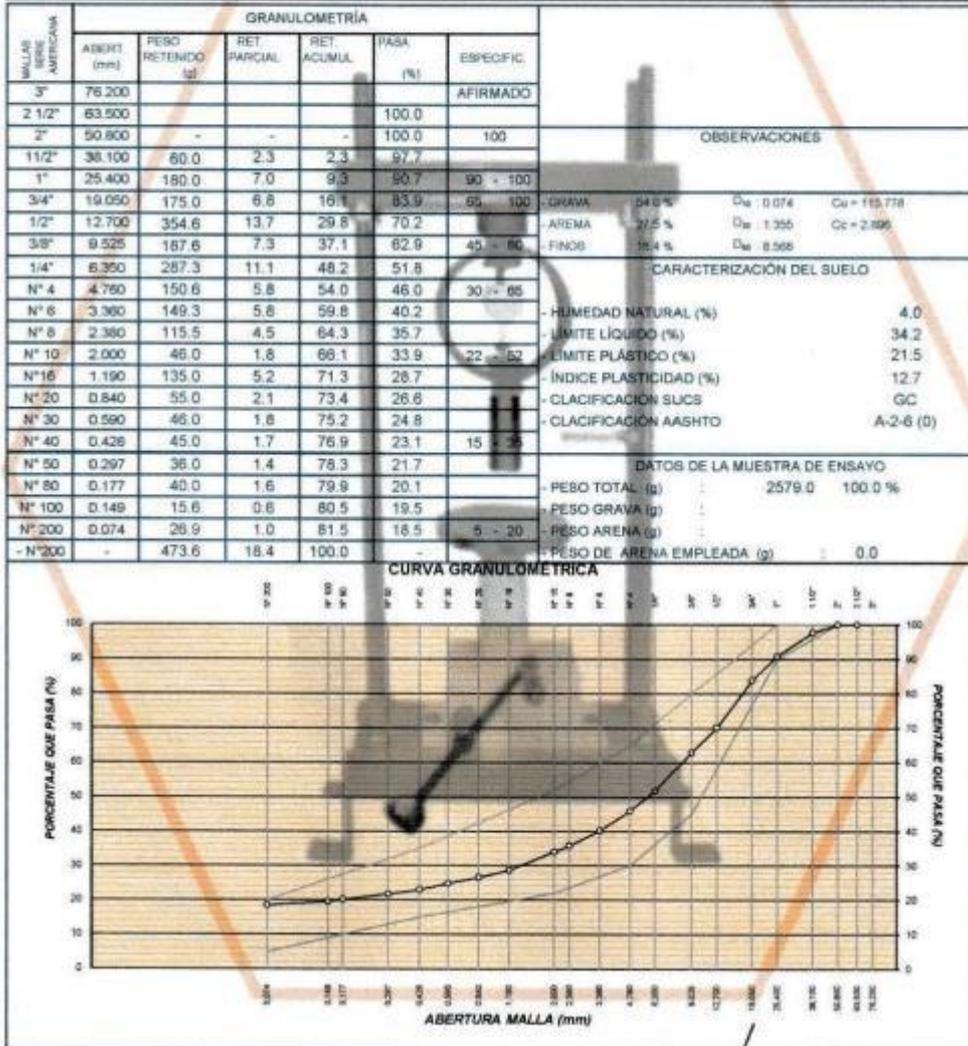
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

PROYECTO : "INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"

SOLICITADO : BACH.SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM

UBICACIÓN : DISTRITO -SANTA ROSA DE OCOPA -PROV: CONCEPCION- REGION: JUNIN TÉCNICO P. S.C.V

CANTERA : KILOMETRO 8+000 FECHA 19/03/2021



ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. DIONISIO ISLA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP- 138163

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Juan Santa Cruz Velás
ING. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
PLAZA UMOU N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

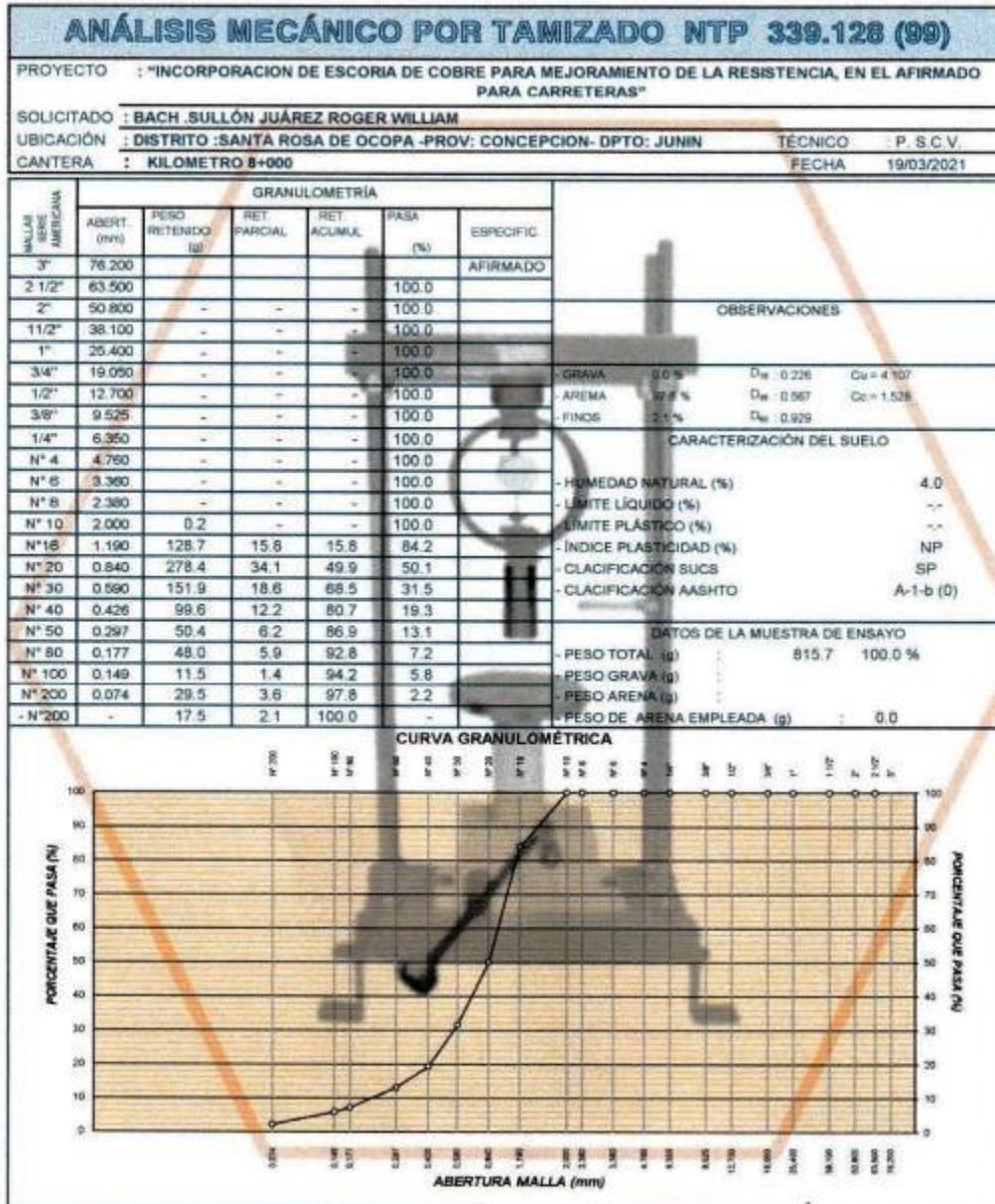
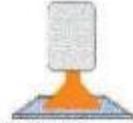
CEL. 964 030346 - 996247128 - RPN #964030346
Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC: N° 20568459254



ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN C. DRONISIO ISLA
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP: 130103

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Juan Santa Cruz Velásquez
 ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO / HUANCAYO
 PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO / HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
 Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254

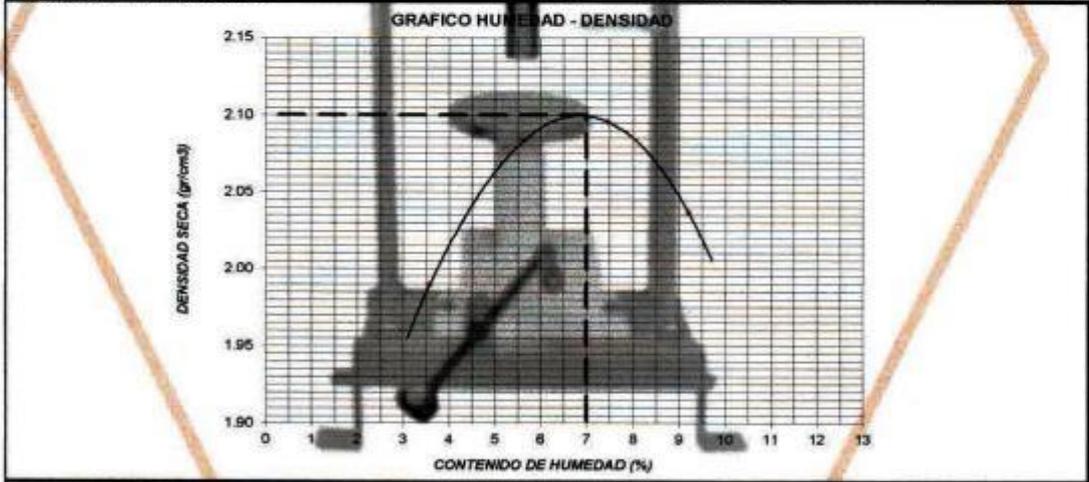


PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMAO PARA CARRETERAS
CANTERA / UBICACIÓN : KILOMETRO 8+000 SANTA ROSA DE OCOPA
 PROCTOR CONVECCIONAL
UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : SANTA ROSA DE OCOPA
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : Santa Cruz V.
 Departamento : JUNIN FECHA : 19/03/2016

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7350.0	7650.0	7760.0	7700.0
Peso del Molde (gr)	2940.0	2940.0	2940.0	2940.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4410.0	4710.0	4820.0	4760.0
Volumen del molde (cm ³)	2140.0	2140.0	2140.0	2140.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.061	2.201	2.252	2.224
Contenido de Humedad promedio (%)	3.6	5.6	7.5	9.2
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.990	2.084	2.095	2.037

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	5	7	6	31
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	122.5	113.5	128.8	124.0
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	119.5	109.6	122.0	116.0
Peso del agua (gr)	3.0	3.9	6.5	8.0
Peso del recipiente (gr)	35.8	40.4	35.0	29.1
Peso del suelo seco (gr)	83.7	69.2	87.0	86.9
Contenido de humedad (%)	3.6	5.6	7.5	9.2
Contenido de humedad promedio (%)	3.6	5.6	7.5	9.2



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.10	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.0

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN C. DIONISIO ISLA
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP 130103

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Javier Santos Cruz Velásquez
 TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
 PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 830346 - 996247128 - RPN #964830346
 Email: Robri_cj2016@hotmail.com / Robri_cj2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

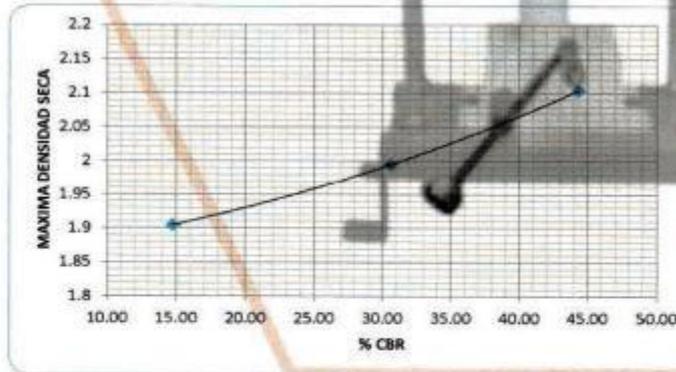
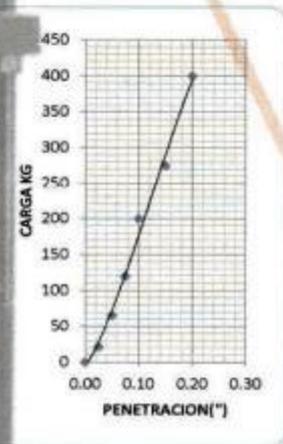
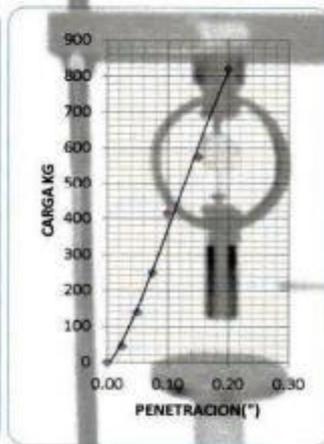
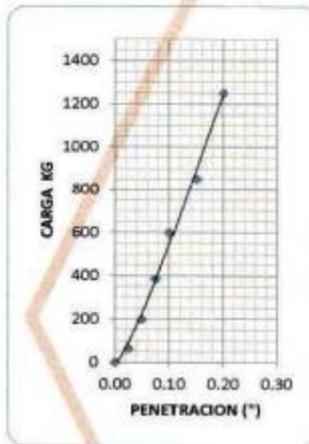


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254

PROYECTO : "INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"
SOLICITA : BACH.SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM
UBICACIÓN: DIST. SANTA ROSA DE OCOPA - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN
CANTERA KILOMETRO 8+000 **TECNICO** P.S.C.V
FECHA 19/03/2021

VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION	N° GOLPES	PENETRACION	N° GOLPES	PENETRACION	N° GOLPES
		56		25		12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	65	0.03	45	0.03	21
0.50	0.05	199	0.05	140	0.05	65
0.75	0.08	385	0.08	250	0.08	120
1.00	0.10	601	0.10	415	0.10	200
1.50	0.15	850	0.15	575	0.15	275
2.00	0.20	1250	0.20	820	0.20	400



RESULTADO DE C.B.R.	
M.D.S. (gr/cc)	2.10
O.C.H. (%)	7.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	44.52
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	30.69
CARGA PATRON	1355

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. DIONESTO ISLA
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP-130193

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Javier Santa Cruz Veliz
 TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
 PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
 Email. Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
RUC. N° 20568459254



RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION

Empleando Máquina de los Angeles

DEE A6 - 1983

PROYECTO / OBRA : BACH. SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM

SOLICITA / PETICIONARIO :

"INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"

CANTERA N° / UBICACIÓN : KILOMETRO 8+000

UBICACIÓN DE OBRA

Distrito SANTA ROSA DE OCOPA
Provincia COCNEPCION
Region JUNIN

TECNICO : P. Santa Cruz V.

FECHA : 19/03/2021

IDENTIFICACION	AGREGADO GRUESO			
Profundidad				
Graduación	GRUESA			
Peso Inicial	5285			
Peso Mat./Ret. en la N° 12 gr.	3745			
Peso Mat. pasa Malla N° 12 gr.	1540			
Porcentaje Desgaste (%)	29.1			

IDENTIFICACION				
Profundidad				
Graduación				
Peso Inicial				
Peso Mat./Ret. en la N° 12 gr.				
Peso Mat. pasa Malla N° 12 gr.				
Porcentaje Desgaste (%)				

LA INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS ES D EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO, SALVO LAS RECOMENDACIONES QUE SE ADJUNTEN AL PRESENTE.

ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, AGRIENTO Y ABRASION

JUAN P. EL DIONISIO INLA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP: 130103

ASOCIACION PERUANA DE INGENIEROS EN PAVIMENTOS

JESUS PABLO SANTA CRUZ VEJTA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS

IR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
PLAZA UMUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
RUC. N° 20568459254



**ENSAYO DE
CANTERA 95 % Y
ESCORIA 5%**

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPN #964030346
Email. Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
RUC. N° 20568459254



LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)

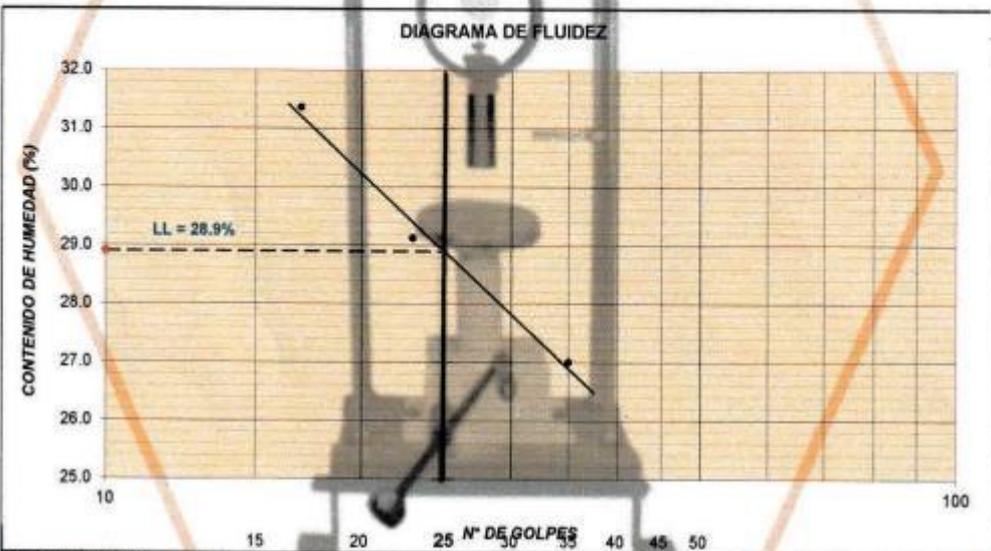
PROYECTO : "INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"

SOLICITADO : BACH.SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM

UBICACIÓN : DISTRITO : SANTA ROSA DE OCOPA - PROV: CONCEPCION - REGION: JUNIN TÉCNICO : P.L.S.C.V

MUESTRA : KILOMETRO 8+000 CANTERA 95%- ESCORIA 5% FECHA : Marzo-2021

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	5	8	10	4	7
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	29.00	38.00	35.00	10.00	11.20
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	23.70	31.30	29.30	9.30	10.30
PESO AGUA, g	5.30	6.70	5.70	0.70	0.90
PESO DE LA CÁPSULA, g	6.80	6.30	8.20	5.90	6.00
PESO SUELO SECO, g	16.90	23.00	21.10	3.40	4.30
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	31.36	29.13	27.01	20.59	20.93
NÚMERO DE GOLPES	17	23	35		



OBSERVACIONES :

RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	28.9	LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.8	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.1
--------------------	------	---------------------	------	---------------------------	-----

ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. DIONISTO INLA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP-102103

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Javier Santa Cruz Veliz
TÉC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO / HUANCAYO
PLAZA UNITO N° 368 - EL TAMBO / HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC: N° 20568459254

COMBINACION DE CANTERAS

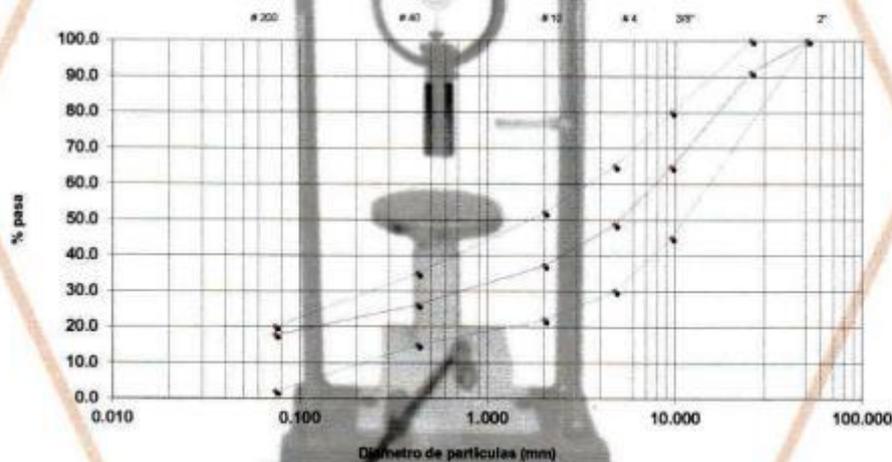
PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS
SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM
CANTERA N° / UBICACIÓN : KILOMETRO 0-000 SANTA ROSA DE OCOPA
UBICACION DE OBRA : Distrito: CONCEPCION
 Provincia: CONCEPCION
 Departamento: JUNIN

TECNICO
FECHA

COMBINACION GRANULOMETRICA DE CANTERAS

Mallas	CANTERA kilometro 0		CANTERA escoria		OTROS		Total	Especificación	
	95%	5%	5%	5%	0%	100%		GRADACION " A "	Lim. Inf.
2"	100	95.0	100	5.0	100	0.0	100.0	100	100
1"	90.7	86.2	100	5.0	100.0	0.0	91.2	90	100
3/8"	62.9	59.8	100	5.0	100	0.0	64.8	45	80
N°4	46	43.7	100	5.0	100	0.0	48.7	30	65
N°10	33.9	32.2	100	5.0	100	0.0	37.2	22	52
N°40	23.1	21.9	84.2	4.2	100	0.0	26.2	15	35
N°200	18.5	17.6	2.2	0.1	100	0.0	17.7	5	20

Mezcla de Agregados



ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. DIONISIO ISLA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP: 130103

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Jessica Santa Cruz Vejar
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
 PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPN #964030346
 Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

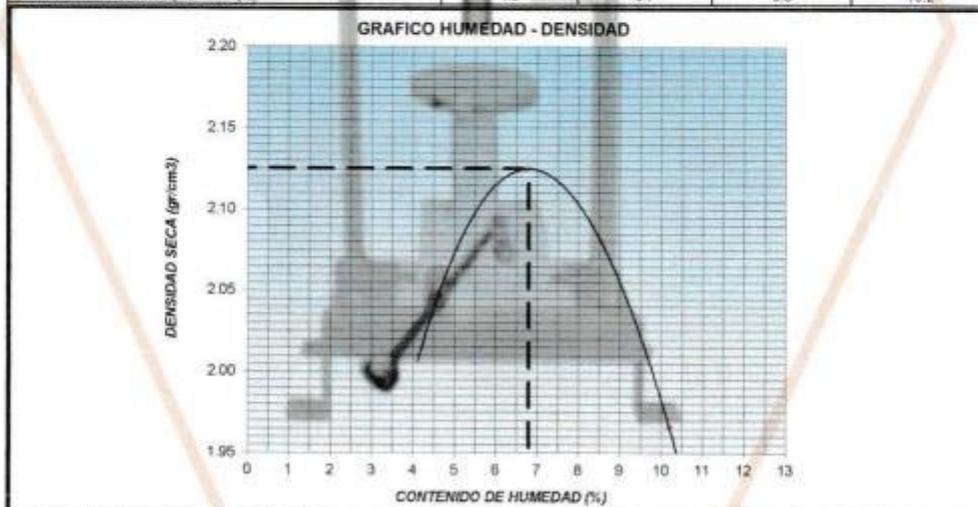
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254



PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM
PROYECTO / OBRA : "INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMAO PARA CARRETERAS"
CANTERA / UBICACIÓN : KILOMETRO 8+000 SANTA ROSA DE OCOPA
 CANTERA 95% - ESCORIA 5%
UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : SANTA ROSA DE OCOPA
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : Santa Cruz V.
 Departamento : JUNIN FECHA : 19/03/2020

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7499.0	7773.0	7751.0	7550.0
Peso del Molde (gr)	2895.0	2895.0	2895.0	2855.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4644.0	4918.0	4896.0	4695.0
Volumen del molde (cm3)	2168.0	2168.0	2168.0	2168.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.142	2.268	2.258	2.166
Contenido de Humedad promedio (%)	4.6	6.7	6.5	10.2
Densidad Seca (gr/cm3)	2.048	2.125	2.080	1.966
Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	8	50	51	6
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	182.7	181.0	189.7	141.5
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	156.1	180.0	158.4	129.7
Peso del agua (gr)	6.0	9.0	11.3	11.8
Peso del recipiente (gr)	15.0	21.6	26.2	14.0
Peso del suelo seco (gr)	130.7	133.4	132.2	115.7
Contenido de humedad (%)	4.6	6.7	8.5	10.2
Contenido de humedad promedio (%)	4.6	6.7	8.5	10.2



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	2.13	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.8

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 JUAN G. DIONISIO ENLA
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP: 130152

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Azalea Santa Cruz Vella
 TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254

PROYECTO : "INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"

SOLICITA : BACH.SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM

UBICACIÓN: DIST. SANTA ROSA DE OCOPA - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN

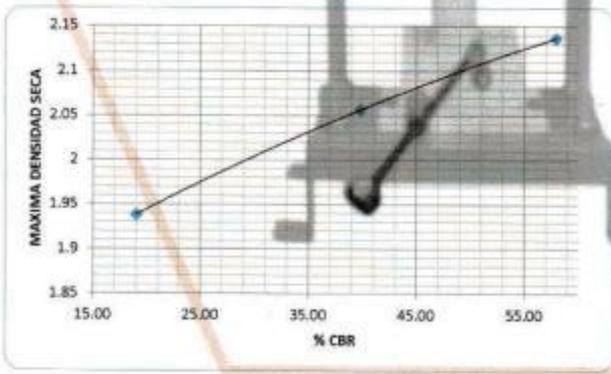
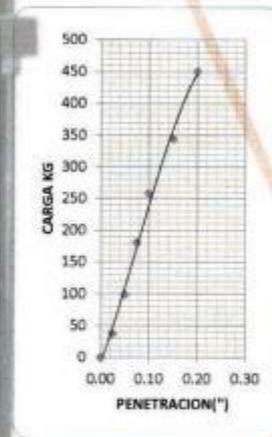
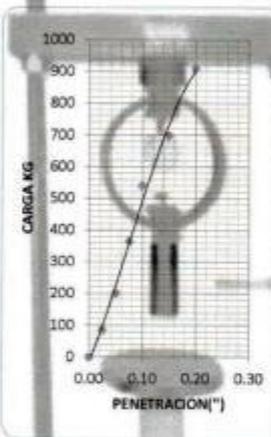
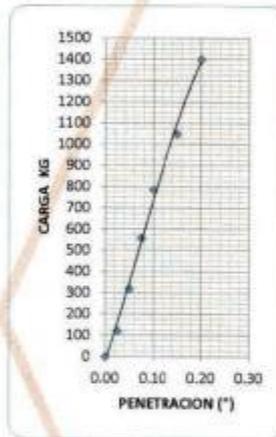
CANTERA KILOMETRO 8+000 CANTERA 95% - ESCORIA 5%

TECNICO P.S.C.V

FECHA 19/03/2021

VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

PENETRACION		N° GOLPES	PENETRACION		N° GOLPES	PENETRACION		N° GOLPES
		56			25			12
0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0
0.25	0.03	122	0.03	0.03	85	0.03	0.03	38
0.50	0.05	320	0.05	0.05	201	0.05	0.05	100
0.75	0.08	559	0.08	0.08	365	0.08	0.08	181
1.00	0.10	785	0.10	0.10	540	0.10	0.10	258
1.50	0.15	1050	0.15	0.15	700	0.15	0.15	345
2.00	0.20	1400	0.20	0.20	910	0.20	0.20	451



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D.S. (g/cc)	2.13
G. C. H. (%)	6.80
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	57.91
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	34.58
CARGA PATRON	1355

ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 JULIAN G. DIONISIO ESILA
 INGL. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP: 120923

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Javier Santa Cruz Vella
 TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
 PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPN #964030346
 Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
RUC. N° 20568459254



**ENSAYO DE
CANTERA 85 % Y
ESCORIA 15%**

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO / HUANCAYO
PLAZA UMUTO N° 368 - EL TAMBO / HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPN #964030346
Email: Robri_cd2016@hotmail.com / Robri_cd2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
RUC. N° 20568459254



LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)						
PROYECTO	: "INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"					
SOLICITADO	: BACH.SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM					
UBICACIÓN	: DISTRITO : SANTA ROSA DE OCOPA -PROV: CONCEPCION- REGION: JUNIN			TÉCNICO : P.L.S.C.V		
MUESTRA	KILOMETRO 8+600 CANTERA 85%- ESCORIA 15%			FECHA : Marzo-2021		
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
ENSAYO No.	1	2	3	1	2	
CÁPSULA No.	4	5	7	8	9	
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	45.00	36.50	37.80	10.50	11.20	
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	37.13	31.85	31.99	9.78	10.38	
PESO AGUA, g	7.88	6.55	5.81	0.72	0.82	
PESO DE LA CÁPSULA, g	8.20	6.50	7.50	6.10	6.10	
PESO SUELO SECO, g	28.93	25.45	24.49	3.68	4.28	
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	27.22	25.74	23.72	19.57	19.16	
NÚMERO DE GOLPES	17	23	35			
	39	25	6			
<p style="text-align: center;">DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p>						
OBSERVACIONES :						
RESULTADOS DE ENSAYOS						
LÍMITE LÍQUIDO (%)	25.4	LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.0	

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. DIONISIO ISLA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP° 150192

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Javier Santa Cruz Veliz
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
Email. Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254

COMBINACION DE CANTERAS

PROYECTO / OBRA :

INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMAO PARA CARRETERAS

SOLICITA / PETICIONARIO :

BACH SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM

CANTERA N° / UBICACION :

KILOMETRO 8-000

UBICACION DE OBRA :

SANTA ROSA DE OCCOM

Distrito

CONCEPCION

Provincia

JUNIN

Departamento

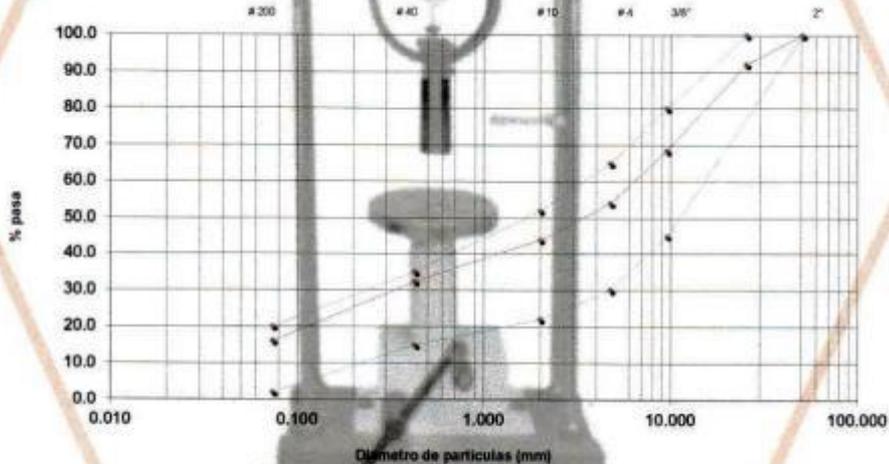
TECNICO

FECHA

COMBINACION GRANULOMETRICA DE CANTERAS

Mallas	CANTERA kilometro 8		CANTERA escoria		OTROS		Total	Especificación	
	25%		15%		0%			GRADACION " A "	Lim. Inf.
2"	100	85.0	100	15.0	100	0.0	100.0	100	100
1"	90.7	77.1	100	15.0	100.0	0.0	92.1	90	100
3/8"	62.9	53.5	100	15.0	100	0.0	68.6	45	80
N°4	46	39.1	100	15.0	100	0.0	54.1	30	65
N°10	33.9	28.8	100	15.0	100	0.0	43.8	22	52
N°40	23.1	19.6	84.2	12.0	100	0.0	32.3	15	35
N°200	18.5	15.7	2.2	0.3	100	0.0	16.1	5	20

Mezcla de Agregados



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO

JUAN G. DOMESTICO ESILA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 130103

LABORATORIO DE SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO

Av. Santa Cruz Veliz
CIP 130103

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO / HUANCAYO
PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO / HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
Email: Robri_cd2016@hotmail.com / Robri_cd2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254

PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM
PROYECTO / OBRA : "INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"
CANTERA / UBICACIÓN : KILOMETRO 8+000 SANTA ROSA DE OCOPA
 CANTERA 85%-ESCORIA15%
UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : SANTA ROSA DE OCOPA
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : Santa Cruz V.
 Departamento : JUNIN FECHA : 19/03/2020

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7540.0	7810.0	7920.0	7750.0
Peso del Molde (gr)	2855.0	2855.0	2855.0	2855.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4685.0	4955.0	5065.0	4895.0
Volumen del molde (cm ³)	2168.0	2168.0	2168.0	2168.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.161	2.286	2.336	2.258
Contenido de Humedad promedio (%)	2.5	4.8	6.8	8.4
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.108	2.182	2.187	2.083
Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	25	7-c	B	1
Recipiente N°	25	7-c	B	1
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	173.1	210.5	235.0	116.1
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	169.5	202.0	225.0	109.5
Peso del agua (gr)	3.6	8.5	10.0	6.6
Peso del recipiente (gr)	130.6	132.2	119.7	111.1
Peso del suelo seco (gr)	142.9	178.8	146.3	78.4
Contenido de humedad (%)	2.5	4.8	6.8	8.4
Contenido de humedad promedio (%)	2.5	4.8	6.8	8.4

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD

DENSIDAD SECA (gr/cm³) vs CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) :	2.200	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.0

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. DIONISIO ISLA
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP: 139102

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Juán G. Santa Cruz Velásquez
 ING. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
 PLAZA UMUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
 Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
RUC. N° 20568459254



"INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"

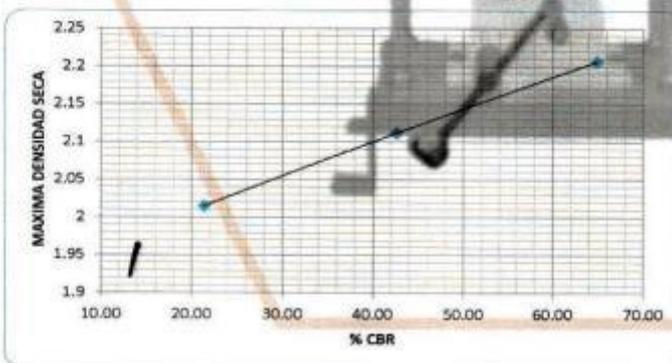
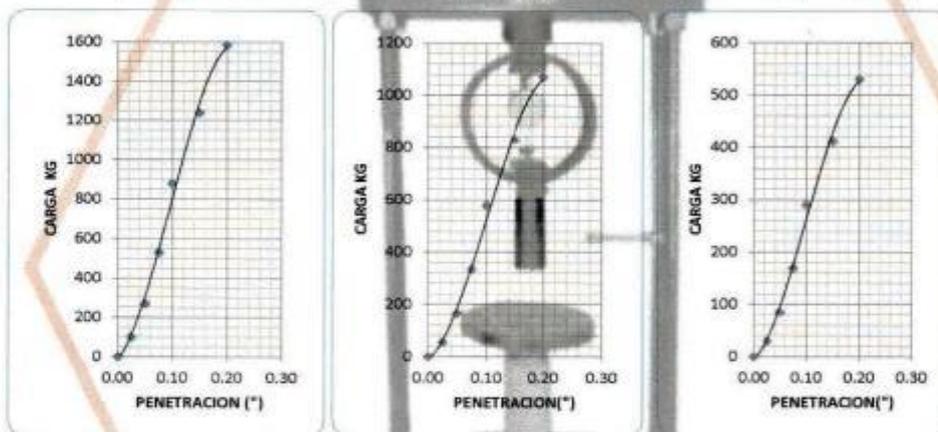
SOLICITA :
PROYECTO : BACH. SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM
UBICACIÓN: DIST. SANTA ROSA DE OCOPA - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN
CANTERA : KILOMETRO 8+000 CANTERA 85% - ESCORIA 15%

TECNICO : P.S.C.V
FECHA : 19/03/2021

VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION	N° GOLPES 56	PENETRACION	N° GOLPES 25	PENETRACION	N° GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	100	0.03	55	0.03	30
0.50	0.05	270	0.05	165	0.05	85
0.75	0.08	530	0.08	335	0.08	170
1.00	0.10	880	0.10	578	0.10	290
1.50	0.15	1240	0.15	830	0.15	412
2.00	0.20	1585	0.20	1070	0.20	531

90
176.666667
293.333333
413.333333
528.333333



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D.S. (gr/cc)	2.20
O. C. H. (%)	6.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	64.96
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	39.06
CARGA PATRON	1355

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. MONISEO ISLA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP-158103

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Reynold Santa Cruz Veliz
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO / HUANCAYO
PLAZA UMUTO N° 368 - EL TAMBO / HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
RUC. N° 20568459254



**ENSAYO DE
CANTERA 75 % Y
ESCORIA 25%**

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO / HUANCAYO
PLAZA UMUTO N° 368 - EL TAMBO / HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
Email. Robri_cq2016@hotmail.com / Robri_cq2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
RUC. N° 20568459254



LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)						
PROYECTO	: "INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"					
SOLICITADO	: BACH.SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM					
UBICACIÓN	: DISTRITO :SANTA ROSA DE OCOPA -PROV: CONCEPCION- REGION: JUNIN			TÉCNICO : P.L.S.C.V		
MUESTRA	KILOMETRO 8+000 CANTERA 75%- ESCORIA 25%			FECHA : Marzo-2021		
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3	1	2	
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.	9	1	5	4	3	
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	35.00	45.00	39.00	12.90	12.20	
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	29.01	37.80	33.50	12.15	11.45	
PESO AGUA, g	5.99	7.20	5.50	0.75	0.75	
PESO DE LA CÁPSULA, g	5.00	6.20	7.20	7.90	7.10	
PESO SUELO SECO, g	24.01	31.60	26.30	4.25	4.35	
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	24.95	22.78	20.91	17.65	17.24	
NÚMERO DE GOLPES	17	23	35			
	39	25	6			

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

OBSERVACIONES					
RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	22.6	LÍMITE PLÁSTICO (%)	17.4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5.2

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
CORPORATIVO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
[Signature]
JUAN G. MONISIO INLA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP-130702

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
[Signature]
Jesús García Cruz Velás
TEC. ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
PLAZA UNITO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPN #964030346
Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS – PRUEBAS HIDRAULICAS – ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC: N° 20568459254

COMBINACION DE CANTERAS

PROYECTO / OBRA : INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM

CANTERA N° / UBICACIÓN : KILOMETRO #000

UBICACION DE OBRA : SANTA ROSA DE OCCIPA

Distrito : SANTA ROSA DE OCCIPA

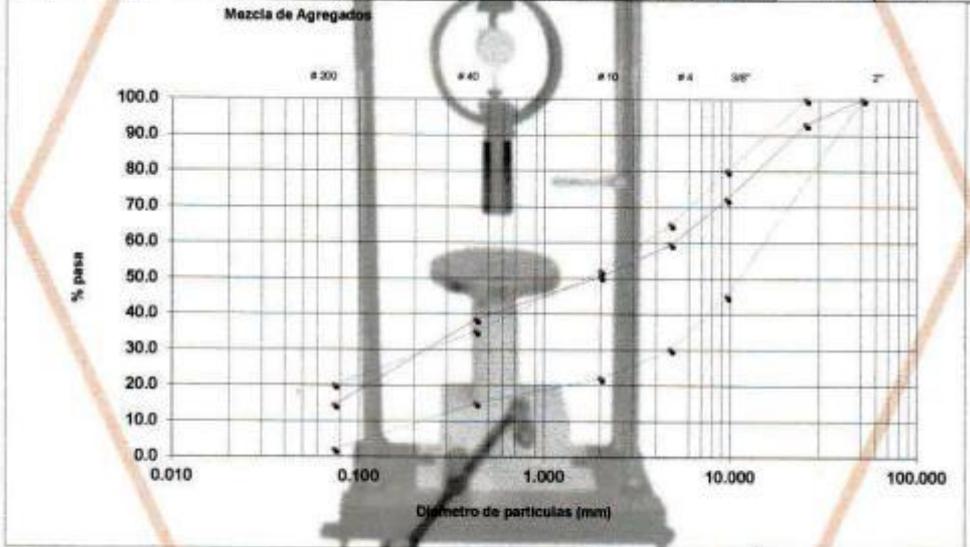
Provincia : COMSEPCON

Departamento : JUNIN

TECNICO
FECHA

COMBINACION GRANULOMETRICA DE CANTERAS

Mallas	CANTERA kilometro 0		CANTERA escoria		OTROS		Total	Especificación	
	75%		25%		0%			GRADACION " A "	
								Lim. Inf.	Lim. Sup.
2"	100	75.0	100	25.0	100	0.0	100.0	100	100
1"	90.7	68.0	100	25.0	100.0	0.0	83.0	90	100
3/8"	62.9	47.2	100	25.0	100	0.0	72.2	45	80
N°4	46	34.5	100	25.0	100	0.0	59.5	30	65
N°10	33.9	25.4	100	25.0	100	0.0	50.4	22	52
N°40	23.1	17.3	84.2	21.1	100	0.0	38.4	15	35
N°200	18.5	13.9	2.2	0.6	100	0.0	14.4	5	20



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. DIONISIO ISLA
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP 130193

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Josely Santa Cruz Velaz
REC. L.D.P. SUELOS Y PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 – EL TAMBO /HUANCAYO
PLAZA UNITO N° 365 – EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 – 996247128 – RPM #964030346
Email. Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA

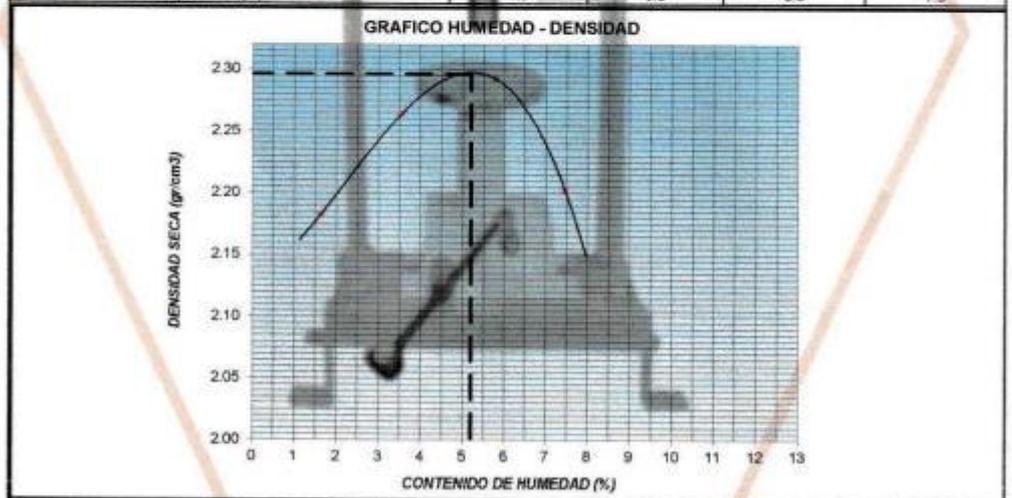
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254



PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH SULLÓN JIÁREZ ROGER WILLIAM
PROYECTO / OBRA : "INCORPORACIÓN DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMAO PARA CARRETERAS"
CANTERA / UBICACIÓN : KILOMETRO 8+000 SANTA ROSA DE OCOPA
 CANTERA 75% - ESCORIA 25%
UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : SANTA ROSA DE OCOPA
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : Santa Cruz V.
 Departamento : JUNIN FECHA : 19/03/2020

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7560.0	7824.0	7994.0	7873.0
Peso del Molde (gr)	2914.0	2914.0	2914.0	2914.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4646.0	4910.0	5080.0	4959.0
Volumen del molde (cm ³)	2095.0	2095.0	2095.0	2095.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.218	2.344	2.425	2.367
Contenido de Humedad promedio (%)	1.6	3.5	5.8	7.5
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.182	2.264	2.292	2.203
Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	5	26	15	1
Recipiente N°	5	26	15	1
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	227.0	227.0	251.2	249.9
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	224.0	223.6	240.7	239.9
Peso del agua (gr)	3.0	3.4	10.5	10.0
Peso del recipiente (gr)	40.0	40.0	59.6	105.9
Peso del suelo seco (gr)	184.0	183.6	181.1	134.0
Contenido de humedad (%)	1.6	3.5	5.8	7.5
Contenido de humedad promedio (%)	1.5	3.5	5.8	7.5



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.296	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.2

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN G. MONSIEO ISLA
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP-135103

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

José María Santa Cruz Velásquez
 ING. CIVIL DE PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO / HUANCAYO
 PLAZA INUTO N° 368 - EL TAMBO / HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPM #964030346
 Email: Robri_cg2016@hotmail.com / Robri_cg2016@yahoo.es



ROBRI CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.

GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES
 ENSAYO DE MATERIALES PETREOS - PRUEBAS HIDRAULICAS - ALQUILER DE EQUIPOS DE MECANICA DE SUELOS
 RUC. N° 20568459254

"INCORPORACION DE ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA, EN EL AFIRMADO PARA CARRETERAS"

SOLICITA :

PROYECTO : BACH.SULLÓN JUÁREZ ROGER WILLIAM

UBICACIÓN: DIST. SANTA ROSA DE OCOPA - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN

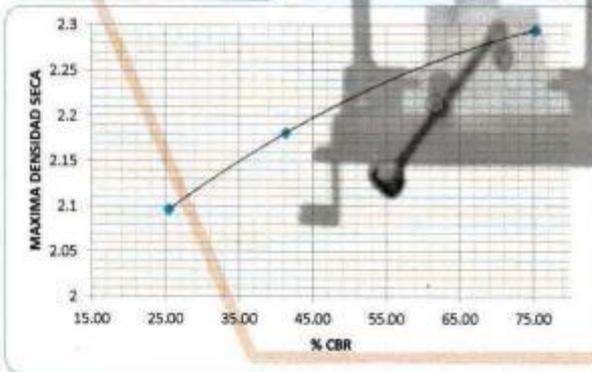
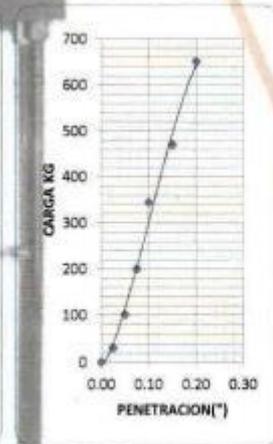
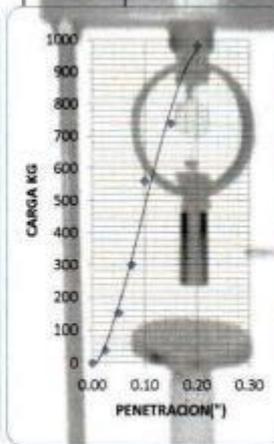
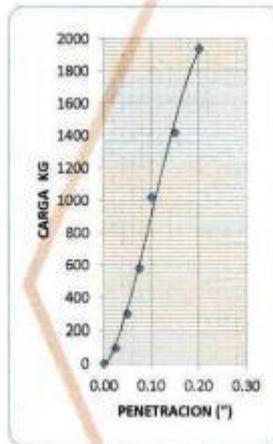
CANTERA KILOMETRO 8+000 CANTERA 75% - ESCORIA 25%

TECNICO P.S.C.V

FECHA 19/03/2021

C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

PENETRACION			PENETRACION			PENETRACION		
		N° GOLPES		N° GOLPES		N° GOLPES		N° GOLPES
		56		25				12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	95	0.03	40	0.03	32	0.03	32
0.50	0.05	300	0.05	152	0.05	102	0.05	102
0.75	0.08	580	0.08	300	0.08	200	0.08	200
1.00	0.10	1020	0.10	560	0.10	345	0.10	345
1.50	0.15	1420	0.15	740	0.15	470	0.15	470
2.00	0.20	1940	0.20	980	0.20	651	0.20	651



RESULTADO DE C.B.R.	
M.D.S. (gr/cm ³)	2.296
G.C.B.R. (%)	5.02
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	75.23
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	40.89
CARGA PATRON	1355

ROBRI CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

JUAN C. DIONISIO ISLA
 ING. CIVIL ESPE - ALISTA EN GEOTECNIA
 CIP: 103182

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

José Santos Cruz Velás
 TEC. EXP. EN OBRAS PAVIMENTOS

JR. 28 DE JULIO N° 202 - EL TAMBO /HUANCAYO
 PLAZA UNUTO N° 368 - EL TAMBO /HUANCAYO

CEL. 964 030346 - 996247128 - RPN #964030346
 Email: Robri_cj2016@hotmail.com / Robri_cj2016@yahoo.es

**ANEXO N° 10: COSTOS DE LA ESCORIA DE COBRE O
GRANALLA DE COBRE**



TRANSPORTES Y SERVICIOS GENERALES "AARON"

E.I.R.L.

RUC. 20486027895



CARTA DE PRESENTACIÓN

SEÑOR: ROGER WILLIAM SULLON JUAREZ

Mediante la presente le hacemos llegar nuestros cordiales saludos y a la vez invitarlos a aprovechar nuestros **PRECIOS DE OFERTA**, ya que somos abastecedores mayoristas a nivel nacional e internacional de **ESCORIA DE COBRE SELECCIONADA** de primera calidad para el **ARENADO INDUSTRIAL**, contamos con canteras en el departamento de JUNIN,

(No somos distribuidores de arena)

ESCORIA DE COBRE SEGÚN GRANULOMETRÍA Y PRESENTACIÓN

ITEM	DESCRIPCION
01	Escoria de cobre seleccionada con granulometría entre 3,3 mm a 0,85 mm costo a S/145,00 +IGV por tonelada Presentación en sacos de 50 kg o en BIG BAG de 1300 kg c/u. Puesto en su planta en el cercado de Lima y Callao, ESTE PRECIO ES PARTIR DE 32 TONELADAS
02	Escoria de cobre seleccionada con granulometría entre 4,6 mm a 0,85 mm costo a S/,135,00+IGV Por tonelada presentación en sacos de 50 kg o en BIG BAG de 1300 kg c/u Puesto en su planta en el cercado de Lima y Callao, ESTE PRECIO ES PARTIR DE 32 TONELADAS
03	Escoria de cobre seleccionada con granulometría entre 4,6 A mm FINOS costo a S/,125,00 + IGV Par tonelada presentación en sacos de 25 kg o en BIG BAG de 1300 kg c/u Puesto en su planta en el cercado de Lima y Callao, ESTE PRECIO ES PARTIR DE 32 TONELADAS
04	Escoria de cobre seleccionada con granulometría entre 4,6mm 0,85 mm costo a S/,10,00 + IGV presentación en sacos de polipropileno de 50 kg c/u, Despacho en almacén de Ate Vitarte - Lima hasta un máximo de 400 sacos

 OF. CALLE TARMA N° 597-LA OROYA-YAULI-JUNIN

 Almacén ALAMEDA DE LA RIVERA -VITARTE - LIMA



transegen5@hotmail.com



*068746 064-391570



954077232



PRESENTACIÓN

- EN SACOS DE POLOPROPILENO DE 25 KL CADA UNO
- EN SACOS DE POLOPROPILENO DE 50 KL CADA UNO
- ENSUNCHADO
- CON FILIN
- EN PARIHUELAS
- EN BIG BAG O JUNBOS

MODO DE ENTREGA:

PUESTO EN LIMA Y CERCADOS A PARTIR DE 32 TONELADAS

CONTAMOS EN PLANTA, CON UNA CAPACIDAD DE MAS DE 5000 TONELADAS, CON GRANULOMETRIAS DE ACUERDO AL REQUERIMIENTO DEL CLIENTE, TRABAJAMOS CON NORMAS Y ALTOS ESTÁNDARES DE CALIDAD, CON LOS DOCUMENTOS EN REGLA COMO:

- INFORME TÉCNICO DE LA UN IVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, FACULTAD DE CIENCIAS,
- FICHA TECNICA,
- ANALISIS QUIMICO,
- DIGESA,
- PERMISO DEL MTC PARA TRANSPORTE DE MATERIALES O RESIDUOS PELIGROSOS

SIN OTRO EN PARTICULAR Y AGRADECIENDO SU ATENCIÓN ALA PRESENTE QUEDAMOS DE USTED,

MUY ATENTAMENTE:

WALTER RODRIGUEZ C.,
TRANSEGEN E.I.R.L.



OF. CALLE TARMA N° 597-LA OROYA-YAULI-JUNIN
Almacén ALAMEDA DE LA RIVERA -VITARTE - LIMA



transegen5@hotmail.com



*068746 064-391570



954077232

ANEXO N° 11: FICHA TÉCNICA DE LA ESCORIA DE COBRE



TRANSPORTES Y SERVICIOS GENERALES "AARON" E.I.R.L.

RUC. 20486027895



HOJA DE INFORMACION DE SEGURIDAD DE MATERIALES (MATERIAL SAFETY DATA SHEET)

NOMBRE DEL PRODUCTO: GRANALLA DE COBRE			
SECCION: IDENTIFICACION DEL MATERIAL			
NOMBRE DEL VENDEDOR: TRANSEGEN E.I.R.L. DIRECCION: Calle Tarma N°597 – La Oroya NOMBRE REGISTRADO: Granalla de Cobre FAMILIA QUIMICA: Compuestos de Fe y Si		TELEFONOS: 064-391570 LA OROYA – JUNIN EMAIL: TRANSEGEN5@HOTMAIL.COM FORMULA QUIMICA: SiO ₂ FeO ₂ CaO ₂ Fe ₃ O ₄	
SECCION II: COMPOSICION Y DATOS DE TOXICIDAD			
COMPONENTES	%	TLV (Valor Máximo Permisible)	DATOS DE TOXICIDAD
Aluminio (Al),	7.12	No existe Espectrometría de fluorescencia de Rayos X Espectrofotometría de absorción atómica	No presenta ningún riesgo de toxicidad. La escoria granulada inerte
Silicio (Si),	12.7		
Titanio (Ti),	0.38		
Hierro (Fe),	35.5		
Calcio (Ca),	17.4		
Azufre (S),	0.22		
Fósforo (P),	0.78		
Potasio (K),	3.73		
Cobre (Cu),	0.67		
Cadmio, ppm	1.72		
Cromo, ppm	5.69		
Plomo, ppm	< 0.03		
Plata, ppm	11.07		
SECCION III: PROPIEDADES FISICAS			
PUNTO DE EBULLICION 1 a tm grados F° No aplicable		DENSIDAD DE VAPOR (AIRE = 1) No aplicable	
PRESSION DE VAPOR (KP a), a, 212, 5°C No disponible		GRAVEDAD ESPECIFICADA (H₂O =4) 3.0 – 3.7	
SOLUBILIDAD EN AGUA l/100 CC: Insoluble		VOLATILIDAD PORCIENTO / VOLUMEN No es volátil	
PUNTO DE FUSION GRADOS F° (1 150)		PESO FORMULA Variable	
APARIENCIA Y OLOR: Granulada, de característica, vidriosa, dura y abrasiva. Partículas de filos cortantes. Es de color oscuro (de gris a negra)			
SECCION IV: DATOS DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION			
PUNTO DE INFLAMACION (METODO USADO) No combustible		LIMITE DE INFLAMABILIDAD% VOL No aplicable	
MEDIDA DE EXTINCION EN CASO DE INCENDIOS: Este material no es combustible			
PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA EXTINGUIR INCENDIOS: No aplicable			
PELIGRO DE EXPLOSIONES DE INCENDIOS EXTRA ORDINARIOS: Ninguno			
PRODUCTOS PELIGROSOS POR COMBUSTION: Ninguno			

OF. CALLE TARMA N° 597-LA OROYA-YAULI-JUNIN
transegen5@hotmail.com
Almacén ALAMEDA DE LA RIVERA –VITARTE – LIMA
954077232
064-391570



**TRANSPORTES Y SERVICIOS
GENERALES "AARON" E.I.R.L.**
RUC. 20486027895



SECCION V: INFORMACION DE RIESGOS PARA LA SALUD	
VALOR MAXIMO PERMISIBLE (TLV): No hay registros	OSBA (PEL): No existe reporte
EFFECTOS POR SOBRE EXPOSICIÓN: Ninguno conocido	
EFFECTOS AGUDOS: INHALACION: INGESTION: OJOS: PIEL:	Puede causas congestión nasal. Causa náuseas y vómitos. Conjuntivitis leve o grave de acuerdo a la exposición Al contacto, puede causar irritaciones.
EFFECTOS CRONICOS:	No produce ningún efecto riesgoso para la salud
EMERGENCIA Y PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS:	
INHALACION: INGESTION OJOS PIEL	Retirar a la persona del área de exposición. Atención médica inmediata enjuagar la boca con abundante agua para eliminar las partículas cortantes que pudieran haber quedado. Acudir al médico. No permitir a la víctima refregarse los ojos, esto podría producir una conjuntivitis severa. Acudir al oftalmólogo. lavar con abundante agua para remover el material adherido a la piel
SECCION VI: INFORMACION DE REACTIVIDAD	
ESTABILIDAD: Es estable	CONDICIONES A EVITAR: Evitar la dispersión eotica
INCOMPATIBILIDAD(MATERIA A EVITAR): Grasas	
PRODUCTOS PELIGROSOS DE DESCOMPOSICION: No determinado	
POLIMERIZACIONES PELIGROSAS: No ocurre	
SECCIÓN VII: PROCEDIMIENTOS DE DISPOSICION-DERRAMES Y FUGAS(INFORMACIÓN AMBIENTAL)	
PASOS A TENER EN CUENTA EN CASO DE LIBERACIÓN O DERRAMES DE MATERIALES: Delimitar el área y proceder a su limpieza. Trasladar los desechos a depósitos específicos.	
DISPOSICION DE DESECHOS: Para la disposición apropiada, debe tenerse en cuenta de depósitos alejados de la población y cubiertos. Utilizar depósitos autorizados. Para evitar que se mezclen con agua circulantes.	
SECCIÓN VIII: INFORMACIÓN DE PROTECCIÓN PERSONAL	
PROTECCIÓN RESPIRATORIA:(ESPECIFICAR TIPO): Usar siempre respiradores para polvo con filtros y cartuchos aprobados por NIOSH Y OSHA	
GUANTES DE PROTECCIÓN: Para su manipulación usar guantes de cuero.	
PROTECCION DE LOS OJOS: Usar anteojos con protectores laterales o entes panorámicos aprobados por ANSI	
VENTILACIÓN	VENTILACIÓN LOCAL: No es necesaria. MECÁNICA (GENERAL): No es necesaria.
OTROS EQUIPOS DE PROTECCIÓN: Protector de cabeza, mameluco y capucha	
SECCIÓN IX: PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO	
PRECAUCIONES A CONSIDERARSE EN EL MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO: Usar los equipos de protección personal. El material se debe embolsar en sacos de polietileno y cerrados para evitar derrames durante el transporte. Los trabajadores deben ser entrenados en el manipuleo y almacenamiento. Los lugares deben tener ventilación normal. Se recomienda almacenar en lugares libres de contaminación	



OF. CALLE TARMA N° 597-LA OROYA-YAULI-JUNIN



Almacén ALAMEDA DE LA RIVERA -VITARTE - LIMA



transegen5@hotmail.com



954077232

064-391570



**TRANSPORTES Y SERVICIOS
GENERALES "AARON" E.I.R.L.**
RUC. 20486027895



FICHA TECNICA

GRANALLA DE ESCORIA DE COBRE

Descripción	Es una granalla de escoria granulada para la limpieza a chorro obtenida a partir del proceso de fundición del metal.		
Aplicaciones	Limpieza a chorro de superficies de aceros y hormigón, eliminando las escamas metálicas, óxido, pinturas viejas, suciedad, etc. Aplicable para la obtención de superficies S.A., S.A.-21/1 y SA-2, también como chorreo ligero.		
Características	Granulación	: angular / cortantes	
	Gravedad específica	: 3.569	
	Dureza de Mohs	: 7	
	Perdida de peso a la ignición, %	: 1.957	
	Solubilidad en agua, %	: 0.499	
	Contenido de humedad, %	: 0.456	
	Contenido de hidrocarburos, %	: 0.625	
	Contenido de sílice libre, %	: <1	
	Color	: negro / gris	
	Olor	: no tiene	
	Densidad a granel, g/cm ³	: 1.529	
	Densidad específica, kg/m ³	: 3.450	
	pH	: 6.5	
Análisis Químico	Aluminio (Al),	7.12	
	Silicio (Si), %	12.7	
	Titanio (Ti), %	0.38	
	Hierro (Fe), %	35.5	
	Carbono (C), %	17.4	
GRANULOMETRIA	Azufre (S), %	0.22	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
0.8 a 4.6 mm	Fósforo (P), %	0.78	
	Potasio (K), %	3.73	
	Cobre (Cu), %	0.67	
EMBALAJE	Cadmio, ppm	1.72	Espectrofotometría de absorción atómica
bolsa de polipropileno de 50 kg. c/u	Cromo, ppm	5.69	
	Plomo, ppm	< 0.03	
Bolsas grandes big bag de 2 Tr c/u	Plata, ppm	11.07	
DATOS	obtenidos según informes técnico N°1551, 1619, 0211 por La UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		

**ANEXO N° 12: PRESUPUESTO DE 1M3 DE AFIRMADO CON
15 % DE ESCORIA DE COBRE**

COSTO DE AFIRMADO CON 15% DE ESCORIA

DESCRIPCIÓN	m3	precio/m3	precio parcial (soles)
<i>Material de cantera insitu</i>	0.85	5.00	4.25
<i>Escoria de cobre</i>	0.15	36.48	5.47
<i>Traslado de material de cantera a planta</i>	1.00	10.00	10.00
<i>Traslado de escoria de cobre a planta</i>	1.00	18.00	10.00
<i>Batido de material de cantera y escoria</i>	1.00	5.00	5.00
			S/. 34.72

ANEXO Nº 13: PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS REALIZADOS



Foto 01: Vista panorámica de la cantera de afirmado km: 8+000



Foto 02: Muestreo de material de cantera de afirmado km 8+000



Foto 03: Selección de material de afirmado para las diferentes dosificaciones



Foto 04: Dosificación de afirmado con escoria de cobre para ensayo granulométrico.



Foto 05: Distribución de materiales de escoria y afirmado para ensayo granulométrico.



Foto 06: Juego de tamices de diferentes aberturas (mm), para distribución de partículas de agregados.



Foto 07: Material de afirmado en proceso de ensayo granulométrico.



Foto 08: Materiales de afirmado y escoria de cobre para determinación de ensayos de Límites de Atterberg.



Foto 09: Separación de partículas en el proceso de secado del material de afirmado.



Foto 10: Ensayo para determinación de Límites de Atterberg.



Foto 11: Secado de material de afirmado cantera Km 8+000.



Foto 12: Pesado de escoria de cobre para incorporar al material de afirmado.



Foto 13: Presentación vítrea de la escoria de cobre.



Foto 14: Pesado de material de afirmado para la mezcla con 5% de escoria de cobre.



Foto 15: Separación de material grueso en afirmado de cantera km 8+000.



Foto 16: Ensayo de límite líquido del material de afirmado de la cantera km 8+000.



Foto 17: Pesado de materiales para ensayo de proctor modificado.



Foto 18: Materiales de afirmado y escoria de cobre para mezcla y ejecución de ensayo de proctor modificado.



Foto 19: Ejecución de ensayo granulométrico.



Foto 20: Mezcla al incorporar 5% de material de escoria de cobre y de afirmado.



Foto 21: Pesado de materiales para ensayo de proctor modificado con 25% de escoria de cobre.



Foto 22: Pesado de escoria de cobre 25%



Foto 23: Pesado de materiales para ensayo de proctor modificado con 15% de escoria de cobre



Foto 24: Pesado de materiales para ensayo de proctor modificado con 15% de escoria de cobre



Foto 25: Materiales y herramientas para ensayo de CBR.



Foto 26: Pesado de molde más material compactado para ensayo CBR.



Foto 27: Materiales para ensayo de CBR



Foto 28: Preparación de muestra con incorporación de escoria de cobre para ensayo CBR.



Foto 29: Ejecución de ensayo de proctor modificado de cantera de afirmado.



Foto 30: Aplicación de energía de compactación con martillo de 10 lb para ensayo de proctor modificado de material de cantera de afirmado.



Foto 31: Ejecución de ensayo granulométrico de la escoria de cobre



Foto 32: Ejecución de ensayo de CBR.