



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Pacuri Zapana, Jesus Fernando (orcid.org/0000-0003-1407-0010)

ASESOR:

M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico esta investigación a mi familia, la cual estuvo conmigo en todo momento, siendo esta investigación el resultado de su apoyo y confianza.

Jesus Fernando

Agradecimiento

Agradecer a mi familia, la cual confió en mi para poder realizar esta investigación, a mis docentes los cuales me impartieron sus conocimientos, a mi asesor que tuvo la paciencia y la dedicación para apoyarme.

Jesus Fernando

Índice de Contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Índice de abreviaturas	ix
Índice de anexos	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	15
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	33
3.2. Variables y Operacionalización	34
3.3. Población, muestra y muestreo.....	35
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	36
3.5. Validez y confiabilidad.....	36
3.6. Procedimientos.	38
3.7. Aspectos Éticos.....	50
IV. RESULTADOS	51
V. DISCUSIÓN.....	74
VI. CONCLUSIONES.....	75
VII. RECOMENDACIONES.....	76
VIII. REFERENCIAS.....	77
ANEXOS	75

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Gradación Mezcla Asfáltica en Caliente.</i>	28
Tabla 2: <i>Numero de probetas y sus diferentes proporciones.</i>	35
Tabla 3: <i>Coeficiente de Confiabilidad Alfa de Cronbach</i>	37
Tabla 4: <i>Tabla de Cálculo de Confiabilidad Alfa de Cronbach</i>	37
Tabla 5: <i>Metales preciosos y su porcentaje en relave minero.</i>	40
Tabla 6: <i>Análisis granulométrico para agregado Grueso (MAC Control)</i>	51
Tabla 7: <i>Análisis granulométrico para agregado Fino (MAC Control)</i>	52
Tabla 8: <i>Análisis granulométrico para Agregado Natural (MAC Control)</i>	53
Tabla 9: <i>Análisis granulométrico para Agregado Combinado (MAC Control)</i>	54
Tabla 10: <i>Requerimientos y resultados de Agregados Gruesos.</i>	55
Tabla 11: <i>Requerimientos y resultados de Agregados Finos.</i>	55
Tabla 12: <i>Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica Control</i>	56
Tabla 13: <i>Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 2</i>	58
Tabla 14: <i>Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 3</i>	61
Tabla 15: <i>Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 4</i>	63
Tabla 16 <i>Resumen de los resultados de parámetros de diseño óptimos.</i>	68
Tabla 17: <i>Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 1</i>	69
Tabla 18: <i>Prueba de hipótesis Secundaria 1</i>	69
Tabla 19: <i>Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 2</i>	71
Tabla 20: <i>Prueba de hipótesis Secundaria 2</i>	71
Tabla 21: <i>Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 2</i>	72
Tabla 22: <i>Prueba de hipótesis Secundaria 2</i>	72

Índice de figuras

Figura 1: The Great Bath, Mohenjo-daro, provincia de Sindh, Pakistán.....	21
Figura 2: El lago de Brea, Trinidad y Tobago.....	21
Figura 3: Lascas o trozos desprendidos de piedras.....	22
Figura 4: Lepenski Vir.....	23
Figura 5: Via Apia.....	23
Figura 6: Requerimientos para los agregados finos.....	24
Figura 7: Agregado Grueso.....	25
Figura 8: Requerimientos para los agregados finos.....	26
Figura 9: Agregado fino.....	26
Figura 10: Filler mineral.....	27
Figura 11: Graduación de los Agregados para mezclas asfálticas.....	28
Figura 12: Tipos de pesos específicos de agregado.....	29
Figura 13: Colocación de mezcla asfáltica en caliente con pavimentadora.....	30
Figura 14: Molde de compactación y sus respectivas medidas.....	31
Figura 15: Proceso Cuantitativo.....	34
Figura 16: Visita a la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca.....	38
Figura 17: Verificación y extracción de agregado grueso y fino.....	39
Figura 18: Extracción de relave minero.....	39
Figura 19: Análisis de metales de relave minero.....	40
Figura 20: Cuarteo de los agregados.....	41
Figura 21: Ensayos de granulometría de los agregados.....	41
Figura 22: Ensayo de Durabilidad de los agregados gruesos.....	42
Figura 23: Ensayo de Adherencia de los agregados gruesos.....	43
Figura 24: Ensayo de Partículas Chatas y Caras Fracturadas.....	43
Figura 25: Ensayo de Sales Solubles de los agregados finos y gruesos.....	44
Figura 26: Ensayo de Absorción de los agregados gruesos.....	44
Figura 27: Ensayo de Equivalente de Arena de los agregados finos.....	45
Figura 28: Calentamiento de cemento asfáltico.....	46
Figura 29: Agregado grueso, fino y filler.....	46
Figura 30: Mezcla de los agregados, filler y cemento asfáltico.....	47
Figura 31: Moldeado de la mezcla asfáltica con las diferentes % de filler.....	47
Figura 32: Prensado de los moldes a 75 golpes.....	48

Figura 33: Armado del extractor de especímenes.....	48
Figura 34: Inmersión de los especímenes en agua.....	49
Figura 35: Medicion de la Estabilidad y Flujo Marshall.....	49
Figura 36: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control.....	56
Figura 37:Estabilidad vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño Control).....	57
Figura 38: Flujo vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño Control).....	57
Figura 39: % de Vacíos vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño Control) ...	58
Figura 40: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 0.5% Filler.....	59
Figura 41: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño 2)	59
Figura 42: Flujo vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño 2)	60
Figura 43: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño 2)	60
Figura 44: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 1.0% Filler.....	61
Figura 45: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño 3)	62
Figura 46: Flujo vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño 3)	62
Figura 47: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño 3)	63
Figura 48: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 1.0% Filler.....	64
Figura 49: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño 4)	64
Figura 50: Flujo vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño 4)	65
Figura 51: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño 4)	65
Figura 52: Resumen del Parámetro Estabilidad.....	66
Figura 53: Resumen del Parámetro Flujo.....	67
Figura 54: Resumen del Parámetro Porcentaje de Vacios.....	67
Figura 55:Gráfica de Distribucion Hipotesis Secundaria 1	70
Figura 56: Grafica de Distribucion Hipotesis Secundaria 2	71
Figura 57: Grafica de Distribucion Hipotesis Secundaria 3.	73

Resumen

La desacelerada acción en la construcción en nuestro país específicamente en la rama de transportes, la contaminación por relaves mineros en el sector minero, nos invita a hacer nuevas investigaciones, en consecuencia, las siguientes paginas son fruto de la investigación realizada que tiene como objetivo analizar los parámetros de diseño de una mezcla asfáltica en caliente adicionando relave minero como filler. El método que se usó para esta investigación fue hipotético deductivo, ya que se propusieron una hipótesis general y tres específicas las cuales nos permitirán llegar a los resultados previstos. Para esta investigación se tuvo que analizar las propiedades físicas y mecánicas (análisis granulométrico, límites de consistencia, equivalente de arena, abrasión, caras fracturadas, angularidad, peso específico y absorción, durabilidad, sales solubles, peso unitario suelto y recubrimiento de agregado grueso)de los agregados pétreos, tanto agregados finos, agregados gruesos y filler, posteriormente a ello se hizo el diseño de mezcla asfáltica en caliente bajo el método Marshall para ellos se realizaron los ensayos que se rigen bajo el manual de carreteras – especificaciones técnicas generales para construcción del 2013 y el manual de ensayo de materiales 2016, estos ensayos y la elaboración de los especímenes fueron realizados en el laboratorio CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L. Donde se realizó el diseño de mezclas asfálticas en caliente con el tipo de cemento asfáltico PEN 120/150 adicionando relaves mineros como filler en proporciones de 0, 0.5, 1.0, 1.5 % elaborando así 60 probetas de mezcla asfáltica en caliente.

Al haberse obtenido las probetas los resultados obtenidos respecto a los parámetros de diseño fueron que la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos para MAC Control fue 919 kg, 3.3 mm y 3.8 %; para MAC Control +0.5% fue de 979 kg, 3.4 mm y 3.5 %; para MAC Control +1% fue de 985 kg, 3.5 mm y 3.3 %; finalmente para MAC Control +1.5% fue de 1122 kg, 3.9 mm y 3.0 %.

Palabras clave: asfalto, mezcla asfáltica en caliente, método Marshall, relave minero, estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos.

Abstract

The decelerated action in construction in our country, specifically in the transportation branch, contamination by mining tailings in the mining sector, invites us to do new research, consequently, the following pages are the result of the research carried out that aims to analyze the design parameters of a hot mix asphalt adding mine tailings as filler. The method used for this investigation was hypothetical deductive, since a general hypothesis and three specific ones were proposed, which will allow us to reach the expected results. For this investigation, it was necessary to analyze the physical and mechanical properties (particle size analysis, consistency limits, sand equivalent, abrasion, fractured faces, angularity, specific weight and absorption, durability, soluble salts, loose unit weight and coarse aggregate coating) of the stone aggregates, as many fine aggregates, coarse aggregates and filler, after that the design of hot asphalt mixture was made under the Marshall method for them the tests that are governed by the highway manual were carried out - general technical specifications for construction of the 2013 and the materials testing manual 2016, these tests and the elaboration of the specimens were carried out in the CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L. Where the design of hot asphalt mixtures was carried out with the type of asphalt cement PEN 120/150, adding mining tailings as filler in proportions of 0, 0.5, 1.0, 1.5%, thus preparing 60 hot asphalt mixture specimens.

When obtaining the test pieces, the results obtained regarding the design parameters were that the stability, flow and percentage of voids for MAC Control was 919 kg, 3.3 mm and 3.8%; for MAC Control +0.5% it was 979 kg, 3.4 mm and 3.5%; for MAC Control +1% it was 985 kg, 3.5 mm and 3.3 %; finally for MAC Control +1.5% it was 1122 kg, 3.9 mm and 3.0%.

Keywords: asphalt, hot mix asphalt, mine tailings marshall method, stability, flow

I.INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación está enfocado a dos sectores económicos muy importantes de nuestro país como son el sector construcción y la minería, a los profesionales participantes de los mismos, y público en general que es beneficiado y afectado por estos.

Esta investigación resultará ser beneficiosa al sector construcción ya que los porcentajes registrados y publicados respecto a la pavimentación de las vías no son nada alentadoras para el país, siendo uno de los países que menos impacto tuvo por la inflación en Latinoamérica. La desacelerada pavimentación en la red vial nacional con un 72% y departamental con un 13% de nuestro país.(Gestión 2019)

A la par de lo antes mencionado tenemos al sector minero el cual es calificado como una actividad extractiva y que tiene lugar en todo el mundo pero a su vez es una de los principales fuentes de desarrollo y sustento.(Osinergmin 2017)

El Perú es uno de los principales productores de minería en Latinoamérica y en el mundo siendo sus principales minerales estaño, zinc, plomo, oro, plata, cobre y hierro; y en consecuencia es de gran importancia para el PBI, pero así como la importancia que tiene también tiene deficiencias en cuanto se refiere al manejo ambiental, como se sabe en el país la extracción de los minerales antes mencionados se da de dos formas :producción formal que es la que cuenta con la debida autorización por las autoridades competentes y la producción informal (artesanal), en esta última no se tiene un plan de manejo ambiental de los residuos producidos (relaves mineros) los cuales contaminan el medio ambiente afectan la flora y fauna, en consecuencia, la salud de las personas en nuestro país.

En consideración con lo anteriormente mencionado la investigación presente propone que ambos sectores puedan beneficiarse mutuamente y así ser eco amigables, ya que estos comparten campos similares como son la geología y la geotecnia, aprovechando los relaves de la minería como filler para mezclas asfálticas en caliente para el sector construcción. Para esto se tiene previsto realizar el diseño de mezclas asfálticas en caliente adicionando relave minero como filler en proporciones dadas por las normas vigentes.

Formulación del problema.

Problema general.

¿En qué proporción los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifican los parámetros de diseño?

Problemas específicos.

- ¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificar la estabilidad?
- ¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificar el flujo?
- ¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificarla el porcentaje de vacíos con aire?

Justificación

Justificación técnica

En relación a los métodos usados para realizar los ensayos se hicieron de acuerdo a las normas vigentes de AASHTO, los manuales y guías del MTC en el cual nos ilustra el procedimiento a seguir. El método Marshall para la elaboración de estos será el que nos de los parámetros para la elaboración de los especímenes a ensayar.

Justificación social

En referente a la parte social es viable la utilización del relave en los proyectos de pavimentación para poblaciones cercanas a centros mineros y con vías de acceso en condiciones de afirmado.

Objetivos

Objetivo general

Modificar los parámetros de diseño por medio de los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.

Objetivos secundarios.

- Modificar la estabilidad utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.

- Modificar el flujo utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.
- Modificar el porcentaje de vacíos con aire utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.

Hipótesis.

Hipótesis general.

Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican los parámetros de diseño.

Las hipótesis específicas.

- Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican la estabilidad.
- Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican el flujo.
- Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican el porcentaje de vacíos con aire.

Delimitaciones.

Delimitación temporal.

Se llevo a cabo en un periodo de 06 meses (10 de febrero al 10 de julio) del año 2022, de los cuales 04 meses estuvieron abocados exclusivamente a la ejecución del proyecto de investigación, como son ensayos, trabajo de gabinete y finalmente la interpretación de resultados obtenidos.

Delimitación espacial

El área de investigación se realizó en la Región de Puno, Provincia de San Antonio de Putina, Distrito de Ananea, ciudad de La Rinconada.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Ámbito nacional

(Quispe Chacon 2021) en su tesis de nombre “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con incorporación de residuos de PVC como Filler en un porcentaje óptimo” en la cual incorpora residuos de pvc para reemplazarlo con residuos de pvc como filler, como objetivo principal se tuvo el análisis de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas con la incorporación de residuos de pvc, el método usado fue el hipotético deductivo, los residuos de PVC se incorporaron en porcentajes de 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% y posteriormente se realizaron ensayos físico-mecánicos como la resistencia de mezclas bituminosas empleando el método Marshall, los resultados obtenidos indican que se dio un mejor comportamiento de las propiedades mecánicas para el porcentaje de 0.50% de residuos de PVC.

(Salas Chañi y Yllatupa Lima 2019) en su tesis “Filler De Diatomita en el Diseño de la Mezcla Asfáltica en Caliente mediante Método Marshall, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad de Cusco, 2016-2017” nos muestra el uso de la Diatomita como filler en mezclas asfálticas en caliente y así comparar los valores de peso específico, estabilidad, flujo, vacíos y vacíos en agregado mineral, el objetivo principal es establecer la influencia de la Diatomita como filler en los factores de diseño de la mezcla asfáltica en caliente, el método usado para este fue hipotético deductivo, para esto se usó asfalto PEN 85/100 y se prepararon mezclas asfálticas en caliente sin y con Diatomita para luego compararlas, los resultados obtenidos fueron que la Diatomita como filler nos da resultados bajos en comparación con la mezcla asfáltica patrón pero aun así estos resultados cumplen con los requisitos mínimos de las normas.

(Auccasi Espillco 2018) en la tesis denominada “Diseño De Mezcla Con Adición De Relaves Mineros Para Pavimentos De Resistencia Media, Ayacucho 2018” nos detalla que opta por usar relaves mineros como agregados para pavimentos de resistencia media con concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, su principal objetivo diseñar mezclas de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para tránsito liviano, el método de investigación fue analítico, inductivo, deductivo, observacional y medición, el

procedimiento a seguir fue reemplazar el agregado fino en un 25 %, el método para determinar la resistencia a la compresión fue producir testigos de concreto y someterlos a carga axial para su posterior rotura a los 7,14,21 y 28 días determinando el $f'c$, dándose como resultados que la resistencia baja a 173.95 kg/cm^2 (99.40%), se dio por válido el objetivo de reducir costos entre el relave minero y el agregado de cantera.

(Curo Ordoñez y Rashuamán Benito 2015) en su tesis denominada “Diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ adicionado relave minero de la relavera n° 09-Acchilla-Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI) en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica” que tiene como objetivo utilizar el relave minero para producir concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y así darle un uso al desecho minero y optimizar costos de producción nos menciona el reemplazo del cemento portland por el relave minero de 15% y 20%, el método que se usó para esta investigación fue experimental aplicada por lo que se realizó testigos de concreto y luego realizarle el ensayo de compresión axial a los 7,14,21 y 28 días dando como resultados que se logró incorporar al relave como agregado, en el día 28 que se hizo la rotura en los valores oscilan en un 10% superior al $f'c$ patrón que se tenía.

(Romero Huayta y Salinas Navarro 2020) en su tesis de título “Estudio experimental del concreto para adoquines tipo II, Adicionando Relaves Mineros” nos presenta un estudio para adoquines de concreto reemplazando el agregado fino por relave minero en proporciones de 5%,10%,25% y 50% , el objetivo fue determinar las propiedades físico mecánicas para el adoquín tipo II para una resistencia a la compresión de 380 kg/cm^2 para ello se hizo los ensayos a los 7,14 y 28 días como son absorción, densidad y variación dimensional, el método con el cual se realizó dicha investigación fue experimental los resultados de esta investigación fueron que es viable reemplazar el agregado fino por relave minero ya que supero los ensayos de absorción, densidad y variación dimensional tal como estipula las normas técnicas peruanas, en cuanto a la resistencia a la compresión que al 5% y al 10% llegando así a resistencias promedio de 384.72 kg/cm^2 , superando los porcentajes de adición de relave minero la resistencia a la compresión comienza a disminuir con la resistencia prevista.

(Flores Armas 2020) en su tesis de nombre “Evaluación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente utilizando aditivo SBS, Trujillo – La Libertad” nos menciona la adición de SBS (estireno – butadieno- estireno) que comúnmente es llamado caucho con porcentajes de 4.17%, 4.67%, 5.17%, 5.67% y 6.17%; el principal objetivo de la investigación fue evaluar la estabilidad de la mezcla adicionando SBS, adicionalmente a esto se hizo ensayos de suelos como son análisis granulométrico, peso específico, y absorción para los agregados; el método usado es experimental puro con post prueba , para ello se elaboraron 15 briquetas patrones sin adición de SBS y 15 briquetas con adición de SBS con los porcentajes anteriormente mencionados, los cuales dieron los siguientes resultados que el porcentaje óptimo de SBS fue 4.95% con el cual se alcanzó la estabilidad de 17.60 KN con lo cual se superó ampliamente lo establecido por el MTC.

(Ramos Rojas y Torres Ramos 2014) en su tesis denominada “Estudio del relave minero de la mina Acchilla del distrito de Ccochaccasa como estabilizante para carreteras de tercer orden a nivel de base” nos detallan que hicieron una comparativa en dos tramos de carreteras de tercer orden, una de las cuales una de las cuales tuvo 25% en proporción 1:3 de material de relave y agregado de cantera a la cual se le hicieron ensayos de CBR en laboratorio, el objetivo fue determinar la viabilidad del uso del relave para la capa base de dicha carretera, el propósito fue que el relave actuara como aglutinante en este tramo y estabilizar así la capa de suelo, el método usado fue experimental, los resultados nos indican que hubo disminución de la porosidad y un aumento en el CBR en proporción de 25% de relave y 75 % de material de cantera, incrementándose así de 1.98 gr/cc a 2.16 gr/cc, a la par el contenido de humedad óptimo se elevó de 7.40% a 8.30% resultando así satisfactorio para los autores.

Ámbito Internacional

(Mistry y Roy 2016) nos presentan en su artículo de revista académica titulado “Effect of using fly ash as alternative filler in hot mix asphalt” cuyo objetivo fue viabilizar el uso de cenizas volantes en una mezcla asfáltica en reemplazo de la cal hidratada las cuales fueron incorporadas a las mezclas asfálticas en caliente para ello se usó el método experimental aplicativo, ya que se hicieron 4 diseños por el método Marshall en proporciones de 2%, 4%, 6% y 8% y fueron comparados con

un ensayo patrón adicionado con cal hidratada con proporción de 2%, los resultados de esta investigación nos indican que en la proporción de 4% de ceniza volante la reducción en el contenido óptimo de bitumen se redujo en un 7.5% respecto a la cal hidratada lo que nos indica un bajo costo de diseño, además los valores de flujo estabilidad y porcentaje de vacíos cumplen con las especificaciones requeridas.

(Sutradhar et al. 2015) en su artículo de investigación de nombre "Effect of Using Waste Material as Filler in Bituminous Mix Design"

(Oluwasola, Hainin y Aziz 2015) en su artículo académico denominado "Evaluation of rutting potential and skid resistance of hot mix asphalt incorporating electric arc furnace steel slag and copper mine tailing" nos da a conocer el uso de escoria de acero y relaves de minas de cobre queriendo así investigar el ahuellamiento y el deslizamiento que se da en estas mezclas asfálticas modificadas, cuyo objetivo fue determinar la resistencia al deslizamiento y deformación de una mezcla de asfalto modificada con escoria de acero y relave de cobre, el método que se uso fue experimental aplicativo, para ello se usó cuatro mezclas asfálticas diferentes proporciones como 5.04%, 5.06%, 5.13% y 5.18% con cual determino la deformación permanente no recuperable con el ensayo de rueda de Hamburgo ayudándose del software Asphalt Pavement Analyzer (APA), la resistencia al deslizamiento fue realizada el ensayo Probador británico de resistencia al deslizamiento del péndulo, los resultados obtenidos en dichos ensayos fueron que con 20% de relave y 80% de escoria de acero se tiene un número más alto de deslizamiento y que la deformación permanente no recuperable disminuye del 70% al 80% de su profundidad.

(Tapia Benavides 2018) en su tesis de nombre "Evaluación De La Influencia De La Escoria De Cobre En Mezclas Asfálticas Con Altos Porcentajes De Pavimento Asfáltico Reciclado Frente Al Ensayo De Ahuellamiento Y De Macrotextura" que tiene como objetivo fue evaluar el ahuellamiento y la macrotextura en mezclas asfálticas modificadas con pavimento reciclado y escoria de cobre, para ello el método usado fue experimental aplicativo promover el uso de pavimento asfáltico reciclado (RAP) y la escoria de cobre, las cuales fueron utilizadas en proporciones de RAP a 0%, 50%, 60% y 70% mientras que en escoria de cobre fue de 0%, 7.5%

y 15% utilizando un bitumen como ligante, el ensayo a utilizar fue la rueda de Hamburgo y el ensayo de macrotextura mediante el método del círculo de arena, los resultados dados nos muestran que con el 70% de pavimento asfáltico reciclado se da el mejor desempeño respecto a ahuellamiento, destacan también la mezcla entre RAP entre 70% y 50% y escoria de cobre en 15%, mencionan además que se obtiene una macrotextura más lisa.

En (Djellali et al. 2019) y su artículo de nombre “Evaluation of Cement-Stabilized Mine Tailings as Pavement Foundation Materials” nos presenta como objetivo evaluar materiales de fundación estabilizados con cemento y relaves de minería, el método usado fue experimental aplicativo, se hizo el estudio el uso de margas, piedra caliza y residuos de mineral de hierro de la mina Boukhadra en Argelia para la estabilización de suelos. Para ello se usaron ensayos de Proctor modificado y CBR (California Bearing Ratio) en intervalos de 2% entre 0 – 6%, los resultados mostraron que hay un aumento en los valores de Proctor modificado y CBR.

(Kumar et al. 2014) en su artículo denominado “Utilization Of Iron Ore Tailings As Replacement To Fine Aggregates In Cement Concrete Pavements” cuyo objetivo fue la utilización de relaves de mineral de hierro en reemplazo de agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico y con ello determinar las propiedades mecánicas, el método usado en dicha investigación fue experimental aplicativo, para esto se determinó la resistencia del concreto para 3, 7, 28 y 56 días, los resultados de las pruebas para 5 tipos de especímenes y un espécimen patrón, nos presentan que en resistencia a la compresión se llega a superar lo estimado a los 28 y 56 días, la resistencia a la flexión al contrario disminuye considerablemente frente al espécimen patrón, con lo cual deducimos que este funcionaría en estructuras a compresión mas no a flexión.

(Gopez 2015) en su investigación de nombre “Utilizing Mine Tailings as Substitute Construction Material: The Use of Waste Materials in Roller Compacted Concrete” como programa experimental se tuvo el uso de relaves mineros de cobre, oro y cenizas volantes, el objetivo fue el uso de los relaves mineros como sustituto de materiales de construcción, el método usado en esta investigación fue experimental aplicativo, se tuvo que determinar la resistencia a compresión mediante ensayos de rotura de testigos para ellos se realizaron diversas mezclas de cemento y los

agregados de los desechos, la investigación dio como resultado que la resistencia alcanzada a los 28 días fue de 17Mpa a 37Mpa para los concretos mezclados con cobre y oro; y 17Mpa a 28Mpa para los concretos mezclados con cobre oro y cenizas volantes respectivamente.

Teorías relacionadas al tema

Teorías sobre el origen del asfalto

Para entender el origen del asfalto es necesario hablar sobre un término muy importante “Bitumen” el cual tiene procedencia del sanscrito que nos describe la palabra “jatu” como alquitrán y “jatubrit” como creación de alquitrán, el equivalente a estos términos en el latín fue “gwitu-men” y “pixtu-men” que posteriormente se conocería como bitumen.(E-asphalt 2005)

Las teorías sobre los primeros usos del alquitrán se remontan incluso a pasajes bíblicos del libro de Genesis en los cuales se refiere a un impermeabilizante el cual fue preparado con y sin alquitrán y en la aventura juvenil de Moisés “Un Arca de Espadaña, pintarrajeada con lodo y con alquitrán”, con esto podríamos deducir que el ser humano tenía noción de las propiedades impermeabilizantes del asfalto.(E-asphalt 2005)

En pasajes de la biblia sobre la torre de babel se tiene este párrafo “ellos usaron ladrillos en vez de piedras y asfalto en vez de mortero” según la traducción de Moffat en 1935 del cual inferimos el uso de asfalto como ligante.(E-asphalt 2005)

Hacia los años 3200 A.C la civilización denominada “cultura del valle de indo” en la actual Pakistán nos revelo importantes usos con asfalto, los cuales fueron descubiertos por excavaciones que nos permitieron conocer el uso del asfalto en combinación con minerales finos y paja para revestimiento de baños públicos como se muestra en la figura 1 y con esto lograr impermeabilizar los mismos.(E-asphalt 2005)



*Figura 1:*The Great Bath, Mohenjo-daro, provincia de Sindh, Pakistán.

Fuente: Departamento de Arqueología y Museos, Gobierno de Pakistán

En 1595 Sir Walter Raleigh descubrió el Lago de asfalto en la actual Trinidad y Tobago, el más grande deposito natural de asfalto con 47 hectáreas de superficie y 80 m de profundidad tal como se observa en la figura 2, el cual se utilizó para mejorar la impermeabilización en el acollado de barcos.(E-asphalt 2005)



*Figura 2:*El lago de Brea, Trinidad y Tobago.

Fuente: (Grueslayer 2019)

En 1850 en el Reino unido se empiezan a ejecutar las primeras obras viales con alquitrán, a la par de los españoles que pavimentaron zonas peatonales de la puerta del sol de Madrid entre 1847 a 1854.(E-asphalt 2005)

A finales del siglo XIX el gobierno de estados unidos sentó bases y parámetros de la tecnología de mezclas bituminosas para pavimentación. (Victor Yepes 2014)

Teorías sobre el origen de la piedra y agregados

Las primeras lascas o trozos desprendidos de una piedra se encontraron en Kenia en 2011 como se aprecia en la figura 3, según investigaciones estas fueron usadas hace 3,3 millones de años en lo que conocemos ahora como la edad de piedra, fueron usadas como cuchillos y otras herramientas por nuestros antepasados.(Universidad de Burgos 2020)

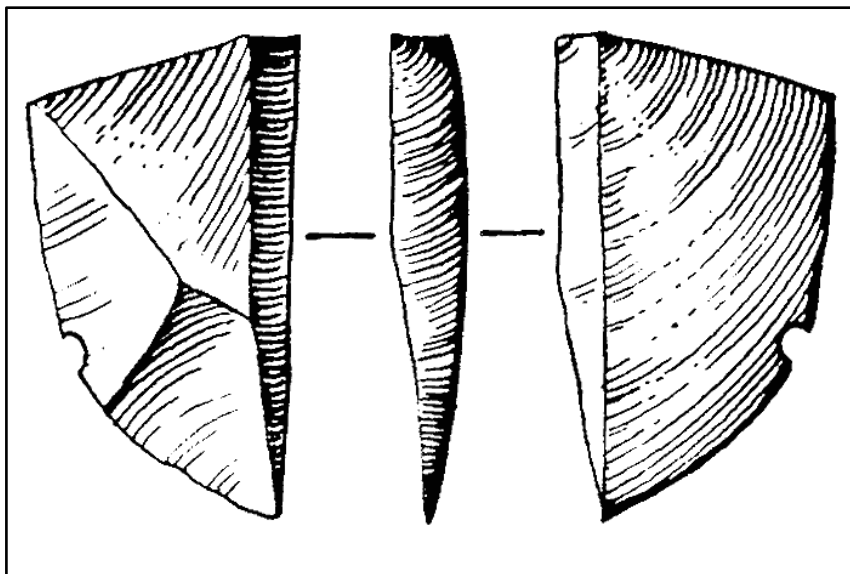


Figura 3: Lascas o trozos desprendidos de piedras.

Fuente: (Universidad de Burgos 2020)

La evidencia más antigua que se tiene sobre el uso de la piedra en combinación con mortero (mezcla de polvo de roca y arena humedecida) para crear bloques pétreos se encuentra en una cabaña en Lepenski Vir como se observa en la figura

4, está ubicada en la actual Serbia esta se dio hace más de 5600 años. (Universidad de Burgos 2020)



Figura 4: Lepenski Vir.

Fuente: (Brana Vladislavljovic)

La piedra como uso en vías no se dio hasta el 312 A.C con la Via Apia que se observa con más detalle en la figura 5, esta vía unía Roma con Brindisi fue creada por orden del Emperador Apio Claudio, los Romanos llegaron a pavimentar alrededor de 100,000 km de vías. (Universidad de Burgos 2020)

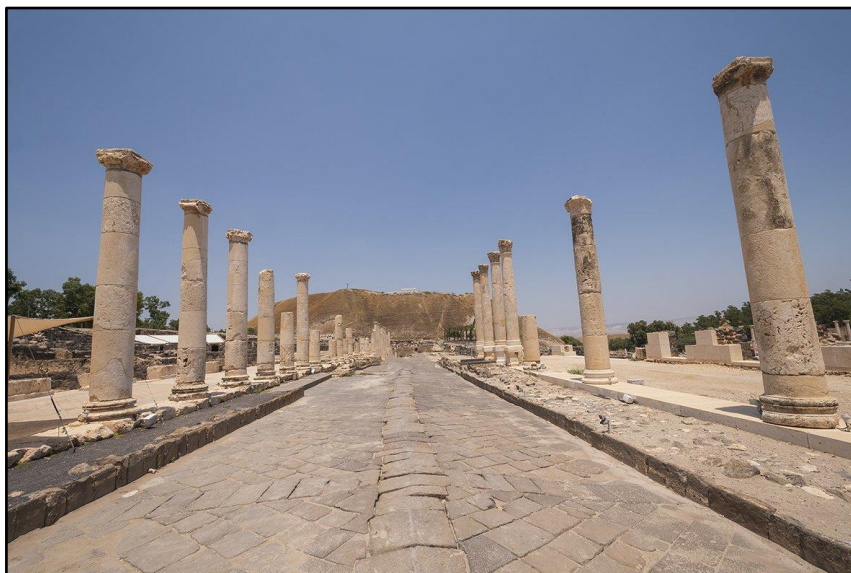


Figura 5: Via Apia.

Fuente:(Universidad de Burgos 2020)

Marco Conceptual

Agregado

El agregado comúnmente llamado roca material granular o agregado mineral es cualquier material mineral duro e inerte usado, en forma de partículas graduadas o fragmentadas como parte de un pavimento de mezcla asfáltica en caliente, este constituye entre el 90% - 95% en el peso y entre el 75% - 85% del volumen total de la mayoría de las estructuras de un pavimento.(ASPHALT INSTITUTE 1999)

Agregado Grueso

Deberá proceder de la trituración de roca o grava o por una mezcla de ambas; deberán estar libres de sustancias ajenas a las partículas, tener resistencia y durabilidad, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables esos requerimientos se observan en figura 6 (MTC 2013)

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Figura 6: Requerimientos para los agregados gruesos.

Fuente: (MTC 2013)

Agregado Grueso procedente de la cantera Cabanillas – San Román - Puno y posteriormente triturada en la Planta de Asfalto de la Ciudad de Juliaca como se observa en la figura 7.



Figura 7: Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración propia

Agregado Fino

El agregado fino se compone de arena de trituración o en su variación una mezcla con arena natural.

Las partículas del agregado fino tendrán características como dureza, partículas limpias y de superficie con angularidad y rugosidad. El material deberá estar libre de cualquier sustancia, que obstruya la adhesión con el asfalto y deberá satisfacer los requisitos mínimos de calidad indicados en la figura 8. (MTC 2013)

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N.º 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.º 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Figura 8: Requerimientos para los agregados finos.

Fuente: (MTC 2013)

Agregado Grueso procedente de la cantera Cabanillas – San Román – Puno, posteriormente triturada en la Planta de Asfalto de la Ciudad de Juliaca y luego mezclada con arena natural como se observa en la figura 9.



Figura 9: Agregado fino.

Fuente: Elaboración propia

Filler

El polvo mineral o llenante proviene de la trituración de los agregados pétreos o se podrá disponer de productos comerciales, los más conocidos como cal hidratada o cemento portland. Podrá usarse una parte del material proveniente de la

clasificación, siempre que se verifique que no tenga actividad y que tenga plasticidad.

El filler de procedencia de las relaveras cercanas a la mina La Rinconada – San Antonio de Putina – Puno se extrajeron, secaron y posteriormente desintegraron ya que presentaban partículas adheridas entre sí de mayor tamaño como se observa en la figura 10.



Figura 10: Filler mineral.

Fuente: Elaboración propia

Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

La gradación de mezclas asfálticas en caliente deberán estar dentro de lo especificado en la tabla 1 que nos brinda el MTC en la EG-2013, adicionalmente el MTC nos permite utilizar la norma ASTM D 3515.

Tabla 1: Gradación Mezcla Asfáltica en Caliente.

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100 80	-	
19,0 mm (3/4")	80-100	100 80	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente :(MTC 2013)

Tabla de Graduacion de Agregados para Mezclas Asfálticas en Caliente según ASTM la cual podemos usar alternativamente, esta es la tabla con la que se trabajo para la graduacion en nuestro caso teniendo como tamaño maximo nominal la malla de ¾" (D-4) como se obserba en la figura 11.

D 3515									
TABLE 1 Composition of Bituminous Paving Mixtures									
Dense Mixtures									
Sieve Size	Mix Designation								
	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9
	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (¾ in.)	4.75 mm (No. 4) (Sand Asphalt)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16) (Sheet Asphalt)
Grading of Total Aggregate (Coarse Plus Fine, Plus Filler if Required) Amounts Finer Than Each Laboratory Sieve (Square Opening), Weight %									
63-mm (2½ in.)	100	...	...	...	...	...	...	...	...
50-mm (2 in.)	90 to 100	100	...	...	...	...	...	...	...
37.5-mm (1½ in.)	...	90 to 100	100	...	...	...	...	...	...
25.0-mm (1 in.)	60 to 80	...	90 to 100	100	...	...	...	...	...
19.0-mm (¾ in.)	...	56 to 80	...	90 to 100	100	...	...	...	...
12.5-mm (½ in.)	35 to 65	...	56 to 80	...	90 to 100	100	...	...	...
9.5-mm (¾ in.)	...	...	...	56 to 80	...	90 to 100	100	...	...
4.75-mm (No. 4)	17 to 47	23 to 53	29 to 59	35 to 65	44 to 74	55 to 85	80 to 100	...	100
2.36-mm (No. 8) ^a	10 to 36	15 to 41	19 to 45	23 to 49	28 to 58	32 to 67	65 to 100	...	95 to 100
1.18-mm (No. 16)	...	...	...	...	...	...	40 to 80	...	85 to 100
600-µm (No. 30)	...	...	...	...	...	...	25 to 65	...	70 to 95
300-µm (No. 50)	3 to 15	4 to 16	5 to 17	5 to 19	5 to 21	7 to 23	7 to 40	...	45 to 75
150-µm (No. 100)	...	...	...	...	...	...	3 to 20	...	20 to 40
75-µm (No. 200) ^e	0 to 5	0 to 6	1 to 7	2 to 8	2 to 10	2 to 10	2 to 10	...	9 to 20

Figura 11: Graduación de los Agregados para mezclas asfálticas.

Fuente: (ASTM D3515 2010)

Peso especifico de los agregados

El peso especifico de un agregado es la proporcion entre el peso de un volumen dado de agregado y el peso de un volumen igual de agua.

Todos los agregados son porosos hasta cierto punto son porosos para ello se han desarrollado 3 tipos de peso específico como se muestra en la figura 9.(ASPHALT INSTITUTE 1999) como se muestra en la figura 12.

- Peso específico total
- Peso específico aparente
- Peso específico efectivo

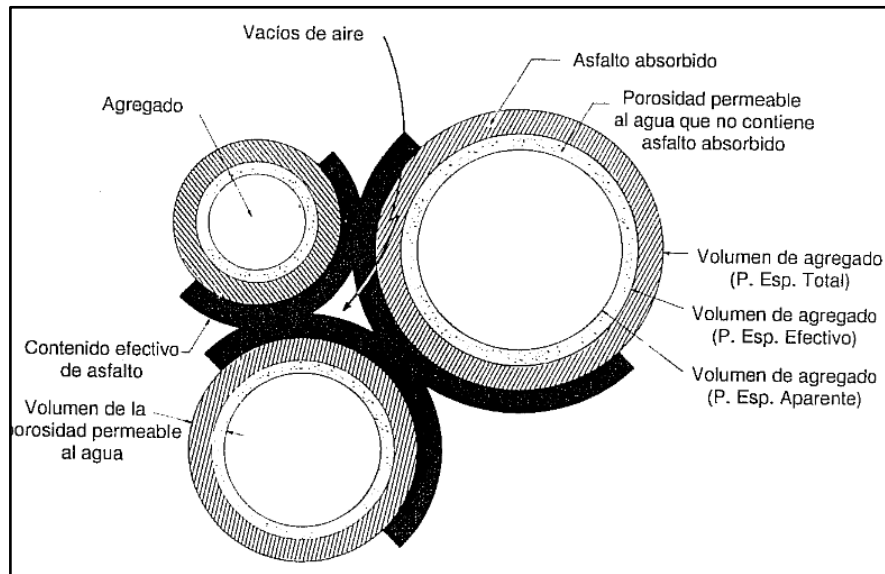


Figura 12: Tipos de pesos específicos de agregado.

Fuente: (ASPHALT INSTITUTE 1999)

Relaves mineros

(MINEM 2009) en la guía define a este como el desecho mineral sólido de tamaño entre arena y limo que provienen del proceso de concentración que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo.

Mezclas Asfálticas

(Rondón Quintana 2015) en su libro define a las mezclas asfálticas como la combinación de agregados pétreos y un ligante asfáltico, estos agregados tienen una granulometría y requisitos mínimos de calidad, además de tener una función dentro de la estructura del pavimento.

La colocación de estas mezclas se denomina tendido y se realiza mediante una pavimentadora la cual se gradúa de acuerdo al espesor y ancho requerido, la temperatura juega un papel muy importante en esta ya que al tener un cambio

brusco en esta se puede desarrollar un efecto llamado cristalización el cual afecta las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla, la figura 13 nos muestra más detalles.



Figura 13: Colocación de mezcla asfáltica en caliente con pavimentadora.

Fuente: Elaboración propia

Método Marshall de Diseño de Mezclas Asfálticas

El concepto del método fue desarrollado por Bruce Marshall cuyo propósito es determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica de agregados, el método también nos ofrece información sobre propiedades de la mezcla asfálticas.(ASPHALT INSTITUTE 1999)

Los equipos que se usan para realizar la mezcla asfáltica en caliente por este método son: el molde ensamblado para especímenes como se muestra en la figura 14, el extractor de especímenes, el manubrio de compactación, el pedestal de compactación y el sostén del molde del espécimen.

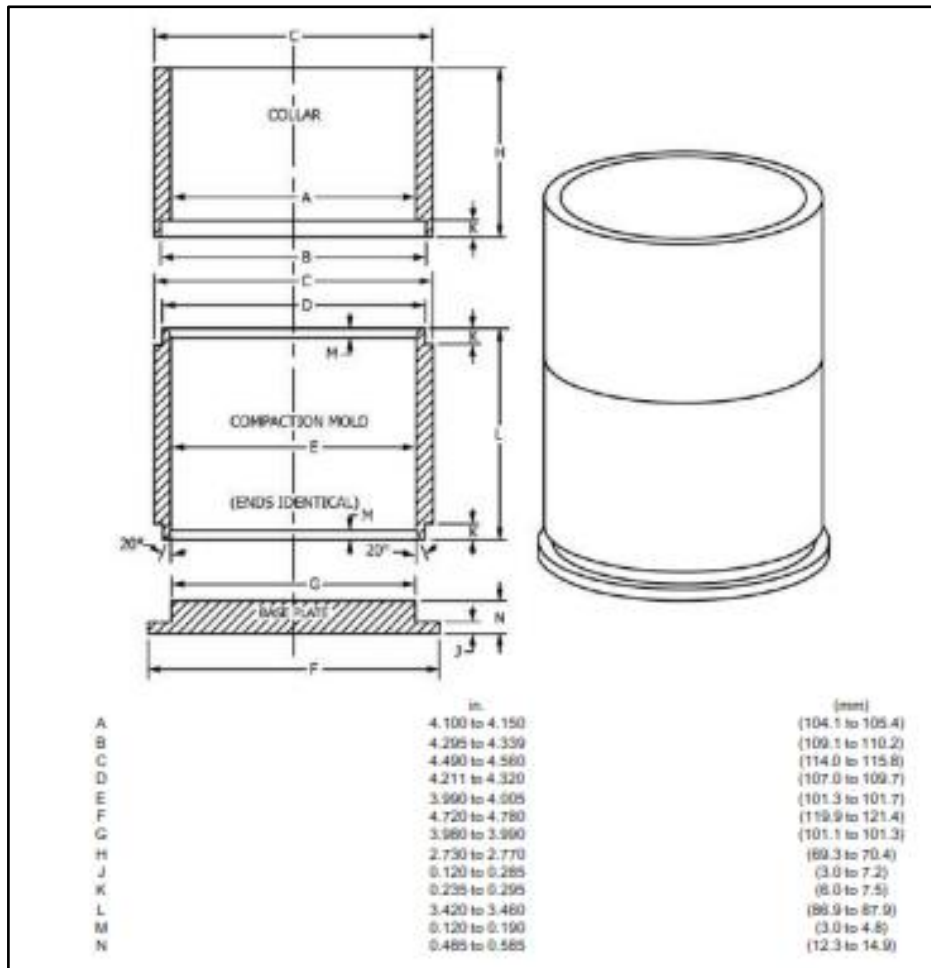


Figura 14: Molde de compactación y sus respectivas medidas.

Fuente: (ASTM D6926 2010)

Estabilidad

La estabilidad es una medida de la carga bajo la cual una probeta falla parcial o totalmente, este valor nos indica la resistencia de una probeta a la deformación.

Debido a que la estabilidad indica la resistencia a la deformación existe una tendencia a pensar que un valor más alto de estabilidad es mejor lo cual es equivoco pues eso indicaría que la mezcla asfáltica sería rígida y tendría tendencia a fisuramientos por fatiga. (ASPHALT INSTITUTE 1999)

Flujo

La fluencia o flujo Marshall medida en centésimas de pulgada representa la deformación de la briqueta, esta deformación está indicada por la disminución en el diámetro vertical de la briqueta.

Las mezclas que tienen valores de flujo muy bajos se consideran demasiado frágiles y rígidas y en su oposición las mezclas que tienen valores de flujo muy altos se consideran demasiado plásticas y tienen tendencia a deformarse. (ASPHALT INSTITUTE 1999)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación para el presente proyecto de tesis es experimental ya que tuvo nuestra intervención en el mismo, para lo cual esto se sustentó con los ensayos antes mencionados y la interpretación de los resultados.

Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es el experimental ya que cuenta con intervención deliberada, esta se muestra en la manipulación de la variable independiente a razón de proporciones determinadas. Supo (2014)

Gc (a): $Y1 \rightarrow X \rightarrow Y2$

Gc: Grupo Control, sin adicionar relaves mineros como filler.

Ge (a): $Y3 \rightarrow X' \rightarrow Y4$

Ge: Grupo Experimental, adicionando relaves mineros como filler.

X: Muestra

Método de investigación

El método usado para la presente investigación fue el método hipotético deductivo para lo cual se establecieron hipótesis las cuales se comprobaron.

Enfoque de la investigación

El enfoque del presente proyecto es cuantitativo ya que se tuvo que recolectar y analizar datos para probar las hipótesis y teorías antes mencionadas. (Supo 2014)

El proceso en este tipo de investigación consto de 6 fases las cuales se detallan en la figura 15.

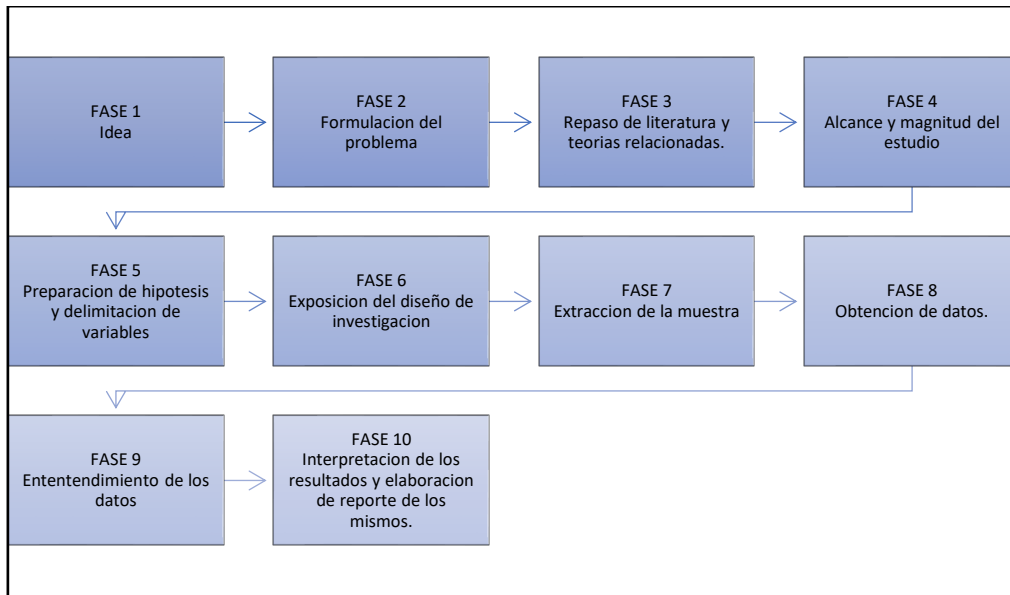


Figura 15: Proceso Cuantitativo

Fuente: Elaboración propia

Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo ya que tenemos una variable independiente y otra dependiente y su relación entre ellas será de causa – efecto. Supo (2014, pág. 02)

3.2. Variables y Operacionalización

Operacionalización de variables.

Se considera para este nivel de investigación dos tipos de variables como son la variable independiente y dependiente. Supo (2014, pág. 07)

El cuadro de operacionalización de variables se expresa con más detalle en el anexo 01.

Variable independiente.

Sera el porcentaje de filler que se modificó para cada diseño de mezcla asfáltica en proporciones dadas.

Variable dependiente

Serán los parámetros de diseño de las mezclas asfálticas en caliente.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población.

Con respecto a la población estos son un conjunto finito o infinito de elementos que serán el objetivo de estudio. (Arias Odón 2012)

La población para esta investigación estuvo dada por probetas de mezclas asfálticas en caliente adicionando relave minero como filler en proporciones de 0, 0.5%, 1.0% y 1.5%.

Muestra.

La muestra es un subconjunto de la población ya que resulta ser muy extenso abarcar ello por lo tanto extraemos una parte para que sea más factible analizar. Arias (2012, pág. 83)

El tamaño de la muestra fue de 60 probetas. Ya que se realizaron 15 probetas para diseño (proporción) según el MTC se adicione proporciones de PEN 120/150 DE 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Numero de probetas y sus diferentes proporciones.

	DISEÑO PATRÓN + (0%) RELAVE MINERO	DISEÑO PATRÓN + (0.5%) RELAVE MINERO	DISEÑO PATRÓN + (1.0%) RELAVE MINERO	DISEÑO PATRÓN + (1.5%) RELAVE MINERO
PEN 120/150 (4.5%)	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes
PEN 120/150 (5%)	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes
PEN 120/150 (5.5%)	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes
PEN 120/150 (6%)	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes
PEN 120/150 (6.5%)	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes	3 especímenes
PARCIAL	15 especímenes	15 especímenes	15 especímenes	15 especímenes
TOTAL				60 especímenes

Fuente: Elaboración propia

Muestreo.

El muestreo se denomina a la forma de la recolección de la muestra para su posterior evaluación. Arias (2012, pág. 83 - 84)

Para este tema en cuestión se usó el tipo de muestreo intencional.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas.

La técnica usada para la recolección de datos se realizó mediante la técnica observacional la cual tiene como objetivo recolectar datos y su posterior cuantificación de la variable independiente. (Supo 2014)

Esta técnica en nuestro caso nos sirvió para recolectar y medir las variables evitando así errores.

Instrumentos.

Los instrumentos son las herramientas que nos ayudaron a la recolección de datos.

- Balanza de precisión
- Ficha de recolección
- Herramientas manuales
- Cámara de fotos
- Equipos de laboratorio

3.5. Validez y confiabilidad.

Validez.

La validez de los equipos tales como Balanza de precisión, herramientas manuales, cámara de fotos y los equipos de laboratorio; su calibración y sus especificaciones técnicas fueron dadas por el fabricante y de ser el caso por el laboratorio al cual se recurrió para realizar dichos ensayos. En caso de las fichas de recolección la validez fue dada por la opinión de expertos.

Confiabilidad.

Según (Hidalgo 2016) la confiabilidad significa el grado de igualdad de las respuestas obtenidas entre el investigador y su contraparte la investigación propiamente dicha. De esta manera aseguramos la confiabilidad de los instrumentos usados en la investigación.

Se sintetizó en rangos de categorización y condición como se explica en la tabla 3.

Tabla 3: Coeficiente de Confiabilidad Alfa de Cronbach

Categorización	Condición
0.01 hasta 0.20	Confiabilidad nula
0.21 hasta 0.40	Confiabilidad baja
0.41 hasta 0.60	Confiable
0.61 hasta 0.80	Muy confiable
0.81 hasta 1.00	Excelente confiabilidad

Fuente: (Ruiz Bolivar 2013)

Para nuestro caso la confiabilidad se dio en base a instrumentos de validación de datos revisados y analizados por ingenieros colegiados con experiencia en la materia los cuales verificaron los ítems y los puntuaron en base a la escala de Likert como se observa en la tabla 4.

Tabla 4: Tabla de Cálculo de Confiabilidad Alfa de Cronbach.

OBSERVACIONES	ITEMS								SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	5	5	4	5	5	5	5	5	39
2	4	5	4	3	4	4	4	5	33
3	3	4	5	5	5	4	5	4	35
VARIANZA	0.67	0.22	0.22	0.89	0.22	0.22	0.22	0.22	
$\sum s_i^2$	2.889								
S_t^2	6.222								

Fuente: Elaboración Propia.

El valor de α Calculado se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{k(1 - \sum s_i^2 / s_t^2)}{k-1}$$

$$\alpha = \frac{10(1 - 2.889/6.222)}{10-1}$$

$$\alpha = 0.612244898$$

Verificando en la Tabla N° 4 nuestro α de Cronbach tiene una condición de muy confiable.

3.6. Procedimientos.

Agregados

- Visita a la planta de asfalto y obtención de agregados gruesos y finos como se muestra en la figura 16, siguiendo las especificaciones dadas en el manual de especificaciones técnicas generales sección 415 subsección 415.02, la cual nos indica que se denominara agregado grueso a la parte que se retiene en el tamiz N° 4 (4.75 mm) y agregado fino a la parte que se encuentra entre los tamices N° 4 (4.75 mm) y N° 200 (75 μ m)



Figura 16: Visita a la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca.

Fuente: Elaboración propia

- Se verifico la procedencia de los materiales, los agregados gruesos y finos proviene de la trituración de roca, grava, también se verifico el estado de las partículas limpias y exentas de polvo, tierra, o algún otro contaminante como se observa en la figura 17.



Figura 17: Verificación y extracción de agregado grueso y fino.

Fuente: Elaboración propia

- Extracción del filler (relave minero) se muestra en la figura 18, el material proviene de la trituración de agregados pétreos como indica el manual de especificaciones técnicas generales.



Figura 18: Extracción de relave minero.

Fuente: Elaboración propia

- Análisis de metales mediante el analizador Thermo Scientific Niton XL2 (XRF) del relave minero extraído esto con el fin de identificar los componentes de nuestro filler como se observa en la figura 19 y se detalla en la tabla N° 7



Figura 19: Análisis de metales de relave minero.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5: *Metales preciosos y su porcentaje en relave minero.*

Elemento	%
Au	1.60
Ag	1.91
Pd	0.980
Rh	4.92
Ru	0.785
Ir	10.70
Cd	2.08
Fe	68.58
Zn	0.631
Mn	0.983
Ti	5.97

Fuente: Elaboración Propia

- Mezclado Secado y Cuarteo manual del material, en el caso de los agregados finos el agregado se mantuvo con la suficiente humedad para evitar la pérdida de finos como se muestra en la figura 20.



Figura 20: Cuarteo de los agregados.

Fuente: Elaboración Propia

- El ensayo de análisis granulométrico para los agregados gruesos y finos nos regimos a la norma EG-2013 que nos indica que la parte grueso se retiene en el tamiz N° 4 y la parte fina entre el tamiz N° 4 y N°200, al realizar la combinación de agregados Gruesos Finos y Filler se hizo otro Análisis Granulométrico Combinado el cual nos regimos por la norma ASTM D3515 “Especificación estándar para Mezclas bituminosas para pavimentación mezcladas en caliente” la cual nos indica el análisis granulométrico respecto a el tamaño máximo de partículas que para nuestro caso fue de $\frac{1}{2}$ ”



Figura 21: Ensayos de granulometría de los agregados.

Fuente: Elaboración Propia

- Se realizó el ensayo de durabilidad de los agregados al sulfato de sodio y magnesio, se incorporó sulfato de sodio y magnesio en agua a una temperatura de 25°C a 30°C se introdujeron las muestras por 17 horas aprox., se secó las muestras en horno y se procedieron a pesar.



Figura 22: Ensayo de Durabilidad de los agregados gruesos.

Fuente: Elaboración Propia

- Para el ensayo de Adherencia se procedió a contar un numero definido de agregados luego se hizo la mezcla de los agregados con cemento asfáltico PEN 120/150, luego se procedió a verificar y clasificar a aquellos que no fueron adheridos con el cemento asfáltico como parcialmente cubierto o completamente cubierto como se observa en la figura 23.



Figura 23: Ensayo de Adherencia de los agregados gruesos.

Fuente: Elaboración Propia.

- Para el ensayo de Partículas Chatas y Caras Fracturadas de los agregados gruesos se procedió a tamizar una cantidad mínima para cada tamiz, luego en una bandeja se clasificó las partículas como chatas, alargadas y ni chatas ni alargadas, luego con el calibrador comenzamos a medir cada una de ellas como se muestra en la figura 24.



Figura 24: Ensayo de Partículas Chatas y Caras Fracturadas.

Fuente: Elaboración Propia

- Se realizó el ensayo de Sales Solubles de los agregados finos y gruesos, secando los agregados y agregando agua destilada a la muestra como se observa en la figura 25, agitamos la muestra en un vaso decantado y luego decantamos durante 10 min, se repite el proceso hasta que se detecte sales.



Figura 25: Ensayo de Sales Solubles de los agregados finos y gruesos.

Fuente: Elaboración Propia

- Para el ensayo de absorción se realizó en primer lugar pesando muestras para determinado tamiz, luego se procedió a secar la muestra a 110°C, seguidamente hacemos rodar la muestra en un paño, pero teniendo aun humedad en las partículas, pesamos estas muestras luego pesamos la muestra sumergida en agua, secamos la muestra nuevamente en el horno y pesamos de nuevo, se realizan los cálculos correspondientes.



Figura 26: Ensayo de Absorción de los agregados gruesos.

Fuente: Elaboración Propia

- Para el ensayo de Equivalente de Arena de los agregados finos seleccionamos 1.5 kg de agregado, tamizamos la muestra en el tamiz N° 4, añadimos el agregado al recipiente de medida y añadimos la solución stock, sacudimos ligeramente y registramos la cantidad de material contenido.



Figura 27: Ensayo de Equivalente de Arena de los agregados finos.

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de Mezcla Asfáltica Método Marshall

- Se procedió al calentamiento del cemento asfáltico PEN 120/150 a 140°C para su posterior mezcla con los agregados, como se muestra en la figura 28.



Figura 28: Calentamiento de cemento asfáltico.

Fuente: Elaboración Propia

- Preparamos los agregados Grueso, Fino, Arena Natural y el filler a los porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5%.



Figura 29: Agregado grueso, fino y filler.

Fuente: Elaboración Propia

- Mezcla de los agregados, filler en proporciones de 0.5%, 1%, 1.5% y cemento asfáltico PEN 120/150.



Figura 30: Mezcla de los agregados, filler y cemento asfáltico.

Fuente: Elaboración Propia

- Moldeado de la mezcla asfáltica con las diferentes proporciones de filler a 6.35 cm aprox como se muestra en la figura 31.



Figura 31: Moldeado de la mezcla asfáltica con las diferentes % de filler.

Fuente: Elaboración Propia

- Para la compactación de los especímenes se hizo el chuseo correspondiente con una espátula luego se procedió a realizar la compactación a 75 golpes en ciclos constantes.



Figura 32: Prensado de los moldes a 75 golpes.

Fuente: Elaboración Propia

- Se procedió a armar el extractor de especímenes para obtener las probetas y ensayarlas posteriormente.



Figura 33: Armado del extractor de especímenes.

Fuente: Elaboración Propia

- Llevamos los especímenes a inmersión de agua de 30 a 40 min como se muestra en la figura 34, para luego secarlos con aire y realizar los ensayos correspondientes.



Figura 34: Inmersión de los especímenes en agua.

Fuente: Elaboración Propia

- Se ensayaron 3 especímenes por cada porcentaje de bitumen anotando los valores del dial como se muestra en la figura 35.



Figura 35: Medicion de la Estabilidad y Flujo Marshall.

Fuente: Elaboración Propia

3.7. Aspectos Éticos.

En cuanto a la ética en esta investigación asumimos la responsabilidad de todo lo mencionado anteriormente, de acuerdo al artículo N° 06 el plagio se evitó y hubo transparencia en el proceso de investigación, respecto al artículo N° 15 las citas de los autores fueron hechas correctamente de acuerdo a la norma ISO 690 y en cuanto artículo N° 18 los laboratorios cuentan con la calidad y certificación que se requiere, tal como se nos indica el Código de Ética de esta casa de estudios.

IV. RESULTADOS

Agregados

Análisis Granulométrico Agregado Grueso.

Respecto al análisis granulométrico por tamizado que se hizo para agregado grueso podemos observar que el 98.2% de partículas se retuvieron en la malla N° 4 como se muestra en la tabla 6, estos resultados fueron obtenidos para la Mezcla Asfáltica Control, los análisis granulométricos de agregado grueso para MAC 2, MAC 3 Y MAC 4 con 0.5%, 1.0%,1,5% de filler respectivamente se muestran en el anexo 5.

Tabla 6: Análisis granulométrico para agregado Grueso (MAC Control)

TAMIZADO							
TAMIZ			RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACIÓN		PESO (g)	%	SUELO		
	ASTM	(mm)			%		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19.000	733	7.2	92.8		
8	1/2"	12.500	3,462	33.8	59.0		
9	3/8"	9.500	3,204	31.3	27.7		
10	#4	4.750	2,657.0	25.9	1.8		
11	#8	2.360	350.0	1.8	0.0		
12	#20	0.850					
13	#40	0.425					
14	#100	0.150					
15	#200	0.075					
16	Fondo	0.075					

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Granulométrico Agregado Fino

Respecto al análisis granulométrico por tamizado que se hizo para agregado fino podemos observar que el 92.3 % de partículas se retuvieron entre la malla N° 4 y la malla N° 200 como se muestra en la tabla 7, estos resultados fueron obtenidos para la Mezcla Asfáltica Control, los análisis granulométricos de agregado fino para MAC 2, MAC 3 Y MAC 4 con 0.5%, 1.0%,1,5% de filler respectivamente se muestran en el anexo 5.

Tabla 7: Análisis granulométrico para agregado Fino (MAC Control)

TAMIZADO						
TAMIZ			RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACIÓN		PESO (g)	%	SUELO	
	ASTM	(mm)			%	
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0	
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0	
10	#4	4.750	435.0	31.9	68.1	
11	#8	2.360	325.2	23.8	44.3	
12	#16	1.190	206.1	15.1	29.3	
13	#30	0.600	117.5	8.6	20.7	
14	#50	0.300	70.7	5.2	15.5	
15	#100	0.150	63.8	4.7	10.8	
16	#200	0.075	42.8	3.1	7.7	
17	Fondo		104.9	7.7		

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Granulométrico Agregado Natural

Respecto al análisis granulométrico por tamizado que se hizo para agregado fino podemos observar que el 94.5 % de partículas se retuvieron entre la malla N° 4 y la malla N° 200 como se muestra en la tabla 8, estos resultados fueron obtenidos para la Mezcla Asfáltica Control, los análisis granulométricos de agregado natural para MAC 2, MAC 3 Y MAC 4 con 0.5%, 1.0%,1,5% de filler respectivamente se muestran en el anexo 5.

Tabla 8: Análisis granulométrico para Agregado Natural (MAC Control)

TAMIZADO							
TAMIZ			RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACIÓN		PESO (g)	%	SUELO		
	ASTM	(mm)			%		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		
10	#4	4.750	294.0	10.9	89.1		
11	#8	2.360	328.8	12.1	77.0		
12	#16	1.190	504.6	18.6	58.4		
13	#30	0.600	591.4	21.8	36.6		
14	#50	0.300	494.2	18.2	18.4		
15	#100	0.150	327.2	12.0	6.4		
16	#200	0.075	77.8	2.9	3.5		
17	Fondo	0.075	96.0	3.5			

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis Granulométrico Combinado

Respecto al análisis granulométrico por tamizado que se hizo para para los agregados combinados podemos observar que los porcentajes pasantes están dentro de los rangos que nos brinda la norma ASTM D 3515 que se detalla mejor en la figura 9, para un tipo de Mezcla Asfáltica D-4 como se muestra en la tabla 9, estos resultados fueron obtenidos para la Mezcla Asfáltica Control, los análisis granulométricos de agregado combinado para MAC 2, MAC 3 Y MAC 4 con 0.5%, 1.0%, 1,5% de filler respectivamente se muestran en el anexo 5.

Tabla 9: Análisis granulométrico para Agregado Combinado (MAC Control)

TAMIZADO							
TAMIZ			RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACIÓN		PESO (g)	%	SUELO		
	ASTM	(mm)			%	ASTM D 3515 ESPECIFICACION D-4	
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	100	100
7	3/4"	19.000	78	2.6	97.4	90	100
8	1/2"	12.500	436	14.5	82.9		
9	3/8"	9.500	364	12.1	70.7	56	80
10	#4	4.750	710.0	23.7	47.1	35	65
11	#8	2.360	380.1	11.9	35.1	23	49
12	#16	1.190	315.1	9.9	25.3		
	#30	0.600	265.7	8.3	16.9		
13	#50	0.300	196.5	6.2	10.8	5	19
14	#100	0.150	165.0	5.2	5.6		
15	#200	0.075	61.0	1.9	3.7	2	8
16	Fondo	0.075	116.6	3.7			

Requerimientos para los Agregados Gruesos de Mezclas Asfálticas en Caliente

Según el MTC en la EG-2013 Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción en la Sección 423 Subsección 423.02 nos indica que los agregados gruesos que serán componentes de una Mezcla asfáltica en Caliente deberán cumplir con los requisitos mínimos establecidos, la tabla 10 nos muestra los ensayos realizados y sus resultados.

Tabla 10: Requerimientos y resultados de Agregados Gruesos.

	ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS	ABRASIÓN LOS ÁNGELES	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	DURABILIDAD	SALES SOLUBLES	ADHERENCIA	INDICE DE DURABILIDAD
REQUERIMIENTOS EG-2013 Altitud >3000 msnm	1.0% MAX	35% MAX	10% MAX	90/70	15% MAX	0.5% MAX	>95%	35% MIN
MUESTRA 1	2.569 %	20.4 %	2.93 %	98.99/ 95.70	4.77%	0.077%	98%	60.3%
MUESTRA 2			3.10%	96.74%				
MUESTRA 3			3.63%	95.40%				

Fuente: Elaboración Propia

*Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.(MTC 2013)

Requerimientos para los Agregados Finos de Mezclas Asfálticas en Caliente

Según el MTC en la EG-2013 Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción en la Sección 423 Subsección 423.02 nos indica que los agregados gruesos que serán componentes de una Mezcla asfáltica en Caliente deberán cumplir con los requisitos mínimos establecidos, la tabla 11 nos muestra los ensayos realizados y sus resultados.

Tabla 11: Requerimientos y resultados de Agregados Finos.

	EQUIVALENTE DE ARENA	ANGULARIDAD	INDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N° 40)	ABSORCIÓN	DURABILIDAD	SALES SOLUBLES	INDICE DE DURABILIDAD	INDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N.° 200)
REQUERIMIENTOS EG-2013 ALTITUD >3000 MSNM	70	40	NP	0.5% MAX	18% MAX	0.5% MAX	35% MIN	NP
ARENA CHANCADA	71.7	52.1	NP	2.80 7 %	6.1%	0.082 %	42.35 %	NP
ARENA NATURAL	76.9	45.4	NP	2.97 6%	9.0%	0.097 %	39.69 %	NP

Fuente: Elaboración Propia

**Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.(MTC 2013)

Mezcla Asfáltica en Caliente Método Marshall

Mezcla Asfáltica Control

Los resultados de la mezcla asfáltica control superaron los parámetros mínimos requerido por el MTC como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12: *Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica Control*

CARACTERISTICAS	RESULTADOS
Golpes por cara	75
Cemento asfáltico (PEN)	120/150
Peso unitario	2.275
Porcentaje de vacíos	3.8
Flujo 0.01"	3.3
Estabilidad	919
Estabilidad/flujo	2785
Relación polvo - asfalto	0.8

Fuente: Elaboración Propia

La dosificación óptima luego del procesamiento de datos y realizando una línea de tendencia exponencial nos indica que el bitumen óptimo es de 6.19% como se observa en la figura 36.

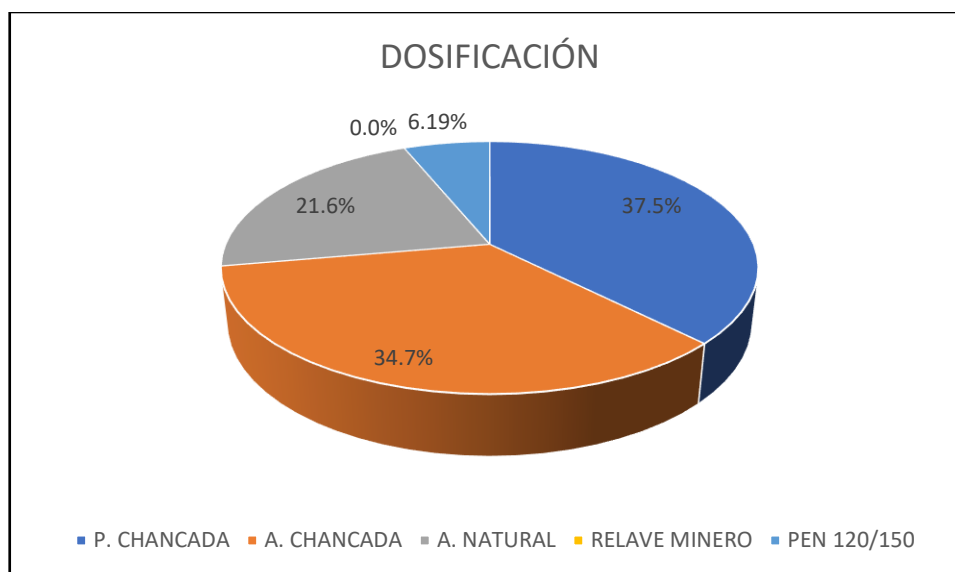


Figura 36: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control.

Fuente: Elaboración Propia.

Las estabilidades para el MAC Control respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.19% de cemento asfáltico se halló la estabilidad más alta de 919 kg como se observa en el gráfico 37.

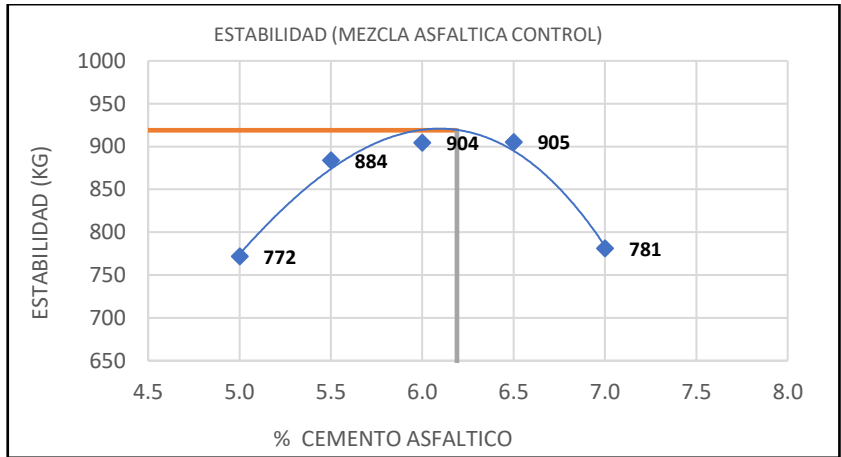


Figura 37: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño Control)

Fuente: Elaboración Propia

El flujo para el MAC Control respecto al porcentaje de cemento asfaltico nos indican que a 6.19% de cemento asfaltico se halló un flujo de 3.3 mm como se observa en el grafico 38.

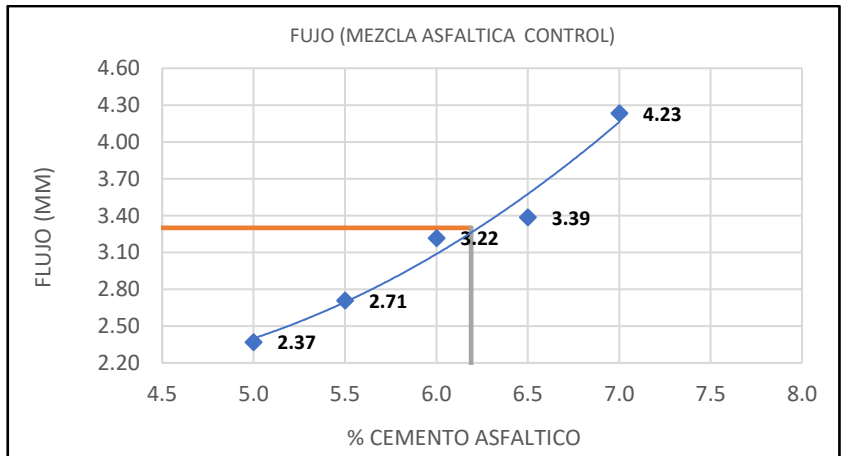


Figura 38: Flujo vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño Control).

Fuente: Elaboración Propia

El Porcentaje de Vacíos para el MAC Control respecto al porcentaje de cemento asfaltico nos indican que a 6.19% de cemento asfaltico se halló un Porcentaje de Vacíos de 3.8 como se observa en el grafico 39.

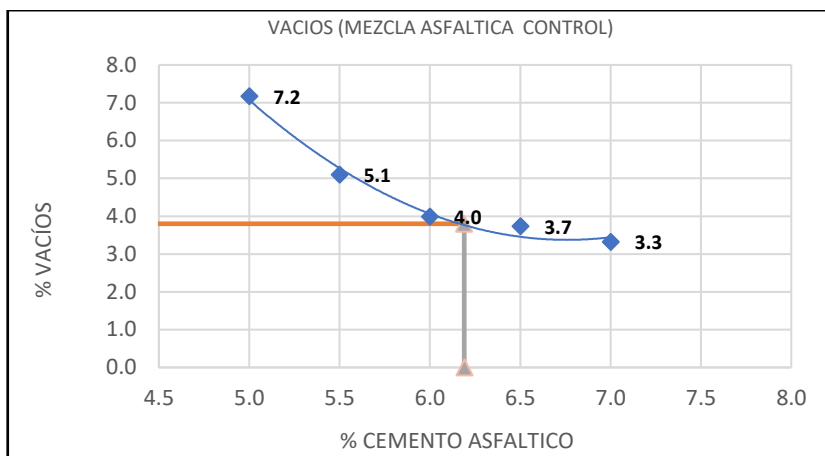


Figura 39: % de Vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño Control)

Fuente: Elaboración Propia

Mezcla Asfáltica control + 0.5% de Filler (Relave Minero)

Respecto a los resultados de la Mezcla Asfáltica Control + 0.5% de filler se observa un menor Porcentaje de Vacíos ya que se adiciono Filler con ese fin, el Flujo y el Porcentaje de Vacíos se mantienen en el rango de la norma, esto se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 2

CARACTERISTICAS	RESULTADOS
Golpes por cara	75
Cemento asfáltico (PEN)	120/150
Peso unitario	2.283
Porcentaje de vacíos	3.5
Flujo 0.01"	3.4
Estabilidad	979
Estabilidad/flujo	2879
Relación polvo - asfalto	1.0

Fuente: Elaboración Propia

La dosificación óptima luego del procesamiento de datos y realizando una línea de tendencia exponencial nos indica que el bitumen óptimo es de 6.12% como se observa en la figura 40.

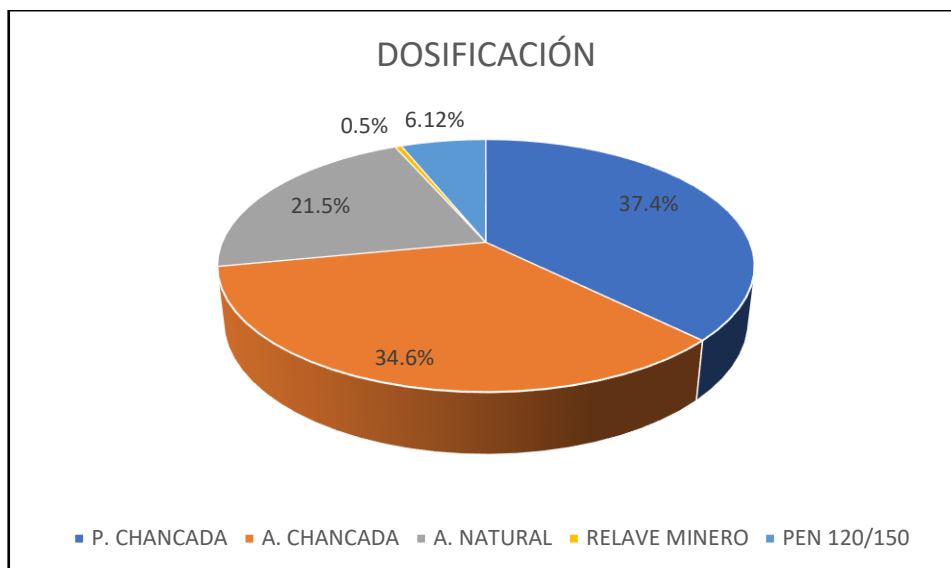


Figura 40: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 0.5% Filler.

Fuente: Elaboración Propia

Las estabilidades para el MAC Control +0.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.12% de cemento asfáltico se halló la estabilidad más alta de 979 kg como se observa en la figura 41.

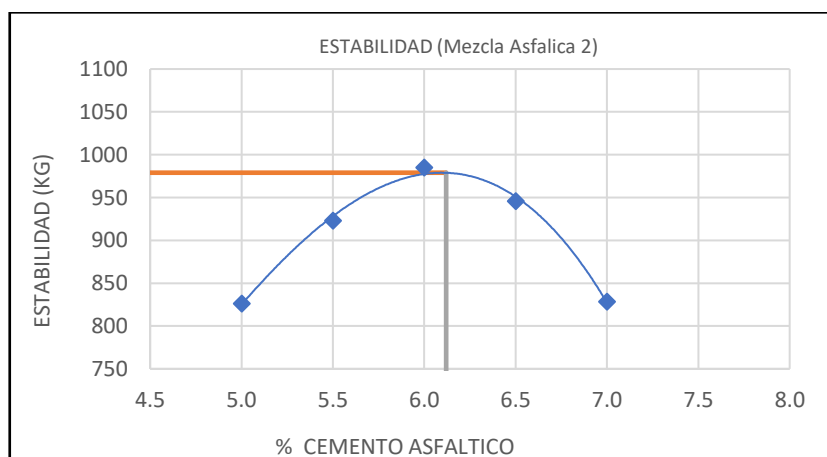


Figura 41: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 2)

Fuente: Elaboración Propia

El flujo para el MAC Control +0.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.12% de cemento asfáltico se halló un flujo de 3.4 mm como se observa en la figura 42.

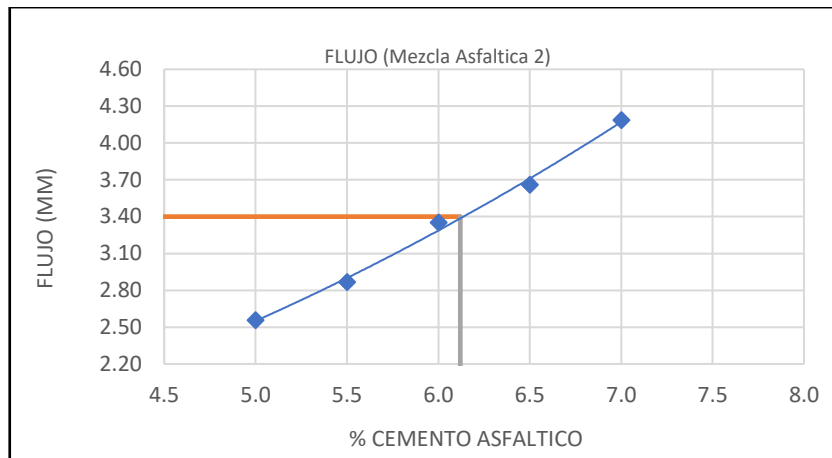


Figura 42: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 2)

Fuente: Elaboración Propia

El Porcentaje de Vacíos para el MAC Control +0.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.12% de cemento asfáltico se halló un Porcentaje de Vacíos de 3.5 como se observa en la figura 43.

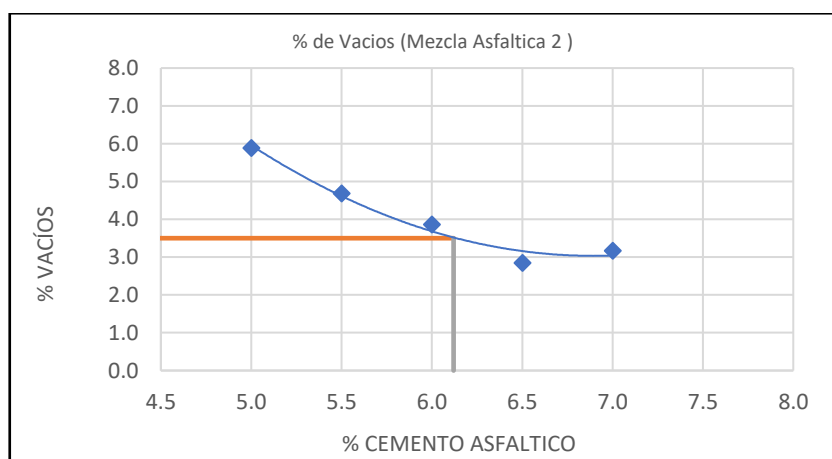


Figura 43: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 2)

Fuente: Elaboración Propia

Mezcla Asfáltica Control + 1.0% de Filler (Relave Minero)

Respecto a los resultados de la Mezcla Asfáltica Control + 1.0% de filler se observa un menor Porcentaje de Vacíos ya que se adiciono Filler con ese fin, el Flujo y el Porcentaje de Vacíos se mantienen en el rango de la norma, esto se muestra en la tabla 14.

Tabla 14: *Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 3.*

CARACTERISTICAS	RESULTADOS
Golpes por cara	75
Cemento asfáltico (PEN)	120/150
Peso unitario	2.295
Porcentaje de vacíos	3.3
Flujo 0.01"	3.5
Estabilidad	985
Estabilidad/flujo	2814
Relación polvo - asfalto	1.1

Fuente: Elaboración Propia

La dosificación óptima luego del procesamiento de datos y realizando una línea de tendencia exponencial nos indica que el bitumen óptimo es de 6.03% como se observa en la figura 44.

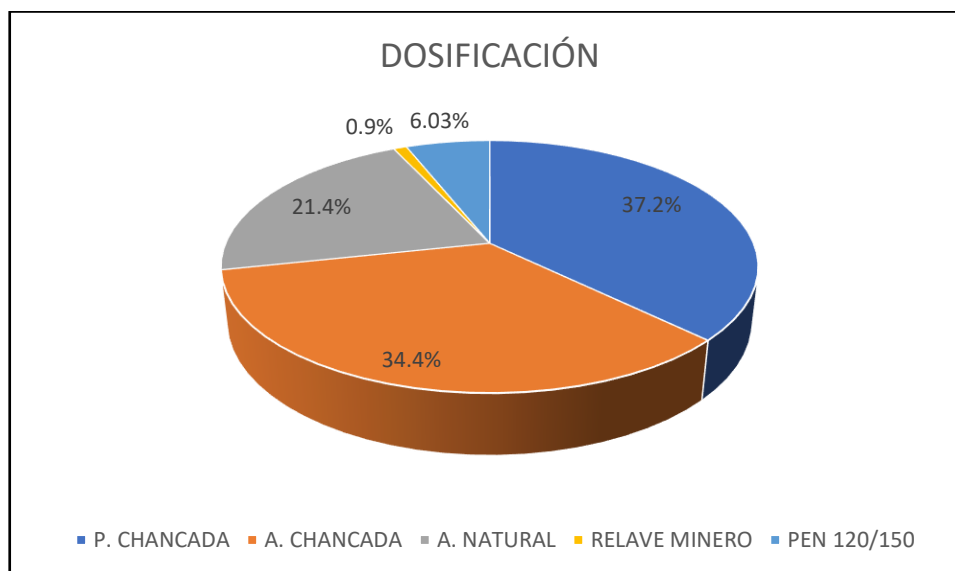


Figura 44: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 1.0% Filler

Fuente: Elaboración Propia

Las estabilidades para el MAC Control + 1.0% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.03% de cemento asfáltico se halló la estabilidad más alta de 985 kg como se observa en la figura 45.

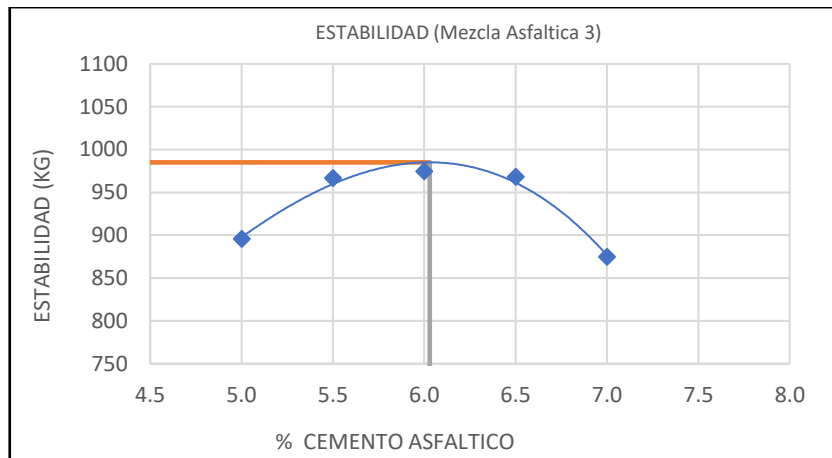


Figura 45: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 3)

Fuente: Elaboración Propia

El flujo para el MAC Control + 1.0% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.03% de cemento asfáltico se halló un flujo de 3.5 mm como se observa en la figura 46.

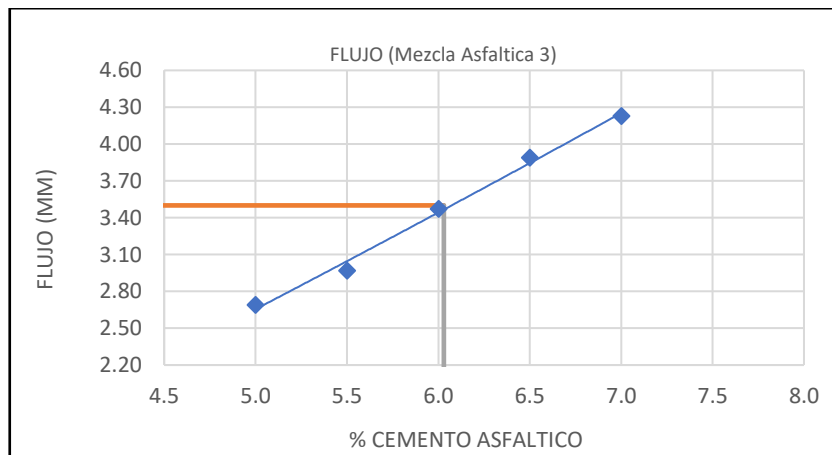


Figura 46: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 3)

Fuente: Elaboración Propia

El Porcentaje de Vacíos para el MAC Control + 1.0% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.03% de cemento asfáltico se halló un Porcentaje de Vacíos de 3.3 como se observa en la figura 47.

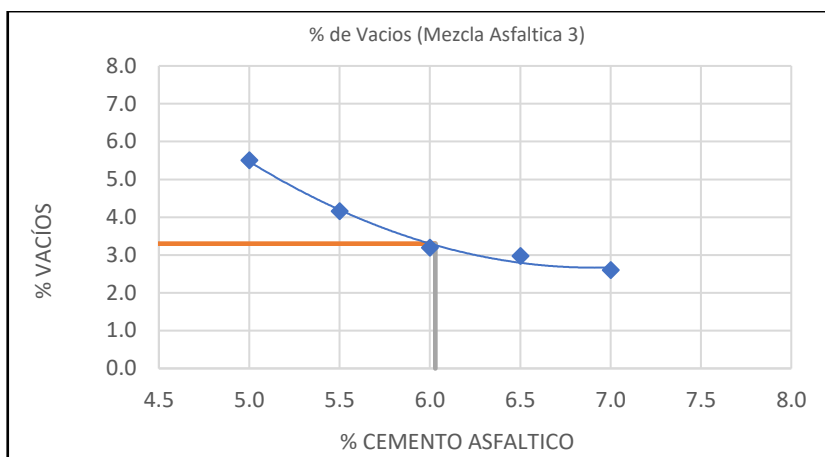


Figura 47: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 3)

Fuente: Elaboración Propia

Mezcla Asfáltica control + 1.5% de Filler (Relave Minero)

Respecto a los resultados de la Mezcla Asfáltica Control + 1.5% de filler se observa un menor Porcentaje de Vacíos ya que se adiciono Filler con ese fin, el Flujo y el Porcentaje de Vacíos se mantienen en el rango de la norma, esto se muestra en la tabla 15.

Tabla 15: Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 4.

CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
Golpes por cara	75
Cemento asfáltico (PEN)	120/150
Peso unitario	2.300
Porcentaje de vacíos	3.0
Flujo 0.01"	3.9
Estabilidad	1122
Estabilidad/flujo	2877
Relación polvo - asfalto	1.3

Fuente: Elaboración Propia

La dosificación óptima luego del procesamiento de datos y realizando una línea de tendencia exponencial nos indica que el bitumen óptimo es de 5.95% como se observa en la figura 48.

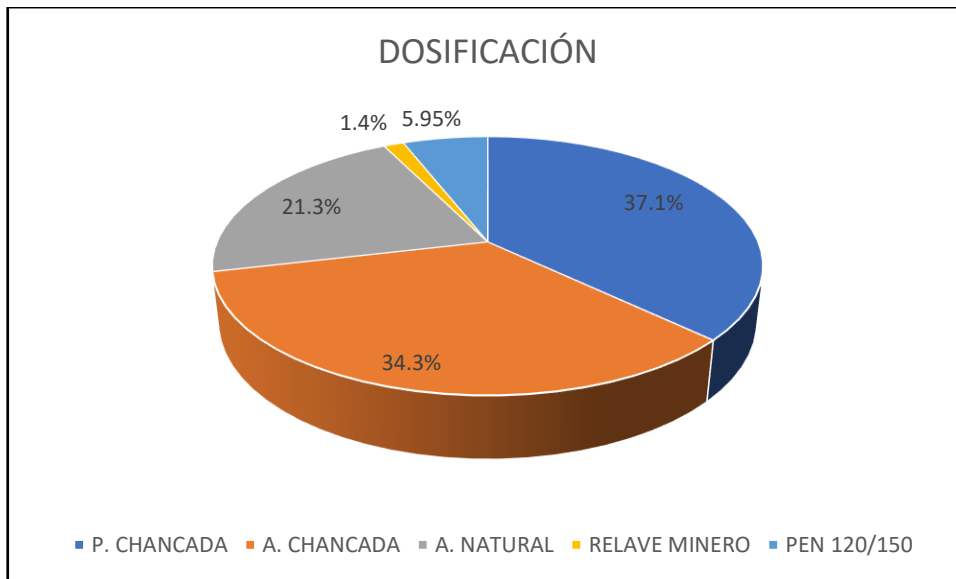


Figura 48: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 1.0% Filler.

Fuente: Elaboración Propia

Las estabilidades para el MAC Control + 1.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 5.95% de cemento asfáltico se halló la estabilidad más alta de 1122 como se observa en la figura 49.

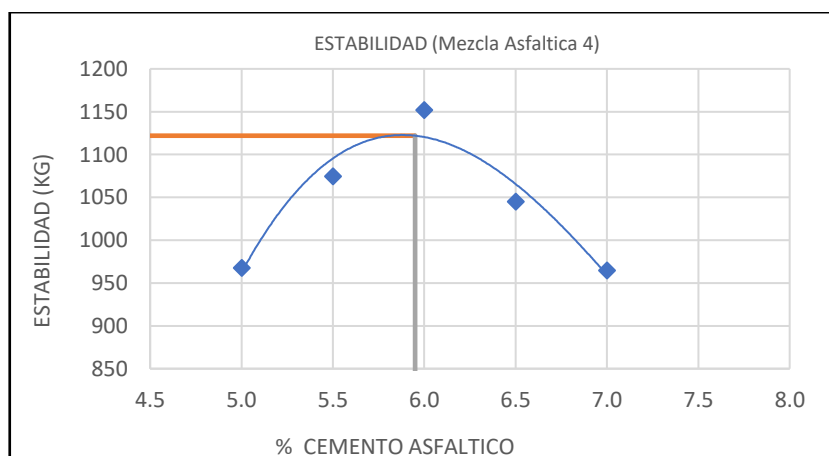


Figura 49: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 4)

Fuente: Elaboración Propia

El flujo para el MAC Control + 1.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 5.95% de cemento asfáltico se halló un flujo de 3.9 mm como se observa en la figura 50.

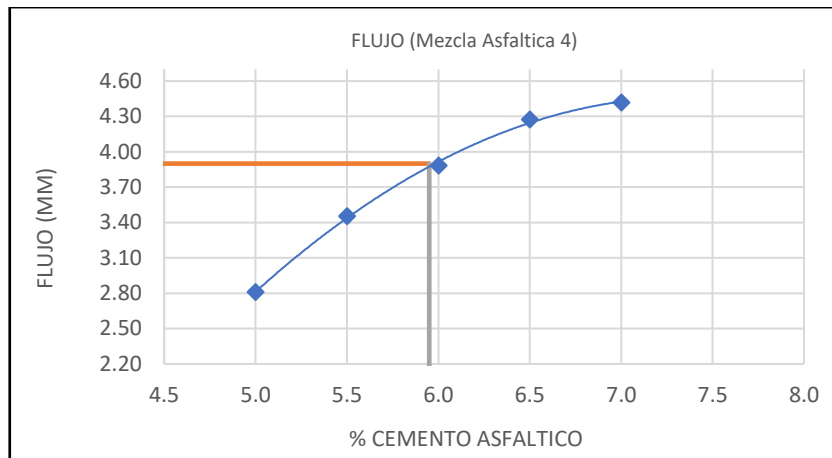


Figura 50: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 4)

Fuente: Elaboración Propia

El Porcentaje de Vacíos para el MAC Control + 1.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 5.95% de cemento asfáltico se halló un Porcentaje de Vacíos de 3.0 como se observa en la figura 51.

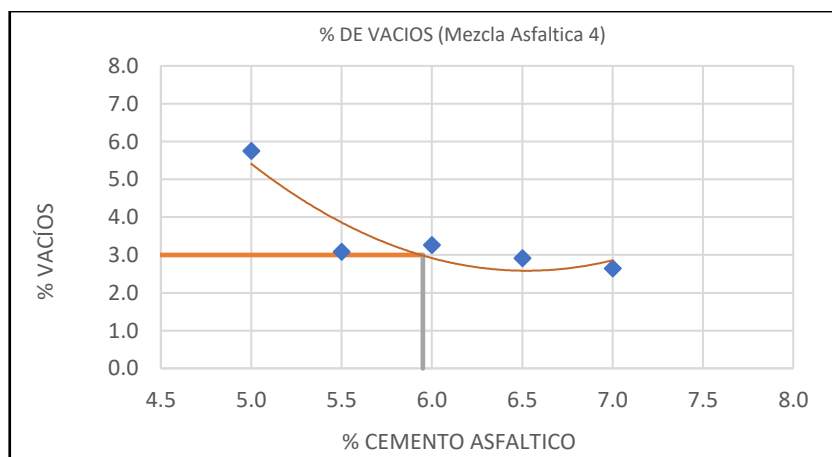


Figura 51: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 4)

Fuente: Elaboración Propia

Resumen de los Parámetros en sus Porcentajes de Contenido Asfáltico.

Estabilidad.

Se puede observar en la figura 52 una comparativa de las estabilidades reales halladas contrastadas con el porcentaje de cemento asfáltico y el porcentaje de filler adicionado

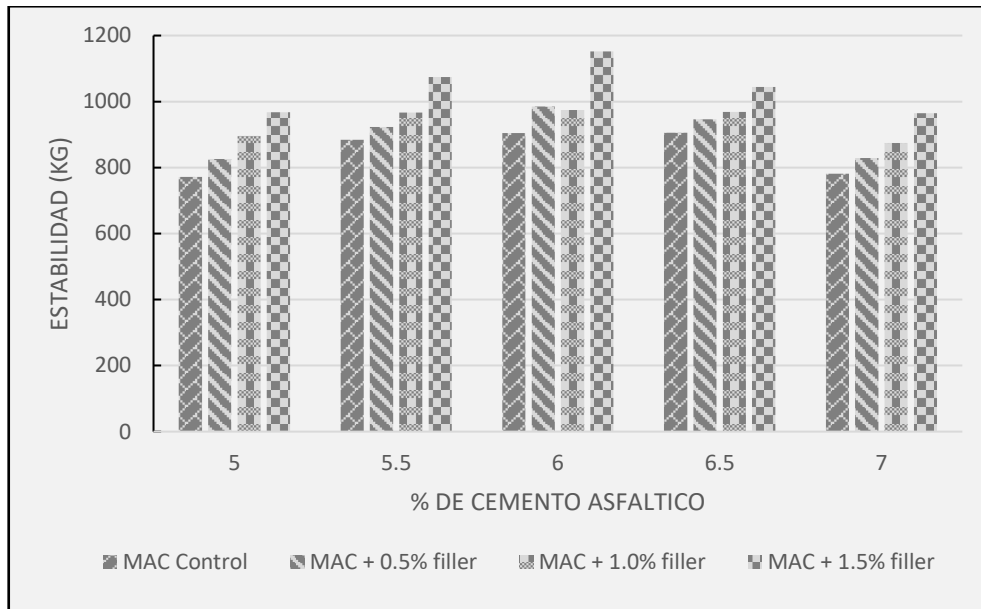


Figura 52: Resumen del Parámetro Estabilidad.

Fuente: Elaboración Propia

Flujo

Se puede observar en la figura 53 una comparativa de los flujos reales hallados contrastados con el porcentaje de cemento asfáltico y el porcentaje de filler adicionado.

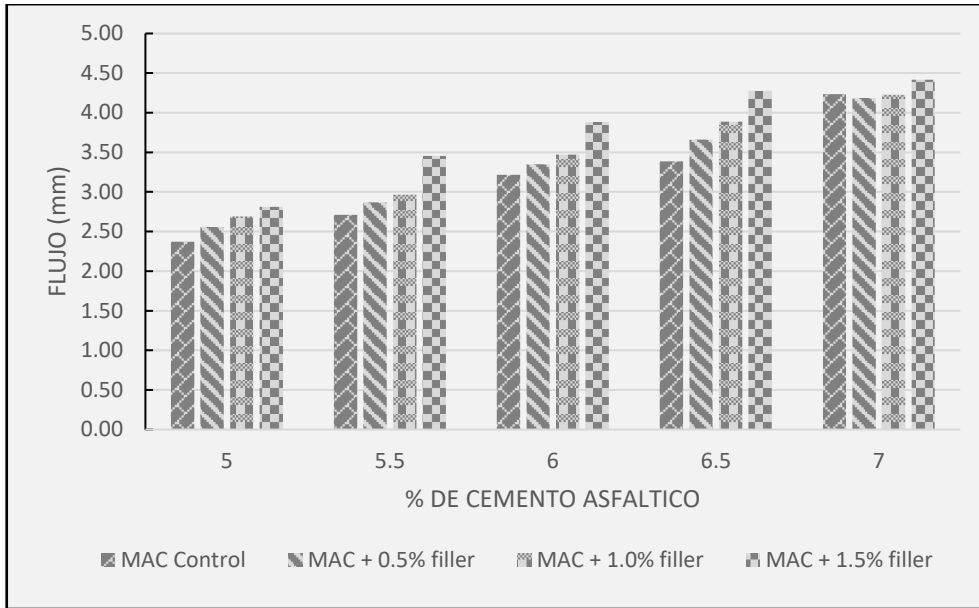


Figura 53: Resumen del Parámetro Flujo.

Fuente: Elaboración Propia.

Porcentaje de Vacíos

Se puede observar en la figura 54 una comparativa de los porcentajes de vacios reales hallados contrastados con el porcentaje de cemento asfaltico y el porcentaje de filler adicionado.

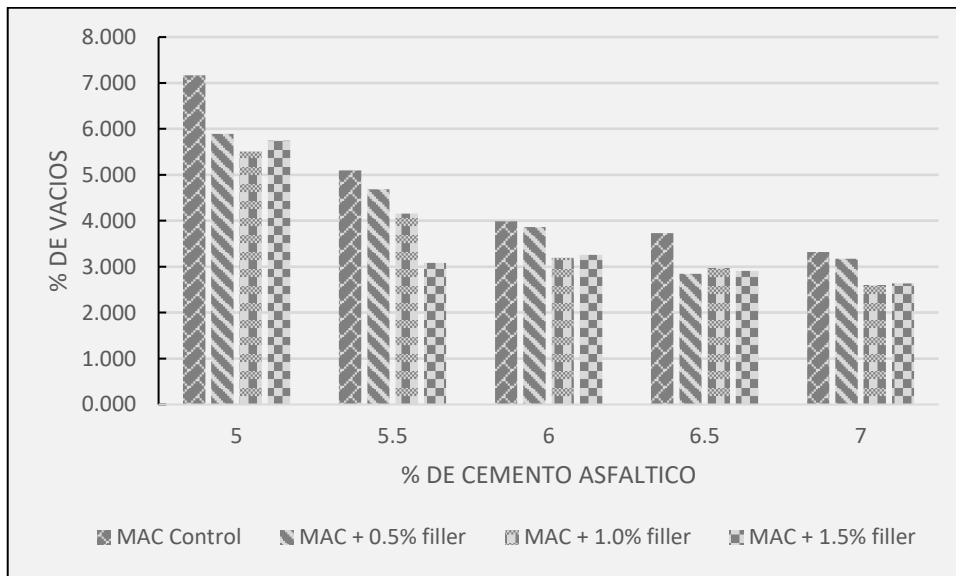


Figura 54: Resumen del Parámetro Porcentaje de Vacíos.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 Resumen de los resultados de parámetros de diseño óptimos.

CARACTERISTICAS	RESULTADOS			
	PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%	PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%	PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%	PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
GOLPES POR CARA	75	75	75	75
CEMENTO ASFALTICO PEN	120/150	120/150	120/150	120/150
PESO UNITARIO	2.275	2.283	2.295	2.300
PORCENTAJE DE VACÍOS	3.8	3.5	3.3	3.0
V.M.A.	13.9	13.4	12.9	12.5
VACIOS LLENOS CON C.A.	72.1	74.1	74.6	77.0
FLUJO 0.01"	3.3	3.4	3.5	3.9
ESTABILIDAD	919	979	985	1122
ESTABILIDAD/FLUJO	2785	2879	2814	2877
INDICE DE COMPATIBILIDAD	7.58	7.66	7.72	7.84
ESTABILIDAD RETENIDA 24H	91.2	90.5	89.7	89.1
RELACIÓN POLVO - ASFALTO	0.8	1.0	1.1	1.3

Fuente: Elaboración Propia

Contrastación de Hipótesis.

Según(Supo 2014) una hipótesis es una proposición anticipada esta puede ser verdadera o falsa.

Formulación de Hipótesis

Se formuló la Hipótesis Alternativa (H1) y la Hipótesis Nula (Ho) que viene a ser la negación de la alterna. (Supo 2014)

Ho: Hipótesis nula.

H1: Hipótesis alterna.

• Contrastación de Hipótesis Secundaria 1

Ho: $\mu=815$ kg La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente no modifica el parámetro de Estabilidad.

Hi: $\mu\neq 815$ kg La proporción 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifica el parámetro de Estabilidad.

Se utilizó el valor P para realizar la contrastación de hipótesis

Valor $p >$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Ho y se rechaza Hi.

Valor $p <$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Hi y se rechaza Ho.

Para la investigación se consideró un nivel de significancia de 5% y un nivel de confianza de 95%.

Para hallar el valor p debemos de contar con conceptos matemáticos básicos como la media aritmética la desviación estándar como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17: Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 1

Variable	N	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.
ESTABILIDAD	4	1001.3	42.9	85.8

Fuente: Elaboración Propia

Se realizo la prueba de Hipótesis Secundaria 1 como se muestra en la tabla 18

Tabla 18: Prueba de hipótesis Secundaria 1.

Hipótesis nula	$H_0: \mu = 815$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \neq 815$
Valor T	Valor p
4.34	0.023

Fuente: Elaboración Propia

Ya que el valor de P es menor al nivel de significancia aceptamos la Hipótesis Alternativa (H_i).

Elaboramos la gráfica de distribución de Probabilidad para mayor entendimiento como se muestra en la figura 55.

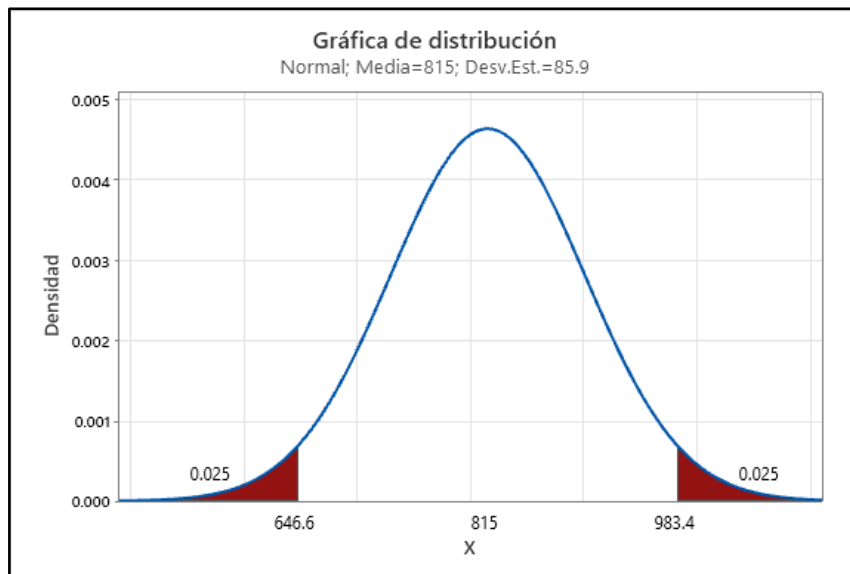


Figura 55: Gráfica de Distribución Hipotesis Secundaria 1.

Fuente: Elaboración Propia.

Contrastación de Hipótesis Secundaria 2

Ho: $\mu=2\text{mm}$ La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente no modifica el parámetro de Flujo.

Hi: $\mu \neq 2\text{mm}$ La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifica el parámetro de Flujo.

Se utilizó el valor P para realizar la contrastación de hipótesis

Valor $p >$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Ho y se rechaza Hi.

Valor $p <$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Hi y se rechaza Ho.

Para la investigación se consideró un nivel de significancia de 5% y un nivel de confianza de 95%.

Para hallar el valor p debemos de contar con conceptos matemáticos básicos como la media aritmética la desviación estándar como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19: Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 2.

Variable	N	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.
FLUJO	4	3.525	0.131	0.263

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó la prueba de Hipótesis Secundaria 2 como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Prueba de hipótesis Secundaria 2.

Hipótesis nula	$H_0: \mu = 2$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \neq 2$
Valor T	Valor p
11.60	0.001

Fuente: Elaboración Propia

Ya que el valor de P es menor al nivel de significancia aceptamos la Hipótesis Alternativa (H_1).

Elaboramos la gráfica de distribución de Probabilidad para mayor entendimiento como se muestra en la figura 56.

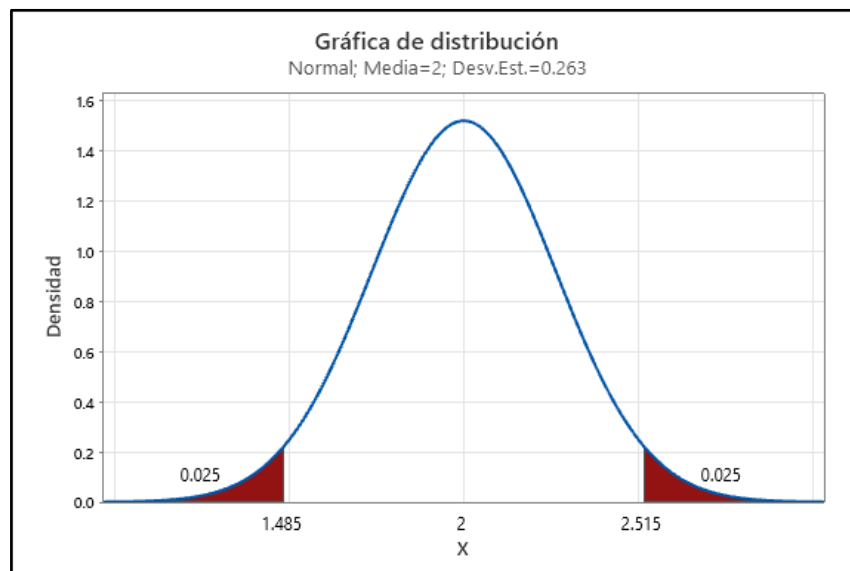


Figura 56: Grafica de Distribucion Hipotesis Secundaria 2

Fuente: Elaboración Propia

Contrastación de Hipótesis Secundaria 3

Ho: $\mu=4\%$ La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente no modifica el parámetro de Porcentaje de Vacíos.

Hi: $\mu\neq 4\%$ La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifica el parámetro de Porcentaje de Vacíos.

Se utilizo el valor P para realizar la contrastación de hipótesis

Valor $p >$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Ho y se rechaza Hi.

Valor $p <$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Hi y se rechaza Ho.

Para la investigación se consideró un nivel de significancia de 5% y un nivel de confianza de 95%.

Para hallar el valor p debemos de contar con conceptos matemáticos básicos como la media aritmética la desviación estándar como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21: Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 2.

Variable	N	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.
% DE VACIOS	4	3.400	0.168	0.337

Fuente: Elaboración Propia

Se realizo la prueba de Hipótesis Secundaria 2 como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22: Prueba de hipótesis Secundaria 2.

Hipótesis nula	$H_0: \mu = 4$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \neq 4$
Valor T	Valor p
-3.56	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Ya que el valor de P es menor al nivel de significancia aceptamos la Hipótesis Alternativa (Hi).

Elaboramos la gráfica de distribución de Probabilidad para mayor entendimiento como se muestra en la figura 57.

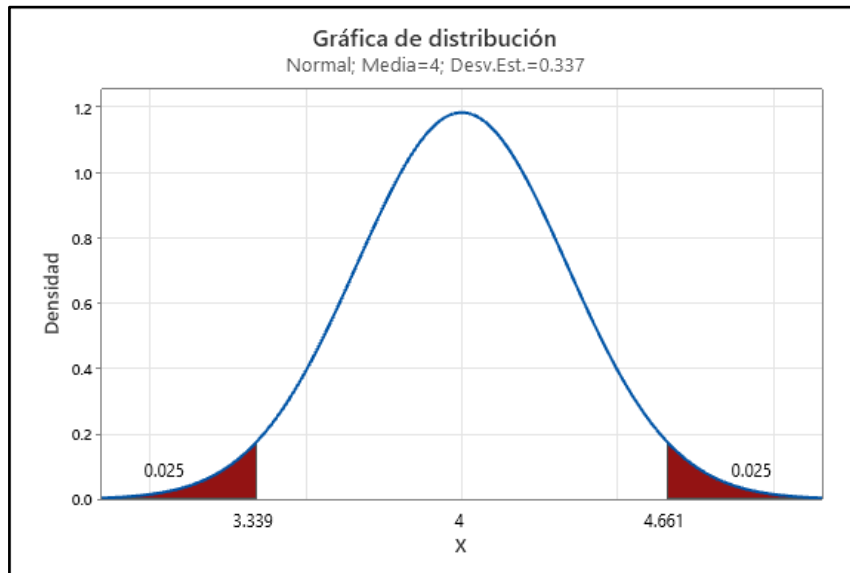


Figura 57: Grafica de Distribucion Hipotesis Secundaria 3.

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

La investigación tuvo como finalidad modificar los parámetros de diseño de las mezclas asfálticas en caliente al adicionar relave minero como filler en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%, esto se vio reflejado significativamente en los resultados para el parámetro de estabilidad consideramos como min 815 kg(8 kN) lo que se vio rápidamente superado en la primera mezcla asfáltica (MAC Control) la cual tuvo un resultado de 919 kg (9.01KN), en la segunda mezcla asfáltica (MAC Control + 0.5% de filler) se tuvo como resultado 979 kg (9.6 KN), en la tercera mezcla asfáltica (MAC Control + 1.0%) se tuvo como resultado 985 kg(9.66 KN), en la cuarta mezcla asfáltica se tuvo como resultado 1122 kg (11 KN); estos resultados de estabilidad que van incrementando son teóricos ya que a los diferentes porcentajes cemento asfáltico respecto los puntos obtenidos de estabilidad se le hizo una línea de tendencia de tipo exponencial la cual nos muestra como más óptimo, a su vez estos resultados no se interpretan como mejor a medida que aumentan su valor, tampoco como una mayor rigidez de la muestra, al incrementar la proporción de relave minero como filler lo que ocurre es que cerramos vacíos que se dan entre partículas las cuales no fueron ocupadas por el cemento asfáltico, en consecuencia aumentamos la plasticidad de nuestra muestra y eso hace que se dé una pseudo rigidez mayor, en (Quispe Chacon 2021) nos presenta de similar forma los valores de estabilidad obtenidos se incrementan adicionando residuos de PVC como filler, en ambos casos al incrementar la plasticidad de la mezcla asfáltica disminuimos la resistencia a la fatiga por cambio de temperatura y las cargas de tránsito, lo cual influiría directamente en problemas de fisuramientos y grietas de la capa de rodadura, respecto a la investigación hecha por (Mistry y Roy 2016) y la comparación con cenizas volantes es baja ya que en dicha investigación el porcentaje de cenizas volantes añadido es de 2%, 4%, 6% y 8%, de acuerdo a la curva de tendencia en nuestra investigación esta subiría si adicionáramos relaves mineros como filler en proporciones similares, el flujo de igual manera es bajo para la investigación antes mencionada, respecto a los vacíos en agregado mineral también es menor nuestra investigación comparada a la anterior pero considerando nuestras proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% todas ellas están dentro de los rangos de los parámetros dictados por el MTC.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación nos indican que la adición de relave minero como filler en las mezclas asfálticas logran modificar los parámetros de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos.

La estabilidad sin adición de relave minero como filler tuvo un resultado de 919 kg, al adicionarle filler en un 0.5% se elevó a 979, con 1% de filler siguió incrementando a 985 kg y finalmente con 1.5% 1122 kg.

El flujo sin adición de relave minero como filler tuvo un resultado de 3.3 mm, al adicionarle filler en un 0.5% se elevó a 3.4 mm, con 1% de filler siguió incrementando a 3.5 mm kg y finalmente con 1.5% 3.5 mm lo que nos indica una mayor deformabilidad de los especímenes para cada adición.

El porcentaje de vacíos sin adición de relave minero como filler tuvo un resultado de 3.6%, al adicionarle filler en un 0.5% disminuyó a 3.5 %, con 1% de filler siguió disminuyendo a 3.3 mm kg y finalmente con 1.5% 3.0% lo cual es lógico ya que se cerraron los espacios vacíos de los especímenes para cada adición.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una comparativa con un producto comercial como cal hidrata o cemento para verificar la viabilidad del uso en reemplazo de estos productos ya que sería mucho más económico y ayudaría en el aprovechamiento de los residuos de minería.

Se recomienda realizar ensayos de Rueda de Hamburgo para el diseño más óptimo y con esto obtener resultados de deformación permanente.

Se recomienda realizar ensayos de Viga de Fatiga para el diseño más óptimo y con esto obtener resultados de rigidez.

Se recomienda realizar ensayos de Resistencia a la Tracción Indirecta para el diseño más óptimo y con esto obtener resultados de deformación recuperable.

VIII. REFERENCIAS

ARTICULOS DE REVISTAS ACADEMICAS

DJELLALI, Adel, et.al, [2019]. Evaluation of Cement-Stabilized Mine Tailings as Pavement Foundation Materials. *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 37, no. 4, pp. 2811-2822. ISSN 1573-1529. DOI 10.1007/s10706-018-00796-8. Disponible en: <https://bit.ly/3LuybLj>

GOPEZ, Renato, 2015. Utilizing Mine Tailings as Substitute Construction Material: The Use of Waste Materials in Roller Compacted Concrete. *Open Access Library Journal*, vol. 2, no. 12, pp. 1-9. DOI 10.4236/oalib.1102199. Disponible en: <https://bit.ly/3JWeFa5>

HIDALGO, Laura, 2016. Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas, pp. 21. Disponible en: <https://bit.ly/38hhox8>

KUMAR, Skanda, R, Suhas., SHET, Santosh. y SRISHAILA, J.M., 2014. Utilization of Iron Ore Tailings as Replacement to Fine Aggregates in Cement Concrete Pavements [en línea]. [2014]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3iPEKMe>.

MISTRY, R. y ROY, T.K., 2016. Effect of using fly ash as alternative filler in hot mix asphalt. *Perspectives in Science*, vol. 8, pp. 307-309. ISSN 2213-0209. DOI 10.1016/j.pisc.2016.04.061.

OLUWASOLA, Ebenezer, HAININ, Mohd y AZIZ, Maniruzzaman, 2015. Evaluation of rutting potential and skid resistance of hot mix asphalt incorporating electric arc furnace steel slag and copper mine tailing. En: Accepted: 2015-11-24T04:51:43Z, *IJEMS Vol.22(5) [October 2015]* [en línea], [Consulta: 30 marzo 2022]. ISSN 0975-1017 (Online); 0971-4588 (Print). Disponible en: <http://> <https://bit.ly/372qRHU>

OSINERGMIN, 2017. La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3qI1PVG>.

SEED, H.B., MITRY, F.G., MONISMITH, C.L. y CHAN, C.K., 196]. Prediction of Flexible Pavement Deflections from Laboratory Repeated-Load Test". Highway Research Board. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3JUa5th>.

SUTRADHAR, D., MIAH, Md.M., GOLAM, J., CHOWDHURY, M., y SOBHAN, 2015. Effect of Using Waste Material as Filler in Bituminous Mix Design. American Journal of Civil Engineering, vol. 3, pp. 88-94. DOI 10.11648/j.ajce.20150303.16. Disponible en: <https://bit.ly/3uz6IHX>.

STEYN, Wynand y DENNEMAN, Erik, 2022. Comparison between the permanent deformation behaviour of a standard and a rut resistant HMA (hot-mix asphalt) mix. , [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3qSz7Bh>

ARTICULOS DE PERIODICOS

GESTIÓN, 2019. MTC aseguró pavimentar el 90% de la Red Vial Nacional y 70% de la Departamental para 2021. [en línea]. Lima, 2019. Disponible en: <https://bit.ly/38bPjau>.

LIBROS

ARIAS, Fidias, 2012. El Proyecto de Investigación 6ta Edición. - Introducción a la metodología científica [en línea]. Venezuela: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3IVngZA>.

Asphalt Institute, 1999. *Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente* [en línea]. S.l.: ASPHALT INSTITUTE. Serie de manuales. Disponible en: <https://bit.ly/3ynVstp>.

HIDALGO, L., 2016. Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas., pp. 21.

MENENDEZ José, 2012. Ingeniería De Pavimentos-Materiales, Diseño y Conservación [en línea]. Lima: ICG. Disponible en: <https://bit.ly/372N3BS>.

RONDÓN, Hugo, 2015. Pavimentos - Materiales, Construcción y Diseño [en línea]. Primera Edición. Bogotá: ECOE. Disponible en: <https://bit.ly/375VfRW>.

RUIZ, Carlos, 2013. Instrumentos y Técnicas de la Investigación Educativa Un Enfoque Cuantitativo y Cualitativo para la Recolección y Análisis de Datos [en línea]. Houston, Texas -USA: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3DpqtiO>.

SUPO José, 2014. Seminarios de Investigación Científica: Sinopsis del Libro y Carpeta de Aprendizaje [en línea]. Arequipa-Perú: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3Ds59sQ>.

NORMAS Y GUIAS

ASTMD, 2006. Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Asphalt Mixtures. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3iUnCVu>.

ASTM D3515, 2010. Standard Specification for Hot-Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures (Withdrawn 2009). [en línea]. [Consulta: 1 julio 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3PtASz1>.

ASTM D6926, 2010. ASTM International - ASTM D6926-10 - Standard Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus | Engineering360. [en línea]. [Consulta: 1 julio 2022]. Disponible en: bit.ly/3loAW0v.

Instituto Mexicano del Transporte, [2001]. Módulos de resiliencia en suelos finos y materiales granulares. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3iPDk4A>.

MINEM, 2009. Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/36XKqRF>.

MTC, 2016. Manual de Ensayo De Materiales. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3tQzpuy>.

PAGINAS DE INTERNET

Brana Vladislavjevic, [sin fecha]. Lepenski Vir | Serbia Attractions. Lonely Planet [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3ysbhzi>.

E-ASPHALT, 2005. Origen de Asfalto. [en línea]. Disponible en: bit.ly/3G2JrNA.

GRUESLAYER, 2019. Lago de la Brea. En: Page Versión ID: 118783627, Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3yYZhXP>.

UNIVERSIDAD DE BURGOS, 2020. Historia y evolución de la piedra - Historia de los materiales. [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3yPxdWv>.

VICTOR YEPES, 2014. Evolución histórica de la fabricación de mezclas bituminosas. [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3uUMh31>.

TESIS

AUCCASI Espillco, Hernán, 2018. Diseño de mezcla con adición de relaves mineros para pavimentos de resistencia media, Ayacucho 2018 [en línea]. Ayacucho: Universidad Alas Peruanas. [Consulta: 21 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/37ZhAAP>.

CURO Ordoñez, Eliseo. y RASHUAMÁN Benito, Percy, 2015. Diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ adicionado relave minero de la relavera n° 09-Acchilla-Cochaccasa, para tránsito ligero (metodo aci) en el Distrito de Lircay Provincia de Angaraes - Huancavelica [en línea]. Huancavelica: universidad nacional de Huancavelica. [Consulta: 30 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/36JFfF7>.

FLORES Armas, Sandra, 2020. Evaluación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente utilizando aditivo SBS, Trujillo – La Libertad [en línea]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3wQaNUn>.

QUISPE CHACON, L.M., 2021. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con incorporación de residuos de PVC como Filler en un porcentaje óptimo [en línea]. S.I.: Universidad Andina del Cusco. [Consulta: 23 junio 2022]. Disponible en: bit.ly/3yb8ITn.

RAMOS Rojas, Cerafín. y TORRES Ramos, Jesus, 2014. Estudio del relave minero de la mina Acchilla del distrito de Ccochaccasa como estabilizante para carreteras de tercer orden a nivel de base. En: Accepted: 2016-10-19T19:45:59Z, Universidad

Nacional de Huancavelica [en línea], [Consulta: 31 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3LNMbjJ>.

ROMERO Huayta, Mario y SALINAS Navarro, Manuel, 2020. Estudio experimental del concreto para adoquines tipo II, adicionando relaves mineros [en línea]. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín. [Consulta: 30 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3qKXpwX>.

SALAS CHAÑI, K.D. y YLLATUPA LIMA, M.L., 2019. Filler de diatomita en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente mediante método Marshall, en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la escuela profesional de Ingeniería Civil, ciudad de Cusco, 2016-2017 [en línea]. Cusco - Peru: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. [Consulta: 23 junio 2022]. Disponible en: bit.ly/3QFx8vB.

TAPIA Benavides, Claudio, 2018. Evaluación De La Influencia De La Escoria De Cobre En Mezclas Asfálticas Con Altos Porcentajes De Pavimento Asfáltico Reciclado Frente Al Ensayo De Ahuellamiento Y De Macrotextura [en línea]. Chile: Universidad Austral De Chile. Disponible en: <https://bit.ly/3uZU7aP>.

ANEXOS

Anexo N° 01: Cuadro de operacionalización de Variables.

Variable	Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores		Escala de medición
Variable dependiente	Proporción de relave minero	Desecho mineral solido de tamaño entre arena y limo provenientes del proceso de concentración que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo.(Osinergmin 2017)	El relave minero será usado proporcionalmente en porcentajes que se añadirán a la mezcla asfáltica en caliente como filler.	Porcentaje de relave minero	% de relave minero: 0%, 0.5%, 1.0% 1.5%		De razón
Variable independiente	Parámetros de diseño	Los parámetros de diseño de mezclas asfálticas en caliente son rangos de valores de diseño, los cuales tiene que cumplir para ser válidos.(Menendez Acurio 2012)	Se determinarán 3 parámetros los cuales son:	Estudio de mecánica de suelos	Análisis granulométrico	Peso específico y absorción	De razón
					Límites de consistencia	Durabilidad	
					Equivalente de arena	Sales solubles	
					Abrasión	Peso unitario suelto	
					Caras fracturadas	Recubrimiento	
					Partículas Chatas y alargadas		
				Diseño de mezclas asfálticas en caliente	Estabilidad		
Flujo							
Porcentaje de vacíos con aire							

Anexo N° 02: Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño.

Autor: Pacuri Zapana, Jesus Fernando.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿En qué proporción los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifican los parámetros de diseño?</p>	<p>OBJETIVO PRINCIPAL Modificar los parámetros de diseño por medio de los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.</p>	<p>HIPOTESIS PRINCIPAL Los relaves mineros como filler en proporciones de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican los parámetros de diseño.</p>	<p>VI: RELAVES MINEROS</p>	<p>• Cantidad</p>	<p>• Peso (Kg) y/o %</p>	<p>• METODO DE INVESTIGACION: Científico hipotético deductivo</p> <p>• DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental Ge1 (A): $Y1 \rightleftharpoons X1 \rightleftharpoons Y2$ Ge2 (A): $Y3 \rightleftharpoons X2 \rightleftharpoons Y4$ Ge1 Observación con RI Ge2 Observación con RM</p> <p>• TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>• NIVEL DE INVESTIGACIÓN correlacional-explicativo</p> <p>• POBLACIÓN Relaveras Centro poblado de la rinconada y alrededores.</p> <p>• MUESTRA 60 especímenes</p> <p>• TECNICAS DE OBTENCION DE DATOS: Fuentes primarias: Observación Fuentes secundarias: Textos, tesis, formatos de control, fichas.</p> <p>• TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: A través de software y análisis</p>
<p>PROBLEMA SECUNDARIO N° 1 •¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificar la estabilidad?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO N° 1 •Modificar la estabilidad utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.</p>	<p>HIPOTESIS SECUNDARIO N°1 • Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican la estabilidad.</p>				
<p>PROBLEMA SECUNDARIO N° 2 •¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificar el flujo?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO N° 2 •Modificar el flujo utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.</p>	<p>HIPOTESIS SECUNDARIO N°2 •Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican el flujo.</p>	<p>VD: Parámetros de diseño</p>	<p>• Estabilidad • Flujo • Porcentaje de vacíos con aire.</p>	<p>• Fuerza (Kn) • Peso (Kg) • Porcentaje (%)</p>	
<p>PROBLEMA SECUNDARIO N° 3 •¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificarla el porcentaje de vacíos con aire?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO N° 3 •Modificar el porcentaje de vacíos con aire utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.</p>	<p>HIPOTESIS SECUNDARIO N°3 •Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican los porcentajes de vacío con aire.</p>				

Anexo N° 04: Constancia de Validación.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, RONNY RICHARD PARIZACA QUISPE con CIP N° 183927, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Criterios	Indicadores	Valoración				
		1	2	3	4	5
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.					X
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.					X
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.					X
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.				X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.					X
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.					X
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.					X
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.				X	
Valoración Total		38				

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

Validación	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
Rango de valoración	0-20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 38 y está dentro del rango de valoración 37 – 40 y su validación fue excelente.

Juliaca, 27 de mayo del 2022.




Ing. RONNY RICHARD PARIZACA QUISPE
CIP N° 183927

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ALBERTH YSIDRO QUISPE BUSTINZA con CIP N° 151300, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Criterios	Indicadores	Valoración				
		1	2	3	4	5
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.					X
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.					X
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.				X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.					X
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.					X
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.					X
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.					X
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.					X
Valoración Total		39				

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

Validación	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente
Rango de valoración	0-20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 38 y está dentro del rango de valoración 37 – 40 y su validación fue excelente.

Juliaca, 26 de mayo del 2022.

Ing. ALBERTH YSIDRO QUISPE BUSTINZA
CIP 151300

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, JOHN DARWIN TICONA QUISPE con CIP N° 167739, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Criterios	Indicadores	Valoración				
		1	2	3	4	5
Pertinencia	Los Items miden lo previsto en los objetivos de investigación.				X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.					X
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.					X
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.					X
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.				X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.				X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.					X
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.					X
Valoración Total		37				

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

Validación	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente
Rango de valoración	0-20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 37 y está dentro del rango de valoración 37 – 40 y su validación fue bueno.

Juliaca, 25 de mayo del 2022.



John Darwin Ticona Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP 167739

Ing. JOHN DARWIN TICONA QUISPE
CIP N° 167739

Anexo N° 05: Resultados de los Ensayos de Laboratorio.



ENSAYOS DE AGREGADOS



RELAVES MINEROS COMO FILLER
EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS
PARÁMETROS DE DISEÑO

2022



**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

ENSAYOS DE AGREGADOS

**PUNO – PERÚ
2022**



**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

**ENSAYOS DE
AGREGADOS**

**ARENA
CHANCADA**

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

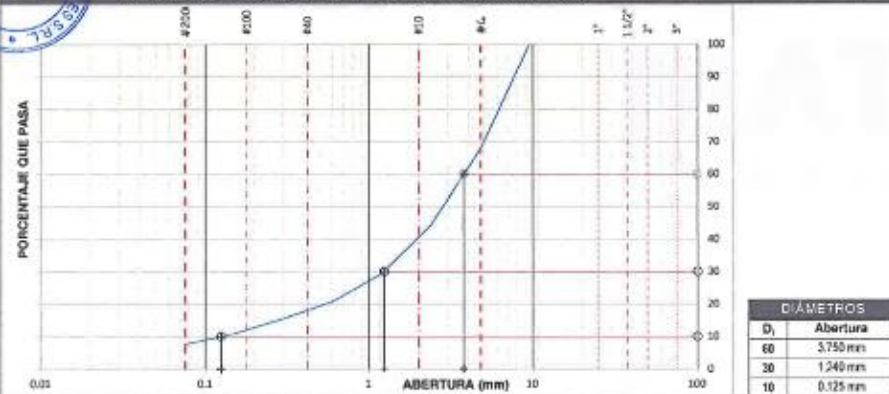
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO(%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Prmo muestra seca	1,365 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Paso muestra lavada y seca	1,280 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Frac equl. < 94	89.1%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Frac equl. < 94	31.9%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Frac equl. < 64	83.1 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac equl. < 425	7.7%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MAXIMO	38"
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	3/4"	4.750	435.0	31.9	88.1		Uniformidad (Cu)	30.000
11	48	2.360	325.2	23.8	44.3		Curvatura (Cc)	3.280
12	#10	1.180	204.1	15.1	29.3			
13	#30	0.850	117.5	8.6	20.7			
14	#50	0.300	70.7	5.2	15.5			
15	#100	0.150	33.8	2.5	10.8			
16	#200	0.075	42.8	3.1	7.7			
17	Fondo		104.9	7.7				



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras preparadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Porcohuay Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Blasius Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden únicos y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

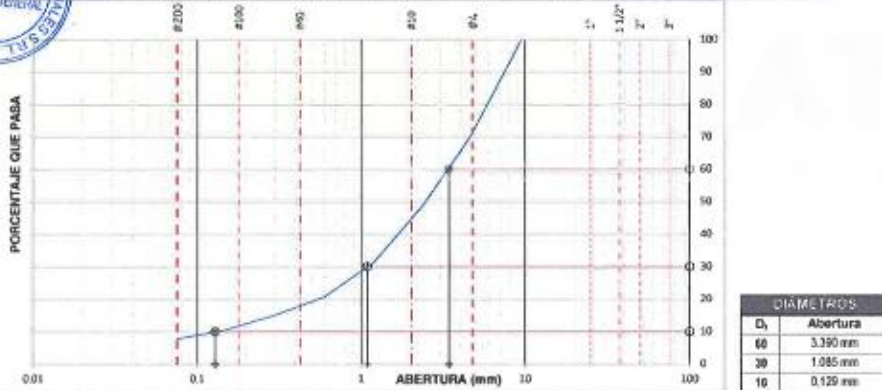
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CAGANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA
MUESTRA: N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	2.335 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	2.335 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Frac. eq. < 4#	71.2%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava esada	28.8%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino apesado < #4	1.810 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. eq. < #100	7.9%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMIZO MÁXIMO	38"
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	4	4.750	729.0	28.8	71.2		Uniformidad (Cu)	26.275
11	40	2.360	603.4	22.2	49.1		Curvatura (Cc)	2.652
12	#16	1.180	445.3	17.5	31.5			
13	#30	0.600	273.3	10.8	20.8			
14	#60	0.300	140.6	5.5	15.2			
15	#100	0.150	117.4	4.8	10.6			
16	#200	0.075	70.4	2.8	7.9			
17	Fondo	0.075	190.6	7.9				



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tintaya
TEL. DE SUSUOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Duciris Yari Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf : (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Jullaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

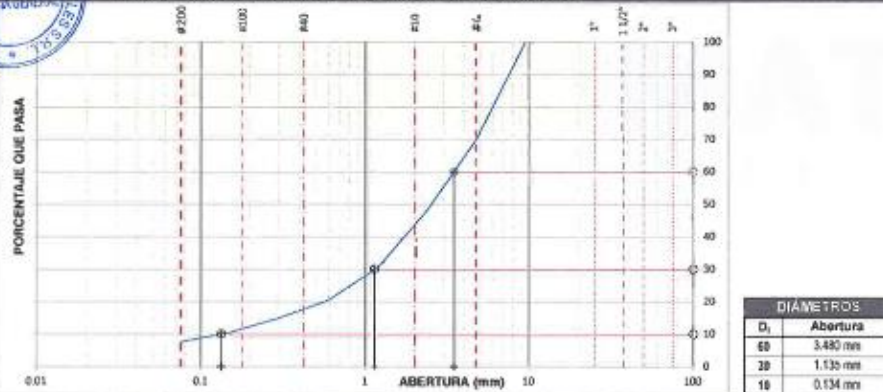
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABAYLLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA
MUESTRA: N°3
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		ACUMULADO (%)		DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	PASANTE	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	2.007 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	1.847 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Peso equiv. <#4	1.367 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava pasante	804 g
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Peso ensayado <#4	1.640 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Peso equiv. <#20	154 g
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMANO MÁXIMO	3/8"
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	834.0	30.2	69.8		Uniformidad (Cu)	25.970
11	#6	2.500	510.0	21.7	48.1		Curvatura (Cc)	2.763
12	#16	1.190	469.7	17.4	35.6			
13	#30	0.600	239.3	10.2	29.5			
14	#60	0.300	127.4	5.4	15.0			
15	#100	0.150	106.4	4.5	19.5			
16	#200	0.075	65.6	2.8				
17	Fondo	0.075	181.1	7.7				



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
Juan Percy Paricacua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dirección Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel.: (051) 495295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PAOLURI ZAPANA

FECHA : 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS MUESTRA : N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					

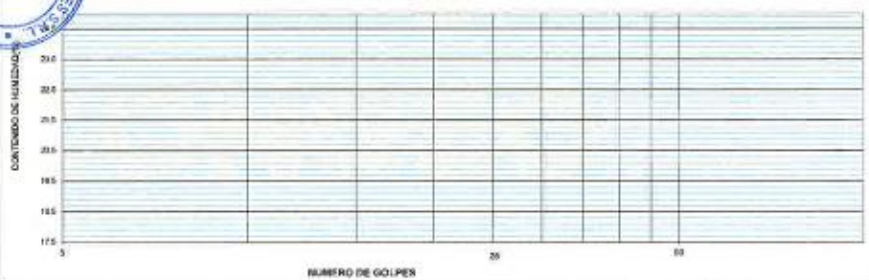
NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE LA TARRA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 436296



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Jullaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Balda Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA : CABANILLAS
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA
MUESTRA : N° 2
LUGAR DE MUESTREO : CANTERA (CHANCADORA)

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			
NÚMERO DE GOLPES				

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° TARRO	ID			
PESO TARRA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARRA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE LA TARRA	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5	25	50
24.0			
23.0			
22.0			
21.0			
20.0			
19.0			
18.0			
17.0			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Baricahua Timaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dheivis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: 0511 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Jullica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA :** N° 3
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					

NP

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE LA TARRA	(g)				
PESO DEL AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES


- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40


CONGEMAT S.R.L.
 John Percy Parichahua Tintaya
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Dheitors Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf : (051) 405296


CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
 Juliaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA : CABANILLAS
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

MUESTRA : N° 1
LUGAR DE MUESTREO : CANTERA (CHANCADORA)

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
NP CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			
NUMERO DE GOLPES				

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
NP TARRO	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NUMERO DE GOLPES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
34.5															
33.5															
32.5															
31.5															
30.5															
29.5															
28.5															
27.5															
26.5															
25.5															
24.5															
23.5															
22.5															
21.5															
20.5															
19.5															
18.5															
17.5															

VERIFICACION GENERAL
CONGEOMAT S.R.L.

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material presente del tarzo nro. 200


CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Pacuri Zapana
 Ing. de SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
 Dircelis Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS MUESTRA : N° 2
UBICACIÓN: SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTRO: CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			
NUMERO DE GOLPES				

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° TARRO	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DE LA AGUA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NUMERO DE GOLPES
23.5	0
23.0	5
22.5	10
22.0	15
21.5	20
21.0	25
20.5	30
20.0	35
19.5	40
19.0	45
18.5	50
18.0	55
17.5	60

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material presente del tarro nro. 200


John Percy Paricahuá Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dircelis Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf. (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Jullaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PAOLINI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA
MUESTRA : N° 3
LUGAR DE MUESTRO: CANTERA (CHANCADORA)

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NÚMERO DE GOLPES					

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID				
PESO TARRA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE LA TARRA	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NÚMERO DE GOLPES
25	5
25	10
25	15
25	20
25	25
25	30
25	35
25	40
25	45
25	50
25	55
25	60
25	65
25	70
25	75
25	80
25	85
25	90
25	95
25	100

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasante del tamiz no. 200



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Pariahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel: +51 1 466286



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana: Jr. 48 de diciembre No. 4 Lote 30, Salda Mayorada



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIP. : ARENA CHANCADA

MUESTRA : N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

DATOS DE MUESTRA		1	2	PROMEDIO
1	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	500.00	500.00	
2	PESO: FIOLA + 500 cc AGUA (AFORADO)	657.30	662.40	
3	PESO: FIOLA + 500 cc AGUA + [1]	1157.30	1162.40	
4	PESO: FRASCO + AGUA + [1] (AFORADO A 500 cc)	961.20	965.90	
5	PESO (VOL. AGUA) DEL MATERIAL 588*, [3][4]	196.10	196.50	
6	PESO SECO EN ESTUFA A 105°C +5°C	486.3	486.4	
7	PESO / VOL. DE AGUA EN LA MUESTRA 588*	13.70	13.60	
8	VOLUMEN DEL SUELO SOLIDO (cc), [5]-[7]	182.4	182.9	
9	PESO E. BULK BASE SECA, [8][5]	2.480	2.475	2.478
10	PESO E. BULK BASE SATURADA, [10][5]	2.550	2.545	2.547
11	PESO E. FERRENTE BASE SECA, [8][8]	2.686	2.659	2.663
12	ABSORCIÓN, [10][8]-1	2.817	2.786	2.807



OBSE RVACIONES :

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Pachahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Dávids Yury Java Velca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210652

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: 10511-405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 18 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVÉS MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

DETERMINACIÓN DE ALTURAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	3	PROMEDIO
1	Lectura cronometro de entrada a saturación	min:sec	07:40:00	07:42:00	07:44:00	
2	Lectura cronometro: salida de saturación	min:sec	07:56:00	07:52:00	07:54:00	
3	Tiempo de saturación (Ts), Ts = 10 ± 1 min	min:sec	00:10:00	00:10:00	00:10:00	
4	Tiempo de agitación (Ta), Ta = 40 ± 3 seg	s	40	40	40	
5	Lectura cronometro: entrada a decantación	min:sec	07:52:00	07:54:00	07:56:00	
6	Lectura cronometro: salida de decantación	min:sec	08:12:00	08:14:00	08:16:00	
7	Tiempo decantación (Td), Td = 20 ± 15 seg	s	00:20:00	00:20:00	00:20:00	
8	Altura total finos floculados, ± 1 mm	mm	61	61	60	
	Alto de la parte arenosa, ± 1 mm	mm	36	37	36	
	EA (Equivalente arena, [3]100[3])	%	70.6	72.5	72.0	71.7



CONSERVACIONES

Muestra representativa por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

 **CONGEMAT S.R.L.**
John Percy Pacurana Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 **CONGEMAT S.R.L.**
Ing. Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com
☎ Tel: +511 4469226

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 10-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

TAMANOS DE MALLAS			Agitación de muestra (10 min.)	contenido de agua destilada (mg)	muestra lavada (mg)
PASA	RETENIDO	PESO (g)			
#4	fondo	500	10'	1000,0	65

DESCRIPCIÓN		IDENTIFICACION		
ITEM	ENSAYO	1	2	PROMEDIO
1	Hora de entrada a saturación	09:10:00	09:30:00	
2	Hora de salida de saturación (mas 10')	09:20:00	09:40:00	
3	Hora de entrada a decantación	09:30:00	09:50:00	
4	Hora de Salida de decantación (mas 20')	09:50:00	10:10:00	
5	Altura máxima de la arcilla	9,80	9,80	
6	Altura máxima de la arena	4,10	4,20	
7	Índice de durabilidad (DI=Laurea/Larcilla*100)	41,8	42,0	
				42,36



RESERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichahua Tintaya
 TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Diego Luis Yagui-Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.P. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C-2022-200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 05 Jun 22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CASANILLAS

MUESTRA: N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN

LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

Muestra pasante tamiz 2.36 mm (N° 60) y Retiene tamiz 0.075 mm (N° 200)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	PROMEDIO
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	gr.	582.82	580.98	52.1
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	456.79	456.70	
PESO DE LA MUESTRA (W)	gr.	126.03	124.19	
GRAVEDAD ESPECÍFICA BRUTA (Gsb)	cc	2.663	2.663	
VOLUMEN DEL MOLDE (V)	cc	99	99	
VOLUMEN DEL AGREGADO FINO (W/Gsb)	m3	47.33	46.64	
ANGULARIDAD DEL AGREGADO $V \cdot (W/Gsb) / V \cdot 100$	%	51.79	52.48	
ANGULARIDAD PROMEDIO	%				52.14



CONSIDERACIONES

Se agregan las consideraciones por el solicitante.

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paruchua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Jesus Fernando Pacuri Zapana
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 306295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané





**INFORME DE ENSAYO
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO
Y SULFATO DE MAGNESIO**
MTC E 209:2016

Código : F - 047
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUI: REGISTRO: C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA FECHA: 10-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS MUESTRA: N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

Agregado Fino

Fracción		Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Pérdida de Peso (Grs)	% Pérdida Total	Gradación Original		Pérdida Corregida (%)
Pasa	Retiene					Escalonada	Original	
3/8"	N°4	100	98.5	1.5	1.50	31.9	35.73	0.54
	N°4	100	93.8	6.2	6.20	23.8	26.68	1.65
	N°8	100	91.6	8.4	8.40	15.1	16.81	1.42
	N°16	100	88.7	11.3	11.30	8.6	9.64	1.09
	N°30	100	87.4	12.6	12.60	5.2	5.80	0.73
	N°50	100	86.6	13.4	13.40	4.7	5.24	0.70
SUMATORIA		800	546.6		89.19	100.0	100.00	
						% Pérdida	:	8.1



OBSERVACIONES:

Muestras proporcionadas por el solicitante
Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parahua Tintaya
TEL: (051) 984 404 000

CONGEMAT S.R.L.
Edwin Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 984 404 000

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 11-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

AGREGADO FINO:

IDENTIFICACIÓN	N° DE ENSAYOS		
	2	4	3
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	176.10	165.00	196.40
(2) Peso Tarro + agua + sal	269.17	255.48	257.23
(3) Peso Tarro Seco + sal	176.16	165.07	196.45
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.08	0.07	0.05
(5) Peso de Agua (2-3)	92.99	90.41	60.78
(6) Porcentaje de Sal	0.086	0.077	0.062
Promedio %	0.082		



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
 John Percy Parichahua Tintayá
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Dilsis Yury Jana Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CP N° 210082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com
☎ Telf: 0541 416265



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

**PUNO – PERÚ
2022**

**ENSAYOS DE
AGREGADOS**

**PIEDRA
CHANCADA**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

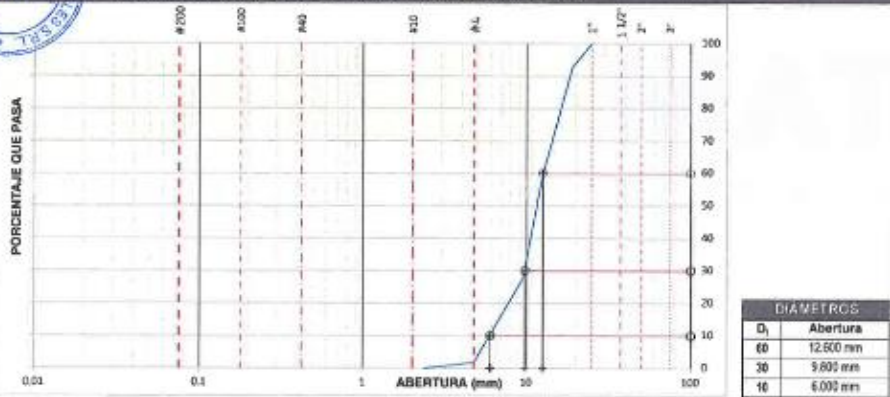
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCAOORA)

TAMIZADO						RESUMEN		
N°	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO(%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	SUELO	%		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		GENERAL	
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	10.240 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	10.240 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Fines agua: < 4µ	1.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Grava media	98.2%
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Fino lavado < #4	10.0%
7	3/4"	18.000	730	7.2	92.8		Fines agua: < #200	0.0%
8	1/2"	12.500	3.462	33.8	66.2		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
9	3/8"	9.500	3.204	31.3	68.7		TAMANO MAXIMO	1"
10	#4	4.750	2.657.0	25.9	74.1		COEFICIENTES	
11	#8	2.360	350.0	3.4	96.6		Uniformidad (Cu)	2.700
12	#16	1.180					Curvatura (Cc)	1.270
13	#30	0.600						
14	#60	0.250						
15	#100	0.150						
16	#200	0.075						
17	Fondo	0.075						



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintayá
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dbernis Vury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 216162

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Telf.: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO FACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

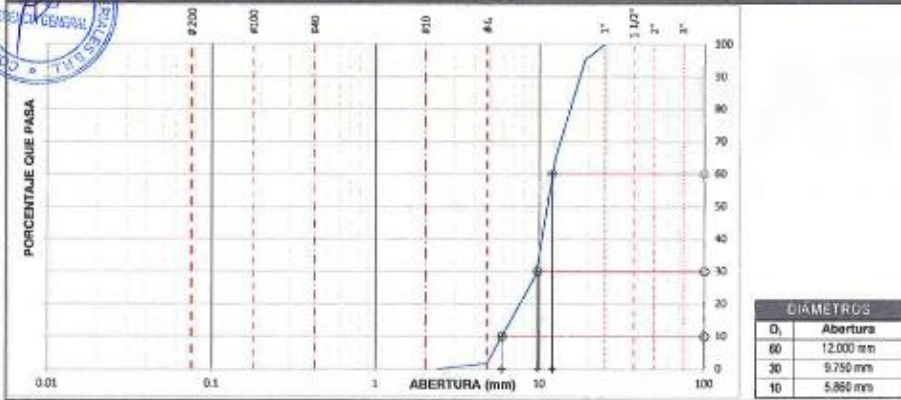
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 3
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	3.850 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	3.850 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equi. <#4	1.7%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	93.3%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado <#4	200 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Frac. equi. <#20	0.0%
7	3/4"	19.000	483	4.7	95.3		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	2,993	30.4	64.9		TAMIZADO MÁXIMO	1"
9	3/8"	9.500	3,525	35.8	29.1		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	2,703.0	27.4	1.7		Uniformidad (Cu)	2048
11	#8	2.360	250.0	1.7	0.0		Curvatura (Cc)	1.352
12	#20	0.850						
13	#40	0.425						
14	#100	0.150						
15	#200	0.075						
16	Fondo	0.075						



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracalima Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dicelis Yuyaytata Killa
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: 051 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 18 de diciembre Mz. A Lote 38. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 01-jun-22

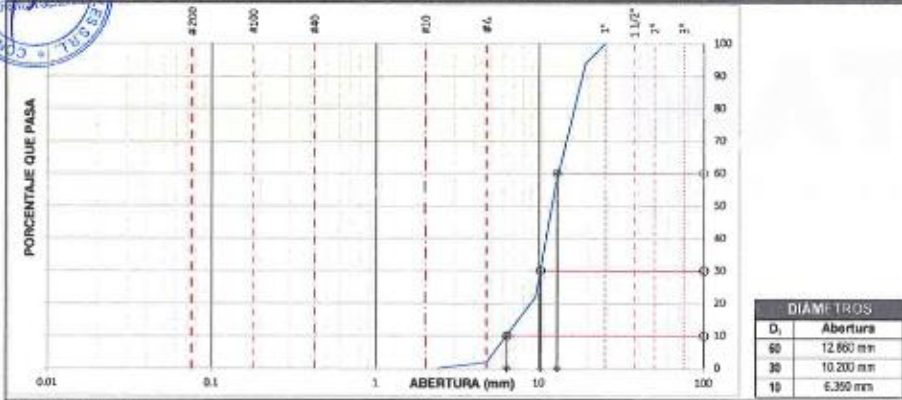
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CASANILLAS **MUESTRA:** N° 2
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	12.405 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	12.405 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Fines org. <M	236 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava esada	90.1%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fines ensayado < 80	400 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Fines seco < 60	0 g
7	3/4"	18.000	797	6.1	93.9		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	4.731	38.1	55.8		TAMIZADO MÁXIMO	1"
9	3/8"	9.500	4.189	33.8	72.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	2.692	20.1	1.9		Uniformidad (Cu)	2.025
11	#8	2.380	400.0	1.9	0.0		Curvatura (Cc)	1.274
12	#20	0.850						
13	#40	0.425						
14	#100	0.150						
15	#200	0.075						
16	Fondo	0.075						



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras preparadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paucantua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dicenis Yara Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210602

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel. (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julíaca, Jr. 18 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : CABANILLAS
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIP. : PIEDRA CHANCADA

MUESTRA : N° 1
LUGAR DE MUESTREO : CANTERA (CHANCADORA)

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

DATOS DE MUESTRA		1	2	PROMEDIO
1	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	1542.5	1640.2	
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA S	937.8	997.2	
3	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS	604.7	643.0	
4	PESO DE LA MUESTRA SECA	1502.2	1598.1	
5	VOLUMEN DE MASA	564.4	600.9	
6	PESO E bulk base seca	2.484	2.485	2.485
7	PESO E bulk base saturada	2.551	2.551	2.551
8	PESO E APARENTE base seca	2.662	2.660	2.661
9	% DE ABSORCIÓN	2.663	2.634	2.659



OBSERVACIONES :

Muestras proporcionadas por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
[Signature]
John Percy Pachashua Tintayá
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
[Signature]
Dhcinis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@upm.edu.pe
Tel.: (051) 405235

📍 **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANtera (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

ABRASIÓN LOS ANGELES

MUESTRA N°	01		
GRADACIÓN	"B"		
PESO MUESTRA	5006		
3" - 2.1/2"	-		
2.1/2" - 2"	-		
2" - 1.1/2"	-		
1.1/2" - 1"	-		
1" - 3/4"	-		
3/4" - 1/2"	2500		
1/2" - 3/8"	2506		
3/8" - 1/4"	-		
1/4" - N° 4	-		
N° 4 - N° 8	-		
RETENIDO N°12	3985		
PASA N° 12	1021		
DESGASTE	20.40		
PERDIDA AL DESGASTE PROMEDIO	20.4		





OBSERVACIONES :


- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paredes Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Diego Pury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 21062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

 congemata@gmail.com
 Telf.: (051) 405295

 **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

PARTÍCULAS CHATAS

Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	(B/A)*100	%		CxD
2"	1 1/2"	0.0	0.0			
1 1/2"	1"	0.0	0.0			
1"	3/4"	733.0	0.0	0.0	7.16	0.00
3/4"	1/2"	3462.0	44.0	1.3	33.81	44.82
1/2"	3/8"	3204.0	62.0	1.9	31.29	60.55
3/8"	1/4"	1785.0	80.0	4.5	16.00	71.71
Total		9184.0			88.3	177.2
						2.01

PARTÍCULAS ALARGADAS

Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	(B/A)*100	%		CxD
2"	1 1/2"	0.0	0.0			
1 1/2"	1"	0.0	0.0			
1"	3/4"	733.0	0.0	0.0	7.16	0.00
3/4"	1/2"	3462.0	0.0	0.0	33.81	0.00
1/2"	3/8"	3204.0	25.0	0.8	31.29	24.41
3/8"	1/4"	1785.0	54.0	3.0	16.00	57.37
Total		9184.0			88.3	81.8
						0.93

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS TOTAL : 2.93 %

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricallpa Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dicitis Yara Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210052

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

PARTÍCULAS CHATAS

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	(B/A)*100	%	CxD	
2"	1 1/2"	0.0	0.0				
1 1/2"	1"	0.0	0.0				
1"	3/4"	757.0	0.0	0.0	6.10	0.00	
3/4"	1/2"	4731.0	51.0	1.1	38.14	41.11	
1/2"	3/8"	4189.0	83.0	1.5	33.77	50.79	
3/8"	1/4"	1072.0	72.0	6.7	16.00	107.46	
Total:		10749.0			94.0	199.4	
						2.12	



PARTÍCULAS ALARGADAS

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	(B/A)*100	%	CxD	
2"	1 1/2"	0.0	0.0				
1 1/2"	1"	0.0	0.0				
1"	3/4"	757.0	0.0	0.0	6.10	0.00	
3/4"	1/2"	4731.0	0.0	0.0	38.14	0.00	
1/2"	3/8"	4189.0	22.0	0.5	33.77	17.73	
3/8"	1/4"	1072.0	80.0	4.7	16.00	74.63	
Total:		10749.0			94.0	82.4	
						0.88	

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS **TOTAL:** **3.10** %



OBSERVACIONES:

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
 Joha Percy Parichama Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Ohevis Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.P. N° 210502

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

 congeomat@gmail.com
 Telf. (051) 405295

 **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mr. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 3
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

PARTÍCULAS CHATAS

Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	(B/A)*100	%	C+D
2"	1 1/2"	0.0	0.0			
1 1/2"	1"	0.0	0.0			
1"	3/4"	463.0	0.0	0.0	4.70	0.00
3/4"	1/2"	2993.0	42.0	1.4	30.39	42.04
1/2"	3/8"	3526.0	55.0	1.6	35.80	55.84
3/8"	1/4"	1290.0	89.0	6.9	16.00	110.39
		8272.0			86.9	206.9
						2.40

PARTÍCULAS ALARGADAS

Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	(B/A)*100	%	C+D
2"	1 1/2"	0.0	0.0			
1 1/2"	1"	0.0	0.0			
1"	3/4"	463.0	0.0	0.0	4.70	0.00
3/4"	1/2"	2993.0	0.0	0.0	30.39	0.00
1/2"	3/8"	3526.0	39.0	1.1	35.80	39.50
3/8"	1/4"	1290.0	54.0	4.2	16.00	66.96
Total:		8272.0			86.9	106.6
						1.23

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS TOTAL: 3.63 %

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Pery Parichagua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julaca - Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Balista Nuancani



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Original		CxD
2"	1 1/2"	-	0	0	0.00	0.0
1 1/2"	1"	-	0.0	0	0.00	0.0
1"	3/4"	733.0	733.0	100.0	7.16	715.8
3/4"	1/2"	3482.0	3436.0	99.2	33.81	3355.5
1/2"	3/8"	3204.0	3155.0	98.5	31.29	3081.1
Total:		7399.0	7324		72.3	7152.3

Porcentaje con una o mas caras fracturadas = **TOTAL E 98.99 %**
TOTAL D

Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial		CxD
	1 1/2"	-		0	0.00	0.0
1 1/2"	1"	-		0	0.00	0.0
1"	3/4"	733.0	733.0	100.0	7.16	715.8
3/4"	1/2"	3482.0	3325.0	96.0	33.81	3247.1
1/2"	3/8"	3204.0	3023.0	94.4	31.29	2952.1
Total:		7399.0	7081		72.3	6915.0

Porcentaje con dos o mas caras fracturadas = **TOTAL E 96.70 %**
TOTAL D

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS ASTM D 5821

PESO DE PARTICULAS FRACTURADAS	7324.0
PESO DE PARTICULAS CUESTIONABLES	0
PESO DE PARTICULAS NO FRACTURADAS	75.0
PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS	98.99

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


Juan Percy Parichagua Tintayta
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dheats Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUÑO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Original	CxD	
2"	1 1/2"	-	0	0	0.00	0.0	
1 1/2"	1"	-	0.0	0	0.00	0.0	
1"	3/4"	757.0	757.0	100.0	6.10	610.2	
3/4"	1/2"	4731.0	4685.0	99.0	38.14	3776.7	
1/2"	3/8"	4189.0	4125.0	98.5	33.77	3325.3	
		9877.0	9587		78.0	7712.2	

Porcentaje con una o mas caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ **98.86** %

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"	-		0	0.00	0.0	
1 1/2"	1"	-		0	0.00	0.0	
1"	3/4"	757.0	757.0	100.0	6.10	610.2	
3/4"	1/2"	4731.0	4607.0	97.4	38.14	3713.8	
1/2"	3/8"	4189.0	3996.0	95.4	33.77	3222.9	
Total		9877.0	9362		78.0	7547.0	

Porcentaje con dos o mas caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ **96.74** %

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS ASTM D 5821

PESO DE PARTICULAS FRACTURADAS	9587.0
PESO DE PARTICULAS CUESTIONABLES	10
PESO DE PARTICULAS NO FRACTURADAS	100.0
PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS	98.91

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


Juan Percy Juricahuá Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Theobald Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANtera: CABANILLAS MUESTRA: N° 3
UBICACIÓN: SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTREO: CANtera (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Original		CxD
2"	1 1/2"	-	0	0	0.00	0.0
1 1/2"	1"	-	0.0	0	0.00	0.0
1"	3/4"	463.0	463.0	100.0	4.70	470.1
3/4"	1/2"	2993.0	2905.0	97.1	30.39	2949.2
1/2"	3/8"	3526.0	3408.0	96.2	35.80	3551.3
Total		6982.0	6966		70.9	6979.6

Porcentaje con una o mas caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ = 98.34 %

Tamaño del Agregado	A	B	C	D	E	Observaciones
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial		CxD
2"	1 1/2"	-		0	0.00	0.0
1 1/2"	1"	-		0	0.00	0.0
1"	3/4"	463.0	463.0	100.0	4.70	470.1
3/4"	1/2"	2993.0	2822.0	94.3	30.39	2865.0
1/2"	3/8"	3526.0	3376.0	95.7	35.80	3427.4
Total		6982.0	6861		70.9	6782.4

Porcentaje con dos o mas caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ = 95.40 %

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS ASTM D 5821

PESO DE PARTICULAS FRACTURADAS	6866.0
PESO DE PARTICULAS CUESTIONABLES	10
PESO DE PARTICULAS NO FRACTURADAS	106.0
PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS	98.41

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Karkachua Tintaya
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
 Dheivis Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295


CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - : **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 09-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

Agregado Grueso

Fracción		Gradación original (%)	Peso Final (gr)	Peso requerido (gr)	Peso de ensayo después de ensayo (gr)	Pérdida		Pérdida Corregida (%)
Pasa	Retiene					peso (gr)	%	
2 1/2"	2"			3000+300				
2"	1 1/2"			2000+200				
1 1/2"	1"			1000+80				
1"	3/4"	7.2	501	500+30	497.50	3.5	0.7	0.05
3/4"	1/2"	33.8	670	670+10	649.90	20.1	3.0	1.01
1/2"	3/8"	31.3	331	330+5	313.80	17.2	5.2	1.63
3/8"	Nº4	25.9	299	300+5	275.00	24.0	8.0	2.08
SUMATORIA		98.2	1801		1736.20			4.77
						% Perdida	=	4.77





OBSERVACIONES:

Muestras proporcionadas por los solicitantes
Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
 John Percy Parichagua Tintaya
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Dina Yary Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CP. 11 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

 congeomat@gmail.com
 Telf: (051) 405295

 **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**
 Jullaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
REGISTRO: C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
FECHA: 09-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
MUESTRA: N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

AGREGADO GRUESO:

IDENTIFICACIÓN	N° DE ENSAYOS		
	2	3	4
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	168.22	173.13	169.48
(2) Peso Tarro + agua + sal	309.45	311.26	307.45
(3) Peso Tarro Seco + sal	168.33	173.23	169.59
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.11	0.10	0.11
(5) Peso de Agua (2-3)	141.12	138.03	137.86
(6) Porcentaje de Sal	0.078	0.072	0.080
(7) Promedio %	0.077		



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
Johi Percy Paricahu Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhiana Yara Jara Volca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP. N° 210522

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 205296



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huanané



PROYECTO:

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 10-Jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

AGREGADO GRUESO:

MUESTRA	1	2	3	4
CONTENIDO DE AGREGADO (MTC E 519:2016)	120/150	120/150	120/150	120/150
ADHERENCIA (%)	97%	98%	98%	98%
ADHERENCIA (RET.)	Min. 95%	Min. 95%	Min. 95%	Min. 95%
ADHERENCIA (RET.)	97% ret.	98% ret.	98% ret.	98% Ret

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
Jolán Percy Parichagua Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210052



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 11-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS MUESTRA: N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

Agregado Grueso

Fracción		Peso requerido (gr)	Muestra (gr)	Agitación muestras (10 minutos)	Contenido de agua desviada (ml)
Pasa	Retiene				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"	1070±10	1071		
1/2"	3/8"	570±10	570		
3/8"	N°4	910±5	812	10'	1000.0



Descripción	N° de Ensayo		
	1	2	3
Hora de entrada a decantación	13:10	13:30	13:50
Hora de salida de decantación (mas 20')	13:30	13:50	14:10
altura maxima de material fino (mm)	66.7	50.30	59.5
Indice de durabilidad (de la tabla)	61.0	62.0	58.0
promedio	60.3	Especificación:	35mm.

OBSERVACIONES:

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dicielis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

**PUNO – PERÚ
2022**

ENSAYOS DE AGREGADOS ARENA NATURAL

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 02-jun-22

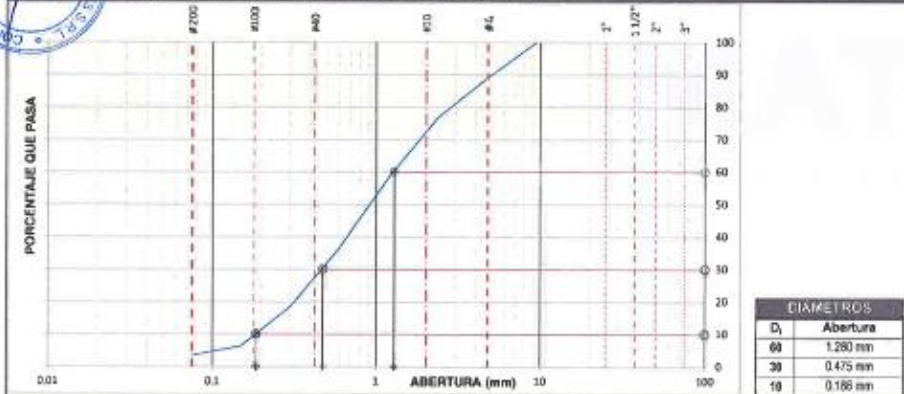
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETEÑO		ACUMULADO(%)		DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	2.850 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	2.586 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Fino equiv. #4	88.1%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grasa usada	10.9%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino cribado < #4	2.420 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Fino. seco < #20	3.5%
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0			
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		TAMIZADO MÁXIMO	3/8"
10	#4	4.750	294.0	10.9	89.1		COEFICIENTES	
11	#6	2.500	328.8	12.1	77.0		Uniformidad (Cu)	8.882
12	#10	1.190	904.6	31.6	68.4		Curvatura (Cc)	0.948
13	#20	0.850	691.4	24.3	75.7			
14	#40	0.425	484.2	17.0	83.0			
15	#60	0.250	327.2	11.6	88.4			
16	#100	0.150	228.8	8.0	92.0			
17	Fondo	0.075	96.0	3.5	96.5			



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 02-jun-22

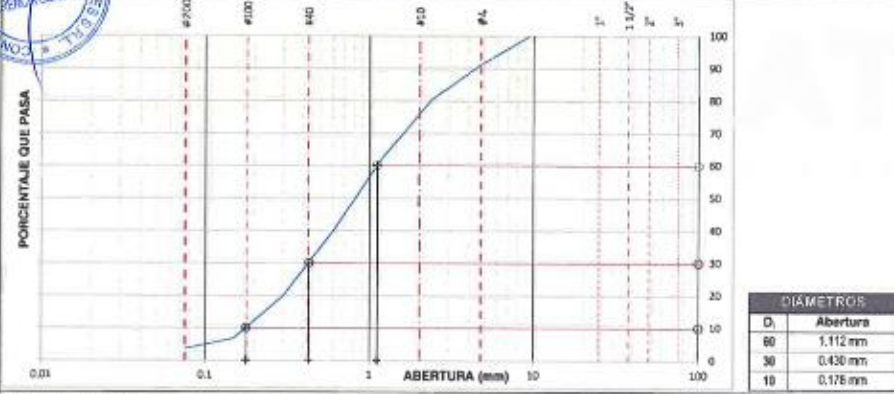
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

TAMIZADO						RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PARANTE	ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	SUELO	%		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0		100.0	Peso muestra seca	2.540 g
2	3"	75.000	0	0.0		100.0	Peso muestra lavada y seca	2.736 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0		100.0	Fino equiv. < 4#	91.2%
4	2"	50.000	0	0.0		100.0	Grava usada	8.8%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0		100.0	Fino ensayado < #4	250 g
6	1"	25.000	0	0.0		100.0	Fino equiv. < #20	2.520 g
7	3/4"	19.000	0	0.0		100.0		102 g
8	1/2"	12.500	0	0.0		100.0	TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
9	3/8"	9.500	0	0.0		100.0	TAMANO MÁXIMO	18"
10	#4	4.750	250.0	8.8		91.2	COEFICIENTES	
11	#6	2.500	238.6	10.6		80.4	Uniformidad (Cu)	8.247
12	#10	1.500	497.5	16.0		62.4	Curvatura (Cc)	0.934
13	#20	0.850	623.6	22.8		39.8		
14	#30	0.600	548.2	19.8		20.0		
15	#40	0.425	305.5	13.2		6.8		
16	#60	0.250	87.9	3.2		3.6		
17	Fondo	0.075	58.7	3.6				



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEO MAT S.R.L.
John Percy Paredes Tintay
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEO MAT S.R.L.
Dhais Turu Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 21062

DATOS GENERALES

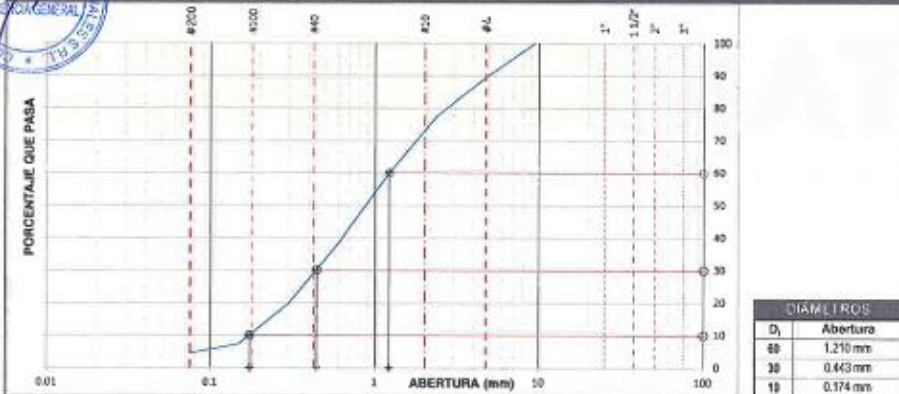
PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 02-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 3
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

TAMIZADO					RESUMEN			
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE SUELO	ACUMULADO (N)	DESCRIPCIÓN	VALOR
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%				
1	3/16"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	2.700 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	2.483 g
3	2/16"	63.000	0	0.0	100.0		Finos equlv. <#4	2.527 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Finos usada	273 g
5	1/16"	37.500	0	0.0	100.0		Fino ensayado <#4	2.280 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		Fino equlv. <#200	117 g
7	3/4"	18.000	0	0.0	100.0		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0		TAMIZO MÁXIMO	38"
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		COEFICIENTES	
10	#4	4.750	273.0	10.5	89.5		Uniformidad (Cu)	6.984
11	#6	2.500	306.5	12.0	77.5		Curvatura (Cc)	0.802
12	#10	1.750	457.9	18.0	69.5			
13	#30	0.600	538.2	21.1	38.4			
14	#60	0.300	470.9	18.5	19.9			
15	#150	0.150	318.0	12.5	7.4			
16	#300	0.075	77.4	2.8	4.5			
17	Fondo	0.075	115.0	4.5				
18								
19								
20								

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Panichau Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diego Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210692

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAFANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA : COLLANA
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN : ARENA NATURAL

MUESTRA : N° 1
LUGAR DE MUESTREO : CANTERA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE LA TARRA	(g)				
PESO DEL AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dircina Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210652

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf. (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

MUESTRA : N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANERA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARGO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasando del tamiz nro. 40


John Percy Parichagua Tintayá
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dhebers Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210952

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada

Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julíaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA : COLLANA
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN : ARENA NATURAL

MUESTRA : N° 3
LUGAR DE MUESTREO : CANERA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					

NP

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE LA TARRA	(g)				
PESO DEL AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE LA TARRA	(g)				
PESO DEL AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

NUMERO DE GOLPES

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasante del tamiz n.º 40

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parigalhua Tintayá
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dicélys Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 495295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julilca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 36. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: COLLANA MUESTRA : N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTREO: CANTERA
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE LA TARRA	(g)				
PESO DEL AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NUMERO DE GOLPES
21.0	5
20.5	10
20.0	15
19.5	20
19.0	25
18.5	30
18.0	35
17.5	40
17.0	45
16.5	50
16.0	55
15.5	60
15.0	65
14.5	70
14.0	75
13.5	80
13.0	85
12.5	90
12.0	95
11.5	100

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material presente del ítem: nro. 200

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricatma Tintaya
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Jesus Fernando Pacuri Zapana
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210052

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 405296



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

MUESTRA : N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANERA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			
NUMERO DE GOLPES				

NP

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° TARRIO	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL AGUA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz n.º 200


John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Francis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP: N° 210902

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 200
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA :** 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA : COLLANA **MUESTRA :** N° 3
UBICACIÓN : SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO :** CANTERA
DESCRIPCIÓN : ARENA NATURAL

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			
NÚMERO DE GOLPES				

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° TARRO	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL AGUA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 200


CONGEOMAT S.R.L.
 Julia Percy Paricaluma Tintayá
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
 Thelcio Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210962

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L. salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel. (051) 405285



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 20. Salida Huancané



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIP. : ARENA NATURAL

MUESTRA : Nº 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

DATOS DE MUESTRA		1	2	PROMEDIO
1	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	500.00	500.00	
2	PESO: FIOLA + 500 cc AGUA (AFORADO)	657.70	662.30	
3	PESO: FIOLA + 500 cc AGUA + [1]	1157.70	1162.30	
4	PESO: FRASCO + AGUA + [1] (AFORADO A 500 cc)	960.00	965.30	
5	PESO (VOL. AGUA) DEL MATERIAL SSS*, [(4)-(1)]	197.70	197.00	
6	PESO SECO EN ESTUFA A 100°C ± 5°C	485.9	485.2	
7	PESO + VOL. DE AGUA EN LA MUESTRA SSS*	14.10	14.80	
8	VOLUMEN DEL SUELO SOLIDO (cc), [(7)-(1)]	183.6	182.2	
9	PESO E BULK BASE SECA, [(8)(1)]	2.458	2.463	2.460
10	PESO E BULK BASE SATURADA, [(9)(7)]	2.529	2.538	2.534
11	PESO E APARENTE BASE SECA, [(9)(8)]	2.647	2.683	2.655
12	% de ABSORCIÓN, [(11)(9)]-1	2.902	3.050	2.976

OBSERVACIONES :

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Parigahua Tintaya
TIC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Enciso Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. Nº 210002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARAMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA

MUESTRA: N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN

LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

DETERMINACIÓN DE ALTURAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	3	PROMEDIO
1	Lectura cronometro de entrada a saturación	h:min:s	09:20:00	09:22:00	09:24:00	
2	Lectura cronometro: salida de saturación	h:min:s	09:30:00	09:32:00	09:34:00	
3	Tiempo de saturación (Ts), Ts = 10 ± 1 min	h:min:s	00:10:00	00:10:00	00:10:00	
4	Tiempo de agitación (Ta), Ta = 40 ± 3 seg	s	40	40	40	
5	Lectura cronometro: entrada a decantación	h:min:s	09:32:00	09:34:00	09:36:00	
6	Lectura cronometro: salida de decantación	h:min:s	09:52:00	09:54:00	09:56:00	
7	Tiempo decantación (Td), Td = 20 ± 15 seg	s	00:20:00	00:20:00	00:20:00	
8	Altura total fines flocculados, ± 1 mm	mm	48	48	47	
9	Altura de la parte arenosa, ± 1 mm	mm	36	37	37	
	[E] Equivalente arena, [97/100][8]	%	75.0	77.1	76.7	76.9



CONCLUSIONES

- Agregar las proporciones dadas por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tinayá
 TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Yuri Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405 295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 11-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA MUESTRA : N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTREO: CANTERA
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

TAMAÑOS DE MALLAS			Ajustación de muestra (10 mm)	Contenido de agua destilada (ml)	muestra lavada (ml)
PASA	RETIENE	RECORDA			
#4	fondo	500	10'	1000.0	95

DESCRIPCIÓN		IDENTIFICACIÓN		
TEM	ENSAJO	1	2	PROMEDIO
1	Hora de entrada a saturación	14:10:00	14:30:00	
2	Hora de salida de saturación (mas 10')	14:20:00	14:40:00	
3	Hora de entrada a decantación	14:30:00	14:50:00	
4	Hora de Salida de decantación (mas 20')	14:50:00	15:10:00	
5	Altura máxima de la arcilla	9.70	9.70	
6	Altura máxima de la arena	3.80	3.80	
7	Índice de durabilidad (IDH) Lammán L arolla*100	40.2	39.2	
				39.69



OBSERVACIONES

- Muestra proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricaphua Tintay
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhester Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210052

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C-2022-200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PAQUIRI ZAPANA

FECHA: 05-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA

MUESTRA: N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN

LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

Muestra pasante tamiz 2.36 mm (N° 08) y Retiene tamiz 0.075 mm (N° 200)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	PROMEDIO
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	gr.	598.71	599.69	45.4
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	456.79	456.79	
PESO DE LA MUESTRA (W)	gr.	141.92	142.90	
GRAVEDAD ESPECÍFICA BRUTA (G _{sb})	cc	2.655	2.655	
VOLUMEN DEL MOLDE (V)	cc	99	99	
VOLUMEN DEL AGREGADO FINO (W/G _{sb})	m ³	53.45	53.82	
ANGULARIDAD DEL AGREGADO V-(W/G _{sb})/V*100	%	45.82	46.26	
ANGULARIDAD PROMEDIO	%			45.44



OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


Juli Percy Paricalhua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dárcis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP N° 24062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada

Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@mgmat.com
Telf.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUI
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 11-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

Agregado Fino

Pasa	Retención	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Pérdida de Peso (Grs)	% Pérdida Total	Gradación Original		Pérdida Gravitacional
						Escalonado	Original	
3/8"	Nº4	100	98.5	1.5	1.50	10.9	11.66	0.17
Nº4	Nº8	100	93.0	7.0	7.00	12.1	12.93	0.91
Nº8	Nº16	100	92.1	7.9	7.90	18.6	19.84	1.57
Nº16	Nº30	100	89.4	10.6	10.60	21.8	23.26	2.47
Nº30	Nº50	100	88.7	11.3	11.30	18.2	19.43	2.20
Nº50	Nº100	100	87.1	12.9	12.90	12.0	12.87	1.68
LAVATORIA		600	546.8		93.00	100.0	100.00	
						% Pérdida	:	9.0



OBSERVACIONES:

Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
Julia Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dheivis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 219662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 12-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANERA

AGREGADO FINO:

IDENTIFICACIÓN	N.º DE ENSAYOS		
	3	1	2
(1) Peso Tamo (Biker 100 ml.)	196.40	161.00	176.10
(2) Peso Tamo + agua + sal	260.84	275.34	264.91
(3) Peso Tamo Seco + sal	196.46	161.11	176.19
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.06	0.11	0.09
(5) Peso de Agua (2-3)	64.38	114.23	88.72
(6) Porcentaje de Sal	0.030	0.096	0.101
(7) Finesado %		0.097	

OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante
Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Puricagua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhertis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julíaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

**PUNO – PERÚ
2022**

ENSAYOS DE AGREGADOS

RELAVE MINERO

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO FACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 02-jun-22

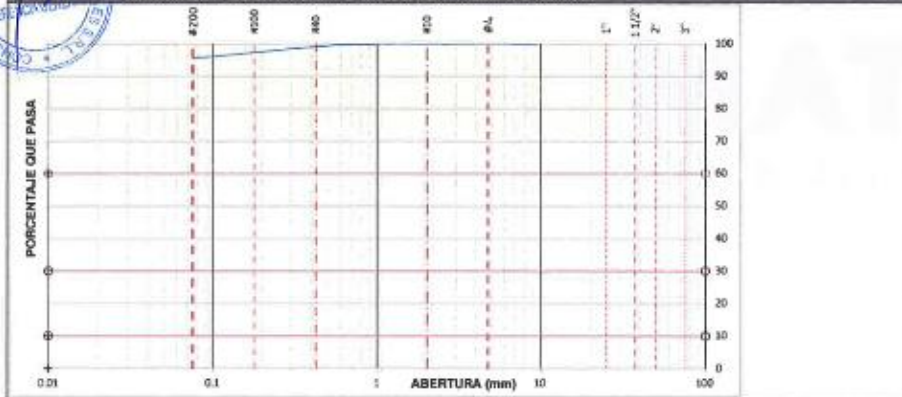
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: RELAVE MINERO MUESTRA: Nº 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO

TAMIZADO					RESUMEN		
N	DENOMINACIÓN	RETENIDO		PASANTE		DESCRIPCIÓN	VALOR
		PESO (g)	%	%	ACUMULADO (%)		
1	3 1/2"	50.000	0	0.0	100.0	Peso muestra seca	500 g
2	3"	75.500	0	0.0	100.0	Peso muestra lavada y seca	22 g
3	2 1/2"	63.600	0	0.0	100.0	Peso equiv. <#4	500 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	Grava ensada	0.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	Peso ensada <#4	500 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	Frac. equiv. <#200	95.5%
7	3/4"	19.600	0	0.0	100.0	TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0	TAMANO MAXIMO	3/8"
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0	COEFICIENTES	
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0	Uniformidad (Cu)	1.000
11	#6	2.300	0.0	0.0	100.0	Curvatura (Cc)	1.000
12	#10	1.150	0.0	0.0	100.0		
13	#20	0.800	1.2	0.2	98.8		
14	#40	0.300	0.3	1.2	98.5		
15	#60	0.150	0.3	1.7	96.9		
16	#100	0.075	6.1	1.2	95.5		
17	Fondo	0.075	478.2	95.5			
18							
19							
20							
21							



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracama Tintaya
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Blanca Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PAGURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 02-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

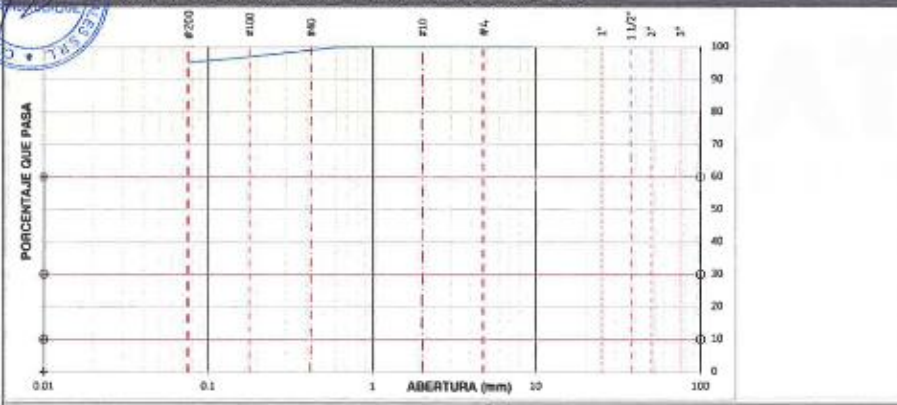
CANTERA: RELAVE MINERO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO
MUESTRA: N° 2

N	TAMIZADO				ACUMULADO (%) SUELO	RESUMEN	
	TAMIZ DENOMINACIÓN (mm)	RETENIDO PESO (g)	%	PASANTE		DESCRIPCIÓN	VALOR
1	3 1/2"	50.000	0	0.0	100.0		
2	2"	75.000	0	0.0	100.0		
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		
6	1"	25.000	0	0.0	100.0		
7	3/4"	19.000	0	0.0	100.0		
8	10"	12.500	0	0.0	100.0		
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0		
10	#4	4.750	0.0	0.0	100.0		
11	#6	2.360	0.0	0.0	100.0		
12	#10	1.190	0.0	0.0	100.0		
13	#20	0.850	1.2	0.1	99.9		
14	#30	0.600	16.5	1.7	98.2		
15	#40	0.425	16.5	1.7	98.6		
16	#60	0.250	12.6	1.3	95.3		
17	Fondo	0.075	93.2	95.3			

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1,000 g
Peso muestra lavada y seca	47 g
Fines eq. <#4	100.0%
Graes lavada	0.0%
Fino ensayado <#4	1,000 g
Frac. eq. <#200	95.3%
Frac. eq. <#200	95.3 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMAÑO MÁXIMO	3/8"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	1.000
Curvatura (Cc)	1.000



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES
- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Pacheco Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhiers Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 02-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: RELAVE MINERO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO
MUESTRA: N° 3

TAMIZADO						RESUMEN	
N	TAMIZ DENOMINACIÓN	RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO(%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
		PESO (g)	%	g	SUELO		
1	3 1/2"	50.000	0	0.0	100.0	GENERAL	
2	2"	75.000	0	0.0	100.0	Peso muestra seca	1,250 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0	Peso muestra lavada y seca	16 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0	Fino sec. < 4#	100.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0	Gras. usado	0.0%
6	7"	25.000	0	0.0	100.0	Fino ensayo < 4#	1,250 g
7	3/4"	18.000	0	0.0	100.0	Fino. ensay. < 4#	35.3%
8	1/2"	12.500	0	0.0	100.0	TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
9	3/8"	9.500	0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	3#
10	#4	4,750	0.0	0.0	100.0	COEFICIENTES	
11	#6	2,360	0.0	0.0	100.0	Uniformidad (Cu)	1.000
12	#10	1,180	0.0	0.0	100.0	Curvatura (Cc)	1.000
13	#15	0,850	2.2	0.2	99.8		
14	#20	0,300	19.6	1.6	98.3		
15	#30	0,150	18.8	1.5	95.8		
16	#40	0,075	15.8	1.3	95.5		
17	Fondo	0,075	1,190.8	93.5			



OBSERVACIONES
- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
 John Percy Tintaya
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Dierotis Yury Jara Vilca
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA: RELAVE MINERO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO

MUESTRA : N° 1

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° CAPSULA	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			
NUMERO DE GOLPES				

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
N° TARRO	ID			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARA + SUELO SECO	(g)			
PESO DE LA TARA	(g)			
PESO DEL AGUA	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)			

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestra proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahuana Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diana Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: RELAVE MINERO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					

NP

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
N° TARRO	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con estación pasaporte del tanto nro. 250

CONGEOMAT S.R.L.
Ing. John Percy Yarcobasa Tintay
TEL. DE SUJLOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Ing. Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUJLOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

**40% PIEDRA CHANCADA
37% ARENA CHANCADA
23% ARENA NATURAL**

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 13-jun-22

DATOS DE MUESTRA

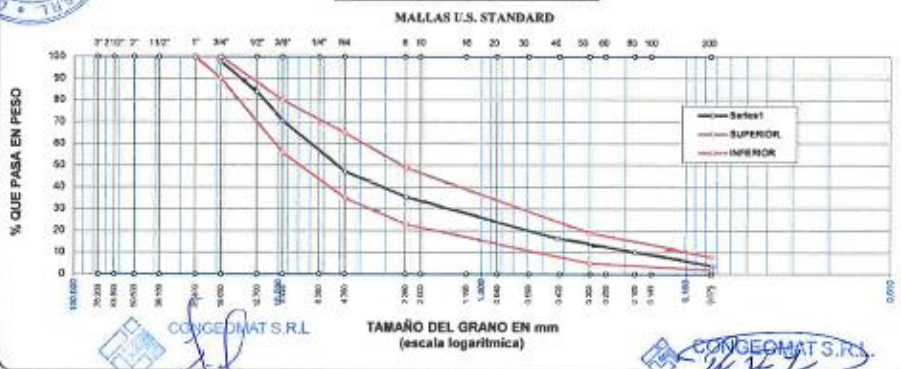
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
MUESTRA: N° 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - TEÓRICO

TAMICES ASIM	ABERTURA (mm)	% QUE PASA PIEDRA CHANCADA	% QUE PASA ARENA CHANCADA	% QUE PASA ARENA NATURAL	% QUE PASA RELAVE MINERO	% QUE PASA	ESPEC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		40.0%	37.0%	23.0%	0.0%	100.0%	ASTM D 3515	
							D-4	
1"	25.400	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100	PROPORCIONES DEL AGREGADO
3/4"	19.050	94.0	100.00	100.00	100.00	97.60	90	Grava : 52.81 %
1/2"	12.700	59.9	100.00	100.00	100.00	83.96		Arena : 43.43 %
3/8"	9.525	26.3	100.00	100.00	100.00	70.51	55	Fino : 3.78 %
No4	4.750	1.8	69.70	89.93	100.00	47.19	35	
No8	2.380	0.0	47.17	78.30	100.00	36.46	23	
No15	1.180	0.0	30.47	60.10	100.00	25.10		
No30	0.600	0.0	20.87	38.27	99.79	16.45		OBSERVACIONES
No50	0.300	0.0	15.23	19.43	99.28	10.11	5	
No100	0.150	0.0	10.63	6.87	98.75	5.61		
	0.075	0.0	7.77	3.87	95.53	3.76	2	



CURVA GRANULOMÉTRICA



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracalma Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dicelis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 13-jun-22

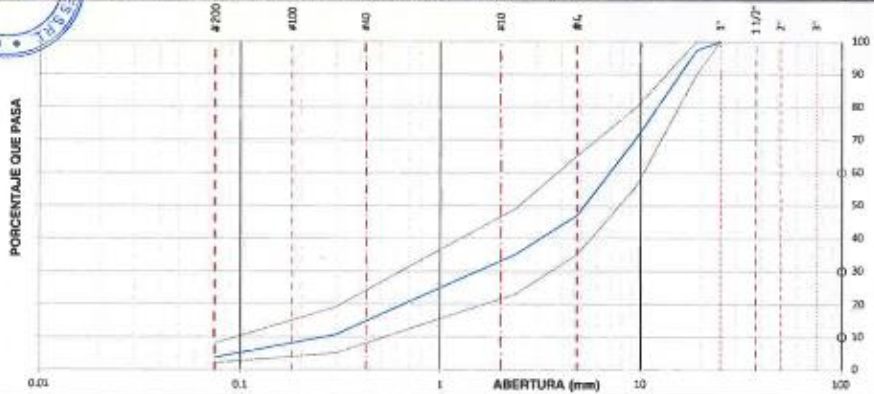
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
MUESTRA: N° 1

TAMIZADO							RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)	
	DENOMINACIÓN	(mm)	PESO (g)	%	%	SUELO	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	3000 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	6.997 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Fino equiv. <#4	47.6%
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	53.0%
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fino estrado <#4	4.300 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	100	Fino equiv. <#20	3.7%
7	3/4"	18.750	235	7.8	92.2	100	TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	1.308	4.4	95.6	100	TAMAN. (MÁXIM.)	1"
9	3/8"	9.375	1.063	3.5	96.5	100		
10	#4	4.750	2,131.8	71.1	28.9	100		
11	#6	2.500	1,140.3	38.0	62.0	100		
12	#10	1.750	943.3	31.4	68.6	100		
13	#20	0.850	797.2	26.6	73.4	100		
14	#40	0.425	589.6	19.7	80.3	100		
15	#60	0.250	494.9	16.5	83.5	100		
16	#100	0.150	399.7	13.3	86.7	100		
17	#200	0.075	183.0	6.1	93.9	100		
18	Fondo	0.075	399.7	13.3	86.7	100		



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhécio Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210982

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +511 4383301

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-Jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		5.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		38.00			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		35.15			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.85			
5	% Relave minero		0.00			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.35	6.37	6.38	6.367	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1197.2	1196.9	1197.5		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1201.7	1200.5	1201.1		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	666.1	664.5	664.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	535.6	536.0	536.5		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.235	2.231	2.232	2.233	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.405	2.405	2.405		
18	% Vacios de aire	7.07	7.24	7.20	7.170	
19	Relación Filler/Betón		1.17		1.168	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	795	719	811		
21	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	792	716	808	772	
23	Flujo (mm)	2.54	2.29	2.29	2.37	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.593	2.593	2.593		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.477	2.477	2.477		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.831	1.831	1.831		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	3.26	3.26	3.26		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	14.272	14.429	14.394	14.4	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	50.462	49.823	49.979	50.1	
30	Relación E / F (Kg/cm)	3117	3132	3533	3261	



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parigotua Tintaya
TEC. EN SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dickens Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden único y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 983 01 0215

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		5.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.50			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.97			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.74			
5	% Relave minero		0.00			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravela Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.30	6.35	6.37	6.340	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1198.7	1200.5	1198.6		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1200.1	1202.1	1200.7		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	670.9	672.5	671.9		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	529.2	529.6	528.8		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.265	2.267	2.267	2.266	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.388	2.388	2.388		
18	% Vacios de aire	5.14	5.07	5.08	5.097	
19	Relación Filler/Betón		1.00		1.004	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	809	823	813		
21	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	911	925	915	884	
23	Flujo (mm)	2.79	2.79	2.54	2.71	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.592	2.592	2.592		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.477	2.477	2.477		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.816	1.816	1.816		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	3.78	3.78	3.78		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	13.584	13.519	13.525	13.5	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	62.161	62.497	62.440	62.4	
30	Relación E / F (Kg/cm)	3262	3312	3209	3261	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhegís Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +511 405296

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA : N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.60			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.78			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.62			
5	% Relave minero		0.00			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.37	6.32	6.30	6.330	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1199.1	1200.5	1199.5		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1199.9	1201.2	1201.3		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	673.1	674.1	674.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	526.8	527.1	527.1		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.276	2.278	2.276	2.276	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.371	2.371	2.371		
18	% Vacios de aire	4.00	3.94	4.02	3.987	
19	Relación Filler/Betón		0.89		0.888	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	997	922	912		
21	Factor de Estabilidad	1.01	0.94	0.93		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1002	865	846	904	
23	Flujo (mm)	3.556	3.048	3.048	3.217	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.593	2.593	2.593		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.477	2.477	2.477		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.831	1.831	1.831		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	4.28	4.28	4.28		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	13.820	13.569	13.641	13.61	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	70.831	70.963	70.530	70.7	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2818	2837	2777	2811	



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Pacuri Zapana
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Liberis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
+51 974 44 0000

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
 UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
 SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
 REGISTRO : C - 2022 - 200
 FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
 UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
 DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
 C.A. (PEN): 120/150
 MUESTRA : N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.40			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.60			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.51			
5	% Relave minero		0.00			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.29	6.30	6.31	6.300	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1196.9	1200.3	1199.4		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1199.4	1200.8	1200.0		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	671.5	670.3	670.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	527.9	530.5	529.4		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.271	2.263	2.266	2.266	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.354	2.354	2.354		
18	% Vacios de aire	3.53	3.90	3.77	3.733	
19	Relación Filler/Betón		0.79		0.792	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	895	851	838		
21	Factor de Estabilidad	1.01	1.01	1.01		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	906	862	948	905	
23	Flujo (mm)	3.556	3.048	3.556	3.39	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.593	2.593	2.593		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.477	2.477	2.477		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.831	1.831	1.831		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	4.79	4.79	4.79		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	14.273	14.594	14.480	14.4	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	75.268	73.277	73.984	74.2	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2546	2627	2665	2680	



CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Pariahua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Dhevis Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
 Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
 TEL: +51 983 309093

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

0	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.20			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.41			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.39			
5	% Relave minero		0.00			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.32	6.31	6.33	6.320	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1195.2	1198.9	1199.5		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1195.5	1199.7	1199.9		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	666.6	669.1	669.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	528.9	530.6	530.4		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.280	2.280	2.282	2.280	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.338	2.338	2.338		
18	% Vacios de aire	3.34	3.35	3.26	3.317	
19	Relación Filler/Betún		0.72		0.716	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	784	824	718		
21	Factor de Estabilidad	1.01	1.01	1.01		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	790	830	723	781	
23	Flujo (mm)	4.064	4.318	4.318	4.23	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.593	2.593	2.593		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.477	2.477	2.477		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.831	1.831	1.831		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	5.30	5.30	5.30		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	15.155	15.165	15.091	15.1	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	77.961	77.910	78.398	78.1	
30	Relación E / F (Kg/cm)	1944	1923	1675	1847	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichalima Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dicenis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



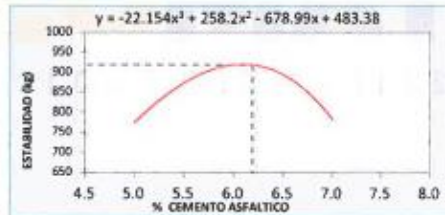
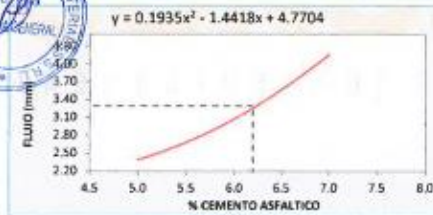
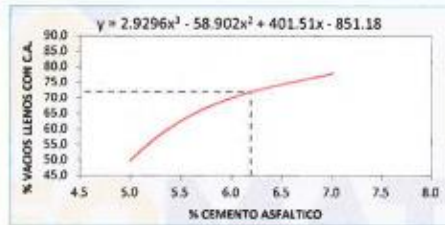
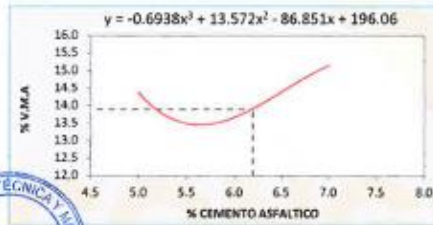
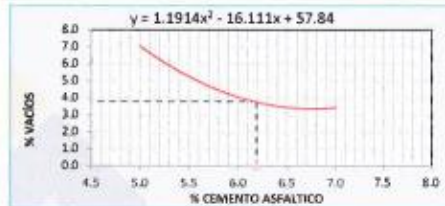
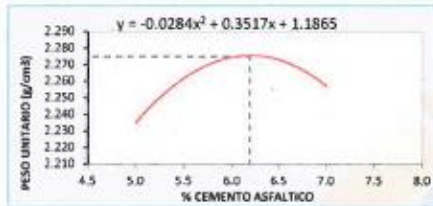
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 17-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
MUESTRA : N° 1

GRAFICOS



CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
GOLPES POR CARA	75
CEMENTO ASFALTICO PEN	120/150
PESO UNITARIO	2.275
PORCENTAJE DE VACIOS	3.8
V.M.A.	13.9
VACIOS LLENOS CON C.A.	72.1
FLUJO 0.01"	3.3
ESTABILIDAD	619
ESTABILIDAD/FLUJO	2785
INDICE DE COMPATIBILIDAD	7.58
ESTABILIDAD RETENIDA 24h	91.2
RELACION POLVO - ASFALTO	0.8

DOSIFICACION	
37.5%	P. CHANCADA
34.7%	A. CHANCADA
21.8%	A. NATURAL
0.0%	RELAVE MINERO
6.19%	PEN 120/150

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.D.L.
Dheivis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150

MUESTRA : N° 1

PESO ESPECIFICO MAXIMO RICE

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
% CEMENTO ASFÁLTICO	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	
A.- Peso de la muestra al aire (grs)	1586.2	1593.4	1595.0	1584.2	1580.6	
B.- Peso del frasco (grs)	2551.5	2551.5	2551.5	2551.5	2551.5	
C.- Peso del frasco + agua (calibrado)(grs)	9137.0	9137.0	9137.0	9137.0	9137.0	
D.- Peso neto del agua calibrado (grs)	6585.5	6585.5	6585.5	6585.5	6585.5	
E.- Peso del frasco + agua + muestra (al final del ensayo) (grs)	10069.0	10063.1	10059.3	10048.3	10041.5	
F.- Peso muestra + frasco (A+C) (grs)	10732.2	10730.4	10732.0	10721.2	10717.6	
G.- Volumen de la muestra (F-E) (grs)	663.2	667.3	672.7	672.9	676.1	
H.- Densidad Máxima de la Mezcla (AVG)	2.405	2.388	2.371	2.354	2.338	



 CONGEMAT S.R.L.
John Percy Porcochua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 CONGEMAT S.R.L.
Dhucis Yung Jaya Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA : N° 1

ENSAYO DE ESTABILIDAD RETENIDA (24 HORAS)

ITEM	N° DE PROBETAS	01	02	03	04	05	06
1	Contenido de Cemento Asfáltico	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
2	Peso Probeta al Aire	1212.5	1214.5	1216.4	1214.5	1214.5	1216.8
3	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	1213.0	1214.8	1216.8	1214.8	1214.8	1217.2
4	Peso de la Probeta en el Agua	673.3	679.4	677.4	676.2	672.8	677.5
5	Volumen de la Probeta	539.7	535.4	539.4	536.6	542.0	539.7
6	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.247	2.266	2.255	2.255	2.241	2.255
7	Lectura del Dial Anillo Marshall	270	284	276	284	250	245
8	Estabilidad sin corregir	896	943	923	876	830	813
9	Factor Estabilidad	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.83
10	Estabilidad corregida (kg)	833	877	856	815	772	766
	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)	856				781	
12	Promedio Estabilidad (24 Horas)					781	
	Estabilidad Retenida (%)	91.2					



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahuas Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Daniel Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: 0954 401925

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



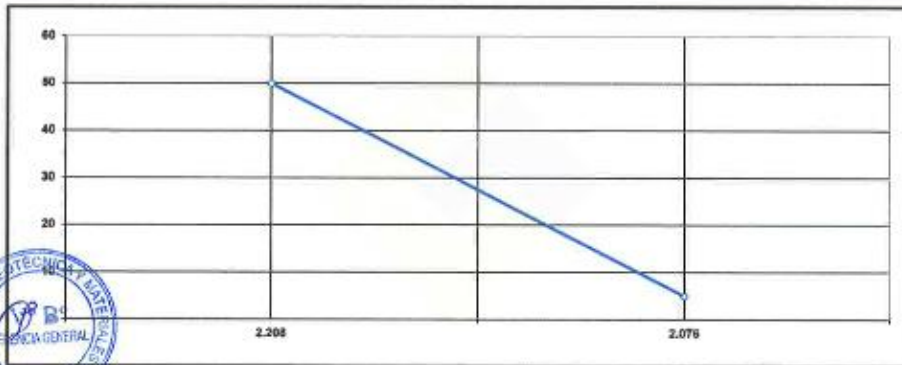
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD



Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1214.0	1212.5	1207.5	1214.5
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1214.2	1212.8	1221.5	1222.4
3.- Peso por Desplazamiento	662.3	665.8	642.1	635.2
4.- Volumen de la Briqueta	551.9	547.0	579.4	587.2
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.200	2.217	2.084	2.068
PROMEDIOS	2.208		2.076	

2.208	2.076
50	6

$$\frac{1}{0.132} = \text{GEB}(50) - \text{GEB}(6)$$

$$\text{IC} = 7.58$$

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhais Yara Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

39.8% PIEDRA CHANCADA
36.8% ARENA CHANCADA
22.9% ARENA NATURAL
0.5% RELAVE MINERO

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 13-jun-22

DATOS DE MUESTRA

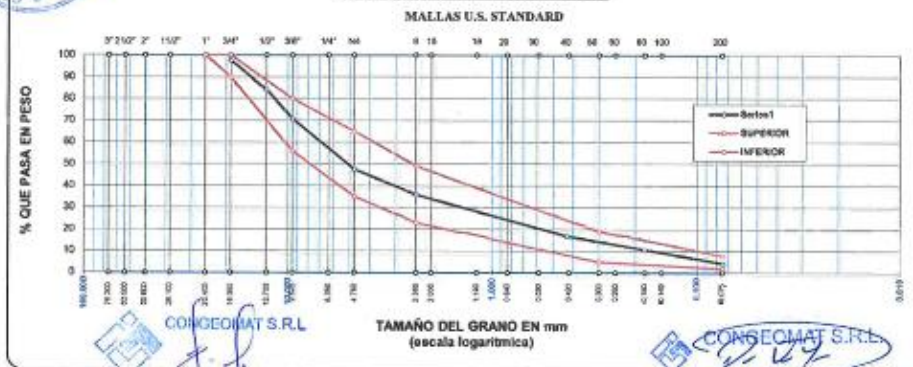
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
MUESTRA: N° 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - TEÓRICO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		PIEDRA CHANCADA	ARENA CHANCADA	ARENA NATURAL	RELAVE MINERO		ASTM D 3515 D-4	
		39.8%	36.8%	22.9%	0.6%	100.0%		
1"	25.400	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100
3/4"	19.050	94.0	100.00	100.00	100.00	97.81	90	100
1/2"	12.700	59.9	100.00	100.00	100.00	84.04		
3/8"	9.525	28.3	100.00	100.00	100.00	70.65	56	80
No4	4.750	1.8	69.70	89.93	100.00	47.46	35	65
No8	2.380	0.0	47.17	78.30	100.00	35.78	23	49
No16	1.190	0.0	30.47	60.10	100.00	25.47		
No30	0.600	0.0	20.67	38.27	89.79	16.86		
No60	0.300	0.0	15.23	19.43	88.28	10.65	5	19
No100	0.150	0.0	10.63	6.87	95.75	5.97		
No200	0.075	0.0	7.77	3.87	95.63	4.22	2	8



CURVA GRANULOMÉTRICA



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricalana Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Director Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (0511) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julipa: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 13-jun-22

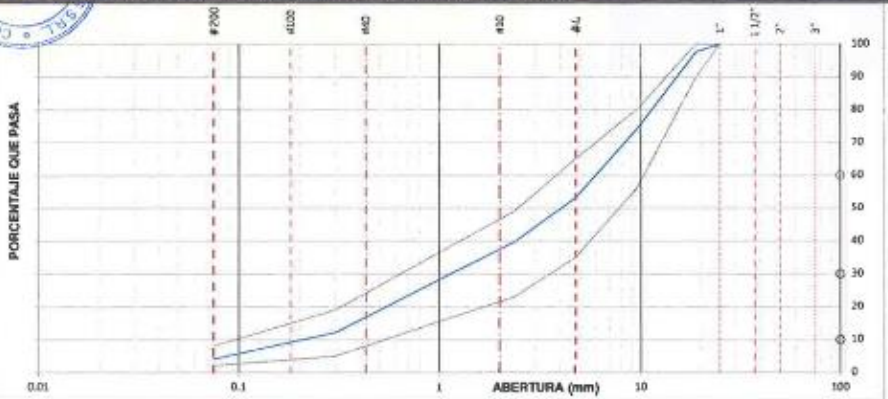
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
MUESTRA : Nº 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%

TAMIZADO							RESUMEN	
N	TAMIZ DENOMINACION (mm)	RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)	DESCRIPCIÓN	VALOR
		PESO (g)	%	%	BUENO			
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0		Peso muestra seca	6.820 g
2	3"	75.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	6.521 g
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0		Fines eq. < 84	3.621 g
4	2"	50.000	0	0.0	100.0		Grava usada	3.176 g
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		Fines retenido < 84	3.450 g
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	100	Fines eq. < 4200	279 g
7	3/4"	19.000	157	2.3	97.7	80	TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
8	1/2"	12.500	672	12.8	87.2	100	TAMIZADO MÁXIMO	1"
9	3/8"	9.500	728	10.7	89.3	56		
10	3/4"	4.750	1.421.0	20.9	79.1	36		
11	20	2.360	674.2	13.5	86.5	23		
12	40	1.180	724.8	11.2	88.8	49		
13	80	0.590	611.2	9.4	90.6			
14	150	0.300	452.1	7.0	93.0	5		19
15	300	0.150	379.4	5.9	94.1			
16	600	0.075	140.3	2.2	97.8	2		8
17	Fondo	0.075	288.0	4.1				



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Pacurina Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dheinis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		5.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.81			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.97			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.74			
5	% Relave minero		0.48			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.38	6.37	6.38	6.377	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1198.3	1198.2	1200.0		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1200.5	1200.0	1200.8		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	671.1	669.8	670.5		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	529.4	530.2	530.3		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.264	2.280	2.263	2.262	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.404	2.404	2.404		
18	% Vacios de aire	5.83	5.98	5.86	5.890	
19	Relación Filler/Betún		1.30		1.295	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	845	827	823		
21	Factor de Estabilidad	0.99	0.99	0.99		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	839	821	818	826	
23	Flujo (mm)	2.48	2.59	2.60	2.56	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.591	2.591	2.591		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.475	2.475	2.475		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.834	1.834	1.834		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	3.26	3.28	3.28		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	13.118	13.256	13.142	13.2	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	55.557	54.888	55.410	55.3	
30	Relación E / F (Kg/cm)	3385	3172	3144	3234	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paripahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhclbis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA : N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		5.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.61			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.79			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.63			
5	% Relave minero		0.47			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.30	6.35	6.32	6.323	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1199.8	1202.0	1199.1		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1200.0	1202.1	1200.2		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	673.3	672.4	673.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	526.7	529.7	526.4		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.278	2.269	2.278	2.276	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.387	2.387	2.387		
18	% Vacios de aire	4.56	4.93	4.57	4.687	
19	Relación Filler/Betón		1.12		1.118	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	900	940	911		
21	Factor de Estabilidad	1.01	1.01	1.01		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	906	946	917	923	
23	Flujo (mm)	2.86	2.95	2.79	2.87	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.591	2.591	2.591		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.475	2.475	2.475		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.834	1.834	1.834		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	3.77	3.77	3.77		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	13.023	13.357	13.025	13.1	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	64.986	63.091	64.914	64.3	
30	Relación E / F (Kg/cm)	3168	3208	3287	3221	



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintayo
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diego Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com
Tel: (051) 975 465 000

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 38.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.41			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.81			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.51			
5	% Relave minero		0.47			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.37	6.35	6.30	6.340	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1199.1	1201.0	1199.5		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1199.7	1201.0	1201.1		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	874.2	874.1	874		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	525.5	526.9	527.1		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.282	2.279	2.276	2.279	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.371	2.371	2.371		
18	% Vacios de aire	3.74	3.85	4.00	3.863	
19	Relación Filler/Betón		0.99		0.988	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1005	983	980		
21	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1008	985	982	985	
23	Flujo (mm)	3.468	3.129	3.455	3.351	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.592	2.592	2.592		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.475	2.475	2.475		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.849	1.849	1.849		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	4.26	4.26	4.26		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	13.337	13.430	13.571	13.45	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	71.958	71.333	70.525	71.3	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2905	3149	2786	2947	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Partalua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Danielis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
TEL: (051) 095 105 000

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120'150
MUESTRA : N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.21			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.42			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.40			
5	% Relave minero		0.47			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.480			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.29	6.22	6.29	6.267	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1198.5	1200.1	1199.8		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1198.9	1200.2	1200.0		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	675.8	675.2	674.3		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	523.1	525.0	525.7		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.291	2.286	2.282	2.286	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.353	2.353	2.353		
18	% Vacios de aire	2.65	2.67	3.02	2.847	
19	Relación Filler/Betón		0.88		0.879	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	926	979	875		
21	Factor de Estabilidad	1.02	1.02	1.02		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	945	999	893	946	
23	Flujo (mm)	3.559	3.760	3.659	3.66	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.591	2.591	2.591		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.475	2.475	2.475		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.834	1.834	1.834		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	4.79	4.79	4.79		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	13.445	13.644	13.780	13.6	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	80.290	78.965	78.084	79.1	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2656	2658	2441	2585	



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichava Timayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dheivis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210982

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
MUESTRA: N° 1
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120150

ENSAYO MARSHALL

0	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.01			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.24			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.28			
5	% Relave minero		0.47			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relava minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.32	6.32	6.33	6.323	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1195.2	1200.9	1199.8		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1195.5	1201.2	1199.9		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	669.1	669.5	669.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	528.4	531.7	530.7		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm ³)	2.271	2.259	2.261	2.263	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.337	2.337	2.337		
18	% Vacios de aire	2.86	3.37	3.28	3.170	
19	Relación Filler/Betón		0.80		0.796	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	828	885	758		
21	Factor de Estabilidad	1.01	1.01	1.01		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	832	891	763	828	
23	Flujo (mm)	4.052	4.285	4.218	4.19	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm ³)	2.592	2.592	2.592		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.475	2.475	2.475		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.849	1.849	1.849		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	5.28	5.28	5.28		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	14.684	15.131	15.049	15.0	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	80.523	77.728	78.205	78.8	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2052	2079	1809	1980	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Barichano Tintaya
Téc. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhacris Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: (051) 987295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 17-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

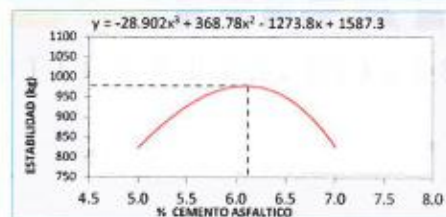
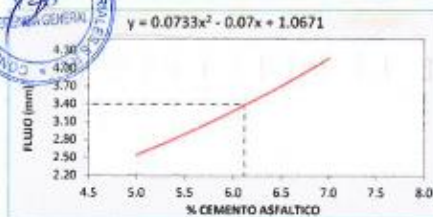
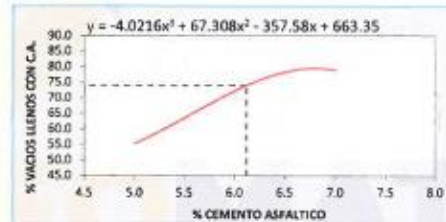
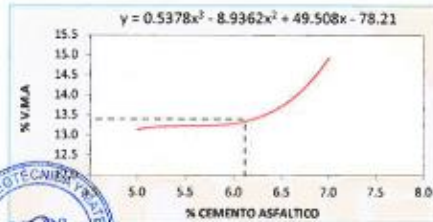
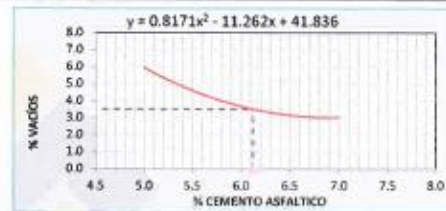
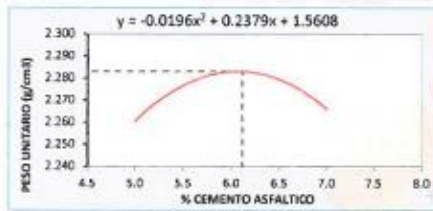
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA

MUESTRA : N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%

GRAFICOS



CARACTERISTICAS	RESULTADOS
GOLPES POR CARA	75
CEMENTO ASFALTICO PEN	120/150
PESO UNITARIO	2.283
PORCENTAJE DE VACIOS	3.5
V.M.A.	13.4
VACIOS LLENOS CON C.A.	74.1
FLUJO 0.01"	3.4
ESTABILIDAD	979
ESTABILIDAD/FLUJO	2879
INDICE DE COMPATIBILIDAD	7.66
ESTABILIDAD RETENIDA 24h	90.5
RELACION POLVO - ASFALTO	1.0

DOSIFICACION	
37.4%	P. CHANCADA
34.8%	A. CHANCADA
21.5%	A. NATURAL
0.5%	RELAVE MINERO
6.12%	PEN 120/150

CONGEOMAT S.R.L.
Ing. Percy Parkabua Tintaya
TEL: DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhivis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +051-405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

PESO ESPECIFICO MAXIMO RICE

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
% CEMENTO ASFALTICO	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	
A - Peso de la muestra al aire (grs)	1595.6	1593.5	1595.6	1584.1	1580.1	
B - Peso del frasco (grs)	2551.5	2551.5	2551.5	2551.5	2551.5	
C - Peso del frasco + agua (calibrado)(grs)	9137.0	9137.0	9137.0	9137.0	9137.0	
D - Peso neto del agua calibrado (grs)	6585.5	6585.5	6585.5	6585.5	6585.5	
E - Peso del frasco + agua + muestra (al final del ensayo) (grs)	10068.6	10062.9	10059.5	10048.0	10041.1	
F - Peso muestra + frasco (A+C) (grs)	10732.6	10730.5	10732.6	10721.1	10717.1	
G - Volumen de la muestra (F-E) (grs)	663.8	667.6	673.1	673.1	676.0	
H - Densidad Máxima de la Mezcla (AG)	2.404	2.387	2.371	2.353	2.337	



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Pariahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhivis Yari Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +051- 406738



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 38.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO DE ESTABILIDAD RETENIDA (24 HORAS)

ITEM	N° DE PROBETAS	01	02	03	04	05	06
1	Contenido de Cemento Asfáltico	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12
2	Peso Probeta al Aire	1212.4	1211.8	1208.8	1214.4	1214.1	1218.2
3	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	1212.5	1212.8	1209.0	1214.8	1214.8	1217.2
4	Peso de la Probeta en el Agua	686.3	681.4	680.4	676.2	672.8	677.5
5	Volumen de la Probeta	528.2	531.4	528.8	538.6	542.0	539.7
6	Peso Específico Bulk de la Probeta	2.304	2.280	2.287	2.255	2.240	2.253
7	Lectura del Dial Anillo Marshall	295	284	280	257	246	253
8	Estabilidad sin corregir	880	943	940	853	816	840
9	Factor Estabilidad	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
10	Estabilidad corregida (kg)	871	933	940	844	808	831
11	Proporción Estabilidad (30 Minutos) (kg)	915					
12	Proporción Estabilidad (24 Horas)	828					
13	Estabilidad Retenida (%)	90.5					



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Farfaluha Tintaya
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dr. Carlos Yury Jani Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: 0854 495346



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana, 16 de diciembre, M. A. C. 20, Calle Urubamba



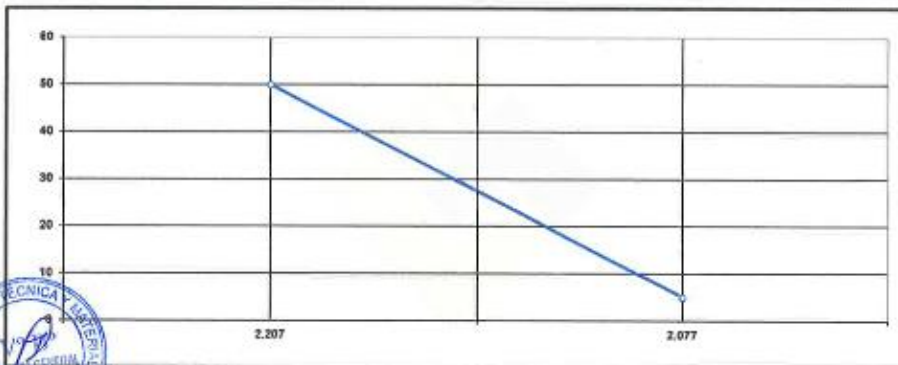
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO INDICE DE COMPACTABILIDAD



N° de Muestras	01	02	03	04
N° de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1214.0	1212.6	1207.6	1216.1
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1214.3	1212.9	1220.5	1220.4
3.- Peso por Desplazamiento	662.3	665.4	639.5	634.2
4.- Volumen de la Briqueta	552.0	547.5	581.0	585.2
5.- Peso Unitario (Gr/cc)	2.190	2.215	2.078	2.075
PROMEDIOS	2.207		2.077	

2.207	2.077
50	5

1
0.131
GEB(50) - GEB(5)

IC =	7.66
------	------

CONGEOMAT S.R.L.
Johá Percy Puycahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dionis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405298

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

39.6% PIEDRA CHANCADA
36.6% ARENA CHANCADA
22.8% ARENA NATURAL
1.0% RELAVE MINERO

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 13-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
MUESTRA: N° 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - TEÓRICO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		PIEDRA CHANCADA	ARENA CHANCADA	ARENA NATURAL	RELAVE MINERO		ASTM D 3610 D-4	
		39.6%	36.6%	22.8%	1.0%	100.0%		
1"	25.400	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100 100	PROPORCIONES DEL AGREGADO
3/4"	19.050	94.0	100.00	100.00	100.00	97.82	90 100	Grava : 52.28 %
1/2"	12.700	59.9	100.00	100.00	100.00	84.12		Areña : 43.04 %
3/8"	9.525	26.3	100.00	100.00	100.00	70.80	55 80	Fino : 4.68 %
No4	4.750	1.8	69.70	89.93	100.00	47.72	35 65	
No8	2.360	0.0	47.17	78.30	100.00	36.11	23 49	
No16	1.190	0.0	30.47	60.10	100.00	25.84		
No30	0.600	0.0	20.87	38.27	99.79	17.28		OBSERVACIONES
No60	0.300	0.0	15.23	19.43	98.28	10.99	5 19	
No100	0.150	0.0	10.63	6.87	96.75	5.43		
No200	0.075	0.0	7.77	3.87	95.53	4.68	2 8	



CURVA GRANULOMÉTRICA



CONGEOMAT S.R.L.
Jobi Percy Parichagua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Ing. Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 13-Jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

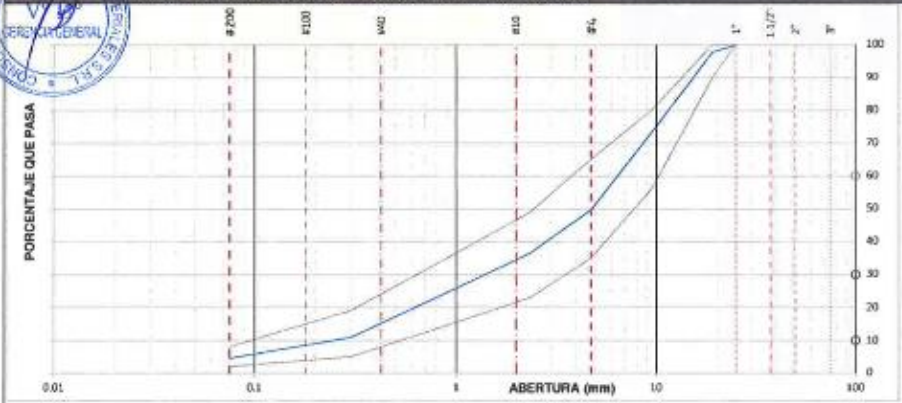
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 38.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.6% Y RELAVE MINERO 1.0%
MUESTRA: N° 1

TAMIZADO							RESUMEN	
N	DENOMINACIÓN	TAMIZ (mm)	RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)	SUELO
			PESO (g)	%	%	%		
1	3 1/2"	90.000	0	0.0	100.0			
2	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	100	100	
7	3/4"	19.000	363	2.2	97.8	90	100	
8	1/2"	12.500	962	12.8	85.9			
9	3/8"	9.500	874	11.7	73.3	56	80	
10	#4	4.750	1,770.0	23.7	48.7	35	65	
11	#8	2.360	871.3	13.1	35.6	23	49	
12	#16	1.180	773.1	10.4	26.1			
	#30	0.830	644.6	8.7	17.4			
13	#50	0.300	482.2	6.5	10.9	5	19	
14	#100	0.150	383.2	4.8	6.1			
15	#200	0.075	116.8	1.6	4.0	2	8	
16	Fondo	0.075	339.8	4.5				

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	7.500 g
Peso muestra lavada y seca	7.195 g
Fines eq. < 0.425	49.7%
Grava med. < 4.75	50.3%
Fines agregado < 0.075	3.680 g
Fines eq. < 0.075	345 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMIZADO MÁXIMO	1"



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricagua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dilcia Yany Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210362

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: +511 405926

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		5.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.62			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.80			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.63			
5	% Relave minero		0.95			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.36	6.37	6.35	6.360	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1199.2	1200.1	1198.5		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1199.3	1201.1	1199.3		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	671.9	672.8	672.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	527.4	528.3	526.7		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.274	2.272	2.275	2.274	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.406	2.406	2.406		
18	% Vacios de aire	5.50	5.59	5.43	5.507	
19	Relación Filler/Betún		1.48		1.482	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	867	940	887		
21	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	865	938	885	896	
23	Flujo (mm)	2.60	2.78	2.69	2.69	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.594	2.594	2.594		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.474	2.474	2.474		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.896	1.896	1.896		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	3.20	3.20	3.20		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	12.688	12.771	12.623	12.7	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	56.652	56.229	56.983	56.6	
30	Relación E / F (Kg/cm)	3326	3373	3289	3329	1700-4000



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Diana Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 230682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1,0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		5.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.42			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.62			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.52			
5	% Relave minero		0.95			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (Filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.30	6.35	6.35	6.333	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1199.8	1200.1	1199.0		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1201.2	1201.8	1199.0		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	676.4	677.8	676.3		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	524.8	524.0	522.7		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.286	2.290	2.294	2.290	
17	Peso especifico máximo MTC E 505 (RICE)	2.389	2.389	2.389		
18	% Vacios de aire	4.32	4.15	4.00	4.157	
19	Relación Filler/Betón		1.28		1.276	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	935	1011	942		
21	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	939	1015	946	967	
23	Flujo (mm)	2.99	3.05	2.96	2.97	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.594	2.594	2.594		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.474	2.474	2.474		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.896	1.896	1.896		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	3.71	3.71	3.71		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	12.673	12.518	12.381	12.5	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	65.912	66.848	67.692	66.8	
30	Relación E / F (Kg/cm)	3140	3329	3307	3289	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Diana Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51 1 469205

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.22			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.43			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.40			
5	% Relave minero		0.94			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.480			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Biqueta (cm)	6.37	6.37	6.36	6.367	
12	Peso de la Biqueta al Aire (grs)	1198.0	1197.8	1197.5		
13	Peso de la Biqueta sumergido al Aire (grs)	1198.1	1197.9	1197.5		
14	Peso de la Biqueta al agua (grs)	676.8	676.3	676.1		
15	Volumen de la biqueta por desplazamiento	521.3	521.6	521.4		
16	Peso Especifico Bulk de la Biqueta (Grs/cm3)	2.298	2.296	2.297	2.297	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.373	2.373	2.373		
18	% Vacios de aire	3.15	3.23	3.21	3.197	
19	Relación Filler/Betún		1.12		1.125	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	964	1040	932		
21	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	960	1036	928	975	
23	Flujo (mm)	3.521	3.490	3.398	3.470	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.595	2.595	2.595		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.474	2.474	2.474		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.911	1.911	1.911		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	4.20	4.20	4.20		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	12.683	12.748	12.736	12.72	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	75.164	74.663	74.798	74.9	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2726	2968	2731	2808	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Narváez Tintaya
T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhcinis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51 955 10 5995

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.03			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.25			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.29			
5	% Relave minero		0.94			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.29	6.35	6.29	6.310	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1197.8	1198.5	1197.1		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1198.2	1198.6	1198.5		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	673.8	674.9	674.8		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	524.4	523.7	523.7		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.284	2.289	2.286	2.286	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.358	2.356	2.356		
18	% Vacios de aire	3.07	2.87	2.98	2.973	
19	Relación Filler/Betún		1.00		1.002	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	889	1014	973		
21	Factor de Estabilidad	1.01	1.01	1.01		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	898	1024	983	968	
23	Flujo (mm)	3.890	3.990	3.782	3.89	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.595	2.595	2.595		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.474	2.474	2.474		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.911	1.911	1.911		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	4.71	4.71	4.71		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	13.690	13.510	13.611	13.6	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	77.575	78.756	78.106	78.1	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2308	2567	2596	2491	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhircio Mary Lara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 21082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Esta prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
tel: +51 954 469891

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

0	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		36.83			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.07			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.18			
5	% Relave minero		0.93			
8	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.480			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.39	6.32	6.45	6.387	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1200.1	1197.3	1199.7		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1200.3	1198.7	1199.8		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	672.9	673.7	673.9		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	527.4	525.0	525.9		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.276	2.281	2.281	2.279	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.340	2.340	2.340		
18	% Vacios de aire	2.75	2.54	2.51	2.600	
19	Relación Filler/Betón		0.90		0.904	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	939	875	835		
21	Factor de Estabilidad	0.99	0.99	0.99		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	930	867	827	875	
23	Flujo (mm)	4.295	4.254	4.129	4.23	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.595	2.595	2.595		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.474	2.474	2.474		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.911	1.911	1.911		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	5.22	5.22	5.22		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	14.482	14.271	14.246	14.3	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	80.985	82.202	82.381	81.9	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2166	2038	2004	2069	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paridahu Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhertis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210882

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Esta prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: +511 495905

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 17-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

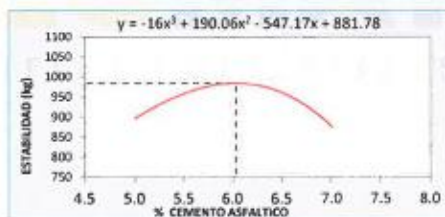
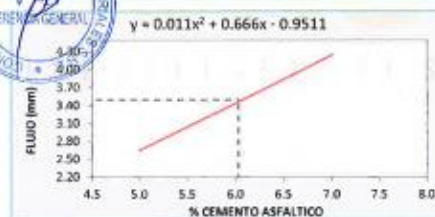
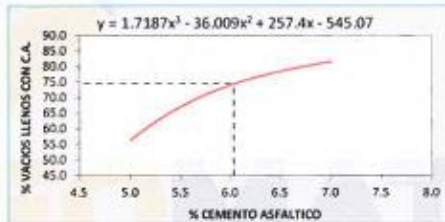
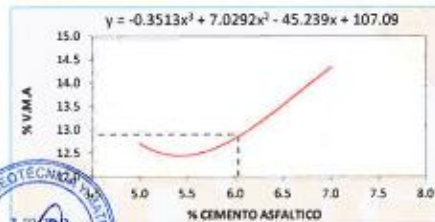
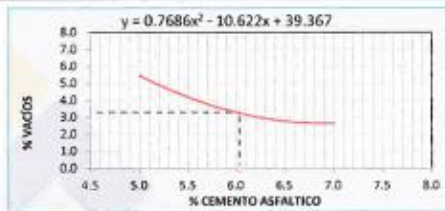
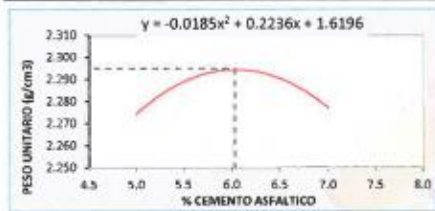
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA

MUESTRA : N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 38.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%

GRAFICOS



CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
GOLPES POR CARA	75
CEMENTO ASFALTICO PEN	120/150
PESO UNITARIO	2.295
PORCENTAJE DE VACÍOS	3.3
V.M.A.	12.9
VACIOS LLENOS CON C.A.	74.8
FLUJO 0.01"	3.5
ESTABILIDAD	985
ESTABILIDAD/FLUJO	2814
INDICE DE COMPATIBILIDAD	7.72
ESTABILIDAD RETENIDA 24h	89.7
RELACIÓN POLVO - ASFALTO	1.1

DOSIFICACIÓN	
37.2%	P. CHANCADA
34.4%	A. CHANCADA
21.4%	A. NATURAL
0.9%	RELAVE MINERO
6.03%	PEN 120/150

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paribakha Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Diego Yara Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210032

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: +511 405926

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA : N° 1

PESO ESPECIFICO MAXIMO RICE

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
% CEMENTO ASFALTICO	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	
A.- Peso de la muestra al aire (grs)	1595.1	1593.5	1595.1	1584.0	1579.9	
B.- Peso del frasco (grs)	2551.5	2551.5	2551.5	2551.5	2551.5	
C.- Peso del frasco + agua (calibrado)(grs)	9137.0	9137.0	9137.0	9137.0	9137.0	
D.- Peso neto del agua calibrado (grs)	6585.5	6585.5	6585.5	6585.5	6585.5	
E.- Peso del frasco + agua + muestra (al final del ensayo) (grs)	10069.2	10063.6	10059.9	10048.7	10041.7	
F.- Peso muestra + frasco (A+C) (grs)	10732.1	10730.5	10732.1	10721.0	10716.9	
G.- Volumen de la muestra (F-E) (grs)	662.9	666.9	672.2	672.3	675.2	
H.- Densidad Máxima de la Mezcla (A/G)	2.406	2.389	2.373	2.356	2.340	



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diana Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel: +51 1 4059000

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO DE ESTABILIDAD RETENIDA (24 HORAS)

ITEM	N° DE PROBETAS	01	02	03	04	05	06
1	Contenido de Cemento Asfáltico	6.03	6.03	6.03	6.03	6.03	6.03
2	Peso Probeta al Aire	1205.5	1206.7	1210.1	1214.2	1214.1	1218.2
3	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	1208.0	1208.8	1210.1	1214.8	1214.8	1217.2
4	Peso de la Probeta en el Agua	679.3	679.4	680.4	679.2	678.8	679.5
5	Volumen de la Probeta	528.7	527.4	529.7	535.6	536.0	537.7
6	Peso Específico Bulk de la Probeta	2.280	2.288	2.285	2.267	2.285	2.262
7	Lectura del Dial Anillo Marshall	298	305	301	285	270	274
8	Estabilidad sin corregir	982	1012	998	880	898	909
9	Factor Estabilidad	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99
10	Estabilidad corregida (kg)	973	1002	989	871	887	900
11	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)	988			886		
	Promedio Estabilidad (24 Horas)						
	Estabilidad Retenida (%)	89.7					



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diana Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210832

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@puno1.com
Telf: +0511 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



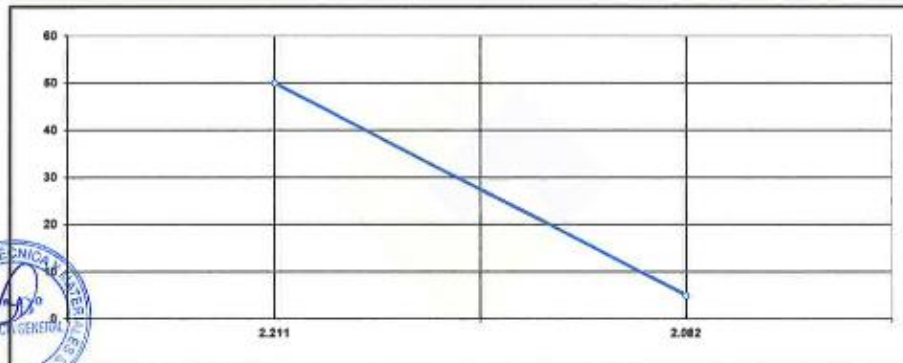
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO INDICE DE COMPACTABILIDAD



N° de Muestras	01	02	03	04
N° de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1214.8	1212.2	1207.2	1216.3
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1214.8	1212.5	1219.5	1220.7
3.- Peso por Desplazamiento	663.3	666.4	640.5	635.4
4.- Volumen de la Briqueta	551.5	546.1	579.0	585.3
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.202	2.220	2.085	2.076
PROMEDIOS	2.211		2.082	

2.211	2.082
50	5

1
0.130
GEB(50) - GEB(5)

IC =	7.72
------	------

CONGEMAT S.R.L.
Johi Percy Parikahua Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhucnis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Telf: +51 1 498295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana 16, 46 de diciembre 16, Apto 20, Salda Municip.





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

39.4% PIEDRA CHANCADA
36.4% ARENA CHANCADA
22.7% ARENA NATURAL
1.5% RELAVE MINERO

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 13-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA

MUESTRA: N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - TEORICO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	% QUE PASA PIEDRA CHANCADA	% QUE PASA ARENA CHANCADA	% QUE PASA ARENA NATURAL	% QUE PASA RELAVE MINERO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES ASTM D 3515	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		39.4%	36.4%	22.7%	1.5%	100.0%		
1"	25.400	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100 100	PROPORCIONES DEL AGREGADO
3/4"	19.050	94.0	100.00	100.00	100.00	87.64	80 100	Grava : 52.01 %
1/2"	12.700	59.9	100.00	100.00	100.00	84.20		Arena : 42.85 %
3/8"	9.525	26.3	100.00	100.00	100.00	70.95	56 80	Fino : 5.14 %
No4	4.750	1.8	69.70	89.93	100.00	47.99	36 66	W Natural : %
No8	2.380	0.0	47.17	78.30	100.00	36.43	23 49	
No15	1.190	0.0	30.47	60.10	100.00	26.22		
No30	0.600	0.0	20.67	39.27	99.79	17.79		OBSERVACIONES
No50	0.300	0.0	15.23	19.43	98.26	11.43	5 19	
No100	0.150	0.0	10.63	6.87	96.75	6.88		
No200	0.075	0.0	7.77	3.87	95.53	5.14	2 8	



CURVA GRANULOMETRICA



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dheinis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 13-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

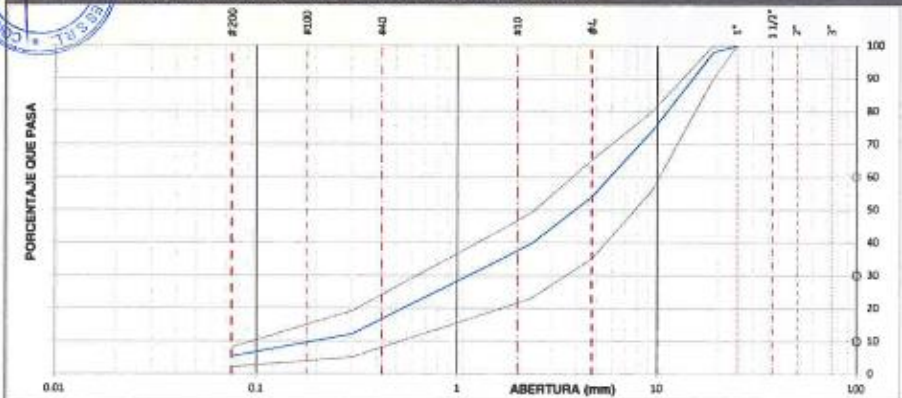
CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 38.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
MUESTRA: N° 1

TAMIZADO							RESUMEN	
N	DENOMINACIÓN	TAMIZ (mm)	RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)	
			PESO (g)	%	%	SUELO	%	SUELO
1	3/12"	90.000	0	0.0	100.0			
3	3"	75.000	0	0.0	100.0			
3	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0			
4	2"	50.000	0	0.0	100.0			
5	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0			
6	1"	25.000	0	0.0	100.0	100	100	
7	3/4"	18.000	131	2.0	98.0	90	100	
8	1/2"	12.500	810	12.5	85.5			
9	3/8"	8.500	733	11.3	74.2	56	80	
10	#4	4.750	1,333.0	20.4	53.6	36	63	
11	#6	2.360	1,324.4	14.1	30.7	25	49	
12	#10	1.190	1,054.1	11.2	28.5			
	#20	0.850	878.8	9.4	19.1			
13	#40	0.360	657.5	7.0	12.1	5	19	
14	#60	0.150	481.6	5.1	7.0			
15	#200	0.075	157.9	1.7	5.3	2	8	
16	Fondo	0.075	486.8	5.3				

DESCRIPCIÓN	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	5,500 g
Peso muestra lavada y seca	5,156 g
Fracc. eq. < 4"	53.6%
Grava usada	46.1%
Fracc. eq. < #4	5.3%
Fracc. eq. < #200	34.5 g
TIPO DE TAMIZADO	MARUAL
TAMANO MÁXIMO	1"



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Patriciohua Intuyari
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Doris Yara Lara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		5.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.43			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.62			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.52			
5	% Relave minero		1.43			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.37	6.38	6.39	6.380	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1200.1	1200.1	1199.5		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1200.3	1200.2	1200.0		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	669.9	670.8	670.4		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	530.4	529.4	528.6		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.263	2.267	2.265	2.265	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.403	2.403	2.403		
18	% Vacios de aire	5.83	5.66	5.74	5.743	
19	Relación Filler/Betún		1.68		1.676	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	926	1012	986		
21	Factor de Estabilidad	0.99	0.99	0.99		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	919	1004	979	967	
23	Flujo (mm)	2.85	2.94	2.64	2.81	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.589	2.589	2.589		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.473	2.473	2.473		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.837	1.837	1.837		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	3.26	3.28	3.26		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	13.081	12.917	12.993	13.0	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	55.432	56.182	55.822	55.8	
30	Relación E / F (Kg/cm)	3225	3416	3707	3449	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tutayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Inciwis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L. salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: (051) 496295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Bulvar de la 45 de Colombia No. 4 Lote 30, Balda Municipal



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.23			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.44			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.41			
5	% Relave minero		1.42			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Biqueta (cm)	6.38	6.35	6.37	6.367	
12	Peso de la Biqueta al Aire (grs)	1195.7	1196.5	1195.9		
13	Peso de la Biqueta sumergido al Aire (grs)	1196.0	1196.8	1196.4		
14	Peso de la Biqueta al agua (grs)	678.4	679.8	678.9		
15	Volumen de la biqueta por desplazamiento	517.6	517.0	517.5		
16	Peso Especifico Bulk de la Biqueta (Grs/cm3)	2.310	2.314	2.311	2.312	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.385	2.385	2.385		
18	% Vacios de aire	3.15	2.97	3.12	3.080	
19	Relación Filler/Betún		1.45		1.447	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1182	1036	1019		
21	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1177	1032	1015	1075	
23	Flujo (mm)	3.30	3.42	3.64	3.45	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.589	2.589	2.589		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.473	2.473	2.473		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.837	1.837	1.837		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	3.76	3.76	3.76		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	11.725	11.564	11.694	11.7	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	73.134	74.317	73.320	73.6	
30	Relación E / F (Kg/cm)	3567	3017	2788	3124	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parayalua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Daniel Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51 954 409905

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA : N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPLC/F:
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		37.04			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.26			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.30			
5	% Relave minero		1.41			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.37	6.37	6.36	6.367	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1199.2	1198.4	1200.1		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1199.6	1199.1	1200.5		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	677	676.1	676		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	522.6	523.0	524.5		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.295	2.291	2.286	2.291	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.369	2.369	2.369		
18	% Vacios de aire	3.12	3.26	3.40	3.260	
19	Relación Filler/Betón		1.27		1.273	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	1242	1123	1105		
21	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	1237	1118	1100	1152	
23	Flujo (mm)	3.890	3.940	3.820	3.883	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.589	2.589	2.589		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.473	2.473	2.473		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.837	1.837	1.837		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	4.27	4.27	4.27		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	12.778	12.903	13.029	12.90	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	75.563	74.735	73.904	74.7	
30	Relación E / F (Kg/cm)	3179	2838	2881	2966	



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichama Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dicovis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210632

Los resultados de este Informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51 1 409909

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO FACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120Y150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

ITEM	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPEC. F.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		6.50			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		36.84			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		34.08			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.18			
5	% Relave minero		1.40			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.480			
10	Peso Especifico de Relave minero (filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.30	6.35	6.35	6.333	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1198.0	1199.6	1199.1		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1199.2	1199.6	1199.5		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	673.1	675.2	675		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	526.1	524.4	524.5		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.277	2.288	2.286	2.284	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.352	2.352	2.352		
18	% Vacios de aire	3.18	2.74	2.80	2.907	
19	Relación Filler/Betón		1.14		1.137	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	986	1104	1031		
21	Factor de Estabilidad	1.00	1.00	1.00		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	990	1109	1035	1045	
23	Flujo (mm)	4.280	4.195	4.347	4.27	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.589	2.589	2.589		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.473	2.473	2.473		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.837	1.837	1.837		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	4.78	4.78	4.78		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	13.905	13.511	13.563	13.7	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	77.131	79.720	79.358	78.7	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2313	2643	2382	2446	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Poricahu Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dicéris Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 21002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L. salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: (051) 992295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: Nº 1

ENSAYO MARSHALL

0	NUMERO DE BRIQUETA	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en peso de la Mezcla		7.00			
2	% Piedra chancada en peso de la Mezcla		36.64			
3	% Arena Chancada en peso de la Mezcla		33.89			
4	% Arena Zarandeada en peso de mezcla		21.07			
5	% Relave minero		1.40			
6	Peso Especifico del C.A.		1.01			
7	Peso Especifico del Agregado Grueso		2.485			
8	Peso Especifico de Gravilla Chancada		2.478			
9	Peso Especifico de la Arena Zarandeada		2.460			
10	Peso Especifico de Relave minero (Filler)		2.256			
11	Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.39	6.35	6.41	6.383	
12	Peso de la Briqueta al Aire (grs)	1199.8	1198.2	1199.9		
13	Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs)	1200.1	1198.9	1200.0		
14	Peso de la Briqueta al agua (grs)	671.9	673.1	672.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento	528.2	525.8	527.8		
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3)	2.271	2.279	2.273	2.275	
17	Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE)	2.336	2.336	2.336		
18	% Vacios de aire	2.77	2.46	2.69	2.640	
19	Relación Filler/Betún		1.03		1.030	
20	Estabilidad sin corregir (Kg)	996	962	940		
21	Factor de Estabilidad	0.99	0.99	0.99		
22	Estabilidad Corregida (Kg)	986	974	932	965	
23	Flujo (mm)	4.425	4.471	4.356	4.42	
24	Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3)	2.590	2.590	2.590		
25	Peso Especifico Bulk de los agregados	2.473	2.473	2.473		
26	Porcentaje de Asfalto Absorbido	1.852	1.852	1.852		
27	Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo	5.26	5.26	5.26		
28	Vacios de Agregado Mineral (VMA)	14.578	14.303	14.506	14.5	
29	Porcentajes De Vacios Llenos de C.A.	80.999	82.801	81.456	81.8	
30	Relación E / F (Kg/cm)	2232	2178	2140	2163	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhircis Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: +511 405666

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 17-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

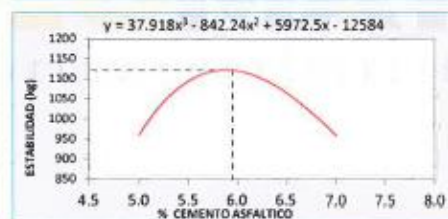
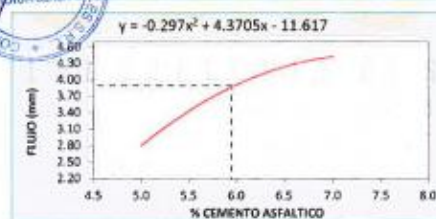
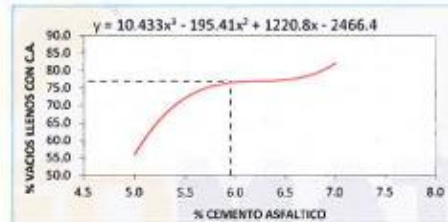
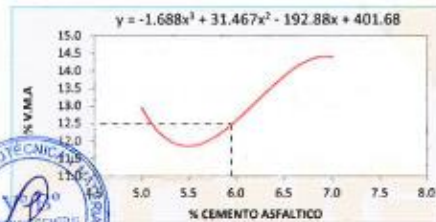
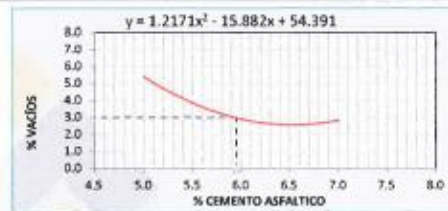
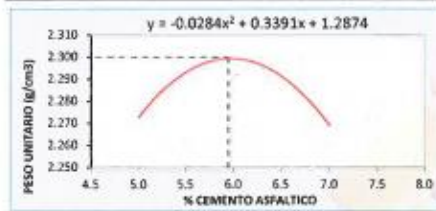
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA

MUESTRA : N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%

GRAFICOS



CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
GOLPES POR CARA	75
CEMENTO ASFALTICO PEN	120/150
PESO UNITARIO	2.300
PORCENTAJE DE VACIOS	3.0
V.M.A.	12.5
VACIOS LLENOS CON C.A.	77.0
FLUJO 0.01"	3.9
ESTABILIDAD	1122
ESTABILIDAD/FLUJO	2877
INDICE DE COMPATIBILIDAD	7.84
ESTABILIDAD RETENIDA 24h	89.1
RELACION POLVO - ASFALTO	1.3

DOSIFICACIÓN	
37.1%	P. CHANCADA
34.3%	A. CHANCADA
21.3%	A. NATURAL
1.4%	RELAVE MINERO
5.95%	PEN 120/150


John Percy Pacurichua Tinaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Divis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO FACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

PESO ESPECIFICO MAXIMO RICE

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
% CEMENTO ASFALTICO	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	
A.- Peso de la muestra al aire (grs)	1590.2	1590.5	1596.2	1588.5	1582.3	
B.- Peso del frasco (grs)	2551.5	2551.5	2551.5	2551.5	2551.5	
C.- Peso del frasco + agua (calibrado)(grs)	9137.0	9137.0	9137.0	9137.0	9137.0	
D.- Peso neto del agua calibrado (grs)	6585.5	6585.5	6585.5	6585.5	6585.5	
E.- Peso del frasco + agua + muestra (al final del ensayo) (grs)	10065.4	10060.7	10059.3	10050.1	10042.0	
F.- Peso muestra + frasco (A+C) (grs)	10727.2	10727.5	10733.2	10725.5	10719.3	
G.- Volumen de la muestra (F-E) (grs)	661.8	666.8	673.9	675.4	677.3	
H.- Densidad Máxima de la Mezcla (A/G)	2.403	2.385	2.369	2.352	2.336	



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Indicis Yang Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com
Telf: 051- 486296



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana, Jr. 16 de diciembre, Mz. A Lote 30, Salda Municip.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO DE ESTABILIDAD RETENIDA (24 HORAS)

ITEM	N° DE PROBETAS	01	02	03	04	05	06
1	Contenido de Cemento Asfáltico	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93
2	Peso Probeta al Aire	1202.5	1201.7	1205.1	1212.2	1213.4	1214.4
3	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	1203.0	1202.0	1208.3	1213.9	1214.2	1216.9
4	Peso de la Probeta en el Agua	682.3	681.4	680.9	677.1	678.3	677.5
5	Volumen de la Probeta	520.7	520.8	525.4	536.8	535.9	539.4
6	Peso Específico Bulk de la Probeta	2.309	2.308	2.294	2.258	2.284	2.251
7	Lectura del Dial Anillo Marshall	312	345	342	282	305	293
8	Estabilidad sin corregir	1035	1145	1135	989	1012	972
9	Factor Estabilidad	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
10	Estabilidad corregida (kg)	1025	1134	1124	959	1002	963
11	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)	1094					
12	Promedio Estabilidad (24 Horas)	975					
13	Estabilidad Retenida (%)	89.1					



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dheinis Yari Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congemat@gmail.com
☎ Telf.: (051) 495 295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana de 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salda Huancayo



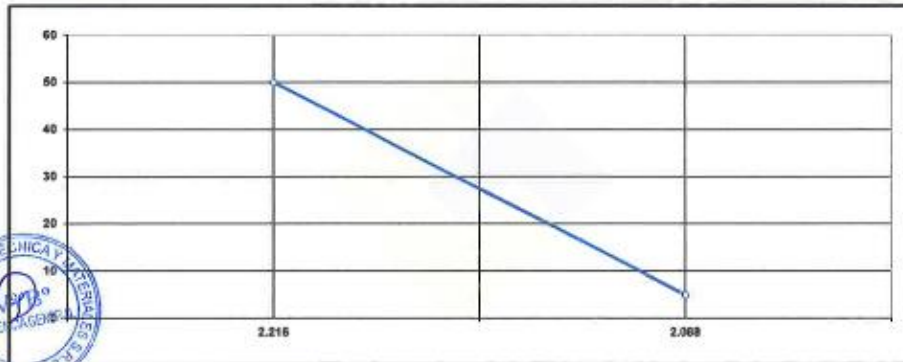
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 38.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTABILIDAD



N° de Muestras	01	02	03	04
N° de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1210.1	1211.4	1203.8	1209.3
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1214.8	1212.8	1216.6	1215.5
3.- Peso por Desplazamiento	667.5	667.2	638.2	638.3
4.- Volumen de la Briqueta	547.3	545.6	578.4	577.2
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.211	2.220	2.081	2.095
PROMEDIOS	2.216		2.088	

2.216	2.088
50	5

1
0.127
GEB(50) - GEB(5)

IC =	7.84
------	------

CONGEOMAT S.R.L.
Doris Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210082

CONGEOMAT S.R.L.
Julia Percy Panichhua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**PUNO – PERÚ
2022**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0746-0046-2021

Página 1 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección **JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA**

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación **0746-046-2021**

Intervalo de indicación **30000 g**

División de escala **1 g**
Resolución

División de verificación **1 g**
(e)

Tipo de indicación **Digital**

Marca / Fabricante **OHAUS**

Modelo **R21PE30**

N° de serie **8340110203**

Procedencia **USA**

Lugar de calibración **LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Fecha de calibración **2021/11/13**

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del INM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003-2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vw. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Corales
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0746-0046-2021

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.17	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.1	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.1	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.1	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.1	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.1	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.1	30000	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12

Carga (g)	Diferencia Máxima Autorizada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	0	1
30000	0	5

CONSEJO REGULADOR DE METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 303-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0749-046-2021

Página 1 de 2

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **TERMÓMETRO**

Identificación 0749-046-2021

Marca BOECO

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Indicador DIGITAL

Alcance -50 °C a 200°C

Resolución 0.1 °C

Sensor VASTAGO - 12 cm

Procedencia CHINA

Lugar de calibración LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración

Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012,
"Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto
Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSDU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSDU GROUP S.A.C.



ARSDU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSDU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carlica
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0749-046-2021

Página 2 de 2

Arso Group
Patrones e Instrumentos auxiliares
Laboratorio de Metrología

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: LTIutron	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Verdadera	Corrección °C
N° 01	100.1	100.6	0.5
N° 02	101.3	101.4	0.1
N° 03	101.8	101.9	0.1
N° 04	102.4	102.3	-0.1
N° 05	102.9	102.7	-0.2

Corrección en la Lectura (°C)

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

TCV = Indicación del termómetro + Corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carota
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0750-046-2021

Página 1 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13
Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**
Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición **BALANZA**
Identificación 0750-046-2021
Intervalo de indicación 3100 g
División de escala 0.01 g
Resolución
División de verificación 0.01 g
(e)
Tipo de indicación Digital
Marca / Fabricante OHAUS
Modelo PAJ3102
N° de serie BADI55
Procedencia USA
Lugar de calibración LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INACOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático [NMP 002-2009]

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

COINGEMAT



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Ww. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301 3880 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arcevalo Camica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0750-046-2021

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 500 g			Carga L1= 1000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	500.0	0.001	-0.001	1000	0.005	-0.002
2	500.0	0.002	-0.004	1000	0.004	-0.004
3	500.0	0.004	-0.005	1000	0.006	-0.004
4	500.0	0.003	-0.007	1000	0.003	-0.009
5	500.0	0.003	-0.009	1000	0.005	-0.012
6	500.0	0.004	-0.008	1000	0.007	-0.014
7	500.0	0.004	-0.008	1000	0.003	-0.01
8	500.0	0.007	-0.008	1000	0.005	-0.009
9	500.0	0.006	-0.004	1000	0.004	-0.007
10	500.0	0.005	-0.003	1000	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
500	0			0.05		
1000				0.3		



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lot# 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arevalo Carmona
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0750-046-2021

Arso Group
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔI (g)	E0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	-0.002	-0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)	
5.00	5.00	0.004	-0.001	0.004	5.00	0.004	0.001	0.004	0.1
10.00	10.00	0.006	0.004	0.004	10.00	0.006	-0.001	0.004	0.1
50.00	50.00	0.002	-0.005	0.003	50.00	0.005	0.004	-0.003	0.1
100.00	100.00	0.002	0.004	0.005	100.00	0.009	-0.003	-0.003	0.1
500.00	500.00	0.009	0.004	0.008	500.00	0.005	0.005	0.001	0.1
800.00	800.00	0.004	0.008	0.002	800.00	0.004	-0.004	0.003	0.1
1000.00	1000.00	0.005	0.008	0.003	1000.00	0.007	0.004	0.004	0.1
1500.00	1500.00	0.004	0.004	0.005	1500.00	0.005	-0.03	-0.002	0.1
3000.00	3000.00	0.009	0.004	0.004	3000.00	0.003	-0.008	-0.01	0.5
3100.00	3100.00	0.015	0.008	0.001	3100.00	0.014	-0.014	-0.01	0.5

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔI: Carga Incremental
E_c: Error corregido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.00002^2 + 0.0000025259808 R^2}$

Lectura Corregida $L_{corr} = R + 136.009373480 R$

R: Indicación de lectura de balanza

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Perú NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al Instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Roc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 978 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Cerna
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0751-046-2021

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación 0751-046-2021

Marca ARSOU

Modelo HR701

Serie 1201

Cámara 80 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde mantener en su momento recárbase sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento, el estado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento además de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carlica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0751-046-2021

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	TERMOMETRO CON SENSORES MARCA: LITRON	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (Min)	Pídeuro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.4	110.3	110.1	110.5	111.0	110.8	110.2	110.0	110.5	110.5	110.4	111.0
00:02	110	110.4	110.5	110.9	110.1	110.5	110.7	110.8	111.0	110.3	110.9	110.6	111.0
00:04	110	110.1	110.1	110.3	111.0	110.0	110.4	110.6	110.0	110.0	110.1	110.3	111.0
00:06	110	110.2	110.5	110.3	110.7	110.9	110.1	110.8	110.5	110.4	111.0	110.6	111.0
00:08	110	110.3	110.4	110.5	110.9	110.3	110.2	110.6	110.9	110.4	111.0	110.6	111.0
00:10	110	110.9	110.1	110.9	110.7	110.8	110.5	110.9	110.2	110.5	110.0	110.6	111.0
00:12	110	110.9	110.1	110.4	110.5	110.3	110.7	110.9	110.7	110.1	110.5	110.6	111.0
00:14	110	110.2	110.1	110.4	110.3	110.7	110.8	110.4	110.9	110.1	110.8	110.5	111.0
00:16	110	110.7	110.9	110.4	110.6	110.6	110.5	110.3	110.5	110.4	110.7	110.5	111.0
00:18	110	110.2	110.4	110.1	110.3	110.4	110.0	110.2	110.2	110.9	110.3	110.3	111.0
00:20	110	110.8	110.6	110.2	110.3	110.4	110.6	110.3	110.9	110.7	110.5	110.6	111.0
00:22	110	110.8	110.3	110.9	110.4	110.2	111.0	110.4	110.9	110.7	110.5	110.6	111.0
00:24	110	110.3	110.1	110.5	110.8	110.6	110.7	110.5	110.4	110.3	110.5	110.5	111.0
00:26	110	110.8	110.0	110.0	110.2	110.1	110.0	110.3	110.2	110.5	110.3	110.5	111.0
00:28	110	110.9	110.6	110.5	110.0	110.8	110.3	110.6	110.3	110.9	110.8	110.4	111.0
00:30	110	110.5	110.4	110.0	110.8	110.1	110.1	110.9	110.2	110.5	110.4	110.4	111.0
00:32	110	111.0	111.0	110.0	111.0	110.6	110.3	110.4	111.0	110.2	110.7	110.6	111.0
00:34	110	110.5	110.3	110.4	110.9	110.0	110.1	110.6	110.8	111.0	110.3	110.5	111.0
00:36	110	110.9	110.6	110.2	110.4	110.4	110.4	110.4	110.3	110.8	110.3	110.4	111.0
00:38	110	110.7	111.0	110.6	110.7	110.8	110.1	110.9	110.8	110.3	110.4	110.6	111.0
00:40	110	110.2	110.5	110.1	110.0	110.3	110.6	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	111.0
00:42	110	110.2	110.9	110.3	110.6	110.3	110.8	110.8	110.5	110.0	110.3	110.5	111.0
00:44	110	110.6	110.1	110.5	110.4	111.0	110.5	110.3	110.8	110.2	111.0	110.5	111.0
00:46	110	110.9	110.8	110.6	110.5	110.7	110.4	110.1	110.8	110.5	110.7	110.7	111.0
00:48	110	111.0	110.7	110.9	110.8	111.0	111.0	110.5	110.5	110.3	110.2	110.6	111.0
00:50	110	110.2	110.3	110.5	111.0	110.0	110.2	110.1	110.7	110.1	110.4	110.4	111.0
T. PROM.	110	110.5	110.4	110.4	110.5	110.5	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.5	111.0
T. MAX.	110	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0
T. MIN.	110	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax Diferencia entre máxima y mínima (respuesta) para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego M2 C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496 8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

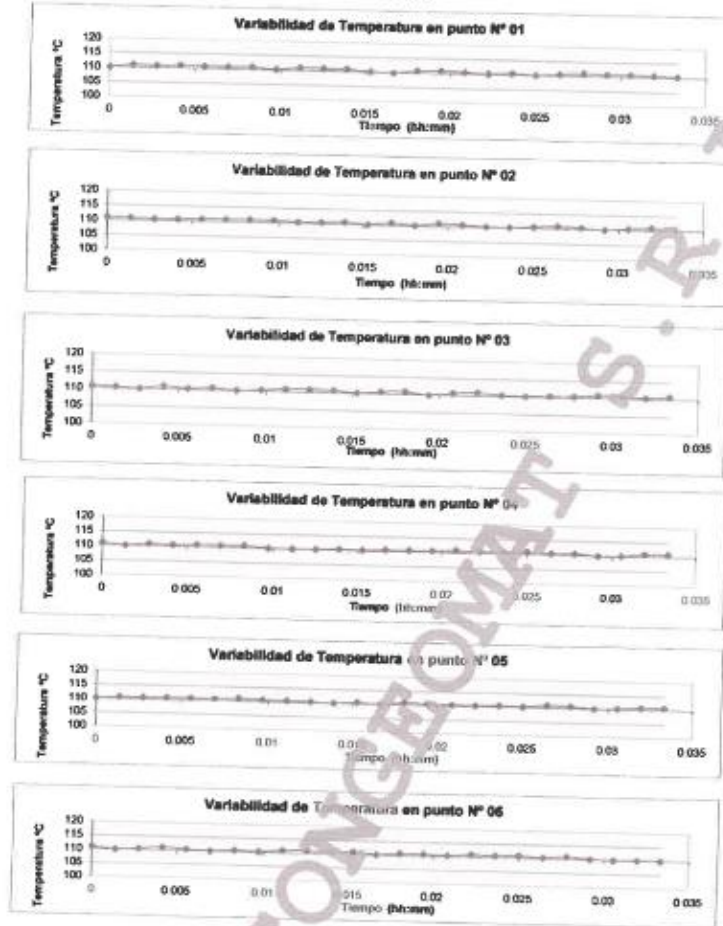


ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

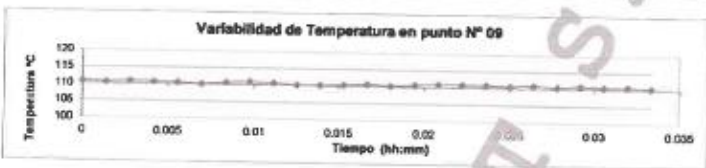
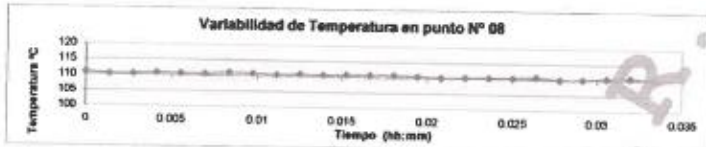
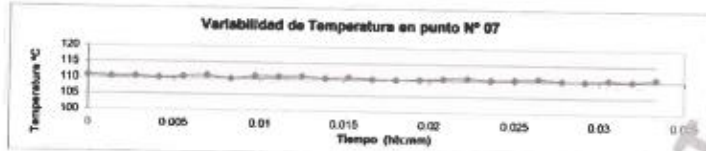


ARSOU GROUP S.A.C

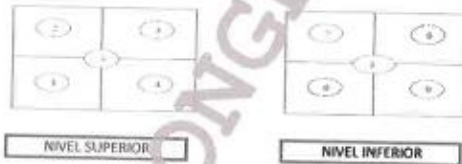
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



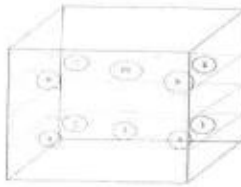
ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Caranca
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición **ha sido** calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95% con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Careaga
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/23

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN -
JULIACA

Instrumento de medición **COPA CASAGRANDE**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo CSA 902

Serie 201101

Mecanismo Manual

Ranurador BRONCE

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración 2022/02/23

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 Sta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carmona
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Limite Liquido						Ranurador			
	Conjunto de la Cazuela			N	K	L	M	Extremo Curvado		
	A	B	C					a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Ranura Curvada	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27		50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1		5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg	2.13	0.079	1.063		2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg	0.08	0.004	0.4		0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPESOR	2,10	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	27,10	+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	47,10	+/- 1.5	OK
ESPESOR	48,50	+/- 5	OK
LARGO	150,80	+/- 5	OK
ANCHO	125,50	+/- 5	OK
HUELLA	5,93	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10,00	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10,00	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2,00	+/- 0.1	OK
ANCHO	3,40	+/- 0.1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrasco
METROLOGÍA

Anexo N° 07: Panel fotográfico.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



Figura 1: Visita a la planta de asfalto



Figura 2: Vista de los agregados



Figura 3: Visita a la Mina Rinconada para la obtención de muestra de relave minero.



Figura 4: Vista de molienda de roca con la maquina trapiche.



Figura 5: Realización de los ensayos en laboratorio



Figura 6: Secado de muestras para su posterior ensayo.



Figura 7: Realización del ensayo de Análisis Granulométrico



Figura 8: Mezcla de los agregados, filler y cemento Asfáltico.



Figura 9: Mezcla Asfáltica en Caliente.



Figura 10: Compactación de la Mezcla Asfáltica.



Figura 11: Equipo para realizar el desmolde de las muestras.



Figura 12: Equipo completo para realizar el sondaje eléctrico vertical.