

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE

INGENIERIA CIVIL



TESIS:

**“OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO
CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA –
MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO
DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO
DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) – 2019”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

TESITA

Bach. Berkeley Einsthen, ARCE ALVARADO

ASESOR

Ing. JOSUE CHOQUEVILCA CHINGUEL

HUÁNUCO – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
Facultad de Ingeniería

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:35 horas del día 16 del mes de OCTUBRE del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Johney Prudencio Lacha Rojas (Presidente)
Mg. Reydes Alexander Lombroschini Espinoza (Secretario)
Ing. Juan Alex Alvarado Romero (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1203-2019-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRÉS) CON EL AGREGADO DE RÍO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019",
presentado por el (la) Bachiller Berkeley Einsthen Arce Alvarado, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO (Art. 47)

Siendo las 18:45 horas del día 16 del mes de OCTUBRE del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

A Dios quien me dio la vida y me dio la oportunidad de vivir junto a una maravillosa familia, a Jesús quien dio su vida por mí, por mi familia y el mundo, a mi madre la Virgen María causa de nuestra alegría quien me cuida y me protege con su maravilloso manto sagrado.

A mi mama Helma Alvarado Coz, a mi Mamá – Hermana Silvana Camacho Alvarado y a mi papá Estanislao Arce Jiménez por ser las personas quienes me dieron su tiempo, su amor, su bendición, su sacrificio, la educación, los valores y las ganas de seguir luchando por mis objetivos bajo los designios de Dios.

AGRADECIMIENTOS

Ofrezco un agradecimiento de forma especial a los Ingenieros de la Universidad de Huánuco que durante mis estudios superiores me enseñaron su saber en el campo vial, pavimentos, construcción, transporte, geotecnia, hidráulica y estructural, siendo eso mismos conocimientos la base fundamental de todo profesional.

Un agradecimiento a la E.A.P de Ingeniería Civil, al Decano y coordinador por ser los gestores de la emblemática institución que me albergó y formó académicamente y poder de esa manera surgir como un profesional de éxito.

Y finalmente expreso mi agradecimiento a toda mi familia por estar siempre atentos y pendientes durante toda mi carrera universitaria.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE ANEXOS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE GRAFICOS	x
RESUMEN	xi
SUMMARY.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1.- Descripción del problema	14
1.2.- Formulación del problema	15
1.3.- Objetivo general	15
1.4.- Objetivos específicos.....	15
1.5.- Justificación de la investigación.....	16
1.6.- Limitaciones de la investigación	16
1.7.- Viabilidad de la Investigación	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de la investigación	18
2.2. Bases teóricas	27
2.3. Definiciones conceptuales	66
2.4 Hipótesis.....	68
2.5. Variables.....	69
2.5.1. Variable dependiente	69
2.5.2. Variable independiente.....	69
2.6. Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores).....	70
CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	71
3.1. Tipo de investigación (Referencial).....	71
3.1.1. Enfoque.....	71
3.1.2. Alcance o nivel	71
3.1.3. Diseño	72
3.2. Población y muestra	72

3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos	72
3.3.1. Para la recolección de datos (detallar las técnicas e instrumentos utilizados)	72
3.3.2. Para la presentación de datos (cuadros y/o gráficos).....	73
3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos	73
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	79
4.1. Procedimiento de datos (Cuadros estadísticos con su respectivo análisis e interpretación).....	79
4.2. Contrastación de Hipótesis y Prueba de Hipótesis	118
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	116
5.1. Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de Investigación.....	125
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES.....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
ANEXOS.....	140

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DEL ASESOR.....	141
ANEXO 2: RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS	143
ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA	145
ANEXO 4: MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO	148
ANEXO 5: MAPA DE UBICACIÓN DE LAS CANTERAS	150
ANEXO 6: PANEL FOTOGRAFICO	151
ANEXO A: ENSAYO GRANULOMETRICO CAN. SAN ANDRES	166
ANEXO B: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG CAN. SAN ANDRES ..	172
ANEXO C: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD CAN. SAN ANDRES.....	178
ANEXO D: ENSAYO CBR CAN. SAN ANDRES	184
ANEXO E: ENSAYO DE LOS ANGELES CAN. SAN ANDRES	189
ANEXO F: ENSAYO GRANULOMETRICO CAN. LA DESPENSA	191
ANEXO G: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG CAN. LA DESPENSA	197
ANEXO H: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD CAN. LA DESPENSA	203
ANEXO I: ENSAYO CBR CAN. LA DESPENSA	209
ANEXO J: ENSAYO DE LOS ANGELES LA DESPENSA.....	214
ANEXO K: ENSAYO GRANULOMETRICO MEZCLA 90%+10%.....	216
ANEXO L: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG MEZCLA 90%+10%....	234
ANEXO M: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MEZCLA 90%+10%	240
ANEXO N: ENSAYO CBR MEZCLA 90%+10%	246
ANEXO O: ENSAYO DE LOS ANGELES MEZCLA 90%+10%.....	252
ANEXO P: ENSAYO GRANULOMETRICO MEZCLA 85%+15%.....	254
ANEXO Q: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG MEZCLA 85%+15%...	272
ANEXO R: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MEZCLA 85%+15%	278
ANEXO T: ENSAYO DE LOS ANGELES MEZCLA 85%+15%	286
ANEXO U: ENSAYO GRANULOMETRICO MEZCLA 80%+20%.....	288
ANEXO V: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG MEZCLA 80%+20% ...	304
ANEXO W: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MEZCLA 80%+20%	309
ANEXO X: ENSAYO CBR MEZCLA 80%+20%	315
ANEXO Y: ENSAYO DE LOS ANGELES MEZCLA 80%+20%	321
ANEXO AA: CONTEO VEHICULAR.....	327

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Clasificación de los Agregados	29
FIGURA 2: Cuadro para Determinar el Análisis Granulométrico por Tamizado	73
FIGURA 3: Cuadro para Determinar los Limites de Atterberg	74
FIGURA 4: Cuadro para Determinar el Contenido de Humedad	74
FIGURA 5: Cuadro para Determinar el Proctor Modificado	75
FIGURA 6: Cuadro de Datos para Determinar la Resistencia al Corte	75
FIGURA 7: Cuadro de Gráficos de la Resistencia al Corte.....	76
FIGURA 8: Cuadro para Determinar el CBR	76
FIGURA 9: Cuadro para Determinar Abrasión los Ángeles	77
FIGURA 10: Cuadro de Cálculos de Granulometría para Mezcla.....	77
FIGURA 11: Cuadro de Recalculo de Granulometría para Mezcla.....	78
FIGURA 12: Cuadro de Cálculos de Proctor Modificado para Mezcla	78
FIGURA 13: Ubicación de la Cantera San Andrés	79
FIGURA 14: Ubicación de la Cantera la Despensa	80
FIGURA 15: Ubicación de la Esperanza - Malconga	80
FIGURA 16: Ensayo Granulométrico San Andrés - Muestra N°4	81
FIGURA 17: Ensayo Granulométrico la Despensa - Muestra N°4	82
FIGURA 18: Ensayo Granulométrico Mezcla 90% + 10% - Muestra N°4	83
FIGURA 19: Ensayo Granulométrico Mezcla 85% + 15% - Muestra N°4	84
FIGURA 20: Ensayo Granulométrico Mezcla 80% + 20% - Muestra N°4	85
FIGURA 21: Resumen de Resultados de Granulometría – Muestra N°4.....	86
FIGURA 22: Ensayo Limites de Atterberg San Andrés - Muestra N°4.....	89
FIGURA 23: Ensayo Limites de Atterberg la Despensa - Muestra N°4.....	90
FIGURA 24: Ensayo Limites de Atterberg Mezcla 90% + 10% - Muestra N°4..	91
FIGURA 25: Ensayo Limites de Atterberg Mezcla 85% + 15% - Muestra N°4..	92
FIGURA 26: Ensayo Limites de Atterberg Mezcla 80% + 20% - Muestra N°4..	93
FIGURA 27: Resumen de Resultados de Limites de Atterberg - Muestra N°4 .	94
FIGURA 28: Ensayo del Contenido de Humedad San Andrés - Muestra N°4 ..	96
FIGURA 29: Ensayo del Contenido de Humedad la Despensa - Muestra N°4 .	96
FIGURA 30: Ensayo del Contenido de Humedad Mezcla 90% + 10% - Muestra N°4.....	97
FIGURA 31: Ensayo del Contenido de Humedad Mezcla 85% + 15% - Muestra N°4.....	97
FIGURA 32: Ensayo del Contenido de Humedad Mezcla 80% +20% - Muestra N°4.....	98
FIGURA 33: Resumen de Resultados del Contenido de Humedad - Muestra N°4.....	98
FIGURA 34: Ensayo de Proctor Modificado San Andrés - Muestra N°4	99
FIGURA 35: Ensayo de Proctor Modificado la Despensa - Muestra N°4	100
FIGURA 36: Ensayo de Proctor Modificado 90% + 10% - Muestra N°4	101
FIGURA 37: Ensayo de Proctor Modificado 85% + 15% - Muestra N°4	102
FIGURA 38: Ensayo de Proctor Modificado 80% + 20% - Muestra N°4	103
FIGURA 39: Resumen de Resultados de Proctor Modificado - Muestra N°4..	104
FIGURA 40: Ensayo de CBR San Andrés - Muestra N°4:	105
FIGURA 41: Ensayo de CBR la Despensa - Muestra N°4	106

FIGURA 42: Ensayo de CBR Mezcla 90% + 10% - Muestra N°4	107
FIGURA 43: Ensayo de CBR Mezcla 85% + 15% - Muestra N°4	108
FIGURA 44: Ensayo de CBR Mezcla 80% + 20% - Muestra N°4	109
FIGURA 45: Ensayo de Abrasión los Ángeles San Andrés - Muestra N°4	111
FIGURA 46: Ensayo de Abrasión los Ángeles la Despensa - M°4.....	111
FIGURA 47: Ensayo de Abrasión los Ángeles 90% + 10% - Muestra N°4.....	112
FIGURA 48: Ensayo de Abrasión los Ángeles 85% + 15% - Muestra N°4.....	112
FIGURA 49: Ensayo de Abrasión los Ángeles 80% + 20% - Muestra N°4.....	113
FIGURA 50: Flete de Traslado San Andrés al 100%.....	114
FIGURA 51: Flete de Traslado Mezcla 90% + 10%.....	114
FIGURA 52: Flete de Traslado Mezcla 85% + 15%.....	115
FIGURA 53: Flete de Traslado Mezcla 80% + 20%.....	115
FIGURA 54: Resumen de Resultados del Flete de Traslado de los Materiales	116
FIGURA 55: Resultado del IMD.....	116
FIGURA 56: Proporciones de Mezcla.....	118
FIGURA 57: Característica Granulométrica de la Proporción Óptima 80% + 20%	119
FIGURA 58: Granulometría de Canteras.....	125
FIGURA 59: Granulometría de Mezcla	128

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Cuadro de Ensayos	17
TABLA 2: Granulometría para cada Tipo de Afirmado según el IMD	35
TABLA 3: Limites Granulométricos Especificados para Material de Afirmado .	36
TABLA 4: Tamices para Granulometría	40
TABLA 5: Tamices Alternativos para Granulometría.....	40
TABLA 6: Cantidad Mínima de Muestras de Agregado Grueso	43
TABLA 7: Gradación Resumen de Muestra los Ensayos los Ángeles.....	65
TABLA 8: Gradación de las Muestras de Ensayo los Ángeles	66
TABLA 9: Propiedades e Indicadores	70
TABLA 10: Resumen Total de Ensayos - Muestra N°4	120
TABLA 11: Prueba de Hipótesis del Desgaste los Ángeles	123
TABLA 12: Anova de un Factor	124
TABLA 13: Comparaciones Múltiples de la Prueba de Hipótesis del Desgaste los Ángeles	124
TABLA 14: Limites Granulométricos Especificados para Material de Afirmado	125
TABLA 15: Limites Granulométricos Especificados para Material de Afirmado	127
TABLA 16: Granulometría para cada Tipo de Afirmado según el IMD	131

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1: Comparación de la Granulometría de Canteras y la Norma	87
GRAFICO 2: Comparación de la Granulometría de Mezclas y la Norma	88
GRAFICO 3: Comparación de los Limites de Atterberg de canteras y la Norma.....	95
GRAFICO 4: Comparación de los Limites de Atterberg de Mezcla y la Norma.	95
GRAFICO 5: Resumen de Resultados de CBR - Muestra N°4	110
GRAFICO 6: Resumen de Resultados de Abrasión los Ángeles - Muestra N°4.....	113
GRAFICO 7: Comparación de la Mezcla Optima 80% + 20% con los Requerimientos Normativos.....	120
GRAFICO 8: Comparación de CBR de Materiales de Cantera.....	126
GRAFICO 9: Comparación de Desgaste los Ángeles de Materiales de Cantera.....	127
GRAFICO 10: Comparación de CBR de Materiales de Mezcla	128
GRAFICO 11: Comparación de Desgaste los Ángeles de Materiales de Mezcla	129
GRAFICO 12: Flete de Traslado 100% vs Flete de Traslado 90% +10%	130
GRAFICO 13: Flete de Traslado 100% vs Flete de Traslado 85% +15%	130
GRAFICO 14: Flete de Traslado 100% vs Flete de Traslado 80% +20%	130

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue obtener una mezcla óptima para ser usada en el afirmado de la carretera La Esperanza – Malconga, resultante de 3 mezclas adecuadas de agregado de cerro y río , los cuales fueron caracterizados de acuerdo a los requerimientos según norma, teniendo en cuenta la ubicación de canteras en menor distancia, encontrándose más próxima la cantera “San Andrés”, luego de realizar los estudios correspondientes se comprobó que no satisface lo normado, por falta de material granular, y como se tiene otra cantera “La Despensa”, la cual también se sometió a las pruebas correspondientes mostrándonos porcentajes adecuadas de material granular, entonces se decidió mezclar ambos agregados partiendo de los ensayos previos del agregado de cerro, en los porcentajes 90%/10%, 85%/15% y 80%/20% de cerro y río respectivamente, analizando de ello su propiedad física y mecánica granulométrica, límites de atterberg, contenido de humedad, CBR y Abrasión los ángeles; de donde resulto un CBR de cerro en 70.01% y un CBR de río en 63.43%, la mezcla cerro/río, para una relación 90%/10% resulto un CBR de 85.25%, para una relación 85%/15% resulto un CBR de 104.27% y para una relación 80%/20% resulto un CBR de 96.17%, por lo cual los resultados de las 3 relaciones cumplen considerablemente los requerimientos de calidad del Manual de Carreteras (EG-2013); asimismo resulto un desgaste los ángeles de cerro en 37.06% y un desgaste los ángeles de río en 20.26%, la mezcla cerro/río, para una relación 90%/10% resulto un desgaste los ángeles en 34.86%, para una relación 85%/15% resulto un desgaste los ángeles en 33.66% y para una relación 80%/20% resulto un desgaste los ángeles en 32.04%, luego de los ensayos correspondientes se logró optimizar las exigencias normadas, de las cuales se tomó el porcentaje 80%/20% de cerro/río como el óptimo para afirmado de la carretera referida, puesto que la prueba de desgaste los ángeles mide la resistencia del material granular y determina la duración del afirmado; pero no se descarta las otras mezclas en las relaciones 85%/15% y 90%/10%, pues quedo demostrado que cualquiera de estas soluciones cumple las exigencias, en comparación con la opción que tomar por separado los agregados de ambas canteras, las cuales no cumplen con lo normado.

SUMMARY

The objective of the investigation was to obtain an optimal mixture to be used in the affirmation of the La Esperanza - Malconga road, resulting from 3 suitable mixtures of hill and river aggregate, which were characterized according to the requirements according to the standard, taking into account Account for the location of quarries in a shorter distance, the "San Andrés" quarry being closer, after carrying out the corresponding studies, it was found that it does not satisfy the norm, due to lack of granular material, and since there is another quarry "La Despensa", which also underwent the corresponding tests showing adequate percentages of granular material, then it was decided to mix both aggregates starting from the previous tests of the hill aggregate, in the percentages 90% / 10%, 85% / 15% and 80% / 20% of hill and river respectively, analyzing its physical and mechanical granulometric property, atterberg limits, moisture content, CBR and Abrasió n the angels; from where a hill CBR resulted in 70.01% and a river CBR in 63.43%, the hill / river mixture, for a 90% / 10% ratio resulted in a CBR of 85.25%, for a ratio of 85% / 15% a result CBR of 104.27% and for an 80% / 20% ratio a CBR of 96.17% resulted, so that the results of the 3 relationships considerably meet the quality requirements of the Road Manual (EG-2013); Likewise, Los Angeles de Cerro was worn at 37.06% and Los Angeles de Rio was worn at 20.26%, the Cerro / Rio mixture, for a 90% / 10% ratio, the Angels at 34.86% were worn out, for an 85% ratio. / 15% angels resulted in 33.66% and for an 80% / 20% ratio angels were 32.04% after the corresponding tests, the standardized requirements were optimized, of which 80% was taken / 20% of the hill / river as the optimum for the aforementioned road, since the Los Angeles wear test measures the resistance of the granular material and determines the duration of the affirmed; but the other mixtures in the 85% / 15% and 90% / 10% ratios are not ruled out, since it has been demonstrated that any of these solutions meets the requirements, compared to the option that the aggregates of both quarries should be taken separately, the which do not comply with the norm.

INTRODUCCIÓN

El afirmado en carreteras es una solución económica para vías de bajo tránsito, de manera que se debe optimizar este afirmado para mejorar su vida útil, al respecto es muy primordial la elección de una cantera adecuada que cumpla los requerimientos que se exige, sin embargo no necesariamente las canteras aledañas cumplen los requerimientos, por lo que se tiene que buscar otras canteras que a lo mejor se encuentran a distancias considerables que por ende encarece el costo del agregado por el tema del flete, entonces justamente se tiene que buscar la solución óptima considerando todos estos factores.

En el caso de la Carretera la Esperanza – Malconga, la cantera más cercana es “San Andrés”, así que se sometió a los ensayos correspondientes, encontrándose que no satisface los requerimientos normados, entonces se mezcló con agregado de río en porcentajes adecuados, luego del cual se pudo lograr un afirmado óptimo, que cumple los requerimientos que se exige para afirmado de carreteras.

La presente investigación detalla el proceso que se llevó a cabo para lograr la mezcla óptima para ser usada en la carretera referida, luego de los ensayos correspondientes.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.- Descripción del problema

En el Perú hay un número indefinido de canteras informales e ilegales que producen materiales que son insumo para la construcción, pero estos agregados no aseguran que sean aptos para una determinada obra a emplearse. Estas canteras en su mayoría producen y expanden arena fina, arena gruesa y piedra chancada que normalmente es adquirida por un usuario directo para emplearlo en una construcción informal, con la intención de ahorrar; pero al final se producen un producto sin garantía. Por otra parte, en la construcción de afirmados normalmente se usa materiales granulares procedentes de excedentes excavaciones, canteras de cerro o escorias metálicas y cuando se tiene que obtener el material óptimo para el afirmado en mucho de las ocasiones no cumplen con los requisitos de calidad mínimos que se exige para un afirmado, entonces se tiene que buscar soluciones en campo combinando material de canteras con diferentes características buscando el óptimo.

Recordemos que la búsqueda de canteras está orientada a ubicar la calidad, distancia y volumen de los tipos de materiales indispensables para la construcción, para ello, se debe ubicar y definir las canteras más convenientes por cada tipo de material.

Hay diversos tipos de canteras como las de cerro, las de río, etc. En la presente investigación proponemos que las canteras de río son más beneficiosas que otras, ya que, por la fuerza de las aguas de los ríos, éstos se lavan permanentemente, es decir que presentan agregados más puros y todo por fuerza inherente de la naturaleza, sin mucha participación de la mano del hombre.

En Huánuco están presentes los ríos Huallaga e Higuera y entre sus cauces existen canteras, algunas formales y otras informales. Debemos identificar las canteras y formalizar las ilegales o permitir que éstas se

formalicen y esto contribuya a la extracción de agregados de río a menor costo y accesibilidad.

En vista que un agregado de río tiene las condiciones óptimas para producir concreto, entonces queremos saber qué sucede si combinamos el material de cantera de cerro con el agregado de río para conseguir un material óptimo para la construcción de afirmados.

Es por ello que presentamos el proyecto titulado: Optimización del Diseño de Afirmado Convencional para la Carretera la Esperanza - Malconga con el uso de la Mezcla del Agregado de Cerro (Cantera San Andrés) con el Agregado de Río (Cantera la Despensa) – 2019.

1.2.- Formulación del problema

¿En qué medida la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la despensa) mejorara el diseño de afirmado convencional para la carretera la Esperanza - Malconga?

1.3.- Objetivo general

Determinar en qué medida la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) mejorara el diseño de afirmado convencional para la carretera la Esperanza – Malconga.

1.4.- Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades físico – mecánicas del agregado de cerro (Cantera San Andrés) y del agregado de río (Cantera la Despensa), para obtener 3 mezclas adecuadas con porcentajes variables para el diseño de afirmado.
- Proponer el afirmado para la carretera la Esperanza – Malconga utilizando el porcentaje más óptimo entre la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa).

- Determinar el beneficio económico que conlleva la utilización del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) con respecto al flete de traslado de los materiales a la zona de la Esperanza - Malconga.
- Conocer el volumen medio diario anual de cada tipo de vehículo que circula por la carretera la Esperanza – Malconga establecido a partir del censo volumétrico de una muestra en la estación de control.

1.5.- Justificación de la investigación

Teóricamente se justifica, ya que se pretende encontrar el porcentaje de mezcla más óptimo de los agregados de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) para la optimización del diseño de afirmado convencional.

Asimismo, se justifica en la práctica ya que esta solución nos permitirá la optimización del diseño de afirmado la Esperanza – Malconga, cuya principal función es proporcionar una superficie uniforme de textura adecuada, resistente a la acción del tráfico, interperismo y de otros agentes nocivos, lo que hace posible el tránsito fluido de vehículos con la seguridad, confort y economía.

1.6.- Limitaciones de la investigación

Para establecer con exactitud las características físicas y mecánicas de los agregados, así como también poder conocer los efectos que estas características puedan producir al ser utilizados en el diseño de afirmado, se necesita realizar ensayos que se encuentran enmarcados en la normatividad respectiva. Así como los que el MTC E considera.

Con relación a los ensayos requeridos para esta investigación en etapa preliminar, considerando los costos que estos conllevan, me comprometo a efectuar los ensayos requeridos para un afirmado, analizando las propiedades y comportamientos del agregado de cerro (Cantera San Andrés), así como del agregado de río (Cantera la Despensa) seleccionada para alcanzar los objetivos propuestos, con el fin de determinar la relación adecuada de cada

una de ellas, para obtener un afirmado durable y con una capacidad portante dentro de lo permisible, que conlleve a mejorar el diseño de afirmado convencional.

TABLA 1: Cuadro de Ensayos

MUESTREO	PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS	METODO DE ENSAYO	Nº DE MUESTRA
CANTERA DE CERRO	Granulometría	MTC E 204	4
	Límites de consistencia	MTC E 111	4
	Contenido de Humedad	MTC E 108	4
	CBR	MTC E 132	1
	Abrasión los Ángeles	MTC E 207	1
CANTERO DE RIO	Granulometría	MTC E 204	4
	Límites de consistencia	MTC E 111	4
	Contenido de Humedad	MTC E 108	4
	CBR	MTC E 132	1
	Abrasión los Ángeles	MTC E 207	1
CANTERA DE CERRO + CATERADO DE RIO	Granulometría	MTC E 204	12
	Límites de consistencia	MTC E 111	12
	Contenido de Humedad	MTC E 108	12
	CBR	MTC E 132	1
	Abrasión los Ángeles	MTC E 207	1

Considerando que la investigación es a nivel de pre grado, esta se limitara al desarrollo de pruebas y ensayos de campo a nivel de laboratorio, debido al alto costo que significaría realizar la colocación de un pavimento afirmado con las características de la investigación en una muestra de carretera afirmada y los permisos requeridos ante la Entidad competente de su conservación, esta investigación será a nivel de los resultados obtenidos del laboratorio y el afirmado en el que se concluya.

1.7.- Viabilidad de la Investigación

La investigación es viable, en vista de que se cuenta con acceso a la información basada en los estudios de campo y laboratorio que se plantean, así mismo, el encargo de la investigación financiara el estudio; también se cuenta con acceso a los equipos que permiten conseguir los datos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

A nivel Internacional

Ortega, A. R. (2013), realizó la investigación “La Calidad de los Agregados de Tres Canteras de la Ciudad de Ambato y su Influencia en La resistencia del Hormigón Empleado en la Construcción de Obras Civiles”; (tesis de pre grado), presentando en la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. La investigación que realizó tuvo como finalidad principal saber con exactitud las propiedades de sus agregados de la cantera playa Llagchoa, cantera Villacrès y la planta industrial de trituración de áridos; con la intención de poder conocer si estos materiales satisfacen con las normas técnicas establecidas.

En el cual el investigador llegó a las siguientes conclusiones:

Cantera Villacrès

- En base a la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera Villacrès, la aproximación de sus partículas al límite superior define a estas mismas como gruesas, siendo así que su tamaño nominal máximo es de $1\frac{1}{2}$ "; pero aun así estas se encuentran en el rango establecido, lo cual representa una apropiada distribución de partículas de variables tamaños en la muestra.
- De conformidad con la gráfica de granulometría para el agregado fino de la cantera Villacrès se infiere que a pesar de tener una porción un poco baja de partículas retenidas en el tamiz # 8. Las demás partículas se hallan correctamente segregadas en el resto de tamices cumpliendo así con los límites establecidos con el ensayo dando un módulo de finura de 3.0 el cual es el valor ideal de una arena para formar parte de un buen hormigón.
- Se concluye que el ripio con un peso específico de 2.585gr./cm^3 y la arena con un peso específico de 2.568gr./cm^3 son aptos para ser utilizados en la elaboración de hormigón debido a que el rango admisible está entre 2.500gr./cm^3 y 2.700gr./cm^3

Cantera Playa Llagchoa

- Según la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera playa Llagchoa se aprecia que gran proporción de sus partículas se encuentran aproximadamente en la mitad del rango establecido por los límites de este ensayo, tiene un tamaño nominal máximo de 1 1/2"; en conclusión, presenta una aceptable repartición de partículas de diferentes tamaños.
- De conformidad con la gráfica de granulometría para el agregado fino de la cantera playa Llagchoa se infiere que a pesar de no ser una gráfica que esté contenida en su totalidad por los límites fijados, si tiene una proporción significativa de sus partículas dentro del rango por lo que se concluye que su granulometría es probable dando un módulo de finura de 2.5 que es bajo pero permisible.
- Se concluye que el ripio con un peso específico de 2.554gr./cm³ y la arena con un peso específico de 2.512gr./cm³ son aptos para ser utilizados en el procesamiento de hormigón, ya que el rango admisible está entre 2.500gr./cm³ y 2.700gr./cm³, pero se tiene que tener énfasis que la arena está un poco próxima al límite inferior.

Planta Industrial De Trituración De Áridos

- Según la curva granulométrica del agregado grueso de la planta industrial de trituración de áridos de la constructora Arias se aprecia que es una curva adecuada y aceptable ya que está dentro del rango establecido casi en su totalidad, tiene un tamaño nominal máximo de 1"; en conclusión, presenta una aceptable repartición de partículas de diferentes tamaños.
- De conformidad con la gráfica de granulometría para el agregado fino de la planta industrial de trituración de áridos constructora Arias se infiere que es una curva ideal debido a que se encuentra por completo dentro del rango establecido, módulo de finura de 2.9 que está dentro del rango establecido, estas características le hacen una excelente arena.

- Se concluye que el ripio con un peso específico de 2.611gr./cm^3 y la arena con un peso específico de 2.624gr./cm^3 son aptos para ser utilizados en el procesamiento de hormigón ya que el rango admisible está entre 2.500gr./cm^3 y 2.700gr./cm^3 , pero hay que tener énfasis que la arena presenta un peso específico bajo pero mayor con referencia a la arena lo cual no es tan común, pero si es admisible.

Ferreira, D. y Torres, K, (2014), realizaron la investigación “Caracterización Física de Agregados Pétreos para Concretos Caso: Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo)”. (Tesis de pre grado); presentado en la universidad católica-Colombia, En esta investigación estudiaron el comportamiento de las propiedades físicas de los agregados pétreos para el empleo en concretos, determinando que el concreto llega a ser un material heterogéneo que obedece a múltiples variables, siendo una de ellas la calidad del material del que se encuentra formado, así como sus proporciones en que estos son relacionados entre sí.

En consecuencia, se deduce que, para una misma clase y tipo de concreto, siempre estas presentan variaciones que definen sus propiedades.

En el cual el investigador llegó a las siguientes conclusiones:

- Las muestras analizadas de la cantera Vista Hermosa, describen que sus propiedades presentan una gradación del agregado grueso que nos permite manejar correctamente, puesto que al tener un alto porcentaje que pasa la malla 200, manifiesta una contaminación, lo que conlleva al aislamiento la partícula del cemento. Se presenta un deterioro en la máquina micro-deval mayor al 30% lo cual muestra una negatividad de resistencia a la abrasión y durabilidad de las gravas en presencia de agua. La semejanza de arena indica que en este agregado hay presencia en un 37% de arcillas, siendo esto perjudicial ya que estas son expansivas. El beneficio de su resistencia mecánica del material se debe a su porosidad mínima.
- La caracterización física de la mina Cemex (Apulo). Permite una uniformidad en un bajo porcentaje que pasa la malla 200 del material, debido a que su granulometría no presenta un exceso de finos ni gruesos, asimismo el comportamiento de este agregado resulta

aceptable ya que permite la adherencia. La pérdida del 20% de masa resulta un porcentaje que puede interferir en la resistencia. Se presenta 5% de arcilla en la muestra, pero así su valor mínimo puede afectar el material por ser expansivo. Al tener una porosidad no considerable en la muestra, se beneficia la resistencia del agregado.

- El fundamento principal para determinar la calidad del agregado fue desarrollar la semejanza de los resultados de los ensayos a las muestras de dos canteras, teniendo así una diferencia en sus propiedades físicas. El resultado de la cantera Vista Hermosa respecto a los resultados en los ensayos de laboratorio la mina Cemex (Apulo), se considera idóneo como agregado de concreto, aunque es necesario aclarar que no es el agregado correcto para el desarrollo de este. Su petrografía de origen resulta una parte determinante para la variación de las propiedades físicas, porque esta afecta su composición.

Mendoza, V. G. (2008) Realizo la investigación “Evaluación de La Calidad de Agregados para Concreto, en el Departamento de Totonicapán”; (Tesis de pre grado) presentando en la Universidad San Carlos de Guatemala-Guatemala, Esta investigación analiza la calidad de agregados para concreto de dos bancos ubicados en el departamento de Totonicapán, uno en Aldea Vásquez y el otro en el río Samalá, en el municipio de San Cristóbal. El Laboratorio del centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM) y al Laboratorio del Ministerio de Energía y Minas fueron los lugares donde se desarrollaron los ensayos determinantes, tomando como muestras una de agregado grueso y dos de fino, de las cuales resolvieron su propiedad química, mineralógica, mecánica y física.

En el cual el investigador llego a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a la compilación de los resultados y a la caracterización de los bancos se determina que ambas muestras de agregado fino no cumplen con algunas de las precisiones en la norma correspondiente, por ende, son consideradas inadecuadas para mezcla de concreto.
- El agregado grueso cumple con el límite de desgaste proporcionado por la norma ASTM C-131 por lo tanto este agregado podría ser utilizado para la fabricación de concretos.

- Los resultados del laboratorio establecieron que la relación de los agregados empleados no es admisible para la fabricación de concreto con cemento portland, puesto los requisitos de calidad establecidos en la norma, no cumplen.

Estrada, C. y Páez R. (2014), realizaron la investigación “Influencia de La Morfología de los Agregados en la Resistencia del Concreto”; (Tesis de pre grado), presentado en la universidad veracruzana, campus Coatzacoalcos-México, en el presente trabajo de investigación se evaluó la influencia de la morfología de los agregados pétreos más comunes en la ciudad de Coatzacoalcos Veracruz en las características del concreto en estado fresco y en estado endurecido, En función de esto, se realizaron ensayos comparativos entre el concreto con agregados redondeados (graba normal) y concreto con agregado triturado (piedra caliza), en ese sentido se realizaron 108 especímenes cilíndricos de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, curados por inmersión hasta la fecha de prueba; conservando la relación a/c para los diferentes diseños que se realizaron, y el tamaño máximo de los agregados de 3/4”, para un $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$, $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$, cabeceo con azufre y método ACI. El cemento utilizado comprende a un cemento Pórtland extra 30R.

En el cual el investigador llego a las siguientes conclusiones:

- Las pruebas destructivas a los especímenes fueron: compresión, $f'c$, con el cual se obtuvo la carga de ruptura, en base a la consecuencia obtenida de las pruebas se demostró que la mezcla de agregado triturado produjo una mayor resistencia a la compresión; en cambio, la mezcla de agregados redondeados, arrojó bajos resultados de resistencia a la compresión. Es de resaltar que existen variables en los agregados que no están incluidas en el diseño de las mezclas, lo cual pueden afectar considerablemente las propiedades mecánicas del concreto. Una de ellas, la morfología.

A nivel Nacional

Benel Cerna, S. (2017), realizo la investigación titulada “Influencia de la incorporación de fibra de yute en la resistencia mecánica del material de

afirmado de la cantera Bazán – Cajamarca, 2017”. Una de las técnicas para el mejoramiento de las propiedades de suelos pobres, es el reforzamiento de suelos. En el desarrollo del estudio verificaron cuanto influye la adición de fibra de yute en la resistencia mecánica del material de afirmado de la cantera Bazán, siendo así que el suelo llegó a satisfacer el requisito mínimo para ser empleado como material de afirmado, de acuerdo a lo dispuesto por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC); cabe señalar que es muy ventajoso el empleo de fibras naturales para el mejoramiento de suelos, asimismo cabe señalar que se reforzaron el suelo con 1%, 0.75% y 0.5% en peso fibra de yute de 1 mm. de diámetro previamente divididas en longitudes de 20 mm. El ensayo CBR realizado fue con un contenido de humedad de 6% y una máxima densidad seca (MDS) de 2.242 g/cm³, obtenidos del ensayo de compactación. El CBR alcanzando por el suelo no reforzado fue de 92.3%. Mientras que los valores CBR del suelo reforzado a 1%, 0.75% y 0.5% en peso con fibra de yute fueron de 113.0%, 110.0% y 101.0% respectivamente. En el cual el investigador llegó a las siguientes conclusiones:

- El valor de CBR del material de afirmado A-1 de la cantera Bazán alcanzó el 92.3% de su MDS a un 6% de humedad.
- Los resultados de CBR del material de afirmado A-1 de la cantera Bazán reforzado con 1%, 0.75% y 0.5% al peso de fibra de yute alcanzaron el 113%, 110% y 101% de su máxima densidad seca a un 6% de humedad.
- La Hipótesis planteada se validó pues el valor de CBR del material de afirmado A-1 de la cantera Bazán aumentada hasta un 22% con la inclusión de fibra de yute de 1mm de diámetro y 20 mm de longitud, a una relación de 1% del peso.

Becerra Vásquez, Y. N. (2017), realizó la investigación titulada “Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera el Gavilán, Cajamarca 2017”. El material para afirmado de cantera el Gavilán fue parte del estudio porque se realizó con la finalidad de determinar en base a un estudio experimental, en el cual podemos determinar la consecuencia que produce el empleo de miel de caña; siendo este mismo material parte principal de los

ensayos el cual se encuentra ubicada en el distrito de Cajamarca y la miel de caña se obtuvo del distrito de Magdalena.

Los análisis de laboratorio de dicho material indican: una abrasión de 49.608%, límite líquido de 11.8%, granulometría de clasificación A-1, contenido de humedad 2.36%, su material no presenta límite plástico puesto que es limo, del Proctor Modificado se obtiene una densidad de 2.284 gr./cm³ en la muestra principal, con 5% de miel es 2.280 gr./cm³, con 10% de miel es 2.355 y para 2% de miel es 2.269 gr./cm³, del ensayo CBR se obtuvo para un CBR al 0.1"; en la muestra principal se tuvo un CBR de 71%, agregando 2% de miel de caña se consiguió un CBR de 74%, agregando 5% de miel de caña un CBR de 18%, agregando 10% de miel de caña un CBR de 4.4%; para un CBR al 0.2", con la muestra patrón se tuvo un CBR de 100%, agregando 2% de miel de caña se consiguió un CBR de 144%. agregando 5% de miel de caña un CBR de 72%, agregando 10% de miel de caña un CBR de 8.2%.

En el cual el investigador llegó a las siguientes conclusiones:

- Se determinó el CBR del material de afirmado de la cantera el Gavilán sin incorporar miel de caña obteniendo para 0.1" un CBR de 71% y para 0.2" un CBR de 100%.
- Se comprobó que la Hipótesis planteada si cumple, puesto que la agregación de miel de caña en porcentaje de 2%, incrementa el valor de CBR en comparación a la muestra patrón. El índice CBR para 0.1" incrementa hasta un 4.22%, mientras que para 0.2" el índice CBR incrementa hasta un 44%.
- Se logró evaluar la influencia de la agregación de miel de caña en 2%, 5% y 10% en el índice California Bearing ratio (CBR) de un material para afirmado de la cantera el Gavilán obteniendo los siguientes resultados para un CBR al 0.1": con la muestra patrón un CBR de 71%, agregando 2% de miel de caña un CBR de 74%, agregando 5% de miel de caña un CBR de 18%, agregando 10% de miel de caña un CBR de 4.4%; para un CBR al 0.2", con la muestra patrón un CBR de 100%, agregando 2% de miel de caña un CBR de 144%, agregando 5% de miel de caña un CBR de 72%, agregando 10% de miel de caña un CBR de 8.2%.

- Se determinó la densidad seca y el óptimo contenido de humedad para la muestra patrón sin agregar Miel de Caña y agregando Miel de Caña, la densidad seca disminuye en función a la muestra principal agregando 2% y 5% de Miel de Caña, presenta un incremento para el 10% de Miel de Caña, por otro lado, el comportamiento del óptimo contenido de humedad en la muestra principal resultó un 6.80%, en la dosificación de 2% de miel de caña esta disminuye a un 5% y en la dosificación de 5% a un 3.0% para la dosificación del 10% disminuye hasta un 2.40%.

Vargas, F. (2017) realizó la investigación titulada “Influencia de La Combinación de Agregado de Cerro y de Río en la Capacidad de Soporte de Un Afirmado”, La principal determinación del estudio fue influencia entre una combinación de agregado de cerro y río en su capacidad de soporte para un afirmado, llegando a realizar 3 relaciones de agregado de cerro y río, en porcentajes 25%/75%, 50%/50% y 75%/25% respectivamente. El investigador usó el agregado de cerro extraído de la cantera Bazán y agregado de cerro extraído de la cantera Chonta, siendo estas analizadas en función a sus propiedades físicas y mecánicas, como lo son la abrasión los ángeles, compactación, CBR, contenido de humedad, límites de atterberg y granulometría, luego se realizaron combinaciones propuestas de agregado de cerro y río de las canteras tomadas, analizándose también sus propiedades físicas y mecánicas, dentro de ellas la abrasión los ángeles, compactación, CBR, contenido de humedad, límites de atterberg y granulometría. Al introducir los resultados de los diferentes ensayos determinados se obtiene que: el agregado de la cantera Bazán tuvo un CBR de 22% y la cantera Chonta tuvo un CBR de 15%, la combinación de: agregado de cerro/río, en una relación 25%/75% se obtuvo un CBR de 75%, en una relación 50%/50% se obtuvo un CBR de 55% y para una relación 75%/25% se obtuvo un CBR de 110%. De los datos obtenidos se puede finalizar que ninguna de las canteras cumple con los requerimientos mínimos de diseño de afirmado según el Manual de carreteras 2013, mientras que las 3 combinaciones cumplen con lo requerido, indicándose que la proporción 75%/25% tuvo la mejor capacidad de soporte (CBR).

De la cruz Salcedo, D. R, (2010), realizó la Investigación titulada “Diseño y evaluación de un afirmado estabilizado con emulsión asfáltica, aplicación: carretera cañete – Chupaca”. El desarrollo de la investigación estima el comportamiento estructural como también de la estabilidad de un afirmado estabilizado con emulsión asfáltica, determinando para una carretera que se encuentra en el km. 222+200 de la carretera Chupaca – Dv. Yauyos – Cañete, perteneciente a una carretera de bajo volumen de tránsito. En su estabilización se realizó emulsión CSE – 1h (Emulsión catiónica Superestable de rotura lenta) de la compañía bituper. El empleo de la misma, concede al suelo una mayor permanencia frente a la acción del agua, así como también ante los demás agentes erosivos, reduciendo considerablemente la pérdida de finos y el alto índice de serviciabilidad de vía y su tiempo de vida útil.

En el cual el investigador llegó a las siguientes conclusiones:

- La estabilización de suelos estuvo encofrada como una solución técnica y económica en carreteras para un periodo corto de diseño (3 años). La idea central es resolver un problema funcional en caminos de bajo volumen de tránsito.
- Ofrecen muchas ventajas frente a las mezclas asfálticas en caliente, en razón de no necesitar calentamiento, debido a la estabilización de suelos con emulsión asfáltica. La baja viscosidad como resultado y la presencia de humedad, no permiten definir que los agregados tienen un buen recubrimiento a las temperaturas ambiente que existen normalmente.
- El uso de mezclas asfálticas en frío no necesita el uso de equipos sofisticados, por lo cual, su uso es apropiado en zonas remotas y con no tan altos recursos económicos.
- Dado que en suelos no cohesivos la emulsión les brinda cohesión y se busca el incremento de su resistencia y en suelos finos cohesivos se trata de encontrar que la emulsión le añada estabilización ante la presencia del agua y presente buena resistencia. Para la obtención del óptimo contenido de emulsión asfáltica se usa el Ensayo del CBR o el Método Marshall Modificado.

- Dado que la mezcla en servicio evoluciona hasta un estado final donde solo permanecen recubriendo al agregado el residuo asfáltico, corresponde dosificar el ligante asumiendo solo la presencia del residuo asfáltico o el cemento asfáltico correspondiente.
- El agua es el elemento indeseable pero necesario para permitir inicialmente el mezclado otorgando estabilidad a la emulsión frente al agregado y luego, en menor cantidad, para dar al conjunto suficiente compactación para proporcionar la primera compactación en obra.
- Antes de producido la ruptura de la emulsión asfáltica en la mezcla, la acción del agua es muy perjudicial ya que produce el arrastre del ligante.
- Dado que el material que se estabilizado es un suelo con gran cantidad de finos plásticos, 24.68 % pasante la malla N°200 y un índice de plasticidad de 9.2, lo recomendable es estabilizarlo con cal; pero con los resultados obtenidos se ha demostrado que la emulsión CSE – 1h también mejora la estabilidad del suelo ante la presencia de agua.
- De la evaluación estructural del pavimento se observa bajos valores de CBR de sub rasante y de longitud característica, siendo este un pavimento débil sobre una sub rasante débil, puesto que no supone que sea una estructura no útil para el bajo tráfico que se presenta y que la emulsión no esté cumpliendo su función ya que logrado estabilizarlo ante la presencia del agua.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Agregados

El nombre de agregados principalmente nace debido a que se agregan al cemento y al agua para fabricar concretos y morteros, siendo así que son materiales granulares solidos que se usan continuamente dentro de la construcción. Además, son empleados en la fabricación de productos artificiales resistentes al mezclarse con materiales aglomerantes con ligantes asfálticos como también de activación hidráulica. (Viscardo, Trinidad, 2014)

Tipos de agregados

a) Agregados naturales

Utilizados únicamente, después de una modificación en su tamaño para adaptarlos a los requerimientos de construcción.

b) Agregados por trituración

Provenientes de diferentes rocas trituradas, como también producto del rechazo de las granulometrías de los agregados naturales

c) Agregados artificiales

Son aquellas que se obtienen de las escorias o materiales procedentes de las demoliciones, partiendo de un proceso industrial, pero que no permite ser utilizado ni reciclado.

d) Hormigón

Está compuesta de agregados gruesos, finos y de partículas duras, procedentes de una cantera de cerro o cantera de río, normalmente su granulometría se encuentra comprendida en el producto retenido por la malla 100, como mínimo, y la de 2 como máximo.

e) Agregado fino

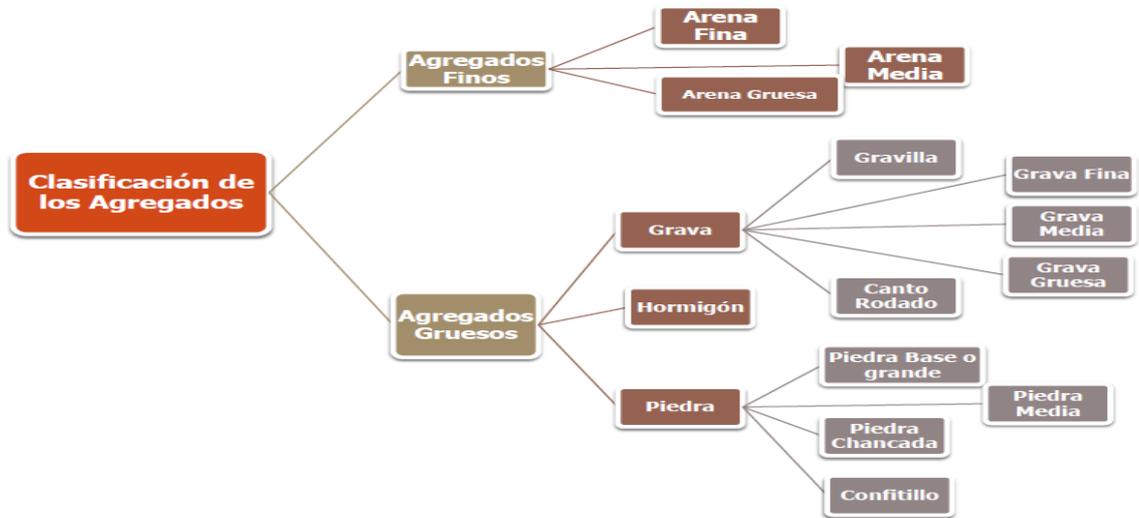
Son granos duros, resistentes, fuertes y lustrosos, estos agregados en su totalidad necesariamente tienen que estar limpios, silicoso, lavado y libre todo factor perjudicial de polvo, materiales orgánicos y terrones.

f) Agregado grueso

Es aquel agregado grueso proveniente de la piedra chancada, esta misma debe ser duro, compacto, debe estar limpia de polvo y barro como también de otra sustancia de carácter deletéreo. (Viscardo, Trinidad, 2014)

Clasificación de los agregados

FIGURA 1: Clasificación de los Agregados



Fuente: Ing. Elena Q,2014

a) Agregados finos (Arena)

Conjunto de partículas que provienen de la desegregación de las rocas; la arena es el agregado fino, proveniente mayormente de la desintegración de las rocas por medio natural y también se puede obtener de manera artificial.

Clasificación por su origen

- ✓ Silíceas o cuarzosas. - las que descomponen del Sílice, muy recomendables para la construcción.
- ✓ Calizas. - Las que derivan de las piedras calizas, son recomendables las más duras.
- ✓ Graníticas. - Son bastante cuarzosas, provenientes del granito lo cual se puede recomendar por las obras.
- ✓ Arcillosas. - Solo se puede usar si la cantidad de arcilla es inferior al 3%

Clasificación por su procedencia

- ✓ De ríos. - Originadas por el molino natural del agua generalmente son granos redondeados.
- ✓ De canteras. - Siendo necesario lavarlas por contener arcilla. Puesto que Molidas por el paso del tiempo y el clima en un lugar específico.

- ✓ De playas. - Por contener sustancias alcalinas, deben de ser lavadas con agua dulce.
- ✓ Artificiales. – conseguidas a través de la intervención del hombre, de granos ángulos o rugosos.

Clasificación por su tamaño

- ✓ Arena fina. - Están entre los 0.25 mm y 1 mm de diámetro.
- ✓ Arena media. - Se encuentra entre 1 mm y 2.5 mm de diámetro.
- ✓ Arena gruesa. - Entre los tamaños de 2.5 mm y 5 mm de diámetro.

b) Agregados gruesos (Grava)

Son aquellas que a través del tiempo y las condiciones climáticas se han ido desintegrando y perdiendo sus aristas vivas, asimismo son piedras que por defecto natural han desgastado su aspereza o ángulos.

Clasificación por su procedencia

- ✓ De ríos. – causadas por el movimiento del agua y por el roce de piedras, son en su mayoría redondeadas.
- ✓ De canteras. - son de procedencia natural, en un terreno donde aumentan en gran cantidad.

Clasificación por su tamaño

- ✓ Gravilla. - La más pequeña, se encuentra entre 5 mm y 10 mm.
- ✓ Grava fina. - Su tamaño esta entre los 10 mm y 20 mm.
- ✓ Grava media. - Esta entre los 20 mm y los 40 mm.
- ✓ Grava gruesa. - Se encuentra entre los 40 mm y los 75 mm de tamaño.
- ✓ Canto rodado. - Proviene de los ríos, su tamaño va desde los 75 mm a más. (Mayormente usado en acabados)

c) Agregados gruesos (Piedra)

Son aquellas más grandes que las gravas, siendo así una sustancia mineral dura y sólida, que dependiendo de su tamaño son molidas y usadas para

conseguir gravilla artificial. La piedra establece una forma del agregado grueso.

Clasificación por su procedencia

- ✓ De canteras. - Es, en la mayoría de los casos, donde se saca generalmente las piedras.
- ✓ De ríos. - son piedras grandes que no han sido muy quebrantadas por el agua, principalmente se encuentran en las orillas de los ríos.
- ✓ Artificiales. - Se obtiene a través de un proceso de trituración por medio de explosiones, maquinarias y acción del hombre.

Clasificación por su forma

- ✓ Angulares. - Posee ángulos muy afilados y vivos que son normalmente chancadas en máquinas y son adherentes.
- ✓ Sub-angular. - Sus caras poseen evidencia de estar ligeramente pulidas.
- ✓ Sub-redondeada. – Comúnmente son casi redondeadas y poseen ángulos pulidos.
- ✓ Redondeada. -, Siendo menos adherentes, Se hallan en mayor cantidad en los ríos, son aquellas que han perdido todos sus ángulos vivos

Clasificación por su obtención

- ✓ Piedra grande o base. - Se encuentra en las canteras a cielo libre y son por ende las de mayor tamaño.
- ✓ Piedra media. -, Estas también se encuentran en canteras a aire libre, al igual que las piedras grandes
- ✓ Piedra chancada. - Obtenido de la trituración artificial de la piedra grande, suele reemplazar a la grava.
- ✓ Confitillo. - Sobrante del proceso de trituración de la piedra chancada.

Clasificación por su tamaño

- ✓ Piedra grande o base. - Sus tamaños van desde las 10" (pulgadas) hasta tamaños un poco mayores.
- ✓ Piedra media. - Estas se encuentran entre las 4" y 6" (pulgadas).

- ✓ Piedra chancada. - Se logran en los tamaños comerciales de las gravillas, por ser procesadas.
- ✓ Confitillo. - Son obtenidos en tamaños de 1.5 cm y 2.5 cm.

d) Agregados gruesos (hormigón)

Es una mezcla natural de la piedra en distintos tamaños, con un máximo de 3" a 6" y de arena gruesa; contiene además de piedras, el agregado fino (arena gruesa) siendo compuesto por agregado fino y agregado grueso.

Solo se usa en los concretos de baja calidad; asimismo se emplea para los falsos pisos, los cimientos corridos, sobre cimientos (como complemento de estos) y también se emplea para salvar la escases de materiales (arena gruesa y gravillas), etc. (Ing. Elena Q, 2014)

2.2.2 Capa de afirmado

El material a usarse varía según la región y las fuentes de locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizara como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria en la carretera de afirmado.

Si al respecto no tenemos una buena combinación del tipo de material: arena, finos, piedra o arcilla, entonces el afirmado que tendremos como resultado será muy pobre

Necesitamos de un porcentaje de piedra para poder sostener las cargas, en ese sentido es necesario arena clasificada, según tamaño, para poder cubrir los vacíos entre las piedras y así poder encontrar estabilidad a la capa y consecuentemente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado

Su uso como superficie de rodadura en las carreteras de bajo volumen y su uso como capa inferior granular son las principales aplicaciones en el uso de afirmados.

En la construcción de carreteras, la superficie de rodadura de un afirmado sin los suficientes finos se encuentran expuestos a perderse porque llega a ser inestable, en ese sentido se requiere un porcentaje limitado pero aceptable de materiales finos y plásticos que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas.

Un buen afirmado, tendrá mayor tamaño máximo de piedras, para la capa inferior y capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y, además, debe tener la cualidad de ser drenante.

Gradación de los materiales de la capa de afirmado

Los depósitos naturales de material son limitados con poca gradación ideal, de manera que el material sin procesar pueda emplearse directamente, teniendo la necesidad de zarandear el material para obtener una granulometría que cumpla con las especificaciones, en general estos materiales son agregados naturales procedentes de excedentes excavaciones o canteras como también podrán provenir de la trituración de gravas y rocas o podrán estar constituidos por una relación de productos de ambas procedencias

Es recomendable que las piedras tengan caras fracturadas o aristas y superficies rugosas. Su proceder es mucho mejor que la piedra lisa redondeada o canto rodado, dándole a la capa de afirmado resistencia y estabilidad bajo las cargas actuantes.

Gravas procedentes de bancos que contienen piedras fracturadas naturalmente son referidas como muy buenos materiales. En todo caso, se podrán obtener considerables resultados procesando el material por trituración. Esto significa que un buen porcentaje de las piedras tendrán caras fracturadas por proceso de la trituración, alcanzando mejores propiedades de resistencia y estabilidad de la capa de afirmado.

Es preciso que estas gravas no sean iguales, por lo que la calidad debe determinarse efectuando ensayos y dosificaciones de los materiales que se

encuentran en un afirmado, pues esto asegurara que la dosificación puesta en obra sea la correcta

La capa del afirmado estará precisada, perfilada y compactada, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto.

Afirmado tipo 1

Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9. Excepcionalmente se podrá aumentar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. El espesor de la capa será el definido en el presente Manual para el Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clases T0 y T1, con IMD proyectado menor a 50 vehículos día.

Afirmado tipo 2

Corresponde a un material granular natural o de grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9. Excepcionalmente se podrá aumentar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T2, con IMD proyectado entre 51 y 100 vehículos día.

Afirmado tipo 3

Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo o por chancado, con un índice de plasticidad hasta 9. Excepcionalmente se podrá aumentar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 vehículos día. (MTC, 2008)

Para cada tipo de afirmado le correspondera una granulometria:

TABLA 2: Granulometría para cada Tipo de Afirmado según el IMD

Porcentaje que pasa del tamiz	Tráfico T0 y T1: Tipo 1 IMD<50 veh.	Tráfico T2: Tipo 2 51 - 100 veh.	Tráfico T3: Tipo 3 101 - 200 veh.
50 mm (2")	100	100	
37.5 mm (1 1/2")		95 - 100	100
25 mm (1")	50 - 80	75 - 95	90 - 100
19 mm (3/4")			65 - 100
12.5 mm (1/2")			
9.5 mm (3/8")		40 - 75	45 - 80
4.75 mm (N° 4)	20 - 50	30 - 60	30 - 65
2.36 mm (N° 8)			
2.00 mm (N° 10)		20 - 45	22 - 52
4.25 um (N° 40)		15 - 30	15 - 35
75 um (N° 200)	4 - 12	5 - 15	5 - 20
Índice de plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9

Fuente: MTC, 2008

2.2.3 Afirmado

Descripción

El afirmado para la construcción de una o más capas (material granular seleccionado) de una carretera como superficie de rodadura, pueden ser obtenidas en forma natural o procesados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se emplean sobre una superficie preparada.

Materiales

Para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se usará materiales granulares naturales procedentes de canteras, escorias metálicas o excedentes de excavaciones; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales.

Todo material cumple un establecido requerimiento, en el cual debe acomodarse a las siguientes granulometrías:

TABLA 3: Limites Granulométricos Especificados para Material de Afirmado

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

Fuente: MTC, 2013

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste los ángulos: 50% máx. (MTC E 207)
- Limite liquido 35% máx. (MTC E 110)
- Indice de plasticidad 4 - 9% (MTC E 111)
- CBR (1): 40% (MTC E 132)

(1) Referido al 100 % de la Máxima Densidad Seca y una penetración de carga de 0,1" (2,5 mm). (MTC, 2013)

2.2.4 Fuentes de materiales

Generalidades

El Material natural, como lo es la grava, arena, rocas y suelos seleccionados, son en su mayoría denominados frecuentemente bajo la terminación genérica de "agregados", "áridos" o "inertes", de acuerdo a su aplicación y uso, cumplen un rol significativo e importante en economía, durabilidad y calidad de obras viales.

Estudio de canteras de suelo

El interés del estudio de las fuentes de materiales de donde se extraen agregados para distintos usos principales como mejoramientos de suelos.

Terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, sub-base y base granular, agregados en tratamientos bituminosos, agregados en mezclas asfálticas y agregados para el empleo en una mezcla de concreto, es describir si los agregados son o no aptos para el tipo de obra a emplear, en consecuencia, se requiere determinar sus características mediante la realización de ensayos de laboratorio.

Ubicación

La ubicación principal será contemplada en función a la distancia que se encuentren estas obras, puesto que estas fuentes de materiales o canteras deberá ser considerados a una menor distancia a la obra, teniendo en cuenta la calidad del material y cantidad es decir su potencia. (MTC, 2014)

2.2.5 Canteras

se extrae o explotan agregados pétreos para diversas obras civiles, como lo es en la industria de la construcción, utilizando diferentes medios de extracción dependiendo de los orígenes de los materiales donde se puede presentar la extracción, así como de las dragas en lechos de ríos hasta el empleo de explosivos de montañas y cámaras de explotación. Previamente a su explotación hay que realizar sondeos pozos, análisis para cerciorarse de las propiedades y disposiciones de los yacimientos y bancos buena extracción.

Toda cantera tiene una vida útil, y una vez agotada, el desamparo de la actividad suele originar serios problemas de carácter ambiental principalmente con la destrucción del paisaje.

Clasificación de canteras

La clasificación de las canteras se dará mediante el tipo muestreo que se tome.

- **Canteras a cielo abierto**

Normalmente es la cantera empleada eventualmente, en el medio de la construcción, puesto que inicia con la limpieza del lugar donde estas realizaran los trabajos comenzando por la eliminación de materias que son diferentes al material extraído de la cantera como lo son los

residuos orgánicos e inorgánicos, con el objetivo de no alterar sus propiedades físicas y mecánicas del suelo extraído siendo posteriormente evaluado en los ensayos de laboratorio

- **Canteras subterráneas**

Son pilares desbastados como sostén del elemento horizontal y la explotación en caja de las galerías de la cantera para evitar derrumbes, la cual se describe que una explotación que se lleva a cabo en la cantera es el método de sostenimiento natural

A estas canteras subterráneas se les conoce como el tipo fossae: explotación en galerías con grandes beneficios de las masas rocosas.

- **Canteras aluviales**

Estas canteras son las de formación de aluviones, llamados también canteras fluviales, en las cuales los ríos como agentes naturales de erosión, transportan durante grandes recorridos las rocas aprovechando su energía cinética para depositarlas en zonas de menor potencialidad formando grandes depósitos de estos materiales entre los cuales se encuentran desde cantos rodados y gravas hasta arena, limos y arcillas, la dinámica propia de las corrientes de agua permite que aparentemente estas canteras tengan ciclos de autoabastecimiento, lo cual implica una explotación económica, pero de gran afectación a los cuerpos de agua y a su dinámica natural.

Debido a su continuo paso y transporte del agua desgasta el material, teniendo como producto final aquellos que tienen mayor dureza y además con una característica geométrica típica como lo es sus aristas redondeadas; estas canteras son materiales granulares son muy competentes en obras civiles y son extraídos con palas mecánicas y cargadores de las riberas de los ríos.

- **Canteras de roca**

Otro tipo de canteras son las denominadas de roca, más conocidas como canteras de peña, las cuales tienen su origen en la formación geológica de una zona determinada, donde pueden ser sedimentarias,

ígneas o metamórficas, estas canteras por su condición estática, no presentan esa característica de autoabastecimiento lo cual hace fuentes limitadas de materiales

Estas canteras de peña normalmente se encuentran situadas en lugares rocosos, montañosos, que son generalmente materiales de menor dureza a comparación de los materiales de canteras de río; no tienen un proceso de clasificación, ya que estas canteras de explotan haciendo excavaciones y cortes en los depósitos. (Richard B., 2016)

2.2.6 Ensayos de laboratorio

Análisis granulométrico de suelos por tamizado MTC E 107.-

- **Objeto**

Establecer cuantitativamente la repartición de los tamaños de las partículas de suelo.

- **Finalidad y alcance**

El modo de su operación nos describe que método se utiliza para determinar el porcentaje de un suelo que van por distintas mallas granulométricas en el ensayo, hasta la malla de 74 mm (N°200).

Cabe señalar que este modo de operación no manifiesta los requerimientos concernientes a seguridad, puesto que es responsabilidad del usuario establecer las disposiciones de seguridad y salubridad correspondientes, y a su vez determinar las obligaciones de su uso e interpretación

- **Referencias normativas**

ASTM D422: Stándard Test Method for Particie-size Analysis of Solis.

- **Equipos y materiales**

Equipos

Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra para pesar las retenciones de los materiales en la malla de 4,760 mm (N°4), como también una con sensibilidad de 0,01gr. Para pesar el material que

pase la malla de 4,760 mm (N°4), y una estufa capaz de sostener temperaturas uniformes y constantes hasta 110 ± 5 °C.

Materiales

Tamices de malla cuadrada. Incluye los siguientes:

TABLA 4: Tamices para Granulometría

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅝"	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Fuente: MTC, 2016

Se puede usar, como alternativa, una variación de tamices que, al dibujar la gradación, de una separación semejante entre los puntos del grafico; lo cual se encontrara integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TABLA 5: Tamices Alternativos para Granulometría

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 ½"	38,100
¾"	19,000
⅝"	9,500
N° 4	4,760
N° 8	2,360
N° 16	1,100
N° 30	0,590
N° 50	0,297
N° 100	0,149
N° 200	0,075

Fuente: MTC, 2016

Envases. apropiados para el manejo y secado de las muestras. brocha y cepillo. Para limpiar los tamices.

- **Muestra**

El análisis con tamices se hace según sean las características del material fino de la muestra, bien sea después de separar los finos por lavado o bien se puede hacer con la muestra entera. Si la exigencia del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndose con los dedos. Si este material es quebrantando fácilmente y a su vez si este material fino se pulveriza bajo la coacción de aquellos, entonces la determinación con los tamices se puede efectuar sin previo lavado del material.

Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E106), la cual estará constituida por dos fracciones; una que pasa por el tamiz 4,760 mm (N°4) y otra que pasa encima del tamiz. Tanto ambas fracciones se desarrollarán por separado.

La cantidad que pasa el tamiz 4,760 mm (N°4) es alrededor de 115 gr en suelos arenosos y de 65 gr. en suelos limosos y arcillosos.

En el modo operativo MTC E106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (N°4) mediante del zarandeo en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dichas mallas.

Se puede tener una compactación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrenos, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (N°4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (N°4). (MTC,2016).

Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos MTC E 204.-

- **Objeto**

Determinar por medio de una serie de tamices de abertura cuadrada la distribución de partículas de agregados grueso y fino en una muestra seca de peso conocido.

- **Finalidad y alcance**

Se emplea para determinar la gradación de materiales propuestos para uso como agregados o los que están siendo usados como tales. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de obra, siendo así proporcionándonos datos fundamentales para el control de producción de agregados.

El método eficaz para emplear será "cantidad de material fino que pasa por el tamiz de 75 μm (N.º 200) por lavado", puesto que la determinación del material que pasa por el tamiz de 75 (N.º 200) no es por este ensayo. (MTC E 202)

- **Referencias normativas**

NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

- **Equipos y materiales**

Equipos

Balanzas: las balanzas empleadas en el ensayo de agregados fino y grueso deben tener las siguientes características:

Para agregado fino, con una sensibilidad a 0,1% de su peso de la muestra que va ser ensayada como también que su aproximación sea de 0,1 g.

Para agregado grueso, con una exactitud a 0,1% del peso de la muestra a ser ensayada, siendo así en una aproximación de 0,5 g

Estufa: es un tamaño apropiado con la función de mantener al material a una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

Materiales

Son seleccionados de acuerdo a lo dispuesto con las especificaciones del material que va ser ensayo.

- **Muestra**

Obtener la muestra de agregado de acuerdo a MTC E 201. El tamaño considerado para la muestra de campo debe ser una cantidad indicada en este método.

Mezclar completamente la muestra y disminuir para ensayo por cuarteo manual o mecánico. El agregado debe encontrarse completamente mezclado y tener suficiente humedad con la finalidad de impedir la segregación y pérdida de finos. La muestra para ensayo debe poseer una cantidad considerable cuando esta seca y ser resultado final de reducción. No está permitido disminuir a un peso exacto determinado.

Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, luego de ser secado debería ser como mínimo 300 g.

Agregado grueso: Después del secado del material, sus cantidades del agregado grueso deberían encontrarse en base a lo establecido en la tabla 1.

TABLA 6: Cantidad Mínima de Muestras de Agregado Grueso

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Mezclas de agregados grueso y fino: la muestra será divididas en dos tamaños, por el tamiz de 4,75 mm (Nº 4) y preparada de acuerdo con los numerales 5.3 y 5.4 respectivamente.

En caso se requiera establecer la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 μm (Nº 200), por el método de ensayo MTC E 202 corresponde como sigue: En agregados con tamaño máximo nominal de 12,5 mm (1/2") o inferiores a ello, serán utilizados con la misma muestra de ensayo para MTC E 202 y este ensayo. Primero, ensayar la muestra de acuerdo con MTC E 202 completando operación de secado final y luego tamizar la muestra en seco.

En agregados con tamaño máximo nominal mayor que 12,5 mm (1/2") se puede emplear la misma muestra de ensayo como se detalla en inciso 6.1 de la norma en mención o en todo caso emplear muestras por separado para MTC E 202 y este ensayo. (MTC, 2016)

Determinación del límite líquido de los suelos MTC E 110.-

- **Objeto**

Es el contenido de humedad, se encuentra normalmente expresado en porcentajes, siendo así que suelo se halla en el límite de acuerdo a los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) y está a su vez se deja caer 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

Discusión: La resistencia a la corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi), considerados para el material

El valor que se obtiene como resultado deberá acercarse al centésimo.

- **Finalidad y alcance**

Este método de ensayo se emplea como parte de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar sus fracciones de grano fino de suelos se encuentran en la clasificación del manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (se encuentra en las especificaciones ASTM D1241). El límite líquido, el límite

plástico, y el índice de plasticidad de suelos son extensamente usados, tanto por si solo como en grupo, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.

Los límites líquido y plástico de un suelo pueden emplearse con el contenido de humedad natural de un suelo para manifestar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que $2\mu\text{m}$ para determinar su número de actividad.

Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a aumentar. La magnitud de su crecimiento se considera ser una medida de la susceptibilidad de las lutitas a la intemperización.

El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La equiparación entre el límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consecuencia ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo.

- **Referencias normativas**

NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

- **Equipos y materiales**

Equipos

Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm ($4\frac{1}{2}$ " de diámetro aproximadamente, su aparato para determinar el límite líquido (o de Casagrande)

Siendo un aparato consistente de operación manual, siendo este en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de conformidad con las dimensiones señaladas.

De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Siendo así que el aparato nos debería dar los mismos valores para el límite líquido como lo es mediante una operación manual.

Calibrador. Es incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d", y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de $10,00 \pm 0,2$ mm ($0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.

Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.

Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.

Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ para secar la muestra.

Materiales

Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"– 4") de longitud y 20 mm ($\frac{3}{4}$ ") de ancho aproximadamente.

Insumos

Pureza del agua: En este ensayo se puede emplea agua estilada o agua desmineralizada

- **Muestra**

Se obtiene una porción significativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200g de material pasante del tamiz $425 \mu\text{m}$ (Nº 40).

Las muestras que circulan libremente pueden ser disminuidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchará y se logrará una porción significativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara. (MTC, 2016)

Determinación del límite plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (I.P) MTC E 111.-

- **Objeto**

Definir en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se sabe el límite líquido (L.L.) del mismo suelo.

- **Finalidad y alcance**

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más pequeña con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen

Este método de ensayo es empleado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de suelos son ampliamente usados por si mismos o en grupo, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la permeabilidad, compactibilidad, contracción – expansión y resistencia al corte.

El límite plástico de un suelo puede emplearse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que $2\mu\text{m}$ para determinar su número de actividad.

- **Referencias normativas**

NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

- **Equipos y materiales e insumos**

Equipos

Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.

Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 ½") de diámetro.

Balanza, con aproximación a 0,01 g.

Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C.

Tamiz, de 426 μ m (N° 40).

Agua destilada.

Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.

Superficie de rodadura. Comúnmente se emplea un vidrio grueso esmerilado.

- **Muestra**

Si se quiere especificar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 mm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta formar fácilmente una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.

El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede variar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede insignificante.

Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de

acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado

en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua. (MTC, 2016)

Determinación del contenido de humedad MTC E 108.-

- **Objeto**

Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

- **Finalidad y alcance**

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua.

Nota 1. (*) El secado en horno siguiendo en método (a 110 ° C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelo contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden establecer valores que son confiables de acuerdo a lo dispuesto por el contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.

- **Referencias normativas**

ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

- **Equipos y materiales**

Equipos

Horno de secado. - Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

Balanzas. - De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: De 0,01 g para muestras de menos de 200 g
De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

Materiales

Recipientes. - Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.

Nota 2. Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.

Desecador (opcional). - Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyas modificaciones de color indiquen la necesidad de su restitución.

Nota 3. El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier hite.

Utensilios para manipulación de recipientes. - Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.

Otros utensilios. - Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

- **Muestra**

Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D 4220-89 (Practices for Preserving and Transporting Soil Sample), Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.

La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corrosibles: (tales como: tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) ó bolsas plásticas. (MTC, 2016)

Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado) MTC E 115.-

- **Objeto**

El ensayo para la compactación del suelo en laboratorio es utilizando a una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

- **Finalidad y alcance**

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación empleados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).

Nota 1. Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos de grano grueso como también mezclados con suelos naturales, y procesados tales como el limo, la piedra chanca y la grava.

Nota 2. El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces estipulada como Prueba de Compactación de Proctor Modificado

Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ " pulg).

Nota 3. Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), ver ensayo ASTM D 4718

El método empleado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado y si no se especifica el método, la elección se basará en la gradación del material, teniendo como partida de 3 proporciones alternativas.

Método "A"

Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)

Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

Número de capas: 5

Golpes por capa: 25

Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

Método "B"

Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.

Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg).

Número de Capas: 5

Golpes por capa: 25

Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg).

Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

Método "C"

Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg).

Número de Capas: 5

Golpes por Capa: 56

Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg).

El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

Nota 4. Los resultados varían paulatinamente cuando dicho material es ensayo con su mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños

Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.

Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se emplea para suelos que drenan libremente, no se definirá

bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).

Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.

En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ($F = M \times a$). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lbf) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) ó registran la densidad en lbm/pie³ no se debe considerar como si no concordase con esta norma.

Es responsabilidad del usuario establecer una seguridad apropiada y practica con pruebas confiables para así determinar la aplicabilidad de sus limitaciones regulatorias antes de su uso, puesto que este método de ensayo no hace a todos los riesgos relaciones con este uso, si en caso lo hubiera.

El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería

requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad (w_o) y el Peso Unitario Seco máximo ($g_{dm\acute{a}x}$) mediante un ensayo de compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) ó al óptimo (w_o) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ($g_{dm\acute{a}x}$). La selección del contenido de agua (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) ó al óptimo (w_o), y el Peso Unitario Seco ($g_{dm\acute{a}x}$) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

- **Referencias normativas**

NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

- **Equipos y materiales**

Equipos

Ensamblaje del Molde. - Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad, las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo “partido” deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo “ahusado” debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de 16,7 mm/m

(0,200 pulg/pie) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos 50,8 mm (2,0 pulg) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos 19,0 mm (0,75 pulg), por debajo de ésta.

El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

Molde de 4 pulgadas. - Un molde que tenga en promedio $101,6 \pm 0,4$ mm ($4,000 \pm 0,016$ pulg) de diámetro interior, una altura de $116,4 \pm 0,5$ mm ($4,584 \pm 0,018$ pulg) y un volumen de 944 ± 14 cm³ ($0,0333 \pm 0,0005$ pie³).

Molde de 6 pulgadas. - Un molde que tenga en promedio $152,4 \pm 0,7$ mm ($6,000 \pm 0,026$ pulg) de diámetro interior, una altura de: $116,4 \pm 0,5$ mm ($4,584 \pm 0,018$ pulg) y un volumen de $2\ 124 \pm 25$ cm³ ($0,075 \pm 0,0009$ pie³). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Fig. 2.

Pisón ó Martillo. - Un pisón operado manualmente como el descrito en 4.1.2.1 de este ensayo ó mecánicamente como el descrito en 4.1.2.2 de este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de $457,2 \pm 1,6$ mm ($18 \pm 0,05$ pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será $4,54 \pm 0,01$ kg ($10 \pm 0,02$ lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de $50,80 \pm 0,13$ mm ($2,000 \pm 0,005$ pulg), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los $50,800 \pm 0,25$ mm ($2,000 \pm 0,01$ pulg).

Nota 5. Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra fuerza es igual a 1 libra-masa ó 0,4536 kg ó 1N es igual a 0,2248 libras-masa ó 0,1020 kg.

Pisón Manual. - El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de $19,0 \pm 1,6$ mm ($\frac{3}{4} \pm 1/16$ pulg) y espaciados a 90° . Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg). Orificios adicionales ó ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía.

Pisón Mecánico Circular. - El pisón puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber $2,5 \pm 0,8$ mm ($0,10 \pm 0,03$ pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación.

Pisón Mecánico. - Cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a $73,7 \pm 0,5$ mm ($2,90 \pm 0,02$ pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen.

Extractor de Muestras (opcional). - Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.

Balanza. - Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.

Horno de Secado. - Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C a través de la cámara de secado.

Materiales

Regla. - Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de $\pm 0,1$ mm ($\pm 0,005$ pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg).

Tamices ó Mallas. - De 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de la especificación ASTM E11.

Herramientas de Mezcla. - Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

• Muestra

La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.

Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19.0mm ($\frac{3}{4}$ pulg) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó

ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea. (MTC, 2016)

CBR de suelos (Laboratorio) MTC E 132.-

- **Objeto**

Este procedimiento de ensayo realiza la determinación de un índice de resistencia al suelo, siendo esto denominado el valor de relación de soporte del material que normalmente es conocido como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; asimismo se puede operar en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

- **Finalidad y alcance**

El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible, ya que este ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de sub-rasante, sub-base y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje.

Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.

Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.

Los materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo, puesto que los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo estos mismos deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero,

Este índice se emplea para determinar la capacidad de soporte de los suelos de sub-rasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado.

Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

- **Referencias normativas**

ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

- **Equipos y materiales**

Equipos

Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen.

El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe regular a una velocidad considerable de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm \pm 0,66 mm (6 \pm 0,026") de diámetro interior y de 177,8 \pm 0,46 mm (7 \pm 0,018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0") de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la

base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de $61,37 \pm 0,127$ mm ($2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.

Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).

Aparato medidor de expansión compuesto por:

- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura.
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001").

Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de $4,54 \pm 0,02$ kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de $2,27 \pm 0,02$ kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de $49,63 \pm 0,13$ mm ($1,954 \pm 0,005$ ") de diámetro, área de 19,35 cm² (3 pulg²) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las

sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").

Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.

Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.

Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").

Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

- **Muestra**

La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:

- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de ¾ de pulgada (19 mm) y sea

retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos. (MTC,2016)

Abrasión los Ángeles (L.A) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2") MTC E 207.-

- **Objeto**

Establecer el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 1/2") para determinar la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles.

Nota 1. En el Anexo se presenta un procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños mayores que 19,0 mm (3/4 pulg).

- **Finalidad**

Este Modo Operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña

de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

Los valores están establecidos en unidades del Sistema Internacional y serán considerados como estándar.

- **Referencias normativas**

NTP 400.019: Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles.

- **Equipos y materiales**

Equipos

Máquina de Los Ángeles: La Máquina de Los Ángeles tendrá las características esenciales que se muestran en la Figura 1 (Anexo A). La máquina consistirá en un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, de dimensiones mostradas en la Figura 1, con un diámetro interior de $711 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ (28 pulg $\pm 0,2$ pulg) y una longitud interior de $508 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ (20 pulg $\pm 0,2$ pulg). El cilindro será montado sobre ejes salientes de sus costados, no pasantes, de tal manera que pueda rotar con el eje en posición horizontal, con una tolerancia en la inclinación de 1 en 100. El cilindro debe tener una abertura para la introducción de la muestra de ensayo. Tiene una cubierta hermética al polvo y provista de medios para atornillarla en su lugar. El cobertor también será diseñado para mantener el contorno cilíndrico de la superficie interior. Una pestaña removible de acero, que abarque toda la longitud del cilindro y se proyecte radialmente hacia adentro $89 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ (3,5 pulg $\pm 0,1$ pulg), será montada en el interior de la superficie cilíndrica del cilindro, de tal manera que un plano centrado en la cara mayor coincida con un plano axial. La pestaña deberá ser de 25,4 mm de espesor y montada por tornillos u otros medios de tal modo que quede firme y rígida. La localización de la pestaña se hará de tal manera que la muestra y las esferas de acero no impacten en las cercanías de la abertura y su cubierta; y, la distancia desde la pestaña hasta la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del exterior del cilindro en la dirección de rotación, no será menor de 1 270 mm (50 pulg). Inspeccionar periódicamente la pestaña para determinar que no está inclinada a lo largo o desde su posición normal radial con respecto al cilindro. Si se encuentra una de estas condiciones, repare o reemplace la pestaña antes de realizar futuros ensayos.

Nota 2. Es preferible el uso de una pestaña de acero resistente al desgaste de sección rectangular y montada independientemente de la cubierta. No obstante, se puede emplear una pestaña que consiste en una sección de perfil angular laminado, apropiadamente montada en el interior del plato cobertor, provisto que la dirección de rotación es tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

La máquina deberá ser impulsada y equilibrada como para mantener una velocidad periférica uniforme (Nota 3). Si se utiliza un ángulo como pestaña, la dirección de rotación deberá ser tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

Nota 3. Una pérdida de carrera en el mecanismo de impulsión puede arrojar resultados que no sean reproducidos por otra Máquina de Los Ángeles con velocidad periférica constante.

Tamices: Conforme con la NTP 350.001.

Balanza: Una balanza o báscula con exactitud al 0,1 % de la carga de ensayo sobre el rango requerido para este ensayo.

Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g.

La carga, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo como se describe en el Item (muestra), será como sigue:

TABLA 7: Gradación Resumen de Muestra los Ensayos los Ángeles

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Fuente: MTC, 2016

Nota 4. Podrá utilizarse cojinetes de bola de 46,00 mm (1 13/16 pulg) y 47,6 mm (1 7/8 pulg) de diámetro, cada una con una masa de aproximadamente de 400 g y 440 g, respectivamente. Podrán utilizarse también esferas de acero de 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro con una masa de aproximadamente 420 g. La carga podrá consistir en una mezcla de estas medidas conforme a las tolerancias de masa.

- **Muestra**

Lavar y secar al horno la muestra reducida a peso constante, a 110 ± 5 °C, separar cada fracción individual y recombinar a la gradación de la Tabla 1, lo más cercano correspondiendo al rango de medidas en el agregado como conforme para el trabajo. Registrar la masa de la muestra previamente al ensayo con aproximación a 1 g.

Se obtendrá una muestra de campo de acuerdo con MTC E 201 y se reducirá a un tamaño adecuado de acuerdo con la ASTM C 702. (MTC, 2016).

TABLA 8: Gradación de las Muestras de Ensayo los Ángeles

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

Fuente: MTC, 2016

2.3. Definiciones conceptuales

2.3.1 Agregado

Son usados para ser mezclados en diferentes tamaños, siendo así que su material granular se encuentra a través de una composición mineralógica como grava, escoria, roca triturada o arena. (MTC, 2018)

2.3.2 Agregados pétreos

Este agregado se encuentra empelado en la construcción de carreteras con o sin adición de elementos activos y con granulometrías que son adecuados, siendo así que sus materiales granulares son sólidos e inertes. (Alejandro Padilla R., 2018)

2.3.2 Afirmado

Su gradación específica soporta directamente todo esfuerzo y carga del tránsito, definiendo, así como una capa compactada de material granular procesada y natural. (MTC,2018)

2.3.3 Cantera

Material apropiado que es utilizado comúnmente en la construcción, mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento de carreteras. (MTC, 2018)

2.3.4 Optimización

Proceso de seleccionar, a partir de un grupo de alternativas posibles, eligiendo de ello la mejor alternativa que satisfaga el o los objetivos planteados. (Nicolás José S., 1999)

2.3.5 Empírico

Empírico es un adjetivo que señala que algo está basado en la experiencia, la práctica y en la observación de los hechos. La palabra empírico es de origen griego “empeirikos” que significa “experimentado” (<https://www.significados.com>)

2.3.6 Conocimiento empírico

El conocimiento empírico es aquella noción basada en el contacto directo con la realidad, por la práctica, por la percepción que se hace de una determinada situación o hecho. El Conocimiento empírico consiste en todo lo que se sabe sin poseer un conocimiento científico. (<https://www.significados.com>)

2.3.7 Mezcla

Combinación o unión de dos o más elementos o componentes que pueden encontrarse en cualquier estado de la materia; según la naturaleza de los elementos, esta relación puede ser musical, social, química, física o de otras sustancias. (<https://www.significados.com>)

2.3.7 Mezcla empírica

Se llama mezcla empírica a la combinación de dos o más elementos, basado en la práctica, experiencia y en la observación de los hechos. (<https://www.significados.com>)

2.4 Hipótesis

- **Ha:** Si usamos la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) entonces mejoraremos el diseño de afirmado convencional para la Carretera la Esperanza – Malconga.
- **Ho:** Si usamos la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) entonces no mejoraremos el diseño de afirmado convencional para la Carretera la Esperanza – Malconga.

2.4.1. Hipótesis Específicas

- **He1:** Si caracterizamos las propiedades físico - mecánicas del agregado de cerro (Cantera San Andrés) y del agregado de río (Cantera la Despensa) entonces se obtendrá 3 mezclas adecuadas con porcentajes variables para el diseño de afirmado.
- **He2:** Si utilizamos el porcentaje más óptimo entre la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) entonces se podrá proponer el afirmado para la carretera la Esperanza – Malconga.

- **He3:** Si tenemos las distancias existentes entre el agregado de cerro (Cantera San Andrés), el agregado de río (Cantera la Despensa) y la zona la Esperanza – Malconga entonces se podrá determinar el beneficio económico que conlleva a la utilización de ambos agregados con respecto al flete de traslado.
- **He4:** Si se conoce el volumen medio diario anual de cada tipo de vehículos que circula por la carretera la Esperanza – Malconga establecido a partir del censo volumétrico de una muestra en la estación de control entonces se podrá obtener el IMDa, lo que complementará el afirmado a proponer.

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente

Diseño de afirmado convencional para la carretera la Esperanza – Malconga.

2.5.2. Variable independiente

Mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa).

2.6. Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores)

TABLA 9: Propiedades e Indicadores

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Variable Dependiente</p> <p>Diseño de afirmado convencional para la carretera la Esperanza – Malconga.</p>	<p>Propiedades y características del afirmado</p>	<p>Granulometría</p> <p>Límites de consistencia</p> <p>Contenido de Humedad</p> <p>CBR</p> <p>Abrasión los Ángeles</p>
<p>Variable Dependiente</p> <p>Mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa)</p>	<p>Propiedades y características del afirmado</p>	<p>Granulometría</p> <p>Límites de consistencia</p> <p>Contenido de Humedad</p> <p>CBR</p> <p>Abrasión los Ángeles</p>

Fuente: MTC, 2013

CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación (Referencial)

3.1.1. Enfoque

Esta investigación es de tipo cuantitativa. Según (Roberto Hernández Sampieri y otros, 2014) el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con bases en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones.

3.1.2. Alcance o nivel

Correlacional – Causal, explicativa según (Roberto Hernández Sampieri y otros, 2014) Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables.

3.1.3. Diseño

Tiene un diseño de Investigación Cuasi experimental según (Roberto Hernández Sampieri y otros, 2014) Los diseños cuasi-experimentales tienen el mismo propósito que los estudios experimentales: probar la existencia de una relación causal entre dos o más variables. Cuando la asignación aleatoria es imposible, los cuasi-experimentos (semejantes a los experimentos) permiten estimar los impactos del tratamiento o programa, dependiendo de si llega a establecer una base de comparación apropiada

3.2. Población y muestra

Según (Roberto Hernández Sampieri y otros, 2014) Población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. La población para la presente investigación se encuentra conformado por dos de las principales canteras abastecedoras de agregados (fino y grueso) para afirmados, las cuales son la cantera san Andrés y la cantera la despensa en la ciudad de Huánuco.

El tipo de muestra que se presenta en esta investigación es no probabilístico, según (Roberto Hernández Sampieri y otros, 2014), todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de muestreo/análisis.

3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos

3.3.1. Para la recolección de datos (detallar las técnicas e instrumentos utilizados)

Inicialmente se procederá a la recolección de información existente de ensayos de análisis granulométrico por tamizado, con fines de diseño de mezcla, efectuados por laboratorios y o entidades de reconocido prestigio en toda el área de estudio.

De forma paralela, se efectuarán los trabajos de recolección de muestras en las principales canteras (Cantera San Andrés y Cantera la Despensa) del área de estudio, los mismos que serán tomados en la cantidad suficiente que permita efectuar todos los ensayos de (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, CBR y abrasión los ángeles) necesarios para satisfacer los fines de la investigación planteada.

3.3.2. Para la presentación de datos (cuadros y/o gráficos)

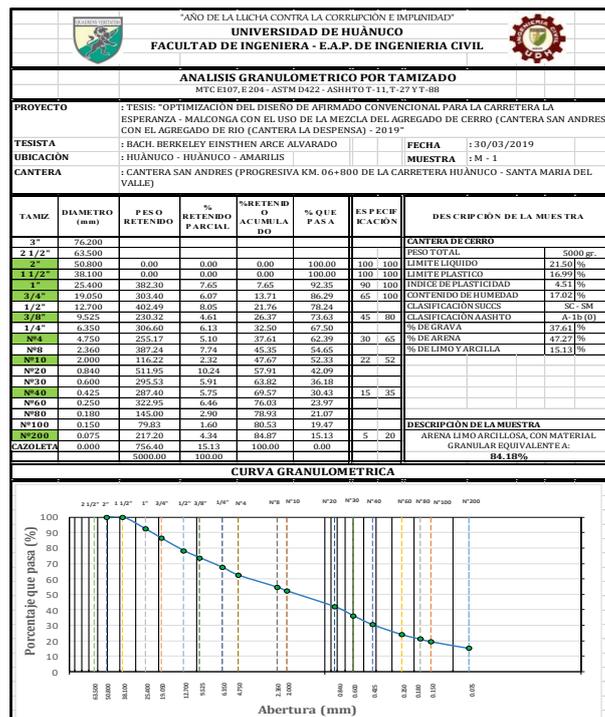
- Cuadros de doble entrada.
- Gráficos.

3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos

- Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó formatos que nos permiten procesar los resultados alcanzados, tanto para los ensayos previos de la investigación, como para la mezcla de los ensayos de afirmado; los cuales son nombrados a continuación:

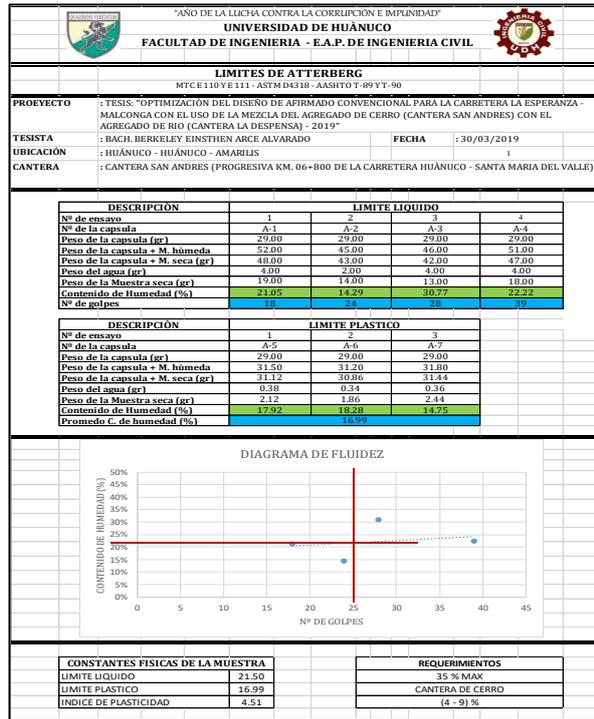
- Análisis Granulométrico

FIGURA 2: Cuadro para Determinar el Análisis Granulométrico por Tamizado



- Límites de Atterberg

FIGURA 3: Cuadro para Determinar los Límites de Atterberg



Elaboración: Propia del Autor

- Contenido de Humedad

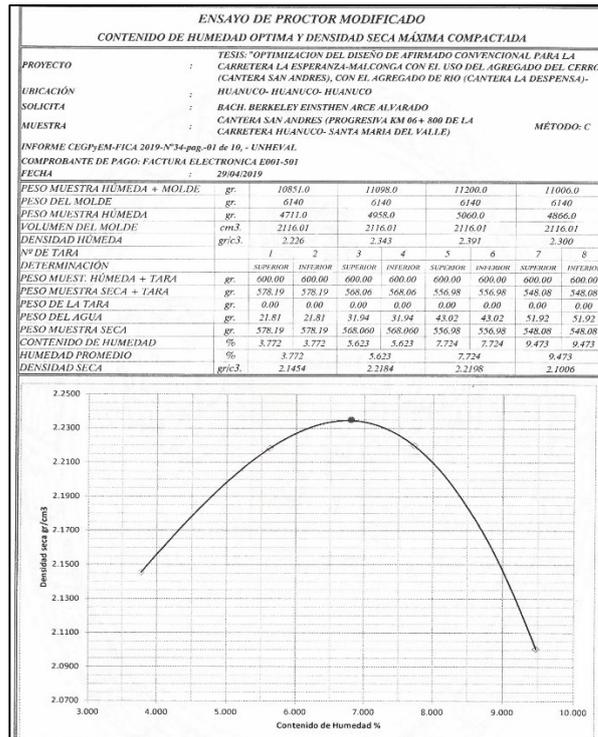
FIGURA 4: Cuadro para Determinar el Contenido de Humedad



Elaboración: Propia del Autor

- Proctor Modificado

FIGURA 5: Cuadro para Determinar el Proctor Modificado



Elaboración: Propia del Autor

- C.B.R

FIGURA 6: Cuadro de Datos para Determinar la Resistencia al Corte

ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019

UBICACION : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : RACH BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

SONDED : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+800 DE LA CARRETERA)

INFORME CEG/EM-FICA 2019-N°34-pag-08 de 10. - UNHEVAL

COMPROBANTE DE PAGO: FACTURA ELECTRONICA E001-501

Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante

MUESTRA	01	02	03									
Nº DE MOLDE	06	05	04									
Nº DE CAPAS	03	03	03									
Nº DE GOLPES POR CAPA	56	25	70									
CONDICION												
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO						
Peso del molde + suelo humedo A	gr.	12,540.00	12,588.00	12,565.00	12,502.00	11,802.00						
Peso del molde B	gr.	2,513.00	2,513.00	2,520.00	2,520.00	2,494.00						
Peso del suelo humedo C=4-B	gr.	5,026.00	5,075.00	4,836.00	4,972.00	4,672.00						
Volumen del suelo D	mls.	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01						
Densidad humeda E=C/D	gric.	2.38	2.40	2.29	2.35	2.21						
Humedad F	%	6.77		6.86	7.25	6.84						
Densidad seca M=(E*(1+1.88F))	gric.	2.219		2.189		2.077						
IDENTIFICACION DE TARA												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nº DE TARA	107	106	118	109	102	103	116	117	118	117	116	114
Peso tara + suelo humedo P	gr.	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
Peso tara + suelo seco G	gr.	561.980	561.980	561.470	561.470	561.980	561.980	561.980	561.980	561.980	561.980	561.980
Peso de la tara H	gr.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Peso del agua I= P-G	gr.	38.020	38.020	38.530	38.530	38.410	38.410	38.410	38.410	38.410	38.410	38.410
Peso de los solidos J= G-H	gr.	561.980	561.980	561.470	561.470	561.980	561.980	561.980	561.980	561.980	561.980	561.980
Humedad K= I/J*100	%	6.765	6.765	6.862	6.862	6.840	6.840	6.840	6.840	6.840	6.840	6.840
Promedio de humedad L=(K1+K2)/2	%	6.77		6.86		6.84		6.84		6.84		6.84

E X P A N S I O N

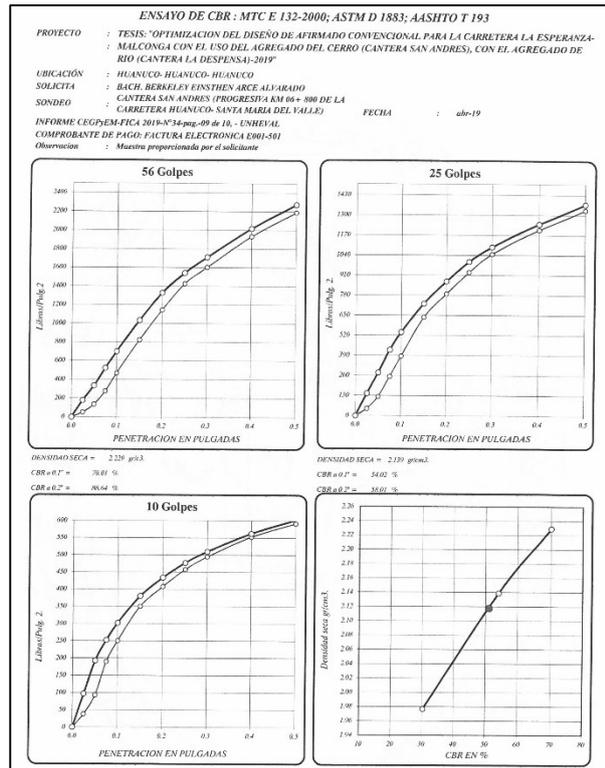
FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION	
			LECTURA DIAL	%	LECTURA DIAL	%	LECTURA DIAL	%
01/04	0+00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24/04	0+00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01/05	0+00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22/05	0+00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

P E N E T R A C I O N

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01		MUESTRA Nº 02		MUESTRA Nº 03	
	LECTURA	CORRECCION	LECTURA	CORRECCION	LECTURA	CORRECCION
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	15.0	15.7	21.2	178.5	13	137.9
0.050	47.0	49.8	138.1	325.6	42	368.4
0.075	101.0	95.2	277.1	522.9	92	760.3
0.100	174.0	140.6	468.6	790.1	142	1154.2
0.125	309.0	240.8	823.1	1014.4	238	1910.5
0.200	432.0	348.8	1146.3	1329.6	396	2367.4
0.250	539.0	420.1	1427.2	1543.1	549	2784.9
0.300	666.0	480.8	1803.2	1721.1	794	3170.4
0.400	732.0	586.2	1934.0	2018.0	454	3512.1
0.500	830.0	6574.2	2191.4	2275.4	503	3908.1

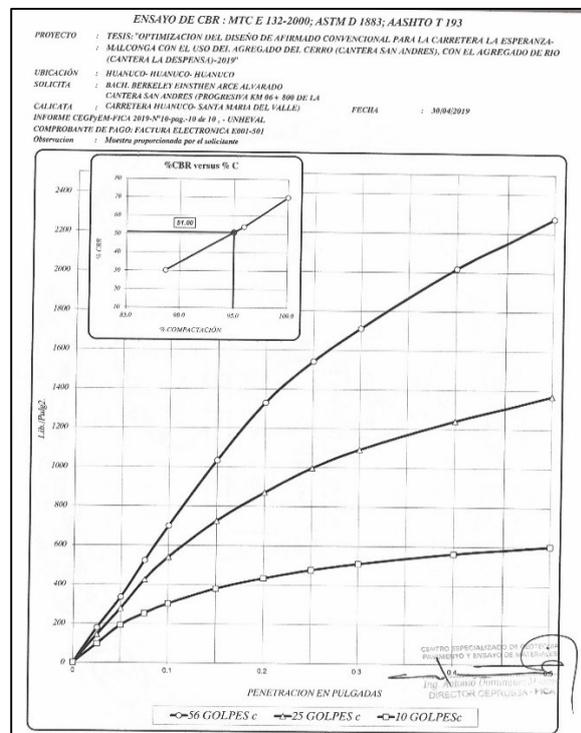
Elaboración: Propia del Autor

FIGURA 7: Cuadro de Gráficos de la Resistencia al Corte



Elaboración: Propia del Autor

FIGURA 8: Cuadro para Determinar el CBR



Elaboración: Propia del Autor

- Abrasión los Ángeles

FIGURA 9: Cuadro para Determinar Abrasión los Ángeles

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"
UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO
MUESTRA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE)
SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
FECHA : 29/04/2019
COMPROBANTE DE PAGO: FACTURA ELECTRONICA E001-501
INFORME CEGPyEM-FICA 2019(N°34-pag.-04 de 10 - UNHEVAL

ENSAYO DE LOS ÁNGELES
ASTM C 131
AASHTO T-96

TIPO DE ENSAYO "A"

PESO INICIAL			PESO FINAL		
Peso de la Muestra Inicial			Peso Final de la Muestra		
Pasa el Tamiz	Retenido en el tamiz	Peso(gr)	Nro de Tamiz	Tamaño de abertura	Peso(gr)
1,1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3147.00

Elaboración: Propia del Autor

- En el caso de la mezcla de los agregados; los formatos son los siguientes:

FIGURA 10: Cuadro de Cálculos de Granulometría para Mezcla

1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPÍRICA EN UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 90 %

TAMIZ	100%	90%	5000.00 gr	100%	90%
1 1/2", 1", 3/4" -	685.70 gr	230.32			
1/2", 3/8" -	402.49	561.77 gr	X		
1/4", #4 -				X	
FINO -		3119.72 gr			X = 4500.00 gr
		5000.00 gr			

ENTONCES:

685.70 gr	100%	402.49 gr	100%	230.32 gr	100%
X	90%	X	90%	X	90%
X = 617.13 gr		X = 362.24 gr		X = 207.29 gr	
561.77 gr	100%	3119.72 gr	100%		
X	90%	X	90%		
X = 505.59 gr		X = 2807.75 gr			

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 90% SERIA:

TAMIZ	100%	90%	5000.00 gr
1 1/2", 1", 3/4" -	617.13 gr		
1/2", 3/8" -	362.24	207.29	
1/4", #4 -		505.59 gr	
FINO -		2807.75 gr	
		4500.00 gr	

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 10 % - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

5000.00 gr	100%
X	10%
X = 500.00 gr	

1.3.- NIEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 90 % (CANTERA DE CERRO) + 10 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ	100%	90%	5000.00 gr
1 1/2", 1", 3/4" -	617.13 gr		
1/2", 3/8" -	362.24	207.29	
1/4", #4 -		505.59 gr	
FINO -		2807.75 gr	
		5000.00 gr	

Elaboración: Propia del Autor

FIGURA 11: Cuadro de Recalculo de Granulometría para Mezcla

1.4. RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")			
1.4.1. TAMICES 1/2"; 1"; 3/4"			
1"	382.30 gr	X1	685.70 gr
3/4"	303.40 gr	X2	617.13 gr
	685.70 gr		617.13 gr
		X = 90.00 %	
ENTONCES:			
	382.30 gr	100.00 %	303.40 gr
	X1	90.00 %	X2
	X1 = 344.07 gr		X2 = 273.06 gr
		TOTAL =	617.13 gr
1.4.2. TAMICES 1/2"; 3/8"			
1/2"	402.49 gr	X1	632.81 gr
3/8"	230.32 gr	X2	569.53 gr
	632.81 gr		569.53 gr
		X = 90.00 %	
ENTONCES:			
	402.49 gr	100.00 %	230.32 gr
	X1	90.00 %	X2
	X1 = 362.24 gr		X2 = 207.29 gr
		TOTAL =	1069.53 gr
1.4.3. TAMICES 1/4"; #4			
1/4"	306.60 gr	X1	561.77 gr
#4	255.17 gr	X2	505.59 gr
	561.77 gr		505.59 gr
		X = 90.00 %	
ENTONCES:			
	306.60 gr	100.00 %	255.17 gr
	X1	90.00 %	X2
	X1 = 275.94 gr		X2 = 229.65 gr
		TOTAL =	505.59 gr
1.4.3. FINOS			
#0	387.24 gr	X1	387.24 gr
#10	116.22 gr	X2	116.22 gr
#20	511.95 gr	X3	511.95 gr
#30	295.53 gr	X4	295.53 gr
#40	287.40 gr	X5	287.40 gr
#60	322.95 gr	X6	322.95 gr
#80	145.00 gr	X7	145.00 gr
#100	79.83 gr	X8	79.83 gr
#200	217.20 gr	X9	217.20 gr
CAZOL	756.40 gr	X10	756.40 gr
	3119.72 gr		2807.75 gr
	3119.72 gr		2807.75 gr
		X = 90.00 %	
		TOTAL =	2807.75 gr

Elaboración: Propia del Autor

FIGURA 12: Cuadro de Cálculos de Proctor Modificado para Mezcla

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"			
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA - E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO	: TESIS: OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMAO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"		
TESISTA	: BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO		
UBICACIÓN	: HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS		
CALCULO DE PESOS PARA EL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO 90% DE AGREGADO DE CERRO + 10% DE AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			
1.- PESOS DE LA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%			
TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL
1/2"; 1"; 3/4"	538.45	442.31	800
1/2"; 3/8"			1780.76
1/4"; #4			870.65
FINO			4835.85
			9800.00
2.- CALCULO PARA REALIZAR EL PROCTOR MODIFICADO DE LA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")			
TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL
1/2"; 3/8"	980.76	800	1780.76 gr
1/4"; #4			870.65 gr
FINO			4835.85 gr
			7486.46 gr
			100 %
2.1.- SELECCIONANDO 5500 gr PARA EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
ENTONCES:			
5500	100 %	5500	100 %
X	23.79 %	X	11.63 %
X = 1308.25 gr		X = 639.63 gr	X = 3552.12 gr
2.2.- POR LO TANTO PARA 5500 gr SERIA:			
TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL
1/2"; 3/8"	1308.25 gr		1308.25 gr
1/4"; #4	639.63 gr		639.63 gr
FINO	3552.12 gr		3552.12 gr
			5500.00
			100 %
2.3.- CALCULANDO LA CANTIDAD DE PESOS POR TAMICES DE 1/2" Y 3/8"			
1/2"	980.76	X1	1780.76
3/8"	800.00	X2	1308.25
	1780.76		1308.25
		X = 73.465964 %	
ENTONCES:			
	980.76	100 %	800.00
	X1	73.47 %	X2
	X = 720.52 gr		X = 587.23 gr
2.4.- POR LO TANTO LA CANTIDAD DE PESOS EN UN 90% DE AGREGADO DE CERRO) + (10% DE AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANADA DE 1/2") PARA LOS TAMICES DE 1/2" Y 3/8" SERIA:			
TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL
1/2"; 3/8"	720.52	587.23 gr	1308.25 gr
1/4"; #4			639.63 gr
FINO			3552.12 gr
			5500.00 gr
			100 %

Elaboración: Propia del Autor

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Procedimiento de datos (Cuadros estadísticos con su respectivo análisis e interpretación)

4.1.1. Descripción

La cantera en estudio (San Andrés) se encuentra ubicada en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco; la cantera en estudio (la Despensa) se encuentra ubicada en el distrito de Santa María del Valle, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco, los cuales son estudiados para la carretera la Esperanza – Malconga, que es parte de la ruta Departamental HU-112.

4.1.1.1. Ubicación

- Cantera San Andrés: Se encuentra ubicada en la Prog. 06+800 de la carretera Huánuco – Santa María del valle, lado derecho de la carretera, a una altura de 1885 m.s.n.m.

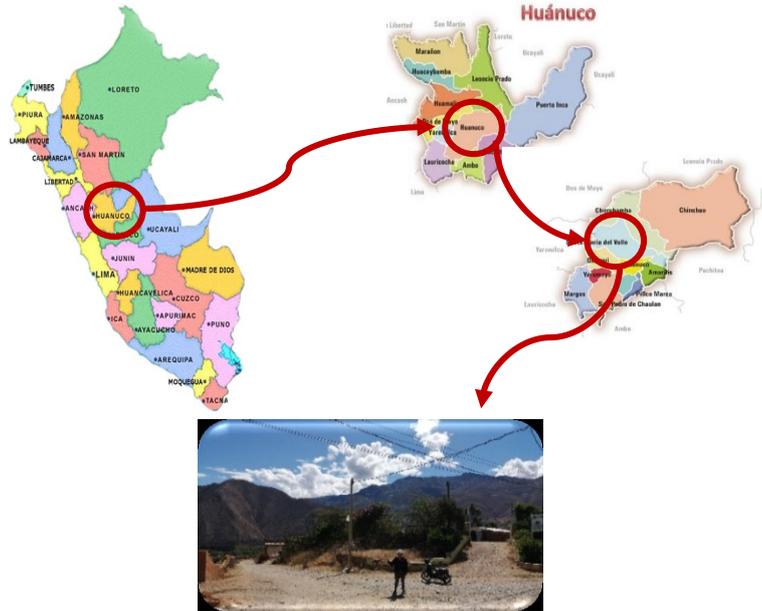
FIGURA 13: Ubicación de la Cantera San Andrés



Elaboración: Propia del Autor

- Cantera la Despensa: se encuentra ubicada en la Prog. 10+900 de la carretera Huánuco – Santa María del Valle, lado izquierdo de la carretera, a una altura de 1837 m.s.n.m.

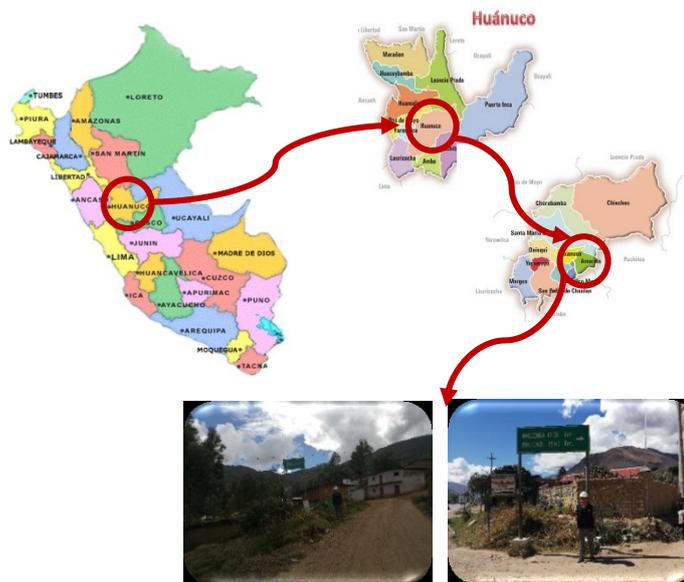
FIGURA 14: Ubicación de la Cantera la Despensa



Elaboración: Propia del Autor

- Carretera La Esperanza – Malconga: Se encuentra ubicada en la Prog.5+500 de la carretera Huánuco – Santa María del Valle, lado derecho de la carretera, a una altura de 1904 m.s.n.m.

FIGURA 15: Ubicación de la Esperanza - Malconga



Elaboración: Propia del Autor

4.1.2. Propiedades físico mecánicas del Agregado de Cerro (Cantera de San Andrés) y Agregado de Rio (Cantera la Despensa)

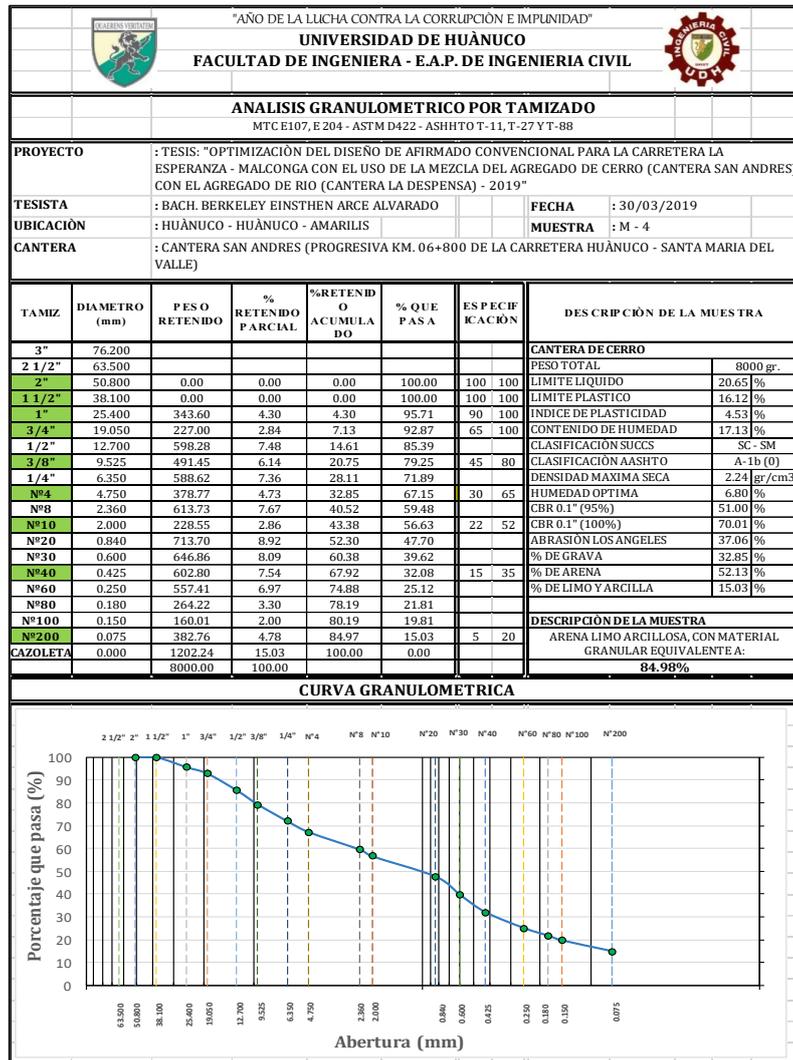
- Granulometría

- Limites de Atterberg
- Contenido de Humedad
- CBR
- Abrasión los Ángeles

4.1.2.1. Análisis de Resultados de la Granulometría

- Granulometría – cantera de cerro (San Andrés)

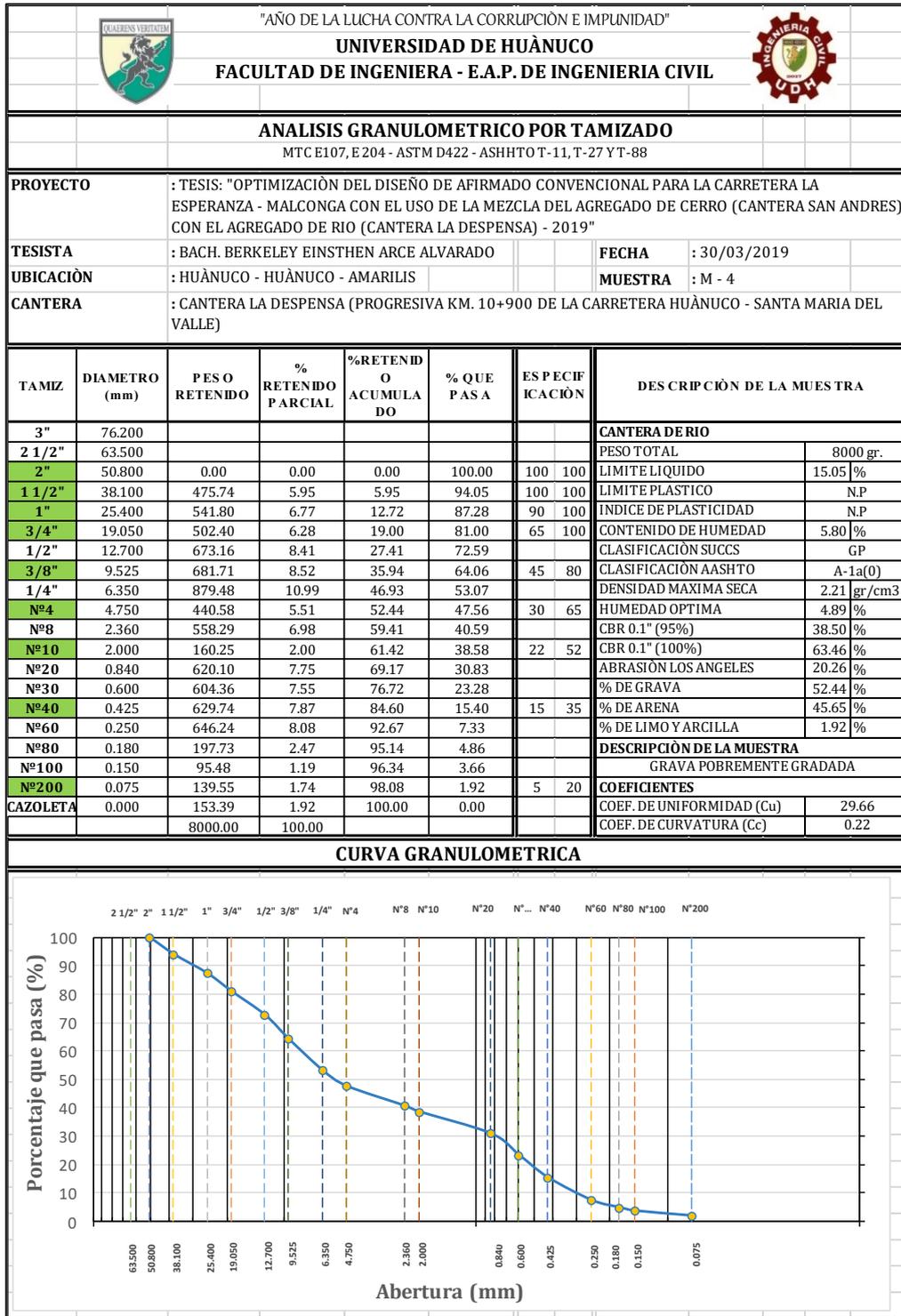
FIGURA 16: Ensayo Granulométrico San Andrés - Muestra N°4



Elaboración: Propia del Autor

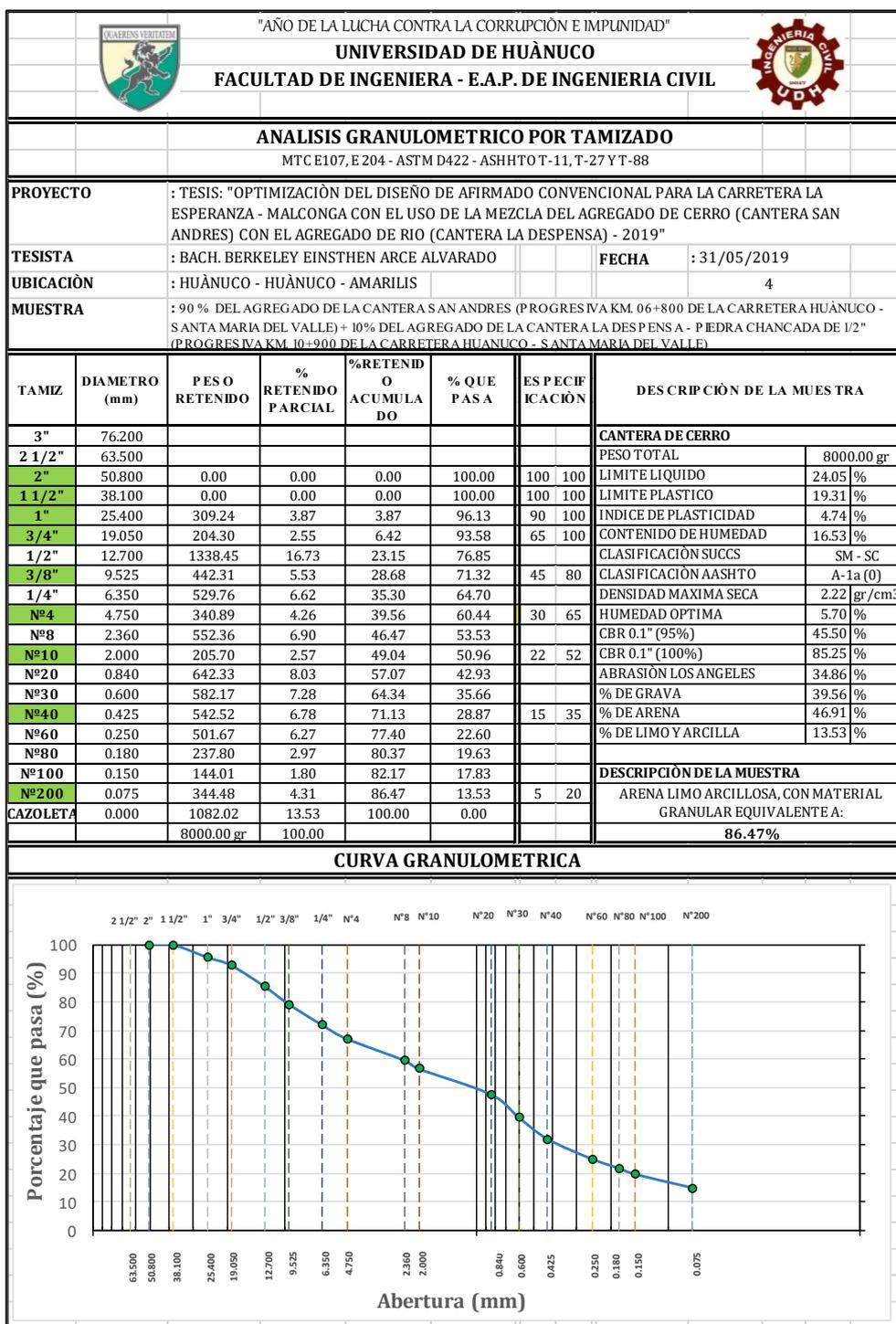
- Granulometría – cantera de río (la Despensa)

FIGURA 17: Ensayo Granulométrico la Despensa - Muestra N°4



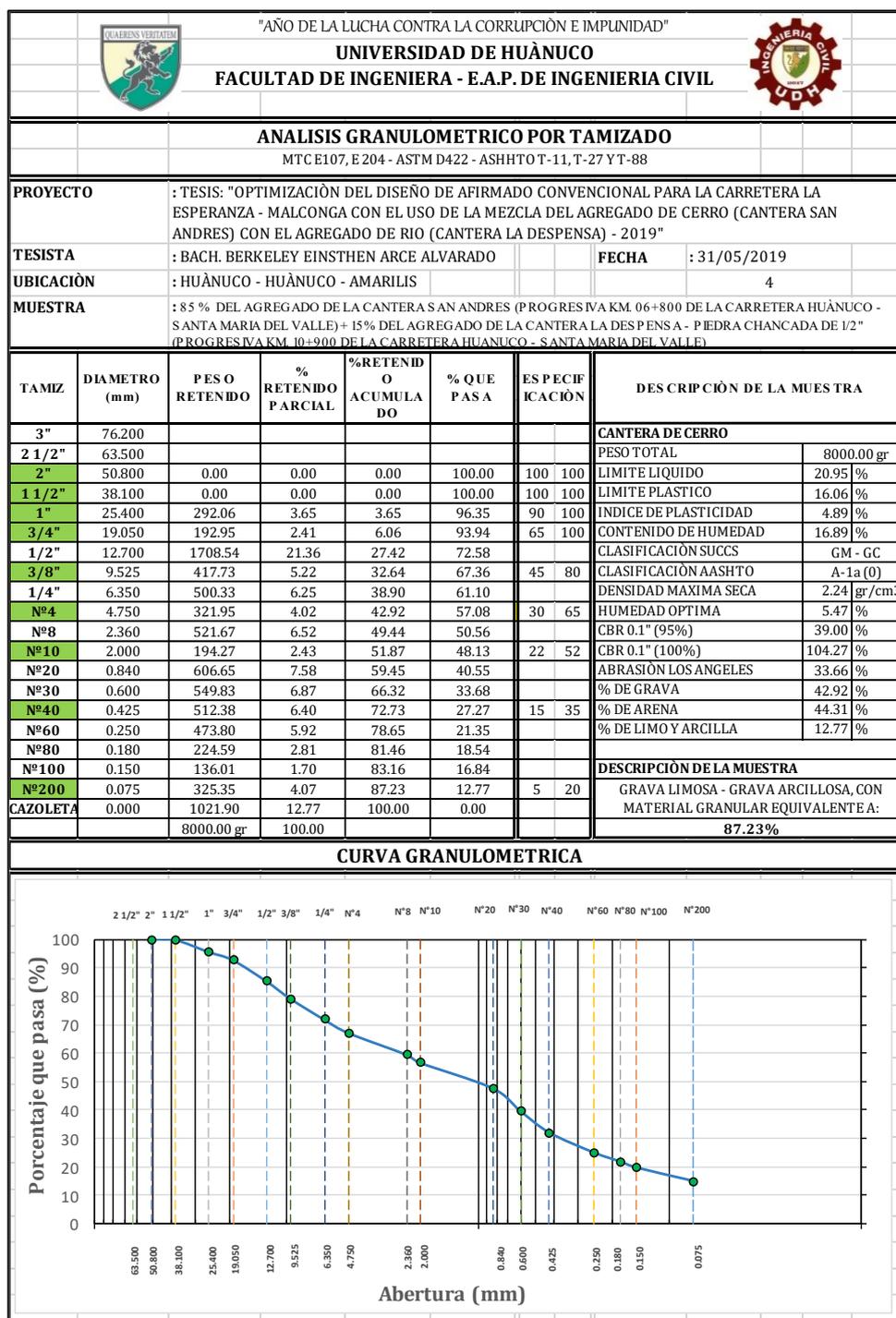
- **Granulometría** - 90% cantera de cerro (San Andrés) + 10% de cantera de río (la Despensa)

FIGURA 18: Ensayo Granulométrico Mezcla 90% + 10% - Muestra N°4



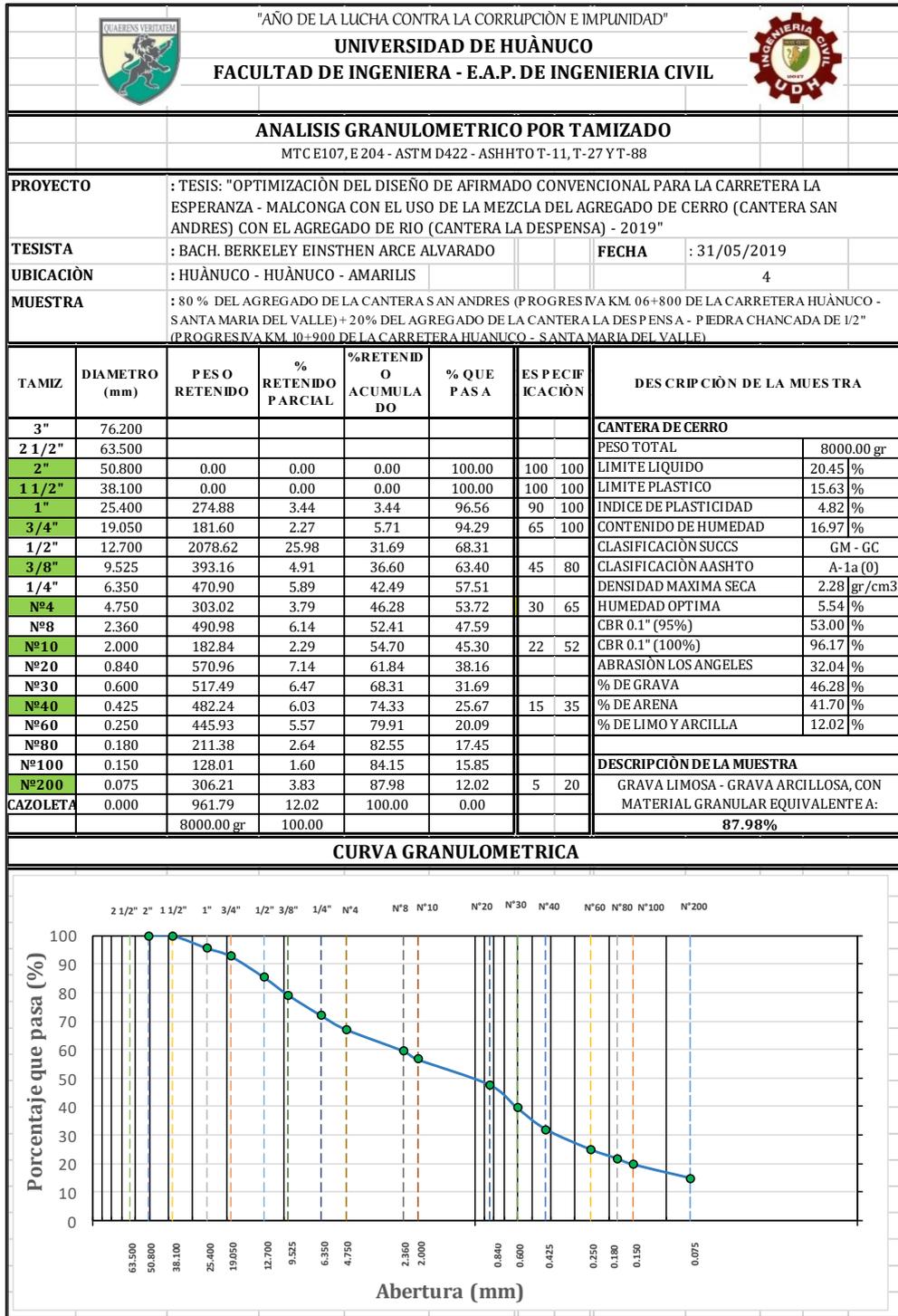
- **Granulometría** - 85% cantera de cerro (San Andrés) + 15% de cantera de río (la Despensa)

FIGURA 19: Ensayo Granulométrico Mezcla 85% + 15% - Muestra N^o4



- **Granulometría** - 80% cantera de cerro (San Andrés) + 20% de cantera de río (la Despensa)

FIGURA 20: Ensayo Granulométrico Mezcla 80% + 20% - Muestra N°4



4.1.2.2. Interpretación de Resultado de la Granulometría

FIGURA 21: Resumen de Resultados de Granulometría – Muestra N°4

COMPARACIÓN DE RESULTADOS GRANULOMETRICOS	CANTERA SAN ANDRÉS (CERRO)	CANTERA LA DESPENSA (RIO)	MEZCLA 90% CANTERA DE CERRO + 10% CANTERA DE RIO	MEZCLA 85% CANTERA DE CERRO + 15% CANTERA DE RIO	MEZCLA 80% CANTERA DE CERRO + 20% CANTERA DE RIO	MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS DEL MITC
TAMIZ	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA
3"						
2 1/2"						
2"	100.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100 100
1 1/2"	100.000	94.05	100.00	100.00	100.00	100 100
1"	95.705	87.28	96.13	96.35	96.56	90 100
3/4"	92.868	81.00	93.58	93.94	94.29	65 100
1/2"	85.389	72.59	76.85	72.58	68.31	
3/8"	79.246	64.06	71.32	67.36	63.40	45 80
1/4"	71.888	53.07	64.70	61.10	57.51	
N°4	67.154	47.56	60.44	57.08	53.72	30 65
N°8	59.482	40.59	53.53	50.56	47.59	
N°10	56.625	38.58	50.96	48.13	45.30	22 52
N°20	47.704	30.83	42.93	40.55	38.16	
N°30	39.618	23.28	35.66	33.68	31.69	
N°40	32.083	15.40	28.87	27.27	25.67	15 35
N°60	25.115	7.33	22.60	21.35	20.09	
N°80	21.813	4.86	19.63	18.54	17.45	
N°100	19.813	3.66	17.83	16.84	15.85	
N°200	15.028	1.92	13.53	12.77	12.02	5 20
CAZOLETA	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	

Elaboración: Propia del Autor

En lo que se refiere a la granulometría podemos concluir que:

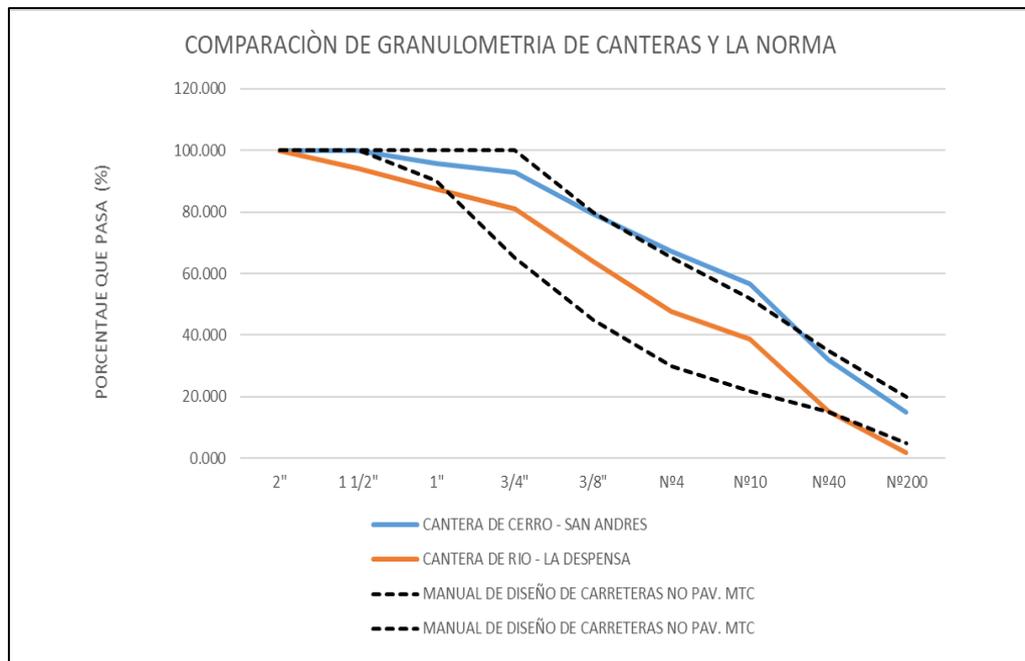
- Se puede observar en la cantera de cerro (San Andrés), que el porcentaje que pasa por la malla N°4 prácticamente se encuentra en el límite, pero en la malla N°10 su valor se encuentra fuera del límite en un 4.625%, por lo tanto, no cumple con los requerimientos que se exige por norma.
- Se puede observar en la cantera de río (La Despensa), que el porcentaje que pasa por la malla N°200 su valor se encuentra fuera del intervalo requerido según norma, asimismo en el porcentaje que pasa por la malla N°40 encuentra al borde del límite inferior requerido, por lo tanto, esta cantera no cumple con los requerimientos mínimos según norma, por lo que no se puede usar directamente.
- En la mezcla de 90% de cantera de cerro (San Andrés) +10% de cantera de río (la Despensa), se puede mostrar que los valores en general se mejoran acercándose a los promedios de cada intervalo requerido.
- En la mezcla de 85% de cantera de cerro (San Andrés) +15% de cantera de río (la Despensa), se puede mostrar que los valores

en general se mejoran acercándose a los promedios de cada intervalo requerido.

- En la mezcla de 80% de cantera de cerro (San Andrés) +20% de Cantera de río (la Despensa), se puede mostrar que los valores en general se mejoran acercándose a los promedios de cada intervalo requerido.

4.1.2.3. Interpretación de la Granulometría y la Norma

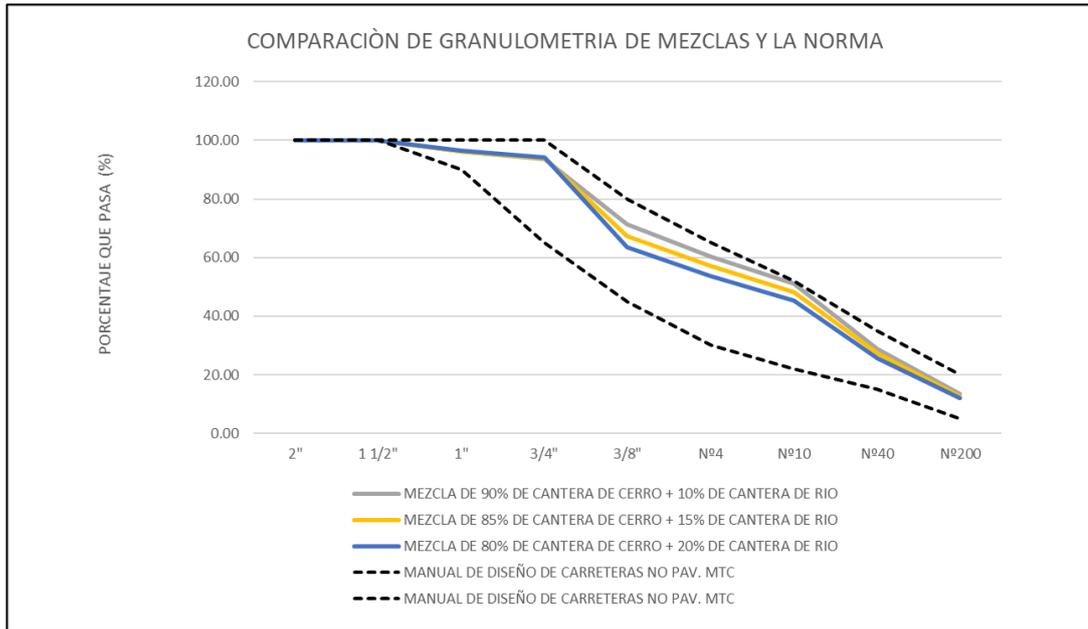
GRAFICO 1: Comparación de la Granulometría de Canteras y la Norma



Elaboración: Propia del Autor

En este gráfico se puede apreciar que la cantera de río (la Despensa) se acerca más al perfil del requerimiento de la norma, teniendo el inconveniente de los finos, en donde si presentaría problemas.

GRAFICO 2: Comparación de la Granulometría de Mezclas y la Norma

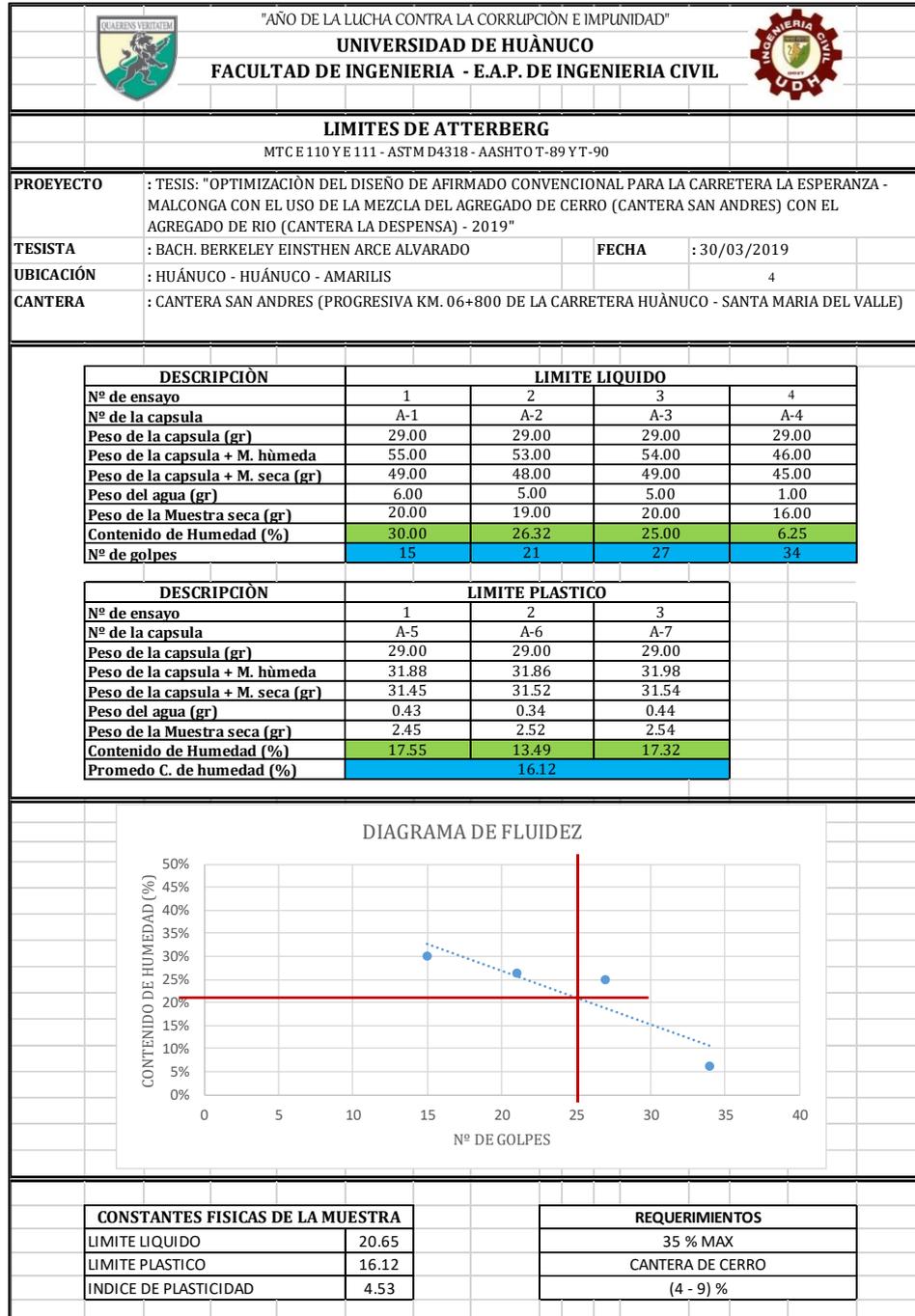


En este gráfico se puede apreciar que desde el punto de vista de la granulometría la mezcla de 80% de cantera de cerro (San Andrés) + 20% de cantera de río (la Despensa), se aproxima mejor al perfil que se exige según norma.

4.1.2.4. Análisis de Resultados de los Limites de Atterberg

- **LIMITES DE ATTERBERG – cantera de cerro (San Andrés)**

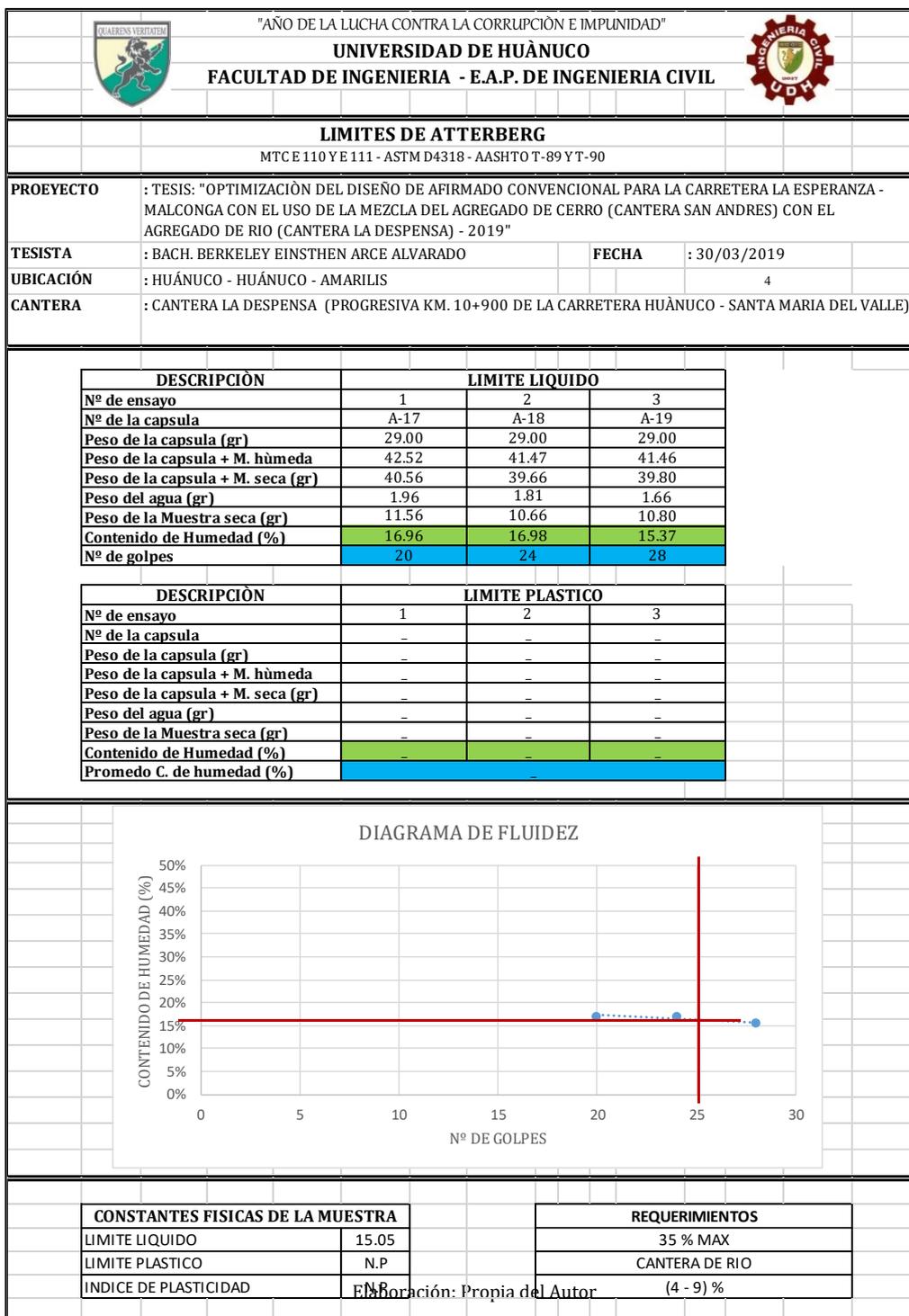
FIGURA 22: Ensayo Limites de Atterberg San Andrés - Muestra N°4



Elaboración: Propia del Autor

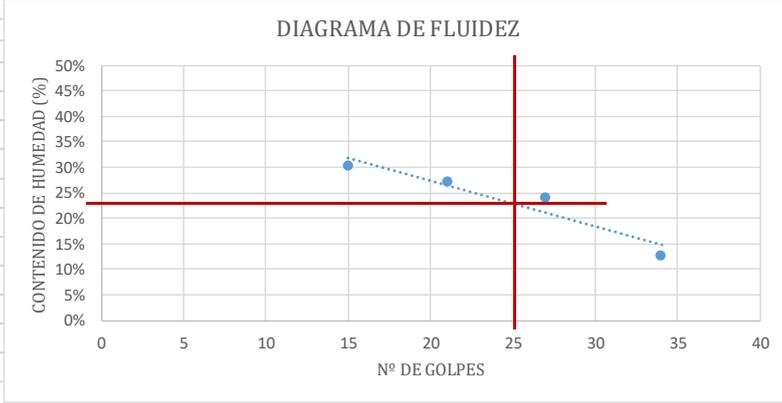
- **LIMITES DE ATTERBERG – cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 23: Ensayo Limites de Atterberg la Despensa - Muestra N°4



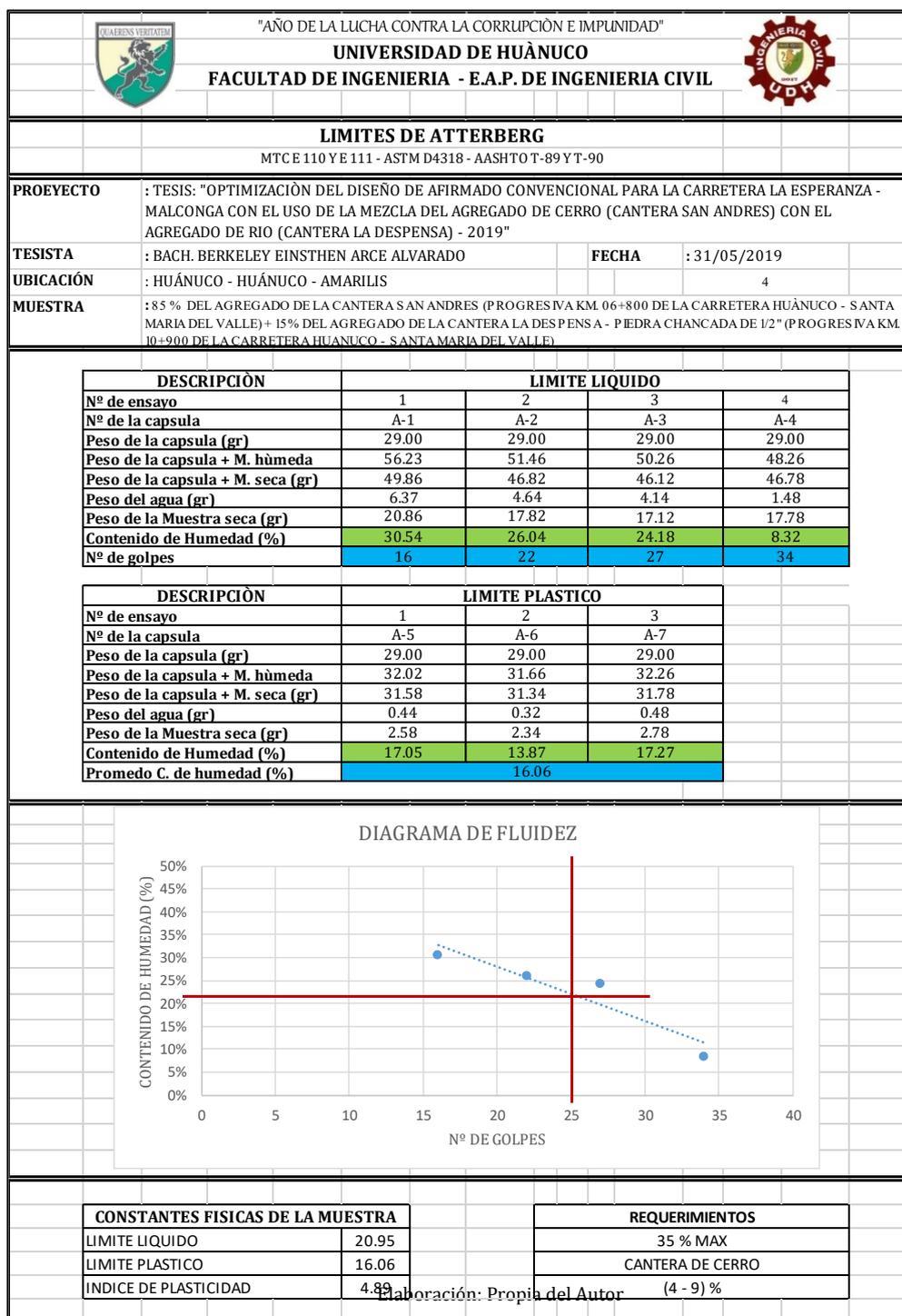
- **LIMITES DE ATTERBERG – 90% cantera de cerro (San Andrés) + 10% de cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 24: Ensayo Limites de Atterberg Mezcla 90% + 10% - Muestra N°4

  																																																																																											
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD" UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL																																																																																											
LIMITES DE ATTERBERG MTCE 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 YT-90																																																																																											
PROYECTO	: TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"																																																																																										
TESISTA	: BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO FECHA : 31/05/2019																																																																																										
UBICACIÓN	: HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 4																																																																																										
MUESTRA	: 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM.06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)+ 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM.10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DESCRIPCIÓN</th> <th colspan="4">LIMITE LIQUIDO</th> </tr> <tr> <th>Nº de ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº de la capsula</td> <td>A-1</td> <td>A-2</td> <td>A-3</td> <td>A-4</td> </tr> <tr> <td>Peso de la capsula (gr)</td> <td>29.00</td> <td>29.00</td> <td>29.00</td> <td>29.00</td> </tr> <tr> <td>Peso de la capsula + M. húmeda</td> <td>54.56</td> <td>52.46</td> <td>53.42</td> <td>47.02</td> </tr> <tr> <td>Peso de la capsula + M. seca (gr)</td> <td>48.62</td> <td>47.46</td> <td>48.68</td> <td>45.00</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>5.94</td> <td>5.00</td> <td>4.74</td> <td>2.02</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Muestra seca (gr)</td> <td>19.62</td> <td>18.46</td> <td>19.68</td> <td>16.00</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>30.28</td> <td>27.09</td> <td>24.09</td> <td>12.63</td> </tr> <tr> <td>Nº de golpes</td> <td>15</td> <td>21</td> <td>27</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DESCRIPCIÓN</th> <th colspan="3">LIMITE PLASTICO</th> </tr> <tr> <th>Nº de ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº de la capsula</td> <td>A-5</td> <td>A-6</td> <td>A-7</td> </tr> <tr> <td>Peso de la capsula (gr)</td> <td>29.00</td> <td>29.00</td> <td>29.00</td> </tr> <tr> <td>Peso de la capsula + M. húmeda</td> <td>32.12</td> <td>31.36</td> <td>31.98</td> </tr> <tr> <td>Peso de la capsula + M. seca (gr)</td> <td>31.58</td> <td>31.02</td> <td>31.48</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua (gr)</td> <td>0.54</td> <td>0.34</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Muestra seca (gr)</td> <td>2.58</td> <td>2.02</td> <td>2.48</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>20.93</td> <td>16.83</td> <td>20.16</td> </tr> <tr> <td>Promedio C. de humedad (%)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">19.31</td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO				Nº de ensayo	1	2	3	4	Nº de la capsula	A-1	A-2	A-3	A-4	Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00	Peso de la capsula + M. húmeda	54.56	52.46	53.42	47.02	Peso de la capsula + M. seca (gr)	48.62	47.46	48.68	45.00	Peso del agua (gr)	5.94	5.00	4.74	2.02	Peso de la Muestra seca (gr)	19.62	18.46	19.68	16.00	Contenido de Humedad (%)	30.28	27.09	24.09	12.63	Nº de golpes	15	21	27	34	DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO			Nº de ensayo	1	2	3	Nº de la capsula	A-5	A-6	A-7	Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	Peso de la capsula + M. húmeda	32.12	31.36	31.98	Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.58	31.02	31.48	Peso del agua (gr)	0.54	0.34	0.50	Peso de la Muestra seca (gr)	2.58	2.02	2.48	Contenido de Humedad (%)	20.93	16.83	20.16	Promedio C. de humedad (%)	19.31		
DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO																																																																																										
Nº de ensayo	1	2	3	4																																																																																							
Nº de la capsula	A-1	A-2	A-3	A-4																																																																																							
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00																																																																																							
Peso de la capsula + M. húmeda	54.56	52.46	53.42	47.02																																																																																							
Peso de la capsula + M. seca (gr)	48.62	47.46	48.68	45.00																																																																																							
Peso del agua (gr)	5.94	5.00	4.74	2.02																																																																																							
Peso de la Muestra seca (gr)	19.62	18.46	19.68	16.00																																																																																							
Contenido de Humedad (%)	30.28	27.09	24.09	12.63																																																																																							
Nº de golpes	15	21	27	34																																																																																							
DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO																																																																																										
Nº de ensayo	1	2	3																																																																																								
Nº de la capsula	A-5	A-6	A-7																																																																																								
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00																																																																																								
Peso de la capsula + M. húmeda	32.12	31.36	31.98																																																																																								
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.58	31.02	31.48																																																																																								
Peso del agua (gr)	0.54	0.34	0.50																																																																																								
Peso de la Muestra seca (gr)	2.58	2.02	2.48																																																																																								
Contenido de Humedad (%)	20.93	16.83	20.16																																																																																								
Promedio C. de humedad (%)	19.31																																																																																										
DIAGRAMA DE FLUIDEZ																																																																																											
 <p>El diagrama de fluidéz muestra el contenido de humedad (%) en el eje vertical (rango 0% a 50%) frente al número de golpes en el eje horizontal (rango 0 a 40). Se observan cuatro puntos de datos que forman una línea de tendencia descendente. Una línea horizontal roja indica el límite líquido (LL) en 24.05%. Una línea vertical roja indica el límite plástico (LP) en 25 golpes. El índice de plasticidad (IP) se calcula como la diferencia entre el LL y el LP, resultando en 19.31%.</p>																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</th> <th colspan="2">REQUERIMIENTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LIMITE LIQUIDO</td> <td>24.05</td> <td colspan="2">35 % MAX</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLASTICO</td> <td>19.31</td> <td colspan="2">CANTERA DE CERRO</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD</td> <td>4.74</td> <td colspan="2">(4 - 9) %</td> </tr> </tbody> </table>		CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		REQUERIMIENTOS		LIMITE LIQUIDO	24.05	35 % MAX		LIMITE PLASTICO	19.31	CANTERA DE CERRO		INDICE DE PLASTICIDAD	4.74	(4 - 9) %																																																																											
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		REQUERIMIENTOS																																																																																									
LIMITE LIQUIDO	24.05	35 % MAX																																																																																									
LIMITE PLASTICO	19.31	CANTERA DE CERRO																																																																																									
INDICE DE PLASTICIDAD	4.74	(4 - 9) %																																																																																									

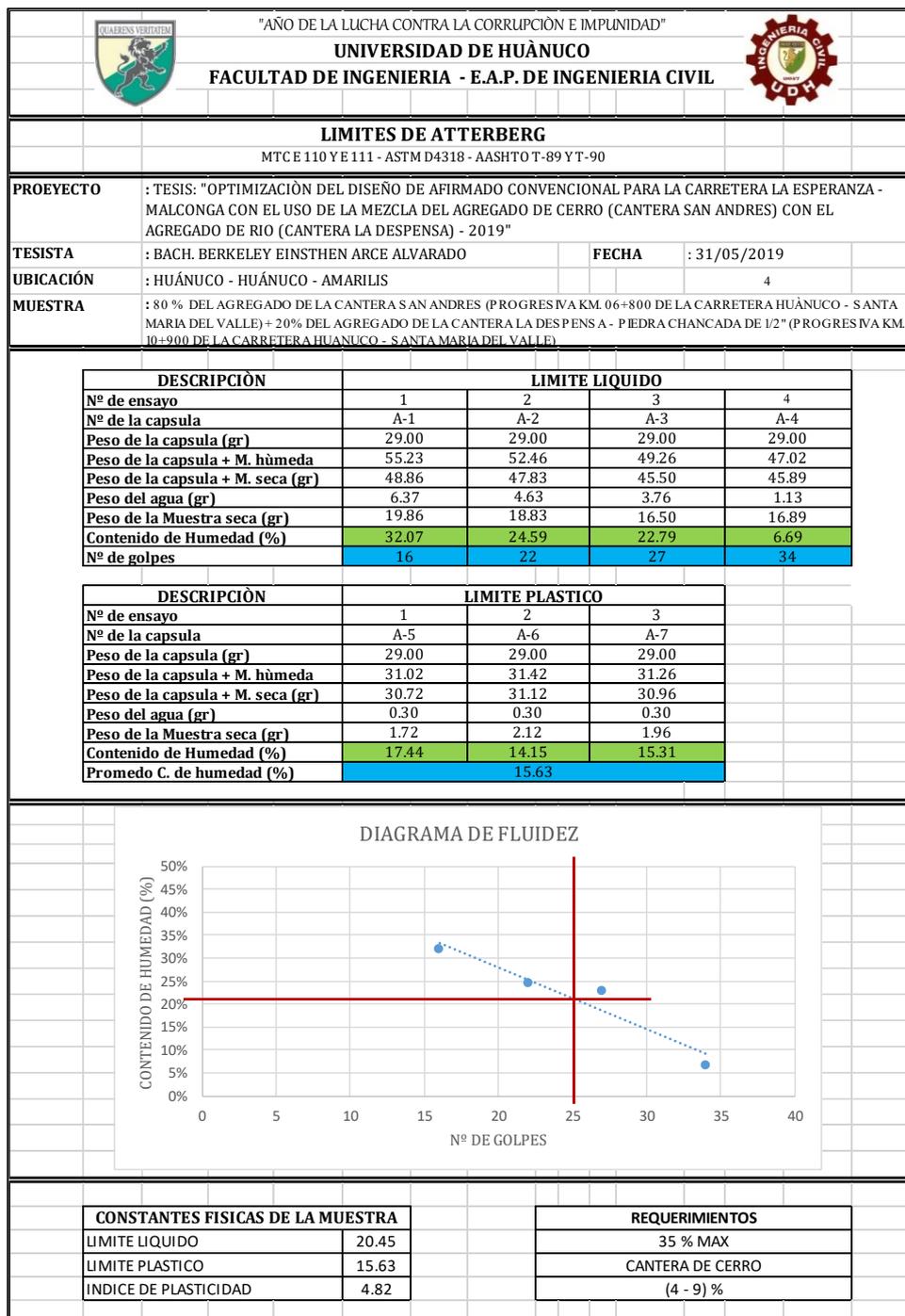
- **LIMITES DE ATTERBERG – 85% cantera de cerro (San Andrés) + 15% de cantera de rio (la Despensa)**

FIGURA 25: Ensayo Limites de Atterberg Mezcla 85% + 15% - Muestra N°4



- **LIMITES DE ATTERBERG – 80% cantera de cerro (San Andrés) + 20% de cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 26: Ensayo Limites de Atterberg Mezcla 80% + 20% - Muestra N°4



Elaboración: Propia del Autor

4.1.2.5. Interpretación de Resultado de los Límites de Atterberg

FIGURA 27: Resumen de Resultados de Límites de Atterberg - Muestra N^o4

LÍMITE DE ATTERBERG	CANTERA SAN ANDRÉS (CERRO)	CANTERA LA DESPENSA (RIO)	MEZCLA 90 % CANTERA DE CERRO + 10 % CANTERA DE RIO	MEZCLA 85 % CANTERA DE CERRO + 15 % CANTERA DE RIO	MEZCLA 80 % CANTERA DE CERRO + 20 % CANTERA DE RIO	MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS DEL MTC	
LÍMITE LIQUIDO (%)	20.65	15.05	24.05	20.95	20.45	35	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	16.12	N.P	19.31	16.06	15.63	23	31
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	4.53	N.P	4.74	4.89	4.82	4	12

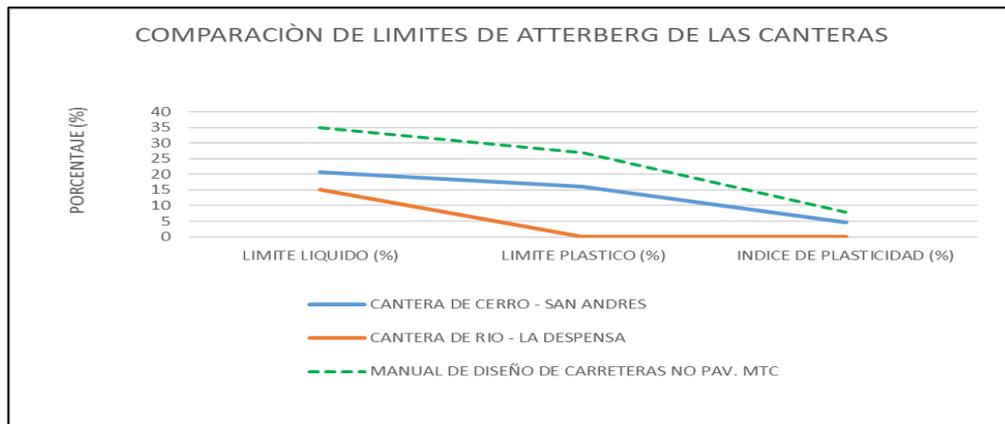
Elaboración: Propia del Autor

En lo que se refiere a los límites de Atterberg o también llamado límites de consistencia o Índice de plasticidad podemos concluir que:

- Se puede observar en la cantera de cerro (San Andrés), se encuentra con un 4.53%, siendo un valor permisible dentro del rango a lo que exige la norma.
- Se puede observar en la cantera de río (La Despensa), no presenta índice de plasticidad, debido a que no se cuenta con el límite plástico, por lo tanto, esta cantera no cumple con los requerimientos mínimos según norma, por lo que no se puede usar directamente.
- En la mezcla de 90% de Cantera de Cerro (San Andrés) +10% de Cantera de Río (la Despensa), se puede mostrar que los valores en general se encuentran aceptables dentro del rango a lo que exige la norma.
- En la mezcla de 85% de Cantera de Cerro (San Andrés) +15% de Cantera de Río (la Despensa), se puede mostrar que los valores en general se encuentran aceptables dentro del rango a lo que exige la norma.
- En la mezcla de 80% de Cantera de Cerro (San Andrés) +20% de Cantera de Río (la Despensa), se puede mostrar que los valores en general se encuentran aceptables dentro del rango a lo que exige la norma.

4.1.2.6. Interpretación de los Límites de Atterberg y la Norma

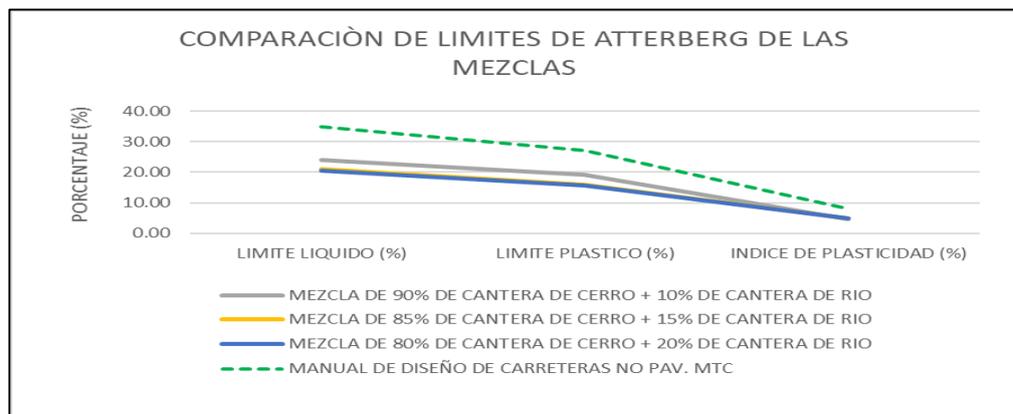
GRAFICO 3: Comparación de los Límites de Atterberg de canteras y la Norma



Elaboración: Propia del Autor

En este grafico se puede apreciar que la cantera de río (la Despensa) no cumple con los requerimientos de la norma, teniendo inconveniente en límite plástico.

GRAFICO 4: Comparación de los Límites de Atterberg de Mezcla y la Norma



Elaboración: Propia del Autor

En este grafico se puede apreciar que desde el punto de vista del límite líquido la mezcla de 80% de cantera de cerro (San Andrés) + 20% de cantera de río (la Despensa), se encuentra en rango de mejor proporción ya que es el valor que se aleja más del máximo de 35%, según lo estipula la norma.

4.1.2.7. Análisis de Resultados del Contenido de Humedad

- **Contenido de Humedad – cantera de cerro (San Andrés)**

FIGURA 28: Ensayo del Contenido de Humedad San Andrés - Muestra N^o4

  	
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD" UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
MTC E-108 ASTM D-2216-92	
PROYECTO	: TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA	: BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
UBICACIÓN	: HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS
CANTERA	: CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)
FECHA	: 30/03/2019
MUESTRA	: M-4
DATOS	
N ^o de ensayo	1
Peso de la capsula (gr)	0
Peso de la capsula + M. húmeda	440.66
Peso de la capsula + M. seca (gr)	376.22
Peso del agua (gr)	64.44
Peso de la Muestra seca (gr)	376.22
Humedad Natural (%)	17.13

Elaboración: Propia del Autor

- **Contenido de Humedad – cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 29: Ensayo del Contenido de Humedad la Despensa - Muestra N^o4

  	
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD" UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
MTC E-108 ASTM D-2216-92	
PROYECTO	: TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA	: BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
UBICACIÓN	: HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS
CANTERA	: CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)
FECHA	: 30/03/2019
MUESTRA	: M-4
DATOS	
N ^o de ensayo	1
Peso de la capsula (gr)	0
Peso de la capsula + M. húmeda	438.00
Peso de la capsula + M. seca (gr)	413.98
Peso del agua (gr)	24.02
Peso de la Muestra seca (gr)	413.98
Humedad Natural (%)	5.80

Elaboración: Propia del Autor

- **Contenido de Humedad - 90% cantera de cerro (San Andrés) + 10% de cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 30: Ensayo del Contenido de Humedad Mezcla 90% + 10% - Muestra N°4

  	
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD" UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
MTC E-108 ASTM D-2216-92	
PROYECTO	: TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA	: BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
FECHA	: 31/05/2019
UBICACIÓN	: HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS
MUESTRA	: 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)
DATOS	
N° de ensayo	1
Peso de la capsula (gr)	0
Peso de la capsula + M. húmeda	620.12
Peso de la capsula + M. seca (gr)	532.14
Peso del agua (gr)	87.98
Peso de la Muestra seca (gr)	532.14
Humedad Natural (%)	16.53

Elaboración: Propia del Autor

- **Contenido de Humedad** - 85% cantera de cerro (San Andrés) + 15% de cantera de río (la Despensa)

FIGURA 31: Ensayo del Contenido de Humedad Mezcla 85% + 15% - Muestra N°4

  	
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD" UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
MTC E-108 ASTM D-2216-92	
PROYECTO	: TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA	: BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
FECHA	: 31/05/2019
UBICACIÓN	: HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS
MUESTRA	: 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)
DATOS	
N° de ensayo	1
Peso de la capsula (gr)	0
Peso de la capsula + M. húmeda	590.42
Peso de la capsula + M. seca (gr)	505.12
Peso del agua (gr)	85.30
Peso de la Muestra seca (gr)	505.12
Humedad Natural (%)	16.89

Elaboración: Propia del Autor

- **Contenido de Humedad** - 80% cantera de cerro (San Andrés) + 20% de cantera de río (la Despensa)

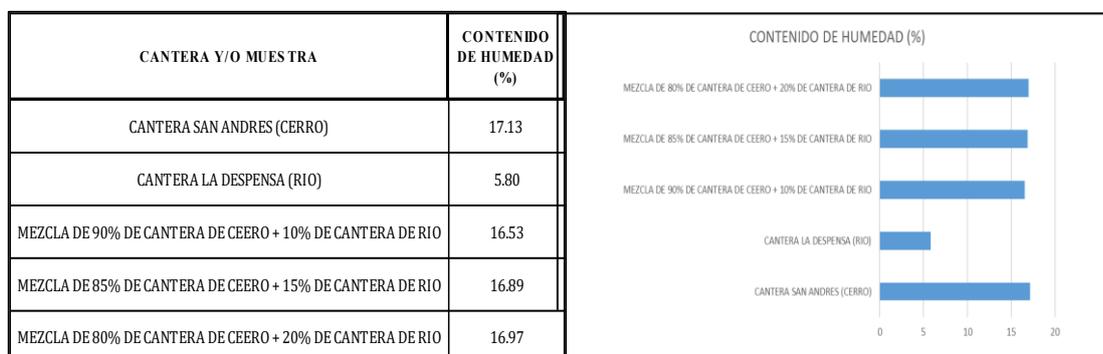
FIGURA 32: Ensayo del Contenido de Humedad Mezcla 80% +20% - Muestra N^o4

 "AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD" UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL 	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
MTCE-108 ASTM D-2216-92	
PROYECTO	: TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA	: BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
FECHA	: 31/05/2019
UBICACIÓN	: HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS
MUESTRA	: 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)
DATOS	
Nº de ensayo	1
Peso de la capsula (gr)	0
Peso de la capsula + M. húmeda	620.12
Peso de la capsula + M. seca (gr)	530.16
Peso del agua (gr)	89.96
Peso de la Muestra seca (gr)	530.16
Humedad Natural (%)	16.97

Elaboración: Propia del Autor

4.1.2.8. Interpretación de Resultado del Contenido de Humedad

FIGURA 33: Resumen de Resultados del Contenido de Humedad - Muestra N^o4



Elaboración: Propia del Autor

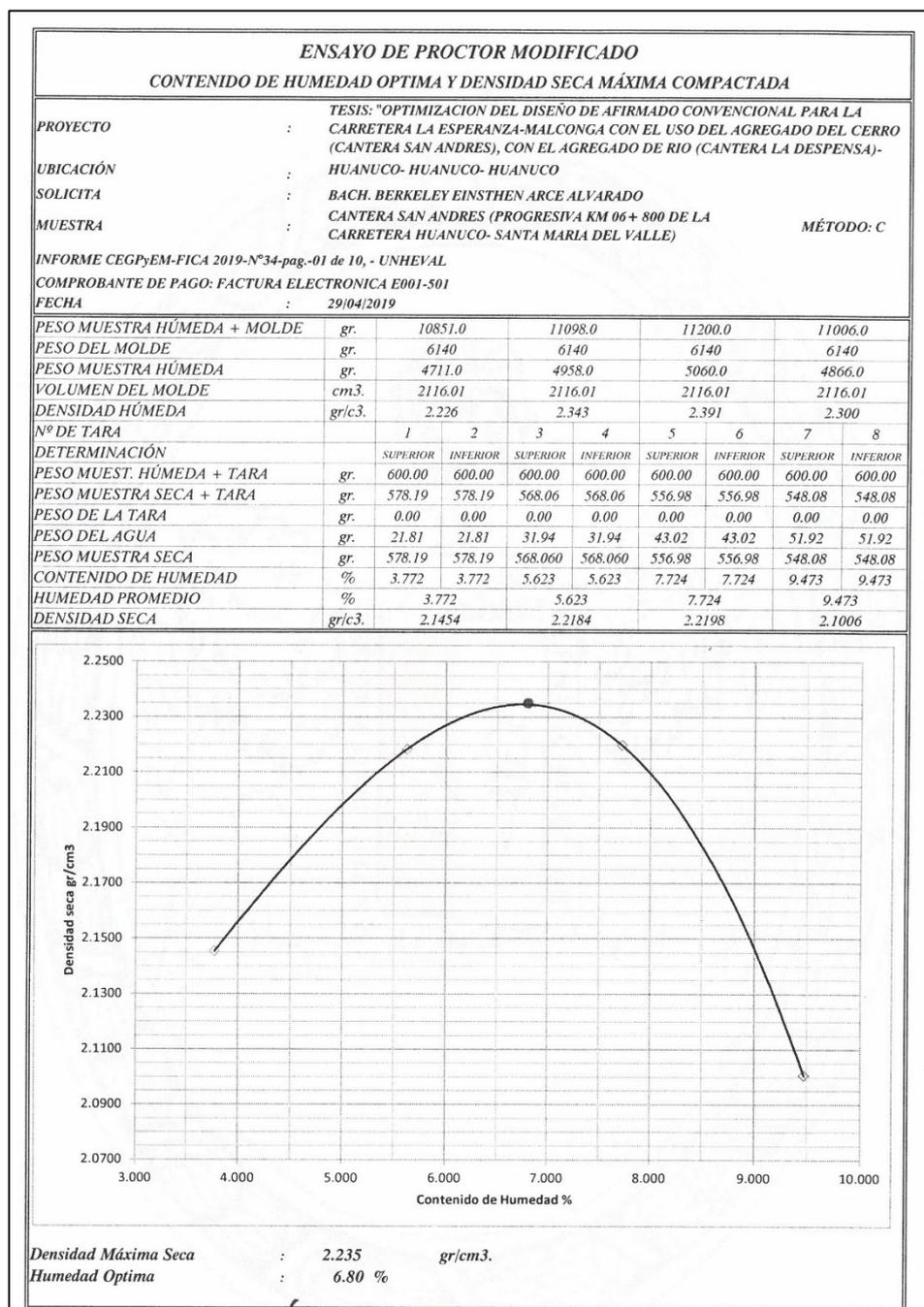
En lo que se refiere al contenido de humedad podemos concluir que:

- Se puede observar que los resultados del contenido de humedad al Natural, varían de acuerdo a la muestra empleada, lo cual nos permite identificar inicialmente cuan saturado se encuentra el material.

4.1.2.9. Análisis de Resultados del Proctor Modificado

- **Ensayo del Proctor Modificado** – cantera de cerro (San Andrés)

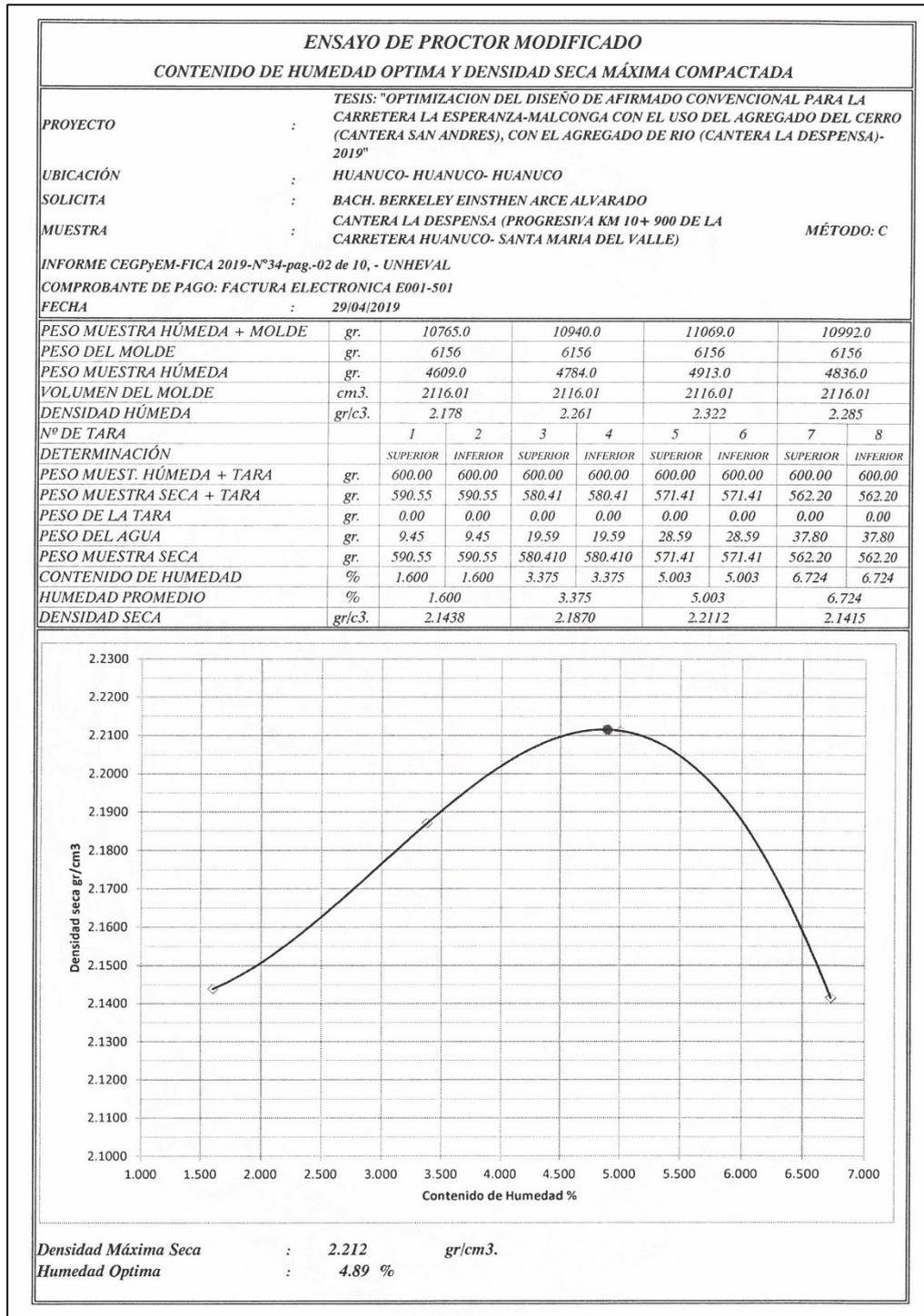
FIGURA 34: Ensayo de Proctor Modificado San Andrés - Muestra N°4



Elaboración: Propia del Autor

- **Ensayo del Proctor Modificado - cantera de río (la Despensa)**

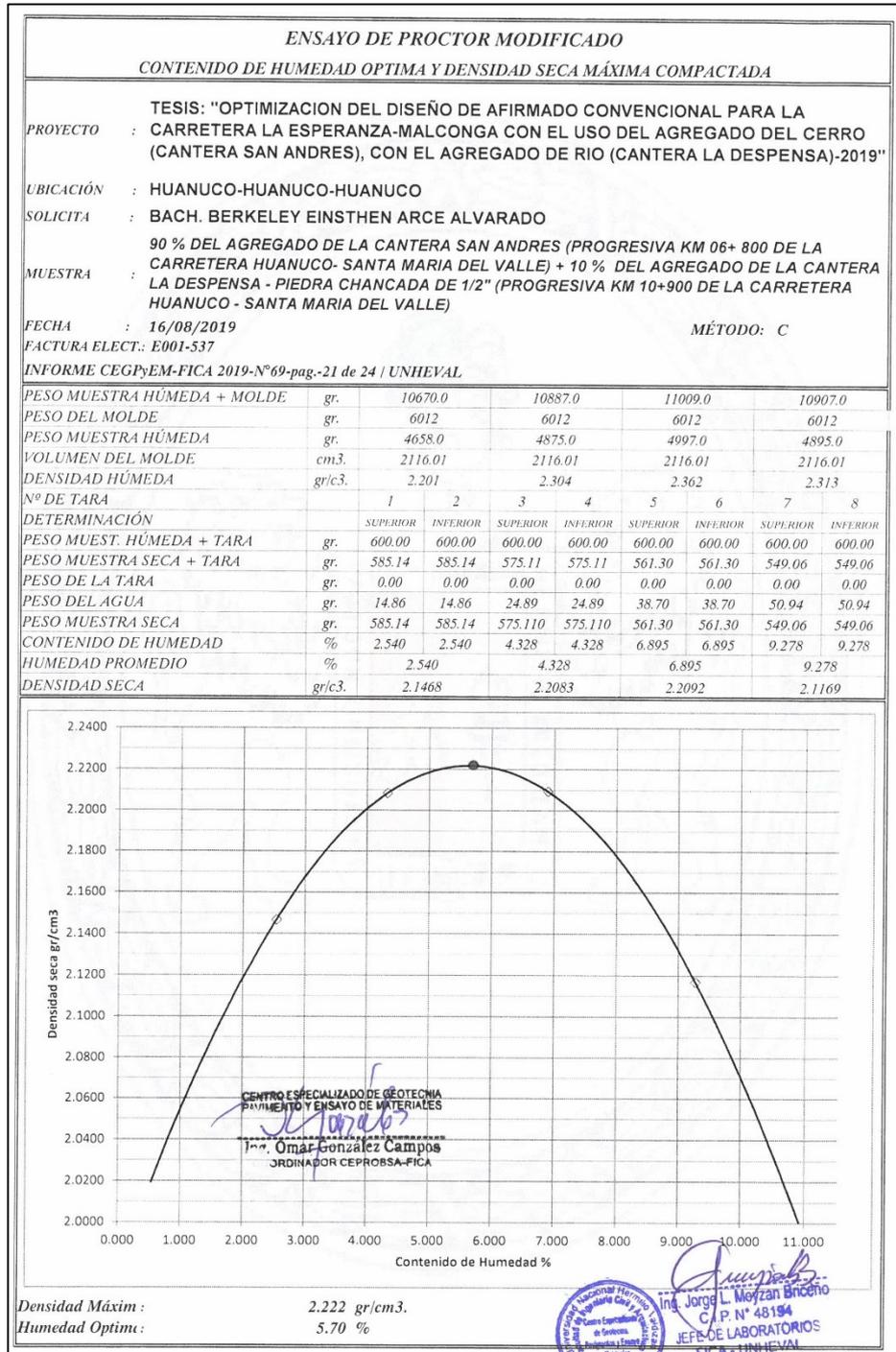
FIGURA 35: Ensayo de Proctor Modificado la Despensa - Muestra N°4



Elaboración: Propia del Autor

- **Ensayo de Proctor Modificado** - 90% cantera de cerro (San Andrés) + 10% de cantera de río (la Despensa)

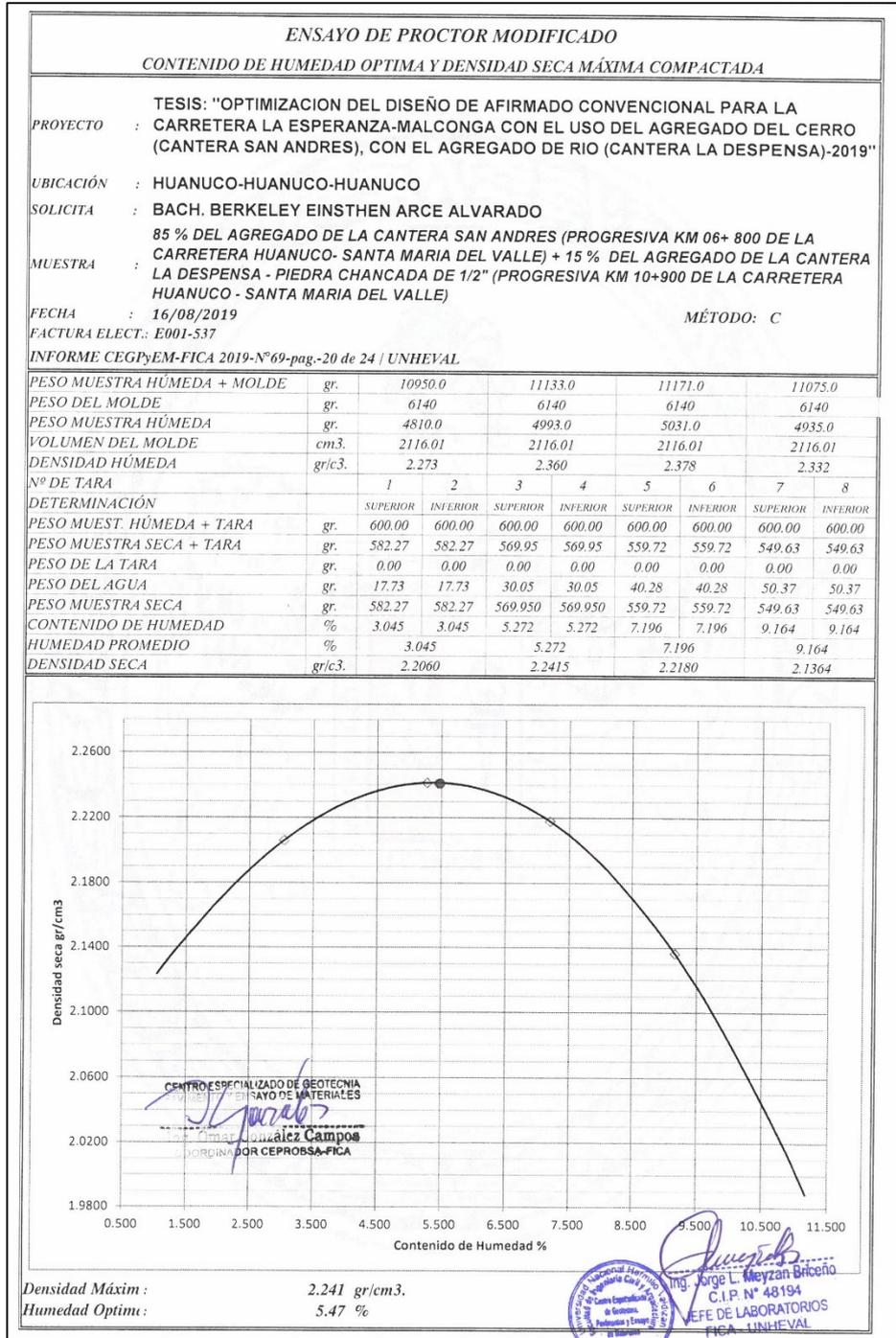
FIGURA 36: Ensayo de Proctor Modificado 90% + 10% - Muestra N°4



Elaboración: Propia del Autor

- **Ensayo de Proctor Modificado - 85% cantera de cerro (San Andrés) + 15% de cantera de río (la Despensa)**

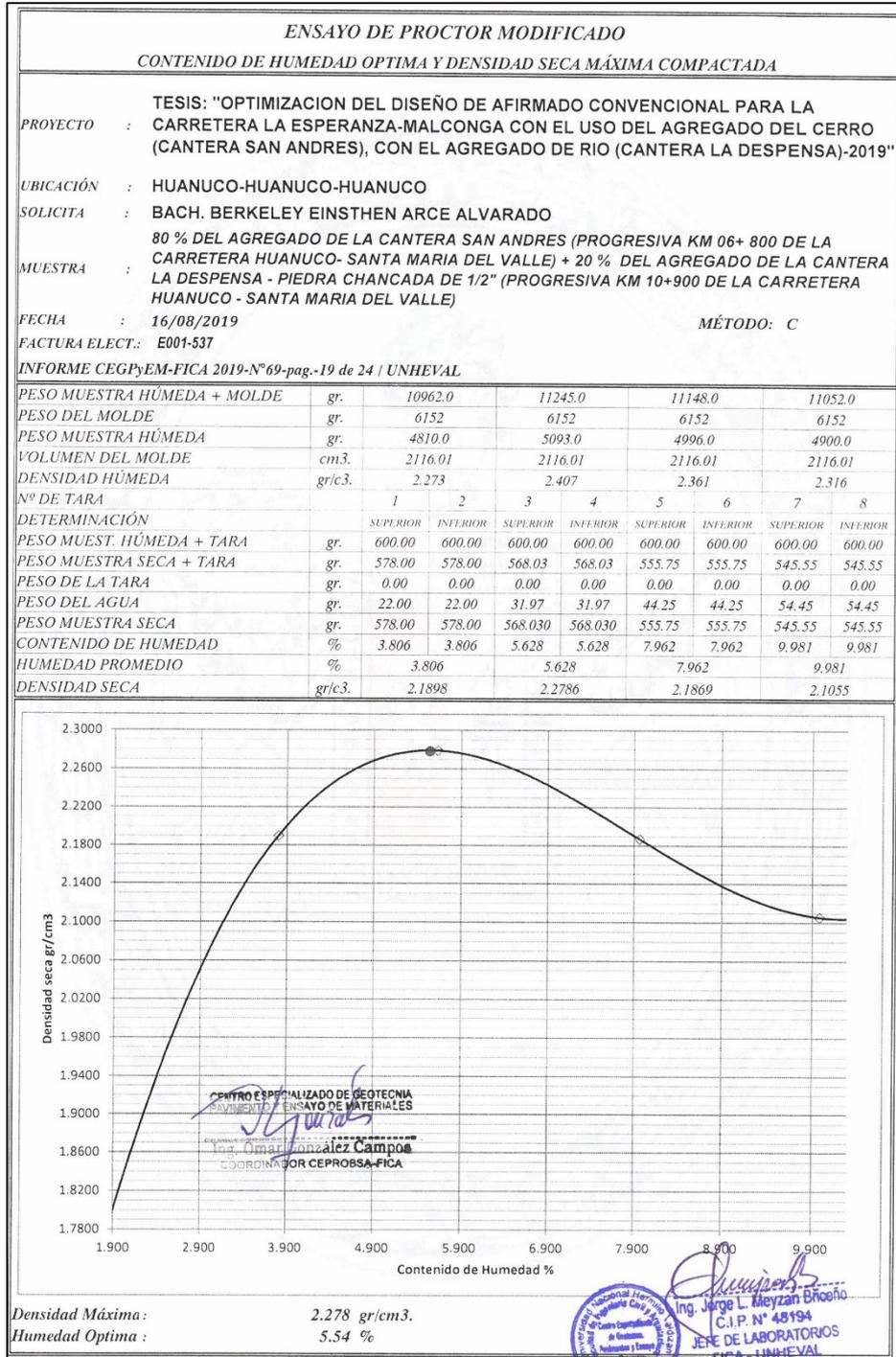
FIGURA 37: Ensayo de Proctor Modificado 85% + 15% - Muestra N°4



Elaboración: Propia del Autor

- **Ensayo de Proctor Modificado - 80% cantera de cerro (San Andrés) + 20% de cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 38: Ensayo de Proctor Modificado 80% + 20% - Muestra N°4



Elaboración: Propia del Autor

4.1.2.10. Interpretación de Resultados de Proctor Modificado

FIGURA 39: Resumen de Resultados de Proctor Modificado - Muestra N°4

PROCTOR MODIFICADO	CANTERA SAN ANDRES (CERRO)	CANTERA LA DESPENS A (RIO)	MEZCLA 90% CANTERA DE CERRO + 10% CANTERA DE RIO	MEZCLA 85% CANTERA DE CERRO + 15% CANTERA DE RIO	MEZCLA 80% CANTERA DE CERRO + 20% CANTERA DE RIO
DESIDAD MAXIMA SECA (gr/cm ³)	2.235	2.212	2.222	2.241	2.278
HUMEDAD OPTIMA (%)	6.80	4.90	Elaboración: Propia del Autor	5.47	5.54

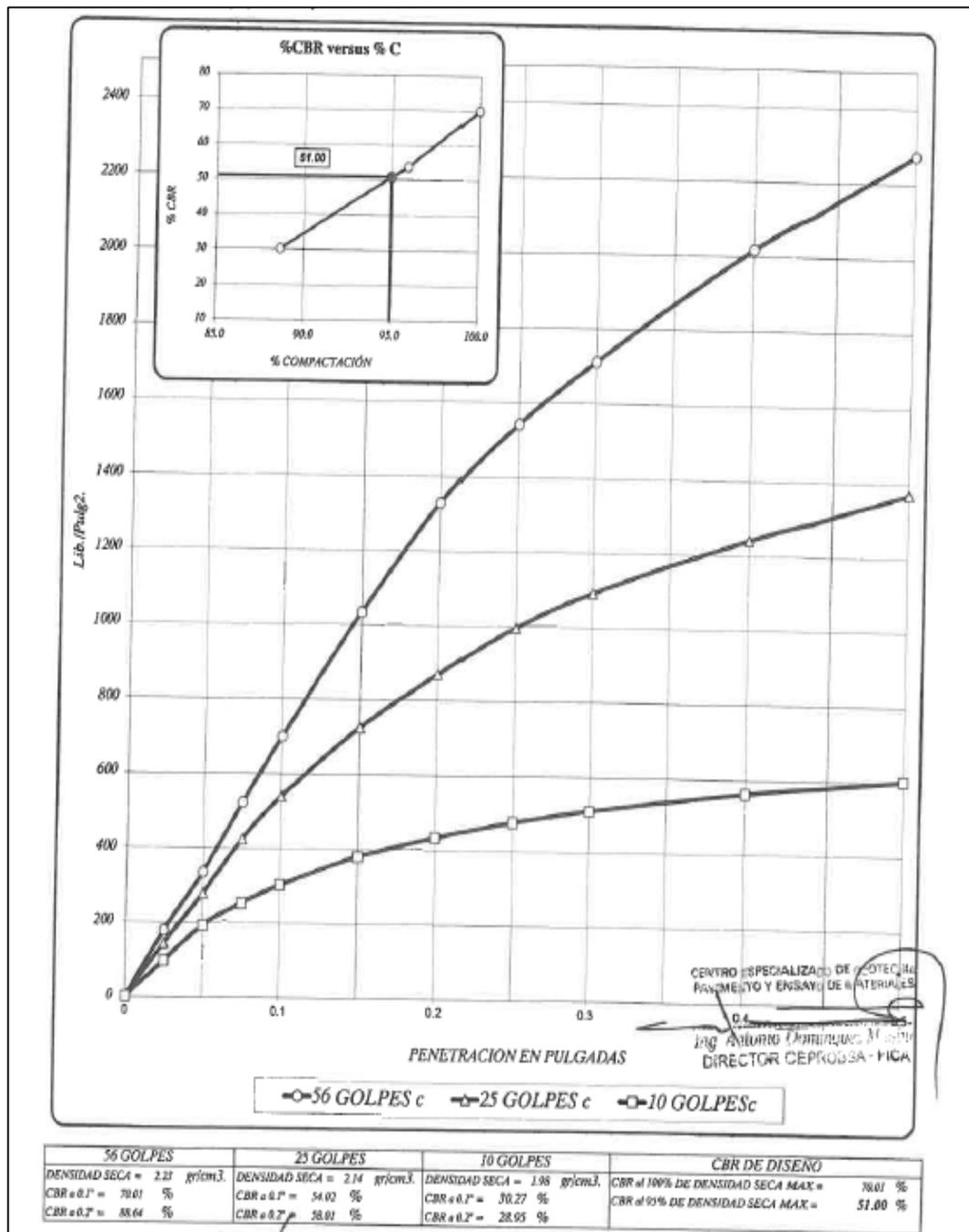
En lo que se refiere al Proctor modificado podemos concluir que:

- Se puede observar que los resultados del Proctor modificado determinaron la humedad optimada de cada muestra, lo cual es indispensable para hallar el cálculo de CBR de cada muestra a emplear.

4.1.2.11. Análisis de Resultados del CBR

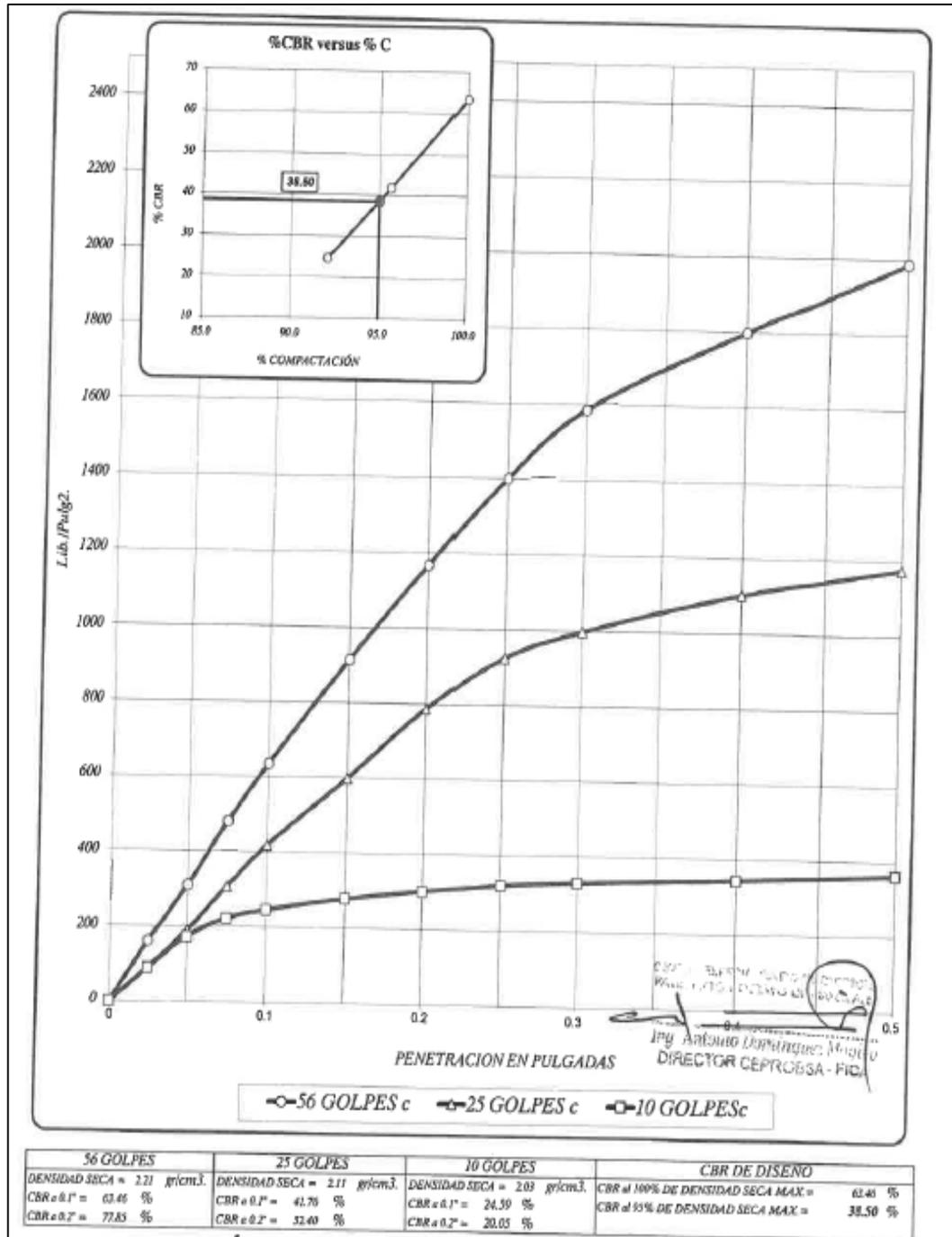
- Ensayo de CBR – cantera de cerro (San Andrés)

FIGURA 40: Ensayo de CBR San Andrés - Muestra N°4:



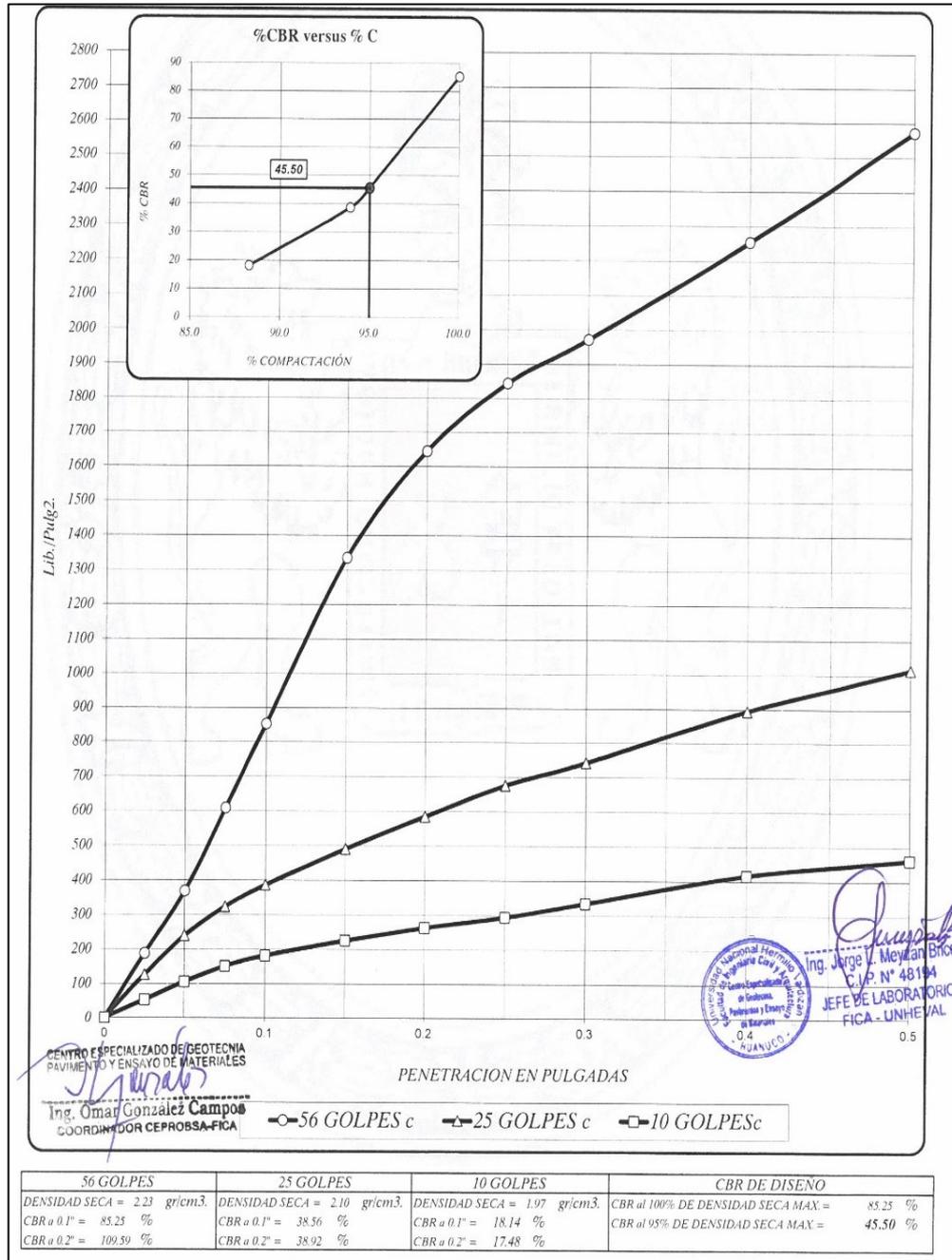
- **Ensayo de CBR - cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 41: Ensayo de CBR la Despensa - Muestra N°4



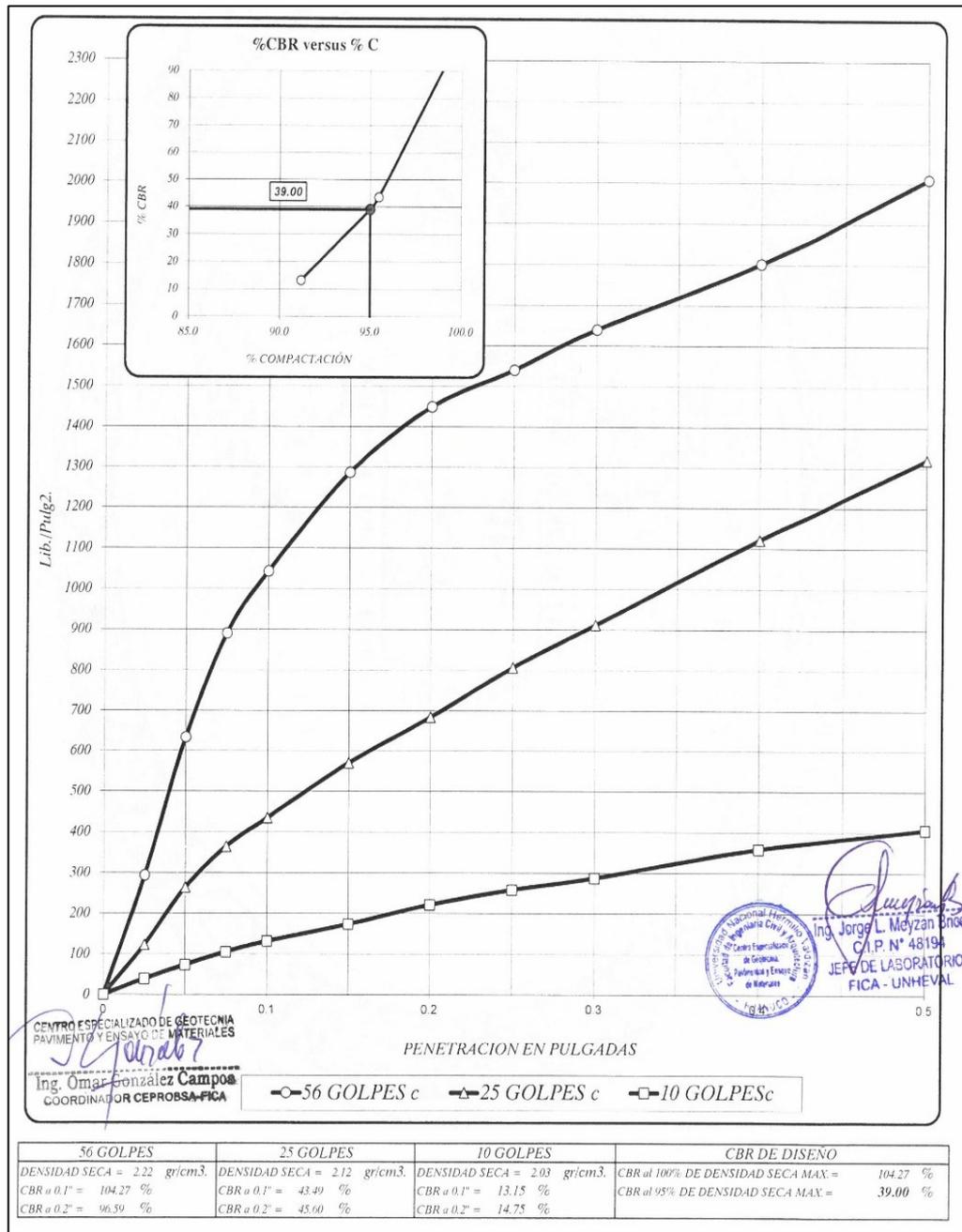
- **Ensayo de CBR** - 90% cantera de cerro (San Andrés) + 10% de cantera de río (la Despensa)

FIGURA 42: Ensayo de CBR Mezcla 90% + 10% - Muestra N°4



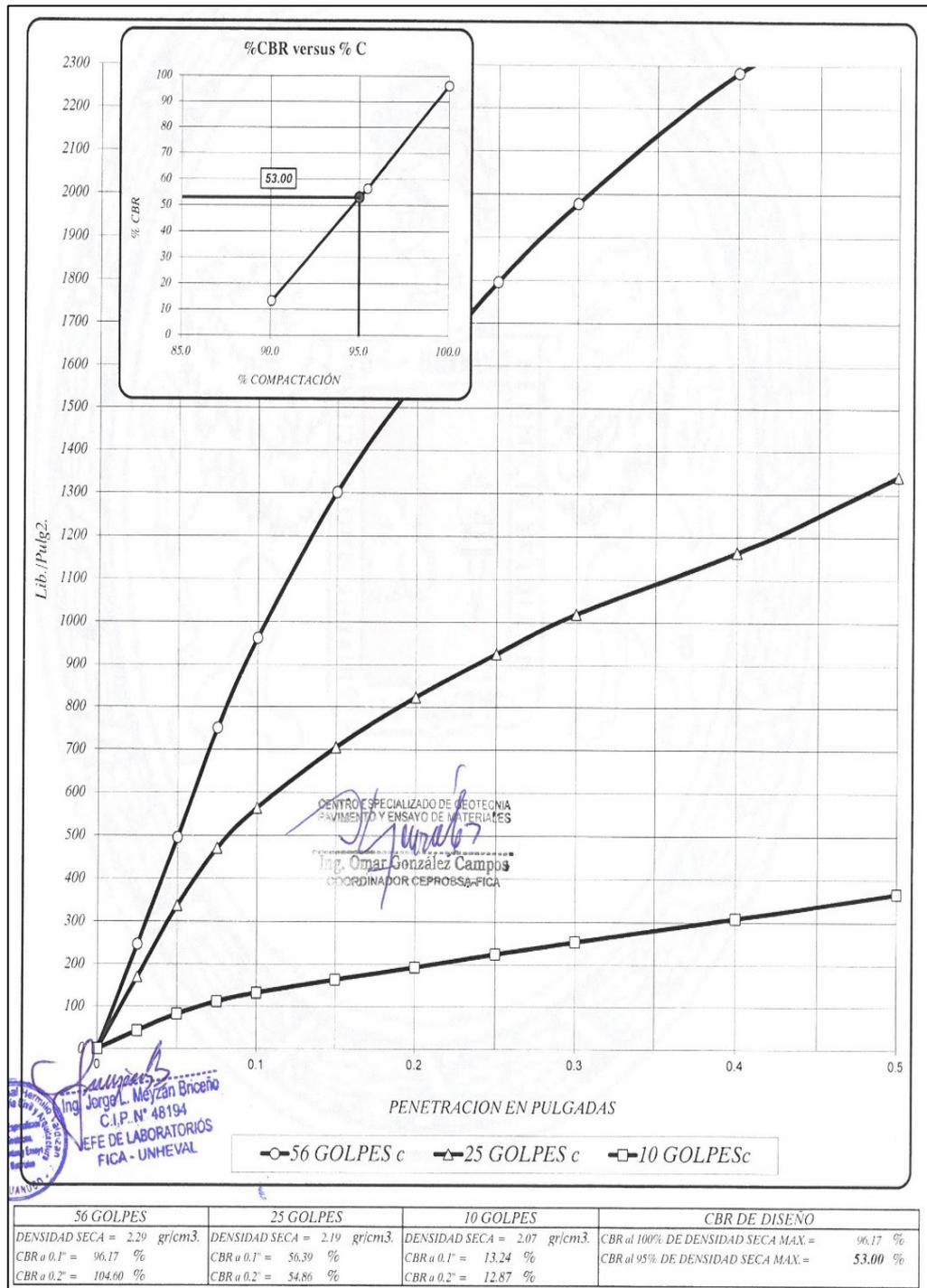
- **Ensayo de CBR** - 85% cantera de cerro (San Andrés) + 15% de cantera de río (la Despensa)

FIGURA 43: Ensayo de CBR Mezcla 85% + 15% - Muestra N°4



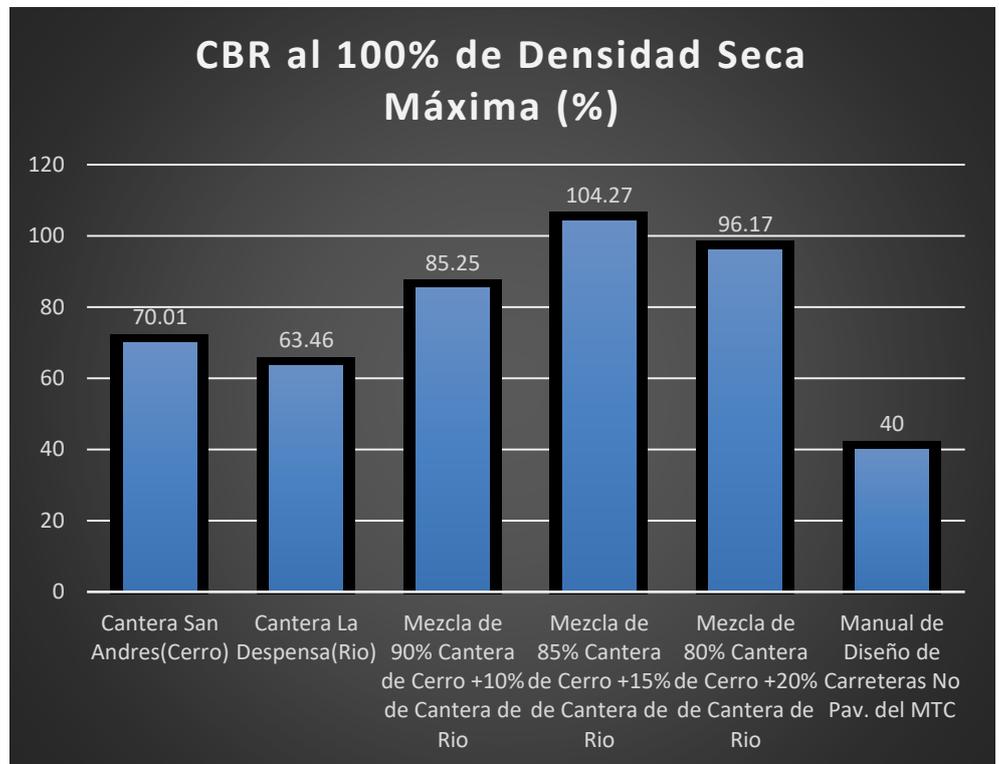
- **Ensayo de CBR** - 80% cantera de cerro (San Andrés) + 20% de cantera de río (la Despensa)

FIGURA 44: Ensayo de CBR Mezcla 80% + 20% - Muestra N°4



4.1.2.12. Interpretación de Resultados del CBR

GRAFICO 5: Resumen de Resultados de CBR - Muestra N°4



Elaboración: Propia del Autor

Al observar la variación del CBR para los diferentes casos se concluye que tenemos un máximo valor de CBR para la mezcla 85%/15% de agregado de cerro y agregado de rio respectivamente, pero al considerar la granulometría y demás ensayos finalmente la mezcla 80%/20%, es la recomendable.

4.1.2.13. Análisis de Resultados de Abrasión los Ángeles

- **Ensayo de Abrasión los Ángeles – cantera de cerro (San Andrés)**

FIGURA 45: Ensayo de Abrasión los Ángeles San Andrés - Muestra N°4

ENSAYO DE LOS ÁNGELES					
ASTM C 131 AASHTO T-96					
TIPO DE ENSAYO "A"					
PESO INICIAL			PESO FINAL		
<i>Peso de la Muestra Inicial</i>			<i>Peso Final de la Muestra</i>		
<i>Pasa el Tamiz</i>	<i>Retenido en el tamiz</i>	<i>Peso (gr)</i>	<i>Nro de Tamiz</i>	<i>Tamaño de abertura</i>	<i>Peso (gr)</i>
1, 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3147.00
N° de esferas :		12.0			
N° de revoluciones:		500.0			
Velocidad:		33.0	RPM		
Desgaste de los agregados:					37.06%

Elaboración: Propia del Autor

- **Ensayo de Abrasión los Ángeles - cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 46: Ensayo de Abrasión los Ángeles la Despensa - M°4

ENSAYO DE LOS ÁNGELES					
ASTM C 131 AASHTO T-96					
TIPO DE ENSAYO "A"					
PESO INICIAL			PESO FINAL		
<i>Peso de la Muestra Inicial</i>			<i>Peso Final de la Muestra</i>		
<i>Pasa el Tamiz</i>	<i>Retenido en el tamiz</i>	<i>Peso (gr)</i>	<i>Nro de Tamiz</i>	<i>Tamaño de abertura</i>	<i>Peso (gr)</i>
1, 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3987.00
N° de esferas :		12.0			
N° de revoluciones:		500.0			
Velocidad:		33.0	RPM		
Desgaste de los agregados:					20.26%

Elaboración: Propia del Autor

- **Ensayo de Abrasión los Ángeles** - 90% cantera de cerro (San Andrés) + 10% de cantera de río (la Despensa)

FIGURA 47: Ensayo de Abrasión los Ángeles 90% + 10% - Muestra N°4

ENSAYO DE LOS ÁNGELES					
ASTM C 131 AASHTO T-96					
METODO DE ENSAYO "A"					
PESO INICIAL			PESO FINAL		
<i>Peso de la Muestra Inicial</i>			<i>Peso Final de la Muestra</i>		
<i>Pasa el Tamiz</i>	<i>Retenido en el tamiz</i>	<i>Peso(gr)</i>	<i>Nro de Tamiz</i>	<i>Tamaño de abertura</i>	<i>Peso(gr)</i>
1 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3257.00
N° de esferas :		12.0			
N° de revoluciones:		500.0			
Velocidad:		33.0 RPM			
Desgaste de los agregados:					34.86%

Elaboración: Propia del Autor

- **Ensayo de Abrasión los Ángeles** - 85% cantera de cerro (San Andrés) + 15% de cantera de río (la Despensa)

FIGURA 48: Ensayo de Abrasión los Ángeles 85% + 15% - Muestra N°4

ENSAYO DE LOS ÁNGELES					
ASTM C 131 AASHTO T-96					
METODO DE ENSAYO "A"					
PESO INICIAL			PESO FINAL		
<i>Peso de la Muestra Inicial</i>			<i>Peso Final de la Muestra</i>		
<i>Pasa el Tamiz</i>	<i>Retenido en el tamiz</i>	<i>Peso(gr)</i>	<i>Nro de Tamiz</i>	<i>Tamaño de abertura</i>	<i>Peso(gr)</i>
1 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3317.00
N° de esferas :		12.0			
N° de revoluciones:		500.0			
Velocidad:		33.0 RPM			
Desgaste de los agregados:					33.66%

Elaboración: Propia del Autor

- **Ensayo de Abrasión los Ángeles** - 80% cantera de cerro (San Andrés) + 20% de cantera de río (la Despensa)

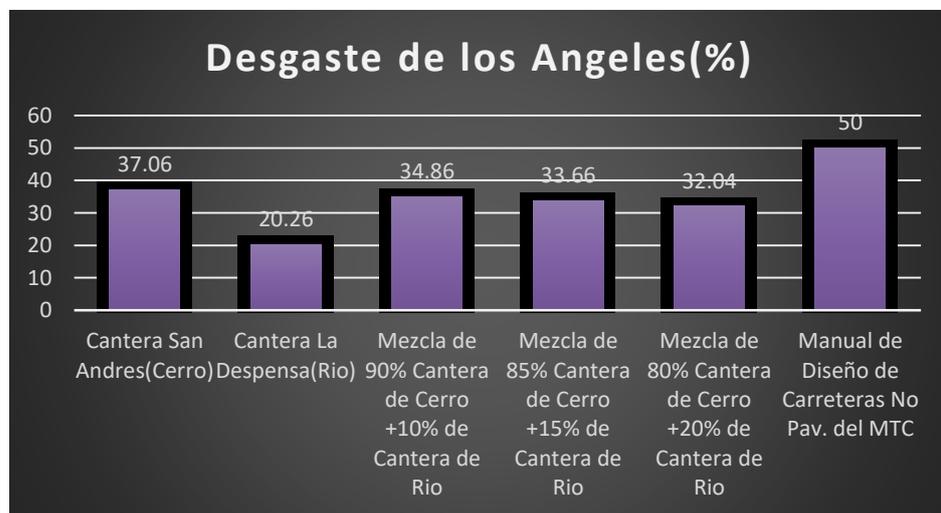
FIGURA 49: Ensayo de Abrasión los Ángeles 80% + 20% - Muestra N^o4

ENSAYO DE LOS ÁNGELES					
ASTM C 131 AASHTO T-96					
METODO DE ENSAYO "A"					
PESO INICIAL			PESO FINAL		
<i>Peso de la Muestra Inicial</i>			<i>Peso Final de la Muestra</i>		
<i>Pasa el Tamiz</i>	<i>Retenido en el tamiz</i>	<i>Peso (gr)</i>	<i>Nro de Tamiz</i>	<i>Tamaño de abertura</i>	<i>Peso (gr)</i>
1 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	Nº 12	(1.70mm)	3398.00
Nº de esferas :		12.0			
Nº de revoluciones:		500.0			
Velocidad:		33.0 RPM			
Desgaste de los agregados:					32.04%

Elaboración: Propia del Autor

4.1.2.14. Interpretación de Resultados de Abrasión los Ángeles

GRAFICO 6: Resumen de Resultados de Abrasión los Ángeles - Muestra N^o4



Elaboración: Propia del Autor

Por este indicador apreciamos que la mezcla 80%/20% del agregado de cerro y el agregado de río respectivamente disminuye el desgaste por lo tanto constituye el óptimo para esta propiedad.

4.1.2.15. Análisis de Resultados del Flete de Traslado

Es decir, determinar el beneficio económico que conlleva la utilización del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) con respecto al flete de traslado de los materiales a la zona de la Esperanza – Malconga, a continuación, se muestran los resultados para cada caso.

- **Flete de Traslado – cantera de cerro (San Andrés)**

FIGURA 50: Flete de Traslado San Andrés al 100%

PROGRESIVA		LONGITUD	ANCHO	ESPESSOR	AREA	AREAS/A	AREA	VOL TOTAL
INICIO	FINAL	m	PROMEDIO	m	m ²	(%)	m ²	m ³
00+000	01+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
01+000	02+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
02+000	03+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
03+000	04+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
04+000	05+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
05+000	06+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
06+000	07+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
07+000	08+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
08+000	09+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
09+000	10+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
10+000	11+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
11+000	12+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
TOTAL		12,000.00			72,000.00	1,440.00	73,440.00	11,016.00

MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	N° DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)
AFIRMADO	SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30.00	0.25	11016.00m3	734 VIAJES	37.00	27,172.80

Elaboración: Propia del Autor

- **Flete de Traslado - 90% cantera de cerro (San Andrés) + 10% de cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 51: Flete de Traslado Mezcla 90% + 10%

PROYECTO		FECHA:	
: TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"		15/06/2019	
: BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO			
: HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS			

MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	N° DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)
AFIRMADO	CANTERA SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30.00	0.25	9914.40m3	661 VIAJES	37.00	24,455.52

2.2.- FLETE DEL MATERIAL DEL AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" EN UN 10%

11016.00 m ³	← 100%	1.00 m ³	←	1.50 m ³
X	← 10%	X = 1101.60 m ³	←	X

MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	N° DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)
CANTO RODADO	CANTERA LA DESPENSA	CHANCADO SAN ANDRES	4.2	30	0.14	1652.40 m ³	110	21	2,313.36
PIEDRA CHANCADA	CHANCADO SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30	0.25	1101.60 m ³	73	37	2,717.28
COSTO DE FLETE (S/)									29,486.16

Elaboración: Propia del Autor

- **Flete de Traslado - 85% cantera de cerro (San Andrés) + 15% de cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 52: Flete de Traslado Mezcla 85% + 15%

<p style="text-align: center;">"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"</p> <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL</p>																							
FLETE DE TRASLADO DE MATERIALES																							
PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"																							
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO								FECHA : 15/06/2019															
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS																							
3.- FLETE DEL MATERIAL DE MEZCLA EN UN 85% DEL AGREGADO DE CERRO + 15% DEL AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"																							
3.1.- FLETE DEL MATERIAL DE AFIRMADO CONVENCIONAL EN UN 85% DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES)																							
MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	N° DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)														
AFIRMADO	CANTERA SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30.00	0.25	9363.60 m3	624 VIAJES	37.00	23,096.88														
3.2.- FLETE DEL MATERIAL DEL AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" EN UN 15%																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">11016.00 m3 X</td> <td style="text-align: center;">← 100% →</td> <td style="text-align: center;">100%</td> <td style="text-align: center;">← 15% →</td> <td style="text-align: center;">1.00 m3 X = 1652.40 m3</td> <td style="text-align: center;">← →</td> <td style="text-align: center;">1.50 m3 X</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X = 1652.40 m3</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">PIEDRA CHANCADA DE 1/2"</td> <td style="text-align: center;">X = 2478.60 m3</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">CANTO RODADO</td> </tr> </table>										11016.00 m3 X	← 100% →	100%	← 15% →	1.00 m3 X = 1652.40 m3	← →	1.50 m3 X	X = 1652.40 m3	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			X = 2478.60 m3	CANTO RODADO	
11016.00 m3 X	← 100% →	100%	← 15% →	1.00 m3 X = 1652.40 m3	← →	1.50 m3 X																	
X = 1652.40 m3	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			X = 2478.60 m3	CANTO RODADO																		
MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	N° DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)														
CANTO RODADO	CANTERA LA DESPENSA	CHANCADO SAN ANDRES	4.2	30	0.14	2478.60 m3	165.24	21	3,470.04														
PIEDRA CHANCADA	CHANCADO SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30	0.25	1652.40 m3	110.16	37	4,075.92														
COSTO DE FLETE (S/)									7,545.96														
COSTO DE FLETE (S/)									30,642.84														

Elaboración: Propia del Autor

- **Flete de Traslado - 80% cantera de cerro (San Andrés) + 20% de cantera de río (la Despensa)**

FIGURA 53: Flete de Traslado Mezcla 80% + 20%

<p style="text-align: center;">"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"</p> <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL</p>																							
FLETE DE TRASLADO DE MATERIALES																							
PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"																							
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO								FECHA : 15/06/2019															
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO																							
4.- FLETE DEL MATERIAL DE MEZCLA EN UN 80% DEL AGREGADO DE CERRO + 20% DEL AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"																							
2.1.- FLETE DEL MATERIAL DE AFIRMADO CONVENCIONAL EN UN 80% DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES)																							
MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	N° DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)														
AFIRMADO	CANTERA SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30.00	0.25	8812.80 m3	588 VIAJES	37.00	21,738.24														
2.2.- FLETE DEL MATERIAL DEL AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" EN UN 20%																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">11016.00 m3 X</td> <td style="text-align: center;">← 100% →</td> <td style="text-align: center;">100%</td> <td style="text-align: center;">← 20% →</td> <td style="text-align: center;">1.00 m3 X = 2203.20 m3</td> <td style="text-align: center;">← →</td> <td style="text-align: center;">1.50 m3 X</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X = 2203.20 m3</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">PIEDRA CHANCADA DE 1/2"</td> <td style="text-align: center;">X = 3304.80 m3</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">CANTO RODADO</td> </tr> </table>										11016.00 m3 X	← 100% →	100%	← 20% →	1.00 m3 X = 2203.20 m3	← →	1.50 m3 X	X = 2203.20 m3	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			X = 3304.80 m3	CANTO RODADO	
11016.00 m3 X	← 100% →	100%	← 20% →	1.00 m3 X = 2203.20 m3	← →	1.50 m3 X																	
X = 2203.20 m3	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			X = 3304.80 m3	CANTO RODADO																		
MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	N° DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)														
CANTO RODADO	CANTERA LA DESPENSA	CHANCADO SAN ANDRES	4.2	30	0.14	3304.80 m3	220	21	4,626.72														
PIEDRA CHANCADA	CHANCADO SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30	0.25	2203.20 m3	147	37	5,334.56														
COSTO DE FLETE (S/)									10,061.28														
COSTO DE FLETE (S/)									31,799.52														

Elaboración: Propia del Autor

4.1.2.16. Interpretación de Resultados del Flete de Traslado

FIGURA 54: Resumen de Resultados del Flete de Traslado de los Materiales

Cantera	Flete.(S/.)
Cantera San Andres(Cerro)	27172.8
Cantera La Despensa(Rio)	-
Mezcla de 90% Cantera de Cerro +10% de Cantera de Rio	29486.16
Mezcla de 85% Cantera de Cerro +15% de Cantera de Rio	30642.84
Mezcla de 80% Cantera de Cerro +20% de Cantera de Rio	31799.52

Elaboración: Propia del Autor

Al respecto podemos deducir que todas las mezclas encarecen el flete, pero las diferencias de costo de flete entre las tres mezclas no son significativas, por lo que por este indicador podemos tomar cualquiera de las 3 mezclas.

4.1.2.17. Análisis de Resultados del IMD

El tráfico que circula por la carretera la Esperanza – Malconga establecido a partir del censo volumétrico de una muestra en la estación de control es como sigue.

FIGURA 55: Resultado del IMD

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL						
CALCULO DEL IMDA								
PROYECTO	: TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"							
TESISTA	: BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO	ESTACION	: E-1					
UBICACION	: HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS		: PROGRESIVA 10+200 KM					
TIPO DE VEHICULO	IMDA	r	PROYECCION DEL IMDA					
	2019	%	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TRAFICO NORMAL	146		146	148	148	150	152	156
AUTO	123	1.60%	123	125	125	127	129	131
CAMIONETA PICK UP	4	1.60%	4	4	4	4	4	4
CAMIONETA RURAL	9	1.60%	9	9	9	9	9	10
CAMION 2EES	7	0.60%	7	7	7	7	7	8
CAMION 3 EES	3	0.60%	3	3	3	3	3	3
TRAFICO GENERADO	0		0	15	15	15	15	16
AUTO				13	13	13	13	13
CAMIONETA PICK UP				0	0	0	0	0
CAMIONETA RURAL				1	1	1	1	1
CAMION 2EES				1	1	1	1	1
CAMION 3 EES				1	1	1	1	1
TOTAL	146		146	163	163	165	167	172

Podemos notar que el vehículo predominante es el Auto, que representa el 84.24% del tráfico total.

4.1.2.19. Resumen General de la Interpretación de los Resultados

Según los objetivos propuestos los indicadores usados para optimizar el diseño de afirmado son:

a) Desde el punto de vista de las propiedades físico mecánicas.

• Granulometría.

Se puede concluir que la mezcla de 80% de cantera de cerro+20% de cantera de rio se acerca mejor al promedio del perfil granulométrico normado para afirmados según el “MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO”

• Límites de Atterberg – Límites de Consistencia.

Se puede concluir que la mezcla de 80% de cantera de cerro + 20% de cantera de rio, se aproxima mejor al perfil de los Límites de Consistencia, Limite Liquido y Limite Plástico que exige la norma referida en el primer ítem.

• Contenido de Humedad.

Se puede observar que en las tres mezclas se mantiene valores promedios, por este criterio podríamos tomar cualquiera de las mezclas.

• CBR.

Según este indicador se puede observar que la mezcla 80% de cantera de cerro + 20% de cantera de rio, permite un CBR de 96 - 96.17%.

• Desgaste de los Ángeles.

Según lo que podemos apreciar que la mezcla 80% de cantera de cerro + 20% de cantera de rio es la de menor porcentaje de desgaste, siendo el recomendable (32.04%)

b) Diseño de afirmado.

Desde el punto de vista de las propiedades físico mecánicas del agregado se recomienda la mezcla 80% de cantera de cerro + 20% de cantera de rio, para el diseño de afirmado convencional.

c) Flete.

Desde el punto de vista del flete podemos observar que no necesariamente el más económico es el flete de traslado de la mezcla 80% de agregado de cerro (Cantera San Andrés) + 20% de agregado de río (Cantera La Despensa), tendríamos que evaluar la conveniencia de usar otra mezcla más económica.

d) Índice Medio Diario Anual.

El IMDa calculado es de 172 vehículos por día, por lo tanto, se puede concluir que el tráfico corresponde a carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 vehículos día.

4.2. Contrastación de Hipótesis y Prueba de Hipótesis

Hipótesis General.

- **Ha:** Si usamos la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) entonces mejoraremos el diseño de afirmado convencional para la Carretera la Esperanza – Malconga.

Al optimizar la combinación del agregado de la cantera de cerro (Cantera San Andrés) y del agregado de la cantera de río (Cantera la Despensa), en las proporciones que se detallan en el cuadro siguiente:

FIGURA 56: Proporciones de Mezcla

N° de Combinación	Agregado de cerro (Cantera San Andrés)	Agregado de río (Cantera la Despensa)
Primera Proporción de Mezcla.	90%	10%
Segunda Proporción de mezcla.	85%	15%
Tercera Proporción de Mezcla.	80%	20%

Elaboración: Propia del Autor

Se pudo realizar los ensayos correspondientes los mismos que nos demuestran en primer lugar que las tres combinaciones ensayadas

optimizan el diseño de afirmado convencional, en ese sentido se corrobora la tesis propuesta, sin embargo, cabe resaltar que la proporción del 80% de agregado de cerro (Cantera San Andrés) + 20% de agregado de río (Cantera la Despensa), es la mezcla que cumple óptimamente los requerimientos que se exige para el afirmado en cuestión. Por lo tanto, podemos afirmar que la hipótesis alternativa planteada es afirmativa, es decir efectivamente si mejoraremos el diseño de afirmado convencional para la carretera la Esperanza – Malconga.

Por otro lado, la hipótesis nula planteada queda descartada al ser afirmativa la hipótesis general.

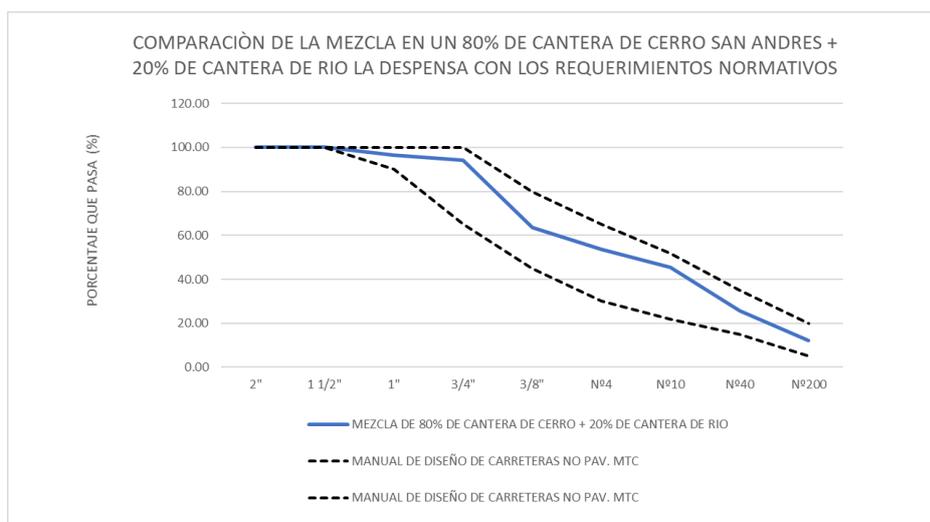
Las características de dicha combinación son las siguientes:

FIGURA 57: Característica Granulométrica de la Proporción Óptima 80% + 20%

COMPARACIÓN DE RESULTADOS GRANULOMETRICOS	MEZCLA 80 % CANTERA DE CERRO + 20 % CANTERA DE RIO	MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS DEL MTC	
TAMIZ	% QUE PASA	% QUE PASA	
3"			
2 1/2"			
2"	100.00	100	100
1 1/2"	100.00	100	100
1"	96.56	90	100
3/4"	94.29	65	100
1/2"	68.31		
3/8"	63.40	45	80
1/4"	57.51		
Nº4	53.72	30	65
Nº8	47.59		
Nº10	45.30	22	52
Nº20	38.16		
Nº30	31.69		
Nº40	25.67	15	35
Nº60	20.09		
Nº80	17.45		
Nº100	15.85		
Nº200	12.02	5	20
CAZOLETA	0.00		

Elaboración: Propia del Autor

GRAFICO 7: Comparación de la Mezcla Optima 80% + 20% con los Requerimientos Normativos



Elaboración: Propia del Autor

Como podemos apreciar la mezcla 80%/20% es la que se aproxima mejor al promedio del requerimiento normado para la granulometría de afirmados.

TABLA 10: Resumen Total de Ensayos - Muestra N°4

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD OPTIMA	DENSIDAD MAXIMA SECA (g/c m ³)	CBR AL 100% DE DENSIDAD SECA MAXIMA (%)	DES CASTE LOS ANGELES (%)
CANTERA SAN ANDRES (CERRO)	20.65	16.12	4.53	17.13	6.80	2.24	70.01	37.06
CANETERA LA DESPENSA (RIO)	15.05	NP	NP	5.80	4.89	2.21	63.46	20.26
MEZCLA DE 90% CANTERA DE CERRO + 10% DE CANTERA DE RIO	24.05	19.31	4.74	16.53	5.70	2.22	85.25	34.86
MEZCLA DE 85% CANTERA DE CERRO + 15% DE CANTERA DE RIO	20.95	16.06	4.89	16.89	5.47	2.24	104.27	33.66
MEZCLA DE 80% CANTERA DE CERRO + 20% DE CANTERA DE RIO	20.45	15.63	4.82	16.97	5.54	2.28	96.17	32.04
MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAV. MTC	35 max.	(23 - 31)	(4 - 12)	-	-	-	40 (min)	50 max.

Elaboración: Propia del Autor

En la Tabla podemos apreciar un resumen de todos los indicadores que nos permite la toma de decisiones.

Limite Liquido

El requerimiento normado es de 35%max. En ese sentido las tres mezclas cumplen este requerimiento.

Limite Plástico

El requerimiento hallado fluctúa entre 23%-31%, intervalo de valores máximos, en ese sentido cualquiera de las tres mezclas cumplen con el requerimiento, con la tendencia a seguir disminuyendo al incrementar el porcentaje de cantera de rio.

Índice de Plasticidad

El requerimiento normado fluctúa entre 4%-12%, si tenemos en cuenta que el promedio es 8%, entonces la mezcla que más se acerca al promedio es la de 80%/20%.

C.B.R. al 100%

En este caso observamos que la mezcla 85%/15% es la que posee el máximo, siendo el óptimo y recomendable, luego tenemos la mezcla 80%/20% que también tiene un CBR óptimo.

Desgaste de los Ángeles

Este indicador es decisivo a la hora de tomar decisiones ya que define la resistencia del afirmado, mientras menor sea el desgaste mejor es el comportamiento estructural de la vía.

- **Ho:** Si usamos la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de rio (Cantera la Despensa) entonces no mejoraremos el diseño de afirmado convencional para la Carretera la Esperanza – Malconga.

Por otro lado, la hipótesis nula planteada queda descartada al ser afirmativa la hipótesis general.

Hipótesis específicas.

- Si caracterizamos las propiedades físico - mecánicas del agregado de cerro (Cantera San Andrés) y del agregado de río (Cantera la Despensa) entonces se obtendrá 3 mezclas adecuadas con porcentajes variables para el diseño de afirmado.

Efectivamente se pudo obtener 3 mezclas adecuadas, es decir: teniendo en cuenta las características físico-mecánicas del agregado de cerro (San Andrés) y del agregado de río (la Despensa), desde el punto de vista de la granulometría se pudo proponer 3 mezclas: 90%/10%, 85%/15% y 80%/20%, los cuales cumplen con los requerimientos normados para afirmado de carretera.

- Si utilizamos el porcentaje más óptimo entre la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) entonces se podrá proponer el afirmado para la carretera la Esperanza – Malconga.

En este caso las tres mezclas cumplen con los requerimientos normados, pero teniendo en cuenta el CBR y el desgaste de los ángeles, el óptimo es la mezcla 80% del agregado de cerro (Cantera San Andrés) + 20% del agregado de río (Cantera la Despensa).

- Si tenemos las distancias existentes entre el agregado de cerro (Cantera San Andrés), el agregado de río (Cantera la Despensa) y la zona la Esperanza – Malconga entonces se podrá determinar el beneficio económico que conlleva a la utilización de ambos agregados con respecto al flete de traslado.

En este aspecto también se pudo determinar el aspecto económico del flete de traslado de las 3 mezclas, prácticamente las diferencias no son significativas, en ese sentido cualquiera de las 3 mezclas cumplirían con este parámetro.

- Si se conoce el volumen medio diario anual de cada tipo de vehículos que circula por la carretera la Esperanza – Malconga establecido a partir del censo volumétrico de una muestra en la estación de control entonces se podrá obtener el IMDa, lo que complementará el afirmado a proponer.

Efectivamente se aforó para poder conocer el volumen medio diario anual de vehículos, a partir del cual se pudo definir el IMDa, y de esta manera pudimos comprobar que el afirmado de la mezcla 80% del agregado de cerro (Cantera San Andrés) + 20% del agregado de río (Cantera la Despensa), cumple con los requerimientos de granulometría según norma para un afirmado de tipo 3 con IMD proyectado entre 101 y 200 vehículos día.

Prueba de Hipótesis.

H_0 =No existen diferencias significativas en los promedios de las tres proporciones

H_1 =Existen diferencias significativas en los promedios de las tres proporciones

TABLA 11: Prueba de Hipótesis del Desgaste los Ángeles

Descriptivos

Prueba de desgaste de los ángeles

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Proporción 80%/20%	3	32,0400	,02000	,01155	31,9903	32,0897	32,02	32,06
Proporción 85%/15%	3	33,5200	,37041	,21385	32,5999	34,4401	33,10	33,80
Proporción 90%/10%	3	34,7867	,16289	,09404	34,3820	35,1913	34,60	34,90
Total	9	33,4489	1,20765	,40255	32,5206	34,3772	32,02	34,90

Elaboración: Propia del Autor

TABLA 12: Anova de un Factor

ANOVA de un factor

Prueba de desgaste de los ángeles

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	11,339	2	5,670	103,626	,000
Intra-grupos	,328	6	,055		
Total	11,667	8			

Elaboración: Propia del Autor

TABLA 13: Comparaciones Múltiples de la Prueba de Hipótesis del Desgaste los Ángeles

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: prueba de desgaste de los ángeles

Scheffé

(I) ensayo	(J) ensayo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Proporción 85%/15%	Proporción 85%/15%	-1,48000*	,19098	,001	-2,0925	-,8675
	Proporción 80%/20%	2,74667*	,19098	,000	-3,3592	-2,1341
Proporción 85%/15%	Proporción 80%/20%	1,48000*	,19098	,001	,8675	2,0925
	Proporción 90%/10%	-1,26667*	,19098	,002	-1,8792	-,6541
Proporción 90%/10%	Proporción 80%/20%	2,74667*	,19098	,000	2,1341	3,3592
	Proporción 85%/15%	1,26667*	,19098	,002	,6541	1,8792

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Elaboración: Propia del Autor

Del cuadro anterior se deduce que el mejor porcentaje de desgaste se da la proporción 80%/20% porque el nivel de significancia es cercano a cero.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Presentar la contratación de los resultados del trabajo de Investigación.

Discusión de resultados con respecto a la granulometría de canteras

Para satisfacer el objetivo general de la investigación, se tuvo que caracterizar principalmente las propiedades físico mecánicas de agregado de cerro (Cantera San Andrés) y el agregado de río (Cantera la Despensa) y verificar en qué medida cumplen los requisitos de calidad de acuerdo al Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG-2013).

TABLA 14: Límites Granulométricos Especificados para Material de Afirmado

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

Fuente: MTC, 2013

FIGURA 58: Granulometría de Canteras

COMPARACIÓN DE RESULTADOS GRANULOMÉTRICOS	CANTERA SAN ANDRÉS (CERRO)	CANTERA LA DESPENSA (RÍO)
TAMIZ	% QUE PASA	% QUE PASA
3"		
2 1/2"		
2"	100.000	100.00
1 1/2"	100.000	94.05
1"	95.705	87.28
3/4"	92.868	81.00
1/2"	85.389	72.59
3/8"	79.246	64.06
1/4"	71.888	53.07
Nº4	67.154	47.56
Nº8	59.482	40.59
Nº10	56.625	38.58
Nº20	47.704	30.83
Nº30	39.618	23.28
Nº40	32.083	15.40
Nº60	25.115	7.33
Nº80	21.813	4.86
Nº100	19.813	3.66
Nº200	15.028	1.92
CAZOLETA	0.000	0.00

Elaboración: Propia del Autor

Se puede constatar que la granulometría de canteras no cumple con los requisitos de calidad, puesto que la granulometría del agregado de cerro (San

Andrés) no cumple al 100% los requerimientos que exige la norma, estipulados en la tabla N°14 de la misma manera el porcentaje que pasa la malla N°4 se encuentra en el límite y el valor de la malla N°10 se encuentra fuera del límite en un 4.625%; asimismo se puede apreciar que la granulometría de la cantera de río se caracteriza por tener un material granular que se aproxima mejor al requerido normativamente.

Discusión de resultados con respecto a la CBR de canteras

La capacidad de soporte de los materiales de cantera a utilizar debe satisfacer de acuerdo a lo establecido en el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG-2013), CBR: 40% min.

Agregado de Cerro (San Andrés)	CBR: 70.01%
Agregado de río (la Despensa)	CBR: 63.46%

GRAFICO 8: Comparación de CBR de Materiales de Cantera

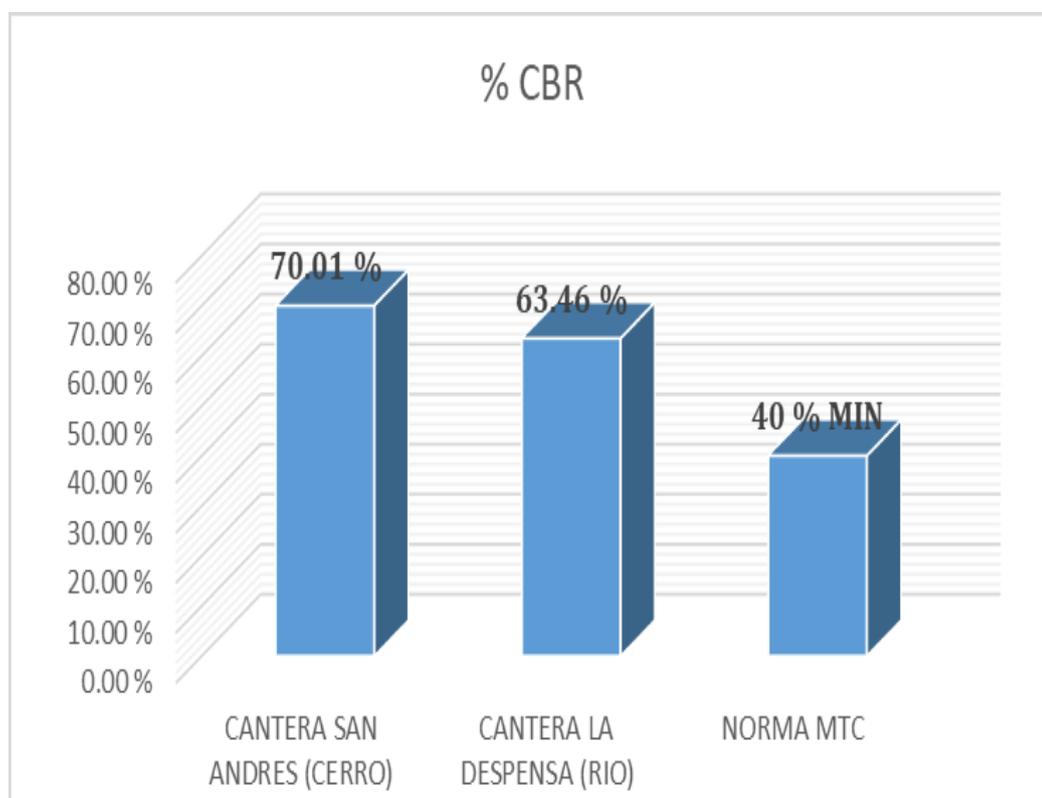


FIGURA 59: Granulometría de Mezcla

COMPARACIÓN DE RESULTADOS GRANULOMETRICOS	MEZCLA 90 % CANTERA DE CERRO + 10 % CANTERA DE RIO	MEZCLA 85 % CANTERA DE CERRO + 15 % CANTERA DE RIO	MEZCLA 80 % CANTERA DE CERRO + 20 % CANTERA DE RIO
	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA
TAMIZ			
3"			
2 1/2"			
2"	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	100.00	100.00	100.00
1"	96.13	96.35	96.56
3/4"	93.58	93.94	94.29
1/2"	76.85	72.58	68.31
3/8"	71.32	67.36	63.40
1/4"	64.70	61.10	57.51
Nº4	60.44	57.08	53.72
Nº8	53.53	50.56	47.59
Nº10	50.96	48.13	45.30
Nº20	42.93	40.55	38.16
Nº30	35.66	33.68	31.69
Nº40	28.87	27.27	25.67
Nº60	22.60	21.35	20.09
Nº80	19.63	18.54	17.45
Nº100	17.83	16.84	15.85
Nº200	13.53	12.77	12.02
CAZOLETA	0.00	0.00	0.00

Elaboración: Propia del Autor

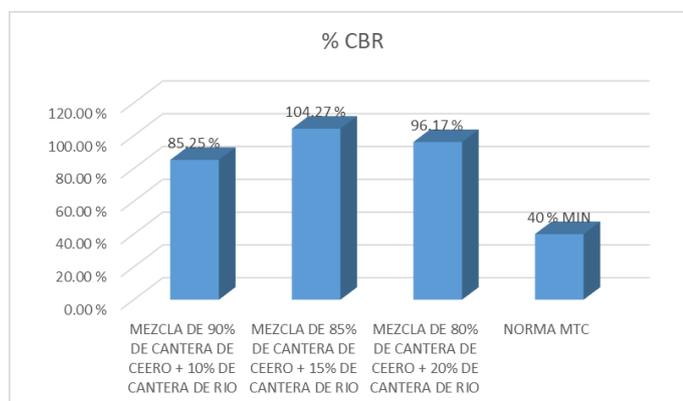
Se puede constatar que la Mezcla en sus 3 proporciones cumple con la granulometría requerida en la tabla N°15.

Discusión de resultados con respecto a la CBR de canteras

La capacidad de soporte de los materiales de cantera a utilizar debe satisfacer de acuerdo a lo establecido Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013), CBR: 40% min.

90% (San Andrés) + 10% (la Despensa)	CBR: 85.25%
85% (San Andrés) + 15% (la Despensa)	CBR: 104.27%
80% (San Andrés) + 20% (la Despensa)	CBR: 96.17%

GRAFICO 10: Comparación de CBR de Materiales de Mezcla



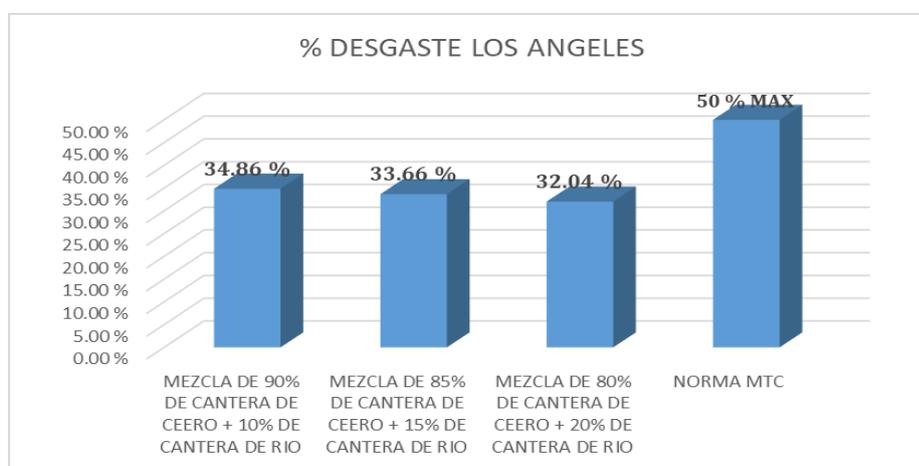
Elaboración: Propia del Autor

Discusión de resultados con respecto al Desgaste los Ángeles de canteras

Los materiales de cantera a utilizarse deben satisfacer de acuerdo a lo establecido Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG-2013), Desgaste los Ángeles: 50% Max.

90% (San Andrés) + 10% (la Despensa)	% Desgaste: 34.86%
85% (San Andrés) + 15% (la Despensa)	% Desgaste: 33.66%
80% (San Andrés) + 20% (la Despensa)	% Desgaste: 32.04%

GRAFICO 11: Comparación de Desgaste los Ángeles de Materiales de Mezcla



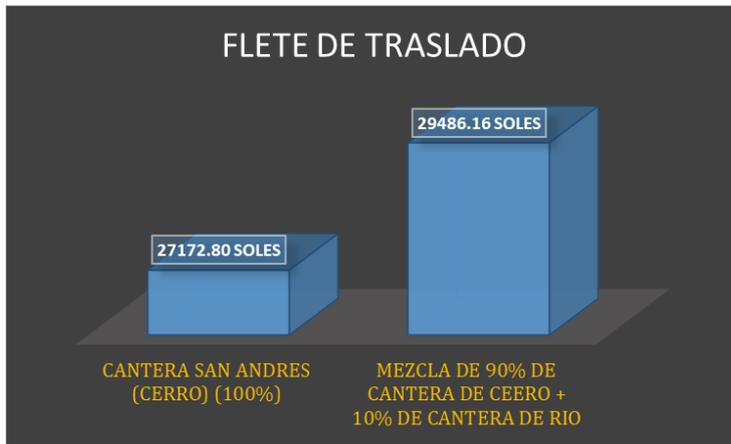
Elaboración: Propia del Autor

Discusión de resultados con respecto al Flete de Traslado de Materiales

La utilización de la cantera de cerro (San Andrés) con respecto a la mezcla en los porcentajes 90% cantera de cerro + 10% cantera de río, 85% cantera de cerro + 15% cantera de río y 80% cantera de cerro + 20% cantera de río, varían ascendentemente en función a la distancia, velocidad, tiempo, volumen y número de viajes de la cantera de río (la Despensa).

100% (San Andrés)	Costo de flete: S/27,172.80
90% (San Andrés) + 10% (la Despensa)	Costo de flete: S/29,486.16
85% (San Andrés) + 15% (la Despensa)	Costo de flete: S/30,642.84
80% (San Andrés) + 20% (la Despensa)	Costo de flete: S/31,799.52

GRAFICO 12: Flete de Traslado 100% vs Flete de Traslado 90% +10%

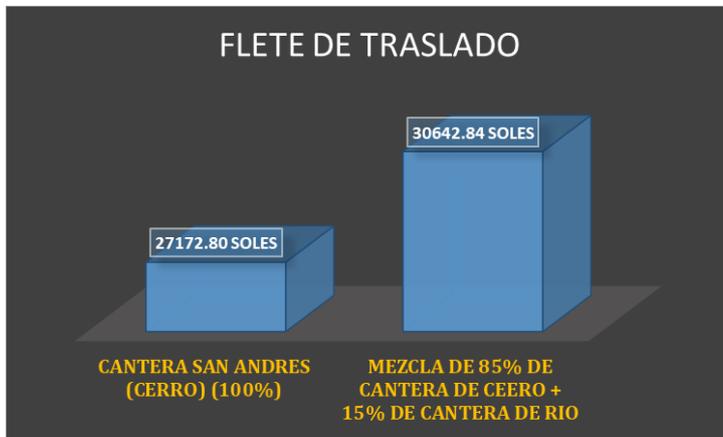


Diferencia costo de entre la cantera de cerro (San Andrés) y la mezcla 90% + 10%

↓
S/ 2,313.36

Elaboración: Propia del Autor

GRAFICO 13: Flete de Traslado 100% vs Flete de Traslado 85% +15%

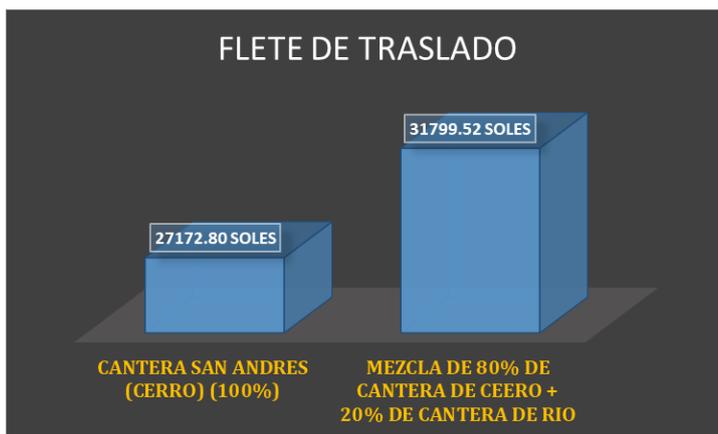


Diferencia costo de entre la cantera de cerro (San Andrés) y la mezcla 85% + 15%

↓
S/ 3,470.04

Elaboración: Propia del Autor

GRAFICO 14: Flete de Traslado 100% vs Flete de Traslado 80% +20%



Diferencia costo de entre la cantera de cerro (San Andrés) y la mezcla 80% + 20%

↓
S/ 4,626.72

Elaboración: Propia del Autor

Discusión de resultados con respecto al IMDa

De acuerdo al Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008, la granulometría del material nos permitirá identificar el tipo de afirmado, en base al IMDa de la carretera en estudio.

IMDa =172 vehículos por día, por lo tanto, se puede concluir que el tráfico corresponde a carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 vehículos día

TABLA 16: Granulometría para cada Tipo de Afirmado según el IMD

Porcentaje que pasa del tamiz	Tráfico T0 y T1: Tipo 1 IMD<50 veh.	Tráfico T2: Tipo 2 51 - 100 veh.	Tráfico T3: Tipo 3 101 – 200 veh.
50 mm (2")	100	100	
37.5 mm (1 ½")		95 – 100	100
25 mm (1")	50 – 80	75 – 95	90 – 100
19 mm (¾")			65 – 100
12.5 mm (½")			
9.5 mm (3/8")		40 – 75	45 – 80
4.75 mm (N° 4)	20 – 50	30 – 60	30 – 65
2.36 mm (N° 8)			
2.00 mm (N° 10)		20 – 45	22 – 52
4.25 um (N° 40)		15 – 30	15 – 35
75 um (N° 200)	4 – 12	5 – 15	5 – 20
Índice de plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9

Fuente: MTC, 2008

Discusión de resultados con la validez interna y externa de los datos recopilados.

Por otro lado, las pruebas de laboratorio se realizaron en el laboratorio de la UDH y la UNHEVAL, y están validados por los respectivos ingenieros jefes de laboratorio de cada laboratorio, por lo que son confiables, la limitación que se tuvo es seguir experimentando otras proporciones, los cuales no se hicieron por la limitación económica, se ha demostrado que, si mejoran el diseño de afirmado convencional, hasta qué punto no se pudo determinar, quedaría pendiente para seguir investigando.

Además, se puede afirmar que las proporciones planteadas en estos resultados no se pueden generalizar para otros casos, ya que las características de los agregados de otras canteras son diferentes, por lo tanto,

se tiene que plantear otras proporciones según sus propias características, pero se logró demostrar que, si mejoran el diseño de afirmado convencional, por lo tanto, este aporte si se puede generalizar.

Discusión de resultados con los antecedentes bibliográficos recopilados

Al revisar los antecedentes de la investigación podemos contrastar los resultados con las siguientes tesis:

Ortega, A. R. (2013), realizó la investigación “La Calidad de los Agregados de Tres Canteras de la Ciudad de Ambato y su Influencia en La resistencia del Hormigón Empleado en la Construcción de Obras Civiles”, en donde se puede observar lo siguiente: La granulometría del agregado de la cantera **Villacrés**, tiene una adecuada distribución de las partículas en los diferentes tamaños y tamices por lo que se recomienda su uso para la producción de concreto, en este caso si cumple con los requerimientos normativos que se exige, por lo que no es necesario hacer mezclas o buscar otra solución, a diferencia de las cantera de cerro para afirmado en nuestra investigación, no cumplen con el requerimiento normativo por lo que se tuvo que usar una mezcla proporcional.

Ferreira, D. y Torres, K, (2014), realizaron la investigación “Caracterización Física de Agregados Pétreos para Concretos Caso: Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo)”. En donde las características de las muestras analizadas de la cantera Vista Hermosa (Mosquera) son las siguientes: Alto porcentaje que pasa la malla N°200, baja resistencia a la abrasión, 37% de arcillas expansivas, definitivamente este agregado no cumple los requerimientos que se exige para material de afirmado se tendría que ver la posibilidad de mezclar con agregado de río para aminorar el porcentaje de finos, en comparación con la solución hallada para nuestra investigación, las características físico-mecánicas son mucho mejores que el referido en este párrafo.

Vargas, F. (2017) realizó la investigación titulada “Influencia de La Combinación de Agregado de Cerro y de Río en la Capacidad de Soporte de Un Afirmado, la investigación se realizó usando agregados de río extraído de

la cantera Chonta y agregados de cerro extraído de la cantera Bazán, utilizándose para ello 3 combinaciones de agregado de río y agregado de cerro correspondientes a los siguientes porcentajes del 75%/25%, 50%/50%, 25%/75% respectivamente, el cual resultó que para este caso la combinación 75%/25% fue el óptimo lográndose un CBR de 110%, en comparación con nuestra investigación en donde obtuvimos que en la proporción 80%/20% de agregado de cerro y de agregado de río respectivamente, se logró un CBR de 96.17%.

CONCLUSIONES

1. Al caracterizar las propiedades físico-mecánicas del agregado de cerro (Cantera San Andrés) y del agregado de río (Cantera la Despensa), se puede concluir que el agregado de cerro no cumple con los parámetros que se exige normativamente, presentándose problemas con el porcentaje de material que pasa por la malla N°10 es decir 56.625% el cual es mayor que 52%max. requerido, en el caso del agregado de río tampoco cumple los requerimientos según la norma, específicamente el porcentaje la malla N°200 es 2% el cual es menor al requerido 5%min. Por lo tanto, es necesario obtener mezclas adecuadas con porcentajes variables para el diseño de afirmado.
2. El porcentaje óptimo hallado corresponde al 80% del agregado de cerro (Cantera San Andrés) + 20% del agregado de río (Cantera la Despensa), cuyas características granulométricas, índice de plasticidad, CBR y desgaste los Ángeles son óptimos con respecto a los requerimientos para afirmado normados.
3. Al realizar el cálculo de flete del agregado óptimo el cual corresponde a la mezcla de 80% del agregado de cerro (Cantera San Andrés) + 20% del agregado de río (Cantera la Despensa), se encontró que se encarece en S/4,626.72 Soles con respecto al empleo del agregado de cerro (San Andrés) al 100%; pero teniendo en cuenta los resultados de granulometría, índice de plasticidad, CBR y desgaste los Ángeles este exceso de costo no es significativo, ya que los resultados finales de la mezcla optima propuesta satisfacen considerablemente los requisitos de calidad del Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción” (EG-2013).
4. El Índice Medio Diario Anual encontrado es de 172 vehículos por día, por lo tanto, se puede concluir que el tráfico corresponde a una carretera de bajo volumen de tránsito, que corresponde a la clase T3 (Manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito del MTC), cuyo IMD proyectado fluctúa en el rango de 101 a 200 vehículos día.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir investigando sobre el tema pues para cada carretera en cuestión las características de las canteras usadas son diferentes, entonces se tendría que optimizar los porcentajes de acuerdo a las características físico-mecánicas de cada cantera a explotar.
2. Se recomienda seguir variando las proporciones para poder optimizar aún más los porcentajes de mezcla, en la presente investigación se experimentó solamente tres mezclas con proporciones diferentes, por las limitaciones económicas y de tiempo.
3. El flete es una variable determinante para elegir opciones convenientes, pero si la propuesta elegida cumple considerablemente con los requisitos de calidad estipulados en la norma, entonces nos daría la confiabilidad de que la propuesta elegida resulte satisfactoria al emplearse.
4. Es necesario realizar un estudio de tráfico adecuado, para poder conocer el IMDa, pues según el tipo de tráfico se determina el tipo de afirmado para carretera, por lo tanto, se recomienda al Ministerio de Transportes realizar los estudios de tráfico de nuestras carreteras interprovinciales e interdistritales para poder clasificarlas e intervenirlas adecuadamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Abanto, F. (2009). Tecnología del Concreto (2da ed.). Lima, Perú: San Marcos.
- ✓ Absalón, V. M., y Salas, R. A. (2008). Influencia en el Diseño de Mezcla de Agregados de Diferente Procedencia en el Estado de Mérida. Tesis, Universidad de los Andes, Venezuela, Mérida. Recuperado el 10 de noviembre de 2016.
- ✓ Arce, W. y Yáñez, R. (2013). Calidad del Agregado de la Cantera del Rio Guayacondo, distrito de Tambillo - Huamanga - Ayacucho, con fines de Elaboración de Concreto. Tesis, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú, Huancavelica.
- ✓ Belito, G. y Paucar, F. (2018). "influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto" Tesis, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú, Huancavelica. Recuperado el 25 de agosto del 2018
- ✓ Calderón, E. (2015). Diseño de hormigón con cantos rodados provenientes del río Chanchan a través de los métodos ACI Y O'REILLY. Tesis, Universidad de Guayaquil, Ecuador, Guayaquil.
- ✓ Estrada, C. G., y Páez, R. (2014). Influencia de la Morfología de los Agregados en la Resistencia del Concreto. Tesis, Universidad Veracruzana, México, Veracruz.
- ✓ Ferreira, D. A., y Torres, K. M. (2014). Caracterización física de agregados pétreos para concretos Caso: Vista Hermosa (Mosquera) y mina Cemex (Apulo). Tesis, Universidad Católica de Colombia, Colombia, Bogotá.
- ✓ Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (1997). Metodología de la Investigación (3ra ed.). México, México: Mc Graw Hill.
- ✓ Mendoza, V. G. (2008). Evaluación de la Calidad de Agregados para Concreto, en el Departamento de Totonicapán. Tesis, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- ✓ Viscardo, Trinidad, (2014). Agregado para la Construcción (Piedra y Arena). Lima: Slide Share. <https://es.slideshare.net/ludwigtrinidad/agregados-para-la-construccion>.

- ✓ MTC (2013). Manual de Carreteras de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción.
- ✓ MTC, (2005). Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentos de Bajo Volumen de Transito.
- ✓ MTC, (2008). Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentos de Bajo Volumen de Transito.
- ✓ Lozano, (2017). El Majestuoso Rio Huallaga, San Martin: <http://www.ecosanmartin.com/blog/majestuoso-rio-huallaga - 0>.
- ✓ Rojas, (2013). Estudio de Cantera, Huancayo: SlideShare. <https://es.slideshare.net/zulemarojascartolin/cantera-27927127>.
- ✓ Huamani, Paucar, (2018). Influencia de Agregados de Diferentes Procedencias y Diseño de Mezcla sobre la Resistencia del Concreto.
- ✓ MTC, (2008). Glosario de Términos de uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial.
- ✓ MTC, (2018). Glosario de Términos de uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial.
- ✓ MTC, (2014). Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos.
- ✓ Ortega Castro, A. R. (2013). La Calidad de los Agregados de Tres Canteras de la Ciudad de Ambato y su Influencia en la Resistencia del Hormigón Empleado en la Construcción de Obras Civiles. Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, Ambato.
- ✓ Elena Quevedo, H. (2014) Agregados – Universidad Nacional del Santa E.A.P.I.
- ✓ Richard B (2016) Estudio de Canteras – Universidad Nacional del Altiplano.
- ✓ Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú (2da ed.). Lima, Perú. Recuperado el Setiembre de 2017.
- ✓ Riva López, E. (2010). Concreto Diseño de Mezclas (1ra ed., Vol. 2). Lima, Perú: ICG.
- ✓ Nicola José S. (199) Optimización - Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos.
- ✓ Supo Condori, J. A. (2012). Seminarios de Investigación Científica. Arequipa, Arequipa, Perú.

- ✓ Alejandro Padilla R., (2018) Materiales Basicos – Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- ✓ Torres Ríos, K. J. (2015). Evaluación de la Influencia en la Resistencia del Concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Usando Agregado de Río o Agregado de Cerro en Cajamarca. Tesis, Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- ✓ Vargas, F. (2017). “Influencia de la combinación de agregado de cerro y de río en la capacidad de soporte de un afirmado”, Tesis, Universidad Privada del Norte, Perú, Cajamarca.
- ✓ 400.015, N. (2013). AGREGADOS métodos de ensayo normalizado para terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados (3 ed.). Lima: Dirección de Normalización – INCAL.
- ✓ 400.018, N. (2013). AGREGADOS. Métodos de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N°200) por lavado de agregados (3 ed.). Lima: Dirección de Normalización – INCAL.
- ✓ Abanto F. (1996). Tecnología del concreto. Lima: San Marcos.
- ✓ Alberto Renán Ortega Castro. (5 de enero de 2013). La Calidad de los Agregados de tres Canteras de la Ciudad de Ambato Obtenido De <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4335/1/TESIS%20ALBERTO%20RENAN%20ORTEGA%20CASTRO.pdf>
- ✓ MTC E 204. (2016). Análisis Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos. (3 ed.). Lima, Perú: DIDÁCTICA.
- ✓ MTC E 207. (2016). Abrasión los Ángeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores de 37,5 Mm (1 ½”). (3 ed.). Lima, Perú: DIDÁCTICA.
- ✓ NTP 400.010. (2011). AGREGADOS. Extracción y preparación de muestras (3ed.). Lima: Dirección de Normalización-INACAL.
- ✓ NTP 400.017. (2011). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. (3 ed.). Lima: Dirección de Normalización – INACAL.

- ✓ NTP 400.022. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para densidad, la densidad relativa (Peso Específico) y absorción del agregado fino (3 ed.). Lima: Dirección de Normalización – INACAL.
- ✓ Rodríguez J. (15 de diciembre de 2015). Agregados. Obtenido de <http://tecdelconcretorodriguez.blogspot.pe/2016/04/semana-4-losagregados.html>.
- ✓ Zevallos S. (01 de marzo de 2017). Agregados. Obtenido de <http://tecsteevpaul.blogspot.pe/2015/10/semana-vi-agregados.html>.
- ✓ <https://www.significados.com>

ANEXOS

ANEXO 1: RESOLUCIÒN DE DESIGNACIÒN DEL ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 891-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 13 de setiembre de 2018

Visto, el Oficio N 407-C-EAPIC-FI-UDH-2018 presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1771-18-FI, del estudiante **Berkeley Einsthen, ARCE ALVARADO**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1771-18-FI, presentado por el (la) estudiante **Berkeley Einsthen, ARCE ALVARADO**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Ing. Josué Choquevilca Chinguel, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del estudiante **Berkeley Einsthen, ARCE ALVARADO**, al Ing. Josué Choquevilca Chinguel, Docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Ricardo Sachun Garcia
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - EAPIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - File Personal - Interesado y Archivo.
RSG/JPJR/nto.

ANEXO 2: RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 919-2019-CF-FI-UDH

Huánuco, 09 de Setiembre de 2019

Visto, el oficio N° 842-2019-C-EAPIC-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Civil, referente el(la) bachiller Berkeley Einsthen, ARCE ALVARADO, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Anulación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06/09/99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente, del Programa Académico de, Ingeniería Civil, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el(la) bachiller Berkeley Einsthen, ARCE ALVARADO, ha sido aprobado, y

Que según Resolución N° 1193-2018-CF-FI-UDH, se aprueba el proyecto de “OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA – MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLAS DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRÉS) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) – 2018” presentado por el bachiller Berkeley Einsthen, ARCE ALVARADO, el mismo que solicita el cambio de año de aplicación del proyecto de investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 09 de setiembre 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero. – DEJAR SIN EFECTO, la resolución N° 1193-2018-CF-FI-UDH de fecha 17 de diciembre del 2018.

Artículo segundo. -APROBAR, la modificación del título del Proyecto de Investigación siendo el correcto: “OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA – MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRÉS) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) – 2019” presentado por el(la) bachiller Berkeley Einsthen, ARCE ALVARADO, para optar el Título de Ingeniera Civil del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

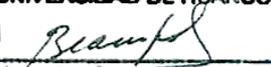
REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
CONSEJO DE FACULTAD

Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Bertha Campos Rios
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PIAC – CGT – Asesor – Exp. Graduando – Interesado - Archivo.
BCR/JJR.

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

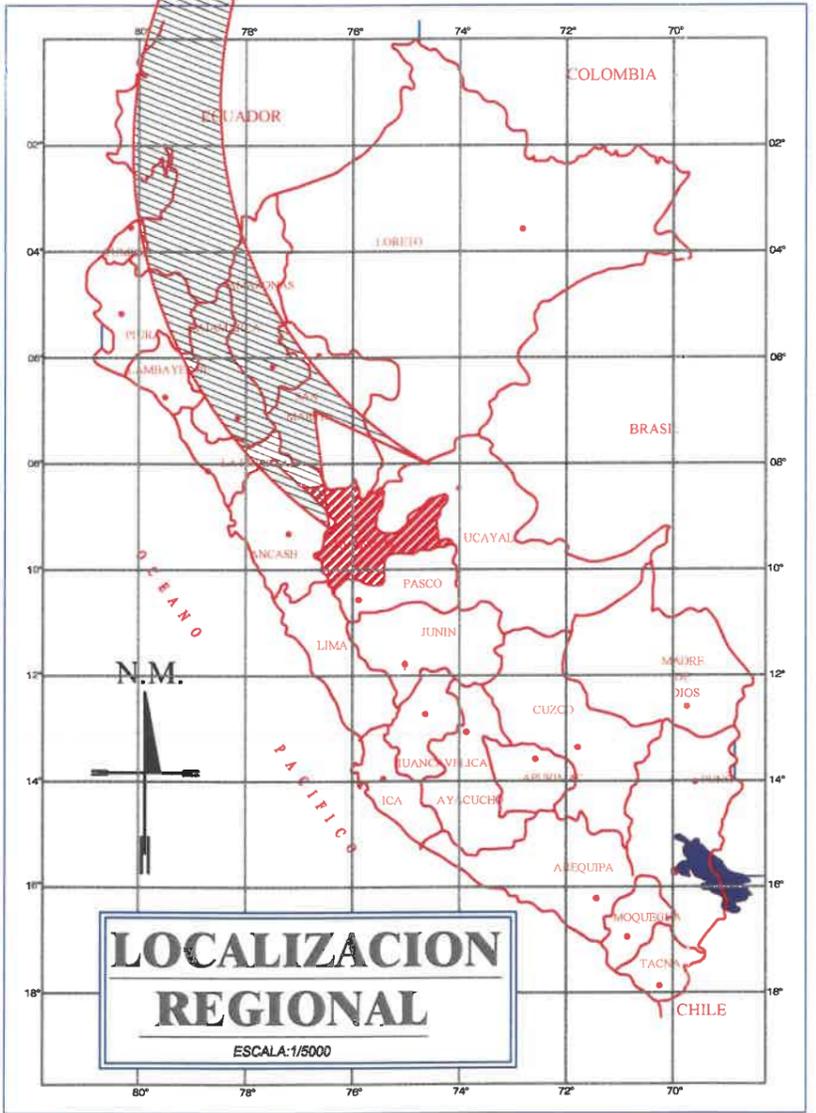
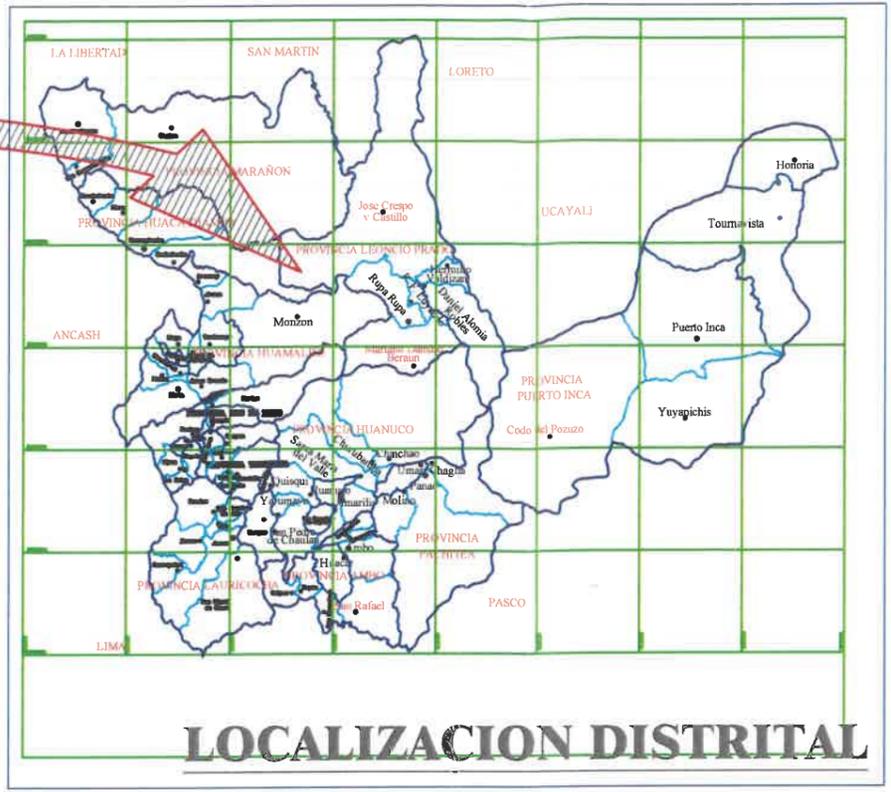
“OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) – 2019”

MATRIZ DE CONSISTENCIA

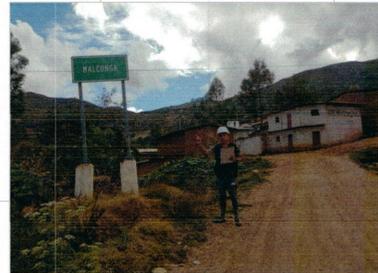
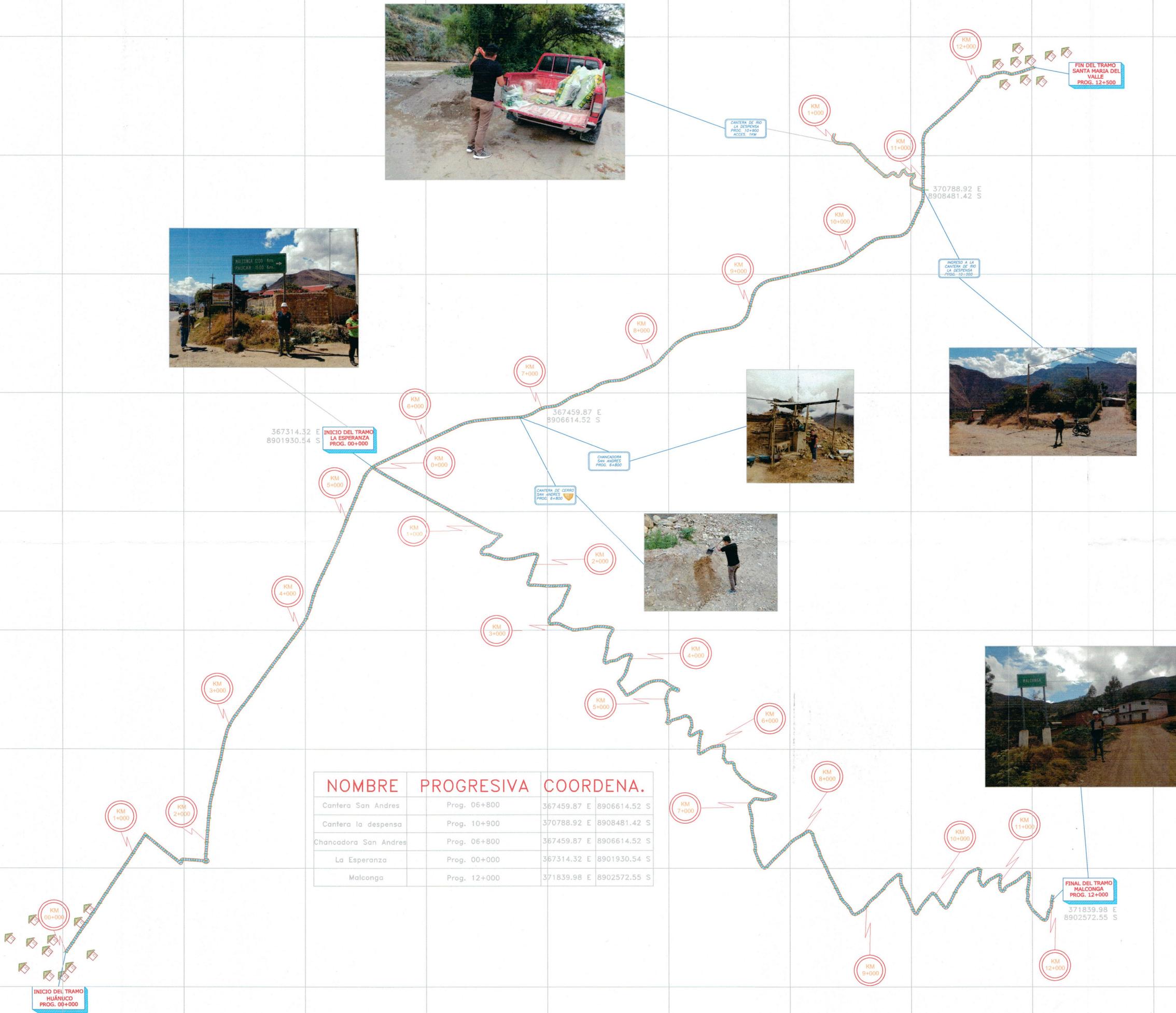
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO
<p>¿En qué medida la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) mejorara el diseño de afirmado convencional para la carretera la Esperanza - Malconga?</p>	<p>Objetivo general Determinar en que medida la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) mejorara el diseño de afirmado convencional para la carretera la Esperanza – Malconga.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar las propiedades físico – mecánicas del agregado de cerro (Cantera San Andrés) y del agregado de río (Cantera la Despensa), para obtener 3 mezclas adecuadas con porcentajes variables para el diseño de afirmado. • Proponer el afirmado para la carretera la Esperanza – Malconga utilizando el porcentaje más óptimo entre la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa). 	<p>Hipótesis</p> <p>Ha: Si usamos la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) entonces mejoraremos el diseño de afirmado convencional para la Carretera la Esperanza – Malconga.</p> <p>Ho: Si usamos la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) entonces no mejoraremos el diseño de afirmado convencional para la Carretera la Esperanza – Malconga.</p> <p>Hipótesis específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si caracterizamos las propiedades físico - mecánicas del agregado de cerro (Cantera San Andrés) y del agregado de río (Cantera la Despensa) entonces se obtendrá 3 mezclas adecuadas con porcentajes variables para el diseño de afirmado. - Si utilizamos el porcentaje más óptimo entre la mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) entonces se podrá proponer el afirmado para la carretera la Esperanza – Malconga. 	<p>Variable Dependiente Diseño de afirmado convencional para la carretera la Esperanza – Malconga.</p> <p>Variable Independiente Mezcla del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa)</p>	<p>Tipo de investigación Enfoque. El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo</p> <p>Alcance o nivel Correlacional – causal, explicativa</p> <p>Diseño. Cuasi experimental</p>	<p>Población. Conformado por dos de las principales canteras abastecedoras de agregados (fino y Grueso) para afirmados, las cuales son la cantera san andrés y la cantera la despensa.</p> <p>Muestra. Todos los elementos de la población tienen la mis posibilidad de ser acogidos para la muestra</p>	<p>Medidas de tendencia central y dispersión.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el beneficio económico que conlleva la utilización del agregado de cerro (Cantera San Andrés) con el agregado de río (Cantera la Despensa) con respecto al flete de traslado de los materiales a la zona de la Esperanza - Malconga en el diseño de afirmado. • Conocer el volumen medio diario anual de cada tipo de vehículo que circula por la carretera la Esperanza – Malconga establecido a partir del censo volumétrico de una muestra en la estación de control. 	<ul style="list-style-type: none"> - Si tenemos las distancias existentes entre el agregado de cerro (Cantera San Andrés), el agregado de río (Cantera la Despensa) y la zona la Esperanza – Malconga entonces se podrá determinar el beneficio económico que conlleva a la utilización de ambos agregados con respecto al flete de traslado. - Si se conoce el volumen medio diario anual de cada tipo de vehículos que circula por la carretera la Esperanza – Malconga establecido a partir del censo volumétrico de una muestra en la estación de control entonces se podrá obtener el IMDa, lo que complementará el afirmado a proponer. 				
--	--	---	--	--	--	--

ANEXO 4: MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



ANEXO 5: MAPA DE UBICACIÓN DE LAS CANTERAS



ANEXO 6: PANEL FOTOGRAFICO



EN LA IMAGEN SE OBSERVA LA EXTRACCIÓN DEL AGREGADO DE RIO DE LA CANTERA LA DESPENSA PARA REALIZAR LOS ENSAYOS RESPECTIVOS



EN LA IMAGEN SE OBSERVA LA EXTRACCIÓN DEL AGREGADO DE CERRO DE LA CANTERA SAN ANDRES PARA REALIZAR LOS ENSAYOS RESPECTIVOS



EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL TAMIZADO DE LA MUESTRA N°2 DEL AGREGADO DE CERRO DE LA CANTERA SAN ANDRES



EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL TAMIZADO DE LA MUESTRA N°3 DEL AGREGADO DE RIO DE LA CANTERA LA DESPENSA



EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL PESO DE LA MUESTRA N°3 DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES



EN LA IMAGEN SE OBSERVA LAS MUESTRAS N°1,2,3 Y 4 DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES Y LAS MUESTRAS N°1,2,3 Y 4 DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA



EN LA IMAGEN SE OBSERVA LA CLASIFICACIÓN POR CADA TAMIZ DE MUESTRAS N°1,2,3 Y 4 DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES Y LAS MUESTRAS N°1,2,3 Y 4 DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA



EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL SECADO A TEMPERATURA AMBIENTE PARA OBTENER LA HUMEDAD NATURAL DE LAS MUESTRAS



EN LA IMAGEN SE OBSERVA LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA PARA EL ENSAYO DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES



EN LA IMAGEN SE OBSERVA LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA PARA EL ENSAYO DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA



EN LA IMAGEN SE OBSERVA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES





EN LA IMAGEN SE OBSERVA LA SELECCIÓN DE 600 gr DE LA MUESTRA DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA EL SECADO EN EL HORNO

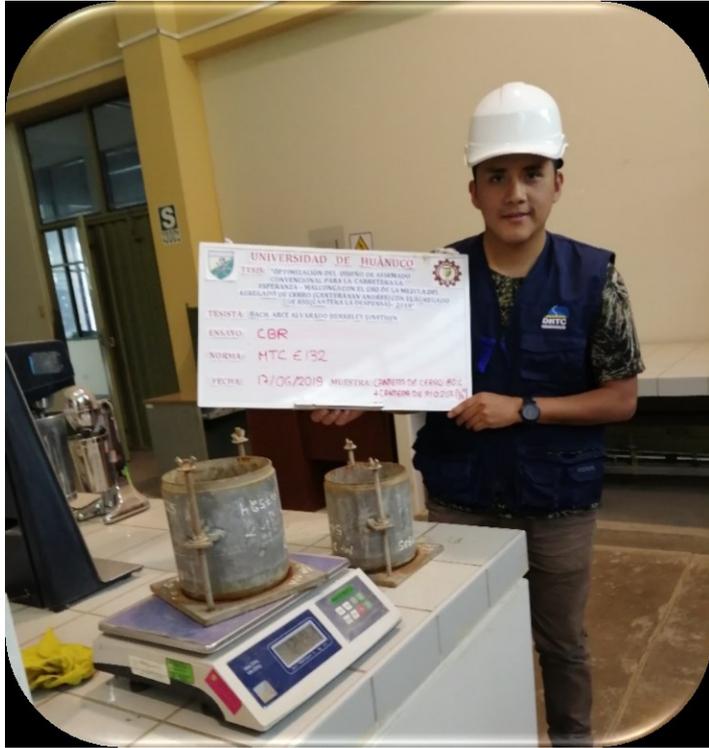


EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL RETIRO DE LAS MUESTRAS DEL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO DEL HORNO



EN LA IMAGEN SE OBSERVA SUMERGIENDO LOS MOLDES EN AGUA PARA PORDER OBETENER LA SATURACIÓN DE LA MUESTRA





EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DEL AGREGADO DE CERO EN UN 80% + AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" 20%





EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ANGELES DE LA MUESTRA DEL AGREGADO DE CERRO EN UN 90%+ AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA ½" 10%





EN LA IMAGEN SE OBSERVA LA CHANCADORA SAN ANDRES PARA LA
OBTENCIÓN DE LA PIEDRA CHANCADA DE ½"





EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL TRAMO INICIAL DE LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA





EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL CONTEO DE TRAFICO EN EL PUNTO DE ACCESO HACIA EL CENTRO POBLADO DE MALCONGA





EN LA IMAGEN SE OBSERVA EL TRAMO FINAL DE LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA



ANEXO A: ENSAYO GRANULOMETRICO CAN. SAN ANDRES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

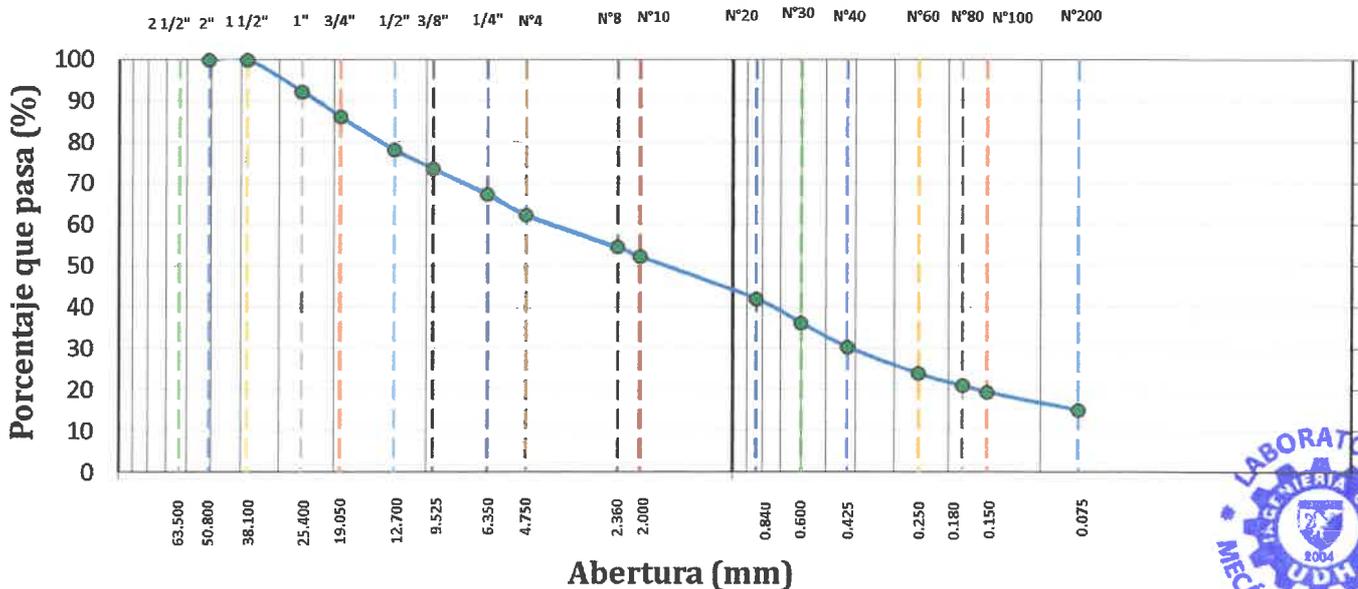
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 1

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECÍFICA CIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 5000 gr. LIMITE LIQUIDO 21.50 % LIMITE PLASTICO 16.99 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.51 % CONTENIDO DE HUMEDAD 17.02 % CLASIFICACIÓN SUCCS SC - SM CLASIFICACIÓN AASHTO A-1b (0) % DE GRAVA 37.61 % % DE ARENA 47.27 % % DE LIMO Y ARCILLA 15.13 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	382.30	7.65	7.65	92.35	90 100	
3/4"	19.050	303.40	6.07	13.71	86.29	65 100	
1/2"	12.700	402.49	8.05	21.76	78.24		
3/8"	9.525	230.32	4.61	26.37	73.63	45 80	
1/4"	6.350	306.60	6.13	32.50	67.50		
Nº4	4.750	255.17	5.10	37.61	62.39	30 65	
Nº8	2.360	387.24	7.74	45.35	54.65		
Nº10	2.000	116.22	2.32	47.67	52.33	22 52	
Nº20	0.840	511.95	10.24	57.91	42.09		
Nº30	0.600	295.53	5.91	63.82	36.18		
Nº40	0.425	287.40	5.75	69.57	30.43	15 35	
Nº60	0.250	322.95	6.46	76.03	23.97		
Nº80	0.180	145.00	2.90	78.93	21.07		
Nº100	0.150	79.83	1.60	80.53	19.47		
Nº200	0.075	217.20	4.34	84.87	15.13	5 20	
CAZOLETA	0.000	756.40	15.13	100.00	0.00		
		5000.00	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.18%

CURVA GRANULOMÉTRICA





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

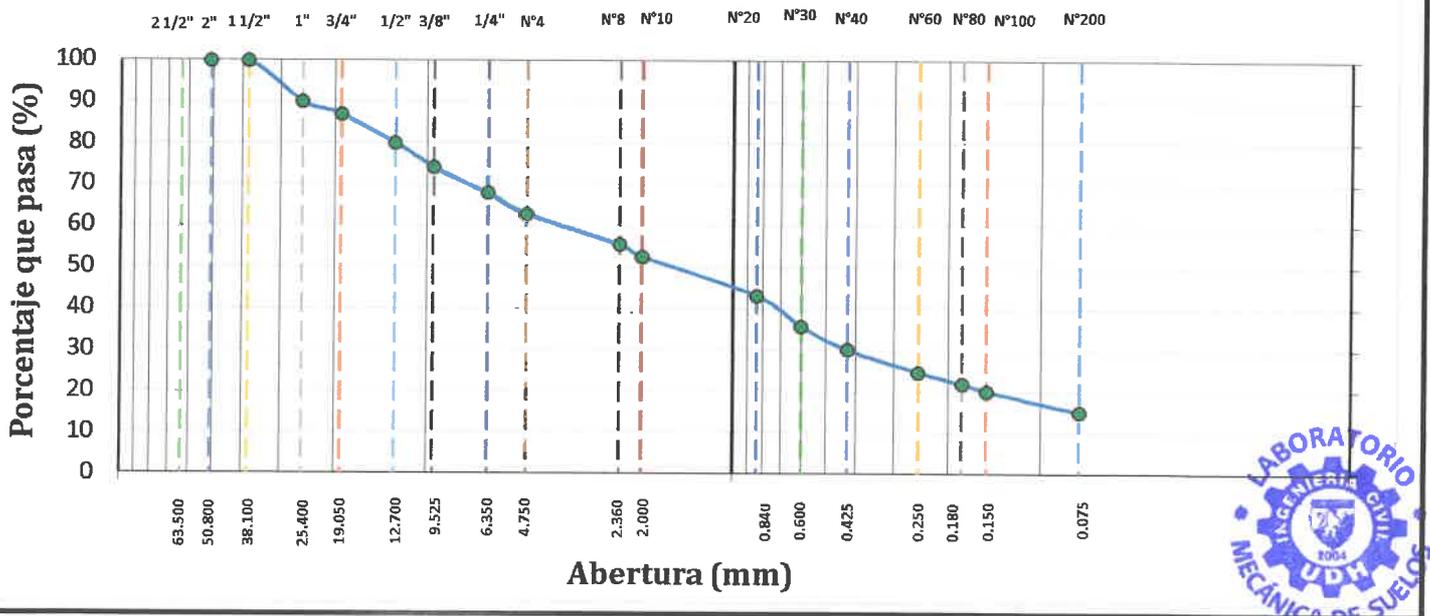
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 2

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 6000 gr. LIMITE LIQUIDO 25.82 % LIMITE PLASTICO 21.13 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.69 % CONTENIDO DE HUMEDAD 17.05 % CLASIFICACIÓN SUCCS SC - SM CLASIFICACIÓN AASHTO A-1b (0) % DE GRAVA 37.07 % % DE ARENA 47.88 % % DE LIMO Y ARCILLA 15.05 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.95%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	594.30	9.91	9.91	90.10	90 100	
3/4"	19.050	184.00	3.07	12.97	87.03	65 100	
1/2"	12.700	415.08	6.92	19.89	80.11		
3/8"	9.525	350.83	5.85	25.74	74.26	45 80	
1/4"	6.350	372.66	6.21	31.95	68.05		
Nº4	4.750	307.26	5.12	37.07	62.93	30 65	
Nº8	2.360	441.00	7.35	44.42	55.58		
Nº10	2.000	180.12	3.00	47.42	52.58	22 52	
Nº20	0.840	564.97	9.42	56.84	43.16		
Nº30	0.600	448.99	7.48	64.32	35.68		
Nº40	0.425	332.15	5.54	69.86	30.14	15 35	
Nº60	0.250	326.02	5.43	75.29	24.71		
Nº80	0.180	173.05	2.88	78.17	21.83		
Nº100	0.150	105.55	1.76	79.93	20.07		
Nº200	0.075	300.78	5.01	84.95	15.05	5 20	
CAZOLETA	0.000	903.24	15.05	100.00	0.00		
		6000.00	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

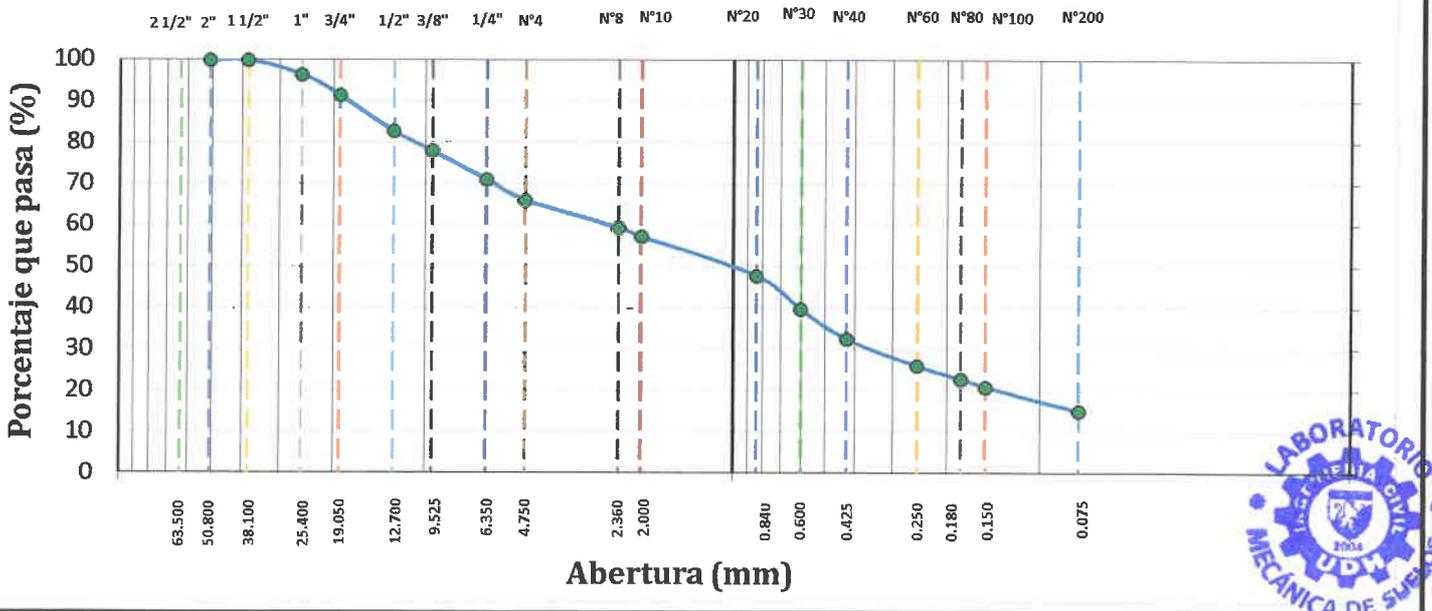
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 3

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 7000 gr. LIMITE LIQUIDO 25.85 % LIMITE PLASTICO 21.36 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.49 % CONTENIDO DE HUMEDAD 17.39 % CLASIFICACIÓN SUCCS SC - SM CLASIFICACIÓN AASHTO A-1b (0) % DE GRAVA 33.85 % % DE ARENA 51.07 % % DE LIMO Y ARCILLA 15.08 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	243.50	3.48	3.48	96.52	90 100	
3/4"	19.050	352.60	5.04	8.52	91.48	65 100	
1/2"	12.700	604.56	8.64	17.15	82.85		
3/8"	9.525	334.75	4.78	21.93	78.07	45 80	
1/4"	6.350	478.90	6.84	28.78	71.22		
Nº4	4.750	354.96	5.07	33.85	66.15	30 65	
Nº8	2.360	467.57	6.68	40.53	59.47		
Nº10	2.000	153.05	2.19	42.71	57.29	22 52	
Nº20	0.840	661.54	9.45	52.16	47.84		
Nº30	0.600	569.86	8.14	60.30	39.70		
Nº40	0.425	502.41	7.18	67.48	32.52	15 35	
Nº60	0.250	458.27	6.55	74.03	25.97		
Nº80	0.180	219.04	3.13	77.16	22.84		
Nº100	0.150	137.72	1.97	79.12	20.88		
Nº200	0.075	405.51	5.79	84.92	15.08	5 20	
CAZOLETA	0.000	1055.76	15.08	100.00	0.00		
		7000.00	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.92%

CURVA GRANULOMÉTRICA





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



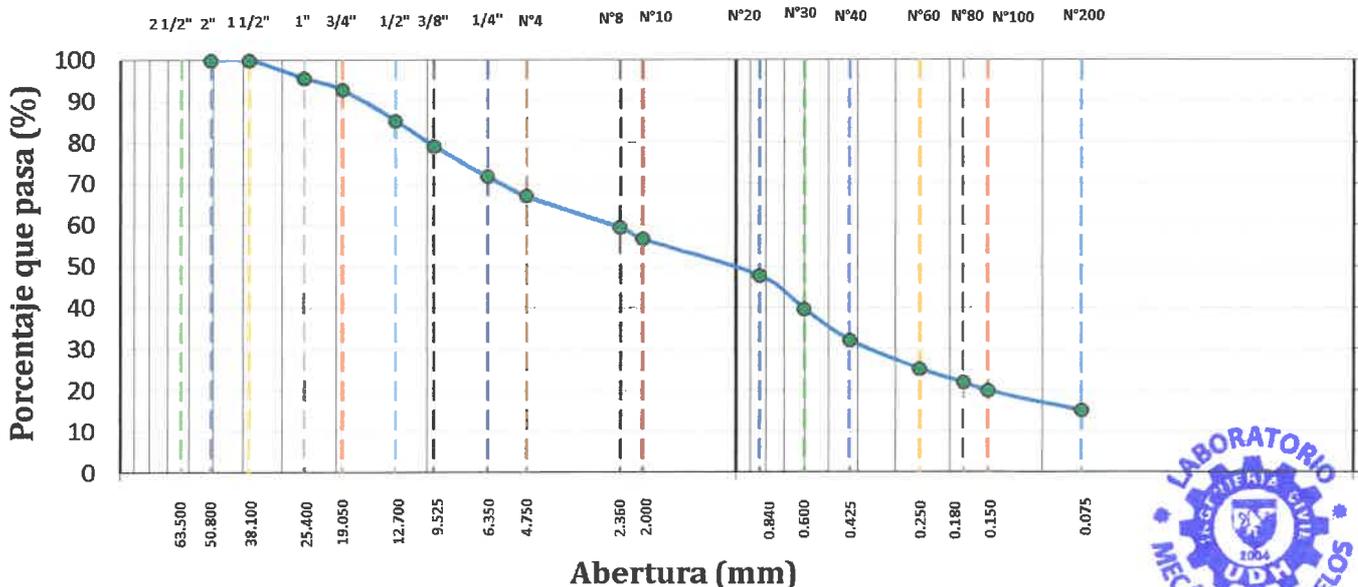
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 4
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICA CIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 20.65 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE PLASTICO 16.12 %
1"	25.400	343.60	4.30	4.30	95.71	90 100	INDICE DE PLASTICIDAD 4.53 %
3/4"	19.050	227.00	2.84	7.13	92.87	65 100	CONTENIDO DE HUMEDAD 17.13 %
1/2"	12.700	598.28	7.48	14.61	85.39		CLASIFICACIÓN SUCCS SC - SM
3/8"	9.525	491.45	6.14	20.75	79.25	45 80	CLASIFICACIÓN AASHTO A-1b (0)
1/4"	6.350	588.62	7.36	28.11	71.89		DENSIDAD MAXIMA SECA 2.24 gr/cm3
Nº4	4.750	378.77	4.73	32.85	67.15	30 65	HUMEDAD OPTIMA 6.80 %
Nº8	2.360	613.73	7.67	40.52	59.48		CBR 0.1" (95%) 51.00 %
Nº10	2.000	228.55	2.86	43.38	56.63	22 52	CBR 0.1" (100%) 70.01 %
Nº20	0.840	713.70	8.92	52.30	47.70		ABRASIÓN LOS ANGELES 37.06 %
Nº30	0.600	646.86	8.09	60.38	39.62		% DE GRAVA 32.85 %
Nº40	0.425	602.80	7.54	67.92	32.08	15 35	% DE ARENA 52.13 %
Nº60	0.250	557.41	6.97	74.88	25.12		% DE LIMO Y ARCILLA 15.03 %
Nº80	0.180	264.22	3.30	78.19	21.81		
Nº100	0.150	160.01	2.00	80.19	19.81		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Nº200	0.075	382.76	4.78	84.97	15.03	5 20	ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
CAZOLETA	0.000	1202.24	15.03	100.00	0.00		84.98%

CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

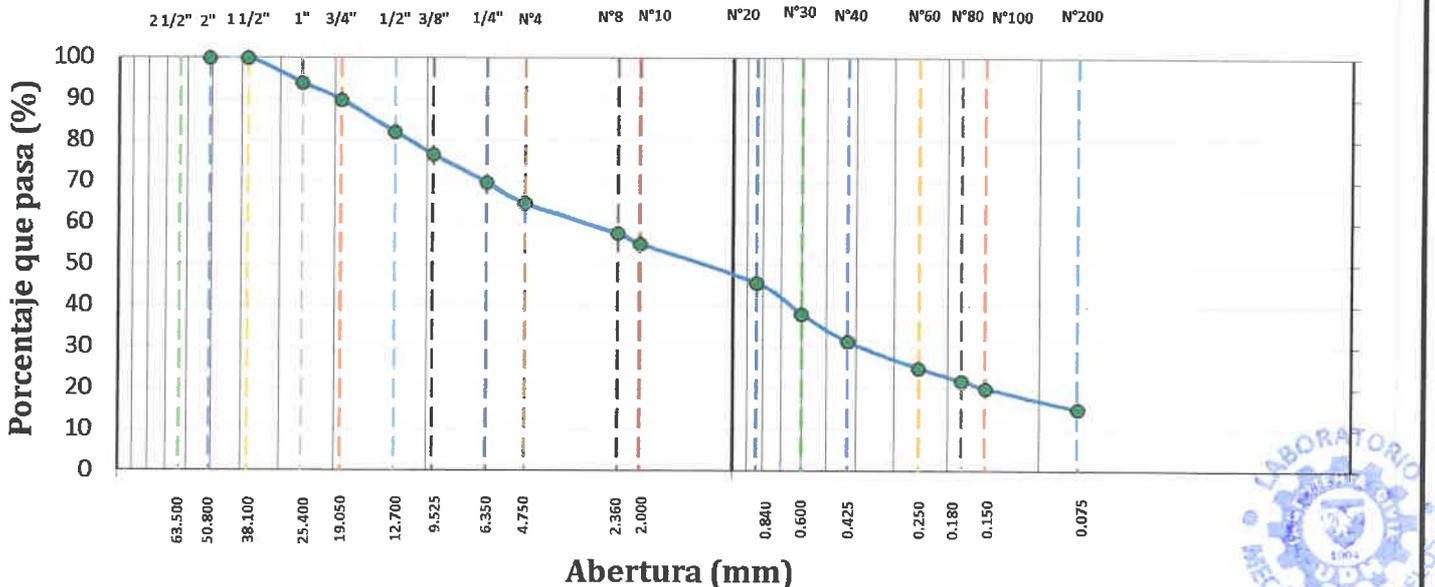
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : PROMEDIO

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 6500 gr. LIMITE LIQUIDO 24.94 % LIMITE PLASTICO 18.80 % INDICE DE PLASTICIDAD 6.14 % CONTENIDO DE HUMEDAD 17.14 % CLASIFICACIÓN SUCCS SC - SM CLASIFICACIÓN AASHTO A-1b (0) % DE GRAVA 35.01 % % DE ARENA 49.93 % % DE LIMO Y ARCILLA 15.07 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.94%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	390.93	6.01	6.01	93.99	90 100	
3/4"	19.050	266.75	4.10	10.12	89.88	65 100	
1/2"	12.700	505.10	7.77	17.89	82.11		
3/8"	9.525	351.84	5.41	23.30	76.70	45 80	
1/4"	6.350	436.70	6.72	30.02	69.98		
Nº4	4.750	324.04	4.99	35.01	64.99	30 65	
Nº8	2.360	477.39	7.34	42.35	57.65		
Nº10	2.000	169.49	2.61	44.96	55.04	22 52	
Nº20	0.840	613.04	9.43	54.39	45.61		
Nº30	0.600	490.31	7.54	61.93	38.07		
Nº40	0.425	431.19	6.63	68.57	31.43	15 35	
Nº60	0.250	416.16	6.40	74.97	25.03		
Nº80	0.180	200.33	3.08	78.05	21.95		
Nº100	0.150	120.78	1.86	79.91	20.09		
Nº200	0.075	326.56	5.02	84.93	15.07	5 20	
CAZOLETA	0.000	979.41	15.07	100.00	0.00		
		6500.00	100.00				

CURVA GRANULOMÉTRICA



ANEXO B: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG CAN. SAN ANDRES



LIMITES DE ATTERBERG

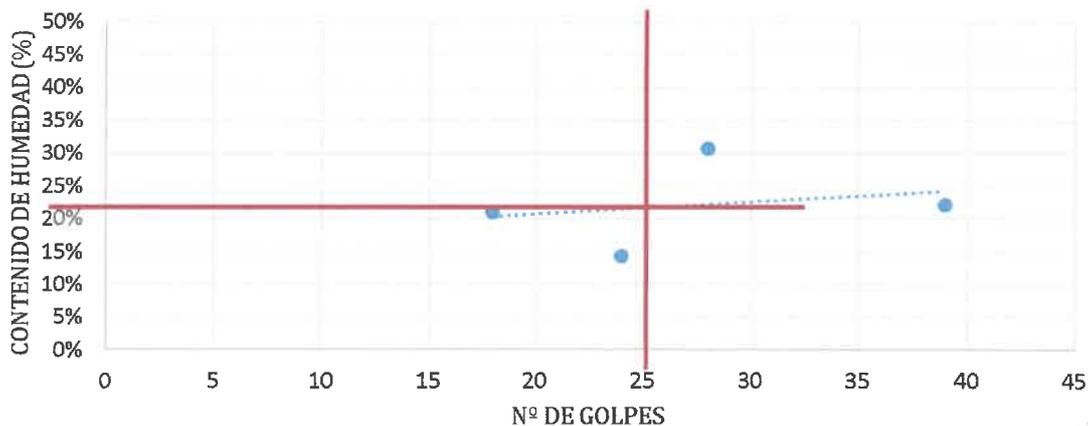
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 1
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-1	A-2	A-3	A-4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	52.00	45.00	46.00	51.00
Peso de la capsula + M. seca (gr)	48.00	43.00	42.00	47.00
Peso del agua (gr)	4.00	2.00	4.00	4.00
Peso de la Muestra seca (gr)	19.00	14.00	13.00	18.00
Contenido de Humedad (%)	21.05	14.29	30.77	22.22
Nº de golpes	18	24	28	39

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-5	A-6	A-7
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.50	31.20	31.80
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.12	30.86	31.44
Peso del agua (gr)	0.38	0.34	0.36
Peso de la Muestra seca (gr)	2.12	1.86	2.44
Contenido de Humedad (%)	17.92	18.28	14.75
Promedo C. de humedad (%)	16.99		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	21.50
LIMITE PLASTICO	16.99
INDICE DE PLASTICIDAD	4.51

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE CERRO
	(4 - 9) %





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



LIMITES DE ATTERBERG

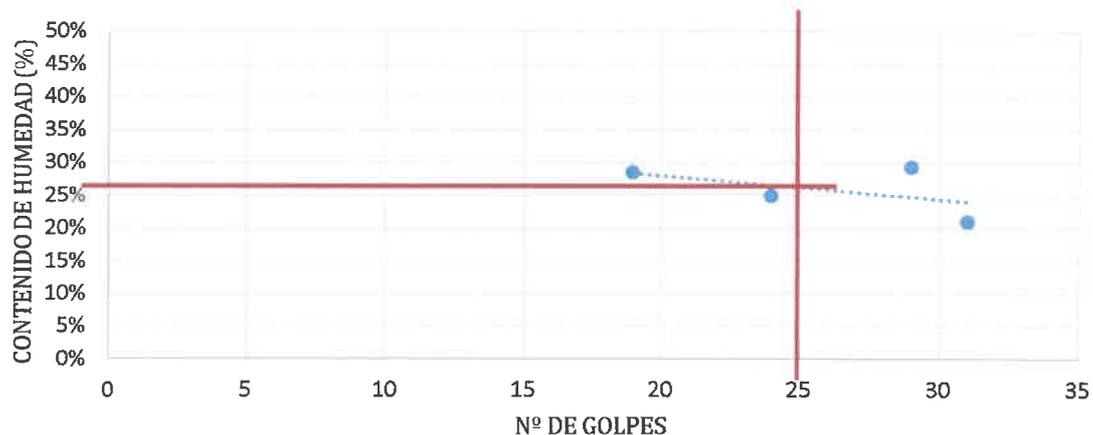
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 2
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-8	A-9	A-10	A-11
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	47.00	49.00	51.00	52.00
Peso de la capsula + M. seca (gr)	43.00	45.00	46.00	48.00
Peso del agua (gr)	4.00	4.00	5.00	4.00
Peso de la Muestra seca (gr)	14.00	16.00	17.00	19.00
Contenido de Humedad (%)	28.57	25.00	29.41	21.05
Nº de golpes	19	24	29	31

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-12	A-13	A-14
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.85	31.96	31.95
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.22	31.54	31.49
Peso del agua (gr)	0.63	0.42	0.46
Peso de la Muestra seca (gr)	2.22	2.54	2.49
Contenido de Humedad (%)	28.38	16.54	18.47
Promedo C. de humedad (%)	21.13		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25.82
LIMITE PLASTICO	21.13
INDICE DE PLASTICIDAD	4.69

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE CERRO
	(4 - 9) %





LIMITES DE ATTERBERG

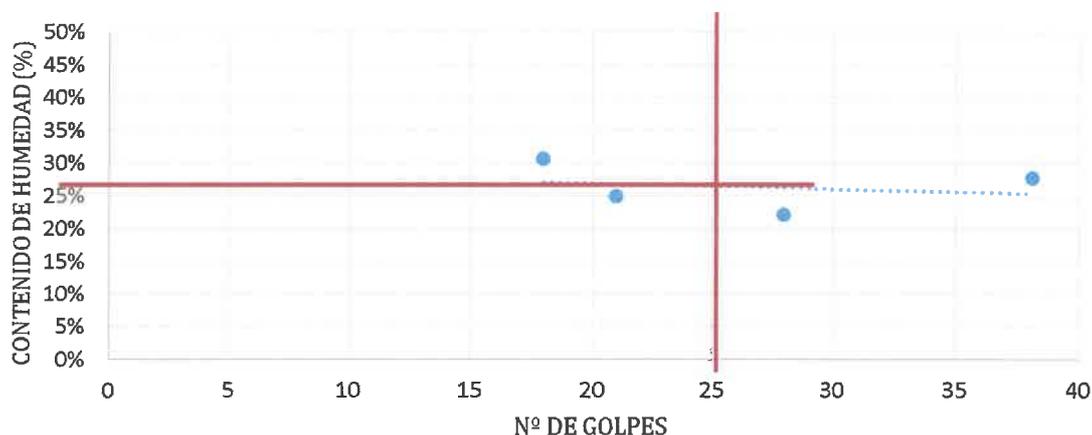
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **3**
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-15	A-16	A-17	A-18
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	46.00	49.00	51.00	52.00
Peso de la capsula + M. seca (gr)	42.00	45.00	47.00	47.00
Peso del agua (gr)	4.00	4.00	4.00	5.00
Peso de la Muestra seca (gr)	13.00	16.00	18.00	18.00
Contenido de Humedad (%)	30.77	25.00	22.22	27.78
Nº de golpes	18	21	28	38

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-19	A-20	A-21
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.85	31.78	31.86
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.39	31.23	31.38
Peso del agua (gr)	0.46	0.55	0.48
Peso de la Muestra seca (gr)	2.39	2.23	2.38
Contenido de Humedad (%)	19.25	24.66	20.17
Promedo C. de humedad (%)	21.36		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25.85
LIMITE PLASTICO	21.36
INDICE DE PLASTICIDAD	4.49

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	





LIMITES DE ATTERBERG

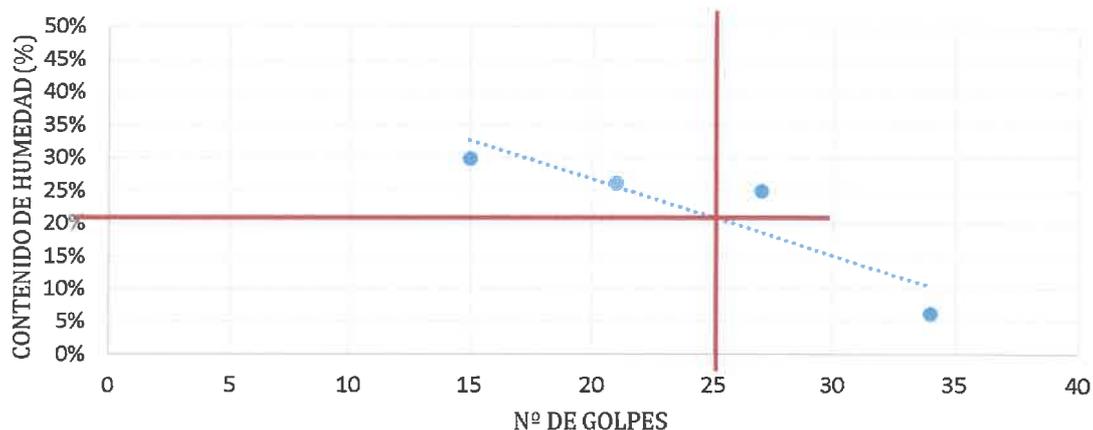
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 4
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-1	A-2	A-3	A-4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	55.00	53.00	54.00	46.00
Peso de la capsula + M. seca (gr)	49.00	48.00	49.00	45.00
Peso del agua (gr)	6.00	5.00	5.00	1.00
Peso de la Muestra seca (gr)	20.00	19.00	20.00	16.00
Contenido de Humedad (%)	30.00	26.32	25.00	6.25
Nº de golpes	15	21	27	34

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-5	A-6	A-7
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.88	31.86	31.98
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.45	31.52	31.54
Peso del agua (gr)	0.43	0.34	0.44
Peso de la Muestra seca (gr)	2.45	2.52	2.54
Contenido de Humedad (%)	17.55	13.49	17.32
Promedo C. de humedad (%)	16.12		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	20.65
LIMITE PLASTICO	16.12
INDICE DE PLASTICIDAD	4.53

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE CERRO
	(4 - 9) %





LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

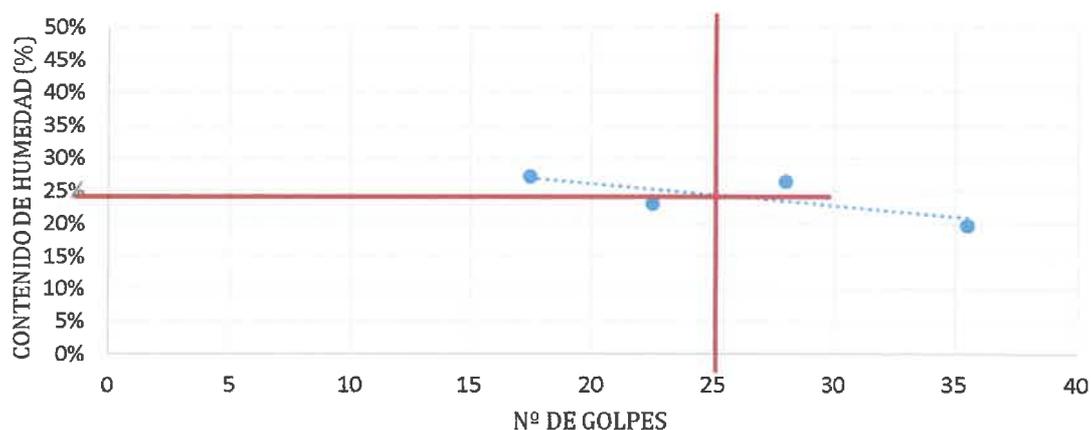
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **PROMEDIO**

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	Promedio 1	Promedio 2	Promedio 3	Promedio 4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula (gr)	50.00	49.00	50.50	50.25
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	45.50	45.25	46.00	46.75
Peso del agua (gr)	4.50	3.75	4.50	3.50
Peso de la Muestra seca (gr)	16.50	16.25	17.00	17.75
Contenido de Humedad (%)	27.27	23.08	26.47	19.72
Nº de golpes	18	23	28	36

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	Promedio 1	Promedio 2	Promedio 3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula (gr)	31.77	31.70	31.90
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.30	31.29	31.46
Peso de la capsula + M. seca (gr)	0.47	0.41	0.44
Peso del agua (gr)	2.30	2.29	2.46
Peso de la Muestra seca (gr)	20.70	18.03	17.66
Contenido de Humedad (%)	18.80		
Promedo C. de humedad (%)	18.80		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.94
LIMITE PLASTICO	18.80
INDICE DE PLASTICIDAD	6.14

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE CERRO
	(4 - 9) %



ANEXO C: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD CAN. SAN ANDRES



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M-1
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	420.24			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	359.12			
Peso del agua (gr)	61.12			
Peso de la Muestra seca (gr)	359.12			
Humedad Natural (%)	17.02			





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M-2
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	460.48			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	393.42			
Peso del agua (gr)	67.06			
Peso de la Muestra seca (gr)	393.42			
Humedad Natural (%)	17.05			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M-3
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	390.48			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	332.64			
Peso del agua (gr)	57.84			
Peso de la Muestra seca (gr)	332.64			
Humedad Natural (%)	17.39			





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M-4
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	440.66			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	376.22			
Peso del agua (gr)	64.44			
Peso de la Muestra seca (gr)	376.22			
Humedad Natural (%)	17.13			



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : PROMEDIO
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensa o	PROMEDIO
Peso de la ca psula	0
Peso de la capsula + M. hùmeda	427.97
Peso de la capsula + M. seca	365.35
Peso del a	62.62
Peso de la Muestra seca	365.35
Promedio de Humedad %	17.14

ANEXO D: ENSAYO CBR CAN. SAN ANDRES



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

HUANUCO-PERÚ

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

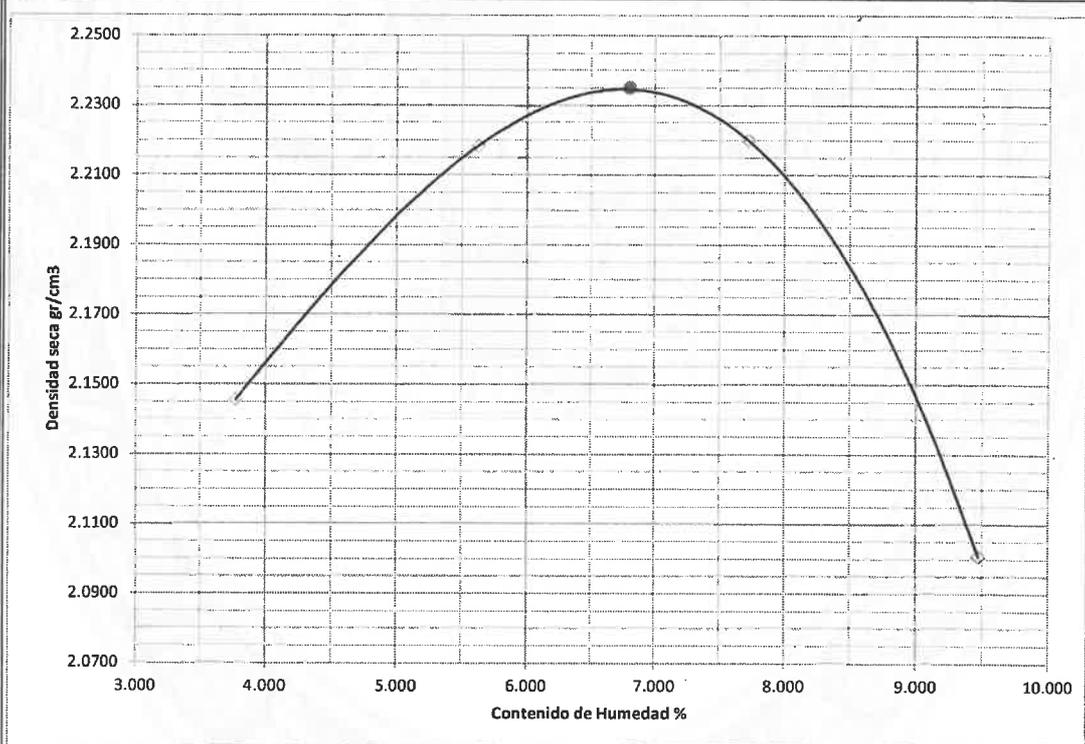


ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-
 UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO
 SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
 MUESTRA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) **MÉTODO: C**
 INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°34-pag.-01 de 10, - UNHEVAL
 COMPROBANTE DE PAGO: FACTURA ELECTRONICA E001-501
 FECHA : 29/04/2019

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	10851.0	11098.0	11200.0	11006.0				
PESO DEL MOLDE	gr.	6140	6140	6140	6140				
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	4711.0	4958.0	5060.0	4866.0				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .	2.226	2.343	2.391	2.300				
Nº DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8
DETERMINACIÓN		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	578.19	578.19	568.06	568.06	556.98	556.98	548.08	548.08
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	21.81	21.81	31.94	31.94	43.02	43.02	51.92	51.92
PESO MUESTRA SECA	gr.	578.19	578.19	568.060	568.060	556.98	556.98	548.08	548.08
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.772	3.772	5.623	5.623	7.724	7.724	9.473	9.473
HUMEDAD PROMEDIO	%	3.772		5.623		7.724		9.473	
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .	2.1454		2.2184		2.2198		2.1006	



Densidad Máxima Seca : 2.235 gr/cm³.
 Humedad Optima : 6.80 %

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Bach/Ing. Omar Gonzales Campos
 COORDINADOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Dominguez Moya
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

SONDEO : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA

: HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE)

: abr-19

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°34-pag.- 08 de 10, - UNHEVAL

COMPROBANTE DE PAGO: FACTURA ELECTRONICA E001-501

Observación : Muestra proporcionada por el solicitante

MUESTRA		01		02		03								
Nº DE MOLDE		06		05		04								
Nº DE CAPAS		05		05		05								
Nº DE GOLPE POR CAPA		56		25		10								
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO						
Peso del molde + suelo humedo	A	gr.	12,549.00	12,598.00	12,365.00	12,502.00	11,963.00	12,166.00						
Peso del molde	B	gr.	7,513.00	7,513.00	7,529.00	7,529.00	7,494.00	7,494.00						
Peso del suelo humedo	C=A-B	gr.	5,036.00	5,085.00	4,836.00	4,973.00	4,469.00	4,672.00						
Volumen del suelo	D	cm ³ .	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01						
Densidad humeda	E=C/D	gr/cc	2.38	2.40	2.29	2.35	2.11	2.21						
Humedad	L	%	6.77		6.86		6.84							
Densidad seca	M=E/(1+L/100)	gr/cc	2.229		2.139		1.977							
IDENTIFICACION DE TARA														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nº DE TARA			107	106	118	109	102	103	116	117	118	117	116	114
Peso tara + suelo humedo	F	gr.	600.000	600.000			600.000	600.000			600.000	600.000		
Peso tara + suelo seco	G	gr.	561.980	561.980			561.470	561.470			561.590	561.590		
Peso de la tara	H	gr.	0.000	0.000			0.000	0.000			0.000	0.000		
Peso del agua	I= F-G	gr.	38.020	38.020			38.530	38.530			38.410	38.410		
Peso de los solidos	J= G-H	gr.	561.980	561.980			561.470	561.470			561.590	561.590		
humedad	K=I/J*100	%	6.765	6.765			6.862	6.862			6.840	6.840		
Promedio de humedad	L=(K1+K2/2)	%	6.77				6.86				6.84			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
		0 h	0+00			0+00			0+00		
		24 h	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00
		48 h	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00
		72 h	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION		
		Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
0.025	15.0	153.7	51.2	178.5	13	137.9	46.0	143.6	10	114.3	38.1	97.2
0.050	47.0	405.8	135.3	335.6	42	366.4	122.1	278.3	31	279.7	93.2	192.8
0.075	101.0	831.2	277.1	522.9	92	760.3	253.4	424.6	68	571.2	190.4	252.8
0.100	174.0	1406.3	468.8	700.1	142	1154.2	384.7	540.2	91	752.4	250.8	302.7
0.150	309.0	2469.8	823.3	1034.1	238	1910.5	636.8	725.4	129	1051.8	350.6	380.6
0.200	432.0	3438.8	1146.3	1329.6	296	2367.4	789.1	870.1	151	1225.1	408.4	434.3
0.250	539.0	4281.7	1427.2	1542.1	349	2784.9	928.3	997.0	170	1374.8	458.3	477.4
0.300	606.0	4809.5	1603.2	1711.1	394	3139.4	1046.5	1092.3	184	1485.0	495.0	510.0
0.400	732.0	5802.1	1934.0	2018.0	454	3612.1	1204.0	1241.5	206	1658.4	552.8	563.0
0.500	830.0	6574.2	2191.4	2275.4	503	3998.1	1332.7	1370.1	221	1776.5	592.2	602.4

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Bach/Ing. Omar Gonzales Campos
 COORDINADOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Dominguez M.
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA



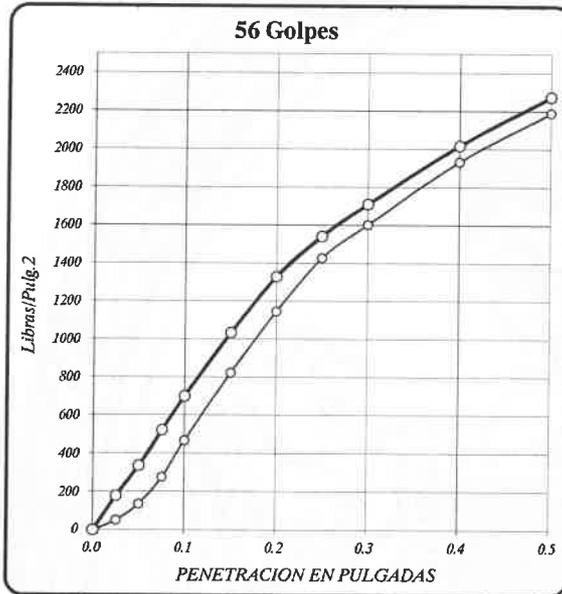
ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA- MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

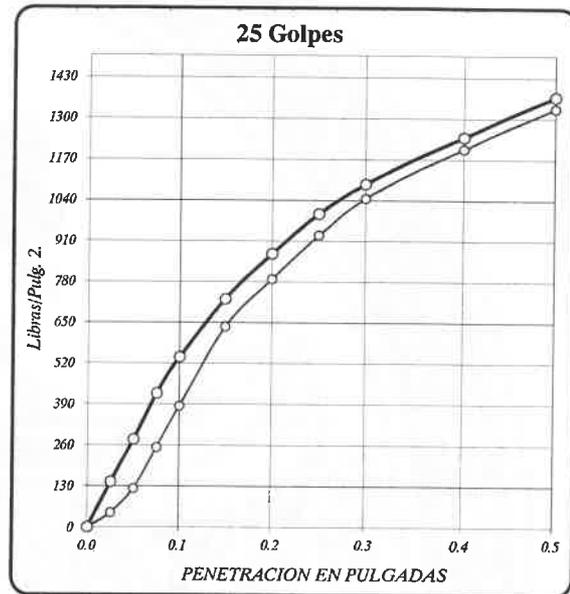
UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO
SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
SONDEO : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE)

FECHA : abr-19

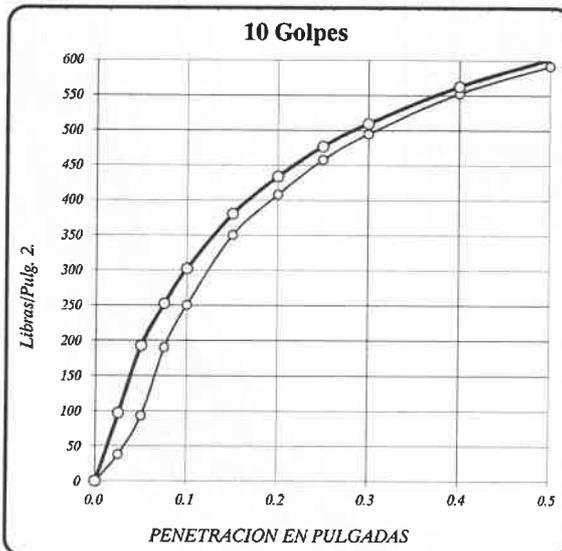
INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°34-pag.-09 de 10, - UNHEVAL
COMPROBANTE DE PAGO: FACTURA ELECTRONICA E001-501
Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante



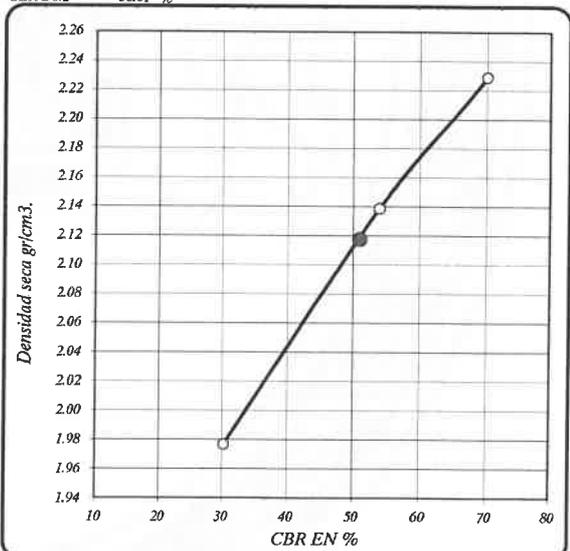
DENSIDAD SECA = 2.229 gr/cm³.
 CBR a 0.1" = 70.01 %
 CBR a 0.2" = 88.64 %



DENSIDAD SECA = 2.139 gr/cm³.
 CBR a 0.1" = 54.02 %
 CBR a 0.2" = 58.01 %



DENSIDAD SECA = 1.977 gr/cm³.
 CBR a 0.1" = 30.27 %
 CBR a 0.2" = 28.95 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

	CBR 0.1"	DENSIDAD
CBR CON 56 GOLPES =	70.01 %	2.23 gr/cm ³ .
CBR CON 25 GOLPES =	54.02 %	2.14 gr/cm ³ .
CBR CO 10 GOLPES =	30.27 %	1.98 gr/cm ³ .
CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =	70.01 %	
CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. =	51.00 %	

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

 Bach./Ing. Omar Gonzales Campos
 COORDINADOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Antonio Domínguez Mujica
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA- MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO

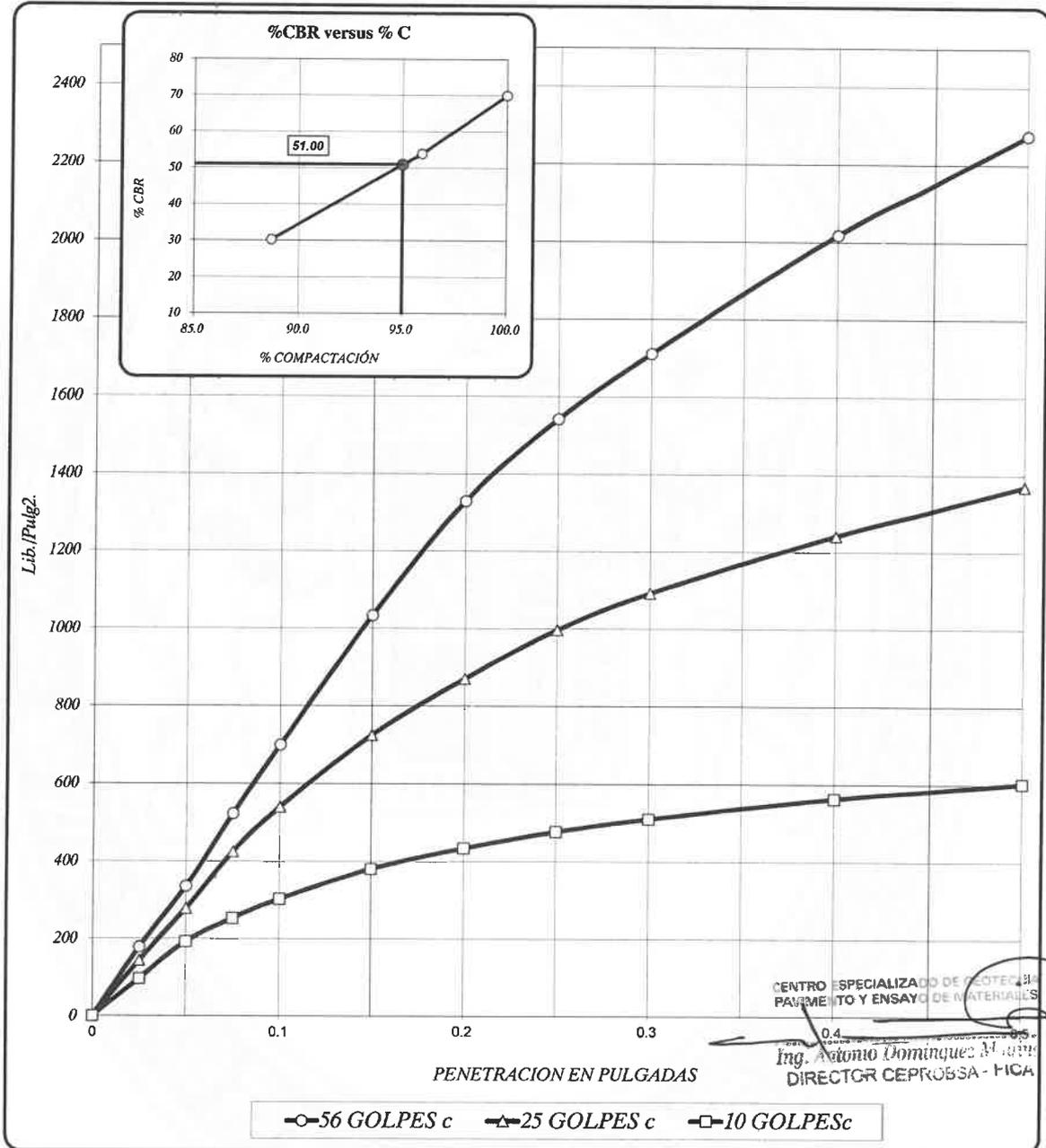
SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
 CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA

CALICATA : CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) **FECHA** : 30/04/2019

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°10-pag.-10 de 10 , - UNHEVAL

COMPROBANTE DE PAGO: FACTURA ELECTRONICA E001-501

Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Dominguez M...
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA

56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 2.23 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 2.14 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 1.98 gr/cm ³ .	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. = 70.01 %
CBR a 0.1" = 70.01 %	CBR a 0.1" = 54.02 %	CBR a 0.1" = 30.27 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = 51.00 %
CBR a 0.2" = 88.64 %	CBR a 0.2" = 58.01 %	CBR a 0.2" = 28.95 %	

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Bach/Ing. Omar Gonzales Campos
 COORDINADOR CEPROBSA - FICA

ANEXO E: ENSAYO DE LOS ANGELES CAN. SAN ANDRES



PROYECTO : *TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"*

UBICACIÓN : *HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO*

MUESTRA : *CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE)*

SOLICITA : *BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO*

FECHA : *29/04/2019*

COMPROBANTE DE PAGO: *FACTURA ELECTRONICA E001-501*

INFORME CEGPyEM-FICA 2019/N°34-pag.-04 de 10 - UNHEVAL

ENSAYO DE LOS ÁNGELES

ASTM C 131
AASHTO T-96

TIPO DE ENSAYO "A"

PESO INICIAL			PESO FINAL		
<i>Peso de la Muestra Inicial</i>			<i>Peso Final de la Muestra</i>		
<i>Pasa el Tamiz</i>	<i>Retenido en el tamiz</i>	<i>Peso(gr)</i>	<i>Nro de Tamiz</i>	<i>Tamaño de abertura</i>	<i>Peso (gr)</i>
<i>1,1/2"</i>	<i>1"</i>	<i>1250.0</i>			
<i>1"</i>	<i>3/4"</i>	<i>1250.0</i>			
<i>3/4"</i>	<i>1/2"</i>	<i>1250.0</i>			
<i>1/2"</i>	<i>3/8"</i>	<i>1250.0</i>			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3147.00

Nº de esferas : 12.0
 Nº de revoluciones: 500.0
 Velocidad: 33.0 RPM

Desgaste de los agregados: 37.06%

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

 Bach/Ing. Omar Gonzales Campos
 COORDINADOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Antonio Dominguez
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA

ANEXO F: ENSAYO GRANULOMETRICO CAN. LA DESPENSA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

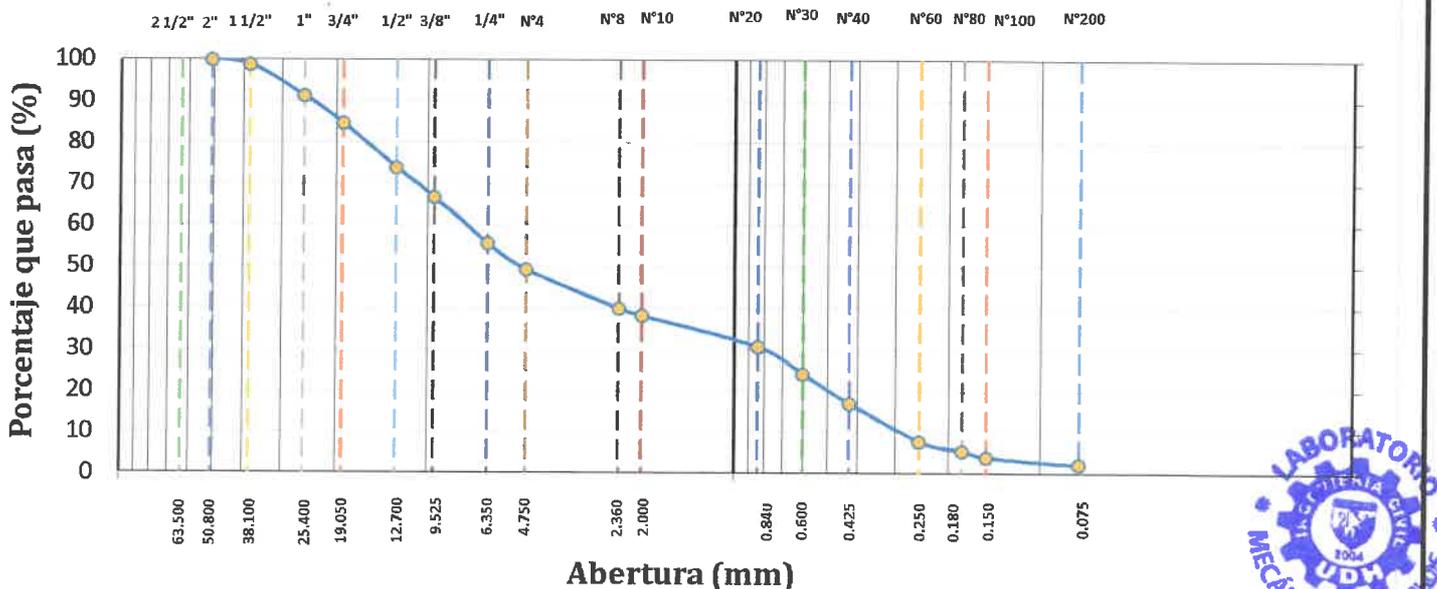
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 1

CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICA CIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE RIO PESO TOTAL 5000 gr. LIMITE LIQUIDO 14.96 % LIMITE PLASTICO N.P INDICE DE PLASTICIDAD N.P CONTENIDO DE HUMEDAD 6.14 % CLASIFICACIÓN SUCCS GP CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a(0) % DE GRAVA 50.64 % % DE ARENA 47.28 % % DE LIMO Y ARCILLA 2.09 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVA POBREMENTE GRADADA COEFICIENTES COEF. DE UNIFORMIDAD (Cu) 24.93 COEF. DE CURVATURA (Cc) 0.28
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	52.46	1.05	1.05	98.95	100 100	
1"	25.400	382.20	7.64	8.69	91.31	90 100	
3/4"	19.050	325.40	6.51	15.20	84.80	65 100	
1/2"	12.700	541.48	10.83	26.03	73.97		
3/8"	9.525	355.99	7.12	33.15	66.85	45 80	
1/4"	6.350	560.05	11.20	44.35	55.65		
Nº4	4.750	314.36	6.29	50.64	49.36	30 65	
Nº8	2.360	475.33	9.51	60.15	39.85		
Nº10	2.000	84.26	1.69	61.83	38.17	22 52	
Nº20	0.840	374.47	7.49	69.32	30.68		
Nº30	0.600	333.36	6.67	75.99	24.01		
Nº40	0.425	350.60	7.01	83.00	17.00	15 35	
Nº60	0.250	463.12	9.26	92.26	7.74		
Nº80	0.180	115.68	2.31	94.58	5.42		
Nº100	0.150	79.77	1.60	96.17	3.83	5 20	
Nº200	0.075	87.22	1.74	97.92	2.09		
CAZOLETA	0.000	104.25	2.09	100.00	0.00		
		5000.00	98.95				

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

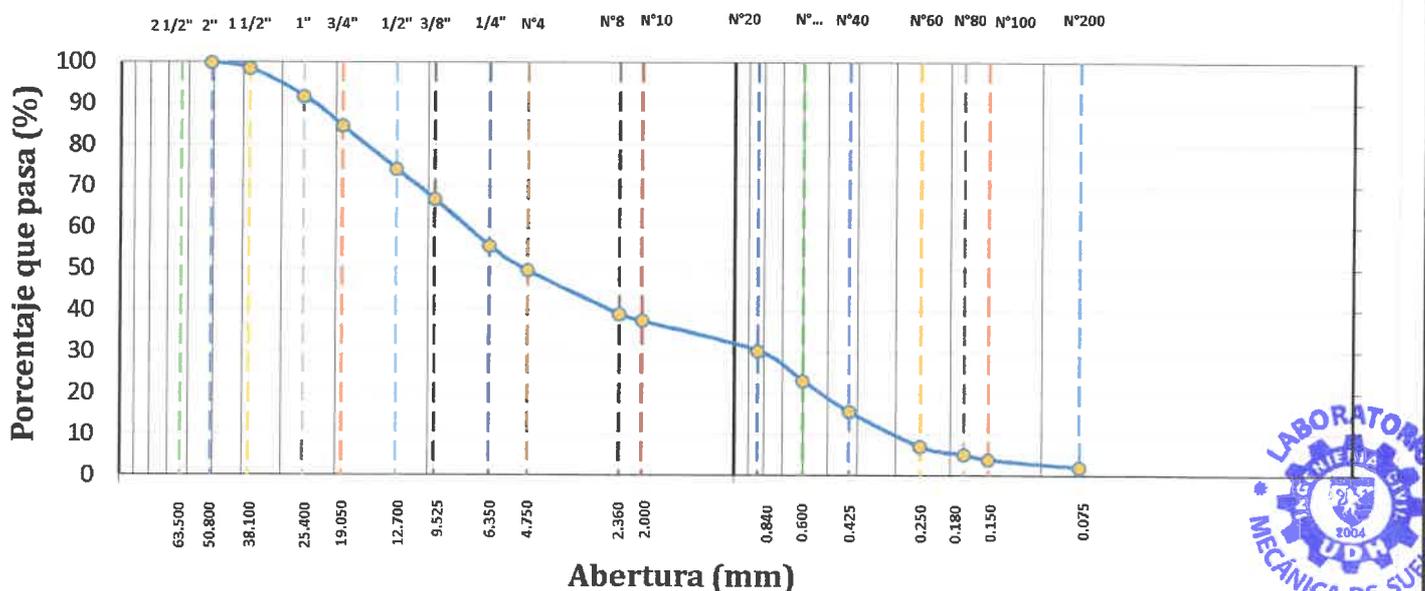
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 2

CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICA CIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE RIO PESO TOTAL 6000 gr. LIMITE LIQUIDO 15.30 % LIMITE PLASTICO N.P. INDICE DE PLASTICIDAD N.P. CONTENIDO DE HUMEDAD 6.04 % CLASIFICACIÓN SUCCS GP CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a(0) % DE GRAVA 50.28 % % DE ARENA 47.67 % % DE LIMO Y ARCILLA 2.06 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVA POBREMENTE GRADADA COEFICIENTES COEF. DE UNIFORMIDAD (Cu) 23.35 COEF. DE CURVATURA (Cc) 0.28
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	86.22	1.44	1.44	98.56	100 100	
1"	25.400	400.37	6.67	8.11	91.89	90 100	
3/4"	19.050	432.58	7.21	15.32	84.68	65 100	
1/2"	12.700	629.69	10.49	25.81	74.19		
3/8"	9.525	432.62	7.21	33.02	66.98	45 80	
1/4"	6.350	677.10	11.29	44.31	55.69		
Nº4	4.750	357.93	5.97	50.28	49.72	30 65	
Nº8	2.360	633.12	10.55	60.83	39.17		
Nº10	2.000	98.84	1.65	62.47	37.53	22 52	
Nº20	0.840	435.33	7.26	69.73	30.27		
Nº30	0.600	437.36	7.29	77.02	22.98		
Nº40	0.425	444.24	7.40	84.42	15.58	15 35	
Nº60	0.250	510.81	8.51	92.94	7.06		
Nº80	0.180	120.59	2.01	94.95	5.05		
Nº100	0.150	72.64	1.21	96.16	3.84	5 20	
Nº200	0.075	107.14	1.79	97.94	2.06		
CAZOLETA	0.000	123.42	2.06	100.00	0.00		
		6000.00	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

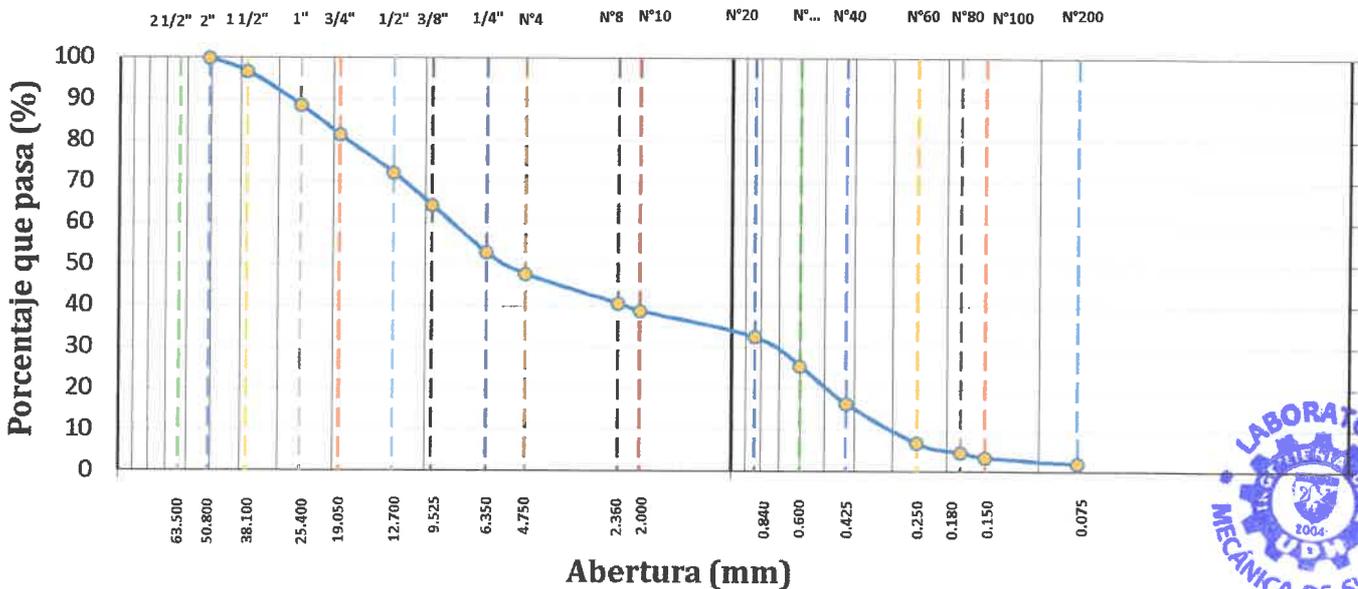
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 3

CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE RIO PESO TOTAL 7000 gr. LIMITE LIQUIDO 14.15 % LIMITE PLASTICO N.P INDICE DE PLASTICIDAD N.P CONTENIDO DE HUMEDAD 5.99 % CLASIFICACIÓN SUCCS GP CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a(0) % DE GRAVA 52.17 % % DE ARENA 45.85 % % DE LIMO Y ARCILLA 1.98 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVA POBREMENTE GRADADA COEFICIENTES COEF. DE UNIFORMIDAD (Cu) 25.75 COEF. DE CURVATURA (Cc) 0.21
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	224.57	3.21	3.21	96.79	100 100	
1"	25.400	578.31	8.26	11.47	88.53	90 100	
3/4"	19.050	495.62	7.08	18.55	81.45	65 100	
1/2"	12.700	642.33	9.18	27.73	72.27		
3/8"	9.525	549.76	7.85	35.58	64.42	45 80	
1/4"	6.350	798.19	11.40	46.98	53.02		
Nº4	4.750	363.27	5.19	52.17	47.83	30 65	
Nº8	2.360	499.50	7.14	59.31	40.69		
Nº10	2.000	125.79	1.80	61.10	38.90	22 52	
Nº20	0.840	439.91	6.28	67.39	32.61		
Nº30	0.600	491.05	7.02	74.40	25.60		
Nº40	0.425	634.59	9.07	83.47	16.53	15 35	
Nº60	0.250	676.81	9.67	93.14	6.86		
Nº80	0.180	161.00	2.30	95.44	4.56		
Nº100	0.150	82.13	1.17	96.61	3.39	5 20	
Nº200	0.075	98.92	1.41	98.03	1.98		
CAZOLETA	0.000	138.25	1.98	100.00	0.00		
		7000.00	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

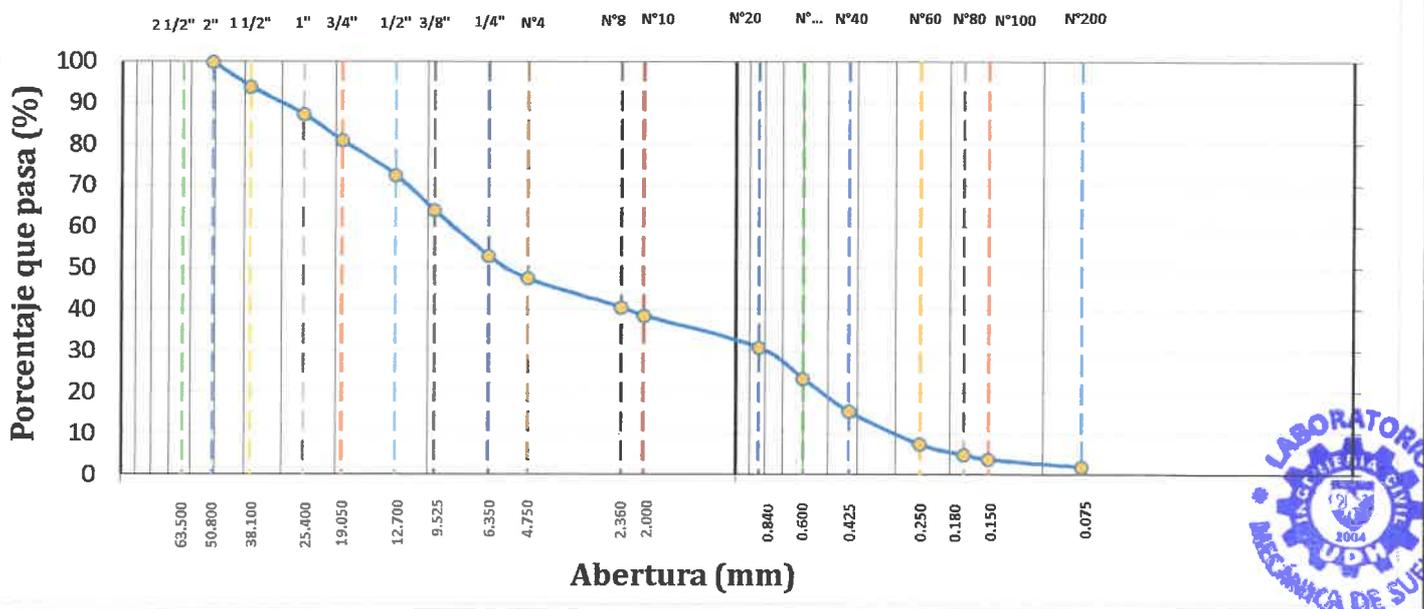
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 4

CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE RIO PESO TOTAL 8000 gr. LIMITE LIQUIDO 15.05 % LIMITE PLASTICO N.P INDICE DE PLASTICIDAD N.P CONTENIDO DE HUMEDAD 5.80 % CLASIFICACION SUCCS GP CLASIFICACION AASHTO A-1a(0) DENSIDAD MAXIMA SECA 2.21 gr/cm3 HUMEDAD OPTIMA 4.89 % CBR 0.1" (95%) 38.50 % CBR 0.1" (100%) 63.46 % ABRASION LOS ANGELES 20.26 % % DE GRAVA 52.44 % % DE ARENA 45.65 % % DE LIMO Y ARCILLA 1.92 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVA POBREMENTE GRADADA COEFICIENTES COEF. DE UNIFORMIDAD (Cu) 29.66 COEF. DE CURVATURA (Cc) 0.22
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	475.74	5.95	5.95	94.05	100 100	
1"	25.400	541.80	6.77	12.72	87.28	90 100	
3/4"	19.050	502.40	6.28	19.00	81.00	65 100	
1/2"	12.700	673.16	8.41	27.41	72.59		
3/8"	9.525	681.71	8.52	35.94	64.06	45 80	
1/4"	6.350	879.48	10.99	46.93	53.07		
Nº4	4.750	440.58	5.51	52.44	47.56	30 65	
Nº8	2.360	558.29	6.98	59.41	40.59		
Nº10	2.000	160.25	2.00	61.42	38.58	22 52	
Nº20	0.840	620.10	7.75	69.17	30.83		
Nº30	0.600	604.36	7.55	76.72	23.28		
Nº40	0.425	629.74	7.87	84.60	15.40	15 35	
Nº60	0.250	646.24	8.08	92.67	7.33		
Nº80	0.180	197.73	2.47	95.14	4.86		
Nº100	0.150	95.48	1.19	96.34	3.66		
Nº200	0.075	139.55	1.74	98.08	1.92	5 20	
CAZOLETA	0.000	153.39	1.92	100.00	0.00		
		8000.00	100.00				

CURVA GRANULOMÉTRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

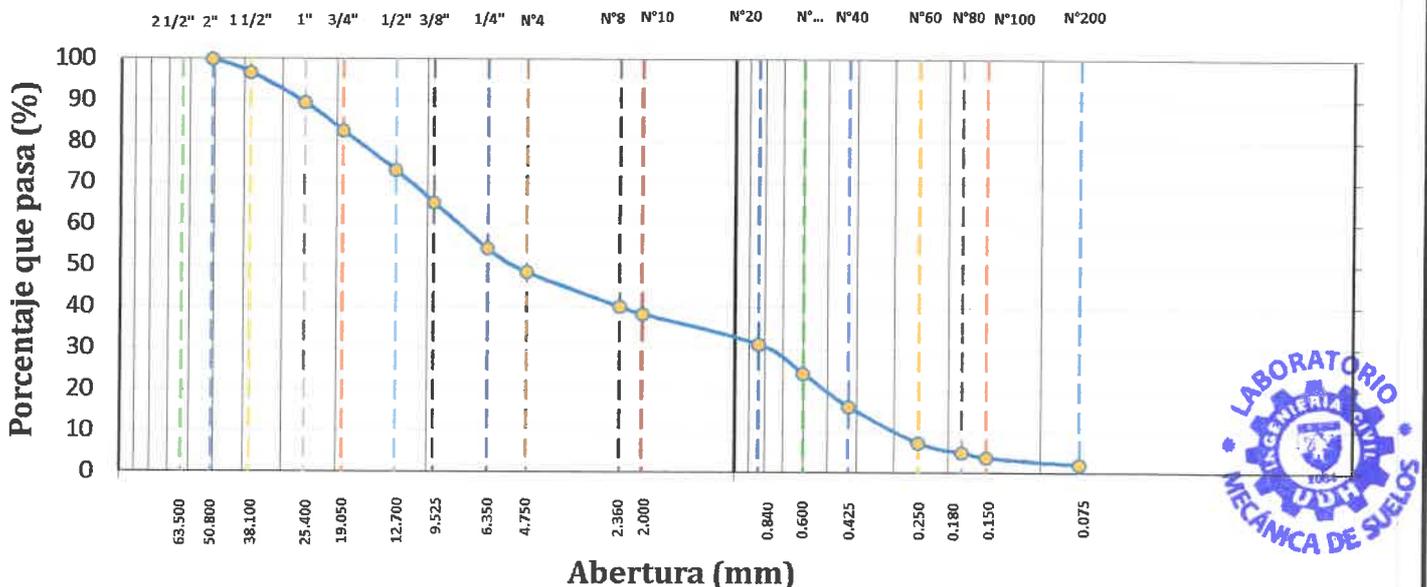
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : PROMEDIO

CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE RIO PESO TOTAL 6500 gr. LIMITE LIQUIDO 15.00 % LIMITE PLASTICO N.P INDICE DE PLASTICIDAD N.P CONTENIDO DE HUMEDAD 5.98 % CLASIFICACIÓN SUCCS GP CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a(0) % DE GRAVA 51.52 % % DE ARENA 46.48 % % DE LIMO Y ARCILLA 2.00 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVA POBREMENTE GRADADA COEFICIENTES COEF. DE UNIFORMIDAD (Cu) 25.14 COEF. DE CURVATURA (Cc) 0.25
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	209.75	3.23	3.23	96.77	100 100	
1"	25.400	475.67	7.32	10.54	89.46	90 100	
3/4"	19.050	439.00	6.75	17.30	82.70	65 100	
1/2"	12.700	621.67	9.56	26.86	73.14		
3/8"	9.525	505.02	7.77	34.63	65.37	45 80	
1/4"	6.350	728.71	11.21	45.84	54.16		
Nº4	4.750	369.04	5.68	51.52	48.48	30 65	
Nº8	2.360	541.56	8.33	59.85	40.15		
Nº10	2.000	117.29	1.80	61.66	38.34	22 52	
Nº20	0.840	467.45	7.19	68.85	31.15		
Nº30	0.600	466.53	7.18	76.03	23.97		
Nº40	0.425	514.79	7.92	83.95	16.05	15 35	
Nº60	0.250	574.25	8.83	92.78	7.22		
Nº80	0.180	148.75	2.29	95.07	4.93		
Nº100	0.150	82.51	1.27	96.34	3.66	5 20	
Nº200	0.075	108.21	1.66	98.00	2.00		
CAZOLETA	0.000	129.83	2.00	100.00	0.00		
		6500.00	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA



ANEXO G: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG CAN. LA DESPENSA



LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

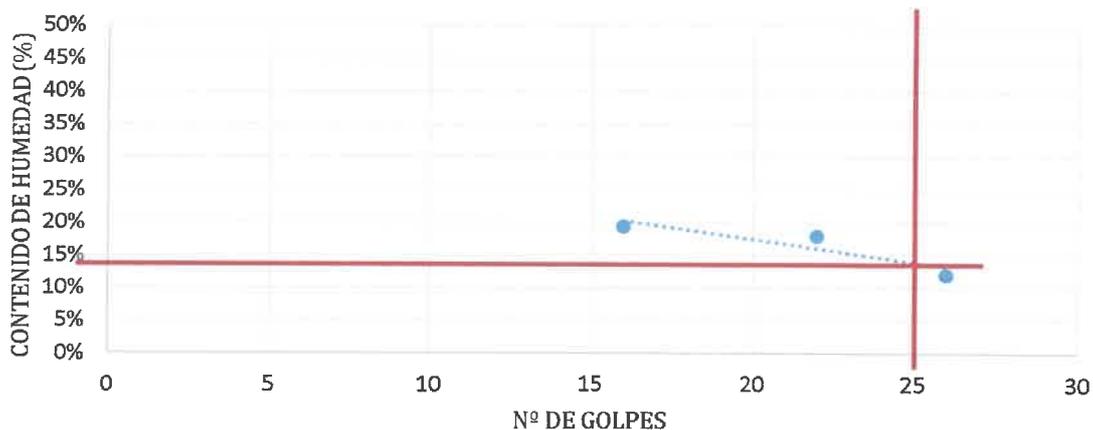
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **1**

CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-8	A-9	A-10
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	38.80	41.75	46.42
Peso de la capsula + M. seca (gr)	37.20	39.80	44.54
Peso del agua (gr)	1.60	1.95	1.88
Peso de la Muestra seca (gr)	8.20	10.80	15.54
Contenido de Humedad (%)	19.51	18.06	12.10
Nº de golpes	16	22	26

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	-	-	-
Peso de la capsula (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. seca (gr)	-	-	-
Peso del agua (gr)	-	-	-
Peso de la Muestra seca (gr)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-
Promedo C. de humedad (%)	-	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	14.96
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE RIO
	(4 - 9) %





LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

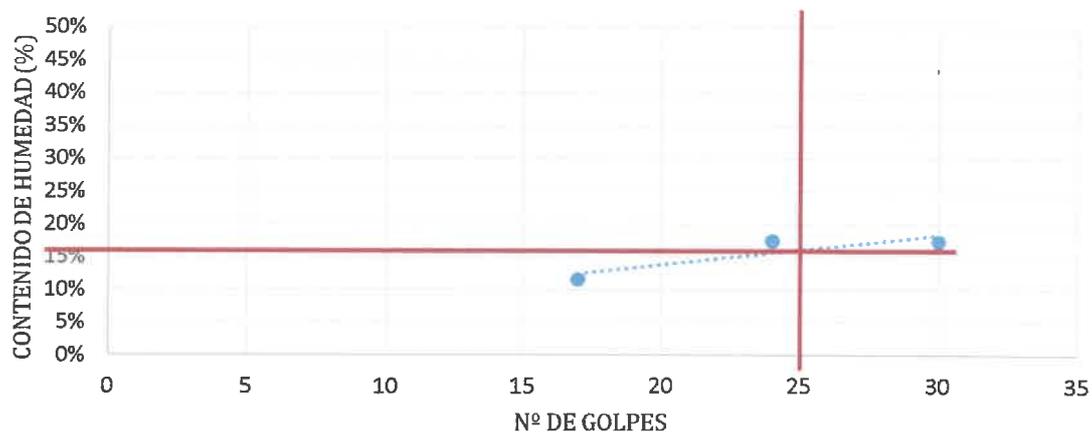
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 2

CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-11	A-12	A-13
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	44.74	40.66	41.64
Peso de la capsula + M. seca (gr)	43.10	38.92	39.76
Peso del agua (gr)	1.64	1.74	1.88
Peso de la Muestra seca (gr)	14.10	9.92	10.76
Contenido de Humedad (%)	11.63	17.54	17.47
Nº de golpes	17	24	30

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	-	-	-
Peso de la capsula (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. seca (gr)	-	-	-
Peso del agua (gr)	-	-	-
Peso de la Muestra seca (gr)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-
Promedo C. de humedad (%)	-	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	15.30
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE RIO
	(4 - 9) %





LIMITES DE ATTERBERG

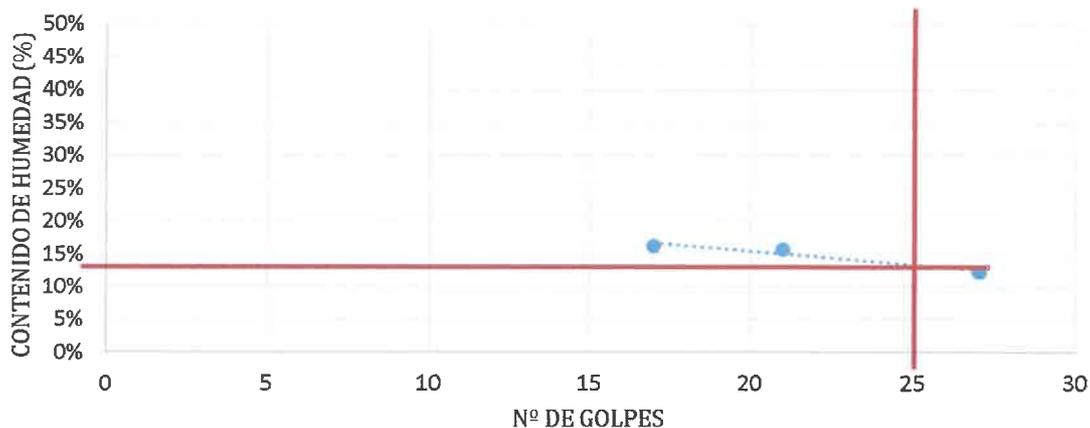
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 3
CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-14	A-15	A-16
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	41.64	42.52	43.24
Peso de la capsula + M. seca (gr)	39.87	40.68	41.68
Peso del agua (gr)	1.77	1.84	1.56
Peso de la Muestra seca (gr)	10.87	11.68	12.68
Contenido de Humedad (%)	16.28	15.75	12.30
Nº de golpes	17	21	27

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	-	-	-
Peso de la capsula (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. seca (gr)	-	-	-
Peso del agua (gr)	-	-	-
Peso de la Muestra seca (gr)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-
Promedo C. de humedad (%)	-	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	14.15
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE RIO
	(4 - 9) %





LIMITES DE ATTERBERG

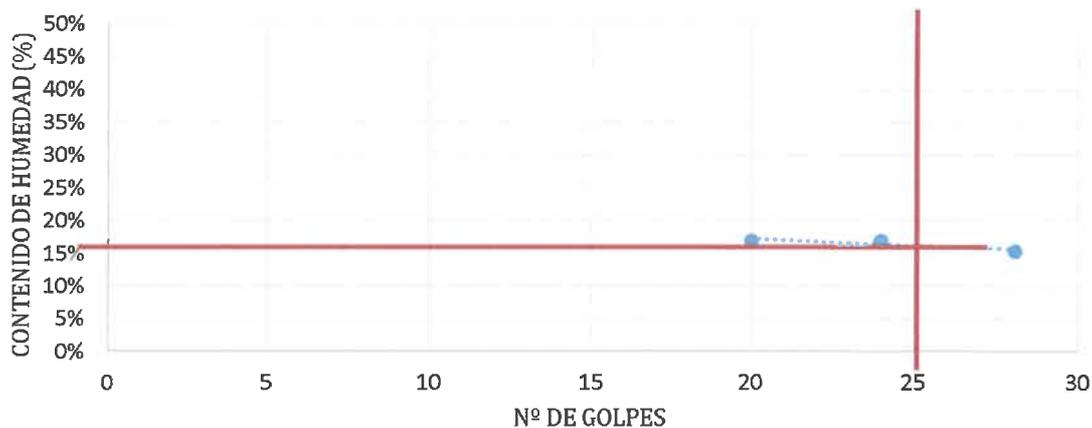
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 4
CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-17	A-18	A-19
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	42.52	41.47	41.46
Peso de la capsula + M. seca (gr)	40.56	39.66	39.80
Peso del agua (gr)	1.96	1.81	1.66
Peso de la Muestra seca (gr)	11.56	10.66	10.80
Contenido de Humedad (%)	16.96	16.98	15.37
Nº de golpes	20	24	28

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	-	-	-
Peso de la capsula (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. seca (gr)	-	-	-
Peso del agua (gr)	-	-	-
Peso de la Muestra seca (gr)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-
Promedo C. de humedad (%)	-	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	15.05
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE RIO
	(4 - 9) %





LIMITES DE ATTERBERG

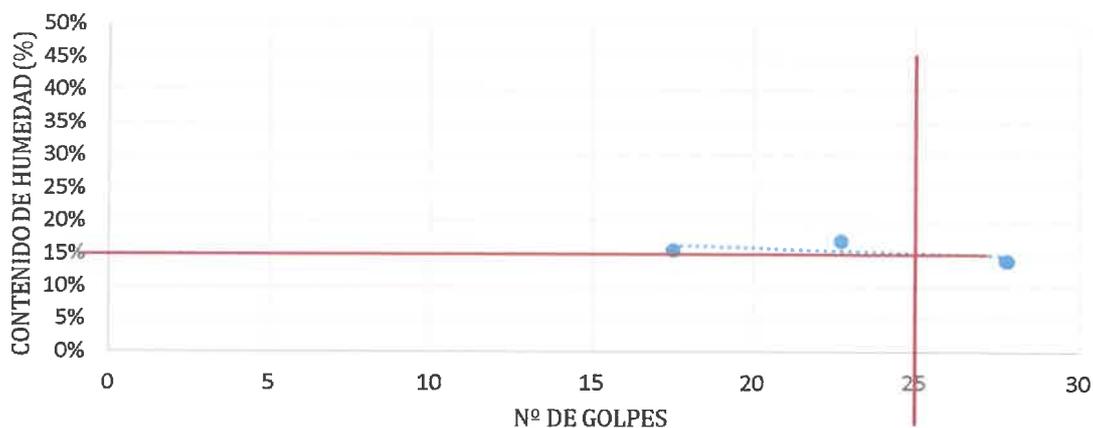
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **PROMEDIO**
CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO		
	Promedio 1	Promedio 2	Promedio 3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	1	2	3
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	41.93	41.60	43.19
Peso de la capsula + M. seca (gr)	40.18	39.77	41.45
Peso del agua (gr)	1.74	1.84	1.75
Peso de la Muestra seca (gr)	11.18	10.77	12.45
Contenido de Humedad (%)	15.58	17.05	14.02
Nº de golpes	18	23	28

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	-	-	-
Peso de la capsula (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	-	-	-
Peso de la capsula + M. seca (gr)	-	-	-
Peso del agua (gr)	-	-	-
Peso de la Muestra seca (gr)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-
Promedo C. de humedad (%)	-	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	15.00
LIMITE PLASTICO	N.P
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE RIO
	(4 - 9) %



ANEXO H: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD CAN. LA DESPENSA



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M-1

CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	318.64			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	300.20			
Peso del agua (gr)	18.44			
Peso de la Muestra seca (gr)	300.20			
Humedad Natural (%)	6.14			





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M-2
CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	420.40			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	396.46			
Peso del agua (gr)	23.94			
Peso de la Muestra seca (gr)	396.46			
Humedad Natural (%)	6.04			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M-3
CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	380.45			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	358.94			
Peso del agua (gr)	21.51			
Peso de la Muestra seca (gr)	358.94			
Humedad Natural (%)	5.99			





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M-4
CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	438.00			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	413.98			
Peso del agua (gr)	24.02			
Peso de la Muestra seca (gr)	413.98			
Humedad Natural (%)	5.80			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : PROMEDIO

CANTERA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	PROMEDIO			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	389.37			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	367.40			
Peso del agua (gr)	21.98			
Peso de la Muestra seca (gr)	367.40			
Promedio de Humedad (%)	5.98			



ANEXO I: ENSAYO CBR CAN. LA DESPENSA



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

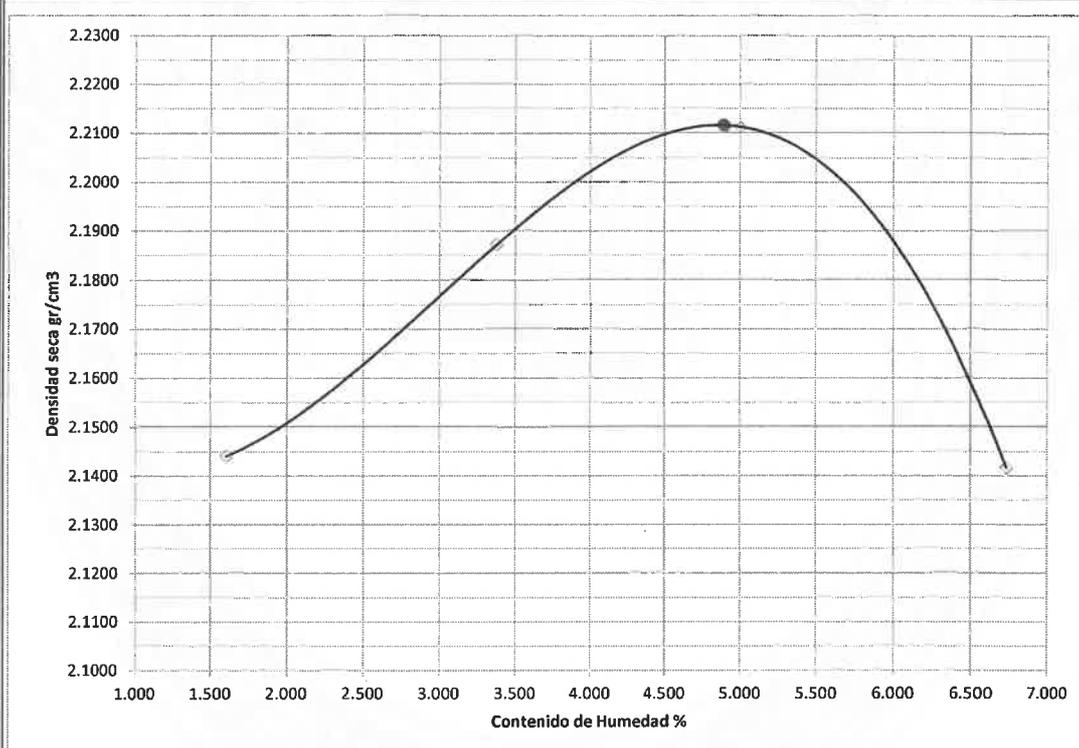
MUESTRA : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM 10+ 900 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) **MÉTODO: C**

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°34-pag.-02 de 10, - UNHEVAL

COMPROBANTE DE PAGO: FACTURA ELECTRONICA E001-501

FECHA : 29/04/2019

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	10765.0	10940.0	11069.0	10992.0				
PESO DEL MOLDE	gr.	6156	6156	6156	6156				
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	4609.0	4784.0	4913.0	4836.0				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/c ³ .	2.178	2.261	2.322	2.285				
Nº DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8
DETERMINACIÓN		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	590.55	590.55	580.41	580.41	571.41	571.41	562.20	562.20
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	9.45	9.45	19.59	19.59	28.59	28.59	37.80	37.80
PESO MUESTRA SECA	gr.	590.55	590.55	580.410	580.410	571.41	571.41	562.20	562.20
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.600	1.600	3.375	3.375	5.003	5.003	6.724	6.724
HUMEDAD PROMEDIO	%	1.600		3.375		5.003		6.724	
DENSIDAD SECA	gr/c ³ .	2.1438		2.1870		2.2112		2.1415	



Densidad Máxima Seca : 2.212 gr/cm³.

Humedad Optima : 4.89 %

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

[Signature]

Bach./Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

[Signature]

Ing. Antonio Francisco Medina
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

HUANUCO-PERÚ

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

SONDEO : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM 10+ 900 DE LA

: CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE)

FECHA : abr-19

COMPROBANTE DE PAGO : FACTURA ELECTRONICA E001-501

INFORME CEGP/EM-FICA 2019-Nº34-pag.-05 de 10, - UNHEVAL

Observación : Muestra proporcionada por el solicitante

MUESTRA		01		02		03							
Nº DE MOLDE		06		05		04							
Nº DE CAPAS		05		05		05							
Nº DE GOLPESPOR CAPA		56		25		10							
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SIN SUMERGIR		SIN SUMERGIR							
CONDICIÓN		SUMERGIDO		SUMERGIDO		SUMERGIDO							
Peso del molde + suelo humedo A	gr.	12,420.00	12,512.00	12,195.00	12,322.00	12,040.00	12,306.00						
Peso del molde B	gr.	7,528.00	7,528.00	7,504.00	7,504.00	7,520.00	7,520.00						
Peso del suelo humedo C=A-B	gr.	4,892.00	4,984.00	4,691.00	4,818.00	4,520.00	4,786.00						
Volumen del suelo D	cm ³ .	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01						
Densidad humeda E=C/D	gr/cc	2.31	2.36	2.22	2.28	2.14	2.26						
Humedad L	%	4.73		4.98		5.07							
Densidad seca M=E/(1+L/100)	gr/cc	2.207		2.112		2.033							
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nº DE TARA		107	106	118	109	102	103	116	117	118	117	116	114
Peso tara + suelo humedo F	gr.	500.000	500.000			500.000	500.000			500.000	500.000		
Peso tara + suelo seco G	gr.	477.420	477.420			476.287	476.287			475.890	475.890		
Peso de la tara H	gr.	0.000	0.000			0.000	0.000			0.000	0.000		
Peso del agua I= F-G	gr.	22.580	22.580			23.713	23.713			24.110	24.110		
Peso de los solidos J= G-H	gr.	477.420	477.420			476.287	476.287			475.890	475.890		
humedad K=I/J*100	%	4.730	4.730			4.979	4.979			5.066	5.066		
Promedio de humedad L=(K1+K2/2)	%	4.73		4.98		5.07							

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION			EXPANSION			LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%	42	m.m.	%	m.m.		%	
		0 h	0+00			0+00			0+00			
		24 h	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00	
		48 h	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00	
		72 h	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00	0+00	0.00	0.00	

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION		
		Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
0.025	25.0	232.5	77.5	161.2	11	122.2	40.7	89.9	7	90.7	30.2	88.9
0.050	71.0	594.8	198.3	309.4	49	421.5	140.5	189.7	32	287.6	95.9	173.3
0.075	132.0	1075.4	358.5	480.5	87	720.9	240.3	306.4	65	547.6	182.5	222.4
0.100	199.0	1603.2	534.4	634.6	138	1122.7	374.2	417.6	82	681.5	227.2	245.9
0.150	309.0	2469.8	823.3	914.3	205	1650.5	550.2	598.7	98	807.5	269.2	278.6
0.200	409.0	3257.6	1085.9	1167.8	280	2241.3	747.1	786.0	106	870.6	290.2	300.8
0.250	499.0	3966.6	1322.2	1400.5	340	2714.0	904.7	924.1	115	941.5	313.8	319.7
0.300	585.0	4644.1	1548.0	1585.8	370	2950.3	983.4	997.0	120	980.9	327.0	329.9
0.400	668.0	5298.0	1766.0	1798.8	412	3281.2	1093.7	1102.8	125	1020.3	340.1	344.2
0.500	740.0	5865.2	1955.1	1987.8	440	3501.8	1167.3	1176.3	132	1075.4	358.5	362.6

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
[Signature]
Bach./Ing. Omar Gonzales Campos
COORDINADOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
[Signature]
Ing. Américo Domínguez Muñoz
DIRECTOR CEPROBSA - FICA



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

HUANUCO-PERÚ

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA- MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

SONDEO : CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM 10+ 900 DE LA

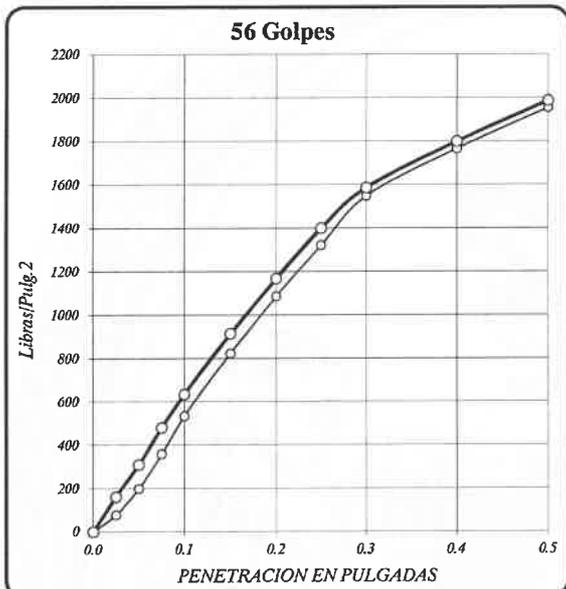
: CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE)

FECHA : abr-19

COMPROBANTE DE PAGO: FACTURA ELECTRONICA E001-501

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°34-pag.-06 de 10, - UNHEVAL

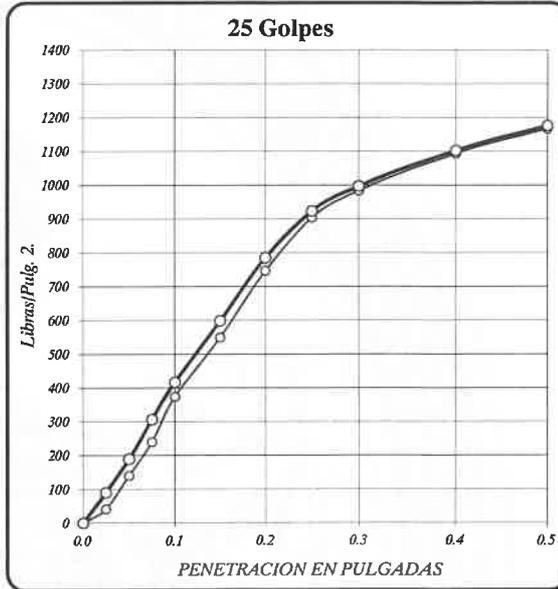
Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante



DENSIDAD SECA = 2.207 gr/cm³.

CBR a 0.1" = 63.46 %

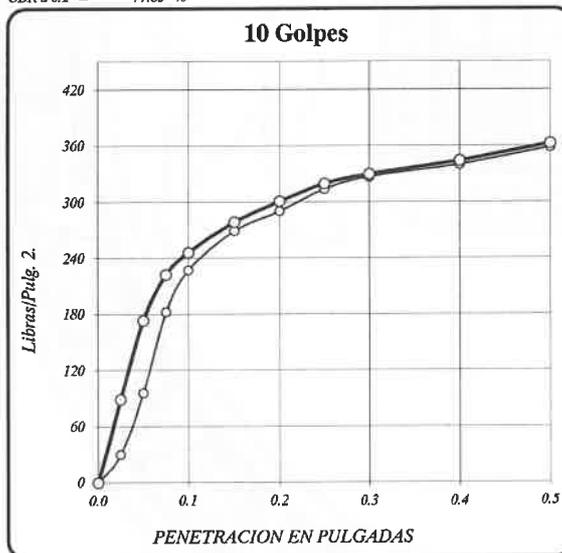
CBR a 0.2" = 77.85 %



DENSIDAD SECA = 2.112 gr/cm³.

CBR a 0.1" = 41.76 %

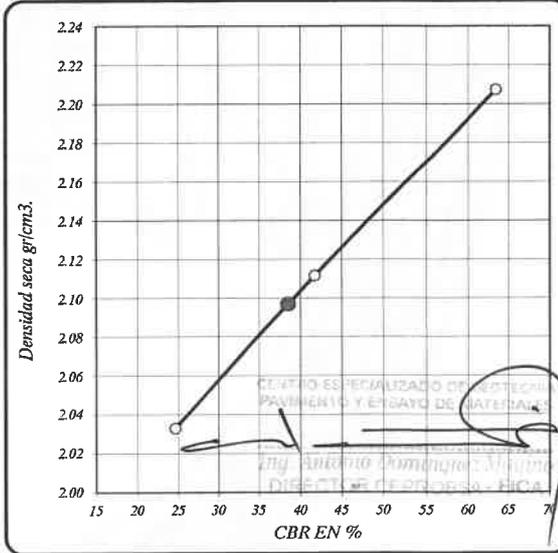
CBR a 0.2" = 52.40 %



DENSIDAD SECA = 2.033 gr/cm³.

CBR a 0.1" = 24.59 %

CBR a 0.2" = 20.05 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

CBR CON 56 GOLFES = 63.46 % 2.21 gr/cm³.

CBR CON 25 GOLFES = 41.76 % 2.11 gr/cm³.

CBR CO 10 GOLFES = 24.59 % 2.03 gr/cm³.

CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX = 63.46 %

CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX = 38.50 %

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

[Signature]

Bach/Ing. Oscar Gonzales Campos
COORDINADOR CEPROBSA - FICA



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

HUANUCO-PERÚ

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



0

ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA- MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM 10+ 900 DE LA

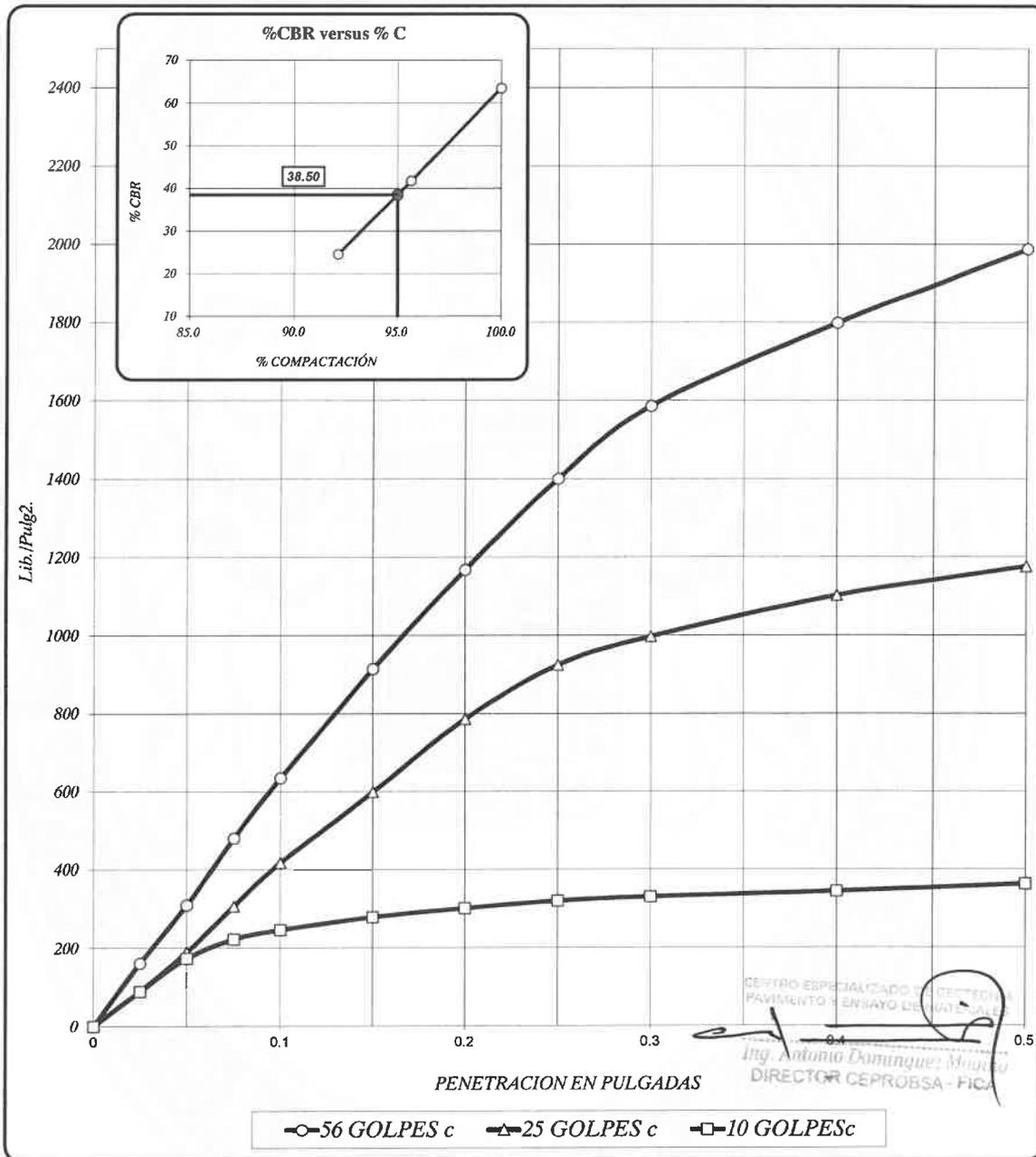
CALICATA : CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE)

FECHA : 30/04/2019

COMPROBANTE DE PAGO: FACTURA ELECTRONICA E001-501

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°34-pag.-07 de 10, - UNHEVAL

Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Antonio Dominguez Moya
DIRECTOR CEPROBSA - FICA

56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 2.21 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 2.11 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 2.03 gr/cm ³ .	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX = 63.46 %
CBR a 0.1" = 63.46 %	CBR a 0.1" = 41.76 %	CBR a 0.1" = 24.59 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX = 38.50 %
CBR a 0.2" = 77.85 %	CBR a 0.2" = 52.40 %	CBR a 0.2" = 20.05 %	

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Bach/Ing. Omar Gonzales Campos
COORDINADOR CEPROBSA - FICA

ANEXO J: ENSAYO DE LOS ANGELES LA DESPENSA



PROYECTO : *TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"*

UBICACIÓN : *HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO*

MUESTRA : *CANTERA LA DESPENSA (PROGRESIVA KM 10+ 900 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE)*

SOLICITA : *BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO*

FECHA : *29/04/2019*

COMPROBANTE DE PAGO: *FACTURA ELECTRONICA E001-501*

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-Nº34-pag.-03 de 10, - UNHEVAL

ENSAYO DE LOS ÁNGELES

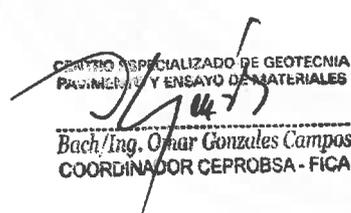
ASTM C 131
AASHTO T-96

TIPO DE ENSAYO "A"

PESO INICIAL			PESO FINAL		
Peso de la Muestra Inicial			Peso Final de la Muestra		
Pasa el Tamiz	Retenido en el tamiz	Peso(gr)	Nro de Tamiz	Tamaño de abertura	Peso(gr)
1,1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	Nº 12	(1.70mm)	3987.00

Nº de esferas : 12.0
 Nº de revoluciones: 500.0
 Velocidad: 33.0 RPM

Desgaste de los agregados: 20.26%


 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Bach/Ing. Oscar Gonzales Campos
 COORDINADOR CEPROBSA - FICA


 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Dominguez Moya
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA

ANEXO K: ENSAYO GRANULOMETRICO MEZCLA 90%+10%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

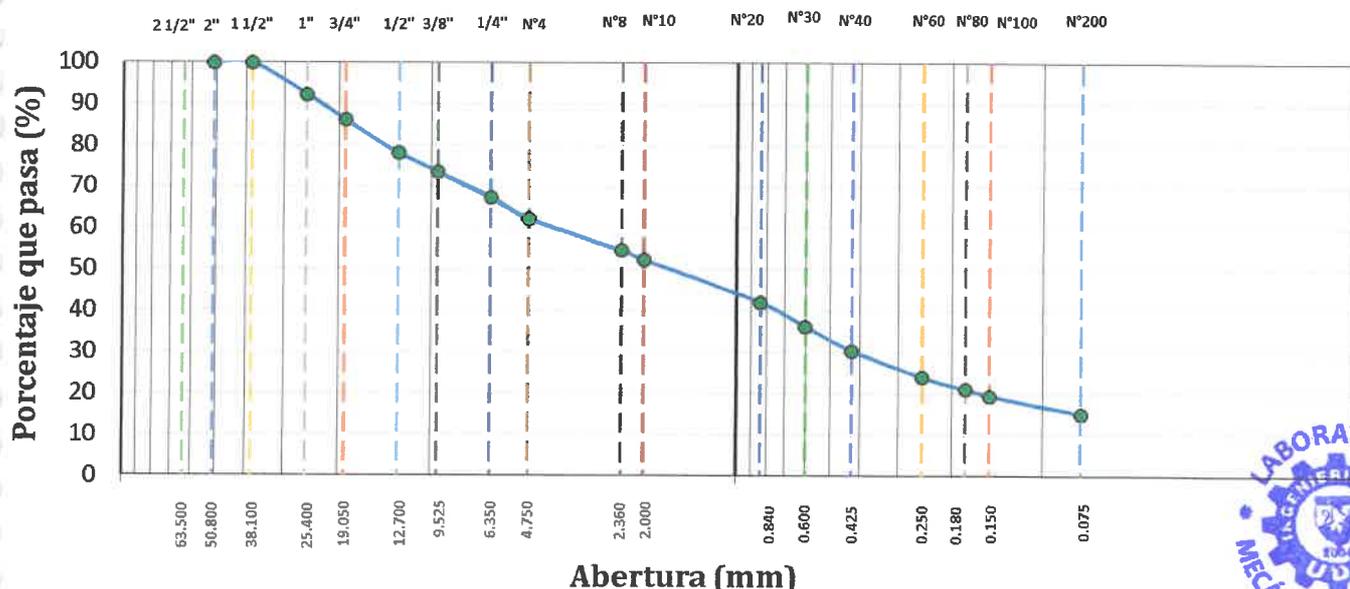
RESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 1

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL: 5000.00 gr LIMITE LIQUIDO: 21.50 % LIMITE PLASTICO: 16.99 % INDICE DE PLASTICIDAD: 4.51 % CONTENIDO DE HUMEDAD: 17.02 % CLASIFICACIÓN SUCCS: SC - SM CLASIFICACIÓN AASHTO: A-1b (0) % DE GRAVA: 37.61 % % DE ARENA: 47.27 % % DE LIMO Y ARCILLA: 15.13 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	382.30	7.65	7.65	92.35	90 100	
3/4"	19.050	303.40	6.07	13.71	86.29	65 100	
1/2"	12.700	402.49	8.05	21.76	78.24		
3/8"	9.525	230.32	4.61	26.37	73.63	45 80	
1/4"	6.350	306.60	6.13	32.50	67.50		
Nº4	4.750	255.17	5.10	37.61	62.39	30 65	
Nº8	2.360	387.24	7.74	45.35	54.65		
Nº10	2.000	116.22	2.32	47.67	52.33	22 52	
Nº20	0.840	511.95	10.24	57.91	42.09		
Nº30	0.600	295.53	5.91	63.82	36.18		
Nº40	0.425	287.40	5.75	69.57	30.43	15 35	
Nº60	0.250	322.95	6.46	76.03	23.97		
Nº80	0.180	145.00	2.90	78.93	21.07		
Nº100	0.150	79.83	1.60	80.53	19.47		
Nº200	0.075	217.20	4.34	84.87	15.13	5 20	
PAZOLETA	0.000	756.40	15.13	100.00	0.00		
		5000.00 gr	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.18%

CURVA GRANULOMÉTRICA

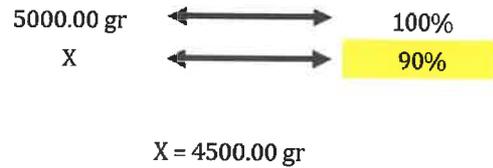


1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPÍRICA EN UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

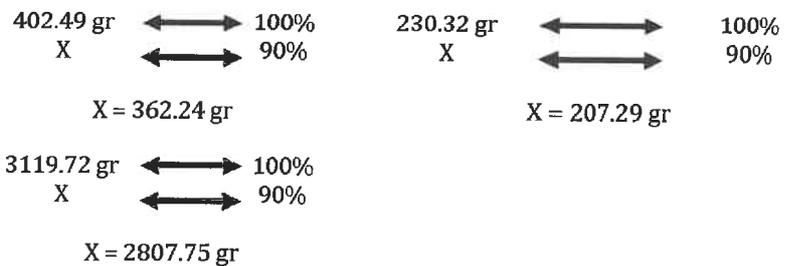
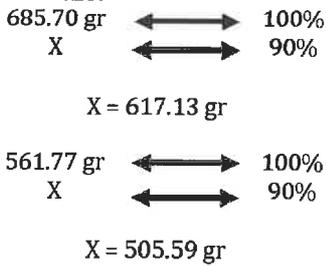
1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 90 %

TAMIZ

1 1/2"; 1"; 3/4" =		685.70 gr	
1/2"; 3/8"	402.49	230.32	632.81 gr
1/4"; #4	=		561.77 gr
FINO	=		3119.72 gr
			<hr/>
			5000.00 gr



ENTONCES:

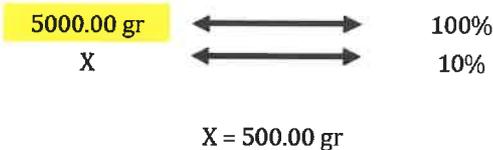


ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 90% SERIA:

TAMIZ

1 1/2"; 1"; 3/4" =		617.13 gr	
1/2"; 3/8"	362.24	207.29	569.53 gr
1/4"; #4	=		505.59 gr
FINO	=		2807.75 gr
			<hr/>
			4500.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 10 % - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"



1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 90 % (CANTERA DE CERRO) + 10 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

1 1/2"; 1"; 3/4" =			617.13 gr
1/2"; 3/8"	362.24	207.29	500.00
1/4"; #4	=		505.59 gr
FINO	=		2807.75 gr
			<hr/>
			5000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 90 % (CANTERA DE CERRO) + 10 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 1 1/2"; 1": 3/4"

1"	382.30 gr	↔	X1
3/4"	303.40 gr	↔	X2
	<u>685.70 gr</u>		<u>617.13 gr</u>

685.70 gr	↔	100.00 %
617.13 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

382.30 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 344.07 gr

303.40 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 273.06 gr

TOTAL = 617.13 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	402.49 gr	↔	X1
3/8"	230.32 gr	↔	X2
	<u>632.81 gr</u>		<u>569.53 gr</u>

632.81 gr	↔	100.00 %
569.53 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

402.49 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 362.24 gr

230.32 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 207.29 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	362.241
1/2" RIO	500.00
	X1 = 862.24 gr

TOTAL = 1069.53 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	306.60 gr	↔	X1
#4	255.17 gr	↔	X2
	<u>561.77 gr</u>		<u>505.59 gr</u>

561.77 gr	↔	100.00 %
505.59 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

306.60 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 275.94 gr

255.17 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 229.65 gr

TOTAL = 505.59 gr

1.4.3.- FINOS

#8	387.24 gr	↔	X1
#10	116.22 gr	↔	X2
#20	511.95 gr	↔	X3
#30	295.53 gr	↔	X4
#40	287.40 gr	↔	X5
#60	322.95 gr	↔	X6
#80	145.00 gr	↔	X7
#100	79.83 gr	↔	X8
#200	217.20 gr	↔	X9
CAZOL.	756.40 gr	↔	X10
	<u>3119.72 gr</u>		<u>2807.75 gr</u>

ENTONCES:

387.24 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 348.52 gr
116.22 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 104.60 gr
511.95 gr	↔	100.00 %
X3	↔	90.00 %
		X3 = 460.76 gr
295.53 gr	↔	100.00 %
X4	↔	90.00 %
		X4 = 265.98 gr
287.40 gr	↔	100.00 %
X5	↔	90.00 %
		X5 = 258.66 gr

322.95 gr	↔	100.00 %
X6	↔	90.00 %
		X6 = 290.66 gr
145.00 gr	↔	100.00 %
X7	↔	90.00 %
		X7 = 130.50 gr
79.83 gr	↔	100.00 %
X8	↔	90.00 %
		X8 = 71.85 gr
217.20 gr	↔	100.00 %
X9	↔	90.00 %
		X9 = 195.48 gr
756.40 gr	↔	100.00 %
X10	↔	90.00 %
		X10 = 680.76 gr

TOTAL =



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

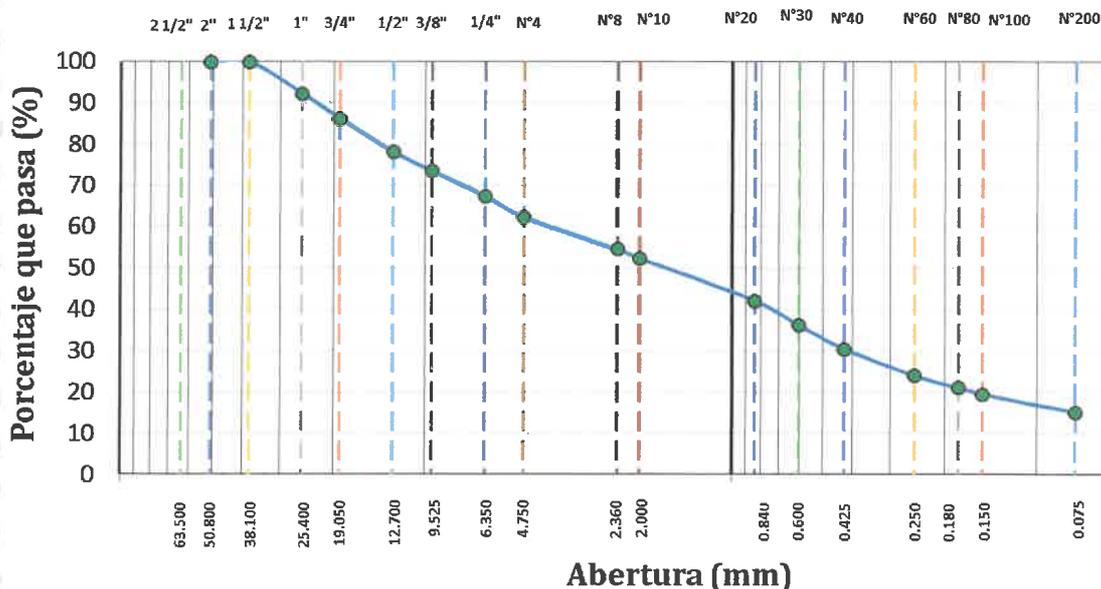
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **1**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						CANTERA DE CERRO	
2 1/2"	63.500							
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100		PESO TOTAL 5000.00 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100		LIMITE LIQUIDO 21.95 %
1"	25.400	344.07	6.88	6.88	93.12	90 100		LIMITE PLASTICO 17.02 %
3/4"	19.050	273.06	5.46	12.34	87.66	65 100		INDICE DE PLASTICIDAD 4.93 %
1/2"	12.700	862.24	17.24	29.59	70.41			CONTENIDO DE HUMEDAD 16.06 %
3/8"	9.525	207.29	4.15	33.73	66.27	45 80		CLASIFICACIÓN SUCCS SM - SC
1/4"	6.350	275.94	5.52	39.25	60.75			CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0)
Nº4	4.750	229.65	4.59	43.85	56.15	30 65		% DE GRAVA 43.85 %
Nº8	2.360	348.52	6.97	50.82	49.18		% DE ARENA 42.54 %	
Nº10	2.000	104.60	2.09	52.91	47.09	22 52	% DE LIMO Y ARCILLA 13.62 %	
Nº20	0.840	460.76	9.22	62.12	37.88			
Nº30	0.600	265.98	5.32	67.44	32.56			
Nº40	0.425	258.66	5.17	72.62	27.38	15 35		
Nº60	0.250	290.66	5.81	78.43	21.57			
Nº80	0.180	130.50	2.61	81.04	18.96			
Nº100	0.150	71.85	1.44	82.48	17.52			
Nº200	0.075	195.48	3.91	86.38	13.62	5 20		
LAZOLETA	0.000	680.76	13.62	100.00	0.00			
		5000.00 gr	100.00					

CURVA GRANULOMÉTRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

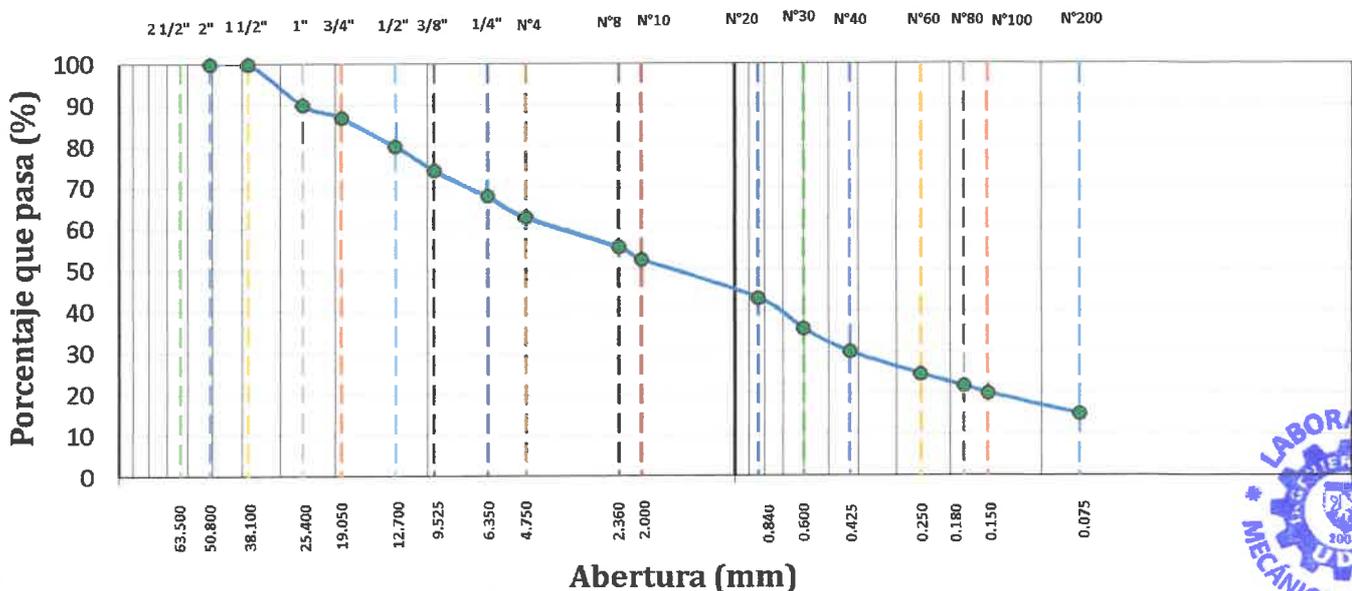
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 2

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 6000.00 gr LIMITE LIQUIDO 25.82 % LIMITE PLASTICO 21.13 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.69 % CONTENIDO DE HUMEDAD 17.05 % CLASIFICACION SUCCS SC - SM CLASIFICACION AASHTO A-1b (0) % DE GRAVA 37.07 % % DE ARENA 47.88 % % DE LIMO Y ARCILLA 15.05 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	594.30	9.91	9.91	90.10	90 100	
3/4"	19.050	184.00	3.07	12.97	87.03	65 100	
1/2"	12.700	415.08	6.92	19.89	80.11		
3/8"	9.525	350.83	5.85	25.74	74.26	45 80	
1/4"	6.350	372.66	6.21	31.95	68.05		
Nº4	4.750	307.26	5.12	37.07	62.93	30 65	
Nº8	2.360	441.00	7.35	44.42	55.58		
Nº10	2.000	180.12	3.00	47.42	52.58	22 52	
Nº20	0.840	564.97	9.42	56.84	43.16		
Nº30	0.600	448.99	7.48	64.32	35.68		
Nº40	0.425	332.15	5.54	69.86	30.14	15 35	
Nº60	0.250	326.02	5.43	75.29	24.71		
Nº80	0.180	173.05	2.88	78.17	21.83		
Nº100	0.150	105.55	1.76	79.93	20.07		
Nº200	0.075	300.78	5.01	84.95	15.05	5 20	
CAZOLETA	0.000	903.24	15.05	100.00	0.00		
		6000.00 gr	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.95%

CURVA GRANULOMETRICA



1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 90 %

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		778.30 gr	
1/2"; 3/8"	415.08	350.83	765.91 gr
1/4"; #4	=		679.92 gr
FINO	=		3775.87 gr
			<hr/>
			6000.00 gr

6000.00 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 5400.00 gr		

ENTONCES:

778.30 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 700.47 gr		

415.08 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 373.57 gr		

350.83 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 315.75 gr		

679.92 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 611.93 gr		

3775.87 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 3398.28 gr		

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 90% SERIA:

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		700.47 gr	
1/2"; 3/8"	373.57	315.75	689.32 gr
1/4"; #4	=		611.93 gr
FINO	=		3398.28 gr
			<hr/>
			5400.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 10 % - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

6000.00 gr	↔	100%
X	↔	10%
X = 600.00 gr		

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 90 % (CANTERA DE CERRO) + 10 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =			700.47 gr
1/2"; 3/8"	373.57	315.75	600.00
1/4"; #4	=		611.93 gr
FINO	=		3398.28 gr
			<hr/>
			6000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 90 % (CANTERA DE CERRO) + 10 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 1 1/2"; 1": 3/4"

1"	594.30 gr	↔	X1
3/4"	184.00 gr	↔	X2
	<u>778.30 gr</u>		<u>700.47 gr</u>

778.30 gr	↔	100.00 %
700.47 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

594.30 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 534.87 gr

184.00 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 165.60 gr

TOTAL = 700.47 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	415.08 gr	↔	X1
3/8"	350.83 gr	↔	X2
	<u>765.91 gr</u>		<u>689.32 gr</u>

765.91 gr	↔	100.00 %
689.32 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

415.08 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 373.57 gr

350.83 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 315.75 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	373.572
1/2" RIO	600.00
	X1 = 973.57 gr

TOTAL = 1289.32 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	372.66 gr	↔	X1
#4	307.26 gr	↔	X2
	<u>679.92 gr</u>		<u>611.93 gr</u>

679.92 gr	↔	100.00 %
611.93 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

372.66 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 335.39 gr

307.26 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 276.53 gr

TOTAL = 611.93 gr

1.4.3.- FINOS

#8	441.00 gr	↔	X1
#10	180.12 gr	↔	X2
#20	564.97 gr	↔	X3
#30	448.99 gr	↔	X4
#40	332.15 gr	↔	X5
#60	326.02 gr	↔	X6
#80	173.05 gr	↔	X7
#100	105.55 gr	↔	X8
#200	300.78 gr	↔	X9
CAZOL.	903.24 gr	↔	X10
	<u>3775.87 gr</u>		<u>3398.28 gr</u>

ENTONCES:

441.00 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 396.90 gr
180.12 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 162.11 gr
564.97 gr	↔	100.00 %
X3	↔	90.00 %
		X3 = 508.47 gr
448.99 gr	↔	100.00 %
X4	↔	90.00 %
		X4 = 404.09 gr
332.15 gr	↔	100.00 %
X5	↔	90.00 %
		X5 = 298.94 gr

326.02 gr	↔	100.00 %
X6	↔	90.00 %
		X6 = 293.42 gr
173.05 gr	↔	100.00 %
X7	↔	90.00 %
		X7 = 155.75 gr
105.55 gr	↔	100.00 %
X8	↔	90.00 %
		X8 = 95.00 gr
300.78 gr	↔	100.00 %
X9	↔	90.00 %
		X9 = 270.70 gr
903.24 gr	↔	100.00 %
X10	↔	90.00 %
		X10 = 812.92 gr

TOTAL = 3398.28 gr



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

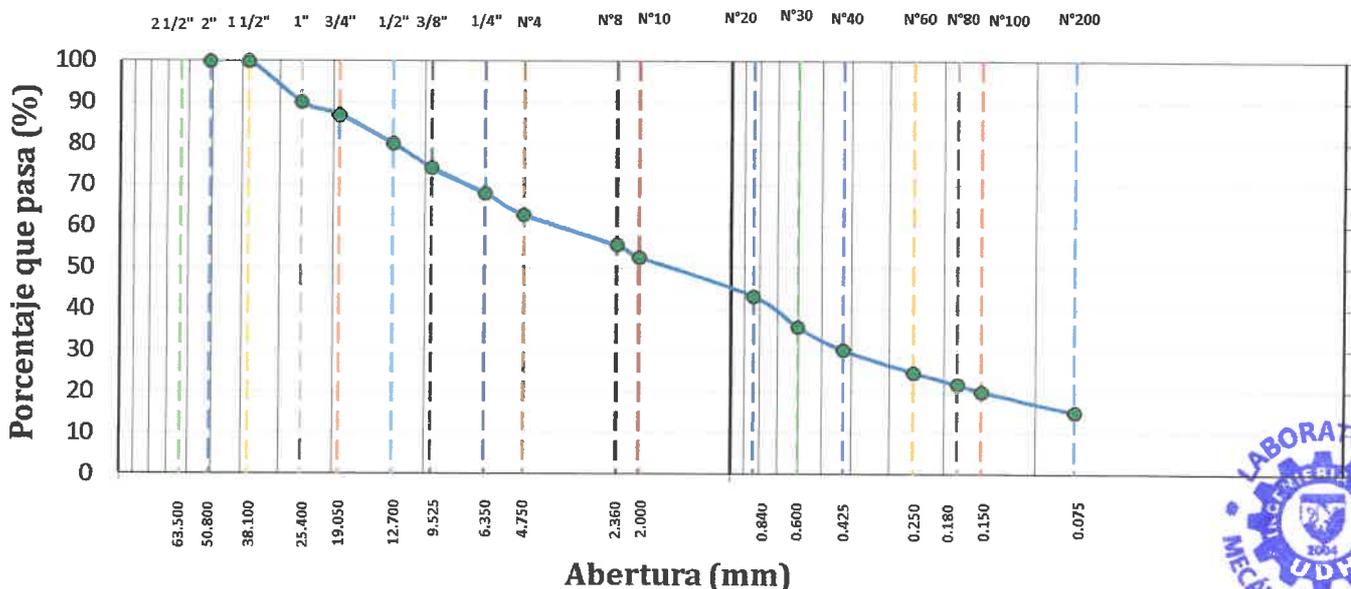
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **2**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANOUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 6000.00 gr LIMITE LIQUIDO 26.02 % LIMITE PLASTICO 21.26 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.76 % CONTENIDO DE HUMEDAD 16.31 % CLASIFICACION SUCCS SM - SC CLASIFICACION AASHTO A-1a (0) % DE GRAVA 43.36 % % DE ARENA 43.09 % % DE LIMO Y ARCILLA 13.55 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	534.87	8.91	8.91	91.09	90 100	
3/4"	19.050	165.60	2.76	11.67	88.33	65 100	
1/2"	12.700	973.57	16.23	27.90	72.10		
3/8"	9.525	315.75	5.26	33.16	66.84	45 80	
1/4"	6.350	335.39	5.59	38.75	61.25		
Nº4	4.750	276.53	4.61	43.36	56.64	30 65	
Nº8	2.360	396.90	6.62	49.98	50.02		
Nº10	2.000	162.11	2.70	52.68	47.32	22 52	
Nº20	0.840	508.47	8.47	61.15	38.85		
Nº30	0.600	404.09	6.73	67.89	32.11		
Nº40	0.425	298.94	4.98	72.87	27.13	15 35	
Nº60	0.250	293.42	4.89	77.76	22.24		
Nº80	0.180	155.75	2.60	80.36	19.64		
Nº100	0.150	95.00	1.58	81.94	18.06		
Nº200	0.075	270.70	4.51	86.45	13.55	5 20	
CAZOLETA	0.000	812.92	13.55	100.00	0.00		
		6000.00 gr	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 86.45%

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

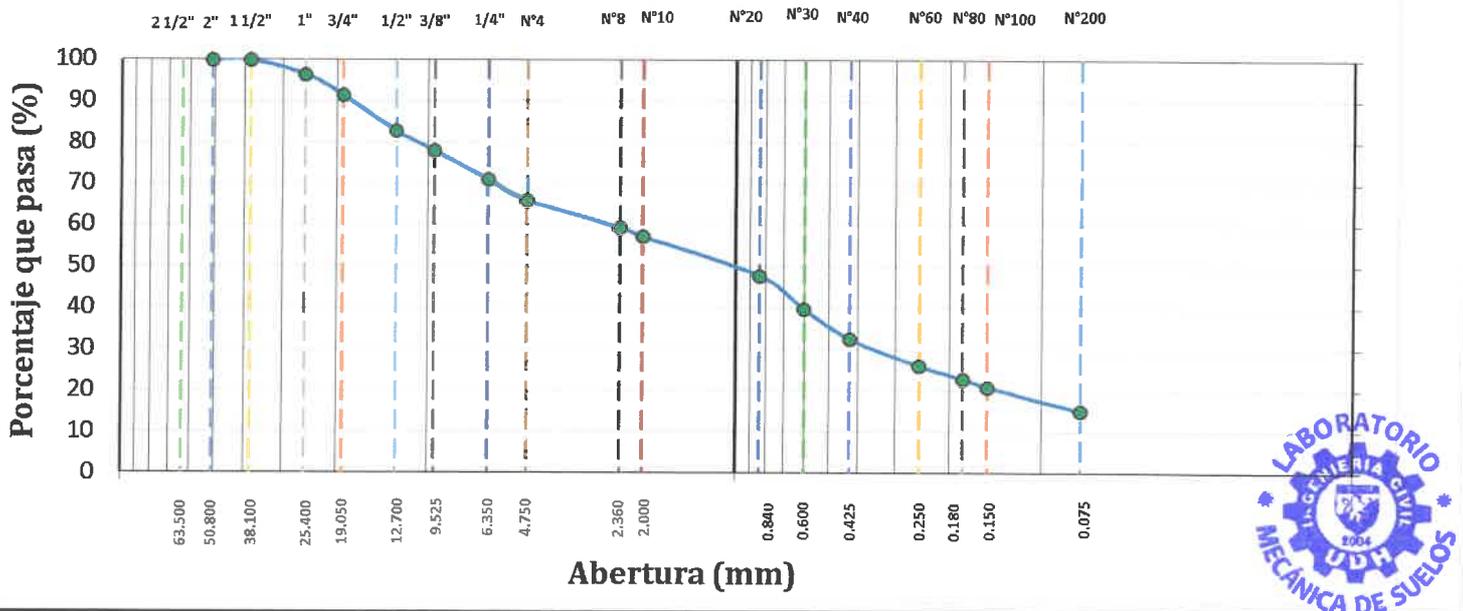
TESTISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** M - 3

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICA CIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 7000.00 gr LIMITE LIQUIDO 25.85 % LIMITE PLASTICO 21.36 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.49 % CONTENIDO DE HUMEDAD 17.39 % CLASIFICACIÓN SUCCS SC - SM CLASIFICACIÓN AASHTO A-1b (0) % DE GRAVA 33.85 % % DE ARENA 51.07 % % DE LIMO Y ARCILLA 15.08 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.92%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	243.50	3.48	3.48	96.52	90 100	
3/4"	19.050	352.60	5.04	8.52	91.48	65 100	
1/2"	12.700	604.56	8.64	17.15	82.85		
3/8"	9.525	334.75	4.78	21.93	78.07	45 80	
1/4"	6.350	478.90	6.84	28.78	71.22		
Nº4	4.750	354.96	5.07	33.85	66.15	30 65	
Nº8	2.360	467.57	6.68	40.53	59.47		
Nº10	2.000	153.05	2.19	42.71	57.29	22 52	
Nº20	0.840	661.54	9.45	52.16	47.84		
Nº30	0.600	569.86	8.14	60.30	39.70		
Nº40	0.425	502.41	7.18	67.48	32.52	15 35	
Nº60	0.250	458.27	6.55	74.03	25.97		
Nº80	0.180	219.04	3.13	77.16	22.84		
Nº100	0.150	137.72	1.97	79.12	20.88	5 20	
Nº200	0.075	405.51	5.79	84.92	15.08		
CAZOLETA	0.000	1055.76	15.08	100.00	0.00		
		7000.00 gr	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA

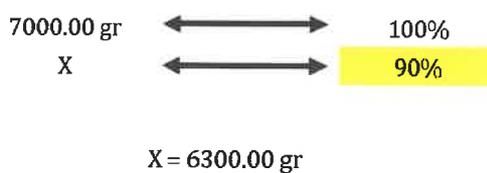


1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

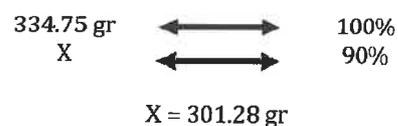
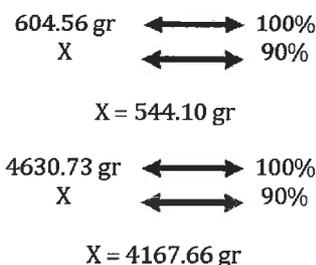
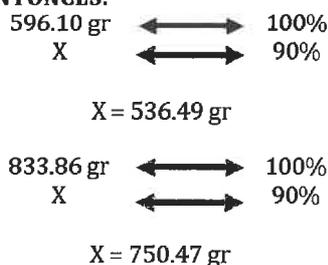
1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 90 %

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		596.10 gr
1/2"; 3/8"	604.56 334.75	939.31 gr
1/4"; #4	=	833.86 gr
FINO	=	4630.73 gr
		<hr/>
		7000.00 gr



ENTONCES:

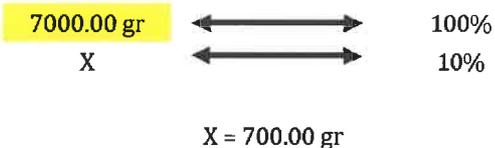


ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 90% SERIA:

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		536.49 gr
1/2"; 3/8"	544.10 301.28	845.38 gr
1/4"; #4	=	750.47 gr
FINO	=	4167.66 gr
		<hr/>
		6300.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 10 % - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"



1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 90 % (CANTERA DE CERRO) + 10 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		536.49 gr
1/2"; 3/8"	544.10 301.28 700.00	1545.38 gr
1/4"; #4	=	750.47 gr
FINO	=	4167.66 gr
		<hr/>
		7000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 90 % (CANTERA DE CERRO) + 10 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 1 1/2"; 1": 3/4"

1"	243.50 gr	↔	X1
3/4"	352.60 gr	↔	X2
	596.10 gr		536.49 gr

596.10 gr	↔	100.00 %
536.49 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

243.50 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 219.15 gr

352.60 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 317.34 gr

TOTAL = 536.49 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	604.56 gr	↔	X1
3/8"	334.75 gr	↔	X2
	939.31 gr		845.38 gr

939.31 gr	↔	100.00 %
845.38 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

604.56 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 544.10 gr

334.75 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 301.28 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	544.104
1/2" RIO	700.00
	X1 = 1244.10 gr

TOTAL = 1545.38 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	478.90 gr	↔	X1
#4	354.96 gr	↔	X2
	833.86 gr		750.47 gr

833.86 gr	↔	100.00 %
750.47 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

478.90 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 431.01 gr

354.96 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 319.46 gr

TOTAL = 750.47 gr

1.4.3.- FINOS

#8	467.57 gr	↔	X1
#10	153.05 gr	↔	X2
#20	661.54 gr	↔	X3
#30	569.86 gr	↔	X4
#40	502.41 gr	↔	X5
#60	458.27 gr	↔	X6
#80	219.04 gr	↔	X7
#100	137.72 gr	↔	X8
#200	405.51 gr	↔	X9
CAZOL.	1055.76 gr	↔	X10
	4630.73 gr		4167.66 gr

ENTONCES:

467.57 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 420.81 gr
153.05 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 137.75 gr
661.54 gr	↔	100.00 %
X3	↔	90.00 %
		X3 = 595.39 gr
569.86 gr	↔	100.00 %
X4	↔	90.00 %
		X4 = 512.87 gr
502.41 gr	↔	100.00 %
X5	↔	90.00 %
		X5 = 452.17 gr

458.27 gr	↔	100.00 %
X6	↔	90.00 %
		X6 = 412.44 gr
219.04 gr	↔	100.00 %
X7	↔	90.00 %
		X7 = 197.14 gr
137.72 gr	↔	100.00 %
X8	↔	90.00 %
		X8 = 123.95 gr
405.51 gr	↔	100.00 %
X9	↔	90.00 %
		X9 = 364.96 gr
1055.76 gr	↔	100.00 %
X10	↔	90.00 %
		X10 = 950.18 gr

TOTAL = 4167.66 gr



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

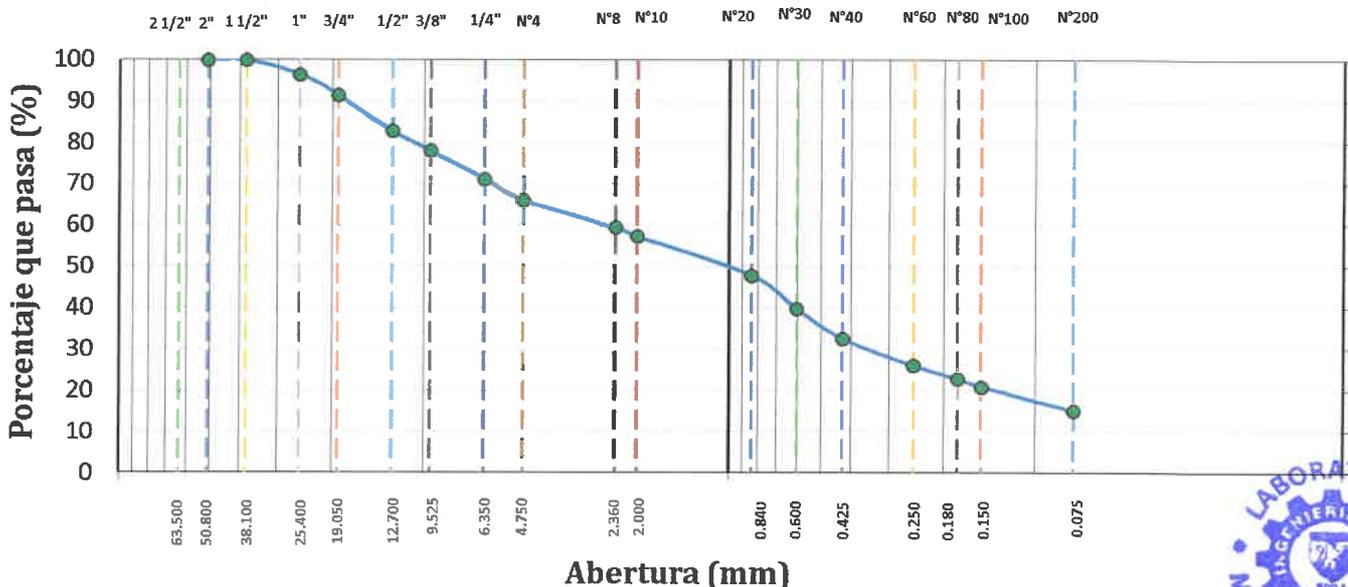
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **3**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 7000.00 gr LIMITE LIQUIDO 26.10 % LIMITE PLASTICO 21.63 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.47 % CONTENIDO DE HUMEDAD 16.79 % CLASIFICACIÓN SUCCS SM - SC CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0) % DE GRAVA 40.46 % % DE ARENA 45.96 % % DE LIMO Y ARCILLA 13.57 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	219.15	3.13	3.13	96.87	90 100	
3/4"	19.050	317.34	4.53	7.66	92.34	65 100	
1/2"	12.700	1244.10	17.77	25.44	74.56		
3/8"	9.525	301.28	4.30	29.74	70.26	45 80	
1/4"	6.350	431.01	6.16	35.90	64.10		
Nº4	4.750	319.46	4.56	40.46	59.54	30 65	
Nº8	2.360	420.81	6.01	46.47	53.53		
Nº10	2.000	137.75	1.97	48.44	51.56	22 52	
Nº20	0.840	595.39	8.51	56.95	43.05		
Nº30	0.600	512.87	7.33	64.27	35.73		
Nº40	0.425	452.17	6.46	70.73	29.27	15 35	
Nº60	0.250	412.44	5.89	76.63	23.37		
Nº80	0.180	197.14	2.82	79.44	20.56		
Nº100	0.150	123.95	1.77	81.21	18.79		
Nº200	0.075	364.96	5.21	86.43	13.57	5 20	
CAZOLETA	0.000	950.18	13.57	100.00	0.00		
		7000.00 gr	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 86.42%

CURVA GRANULOMETRICA





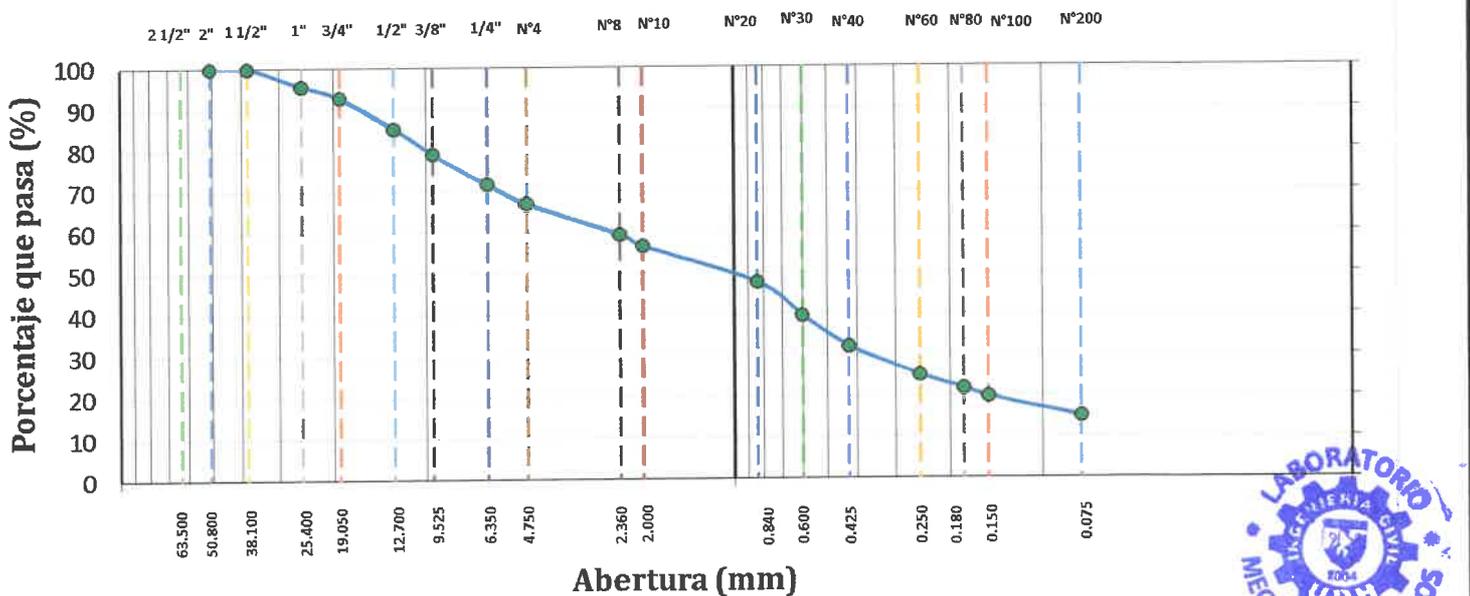
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** M - 4
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						PESO TOTAL 8000.00 gr
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 20.65 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE PLASTICO 16.12 %
1"	25.400	343.60	4.30	4.30	95.71	90 100	INDICE DE PLASTICIDAD 4.53 %
3/4"	19.050	227.00	2.84	7.13	92.87	65 100	CONTENIDO DE HUMEDAD 17.13 %
1/2"	12.700	598.28	7.48	14.61	85.39		CLASIFICACIÓN SUCCS SC - SM
3/8"	9.525	491.45	6.14	20.75	79.25	45 80	CLASIFICACIÓN AASHTO A-1b (0)
1/4"	6.350	588.62	7.36	28.11	71.89		DENSIDAD MAXIMA SECA 2.24 gr/cm3
Nº4	4.750	378.77	4.73	32.85	67.15	30 65	HUMEDAD OPTIMA 6.80 %
Nº8	2.360	613.73	7.67	40.52	59.48		CBR 0.1" (95%) 51.00 %
Nº10	2.000	228.55	2.86	43.38	56.63	22 52	CBR 0.1" (100%) 70.01 %
Nº20	0.840	713.70	8.92	52.30	47.70		ABRASIÓN LOS ANGELES 37.06 %
Nº30	0.600	646.86	8.09	60.38	39.62		% DE GRAVA 32.85 %
Nº40	0.425	602.80	7.54	67.92	32.08	15 35	% DE ARENA 52.13 %
Nº60	0.250	557.41	6.97	74.88	25.12		% DE LIMO Y ARCILLA 15.03 %
Nº80	0.180	264.22	3.30	78.19	21.81		
Nº100	0.150	160.01	2.00	80.19	19.81		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Nº200	0.075	382.76	4.78	84.97	15.03	5 20	ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
CAZOLETA	0.000	1202.24	15.03	100.00	0.00		84.98%

CURVA GRANULOMÉTRICA



1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 90 %

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		570.60 gr	
1/2"; 3/8"	598.28	491.45	1089.73 gr
1/4"; #4	=		967.39 gr
FINO	=		5372.28 gr
			<hr/>
			8000.00 gr

8000.00 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 7200.00 gr		

ENTONCES:

570.60 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 513.54 gr		
967.39 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 870.65 gr		

598.28 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 538.45 gr		
5372.28 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 4835.05 gr		

491.45 gr	↔	100%
X	↔	90%
X = 442.31 gr		

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 90% SERIA:

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		513.54 gr	
1/2"; 3/8"	538.45	442.31	980.76 gr
1/4"; #4	=		870.65 gr
FINO	=		4835.05 gr
			<hr/>
			7200.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 10 % - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

8000.00 gr	↔	100%
X	↔	10%
X = 800.00 gr		

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 90 % (CANTERA DE CERRO) + 10 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =				513.54 gr
1/2"; 3/8"	538.45	442.31	800.00	1780.76 gr
1/4"; #4	=			870.65 gr
FINO	=			4835.05 gr
				<hr/>
				8000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 90 % (CANTERA DE CERRO) + 10 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 11/2"; 1": 3/4"

1"	343.60 gr	↔	X1
3/4"	227.00 gr	↔	X2
	<u>570.60 gr</u>		<u>513.54 gr</u>

570.60 gr	↔	100.00 %
513.54 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

343.60 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 309.24 gr

227.00 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 204.30 gr

TOTAL = 513.54 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	598.28 gr	↔	X1
3/8"	491.45 gr	↔	X2
	<u>1089.73 gr</u>		<u>980.76 gr</u>

1089.73 gr	↔	100.00 %
980.76 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

598.28 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 538.45 gr

491.45 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 442.31 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	538.452
1/2" RIO	800.00
	X1 = 1338.45 gr

TOTAL = 1780.76 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	588.62 gr	↔	X1
#4	378.77 gr	↔	X2
	<u>967.39 gr</u>		<u>870.65 gr</u>

967.39 gr	↔	100.00 %
870.65 gr	↔	X
		X = 90.00 %

ENTONCES:

588.62 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 529.76 gr

378.77 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 340.89 gr

TOTAL = 870.65 gr

1.4.3.- FINOS

#8	613.73 gr	↔	X1
#10	228.55 gr	↔	X2
#20	713.70 gr	↔	X3
#30	646.86 gr	↔	X4
#40	602.80 gr	↔	X5
#60	557.41 gr	↔	X6
#80	264.22 gr	↔	X7
#100	160.01 gr	↔	X8
#200	382.76 gr	↔	X9
CAZOL.	1202.24 gr	↔	X10
	<u>5372.28 gr</u>		<u>4835.05 gr</u>

ENTONCES:

613.73 gr	↔	100.00 %
X1	↔	90.00 %
		X1 = 552.36 gr
228.55 gr	↔	100.00 %
X2	↔	90.00 %
		X2 = 205.70 gr
713.70 gr	↔	100.00 %
X3	↔	90.00 %
		X3 = 642.33 gr
646.86 gr	↔	100.00 %
X4	↔	90.00 %
		X4 = 582.17 gr
602.80 gr	↔	100.00 %
X5	↔	90.00 %
		X5 = 542.52 gr

557.41 gr	↔	100.00 %
X6	↔	90.00 %
		X6 = 501.67 gr
264.22 gr	↔	100.00 %
X7	↔	90.00 %
		X7 = 237.80 gr
160.01 gr	↔	100.00 %
X8	↔	90.00 %
		X8 = 144.01 gr
382.76 gr	↔	100.00 %
X9	↔	90.00 %
		X9 = 344.48 gr
1202.24 gr	↔	100.00 %
X10	↔	90.00 %
		X10 = 1082.02 gr

TOTAL = 4835.05 gr



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

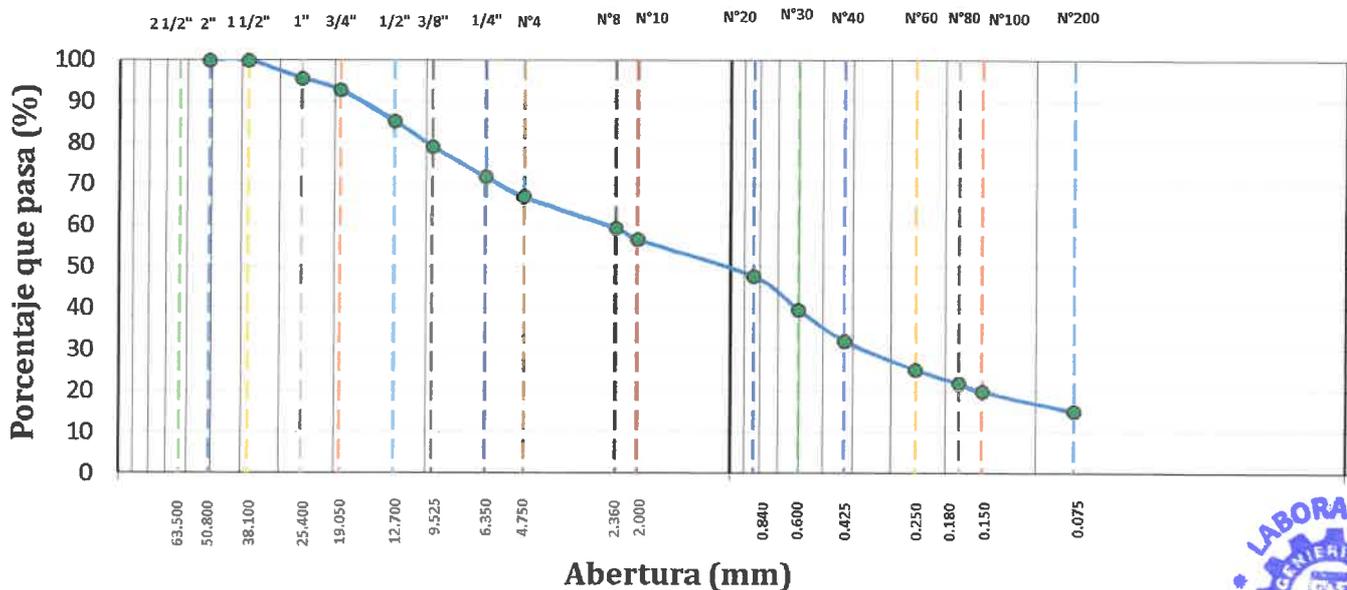
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **4**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	PESO TOTAL 8000.00 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 24.05 %
1"	25.400	309.24	3.87	3.87	96.13	90 100	LIMITE PLASTICO 19.31 %
3/4"	19.050	204.30	2.55	6.42	93.58	65 100	INDICE DE PLASTICIDAD 4.74 %
1/2"	12.700	1338.45	16.73	23.15	76.85		CONTENIDO DE HUMEDAD 16.53 %
3/8"	9.525	442.31	5.53	28.68	71.32	45 80	CLASIFICACIÓN SUCCS SM - SC
1/4"	6.350	529.76	6.62	35.30	64.70		CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0)
Nº4	4.750	340.89	4.26	39.56	60.44	30 65	DENSIDAD MAXIMA SECA 2.22 gr/cm3
Nº8	2.360	552.36	6.90	46.47	53.53		HUMEDAD OPTIMA 5.70 %
Nº10	2.000	205.70	2.57	49.04	50.96	22 52	CBR 0.1" (95%) 45.50 %
Nº20	0.840	642.33	8.03	57.07	42.93		CBR 0.1" (100%) 85.25 %
Nº30	0.600	582.17	7.28	64.34	35.66		ABRASION LOS ANGELES 34.86 %
Nº40	0.425	542.52	6.78	71.13	28.87	15 35	% DE GRAVA 39.56 %
Nº60	0.250	501.67	6.27	77.40	22.60		% DE ARENA 46.91 %
Nº80	0.180	237.80	2.97	80.37	19.63		% DE LIMO Y ARCILLA 13.53 %
Nº100	0.150	144.01	1.80	82.17	17.83		
Nº200	0.075	344.48	4.31	86.47	13.53	5 20	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
CAZOLETA	0.000	1082.02	13.53	100.00	0.00		ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
		8000.00 gr	100.00				86.47%

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

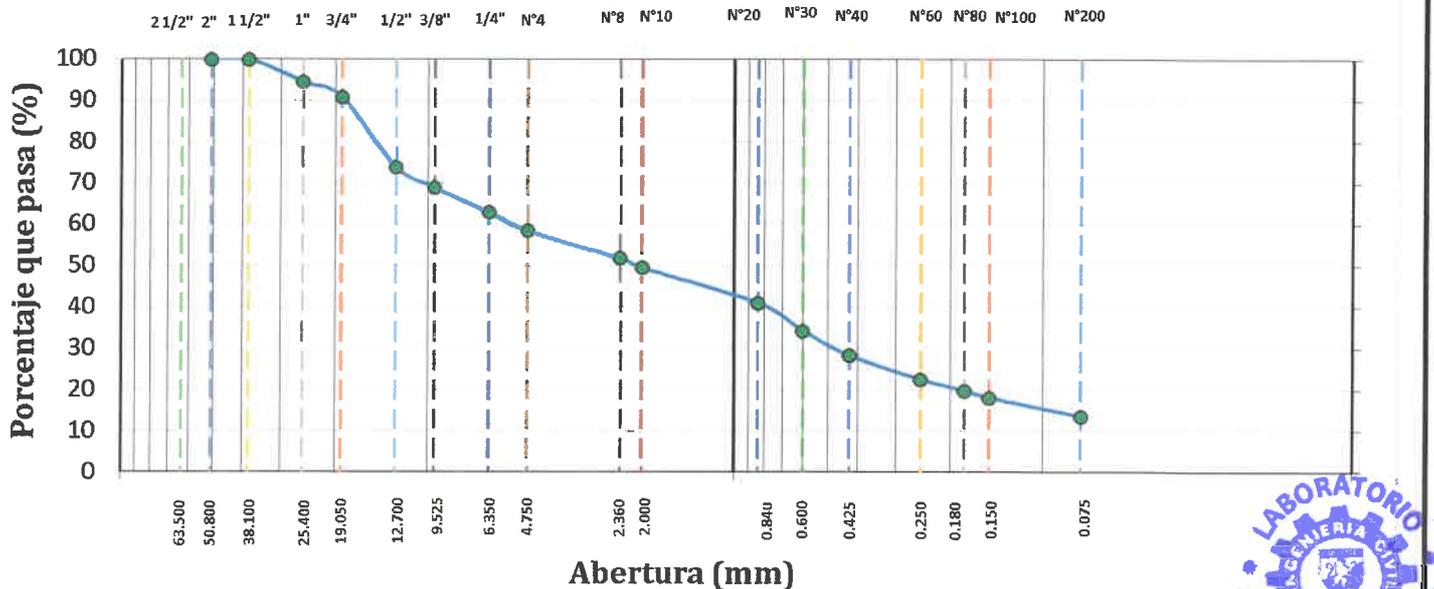
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **PROMEDIO**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICA CIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 6500.00 gr LIMITE LIQUIDO 24.94 % LIMITE PLASTICO 19.76 % INDICE DE PLASTICIDAD 5.18 % CONTENIDO DE HUMEDAD 16.42 % CLASIFICACIÓN SUCCS SM - SC CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0) % DE GRAVA 41.50 % % DE ARENA 44.93 % % DE LIMO Y ARCILLA 13.56 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 86.43%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	351.83	5.41	5.41	94.59	90 100	
3/4"	19.050	240.08	3.69	9.11	90.89	65 100	
1/2"	12.700	1104.59	16.99	26.10	73.90		
3/8"	9.525	316.65	4.87	30.97	69.03	45 80	
1/4"	6.350	393.03	6.05	37.02	62.98		
Nº4	4.750	291.64	4.49	41.50	58.50	30 65	
Nº8	2.360	429.65	6.61	48.11	51.89		
Nº10	2.000	152.54	2.35	50.46	49.54	22 52	
Nº20	0.840	551.74	8.49	58.95	41.05		
Nº30	0.600	441.28	6.79	65.74	34.26		
Nº40	0.425	388.07	5.97	71.71	28.29	15 35	
Nº60	0.250	374.55	5.76	77.47	22.53		
Nº80	0.180	180.29	2.77	80.25	19.76		
Nº100	0.150	108.70	1.67	81.92	18.08		
Nº200	0.075	293.91	4.52	86.44	13.56	5 20	
CAZOLETA	0.000	881.47	13.56	100.00	0.00		
		6500.00 gr	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA



ANEXO L: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG MEZCLA 90%+10%



LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

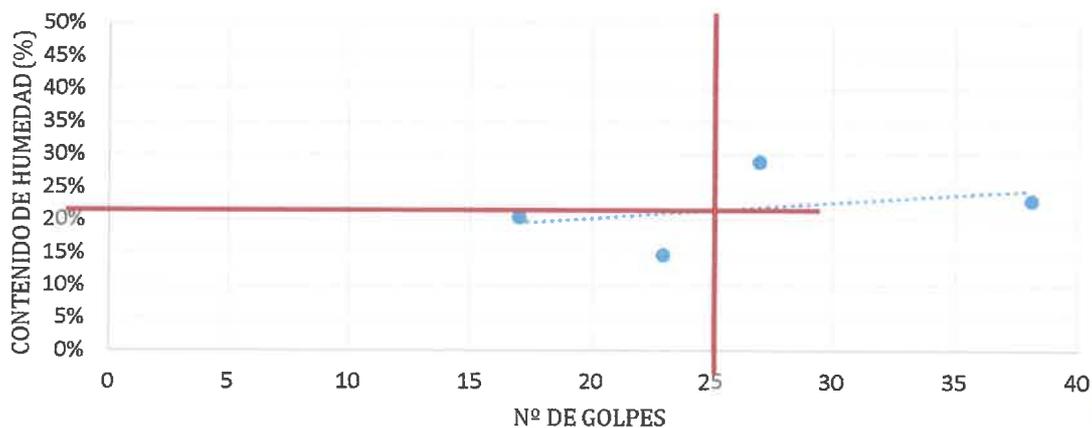
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 1

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-1	A-2	A-3	A-4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	51.40	48.56	47.20	50.96
Peso de la capsula + M. seca (gr)	47.60	46.05	43.12	46.85
Peso del agua (gr)	3.80	2.51	4.08	4.11
Peso de la Muestra seca (gr)	18.60	17.05	14.12	17.85
Contenido de Humedad (%)	20.43	14.72	28.90	23.03
Nº de golpes	17	23	27	38

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-5	A-6	A-7
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.62	31.12	31.78
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.22	30.78	31.44
Peso del agua (gr)	0.40	0.34	0.34
Peso de la Muestra seca (gr)	2.22	1.78	2.44
Contenido de Humedad (%)	18.02	19.10	13.93
Promedo C. de humedad (%)	17.02		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	21.95
LIMITE PLASTICO	17.02
INDICE DE PLASTICIDAD	4.93

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	



LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

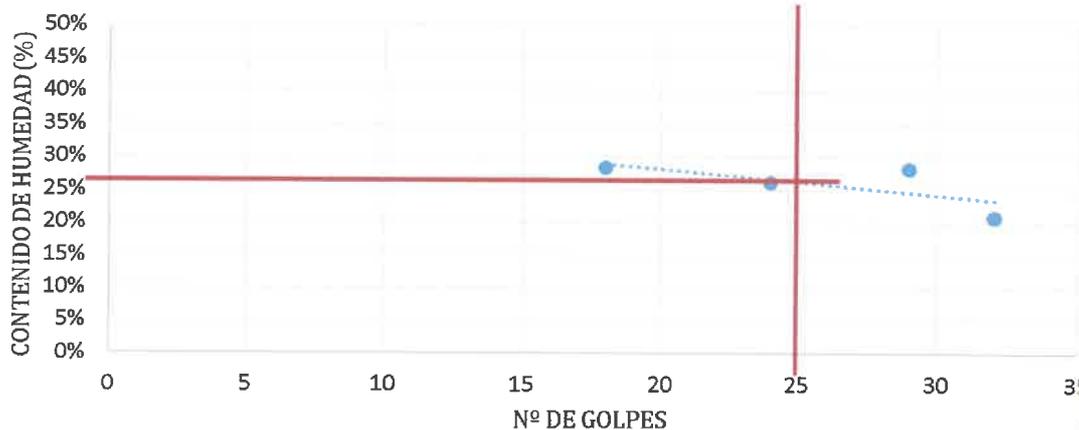
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **2**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-8	A-9	A-10	A-11
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	46.95	48.86	50.84	51.87
Peso de la capsula + M. seca (gr)	42.98	44.74	46.02	47.92
Peso del agua (gr)	3.97	4.12	4.82	3.95
Peso de la Muestra seca (gr)	13.98	15.74	17.02	18.92
Contenido de Humedad (%)	28.40	26.18	28.32	20.88
Nº de golpes	18	24	29	32

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-12	A-13	A-14
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.95	31.91	30.98
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.32	31.48	30.66
Peso del agua (gr)	0.63	0.43	0.32
Peso de la Muestra seca (gr)	2.32	2.48	1.66
Contenido de Humedad (%)	27.16	17.34	19.28
Promedo C. de humedad (%)	21.26		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	26.02
LIMITE PLASTICO	21.26
INDICE DE PLASTICIDAD	4.76

REQUERIMIENTOS
35 % MAX
CANTERA DE CERRO
(4 - 9) %



LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

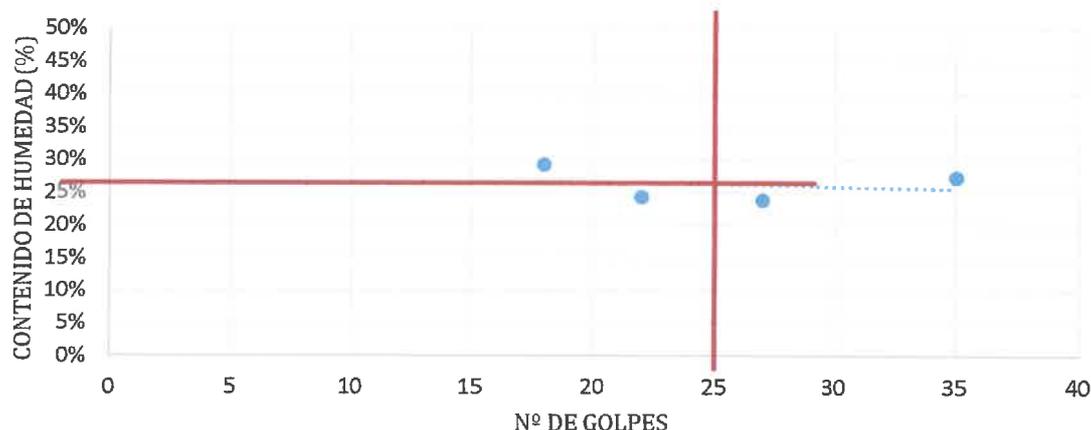
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **3**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-15	A-16	A-17	A-18
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	45.94	48.76	51.26	51.76
Peso de la capsula + M. seca (gr)	42.10	44.89	46.97	46.87
Peso del agua (gr)	3.84	3.87	4.29	4.89
Peso de la Muestra seca (gr)	13.10	15.89	17.97	17.87
Contenido de Humedad (%)	29.31	24.35	23.87	27.36
Nº de golpes	18	22	27	35

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-19	A-20	A-21
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.76	31.76	31.46
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.29	31.23	31.04
Peso del agua (gr)	0.47	0.53	0.42
Peso de la Muestra seca (gr)	2.29	2.23	2.04
Contenido de Humedad (%)	20.52	23.77	20.59
Promedo C. de humedad (%)	21.63		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	26.10
LIMITE PLASTICO	21.63
INDICE DE PLASTICIDAD	4.47

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	





LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

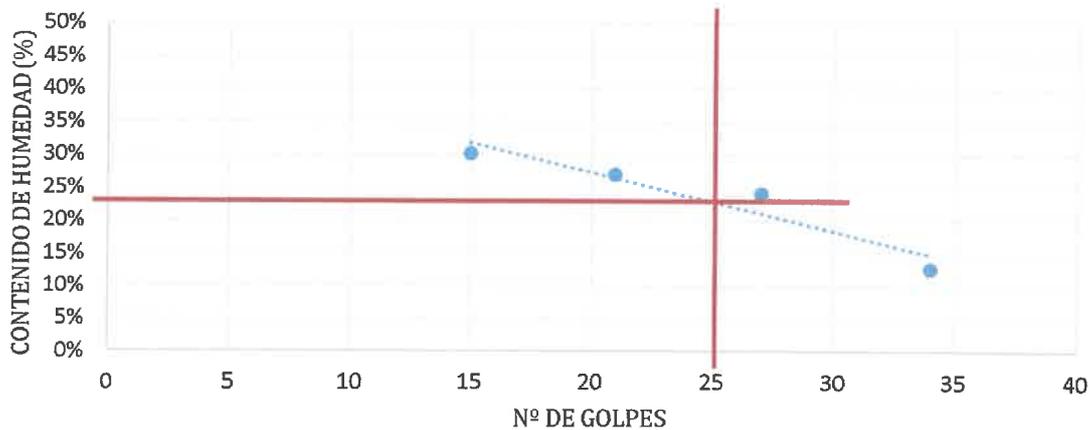
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 4

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-1	A-2	A-3	A-4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	54.56	52.46	53.42	47.02
Peso de la capsula + M. seca (gr)	48.62	47.46	48.68	45.00
Peso del agua (gr)	5.94	5.00	4.74	2.02
Peso de la Muestra seca (gr)	19.62	18.46	19.68	16.00
Contenido de Humedad (%)	30.28	27.09	24.09	12.63
Nº de golpes	15	21	27	34

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-5	A-6	A-7
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	32.12	31.36	31.98
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.58	31.02	31.48
Peso del agua (gr)	0.54	0.34	0.50
Peso de la Muestra seca (gr)	2.58	2.02	2.48
Contenido de Humedad (%)	20.93	16.83	20.16
Promedo C. de humedad (%)	19.31		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.05
LIMITE PLASTICO	19.31
INDICE DE PLASTICIDAD	4.74

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	





LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

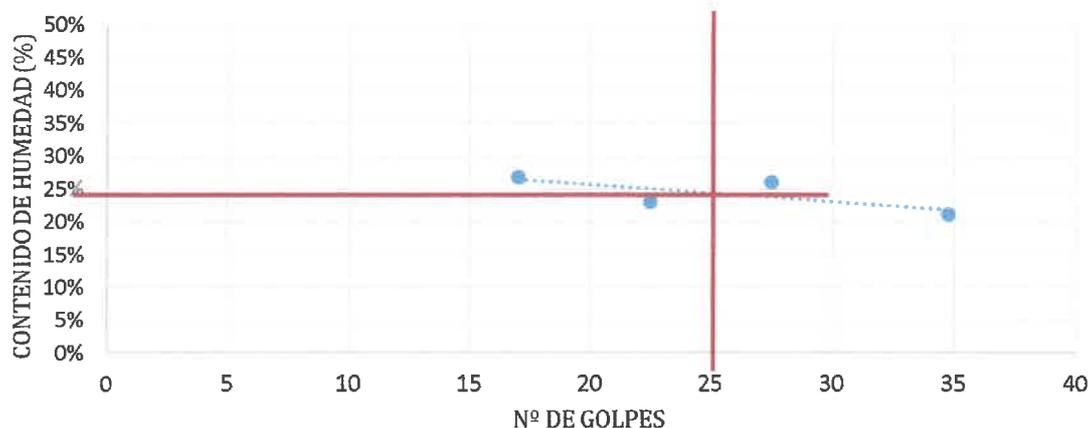
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **PROMEDIO**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	Promedio 1	Promedio 2	Promedio 3	Promedio 4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	1	2	3	4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	49.71	49.66	50.68	50.40
Peso de la capsula + M. seca (gr)	45.33	45.79	46.20	46.66
Peso del agua (gr)	4.39	3.88	4.48	3.74
Peso de la Muestra seca (gr)	16.33	16.79	17.20	17.66
Contenido de Humedad (%)	26.88	23.09	26.06	21.19
Nº de golpes	17	23	27.5	35

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	Promedio 1	Promedio 2	Promedio 3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	1	2	3
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.86	31.54	31.55
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.35	31.13	31.16
Peso del agua (gr)	0.51	0.41	0.40
Peso de la Muestra seca (gr)	2.35	2.13	2.16
Contenido de Humedad (%)	21.68	19.27	18.33
Promedo C. de humedad (%)	19.76		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.94
LIMITE PLASTICO	19.76
INDICE DE PLASTICIDAD	5.18

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	



ANEXO M: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MEZCLA 90%+10%



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **1**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	650.45			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	560.42			
Peso del agua (gr)	90.03			
Peso de la Muestra seca (gr)	560.42			
Humedad Natural (%)	16.06			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENZA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019
LUBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS 2
MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENZA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	480.52			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	413.12			
Peso del agua (gr)	67.40			
Peso de la Muestra seca (gr)	413.12			
Humedad Natural (%)	16.31			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **3**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	586.42			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	502.10			
Peso del agua (gr)	84.32			
Peso de la Muestra seca (gr)	502.10			
Humedad Natural (%)	16.79			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **4**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	620.12			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	532.14			
Peso del agua (gr)	87.98			
Peso de la Muestra seca (gr)	532.14			
Humedad Natural (%)	16.53			





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **PROMEDIO**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 10% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	PROMEDIO			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	584.38			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	501.95			
Peso del agua (gr)	82.43			
Peso de la Muestra seca (gr)	501.95			
Promedio de Humedad (%)	16.42			



ANEXO N: ENSAYO CBR MEZCLA 90%+10%



PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

CALCULO DE PESOS PARA EL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO 90% DE AGREGADO DE CERRO + 10% DE AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

1.- PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL
11/2"; 1" 3/4"			513.54 gr
1/2"; 3/8"	538.45	442.31	1780.76 gr
1/4"; #4		800	870.65 gr
FINO			4835.05 gr
			<u>8000.00 gr</u>

2.- CALCULO PARA REALIZAR EL PROCTOR MODIFICADO DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 90% (CANTERA DE CERRO) + 10% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL	
1/2"; 3/8"	980.76	800	1780.76 gr	↔ 23.79 %
1/4"; #4			870.65 gr	↔ 11.63 %
FINO			4835.05 gr	↔ 64.58 %
			<u>7486.46 gr</u>	100 %

2.1.- SELECCIONANDO 5500 gr PARA EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ENTONCES:

5500 ↔ 100 %	5500 ↔ 100 %	5500 ↔ 100 %
X ↔ 23.79 %	X ↔ 11.63 %	X ↔ 64.58 %
X = 1308.25 gr	X = 639.63 gr	X = 3552.12 gr

2.2.- POR LO TANTO PARA 5500 gr SERIA:

TAMIZ		
1/2"; 3/8"	1308.25 gr	↔ 23.79 %
1/4"; #4	639.63 gr	↔ 11.63 %
FINO	3552.12 gr	↔ 64.58 %
	<u>5500.00</u>	100 %

2.3.- CALCULANDO LA CANTIDAD DE PESOS POR TAMICES DE 1/2" Y 3/8"

1/2"	980.76	↔	X1	1780.76	↔	100.00 %
3/8"	800.00	↔	X2	1308.25	↔	X
	<u>1780.76</u>		<u>1308.25</u>			X = 73.465964 %

ENTONCES:

980.76 ↔ 100 %	800.00 ↔ 100 %
X1 ↔ 73.47 %	X2 ↔ 73.47 %
X = 720.52 gr	X = 587.73 gr

2.4.- POR LO TANTO LA CANTIDAD DE PESOS EN UN (90 % DE AGREGADO DE CERRO) + (10% DE AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANADA DE 1/2") PARA LOS TAMICES DE 1/2" Y 3/8" SERIA:

TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL	
1/2"; 3/8"	720.52	587.73 gr	1308.25 gr	↔ 23.79 %
1/4"; #4			639.63 gr	↔ 11.63 %
FINO			3552.12 gr	↔ 64.58 %
			<u>5500.00 gr</u>	100 %





"Año de lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

HUANUCO-PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 10 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

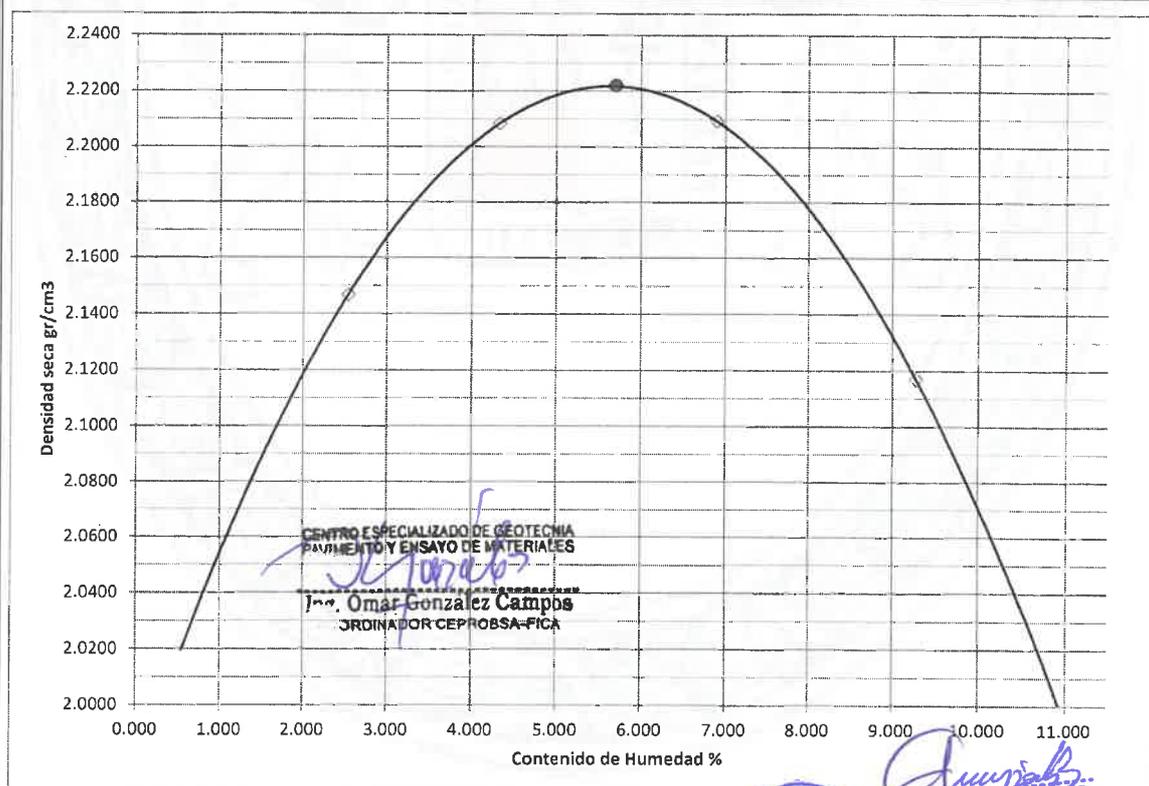
FECHA : 16/08/2019

MÉTODO: C

FACTURA ELECT.: E001-537

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°69-pag.-21 de 24 | UNHEVAL

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	10670.0	10887.0	11009.0	10907.0				
PESO DEL MOLDE	gr.	6012	6012	6012	6012				
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	4658.0	4875.0	4997.0	4895.0				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .	2.201	2.304	2.362	2.313				
Nº DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8
DETERMINACIÓN		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	585.14	585.14	575.11	575.11	561.30	561.30	549.06	549.06
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	14.86	14.86	24.89	24.89	38.70	38.70	50.94	50.94
PESO MUESTRA SECA	gr.	585.14	585.14	575.110	575.110	561.30	561.30	549.06	549.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.540	2.540	4.328	4.328	6.895	6.895	9.278	9.278
HUMEDAD PROMEDIO	%	2.540		4.328		6.895		9.278	
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .	2.1468		2.2083		2.2092		2.1169	



Densidad Máxim : 2.222 gr/cm³.
Humedad Optimi : 5.70 %



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
 C.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA-UNHEVAL



"Año de lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

HUANUCO-PERÚ

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 10 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°69-pag.-16 de 24 - UNHEVAL

FECHA : ago-19

Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante

COMPROBANTE : E001-537

MUESTRA		01				02				03							
Nº DE MOLDE		06				05				04							
Nº DE CAPAS		05				05				05							
Nº DE GOLPESPOR CAPA		56				25				10							
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR				SUMERGIDO				SIN SUMERGIR				SUMERGIDO			
Peso del molde + suelo humedo	A	gr.	12,514.00	12,611.00	12,226.00	12,394.00	11,939.00	12,172.00									
Peso del molde	B	gr.	7,507.00	7,507.00	7,524.00	7,524.00	7,519.00	7,519.00									
Peso del suelo humedo	C=A-B	gr.	5,007.00	5,104.00	4,702.00	4,870.00	4,420.00	4,653.00									
Volumen del suelo	D	cm3.	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01									
Densidad humeda	E=C/D	gr/cc	2.37	2.41	2.22	2.30	2.09	2.20									
Humedad	L	%	5.92				5.92				5.92						
Densidad seca	M=E/(1+L/100)	gr/cc	2.234				2.098				1.972						
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Nº DE TARA		107	106	118	109	102	103	116	117	118	117	116	114				
Peso tara + suelo humedo	F	gr.	600.000	600.000		600.000	600.000			600.000	600.000						
Peso tara + suelo seco	G	gr.	566.450	566.450		566.450	566.450			566.450	566.450						
Peso de la tara	H	gr.	0.000	0.000		0.000	0.000			0.000	0.000						
Peso del agua	I= F-G	gr.	33.550	33.550		33.550	33.550			33.550	33.550						
Peso de los solidos	J= G-H	gr.	566.450	566.450		566.450	566.450			566.450	566.450						
humedad	K=I/J*100	%	5.923	5.923		5.923	5.923			5.923	5.923						
Promedio de humedad	L=(K1+K2/2)	%	5.92				5.92				5.92						

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
		0 h	0			0			0		
		24 h	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
		48 h	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
		72 h	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01					MUESTRA Nº 02					MUESTRA Nº 03				
	LECTURA DIAL	CORRECCION				LECTURA DIAL	CORRECCION				LECTURA DIAL	CORRECCION			
		Libras	Lb/Pulg.2.				Libras	Lb/Pulg.2.				Libras	Lb/Pulg.2.		
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		
0.025	5.0	46.3	15.4	187.7	9	78.0	26.0	126.0	10	85.9	28.6	152.8	52.8		
0.050	22.0	180.9	60.3	368.3	60	481.7	160.6	239.0	30	244.3	81.4	105.5	105.5		
0.075	75.0	600.4	200.1	607.8	100	798.2	266.1	322.9	50	402.6	134.2	151.1	151.1		
0.100	145.0	1154.1	384.7	852.5	129	1027.6	342.5	385.6	64	513.4	171.1	181.4	181.4		
0.150	331.0	2622.7	874.2	1335.4	173	1375.4	458.5	489.8	81	647.9	216.0	225.0	225.0		
0.200	515.0	4070.4	1356.8	1643.9	205	1628.3	542.8	583.8	96	766.6	255.5	262.1	262.1		
0.250	630.0	4971.7	1657.2	1843.9	247	1960.0	653.3	674.8	107	853.6	284.5	293.6	293.6		
0.300	705.0	5557.8	1852.6	1971.7	269	2133.7	711.2	741.0	122	972.2	324.1	334.0	334.0		
0.400	801.0	6305.8	2101.9	2254.0	330	2614.8	871.6	894.1	155	1233.2	411.1	416.2	416.2		
0.500	924.0	7260.3	2420.1	2572.1	376	2977.3	992.4	1074.0	172	1367.5	455.8	461.0	461.0		

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Omar González Campos

COORDINADOR CEPROBSA-FICA



Ing. Jorge L. Meyzan Briceño

C.I.P. N° 48194

JEFE DE LABORATORIOS

FICA - UNHEVAL



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

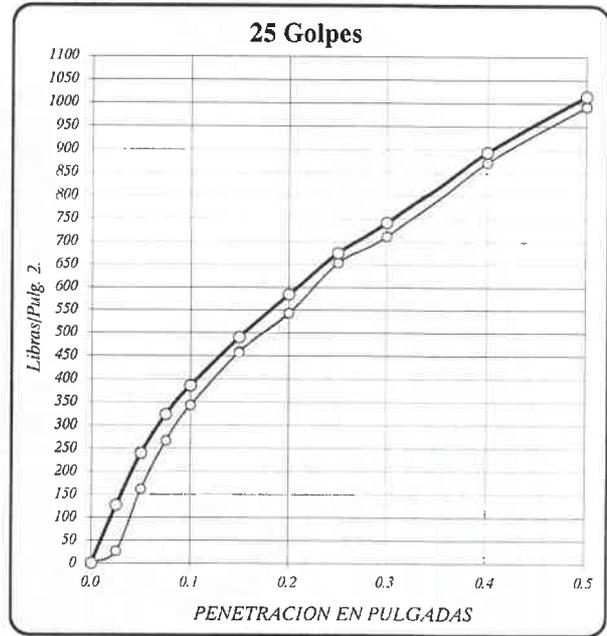
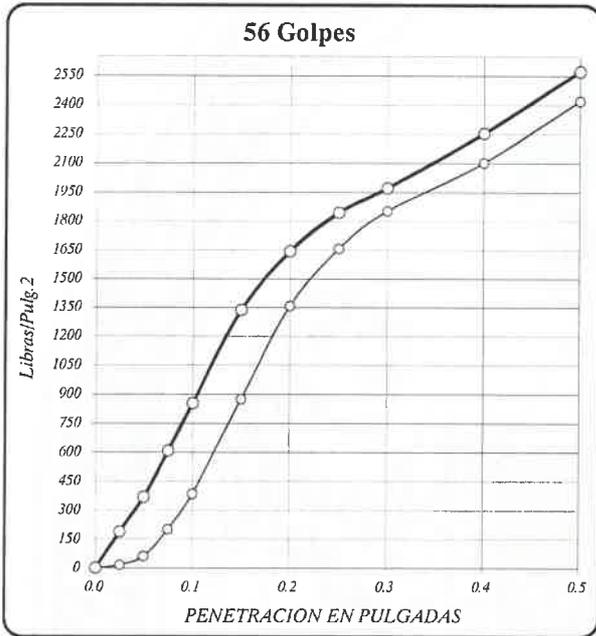
UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 10 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°69-pag.-17 de 24 - UNHEVAL
Observación : Muestra proporcionada por el solicitante

FECHA : ago-19
COMPROBANTE : E001-537



DENSIDAD SECA = 2.234 gr/cm3.

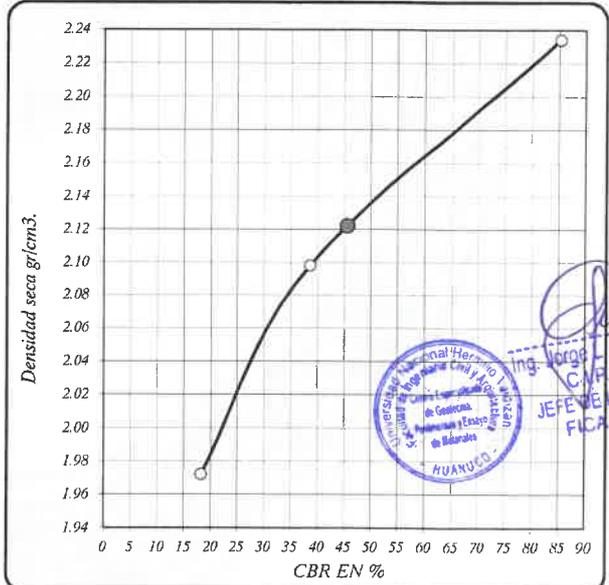
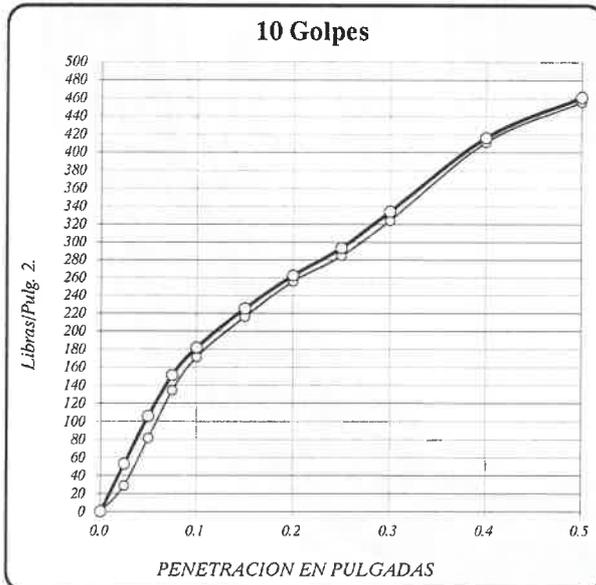
CBR a 0.1" = 85.25 %

CBR a 0.2" = 109.59 %

DENSIDAD SECA = 2.098 gr/cm3.

CBR a 0.1" = 38.56 %

CBR a 0.2" = 38.92 %



DENSIDAD SECA = 1.972 gr/cm3.

CBR a 0.1" = 18.14 %

CBR a 0.2" = 17.48 %

RESULTADOS DEL ENSAYO:

	CBR 0.1"	DENSIDAD
CBR CON 56 GOLPES =	85.25 %	2.23 gr/cm3.
CBR CON 25 GOLPES =	38.56 %	2.10 gr/cm3.
CBR CO 10 GOLPES =	18.14 %	1.97 gr/cm3.
CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =	85.25 %	
CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. =	45.50 %	

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Omar Gonzalez Campos
 COORDINADOR CEPROBSA-FICA

Ing. Jorge L. Meyzan Encina
 C/P N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA- MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

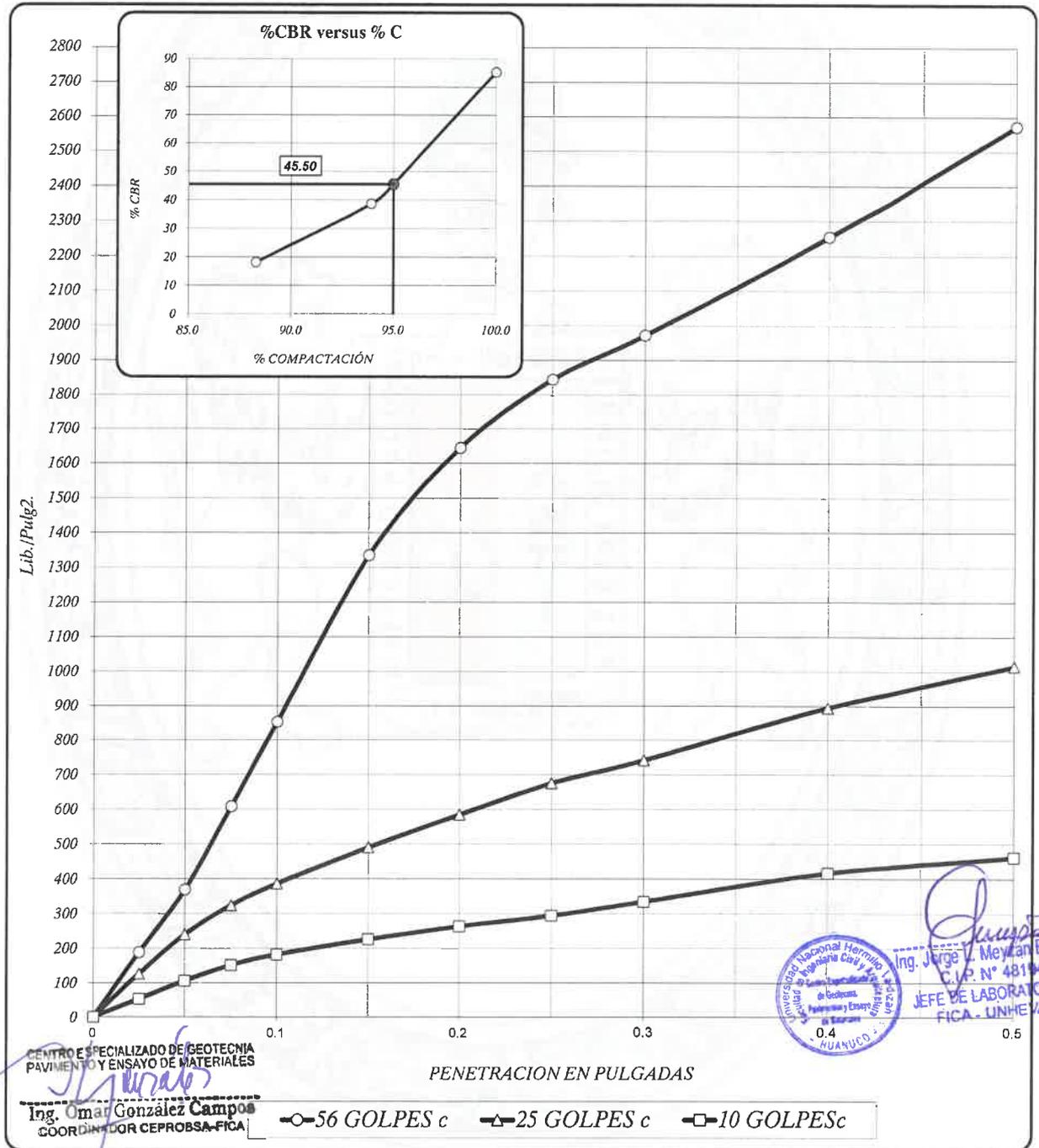
UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 10 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-Nº69-pag.-18 de 24 - UNHEVAL **FECHA** : ago-19

Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante **COMPROBANTE** : E001-537



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEPROBSA-FICA

Ing. Jorge L. Meylan Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL

56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 2.23 gr/cm3.	DENSIDAD SECA = 2.10 gr/cm3.	DENSIDAD SECA = 1.97 gr/cm3.	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX = 85.25 %
CBR a 0.1" = 85.25 %	CBR a 0.1" = 38.56 %	CBR a 0.1" = 18.14 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX = 45.50 %
CBR a 0.2" = 109.59 %	CBR a 0.2" = 38.92 %	CBR a 0.2" = 17.48 %	

ANEXO O: ENSAYO DE LOS ANGELES MEZCLA 90%+10%



PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 10 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 16/08/2019

COMPROBANTE DE PAGO: N° E001-537

INFORME CEGPyEM-FICA 2019/N °69, pag 07 de 24 / UNHEVAL

ENSAYO DE LOS ÁNGELES

ASTM C 131
 AASHTO T-96

METODO DE ENSAYO "A"

PESO INICIAL			PESO FINAL		
Peso de la Muestra Inicial			Peso Final de la Muestra		
Pasa el Tamiz	Retenido en el tamiz	Peso (gr)	Nro de Tamiz	Tamaño de abertura	Peso (gr)
1 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3257.00

N° de esferas : 12.0
 N° de revoluciones: 500.0
 Velocidad: 33.0 RPM

Desgaste de los agregados: 34.86%

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEGPyEM-FICA

Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL

ANEXO P: ENSAYO GRANULOMETRICO MEZCLA 85%+15%



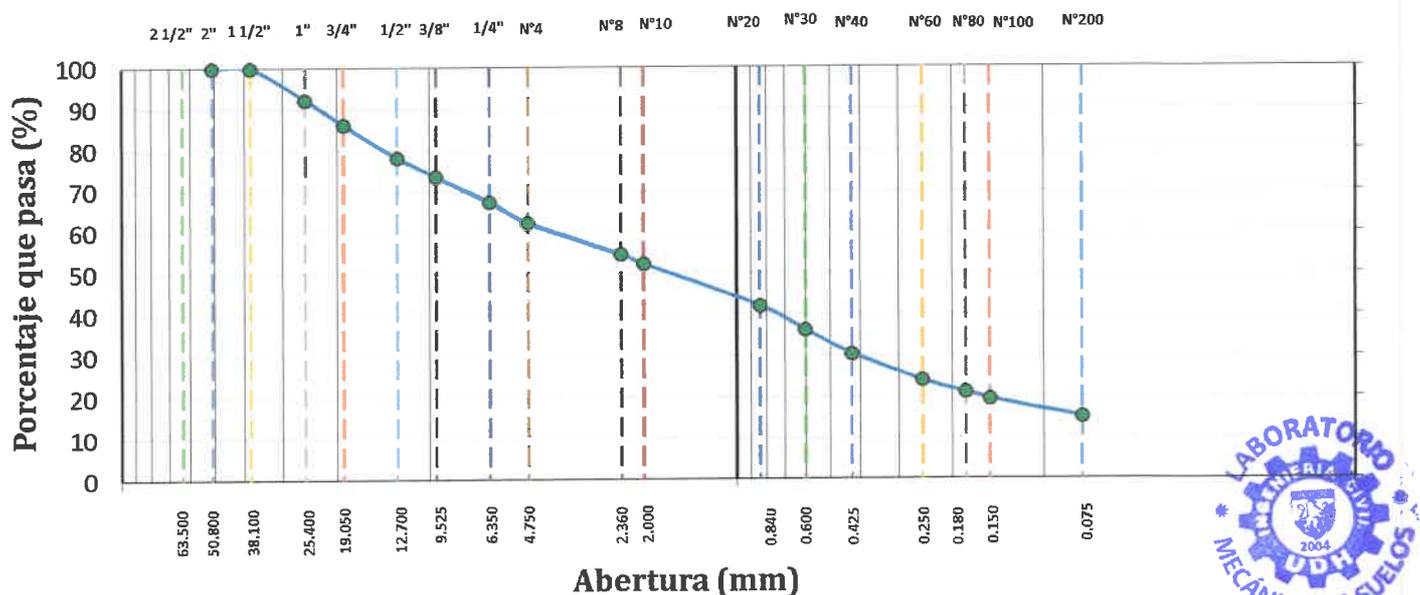
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 1
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						PESO TOTAL 5000.00 gr
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 21.50 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE PLASTICO 16.99 %
1"	25.400	382.30	7.65	7.65	92.35	90 100	ÍNDICE DE PLASTICIDAD 4.51 %
3/4"	19.050	303.40	6.07	13.71	86.29	65 100	CONTENIDO DE HUMEDAD 17.02 %
1/2"	12.700	402.49	8.05	21.76	78.24		CLASIFICACIÓN SUCCS SC - SM
3/8"	9.525	230.32	4.61	26.37	73.63	45 80	CLASIFICACION AASHTO A-1b (0)
1/4"	6.350	306.60	6.13	32.50	67.50		% DE GRAVA 37.61 %
Nº4	4.750	255.17	5.10	37.61	62.39	30 65	% DE ARENA 47.27 %
Nº8	2.360	387.24	7.74	45.35	54.65		% DE LIMO Y ARCILLA 15.13 %
Nº10	2.000	116.22	2.32	47.67	52.33	22 52	
Nº20	0.840	511.95	10.24	57.91	42.09		
Nº30	0.600	295.53	5.91	63.82	36.18		
Nº40	0.425	287.40	5.75	69.57	30.43	15 35	
Nº60	0.250	322.95	6.46	76.03	23.97		
Nº80	0.180	145.00	2.90	78.93	21.07		
Nº100	0.150	79.83	1.60	80.53	19.47		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Nº200	0.075	217.20	4.34	84.87	15.13	5 20	ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
CAZOLETA	0.000	756.40	15.13	100.00	0.00		84.18%

CURVA GRANULOMETRICA



1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 85%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		685.70 gr	
1/2"; 3/8"	402.49	230.32	632.81 gr
1/4"; #4	=		561.77 gr
FINO	=		<u>3119.72 gr</u>
			5000.00 gr

$$\begin{array}{ccc}
 5000.00 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 4250.00 \text{ gr}
 \end{array}$$

ENTONCES:

$$\begin{array}{ccc}
 685.70 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 582.85 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 402.49 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 342.12 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 230.32 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 195.77 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 561.77 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 477.50 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 3119.72 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 2651.76 \text{ gr}
 \end{array}$$

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 85% SERIA:

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =			582.85 gr
1/2"; 3/8"	342.12	195.77	537.89 gr
1/4"; #4	=		477.50 gr
FINO	=		<u>2651.76 gr</u>
			4250.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 15% - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

$$\begin{array}{ccc}
 5000.00 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 15\% \\
 \\
 & & X = 750.00 \text{ gr}
 \end{array}$$

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =				582.85 gr
1/2"; 3/8"	342.12	195.77	750.00	1287.89 gr
1/4"; #4	=			477.50 gr
FINO	=			<u>2651.76 gr</u>
				5000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 85 % (CANTERA DE CERRO) + 15 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 11/2"; 1": 3/4"

1"	382.30 gr	↔	X1
3/4"	303.40 gr	↔	X2
	<u>685.70 gr</u>		<u>582.85 gr</u>

685.70 gr	↔	100.00 %
582.85 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

382.30 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 324.96 gr

303.40 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 257.89 gr

TOTAL = 582.85 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	402.49 gr	↔	X1
3/8"	230.32 gr	↔	X2
	<u>632.81 gr</u>		<u>537.89 gr</u>

632.81 gr	↔	100.00 %
537.89 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

402.49 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 342.12 gr

230.32 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 195.77 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	342.117
1/2" RIO	750.00
	X1 = 1092.12 gr

TOTAL = 1287.89 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	306.60 gr	↔	X1
#4	255.17 gr	↔	X2
	<u>561.77 gr</u>		<u>477.50 gr</u>

561.77 gr	↔	100.00 %
477.50 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

306.60 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 260.61 gr

255.17 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 216.89 gr

TOTAL = 477.50 gr

1.4.3.- FINOS

#8	387.24 gr	↔	X1
#10	116.22 gr	↔	X2
#20	511.95 gr	↔	X3
#30	295.53 gr	↔	X4
#40	287.40 gr	↔	X5
#60	322.95 gr	↔	X6
#80	145.00 gr	↔	X7
#100	79.83 gr	↔	X8
#200	217.20 gr	↔	X9
CAZOL.	756.40 gr	↔	X10
	<u>3119.72 gr</u>		<u>2651.76 gr</u>

ENTONCES:

387.24 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 329.15 gr
116.22 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 98.79 gr
511.95 gr	↔	100.00 %
X3	↔	85.00 %
		X3 = 435.16 gr
295.53 gr	↔	100.00 %
X4	↔	85.00 %
		X4 = 251.20 gr
287.40 gr	↔	100.00 %
X5	↔	85.00 %
		X5 = 244.29 gr

322.95 gr	↔	100.00 %
X6	↔	85.00 %
		X6 = 274.51 gr
145.00 gr	↔	100.00 %
X7	↔	85.00 %
		X7 = 123.25 gr
79.83 gr	↔	100.00 %
X8	↔	85.00 %
		X8 = 67.86 gr
217.20 gr	↔	100.00 %
X9	↔	85.00 %
		X9 = 184.62 gr
756.40 gr	↔	100.00 %
X10	↔	85.00 %
		X10 = 642.94 gr

TOTAL = 2651.76 gr



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

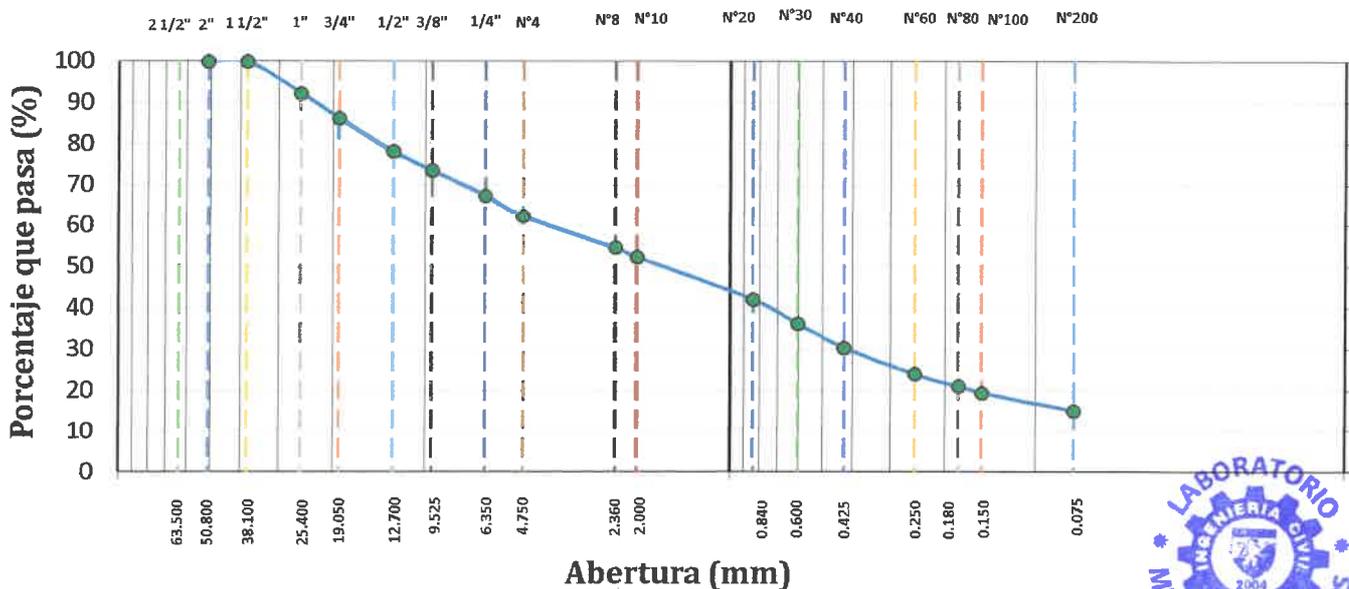
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÀNUCO - HUÀNUCO - AMARILIS **1**

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÀNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						PESO TOTAL 5000.00 gr
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 23.05 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE PLASTICO 18.61 %
1"	25.400	324.96	6.50	6.50	93.50	90 100	INDICE DE PLASTICIDAD 4.44 %
3/4"	19.050	257.89	5.16	11.66	88.34	65 100	CONTENIDO DE HUMEDAD 16.47 %
1/2"	12.700	1092.12	21.84	33.50	66.50		CLASIFICACIÓN SUCCS GM - GC
3/8"	9.525	195.77	3.92	37.41	62.59	45 80	CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0)
1/4"	6.350	260.61	5.21	42.63	57.37		% DE GRAVA 46.96 %
Nº4	4.750	216.89	4.34	46.96	53.04	30 65	% DE ARENA 40.18 %
Nº8	2.360	329.15	6.58	53.55	46.45		% DE LIMO Y ARCILLA 12.86 %
Nº10	2.000	98.79	1.98	55.52	44.48	22 52	
Nº20	0.840	435.16	8.70	64.23	35.77		
Nº30	0.600	251.20	5.02	69.25	30.75		
Nº40	0.425	244.29	4.89	74.14	25.86	15 35	
Nº60	0.250	274.51	5.49	79.63	20.37		
Nº80	0.180	123.25	2.47	82.09	17.91		
Nº100	0.150	67.86	1.36	83.45	16.55		
Nº200	0.075	184.62	3.69	87.14	12.86	5 20	
CAZOLETA	0.000	642.94	12.86	100.00	0.00		
		5000.00 gr	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 87.14%

CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

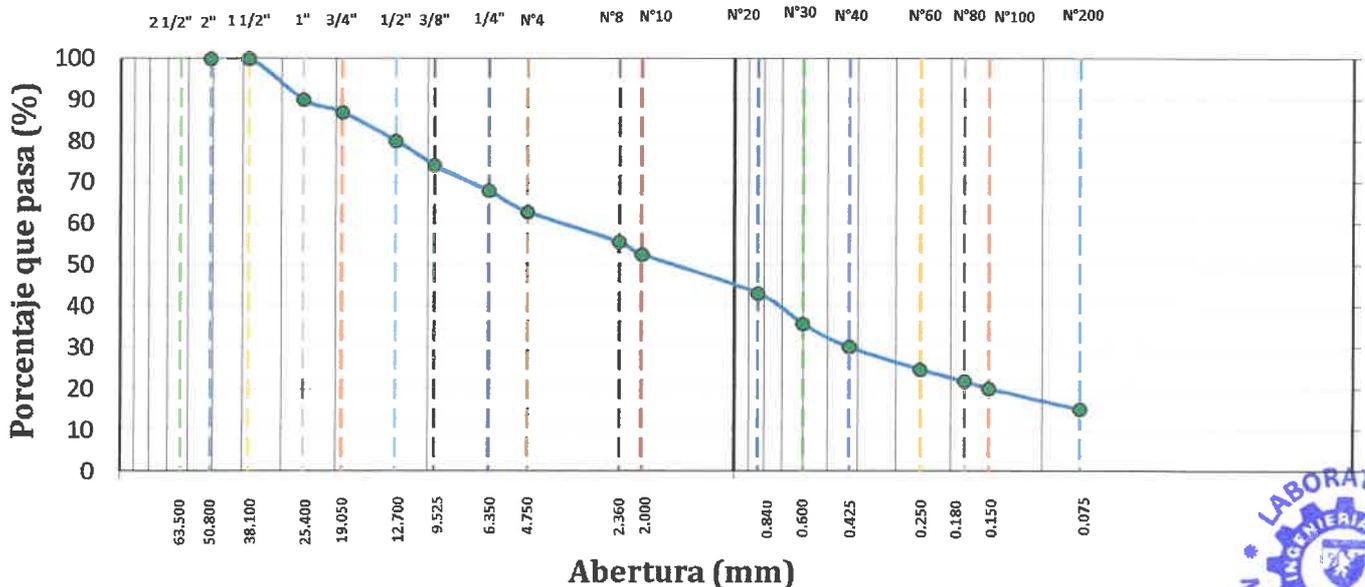
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 2

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL: 6000.00 gr LIMITE LIQUIDO: 25.82 % LIMITE PLASTICO: 21.13 % INDICE DE PLASTICIDAD: 4.69 % CONTENIDO DE HUMEDAD: 17.05 % CLASIFICACIÓN SUCCS: SC - SM CLASIFICACIÓN AASHTO: A-1b (0) % DE GRAVA: 37.07 % % DE ARENA: 47.88 % % DE LIMO Y ARCILLA: 15.05 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.95%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	594.30	9.91	9.91	90.10	90 100	
3/4"	19.050	184.00	3.07	12.97	87.03	65 100	
1/2"	12.700	415.08	6.92	19.89	80.11		
3/8"	9.525	350.83	5.85	25.74	74.26	45 80	
1/4"	6.350	372.66	6.21	31.95	68.05		
Nº4	4.750	307.26	5.12	37.07	62.93	30 65	
Nº8	2.360	441.00	7.35	44.42	55.58		
Nº10	2.000	180.12	3.00	47.42	52.58	22 52	
Nº20	0.840	564.97	9.42	56.84	43.16		
Nº30	0.600	448.99	7.48	64.32	35.68		
Nº40	0.425	332.15	5.54	69.86	30.14	15 35	
Nº60	0.250	326.02	5.43	75.29	24.71		
Nº80	0.180	173.05	2.88	78.17	21.83		
Nº100	0.150	105.55	1.76	79.93	20.07		
Nº200	0.075	300.78	5.01	84.95	15.05	5 20	
CAZOLETA	0.000	903.24	15.05	100.00	0.00		
		6000.00 gr	100.00				

CURVA GRANULOMÉTRICA



1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 85%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		778.30 gr
1/2"; 3/8"	415.08 350.83	765.91 gr
1/4"; #4	=	679.92 gr
FINO	=	<u>3775.87 gr</u>
		6000.00 gr

$$\begin{array}{ccc}
 6000.00 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 5100.00 \text{ gr}
 \end{array}$$

ENTONCES:

$$\begin{array}{ccc}
 778.30 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 661.56 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 415.08 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 352.82 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 350.83 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 298.21 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 679.92 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 577.93 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 3775.87 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 85\% \\
 \\
 & & X = 3209.49 \text{ gr}
 \end{array}$$

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 85% SERIA:

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		661.56 gr
1/2"; 3/8"	352.82 298.21	651.02 gr
1/4"; #4	=	577.93 gr
FINO	=	<u>3209.49 gr</u>
		5100.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 15% - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

$$\begin{array}{ccc}
 6000.00 \text{ gr} & \longleftrightarrow & 100\% \\
 X & \longleftrightarrow & 15\% \\
 \\
 & & X = 900.00 \text{ gr}
 \end{array}$$

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		661.56 gr
1/2"; 3/8"	352.82 298.21 900.00	1551.02 gr
1/4"; #4	=	577.93 gr
FINO	=	<u>3209.49 gr</u>
		6000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 85 % (CANTERA DE CERRO) + 15 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 11/2"; 1": 3/4"

1"	594.30 gr	↔	X1
3/4"	184.00 gr	↔	X2
	<u>778.30 gr</u>		<u>661.56 gr</u>

778.30 gr	↔	100.00 %
661.56 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

594.30 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 505.16 gr

184.00 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 156.40 gr

TOTAL = 661.56 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	415.08 gr	↔	X1
3/8"	350.83 gr	↔	X2
	<u>765.91 gr</u>		<u>651.02 gr</u>

765.91 gr	↔	100.00 %
651.02 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

415.08 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 352.82 gr

350.83 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 298.21 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	352.818
1/2" RIO	900.00
	X1 = 1252.82 gr

TOTAL = 1551.02 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	372.66 gr	↔	X1
#4	307.26 gr	↔	X2
	<u>679.92 gr</u>		<u>577.93 gr</u>

679.92 gr	↔	100.00 %
577.93 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

372.66 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 316.76 gr

307.26 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 261.17 gr

TOTAL = 577.93 gr

1.4.3.- FINOS

#8	441.00 gr	↔	X1
#10	180.12 gr	↔	X2
#20	564.97 gr	↔	X3
#30	448.99 gr	↔	X4
#40	332.15 gr	↔	X5
#60	326.02 gr	↔	X6
#80	173.05 gr	↔	X7
#100	105.55 gr	↔	X8
#200	300.78 gr	↔	X9
CAZOL.	903.24 gr	↔	X10
	<u>3775.87 gr</u>		<u>3209.49 gr</u>

ENTONCES:

441.00 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 374.85 gr
180.12 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 153.10 gr
564.97 gr	↔	100.00 %
X3	↔	85.00 %
		X3 = 480.22 gr
448.99 gr	↔	100.00 %
X4	↔	85.00 %
		X4 = 381.64 gr
332.15 gr	↔	100.00 %
X5	↔	85.00 %
		X5 = 282.33 gr

326.02 gr	↔	100.00 %
X6	↔	85.00 %
		X6 = 277.12 gr
173.05 gr	↔	100.00 %
X7	↔	85.00 %
		X7 = 147.09 gr
105.55 gr	↔	100.00 %
X8	↔	85.00 %
		X8 = 89.72 gr
300.78 gr	↔	100.00 %
X9	↔	85.00 %
		X9 = 255.66 gr
903.24 gr	↔	100.00 %
X10	↔	85.00 %
		X10 = 767.75 gr

TOTAL = 3209.49 gr



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

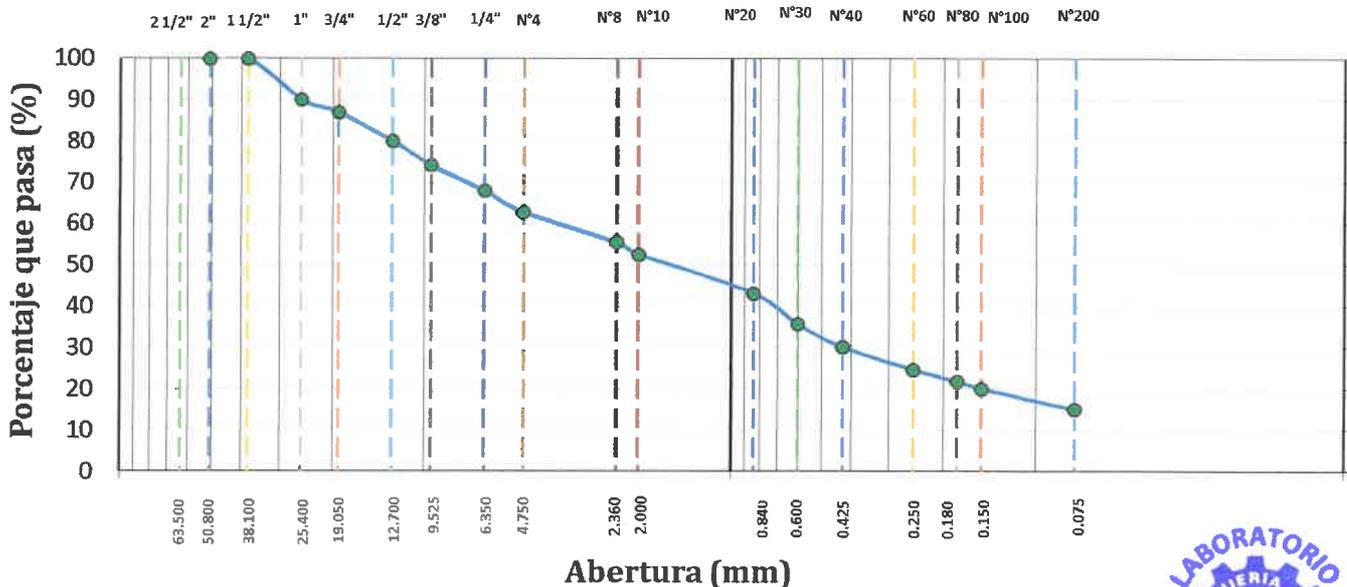
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÀNUCO - HUÀNUCO - AMARILIS **2**

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÀNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						PESO TOTAL 6000.00 gr
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 25.95 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE PLASTICO 21.42 %
1"	25.400	505.16	8.42	8.42	91.58	90 100	INDICE DE PLASTICIDAD 4.53 %
3/4"	19.050	156.40	2.61	11.03	88.97	65 100	CONTENIDO DE HUMEDAD 16.96 %
1/2"	12.700	1252.82	20.88	31.91	68.09		CLASIFICACION SUCCS GM - GC
3/8"	9.525	298.21	4.97	36.88	63.12	45 80	CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0)
1/4"	6.350	316.76	5.28	42.16	57.84		% DE GRAVA 46.51 %
Nº4	4.750	261.17	4.35	46.51	53.49	30 65	% DE ARENA 40.70 %
Nº8	2.360	374.85	6.25	52.76	47.24		% DE LIMO Y ARCILLA 12.80 %
Nº10	2.000	153.10	2.55	55.31	44.69	22 52	
Nº20	0.840	480.22	8.00	63.31	36.69		
Nº30	0.600	381.64	6.36	69.67	30.33		
Nº40	0.425	282.33	4.71	74.38	25.62	15 35	
Nº60	0.250	277.12	4.62	79.00	21.00		
Nº80	0.180	147.09	2.45	81.45	18.55		
Nº100	0.150	89.72	1.50	82.94	17.06		
Nº200	0.075	255.66	4.26	87.20	12.80	5 20	
CAZOLETA	0.000	767.75	12.80	100.00	0.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		6000.00 gr	100.00				GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
							87.21%

CURVA GRANULOMETRICA





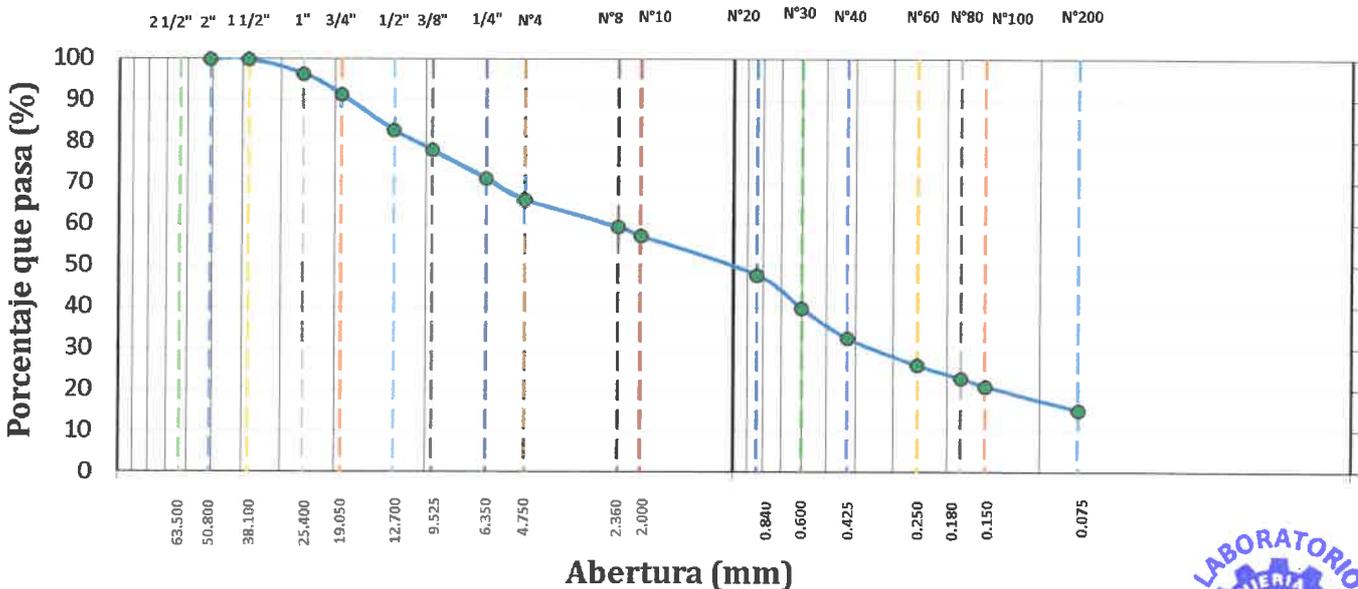
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 3
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 7000.00 gr LIMITE LIQUIDO 25.85 % LIMITE PLASTICO 21.36 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.49 % CONTENIDO DE HUMEDAD 17.39 % CLASIFICACION SUCCS SC - SM CLASIFICACION AASHTO A-1b (0) % DE GRAVA 33.85 % % DE ARENA 51.07 % % DE LIMO Y ARCILLA 15.08 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	243.50	3.48	3.48	96.52	90 100	
3/4"	19.050	352.60	5.04	8.52	91.48	65 100	
1/2"	12.700	604.56	8.64	17.15	82.85		
3/8"	9.525	334.75	4.78	21.93	78.07	45 80	
1/4"	6.350	478.90	6.84	28.78	71.22		
Nº4	4.750	354.96	5.07	33.85	66.15	30 65	
Nº8	2.360	467.57	6.68	40.53	59.47		
Nº10	2.000	153.05	2.19	42.71	57.29	22 52	
Nº20	0.840	661.54	9.45	52.16	47.84		
Nº30	0.600	569.86	8.14	60.30	39.70		
Nº40	0.425	502.41	7.18	67.48	32.52	15 35	
Nº60	0.250	458.27	6.55	74.03	25.97		
Nº80	0.180	219.04	3.13	77.16	22.84		
Nº100	0.150	137.72	1.97	79.12	20.88		
Nº200	0.075	405.51	5.79	84.92	15.08	5 20	
CAZOLETA	0.000	1055.76	15.08	100.00	0.00		
		7000.00 gr	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.92%

CURVA GRANULOMETRICA



1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 85%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		596.10 gr
1/2"; 3/8"	604.56 334.75	939.31 gr
1/4"; #4	=	833.86 gr
FINO	=	4630.73 gr
		<hr/>
		7000.00 gr

$$7000.00 \text{ gr} \begin{matrix} \longleftrightarrow 100\% \\ \longleftrightarrow 85\% \end{matrix}$$

$$X$$

$$X = 5950.00 \text{ gr}$$

ENTONCES:

$$596.10 \text{ gr} \begin{matrix} \longleftrightarrow 100\% \\ \longleftrightarrow 85\% \end{matrix}$$

$$X = 506.69 \text{ gr}$$

$$604.56 \text{ gr} \begin{matrix} \longleftrightarrow 100\% \\ \longleftrightarrow 85\% \end{matrix}$$

$$X = 513.88 \text{ gr}$$

$$334.75 \text{ gr} \begin{matrix} \longleftrightarrow 100\% \\ \longleftrightarrow 85\% \end{matrix}$$

$$X = 284.54 \text{ gr}$$

$$833.86 \text{ gr} \begin{matrix} \longleftrightarrow 100\% \\ \longleftrightarrow 85\% \end{matrix}$$

$$X = 708.78 \text{ gr}$$

$$4630.73 \text{ gr} \begin{matrix} \longleftrightarrow 100\% \\ \longleftrightarrow 85\% \end{matrix}$$

$$X = 3936.12 \text{ gr}$$

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 85% SERIA:

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		506.69 gr
1/2"; 3/8"	513.88 284.54	798.41 gr
1/4"; #4	=	708.78 gr
FINO	=	3936.12 gr
		<hr/>
		5950.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 15% - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

$$7000.00 \text{ gr} \begin{matrix} \longleftrightarrow 100\% \\ \longleftrightarrow 15\% \end{matrix}$$

$$X$$

$$X = 1050.00 \text{ gr}$$

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		506.69 gr
1/2"; 3/8"	513.88 284.54 1050.00	1848.41 gr
1/4"; #4	=	708.78 gr
FINO	=	3936.12 gr
		<hr/>
		7000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 85 % (CANTERA DE CERRO) + 15 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 11/2"; 1": 3/4"

1"	243.50 gr	↔	X1
3/4"	352.60 gr	↔	X2
	<u>596.10 gr</u>		<u>506.69 gr</u>

596.10 gr	↔	100.00 %
506.69 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

243.50 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 206.98 gr

352.60 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 299.71 gr

TOTAL = 506.69 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	604.56 gr	↔	X1
3/8"	334.75 gr	↔	X2
	<u>939.31 gr</u>		<u>798.41 gr</u>

939.31 gr	↔	100.00 %
798.41 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

604.56 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 513.88 gr

334.75 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 284.54 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	513.876
1/2" RIO	1050.00
	X1 = 1563.88 gr

TOTAL = 1848.41 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	478.90 gr	↔	X1
#4	354.96 gr	↔	X2
	<u>833.86 gr</u>		<u>708.78 gr</u>

833.86 gr	↔	100.00 %
708.78 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

478.90 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 407.07 gr

354.96 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 301.72 gr

TOTAL = 708.78 gr

1.4.3.- FINOS

#8	467.57 gr	↔	X1
#10	153.05 gr	↔	X2
#20	661.54 gr	↔	X3
#30	569.86 gr	↔	X4
#40	502.41 gr	↔	X5
#60	458.27 gr	↔	X6
#80	219.04 gr	↔	X7
#100	137.72 gr	↔	X8
#200	405.51 gr	↔	X9
CAZOL.	1055.76 gr	↔	X10
	<u>4630.73 gr</u>		<u>3936.12 gr</u>

ENTONCES:

467.57 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 397.43 gr
153.05 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 130.09 gr
661.54 gr	↔	100.00 %
X3	↔	85.00 %
		X3 = 562.31 gr
569.86 gr	↔	100.00 %
X4	↔	85.00 %
		X4 = 484.38 gr
502.41 gr	↔	100.00 %
X5	↔	85.00 %
		X5 = 427.05 gr

458.27 gr	↔	100.00 %
X6	↔	85.00 %
		X6 = 389.53 gr
219.04 gr	↔	100.00 %
X7	↔	85.00 %
		X7 = 186.18 gr
137.72 gr	↔	100.00 %
X8	↔	85.00 %
		X8 = 117.06 gr
405.51 gr	↔	100.00 %
X9	↔	85.00 %
		X9 = 344.68 gr
1055.76 gr	↔	100.00 %
X10	↔	85.00 %
		X10 = 897.40 gr

TOTAL = 3936.12 gr



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

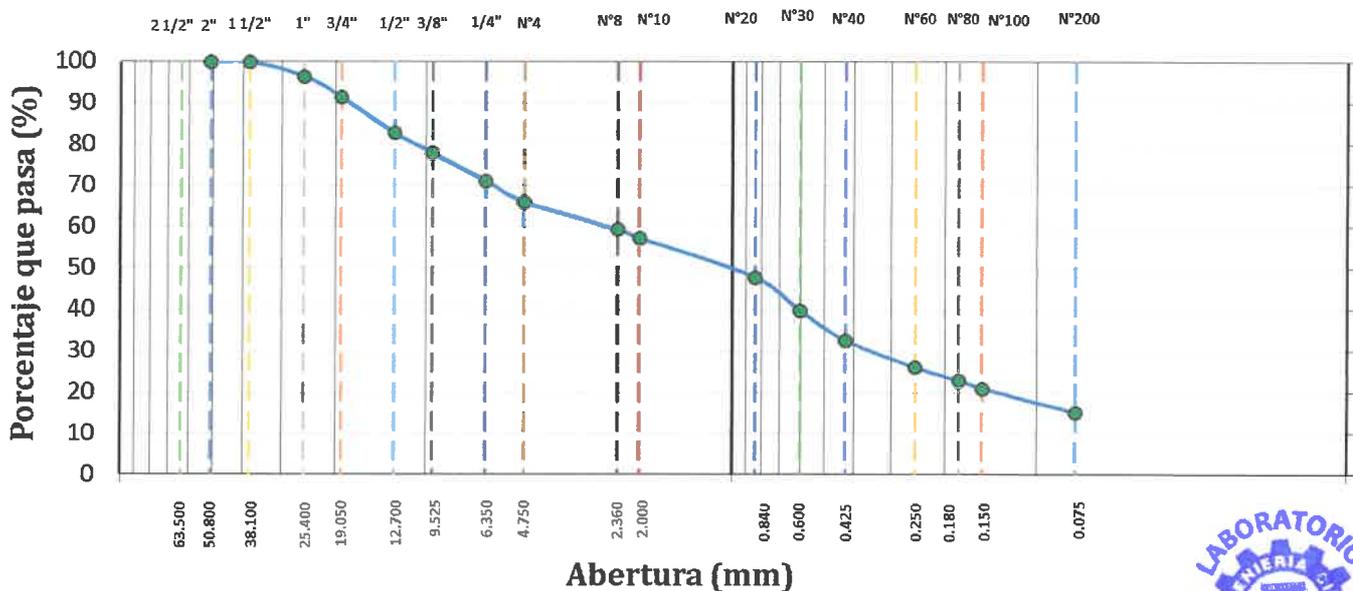
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **3**

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	PESO TOTAL 7000.00 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 25.75 %
1"	25.400	206.98	2.96	2.96	97.04	90 100	LIMITE PLASTICO 21.20 %
3/4"	19.050	299.71	4.28	7.24	92.76	65 100	INDICE DE PLASTICIDAD 4.55 %
1/2"	12.700	1563.88	22.34	29.58	70.42		CONTENIDO DE HUMEDAD 16.12 %
3/8"	9.525	284.54	4.06	33.64	66.36	45 80	CLASIFICACIÓN SUCCS GM - GC
1/4"	6.350	407.07	5.82	39.46	60.54		CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0)
Nº4	4.750	301.72	4.31	43.77	56.23	30 65	% DE GRAVA 43.77 %
Nº8	2.360	397.43	5.68	49.45	50.55		% DE ARENA 43.41 %
Nº10	2.000	130.09	1.86	51.31	48.69	22 52	% DE LIMO Y ARCILLA 12.82 %
Nº20	0.840	562.31	8.03	59.34	40.66		
Nº30	0.600	484.38	6.92	66.26	33.74		
Nº40	0.425	427.05	6.10	72.36	27.64	15 35	
Nº60	0.250	389.53	5.56	77.92	22.08		
Nº80	0.180	186.18	2.66	80.58	19.42		
Nº100	0.150	117.06	1.67	82.26	17.74		
Nº200	0.075	344.68	4.92	87.18	12.82	5 20	
CAZOLETA	0.000	897.40	12.82	100.00	0.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		7000.00 gr	100.00				GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
							87.18

CURVA GRANULOMETRICA





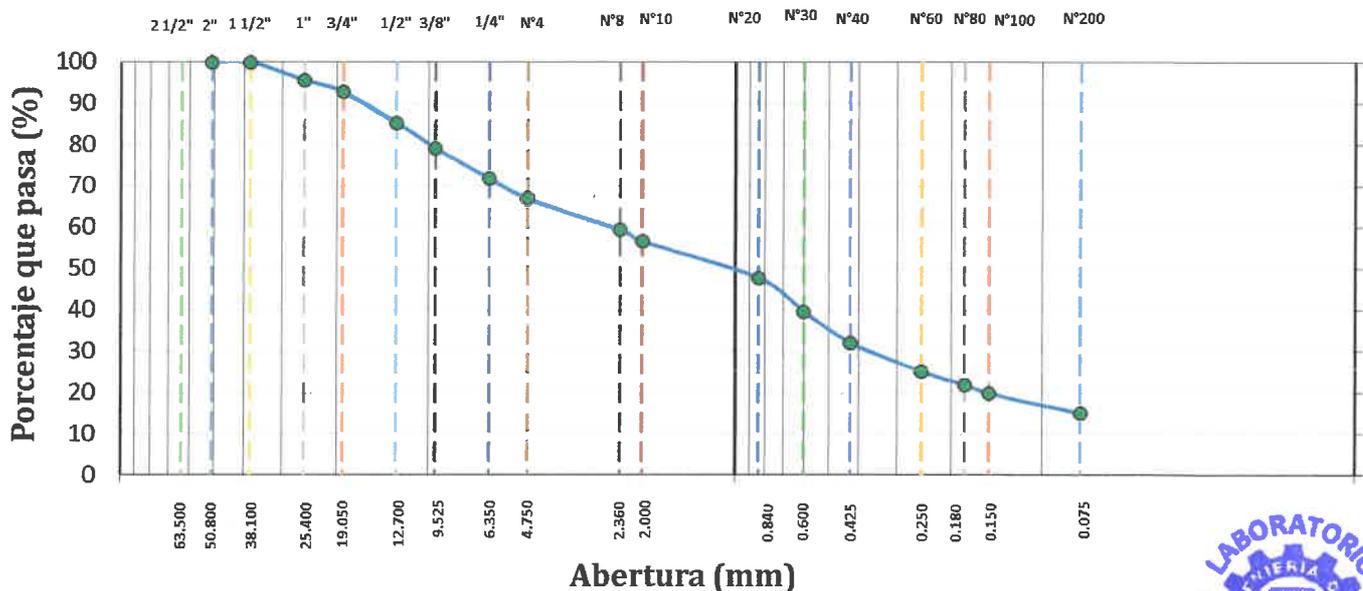
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** : M - 4
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	PESO TOTAL 8000.00 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 20.65 %
1"	25.400	343.60	4.30	4.30	95.71	90 100	LIMITE PLASTICO 16.12 %
3/4"	19.050	227.00	2.84	7.13	92.87	65 100	INDICE DE PLASTICIDAD 4.53 %
1/2"	12.700	598.28	7.48	14.61	85.39		CONTENIDO DE HUMEDAD 17.13 %
3/8"	9.525	491.45	6.14	20.75	79.25	45 80	CLASIFICACION SUCCS SC - SM
1/4"	6.350	588.62	7.36	28.11	71.89		CLASIFICACION AASHTO A-1b (0)
Nº4	4.750	378.77	4.73	32.85	67.15	30 65	DENSIDAD MAXIMA SECA 2.24 gr/cm3
Nº8	2.360	613.73	7.67	40.52	59.48		HUMEDAD OPTIMA 6.80 %
Nº10	2.000	228.55	2.86	43.38	56.63	22 52	CBR 0.1" (95%) 51.00 %
Nº20	0.840	713.70	8.92	52.30	47.70		CBR 0.1" (100%) 70.01 %
Nº30	0.600	646.86	8.09	60.38	39.62		ABRASION LOS ANGELES 37.06 %
Nº40	0.425	602.80	7.54	67.92	32.08	15 35	% DE GRAVA 32.85 %
Nº60	0.250	557.41	6.97	74.88	25.12		% DE ARENA 52.13 %
Nº80	0.180	264.22	3.30	78.19	21.81		% DE LIMO Y ARCILLA 15.03 %
Nº100	0.150	160.01	2.00	80.19	19.81		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Nº200	0.075	382.76	4.78	84.97	15.03	5 20	
CAZOLETA	0.000	1202.24	15.03	100.00	0.00		84.98%

CURVA GRANULOMETRICA



1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 85%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =	570.60 gr	8000.00 gr	↔	100%
1/2"; 3/8"	598.28 491.45 1089.73 gr	X	↔	85%
1/4"; #4 =	967.39 gr			
FINO =	5372.28 gr			
	<u>8000.00 gr</u>			X = 6800.00 gr

ENTONCES:

570.60 gr ↔ 100%	598.28 gr ↔ 100%	491.45 gr ↔ 100%
X ↔ 85%	X ↔ 85%	X ↔ 85%
X = 485.01 gr	X = 508.54 gr	X = 417.73 gr
967.39 gr ↔ 100%	5372.28 gr ↔ 100%	
X ↔ 85%	X ↔ 85%	
X = 822.28 gr	X = 4566.44 gr	

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 85% SERIA:

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =	485.01 gr
1/2"; 3/8"	508.54 417.73 926.27 gr
1/4"; #4 =	822.28 gr
FINO =	<u>4566.44 gr</u>
	6800.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 15% - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

8000.00 gr ↔ 100%
X ↔ 15%

X = 1200.00 gr

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =	485.01 gr
1/2"; 3/8"	508.54 417.73 1200.00 2126.27 gr
1/4"; #4 =	822.28 gr
FINO =	<u>4566.44 gr</u>
	8000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 85 % (CANTERA DE CERRO) + 15 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 1 1/2"; 1": 3/4"

1"	343.60 gr	↔	X1
3/4"	227.00 gr	↔	X2
	<u>570.60 gr</u>		<u>485.01 gr</u>

570.60 gr	↔	100.00 %
485.01 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

343.60 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 292.06 gr

227.00 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 192.95 gr

TOTAL = 485.01 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	598.28 gr	↔	X1
3/8"	491.45 gr	↔	X2
	<u>1089.73 gr</u>		<u>926.27 gr</u>

1089.73 gr	↔	100.00 %
926.27 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

598.28 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 508.54 gr

491.45 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 417.73 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	508.538
1/2" RIO	1200.00
	X1 = 1708.54 gr

TOTAL = 2126.27 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	588.62 gr	↔	X1
#4	378.77 gr	↔	X2
	<u>967.39 gr</u>		<u>822.28 gr</u>

967.39 gr	↔	100.00 %
822.28 gr	↔	X
		X = 85.00 %

ENTONCES:

588.62 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 500.33 gr

378.77 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 321.95 gr

TOTAL = 822.28 gr

1.4.3.- FINOS

#8	613.73 gr	↔	X1
#10	228.55 gr	↔	X2
#20	713.70 gr	↔	X3
#30	646.86 gr	↔	X4
#40	602.80 gr	↔	X5
#60	557.41 gr	↔	X6
#80	264.22 gr	↔	X7
#100	160.01 gr	↔	X8
#200	382.76 gr	↔	X9
CAZOL.	1202.24 gr	↔	X10
	<u>5372.28 gr</u>		<u>4566.44 gr</u>

ENTONCES:

613.73 gr	↔	100.00 %
X1	↔	85.00 %
		X1 = 521.67 gr
228.55 gr	↔	100.00 %
X2	↔	85.00 %
		X2 = 194.27 gr
713.70 gr	↔	100.00 %
X3	↔	85.00 %
		X3 = 606.65 gr
646.86 gr	↔	100.00 %
X4	↔	85.00 %
		X4 = 549.83 gr
602.80 gr	↔	100.00 %
X5	↔	85.00 %
		X5 = 512.38 gr

557.41 gr	↔	100.00 %
X6	↔	85.00 %
		X6 = 473.80 gr
264.22 gr	↔	100.00 %
X7	↔	85.00 %
		X7 = 224.59 gr
160.01 gr	↔	100.00 %
X8	↔	85.00 %
		X8 = 136.01 gr
382.76 gr	↔	100.00 %
X9	↔	85.00 %
		X9 = 325.35 gr
1202.24 gr	↔	100.00 %
X10	↔	85.00 %
		X10 = 1021.90 gr

TOTAL = 4566.44 gr



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

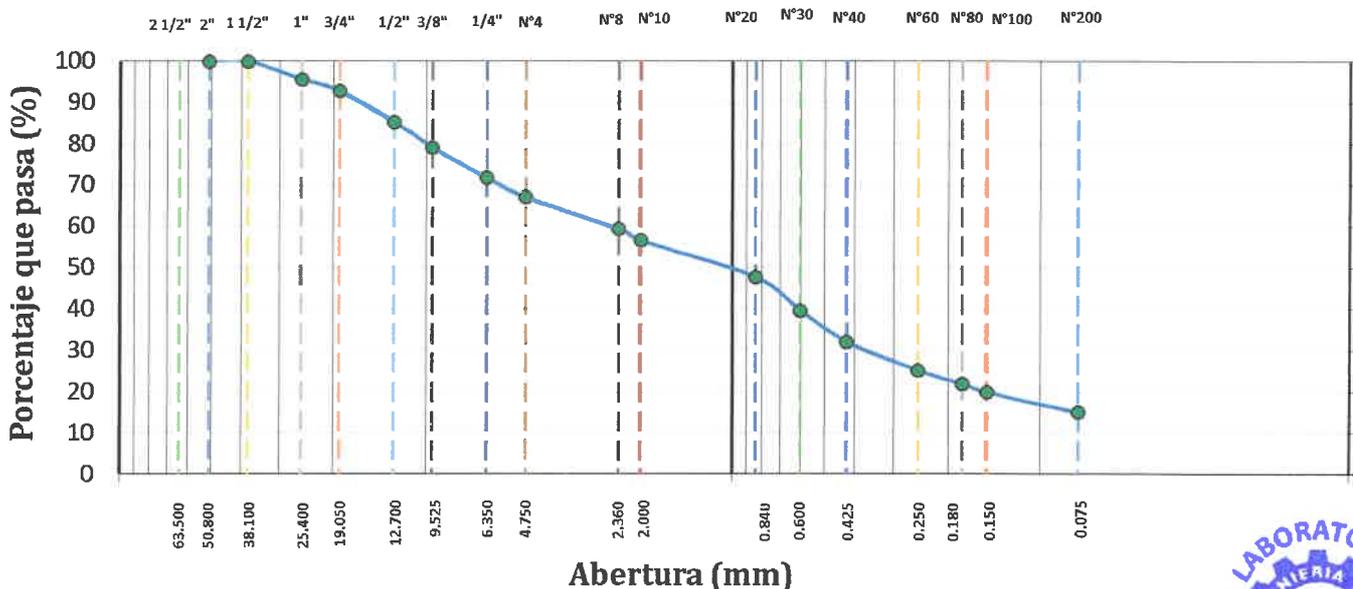
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **4**

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	PESO TOTAL 8000.00 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 20.95 %
1"	25.400	292.06	3.65	3.65	96.35	90 100	LIMITE PLASTICO 16.06 %
3/4"	19.050	192.95	2.41	6.06	93.94	65 100	INDICE DE PLASTICIDAD 4.89 %
1/2"	12.700	1708.54	21.36	27.42	72.58		CONTENIDO DE HUMEDAD 16.89 %
3/8"	9.525	417.73	5.22	32.64	67.36	45 80	CLASIFICACION SUCCS GM - GC
1/4"	6.350	500.33	6.25	38.90	61.10		CLASIFICACION AASHTO A-1a (0)
Nº4	4.750	321.95	4.02	42.92	57.08	30 65	DENSIDAD MAXIMA SECA 2.24 gr/cm3
Nº8	2.360	521.67	6.52	49.44	50.56		HUMEDAD OPTIMA 5.47 %
Nº10	2.000	194.27	2.43	51.87	48.13	22 52	CBR 0.1" (95%) 39.00 %
Nº20	0.840	606.65	7.58	59.45	40.55		CBR 0.1" (100%) 104.27 %
Nº30	0.600	549.83	6.87	66.32	33.68		ABRASIÓN LOS ANGELES 33.66 %
Nº40	0.425	512.38	6.40	72.73	27.27	15 35	% DE GRAVA 42.92 %
Nº60	0.250	473.80	5.92	78.65	21.35		% DE ARENA 44.31 %
Nº80	0.180	224.59	2.81	81.46	18.54		% DE LIMO Y ARCILLA 12.77 %
Nº100	0.150	136.01	1.70	83.16	16.84		
Nº200	0.075	325.35	4.07	87.23	12.77	5 20	
CAZOLETA	0.000	1021.90	12.77	100.00	0.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		8000.00 gr	100.00				GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
							87.23%

CURVA GRANULOMÉTRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

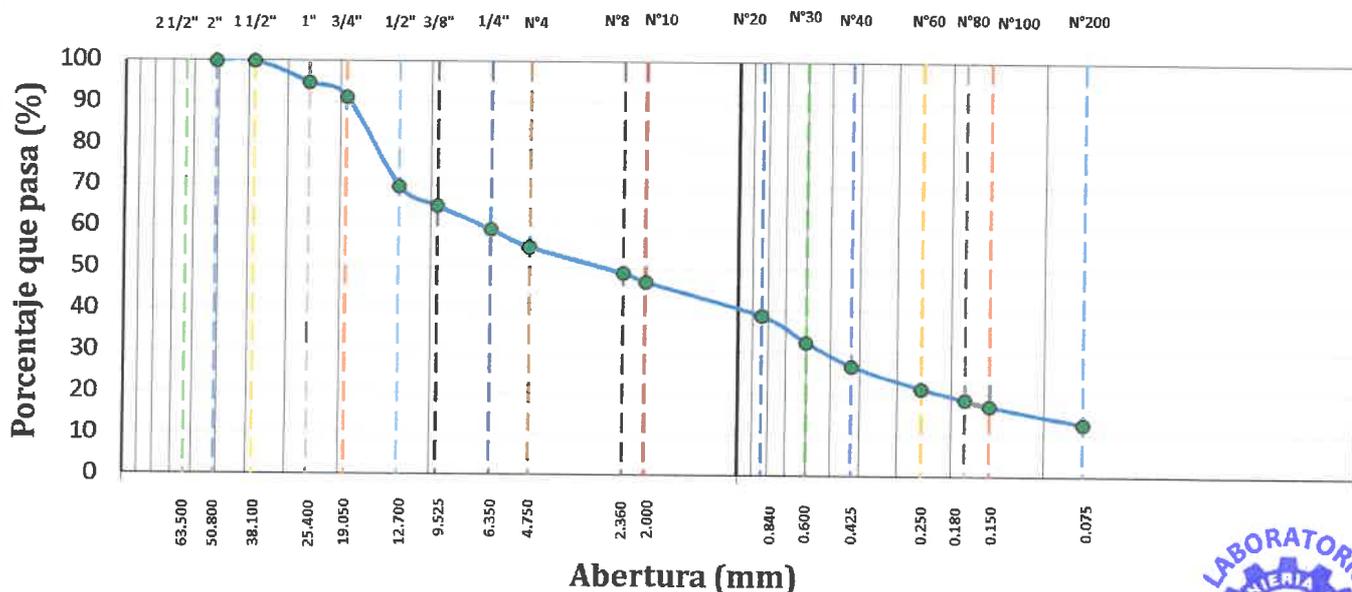
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **PROMEDIO**

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	PESO TOTAL 6500.00 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 24.94 %
1"	25.400	332.29	5.11	5.11	94.89	90 100	LIMITE PLASTICO 19.22 %
3/4"	19.050	226.74	3.49	8.60	91.40	65 100	INDICE DE PLASTICIDAD 5.72 %
1/2"	12.700	1404.34	21.61	30.21	69.79		CONTENIDO DE HUMEDAD 16.59 %
3/8"	9.525	299.06	4.60	34.81	65.19	45 80	CLASIFICACIÓN SUCCS GM - GC
1/4"	6.350	371.19	5.71	40.52	59.48		CLASIFICACION AASHTO A-1a (0)
Nº4	4.750	275.43	4.24	44.75	55.25	30 65	% DE GRAVA 44.75 %
Nº8	2.360	405.78	6.24	51.00	49.00		% DE ARENA 42.44 %
Nº10	2.000	144.06	2.22	53.21	46.79	22 52	% DE LIMO Y ARCILLA 12.81 %
Nº20	0.840	521.08	8.02	61.23	38.77		
Nº30	0.600	416.76	6.41	67.64	32.36		
Nº40	0.425	366.51	5.64	73.28	26.72	15 35	
Nº60	0.250	353.74	5.44	78.72	21.28		
Nº80	0.180	170.28	2.62	81.34	18.66		
Nº100	0.150	102.66	1.58	82.92	17.08		
Nº200	0.075	277.58	4.27	87.19	12.81	5 20	
CAZOLETA	0.000	832.50	12.81	100.00	0.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		6500.00 gr	100.00				GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
							87.19%

CURVA GRANULOMETRICA



ANEXO Q: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG MEZCLA 85%+15%



LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

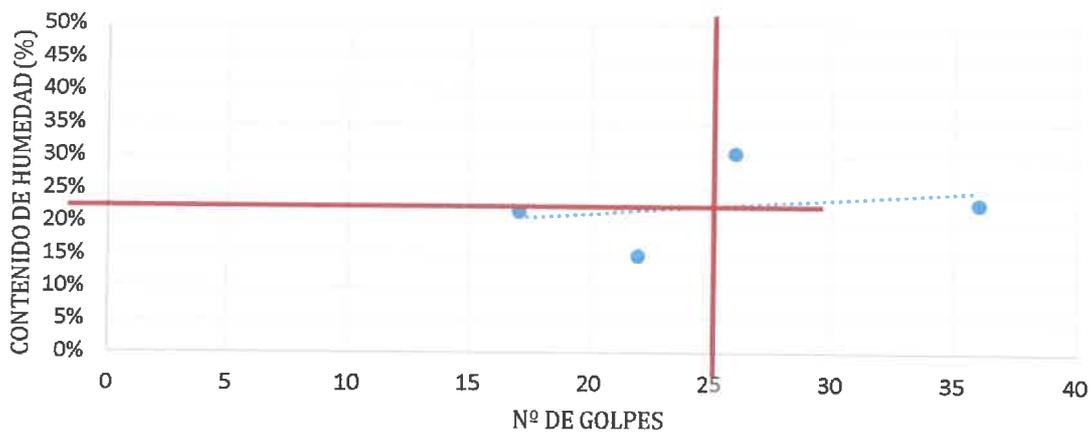
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **1**

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-1	A-2	A-3	A-4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	52.42	47.22	51.20	51.42
Peso de la capsula + M. seca (gr)	48.26	44.86	46.00	47.25
Peso del agua (gr)	4.16	2.36	5.20	4.17
Peso de la Muestra seca (gr)	19.26	15.86	17.00	18.25
Contenido de Humedad (%)	21.60	14.88	30.59	22.85
Nº de golpes	17	22	26	36

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-5	A-6	A-7
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	32.12	34.20	31.42
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.62	33.36	31.06
Peso del agua (gr)	0.50	0.84	0.36
Peso de la Muestra seca (gr)	2.62	4.36	2.06
Contenido de Humedad (%)	19.08	19.27	17.48
Promedo C. de humedad (%)	18.61		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	23.05
LIMITE PLASTICO	18.61
INDICE DE PLASTICIDAD	4.44

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	





LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

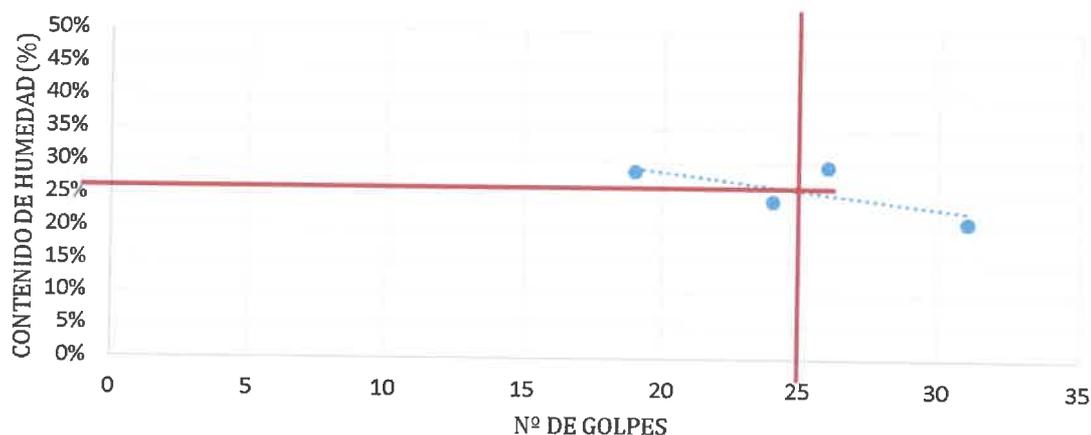
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **2**

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-8	A-9	A-10	A-11
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	45.56	47.46	52.12	50.26
Peso de la capsula + M. seca (gr)	41.87	43.86	46.86	46.56
Peso del agua (gr)	3.69	3.60	5.26	3.70
Peso de la Muestra seca (gr)	12.87	14.86	17.86	17.56
Contenido de Humedad (%)	28.67	24.23	29.45	21.07
Nº de golpes	19	24	26	31

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-12	A-13	A-14
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.95	31.91	30.98
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.32	31.47	30.66
Peso del agua (gr)	0.63	0.44	0.32
Peso de la Muestra seca (gr)	2.32	2.47	1.66
Contenido de Humedad (%)	27.16	17.81	19.28
Promedo C. de humedad (%)	21.42		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25.95
LIMITE PLASTICO	21.42
INDICE DE PLASTICIDAD	4.53

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	





LIMITES DE ATTERBERG

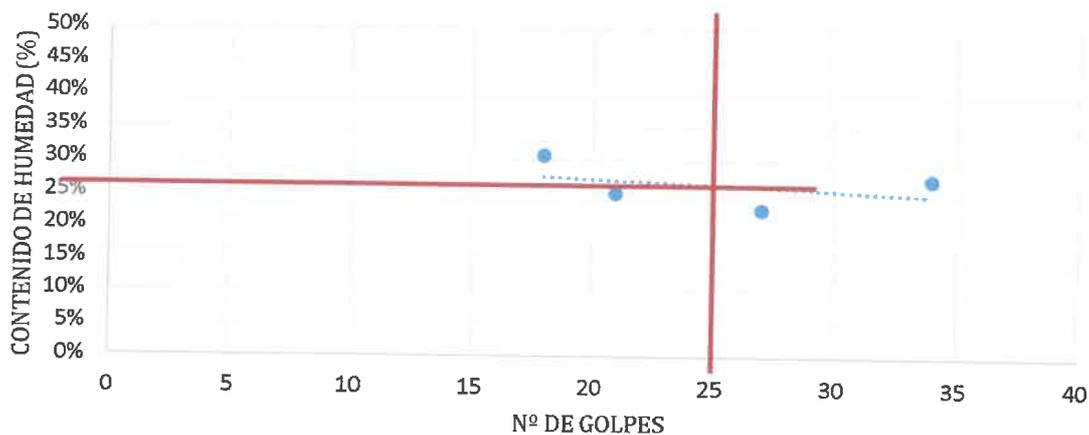
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **3**
MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+900 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-15	A-16	A-17	A-18
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	44.24	47.56	50.26	50.96
Peso de la capsula + M. seca (gr)	40.66	43.85	46.35	46.26
Peso del agua (gr)	3.58	3.71	3.91	4.70
Peso de la Muestra seca (gr)	11.66	14.85	17.35	17.26
Contenido de Humedad (%)	30.70	24.98	22.54	27.23
Nº de golpes	18	21	27	34

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-19	A-20	A-21
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.66	31.72	32.02
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.22	31.17	31.55
Peso del agua (gr)	0.44	0.55	0.47
Peso de la Muestra seca (gr)	2.22	2.17	2.55
Contenido de Humedad (%)	19.82	25.35	18.43
Promedo C. de humedad (%)	21.20		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25.75
LIMITE PLASTICO	21.20
INDICE DE PLASTICIDAD	4.55

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE CERRO
	(4 - 9) %





LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

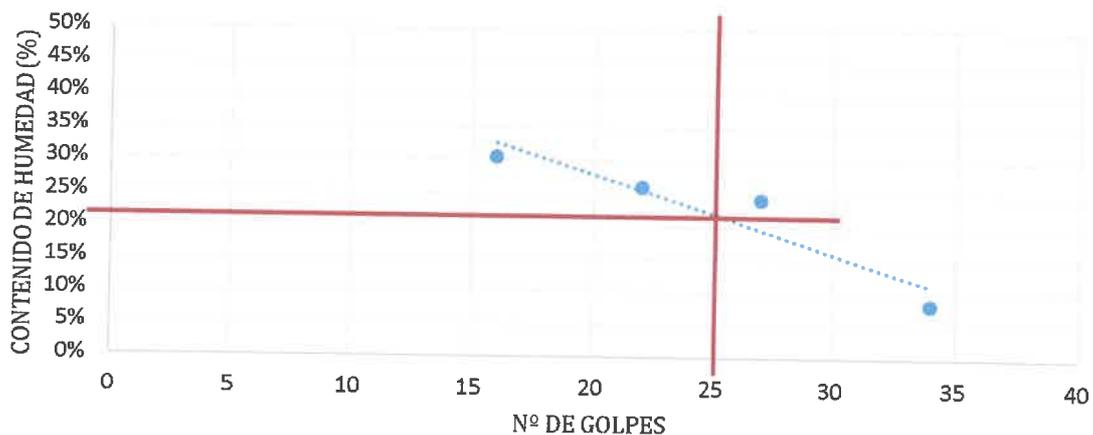
MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

FECHA : 31/05/2019

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-1	A-2	A-3	A-4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	56.23	51.46	50.26	48.26
Peso de la capsula + M. seca (gr)	49.86	46.82	46.12	46.78
Peso del agua (gr)	6.37	4.64	4.14	1.48
Peso de la Muestra seca (gr)	20.86	17.82	17.12	17.78
Contenido de Humedad (%)	30.54	26.04	24.18	8.32
Nº de golpes	16	22	27	34

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-5	A-6	A-7
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	32.02	31.66	32.26
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.58	31.34	31.78
Peso del agua (gr)	0.44	0.32	0.48
Peso de la Muestra seca (gr)	2.58	2.34	2.78
Contenido de Humedad (%)	17.05	13.87	17.27
Promedo C. de humedad (%)	16.06		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	20.95
LIMITE PLASTICO	16.06
INDICE DE PLASTICIDAD	4.89

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE CERRO
	(4 - 9) %



LIMITES DE ATTERBERG

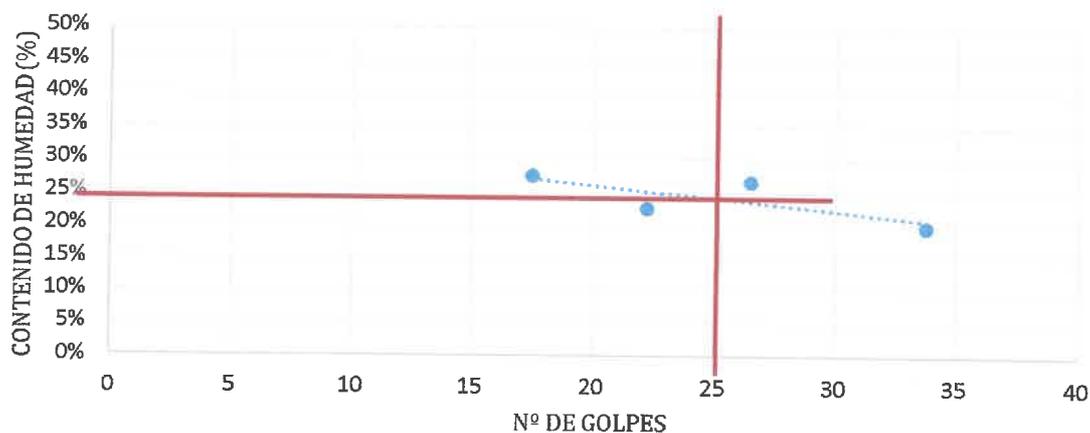
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **PROMEDIO**
MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	Promedio 1	Promedio 2	Promedio 3	Promedio 4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	1	2	3	4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	49.61	48.43	50.96	50.23
Peso de la capsula + M. seca (gr)	45.16	44.85	46.33	46.71
Peso del agua (gr)	4.45	3.58	4.63	3.51
Peso de la Muestra seca (gr)	16.16	15.85	17.33	17.71
Contenido de Humedad (%)	27.53	22.57	26.70	19.83
Nº de golpes	18	22	26.5	34

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	Promedio 1	Promedio 2	Promedio 3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	1	2	3
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.94	32.37	31.67
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.44	31.83	31.26
Peso del agua (gr)	0.50	0.54	0.41
Peso de la Muestra seca (gr)	2.44	2.83	2.26
Contenido de Humedad (%)	20.64	19.00	18.01
Promedo C. de humedad (%)	19.22		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.94
LIMITE PLASTICO	19.22
INDICE DE PLASTICIDAD	5.72

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	



ANEXO R: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MEZCLA 85%+15%



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **1**

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	594.26			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	510.24			
Peso del agua (gr)	84.02			
Peso de la Muestra seca (gr)	510.24			
Humedad Natural (%)	16.47			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **2**

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 15% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	510.26			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	436.28			
Peso del agua (gr)	73.98			
Peso de la Muestra seca (gr)	436.28			
Humedad Natural (%)	16.96			





PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

CALCULO DE PESOS PARA EL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO 85% DE AGREGADO DE CERRO + 15% DE AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

1.- PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL
11/2"; 1" 3/4"			485.01 gr
1/2"; 3/8"	508.54	1200	2126.27 gr
1/4"; #4			822.28 gr
FINO			4566.44 gr
			<u>8000.00 gr</u>

2.- CALCULO PARA REALIZAR EL PROCTOR MODIFICADO DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 85% (CANTERA DE CERRO) + 15% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL	
1/2"; 3/8"	926.27	1200	2126.27 gr	↔ 28.29 %
1/4"; #4			822.28 gr	↔ 10.94 %
FINO			4566.44 gr	↔ 60.76 %
			<u>7514.99 gr</u>	100 %

2.1.- SELECCIONANDO 5500 gr PARA EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ENTONCES:

5500 ↔ 100 %	5500 ↔ 100 %	5500 ↔ 100 %
X ↔ 28.29 %	X ↔ 10.94 %	X ↔ 60.76 %
X = 1556.15 gr	X = 601.80 gr	X = 3342.04 gr

2.2.- POR LO TANTO PARA 5500 gr SERIA:

TAMIZ		
1/2"; 3/8"	1556.15 gr	↔ 28.29 %
1/4"; #4	601.80 gr	↔ 10.94 %
FINO	3342.04 gr	↔ 60.76 %
	<u>5500.00</u>	100 %

2.3.- CALCULANDO LA CANTIDAD DE PESOS POR TAMICES DE 1/2" Y 3/8"

1/2"	926.27	↔	X1	2126.27	↔	100.00 %
3/8"	1200.00	↔	X2	1556.15	↔	X
	<u>2126.27</u>		1556.15			X = 73.187057 %

ENTONCES:

926.27 ↔ 100 %	1200.00 ↔ 100 %
X1 ↔ 73.19 %	X2 ↔ 73.19 %
X = 677.91 gr	X = 878.24 gr

2.4.- POR LO TANTO LA CANTIDAD DE PESOS EN UN (85 % DE AGREGADO DE CERRO) + (15% DE AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANADA DE 1/2") PARA LOS TAMICES DE 1/2" Y 3/8" SERIA:

TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL	
1/2"; 3/8"	677.91	878.24 gr	1556.15 gr	↔ 28.29 %
1/4"; #4			601.80 gr	↔ 10.94 %
FINO			3342.04 gr	↔ 60.76 %
			<u>5500.00 gr</u>	100 %





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

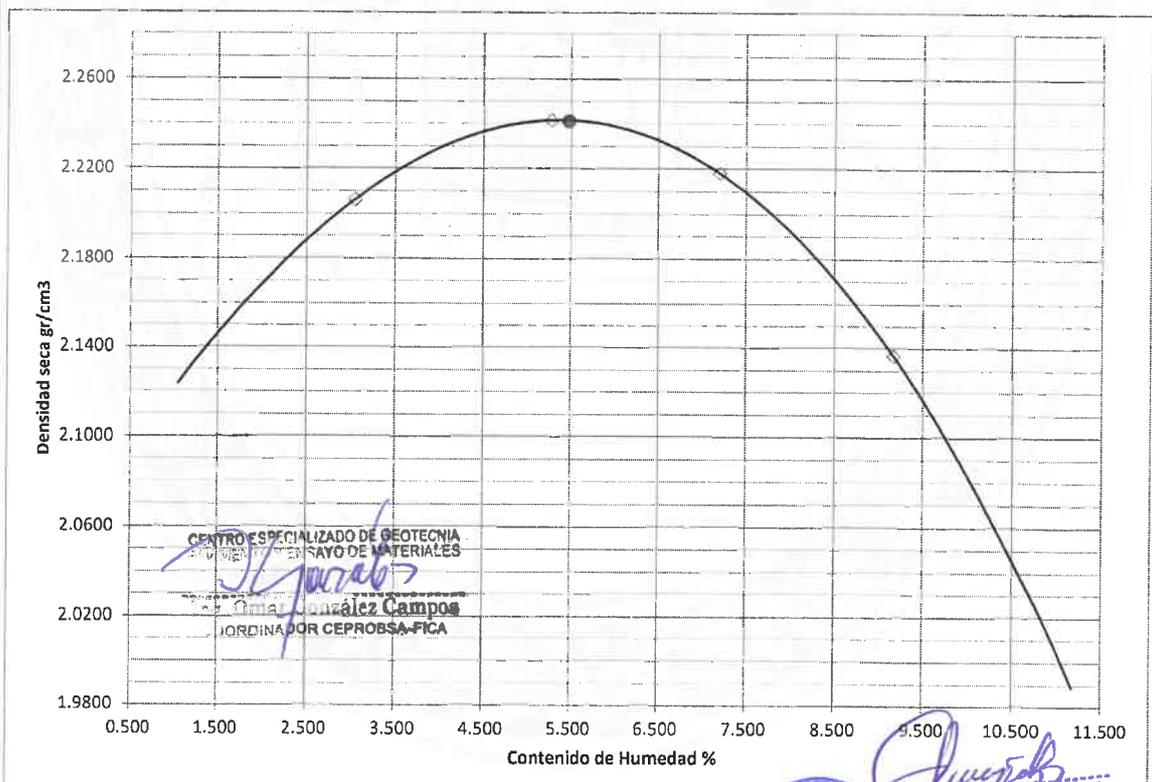
MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 15 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

FECHA : 16/08/2019 **MÉTODO:** C

FACTURA ELECT.: E001-537

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°69-pag.-20 de 24 | UNHEVAL

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	10950.0	11133.0	11171.0	11075.0				
PESO DEL MOLDE	gr.	6140	6140	6140	6140				
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	4810.0	4993.0	5031.0	4935.0				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3.	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/c3.	2.273	2.360	2.378	2.332				
Nº DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8
DETERMINACIÓN		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	582.27	582.27	569.95	569.95	559.72	559.72	549.63	549.63
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	17.73	17.73	30.05	30.05	40.28	40.28	50.37	50.37
PESO MUESTRA SECA	gr.	582.27	582.27	569.950	569.950	559.72	559.72	549.63	549.63
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.045	3.045	5.272	5.272	7.196	7.196	9.164	9.164
HUMEDAD PROMEDIO	%	3.045		5.272		7.196		9.164	
DENSIDAD SECA	gr/c3.	2.2060		2.2415		2.2180		2.1364	



Densidad Máxim : 2.241 gr/cm3.
Humedad Optimu : 5.47 %

Ing. Jorge L. Meyza Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 15 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°69-pag.-13 de 24 - UNHEVAL

Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante

FECHA : ago-19
COMPROBANTE : E001-537

MUESTRA		01				02				03			
Nº DE MOLDE		06				05				04			
Nº DE CAPAS		05				05				05			
Nº DE GOLPESPOR CAPA		56				25				10			
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO
	Peso del molde + suelo humedo A	gr.	12,494.00	12,611.00	12,258.00	12,427.00	12,044.00	12,291.00					
Peso del molde B	gr.	7,530.00	7,530.00	7,519.00	7,519.00	7,519.00	7,519.00						
Peso del suelo humedo C=A-B	gr.	4,964.00	5,081.00	4,739.00	4,908.00	4,525.00	4,772.00						
Volumen del suelo D	cm ³ .	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01	2,116.01						
Densidad humeda E=C/D	gr/cc	2.35	2.40	2.24	2.32	2.14	2.26						
Humedad L	%	5.59				5.59				5.59			
Densidad seca M=E/(1+L/100)	gr/cc	2.222				2.121				2.025			
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nº DE TARA		107	106	118	109	102	103	116	117	118	117	116	114
Peso tara + suelo humedo F	gr.	600.000	600.000			600.000	600.000			600.000	600.000		
Peso tara + suelo seco G	gr.	568.230	568.230			568.230	568.230			568.230	568.230		
Peso de la tara H	gr.	0.000	0.000			0.000	0.000			0.000	0.000		
Peso del agua I= F-G	gr.	31.770	31.770			31.770	31.770			31.770	31.770		
Peso de los solidos J= G-H	gr.	568.230	568.230			568.230	568.230			568.230	568.230		
humedad K=I/J*100	%	5.591	5.591			5.591	5.591			5.591	5.591		
Promedio de humedad L=(K1+K2/2)	%	5.59				5.59				5.59			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
		0 h	0			0			0		
		24 h	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
		48 h	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
		72 h	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION		
		Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
0.025	21.0	173.0	57.7	293.7	37	299.7	99.9	122.8	14	117.6	39.2	39.2
0.050	137.0	1090.8	363.6	633.8	93	742.8	247.6	264.0	27	220.5	73.5	73.5
0.075	270.0	2141.6	713.9	890.3	133	1059.2	353.1	364.1	39	315.5	105.2	105.2
0.100	357.0	2827.6	942.5	1042.7	160	1272.7	424.2	434.9	49	394.6	131.5	131.5
0.150	456.0	3606.9	1202.3	1286.1	212	1683.6	561.2	570.0	65	521.3	173.8	173.8
0.200	539.0	4258.7	1419.6	1448.8	255	2023.2	674.4	684.0	83	663.7	221.2	221.2
0.250	568.0	4486.1	1495.4	1539.7	302	2394.1	798.0	806.2	97	774.5	258.2	258.2
0.300	612.0	4830.8	1610.3	1639.4	342	2709.4	903.1	911.3	108	861.5	287.2	287.2
0.400	670.0	5284.5	1761.5	1801.6	422	3339.4	1113.1	1120.9	135	1075.0	358.3	358.3
0.500	750.0	5908.8	1969.6	2009.7	498	3936.9	1312.3	1320.0	153	1217.3	405.8	405.8

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEPROBSA-FICA

Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

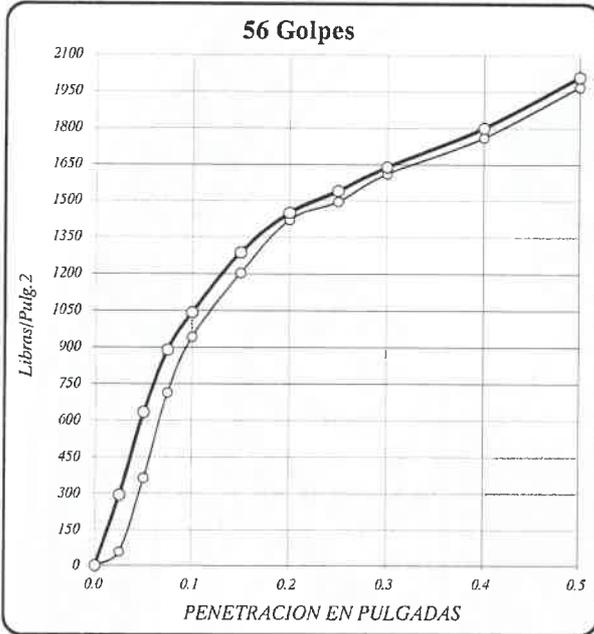
UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 15 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°69-pag.-14 de 24 - UNHEVAL
Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante

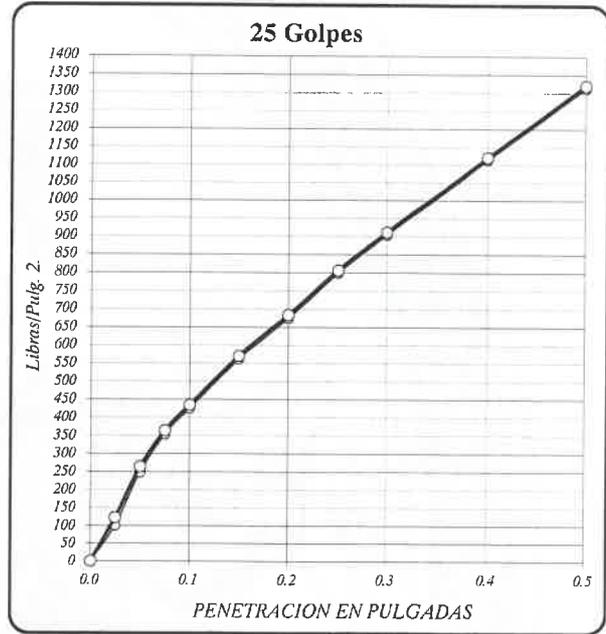
FECHA : ago-19
COMPROBANTE : E001-537



DENSIDAD SECA = 2.222 gr/cm³.

CBR a 0.1" = 104.27 %

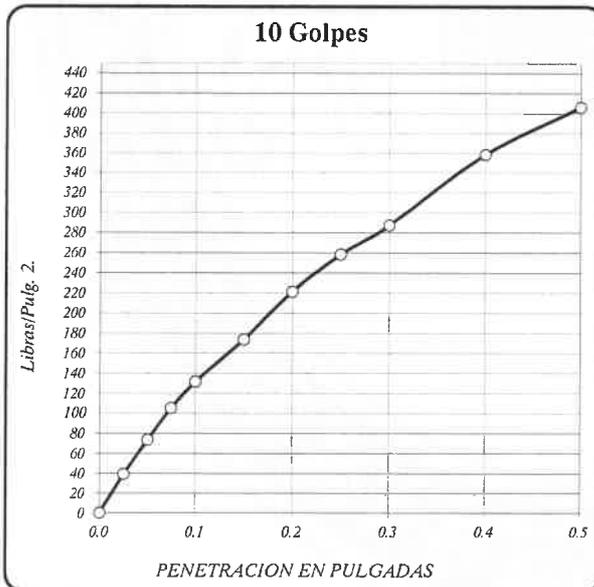
CBR a 0.2" = 96.59 %



DENSIDAD SECA = 2.121 gr/cm³.

CBR a 0.1" = 43.49 %

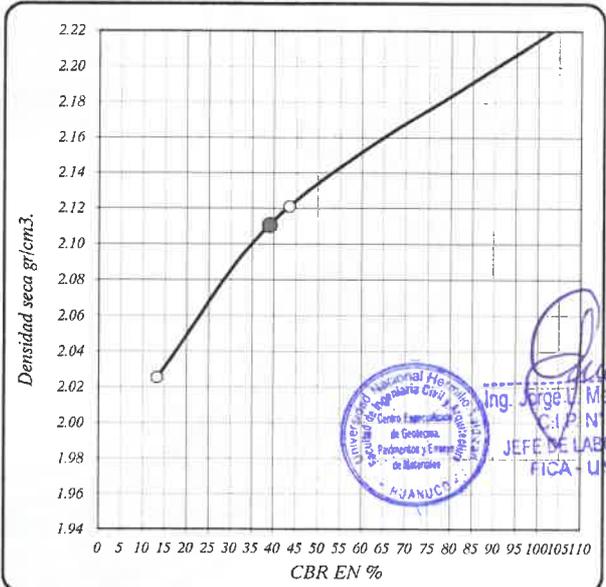
CBR a 0.2" = 45.60 %



DENSIDAD SECA = 2.025 gr/cm³.

CBR a 0.1" = 13.15 %

CBR a 0.2" = 14.75 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

Condición	CBR (%)	Densidad (gr/cm ³)
CBR CON 56 GOLPES =	104.27 %	2.22 gr/cm ³ .
CBR CON 25 GOLPES =	43.49 %	2.12 gr/cm ³ .
CBR CO 10 GOLPES =	13.15 %	2.03 gr/cm ³ .
CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =	104.27 %	
CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. =	39.00 %	

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEGPyEM-FICA



Jorge U. Mayzán Briceno
 Ing. Jorge U. Mayzán Briceno
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA- MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

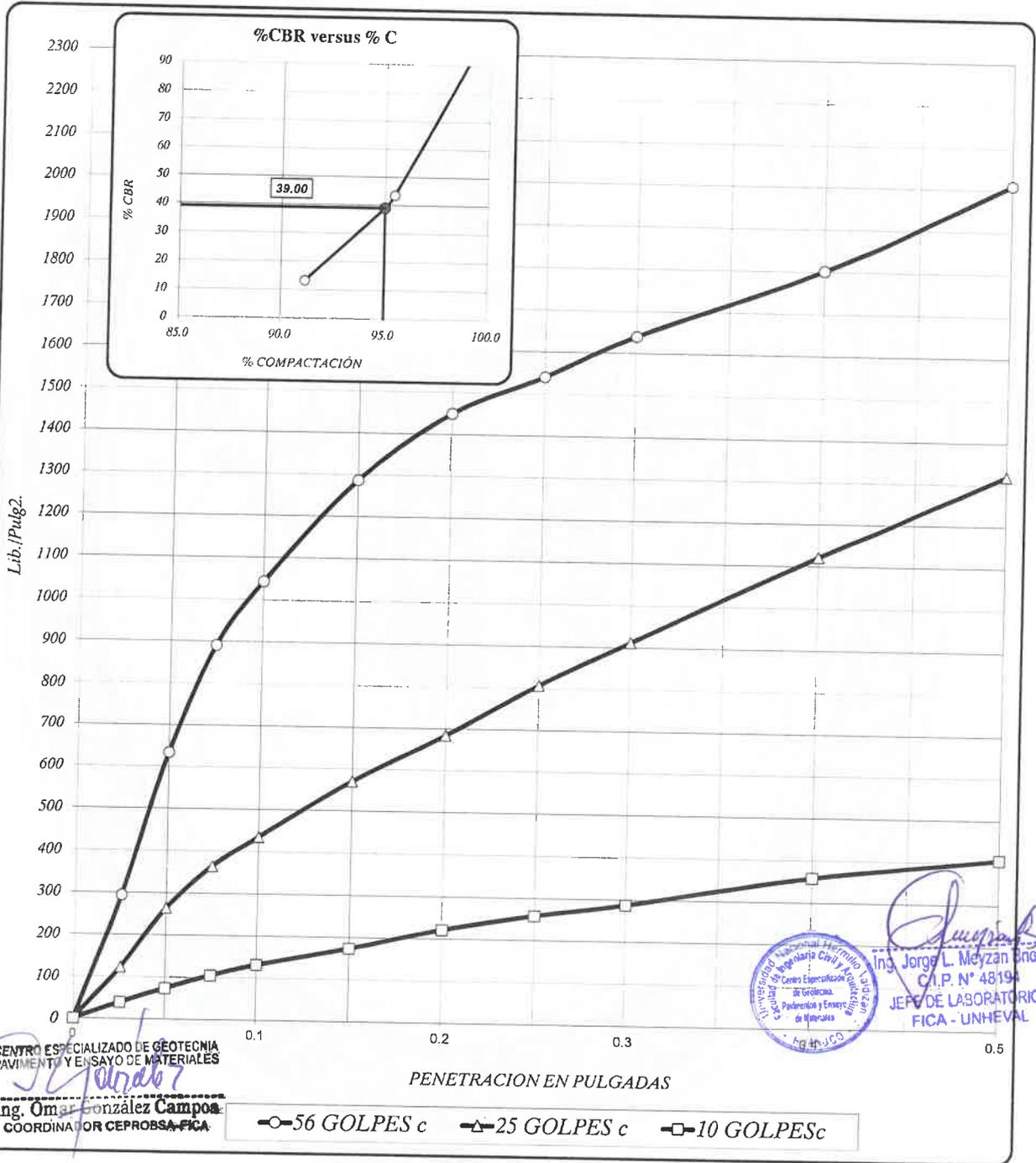
MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 15 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°69-pag.-15 de 24 - UNHEVAL

Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante

FECHA : ago-19

COMPROBANTE : E001-537



56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 2.22 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 2.12 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 2.03 gr/cm ³ .	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. = 104.27 %
CBR a 0.1" = 104.27 %	CBR a 0.1" = 43.49 %	CBR a 0.1" = 13.15 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = 39.00 %
CBR a 0.2" = 96.59 %	CBR a 0.2" = 45.60 %	CBR a 0.2" = 14.75 %	

ANEXO T: ENSAYO DE LOS ANGELES MEZCLA 85%+15%



PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO

MUESTRA : 85 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 15 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 16/08/2019

COMPROBANTE DE PAGO: N° E001-537

INFORME CEGPyEM-FICA 2019/N°69, pag 08 de 24 / UNHEVAL

ENSAYO DE LOS ÁNGELES

ASTM C 131
 AASHTO T-96

METODO DE ENSAYO "A"

PESO INICIAL			PESO FINAL		
Peso de la Muestra Inicial			Peso Final de la Muestra		
Pasa el Tamiz	Retenido en el tamiz	Peso (gr)	Nro de Tamiz	Tamaño de abertura	Peso (gr)
1 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3317.00

N° de esferas : 12.0
 N° de revoluciones: 500.0
 Velocidad: 33.0 RPM

Desgaste de los agregados: 33.66%

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEPROBSA-FICA

Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL

ANEXO U: ENSAYO GRANULOMETRICO MEZCLA 80%+20%

1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 80% (CANTERA DE CERRO) + 20% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 80%

TAMIZ

1 1/2"; 1"; 3/4" =		685.70 gr
1/2"; 3/8"	402.49	230.32
1/4"; #4	=	561.77 gr
FINO	=	3119.72 gr
		<hr/>
		5000.00 gr

5000.00 gr	↔	100%
X	↔	80%
		X = 4000.00 gr

ENTONCES:

685.70 gr	↔	100%
X	↔	80%
		X = 548.56 gr
561.77 gr	↔	100%
X	↔	80%
		X = 449.42 gr

402.49 gr	↔	100%
X	↔	80%
		X = 321.99 gr
3119.72 gr	↔	100%
X	↔	80%
		X = 2495.78 gr

230.32 gr	↔	100%
X	↔	80%
		X = 184.26 gr

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 80% SERIA:

TAMIZ

1 1/2"; 1"; 3/4" =		548.56 gr
1/2"; 3/8"	321.99	184.26
1/4"; #4	=	449.42 gr
FINO	=	2495.78 gr
		<hr/>
		4000.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 20% - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

5000.00 gr	↔	100%
X	↔	20%
		X = 1000.00 gr

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 80% (CANTERA DE CERRO) + 20% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

1 1/2"; 1"; 3/4" =			548.56 gr
1/2"; 3/8"	321.99	184.26	1000.00
1/4"; #4	=		449.42 gr
FINO	=		2495.78 gr
			<hr/>
			5000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 80 % (CANTERA DE CERRO) + 20 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 1 1/2"; 1"; 3/4"

1"	382.30 gr	↔	X1
3/4"	303.40 gr	↔	X2
	<u>685.70 gr</u>		<u>548.56 gr</u>

685.70 gr	↔	100.00 %
548.56 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

382.30 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 305.84 gr

303.40 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 242.72 gr

TOTAL = 548.56 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	402.49 gr	↔	X1
3/8"	230.32 gr	↔	X2
	<u>632.81 gr</u>		<u>506.25 gr</u>

632.81 gr	↔	100.00 %
506.25 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

402.49 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 321.99 gr

230.32 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 184.26 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	321.992
1/2" RIO	1000.00
	X1 = 1321.99 gr

TOTAL = 1506.25 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	306.60 gr	↔	X1
#4	255.17 gr	↔	X2
	<u>561.77 gr</u>		<u>449.42 gr</u>

561.77 gr	↔	100.00 %
449.42 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

306.60 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 245.28 gr

255.17 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 204.14 gr

TOTAL = 449.42 gr

1.4.3.- FINOS

#8	387.24 gr	↔	X1
#10	116.22 gr	↔	X2
#20	511.95 gr	↔	X3
#30	295.53 gr	↔	X4
#40	287.40 gr	↔	X5
#60	322.95 gr	↔	X6
#80	145.00 gr	↔	X7
#100	79.83 gr	↔	X8
#200	217.20 gr	↔	X9
CAZOL.	756.40 gr	↔	X10
	<u>3119.72 gr</u>		<u>2495.78 gr</u>

ENTONCES:

387.24 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 309.79 gr
116.22 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 92.98 gr
511.95 gr	↔	100.00 %
X3	↔	80.00 %
		X3 = 409.56 gr
295.53 gr	↔	100.00 %
X4	↔	80.00 %
		X4 = 236.42 gr
287.40 gr	↔	100.00 %
X5	↔	80.00 %
		X5 = 229.92 gr

322.95 gr	↔	100.00 %
X6	↔	80.00 %
		X6 = 258.36 gr
145.00 gr	↔	100.00 %
X7	↔	80.00 %
		X7 = 116.00 gr
79.83 gr	↔	100.00 %
X8	↔	80.00 %
		X8 = 63.86 gr
217.20 gr	↔	100.00 %
X9	↔	80.00 %
		X9 = 173.76 gr
756.40 gr	↔	100.00 %
X10	↔	80.00 %
		X10 = 605.12 gr

TOTAL = 2495.78 gr



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

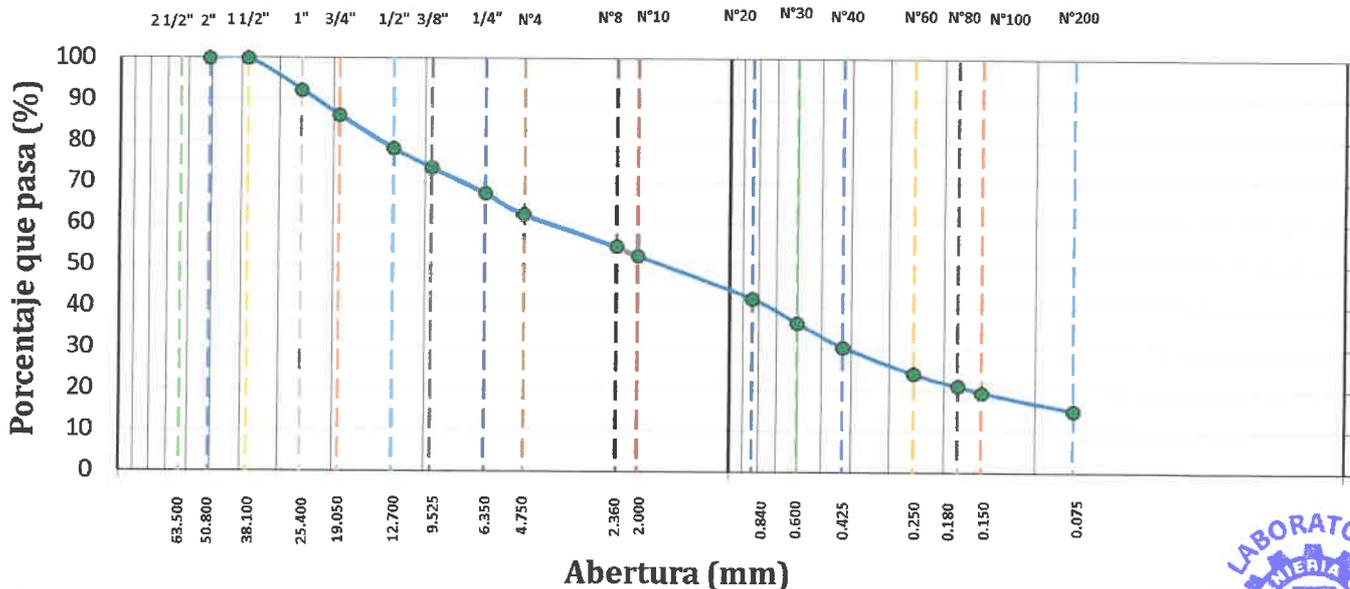
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **1**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANOUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 5000.00 gr LIMITE LIQUIDO 23.15 % LIMITE PLASTICO 18.39 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.76 % CONTENIDO DE HUMEDAD 16.53 % CLASIFICACION SUCCS GM - GC CLASIFICACION AASHTO A-1a (0) % DE GRAVA 50.08 % % DE ARENA 37.81 % % DE LIMO Y ARCILLA 12.10 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	305.84	6.12	6.12	93.88	90 100	
3/4"	19.050	242.72	4.85	10.97	89.03	65 100	
1/2"	12.700	1321.99	26.44	37.41	62.59		
3/8"	9.525	184.26	3.69	41.10	58.90	45 80	
1/4"	6.350	245.28	4.91	46.00	54.00		
Nº4	4.750	204.14	4.08	50.08	49.92	30 65	
Nº8	2.360	309.79	6.20	56.28	43.72		
Nº10	2.000	92.98	1.86	58.14	41.86	22 52	
Nº20	0.840	409.56	8.19	66.33	33.67		
Nº30	0.600	236.42	4.73	71.06	28.94		
Nº40	0.425	229.92	4.60	75.66	24.34	15 35	
Nº60	0.250	258.36	5.17	80.83	19.17		
Nº80	0.180	116.00	2.32	83.15	16.85		
Nº100	0.150	63.86	1.28	84.42	15.58		
Nº200	0.075	173.76	3.48	87.90	12.10	5 20	
CAZOLETA	0.000	605.12	12.10	100.00	0.00		
		5000.00 gr	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 87.89%

CURVA GRANULOMÉTRICA



1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 80% (CANTERA DE CERRO) + 20% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 80%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		778.30 gr	
1/2"; 3/8"	415.08	350.83	765.91 gr
1/4"; #4	=		679.92 gr
FINO	=		3775.87 gr
			<hr/>
			6000.00 gr

$$\begin{array}{l}
 6000.00 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 4800.00 \text{ gr}
 \end{array}$$

ENTONCES:

$$\begin{array}{l}
 778.30 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 622.64 \text{ gr}
 \end{array}$$

X = 622.64 gr

$$\begin{array}{l}
 679.92 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 543.94 \text{ gr}
 \end{array}$$

X = 543.94 gr

$$\begin{array}{l}
 415.08 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 332.06 \text{ gr}
 \end{array}$$

X = 332.06 gr

$$\begin{array}{l}
 3775.87 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 3020.70 \text{ gr}
 \end{array}$$

X = 3020.70 gr

$$\begin{array}{l}
 350.83 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 280.66 \text{ gr}
 \end{array}$$

X = 280.66 gr

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 80% SERIA:

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =		622.64 gr	
1/2"; 3/8"	332.06	280.66	612.73 gr
1/4"; #4	=		543.94 gr
FINO	=		3020.70 gr
			<hr/>
			4800.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 20 % - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

$$\begin{array}{l}
 6000.00 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 20\% \\
 \hline
 X = 1200.00 \text{ gr}
 \end{array}$$

X = 1200.00 gr

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 80 % (CANTERA DE CERRO) + 20 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =			622.64 gr	
1/2"; 3/8"	332.06	280.66	1200.00	1812.73 gr
1/4"; #4	=			543.94 gr
FINO	=			3020.70 gr
				<hr/>
				6000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 80 % (CANTERA DE CERRO) + 20 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 1 1/2"; 1": 3/4"

1"	594.30 gr	↔	X1
3/4"	184.00 gr	↔	X2
	<u>778.30 gr</u>		<u>622.64 gr</u>

778.30 gr	↔	100.00 %
622.64 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

594.30 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 475.44 gr

184.00 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 147.20 gr

TOTAL = 622.64 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	415.08 gr	↔	X1
3/8"	350.83 gr	↔	X2
	<u>765.91 gr</u>		<u>612.73 gr</u>

765.91 gr	↔	100.00 %
612.73 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

415.08 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 332.06 gr

350.83 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 280.66 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	332.064
1/2" RIO	1200.00
	X1 = 1532.06 gr

TOTAL = 1812.73 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	372.66 gr	↔	X1
#4	307.26 gr	↔	X2
	<u>679.92 gr</u>		<u>543.94 gr</u>

679.92 gr	↔	100.00 %
543.94 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

372.66 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 298.13 gr

307.26 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 245.81 gr

TOTAL = 543.94 gr

1.4.3.- FINOS

#8	441.00 gr	↔	X1
#10	180.12 gr	↔	X2
#20	564.97 gr	↔	X3
#30	448.99 gr	↔	X4
#40	332.15 gr	↔	X5
#60	326.02 gr	↔	X6
#80	173.05 gr	↔	X7
#100	105.55 gr	↔	X8
#200	300.78 gr	↔	X9
CAZOL.	903.24 gr	↔	X10
	<u>3775.87 gr</u>		<u>3020.70 gr</u>

ENTONCES:

441.00 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 352.80 gr
180.12 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 144.10 gr
564.97 gr	↔	100.00 %
X3	↔	80.00 %
		X3 = 451.98 gr
448.99 gr	↔	100.00 %
X4	↔	80.00 %
		X4 = 359.19 gr
332.15 gr	↔	100.00 %
X5	↔	80.00 %
		X5 = 265.72 gr

326.02 gr	↔	100.00 %
X6	↔	80.00 %
		X6 = 260.82 gr
173.05 gr	↔	100.00 %
X7	↔	80.00 %
		X7 = 138.44 gr
105.55 gr	↔	100.00 %
X8	↔	80.00 %
		X8 = 84.44 gr
300.78 gr	↔	100.00 %
X9	↔	80.00 %
		X9 = 240.62 gr
903.24 gr	↔	100.00 %
X10	↔	80.00 %
		X10 = 722.59 gr

TOTAL = 3020.70 gr



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

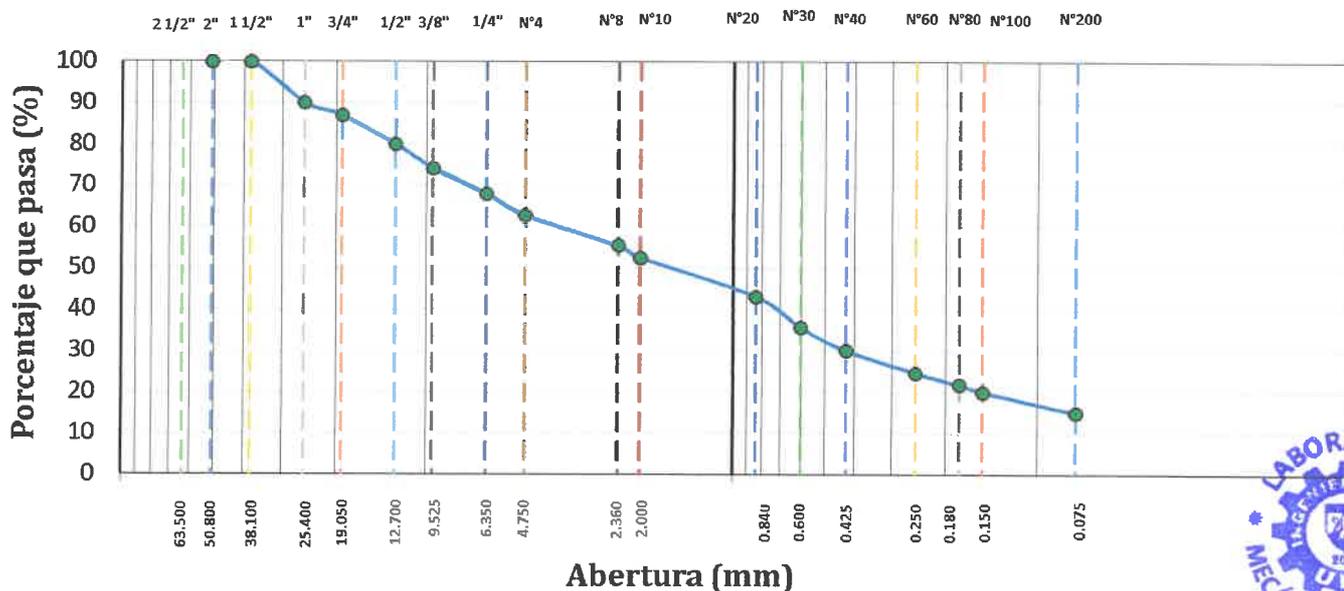
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **2**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 6000.00 gr LIMITE LIQUIDO 26.05 % LIMITE PLASTICO 21.67 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.38 % CONTENIDO DE HUMEDAD 16.97 % CLASIFICACIÓN SUCCS GM - GC CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0) % DE GRAVA 49.66 % % DE ARENA 38.30 % % DE LIMO Y ARCILLA 12.04 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	475.44	7.92	7.92	92.08	90 100	
3/4"	19.050	147.20	2.45	10.38	89.62	65 100	
1/2"	12.700	1532.06	25.53	35.91	64.09		
3/8"	9.525	280.66	4.68	40.59	59.41	45 80	
1/4"	6.350	298.13	4.97	45.56	54.44		
Nº4	4.750	245.81	4.10	49.66	50.34	30 65	
Nº8	2.360	352.80	5.88	55.54	44.46		
Nº10	2.000	144.10	2.40	57.94	42.06	22 52	
Nº20	0.840	451.98	7.53	65.47	34.53		
Nº30	0.600	359.19	5.99	71.46	28.54		
Nº40	0.425	265.72	4.43	75.88	24.12	15 35	
Nº60	0.250	260.82	4.35	80.23	19.77		
Nº80	0.180	138.44	2.31	82.54	17.46		
Nº100	0.150	84.44	1.41	83.95	16.05		
Nº200	0.075	240.62	4.01	87.96	12.04	5 20	
CAZOLETA	0.000	722.59	12.04	100.00	0.00		
		6000.00 gr	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 87.96%

CURVA GRANULOMÉTRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

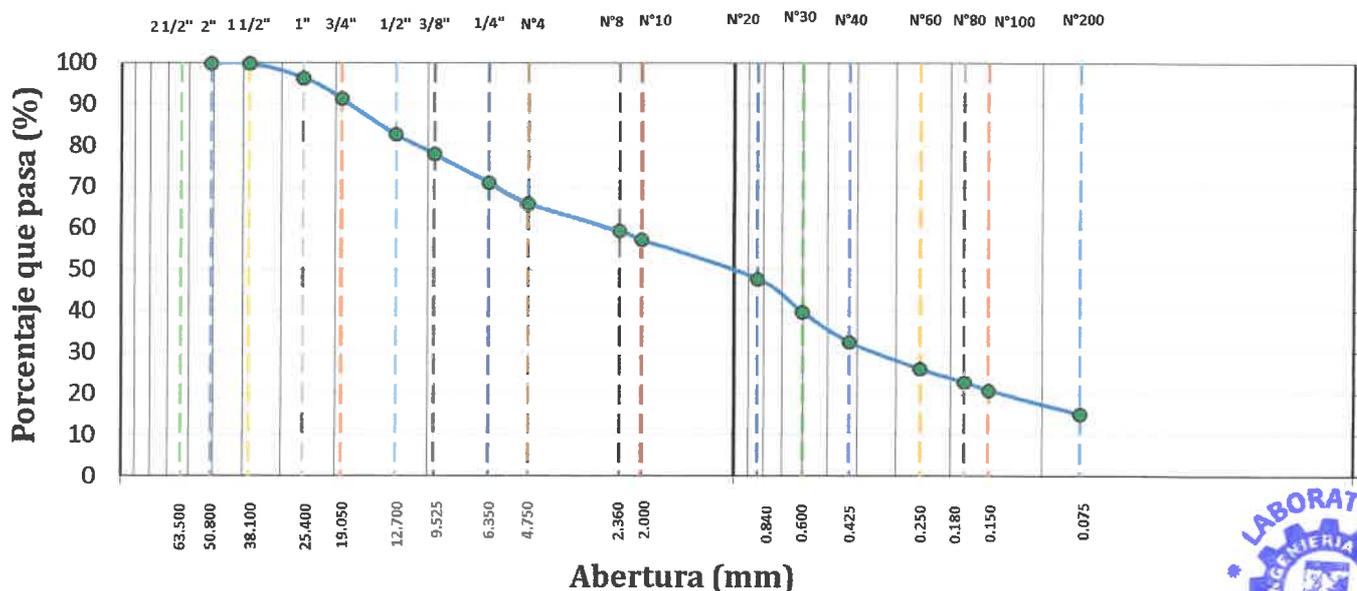
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** 30/03/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** M - 3

CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 7000.00 gr LIMITE LIQUIDO 25.85 % LIMITE PLASTICO 21.36 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.49 % CONTENIDO DE HUMEDAD 17.39 % CLASIFICACIÓN SUGCS SC - SM CLASIFICACIÓN AASHTO A-1b (0) % DE GRAVA 33.85 % % DE ARENA 51.07 % % DE LIMO Y ARCILLA 15.08 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	243.50	3.48	3.48	96.52	90 100	
3/4"	19.050	352.60	5.04	8.52	91.48	65 100	
1/2"	12.700	604.56	8.64	17.15	82.85		
3/8"	9.525	334.75	4.78	21.93	78.07	45 80	
1/4"	6.350	478.90	6.84	28.78	71.22		
Nº4	4.750	354.96	5.07	33.85	66.15	30 65	
Nº8	2.360	467.57	6.68	40.53	59.47		
Nº10	2.000	153.05	2.19	42.71	57.29	22 52	
Nº20	0.840	661.54	9.45	52.16	47.84		
Nº30	0.600	569.86	8.14	60.30	39.70		
Nº40	0.425	502.41	7.18	67.48	32.52	15 35	
Nº60	0.250	458.27	6.55	74.03	25.97		
Nº80	0.180	219.04	3.13	77.16	22.84		
Nº100	0.150	137.72	1.97	79.12	20.88		
Nº200	0.075	405.51	5.79	84.92	15.08	5 20	
CAZOLETA	0.000	1055.76	15.08	100.00	0.00		
		7000.00 gr	100.00				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 84.92%

CURVA GRANULOMÉTRICA



1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 80% (CANTERA DE CERRO) + 20% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 80%

TAMIZ

1 1/2"; 1"; 3/4" =		596.10 gr	
1/2"; 3/8"	604.56	334.75	939.31 gr
1/4"; #4	=		833.86 gr
FINO	=		4630.73 gr
			<hr/>
			7000.00 gr

$$\begin{array}{l}
 7000.00 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 5600.00 \text{ gr}
 \end{array}$$

ENTONCES:

$$\begin{array}{l}
 596.10 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 476.88 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 604.56 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 483.65 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 334.75 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 267.80 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 833.86 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 667.09 \text{ gr}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 4630.73 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 80\% \\
 \hline
 X = 3704.58 \text{ gr}
 \end{array}$$

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 80% SERIA:

TAMIZ

1 1/2"; 1"; 3/4" =		476.88 gr	
1/2"; 3/8"	483.65	267.80	751.45 gr
1/4"; #4	=		667.09 gr
FINO	=		3704.58 gr
			<hr/>
			5600.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 20 % - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

$$\begin{array}{l}
 7000.00 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\% \\
 X \longleftrightarrow 20\% \\
 \hline
 X = 1400.00 \text{ gr}
 \end{array}$$

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 80 % (CANTERA DE CERRO) + 20 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

1 1/2"; 1"; 3/4" =			476.88 gr
1/2"; 3/8"	483.65	267.80	1400.00
1/4"; #4	=		667.09 gr
FINO	=		3704.58 gr
			<hr/>
			7000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 80 % (CANTERA DE CERRO) + 20 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 1 1/2"; 1": 3/4"

1"	243.50 gr	↔	X1
3/4"	352.60 gr	↔	X2
	<u>596.10 gr</u>		<u>476.88 gr</u>

596.10 gr	↔	100.00 %
476.88 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

243.50 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 194.80 gr

352.60 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 282.08 gr

TOTAL = 476.88 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	604.56 gr	↔	X1
3/8"	334.75 gr	↔	X2
	<u>939.31 gr</u>		<u>751.45 gr</u>

939.31 gr	↔	100.00 %
751.45 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

604.56 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 483.65 gr

334.75 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 267.80 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	483.648
1/2" RIO	1400.00
	X1 = 1883.65 gr

TOTAL = 2151.45 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	478.90 gr	↔	X1
#4	354.96 gr	↔	X2
	<u>833.86 gr</u>		<u>667.09 gr</u>

833.86 gr	↔	100.00 %
667.09 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

478.90 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 383.12 gr

354.96 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 283.97 gr

TOTAL = 667.09 gr

1.4.3.- FINOS

#8	467.57 gr	↔	X1
#10	153.05 gr	↔	X2
#20	661.54 gr	↔	X3
#30	569.86 gr	↔	X4
#40	502.41 gr	↔	X5
#60	458.27 gr	↔	X6
#80	219.04 gr	↔	X7
#100	137.72 gr	↔	X8
#200	405.51 gr	↔	X9
CAZOL.	1055.76 gr	↔	X10
	<u>4630.73 gr</u>		<u>3704.58 gr</u>

ENTONCES:

467.57 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 374.06 gr
153.05 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 122.44 gr
661.54 gr	↔	100.00 %
X3	↔	80.00 %
		X3 = 529.23 gr
569.86 gr	↔	100.00 %
X4	↔	80.00 %
		X4 = 455.89 gr
502.41 gr	↔	100.00 %
X5	↔	80.00 %
		X5 = 401.93 gr

458.27 gr	↔	100.00 %
X6	↔	80.00 %
		X6 = 366.62 gr
219.04 gr	↔	100.00 %
X7	↔	80.00 %
		X7 = 175.23 gr
137.72 gr	↔	100.00 %
X8	↔	80.00 %
		X8 = 110.18 gr
405.51 gr	↔	100.00 %
X9	↔	80.00 %
		X9 = 324.41 gr
1055.76 gr	↔	100.00 %
X10	↔	80.00 %
		X10 = 844.61 gr

TOTAL = 3704.58 gr



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

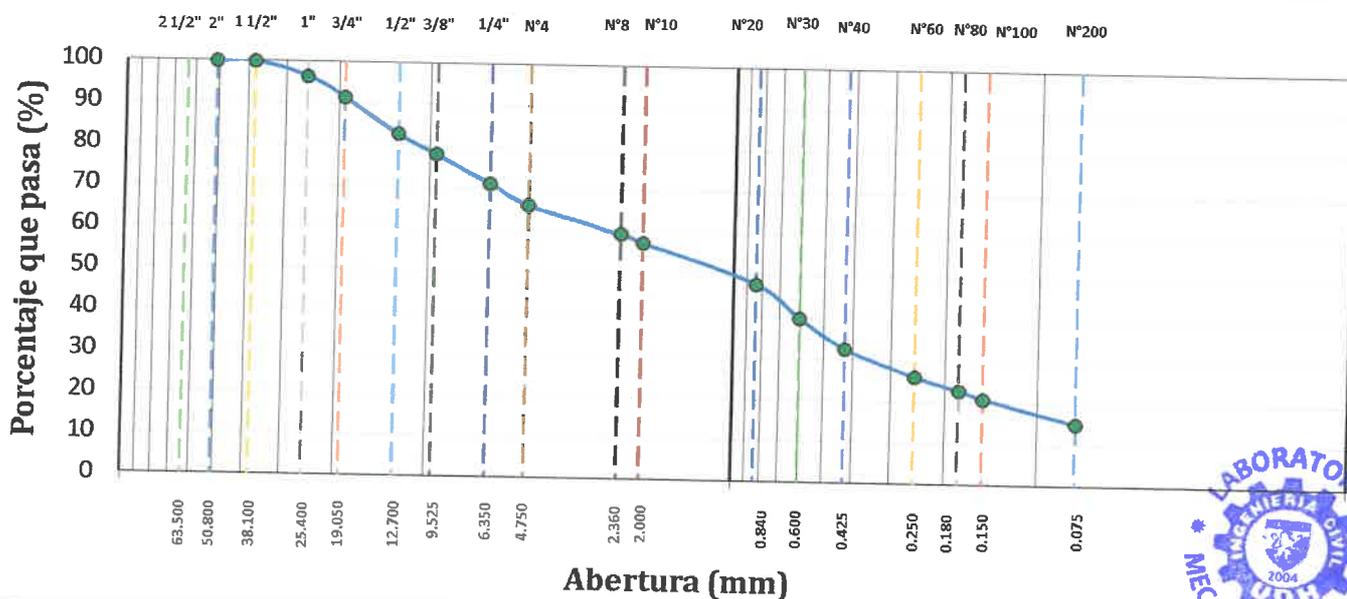
MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

FECHA : 31/05/2019

3

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 7000.00 gr LIMITE LIQUIDO 25.55 % LIMITE PLASTICO 21.26 % INDICE DE PLASTICIDAD 4.29 % CONTENIDO DE HUMEDAD 16.08 % CLASIFICACION SUCCS GM - GC CLASIFICACION AASHTO A-1a (0) % DE GRAVA 47.08 % % DE ARENA 40.86 % % DE LIMO Y ARCILLA 12.07 % DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 87.94%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	194.80	2.78	2.78	97.22	90 100	
3/4"	19.050	282.08	4.03	6.81	93.19	65 100	
1/2"	12.700	1883.65	26.91	33.72	66.28		
3/8"	9.525	267.80	3.83	37.55	62.45	45 80	
1/4"	6.350	383.12	5.47	43.02	56.98		
Nº4	4.750	283.97	4.06	47.08	52.92	30 65	
Nº8	2.360	374.06	5.34	52.42	47.58		
Nº10	2.000	122.44	1.75	54.17	45.83	22 52	
Nº20	0.840	529.23	7.56	61.73	38.27		
Nº30	0.600	455.89	6.51	68.24	31.76		
Nº40	0.425	401.93	5.74	73.99	26.01	15 35	
Nº60	0.250	366.62	5.24	79.22	20.78		
Nº80	0.180	175.23	2.50	81.73	18.27		
Nº100	0.150	110.18	1.57	83.30	16.70		
Nº200	0.075	324.41	4.63	87.93	12.07	5 20	
CAZOLETA	0.000	844.61	12.07	100.00	0.00		
		7000.00 gr	100.00				

CURVA GRANULOMÉTRICA





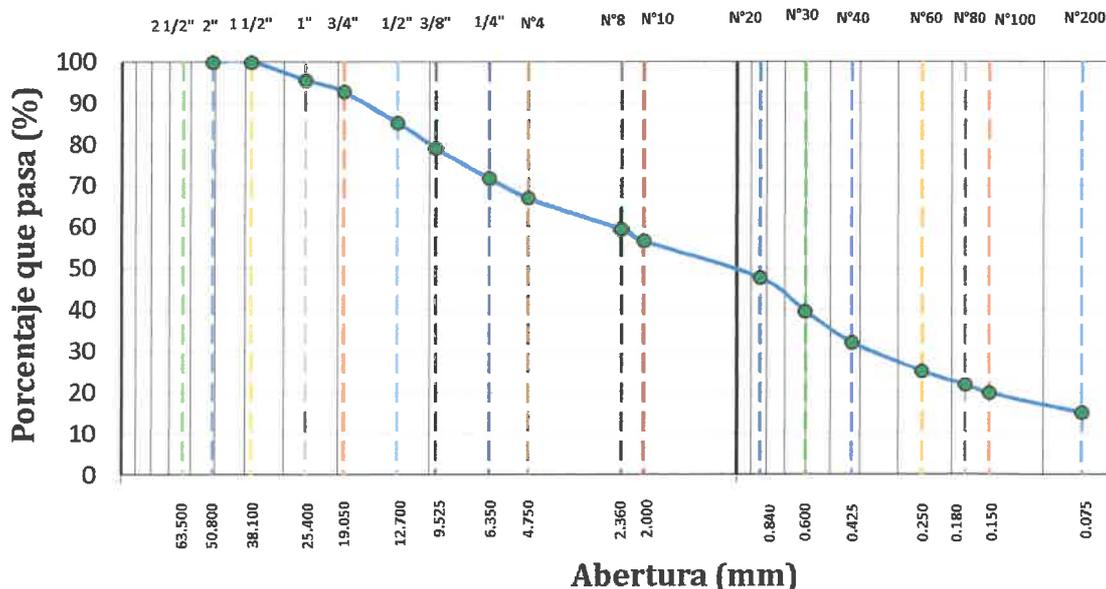
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** 30/03/2019
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **MUESTRA** M - 4
CANTERA : CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO
2 1/2"	63.500						PESO TOTAL 8000.00 gr
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE LIQUIDO 20.65 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	LIMITE PLASTICO 16.12 %
1"	25.400	343.60	4.30	4.30	95.71	90 100	INDICE DE PLASTICIDAD 4.53 %
3/4"	19.050	227.00	2.84	7.13	92.87	65 100	CONTENIDO DE HUMEDAD 17.13 %
1/2"	12.700	598.28	7.48	14.61	85.39		CLASIFICACION SUCCS SC - SM
3/8"	9.525	491.45	6.14	20.75	79.25	45 80	CLASIFICACION AASHTO A-1b (0)
1/4"	6.350	588.62	7.36	28.11	71.89		DENSIDAD MAXIMA SECA 2.24 gr/cm ³
Nº4	4.750	378.77	4.73	32.85	67.15	30 65	HUMEDAD OPTIMA 6.80 %
Nº8	2.360	613.73	7.67	40.52	59.48		CBR 0.1" (95%) 51.00 %
Nº10	2.000	228.55	2.86	43.38	56.63	22 52	CBR 0.1" (100%) 70.01 %
Nº20	0.840	713.70	8.92	52.30	47.70		ABRASION LOS ANGELES 37.06 %
Nº30	0.600	646.86	8.09	60.38	39.62		% DE GRAVA 32.85 %
Nº40	0.425	602.80	7.54	67.92	32.08	15 35	% DE ARENA 52.13 %
Nº60	0.250	557.41	6.97	74.88	25.12		% DE LIMO Y ARCILLA 15.03 %
Nº80	0.180	264.22	3.30	78.19	21.81		
Nº100	0.150	160.01	2.00	80.19	19.81		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Nº200	0.075	382.76	4.78	84.97	15.03	5 20	ARENA LIMO ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
CAZOLETA	0.000	1202.24	15.03	100.00	0.00		84.98%
		8000.00 gr	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA



1.- CALCULANDO LA MEZCLA EMPIRICA EN UN 80% (CANTERA DE CERRO) + 20% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.1.- ANALIZANDO LA CANTERA DE CERRO PARA UN 80%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =			570.60 gr
1/2"; 3/8"	598.28	491.45	1089.73 gr
1/4"; #4	=		967.39 gr
FINO	=		5372.28 gr
			<hr/>
			8000.00 gr

$$8000.00 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\%$$

$$X \longleftrightarrow 80\%$$

$$X = 6400.00 \text{ gr}$$

ENTONCES:

$$570.60 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\%$$

$$X \longleftrightarrow 80\%$$

$$X = 456.48 \text{ gr}$$

$$598.28 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\%$$

$$X \longleftrightarrow 80\%$$

$$X = 478.62 \text{ gr}$$

$$491.45 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\%$$

$$X \longleftrightarrow 80\%$$

$$X = 393.16 \text{ gr}$$

$$967.39 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\%$$

$$X \longleftrightarrow 80\%$$

$$X = 773.91 \text{ gr}$$

$$5372.28 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\%$$

$$X \longleftrightarrow 80\%$$

$$X = 4297.82 \text{ gr}$$

ENTONCES LOS NUEVOS PESOS PARA UN 80% SERIA:

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =			456.48 gr
1/2"; 3/8"	478.62	393.16	871.78 gr
1/4"; #4	=		773.91 gr
FINO	=		4297.82 gr
			<hr/>
			6400.00 gr

1.2.- ANALIZANDO LA CANTERA DE RIO PARA UN 20% - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

$$8000.00 \text{ gr} \longleftrightarrow 100\%$$

$$X \longleftrightarrow 20\%$$

$$X = 1600.00 \text{ gr}$$

1.3.- NUEVOS PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 80% (CANTERA DE CERRO) + 20% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ

11/2"; 1"; 3/4" =				456.48 gr
1/2"; 3/8"	478.62	393.16	1600.00	2471.78 gr
1/4"; #4	=			773.91 gr
FINO	=			4297.82 gr
				<hr/>
				8000.00 gr

1.4.- RECALCULANDO LOS PESOS EN BASE A LA NUEVA MEZCLA EMPÍRICA PARA UN 80 % (CANTERA DE CERRO) + 20 % (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

1.4.1.- TAMICES 1 1/2"; 1"; 3/4"

1"	343.60 gr	↔	X1
3/4"	227.00 gr	↔	X2
	<u>570.60 gr</u>		<u>456.48 gr</u>

570.60 gr	↔	100.00 %
456.48 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

343.60 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 274.88 gr

227.00 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 181.60 gr

TOTAL = 456.48 gr

1.4.2.- TAMICES 1/2"; 3/8"

1/2"	598.28 gr	↔	X1
3/8"	491.45 gr	↔	X2
	<u>1089.73 gr</u>		<u>871.78 gr</u>

1089.73 gr	↔	100.00 %
871.78 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

598.28 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 478.62 gr

491.45 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 393.16 gr

POR LO TANTO LA Σ PARA 1/2" SERIA :

1/2" CERRO	478.624
1/2" RIO	1600.00
	X1 = 2078.62 gr

TOTAL = 2471.78 gr

1.4.3.- TAMICES 1/4"; #4

1/4"	588.62 gr	↔	X1
#4	378.77 gr	↔	X2
	<u>967.39 gr</u>		<u>773.91 gr</u>

967.39 gr	↔	100.00 %
773.91 gr	↔	X
		X = 80.00 %

ENTONCES:

588.62 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 470.90 gr

378.77 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 303.02 gr

TOTAL = 773.91 gr

1.4.3.- FINOS

#8	613.73 gr	↔	X1
#10	228.55 gr	↔	X2
#20	713.70 gr	↔	X3
#30	646.86 gr	↔	X4
#40	602.80 gr	↔	X5
#60	557.41 gr	↔	X6
#80	264.22 gr	↔	X7
#100	160.01 gr	↔	X8
#200	382.76 gr	↔	X9
CAZOL.	1202.24 gr	↔	X10
	<u>5372.28 gr</u>		<u>4297.82 gr</u>

ENTONCES:

613.73 gr	↔	100.00 %
X1	↔	80.00 %
		X1 = 490.98 gr
228.55 gr	↔	100.00 %
X2	↔	80.00 %
		X2 = 182.84 gr
713.70 gr	↔	100.00 %
X3	↔	80.00 %
		X3 = 570.96 gr
646.86 gr	↔	100.00 %
X4	↔	80.00 %
		X4 = 517.49 gr
602.80 gr	↔	100.00 %
X5	↔	80.00 %
		X5 = 482.24 gr

557.41 gr	↔	100.00 %
X6	↔	80.00 %
		X6 = 445.93 gr
264.22 gr	↔	100.00 %
X7	↔	80.00 %
		X7 = 211.38 gr
160.01 gr	↔	100.00 %
X8	↔	80.00 %
		X8 = 128.01 gr
382.76 gr	↔	100.00 %
X9	↔	80.00 %
		X9 = 306.21 gr
1202.24 gr	↔	100.00 %
X10	↔	80.00 %
		X10 = 961.79 gr

TOTAL = 4297.82 gr



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

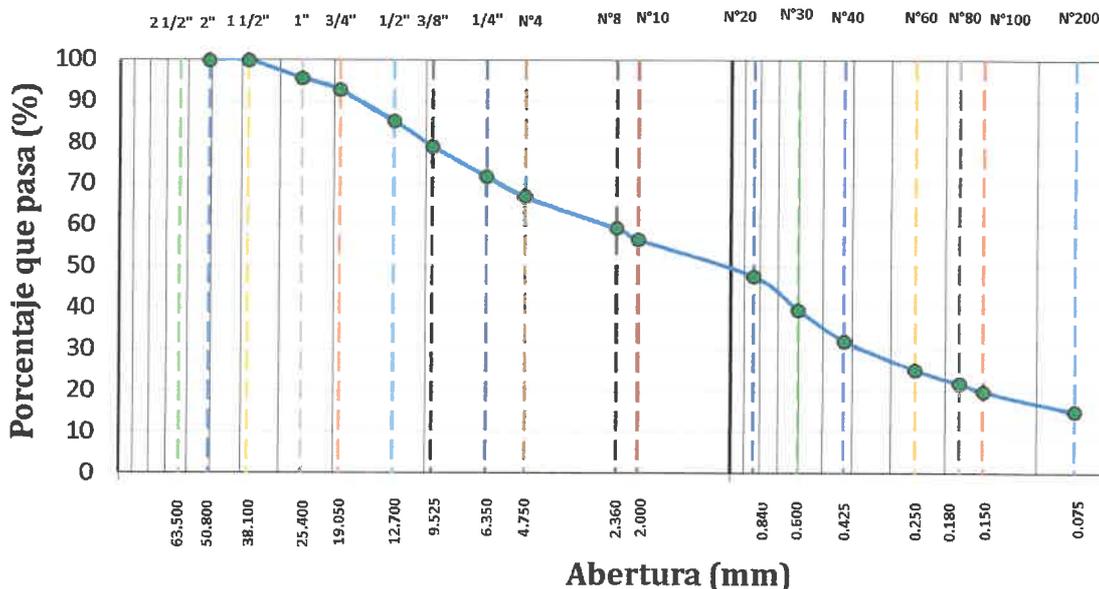
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **4**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						CANTERA DE CERRO	
2 1/2"	63.500							
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100		PESO TOTAL 8000.00 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100		LIMITE LIQUIDO 20.45 %
1"	25.400	274.88	3.44	3.44	96.56	90 100		LIMITE PLASTICO 15.63 %
3/4"	19.050	181.60	2.27	5.71	94.29	65 100		INDICE DE PLASTICIDAD 4.82 %
1/2"	12.700	2078.62	25.98	31.69	68.31			CONTENIDO DE HUMEDAD 16.97 %
3/8"	9.525	393.16	4.91	36.60	63.40	45 80		CLASIFICACIÓN SUCCS GM - GC
1/4"	6.350	470.90	5.89	42.49	57.51			CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0)
Nº4	4.750	303.02	3.79	46.28	53.72	30 65		DENSIDAD MAXIMA SECA 2.28 gr/cm3
Nº8	2.360	490.98	6.14	52.41	47.59			HUMEDAD OPTIMA 5.54 %
Nº10	2.000	182.84	2.29	54.70	45.30	22 52		CBR 0.1" (95%) 53.00 %
Nº20	0.840	570.96	7.14	61.84	38.16			CBR 0.1" (100%) 96.17 %
Nº30	0.600	517.49	6.47	68.31	31.69			ABRASIÓN LOS ANGELES 32.04 %
Nº40	0.425	482.24	6.03	74.33	25.67	15 35		% DE GRAVA 46.28 %
Nº60	0.250	445.93	5.57	79.91	20.09			% DE ARENA 41.70 %
Nº80	0.180	211.38	2.64	82.55	17.45			% DE LIMO Y ARCILLA 12.02 %
Nº100	0.150	128.01	1.60	84.15	15.85		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Nº200	0.075	306.21	3.83	87.98	12.02	5 20		GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A:
CAZOLETA	0.000	961.79	12.02	100.00	0.00			87.98%

CURVA GRANULOMÉTRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E107, E 204 - ASTM D422 - ASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

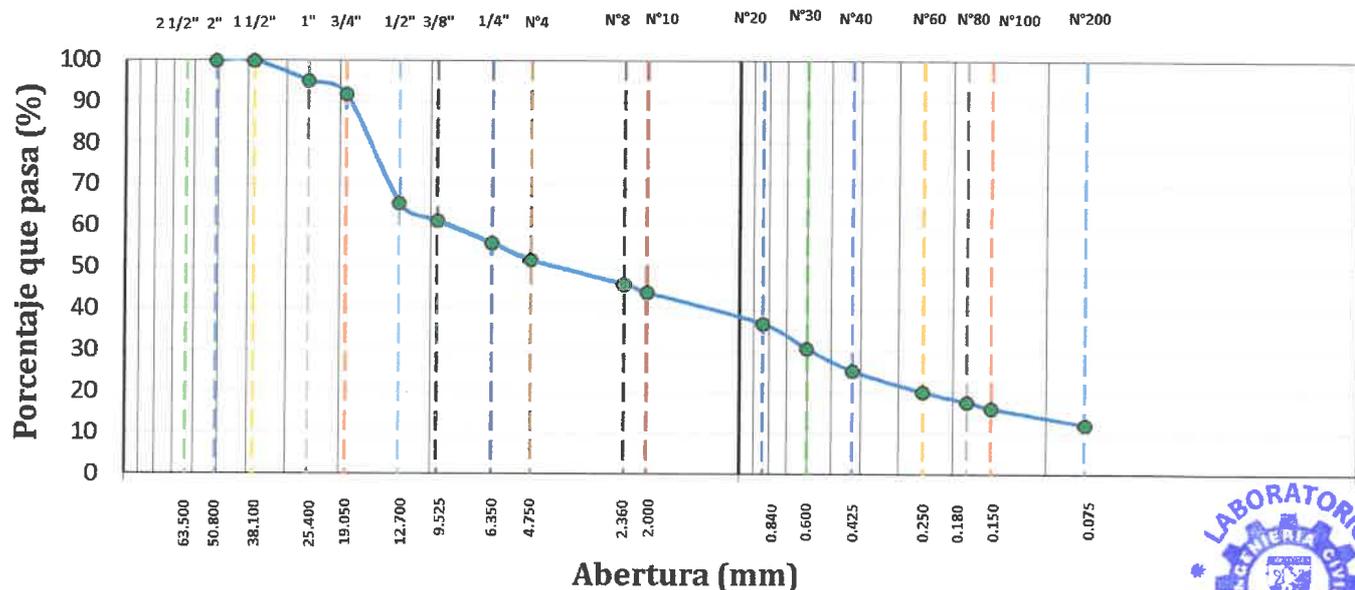
TESISTA BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **PROMEDIO**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						CANTERA DE CERRO PESO TOTAL 6500.00 gr LIMITE LIQUIDO 24.94 % LIMITE PLASTICO 19.15 % INDICE DE PLASTICIDAD 5.79 % CONTENIDO DE HUMEDAD 16.62 % CLASIFICACION SUCCS GM - GC CLASIFICACION AASHTO A-1a (0) % DE GRAVA 48.00 % % DE ARENA 39.94 % % DE LIMO Y ARCILLA 12.05 % DESCRIPCION DE LA MUESTRA GRAVA LIMOSA - GRAVA ARCILLOSA, CON MATERIAL GRANULAR EQUIVALENTE A: 87.94%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
1"	25.400	312.74	4.81	4.81	95.19	90 100	
3/4"	19.050	213.40	3.28	8.09	91.91	65 100	
1/2"	12.700	1704.08	26.22	34.31	65.69		
3/8"	9.525	281.47	4.33	38.64	61.36	45 80	
1/4"	6.350	349.36	5.37	44.02	55.98		
Nº4	4.750	259.23	3.99	48.00	52.00	30 65	
Nº8	2.360	381.91	5.88	53.88	46.12		
Nº10	2.000	135.59	2.09	55.97	44.03	22 52	
Nº20	0.840	490.43	7.55	63.51	36.49		
Nº30	0.600	392.25	6.03	69.55	30.45		
Nº40	0.425	344.95	5.31	74.85	25.15	15 35	
Nº60	0.250	332.93	5.12	79.97	20.03		
Nº80	0.180	160.26	2.47	82.44	17.56		
Nº100	0.150	96.62	1.49	83.93	16.07		
Nº200	0.075	261.25	4.02	87.95	12.05	5 20	
CAZOLETA	0.000	783.53	12.05	100.00	0.00		
		6500.00 gr	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA



ANEXO V: ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG MEZCLA 80%+20%



LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

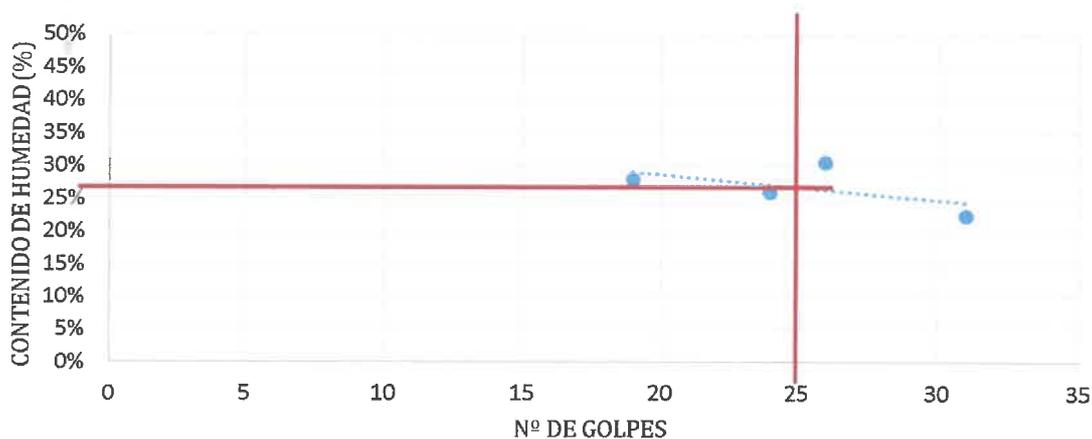
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **2**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-8	A-9	A-10	A-11
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	45.46	46.46	51.14	49.26
Peso de la capsula + M. seca (gr)	41.87	42.86	45.96	45.56
Peso del agua (gr)	3.59	3.60	5.18	3.70
Peso de la Muestra seca (gr)	12.87	13.86	16.96	16.56
Contenido de Humedad (%)	27.89	25.97	30.54	22.34
Nº de golpes	19	24	26	31

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-12	A-13	A-14
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.95	31.89	30.94
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.30	31.47	30.62
Peso del agua (gr)	0.65	0.42	0.32
Peso de la Muestra seca (gr)	2.30	2.47	1.62
Contenido de Humedad (%)	28.26	17.00	19.75
Promedio C. de humedad (%)	21.67		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	26.05
LIMITE PLASTICO	21.67
INDICE DE PLASTICIDAD	4.38

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	





LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

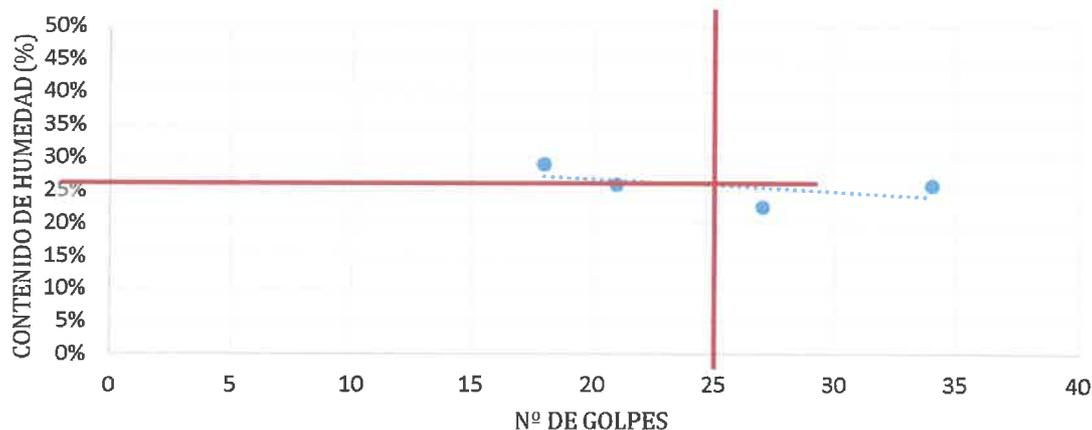
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **3**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo				
Nº de la capsula	A-15	A-16	A-17	A-18
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	42.24	47.42	50.26	51.96
Peso de la capsula + M. seca (gr)	39.26	43.62	46.35	47.24
Peso del agua (gr)	2.98	3.80	3.91	4.72
Peso de la Muestra seca (gr)	10.26	14.62	17.35	18.24
Contenido de Humedad (%)	29.04	25.99	22.54	25.88
Nº de golpes	18	21	27	34

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo			
Nº de la capsula	A-19	A-20	A-21
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.54	31.68	32.01
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.15	31.14	31.50
Peso del agua (gr)	0.39	0.54	0.51
Peso de la Muestra seca (gr)	2.15	2.14	2.50
Contenido de Humedad (%)	18.14	25.23	20.40
Promedo C. de humedad (%)	21.26		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25.55
LIMITE PLASTICO	21.26
INDICE DE PLASTICIDAD	4.29

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	





LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

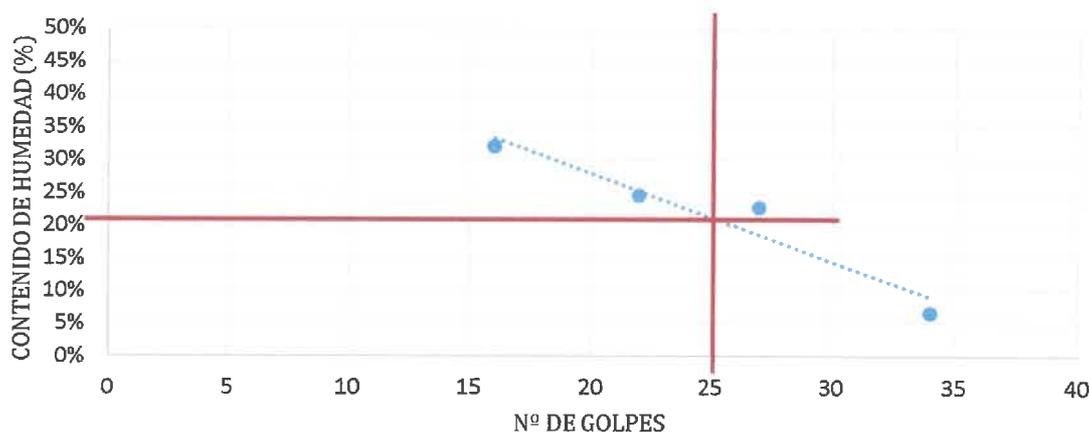
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **4**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	A-1	A-2	A-3	A-4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	55.23	52.46	49.26	47.02
Peso de la capsula + M. seca (gr)	48.86	47.83	45.50	45.89
Peso del agua (gr)	6.37	4.63	3.76	1.13
Peso de la Muestra seca (gr)	19.86	18.83	16.50	16.89
Contenido de Humedad (%)	32.07	24.59	22.79	6.69
Nº de golpes	16	22	27	34

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLASTICO		
	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	A-5	A-6	A-7
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.02	31.42	31.26
Peso de la capsula + M. seca (gr)	30.72	31.12	30.96
Peso del agua (gr)	0.30	0.30	0.30
Peso de la Muestra seca (gr)	1.72	2.12	1.96
Contenido de Humedad (%)	17.44	14.15	15.31
Promedo C. de humedad (%)	15.63		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	20.45
LIMITE PLASTICO	15.63
INDICE DE PLASTICIDAD	4.82

REQUERIMIENTOS	
	35 % MAX
	CANTERA DE CERRO
	(4 - 9) %





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



LIMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

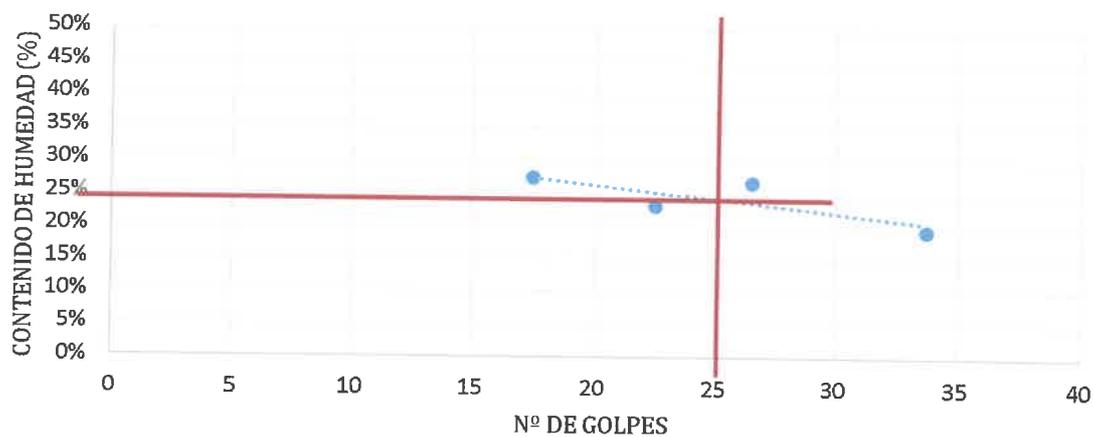
FECHA : 31/05/2019

PROMEDIO

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			
	Promedio 1	Promedio 2	Promedio 3	Promedio 4
Nº de ensayo	1	2	3	4
Nº de la capsula	1	2	3	4
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	48.81	47.87	50.20	50.09
Peso de la capsula + M. seca (gr)	44.54	44.32	45.72	46.65
Peso del agua (gr)	4.27	3.55	4.48	3.44
Peso de la Muestra seca (gr)	15.54	15.32	16.72	17.65
Contenido de Humedad (%)	27.47	23.16	26.80	19.47
Nº de golpes	18	23	26.5	34

DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO		
	Promedio 1	Promedio 2	Promedio 3
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de la capsula	1	2	3
Peso de la capsula (gr)	29.00	29.00	29.00
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	31.64	32.52	32.39
Peso de la capsula + M. seca (gr)	31.18	31.97	31.89
Peso del agua (gr)	0.47	0.55	0.51
Peso de la Muestra seca (gr)	2.18	2.97	2.89
Contenido de Humedad (%)	21.35	18.50	17.59
Promedio C. de humedad (%)	19.15		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.94
LIMITE PLASTICO	19.15
INDICE DE PLASTICIDAD	5.79

REQUERIMIENTOS	
35 % MAX	
CANTERA DE CERRO	
(4 - 9) %	



ANEXO W: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MEZCLA 80%+20%



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **1**

MUESTRA : 90 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1		
Peso de la capsula (gr)	0		
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	634.12		
Peso de la capsula + M. seca (gr)	544.16		
Peso del agua (gr)	89.96		
Peso de la Muestra seca (gr)	544.16		
Humedad Natural (%)	16.53		





"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **2**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	590.86			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	505.12			
Peso del agua (gr)	85.74			
Peso de la Muestra seca (gr)	505.12			
Humedad Natural (%)	16.97			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **3**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	650.16			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	560.12			
Peso del agua (gr)	90.04			
Peso de la Muestra seca (gr)	560.12			
Humedad Natural (%)	16.08			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **4**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	1			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	620.12			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	530.16			
Peso del agua (gr)	89.96			
Peso de la Muestra seca (gr)	530.16			
Humedad Natural (%)	16.97			





CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E-108 ASTM D-2216-92

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 31/05/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **PROMEDIO**

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM. 06+800 DE LA CARRETERA HUÁNUCO - SANTA MARIA DEL VALLE) + 20% DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM. 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

DATOS

Nº de ensayo	PROMEDIO			
Peso de la capsula (gr)	0			
Peso de la capsula + M. húmeda (gr)	623.82			
Peso de la capsula + M. seca (gr)	534.89			
Peso del agua (gr)	88.93			
Peso de la Muestra seca (gr)	534.89			
Promedio de Humedad (%)	16.62			



ANEXO X: ENSAYO CBR MEZCLA 80%+20%



PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

CALCULO DE PESOS PARA EL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO 80% DE AGREGADO DE CERRO + 20% DE AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

1.- PESOS DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 80% (CANTERA DE CERRO) + 20% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2") PARA HACER EL 100%

TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL
11/2"; 1" 3/4"			456.48 gr
1/2"; 3/8"	478.62	393.16	2471.78 gr
1/4"; #4		1600	773.91 gr
FINO			4297.82 gr
			<u>8000.00 gr</u>

2.- CALCULO PARA REALIZAR EL PROCTOR MODIFICADO DE LA MEZCLA EMPIRICA PARA UN 80% (CANTERA DE CERRO) + 20% (CANTERA DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2")

TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL	
1/2"; 3/8"	871.78	1600	2471.78 gr	↔ 32.77 %
1/4"; #4			773.91 gr	↔ 10.26 %
FINO			4297.82 gr	↔ 56.97 %
			<u>7543.52 gr</u>	<u>100 %</u>

2.1.- SELECCIONANDO 5500 gr PARA EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ENTONCES:

$$\begin{array}{l} 5500 \leftrightarrow 100\% \\ X \leftrightarrow 32.77\% \\ X = 1802.18 \text{ gr} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 5500 \leftrightarrow 100\% \\ X \leftrightarrow 10.26\% \\ X = 564.26 \text{ gr} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 5500 \leftrightarrow 100\% \\ X \leftrightarrow 56.97\% \\ X = 3133.56 \text{ gr} \end{array}$$

2.2.- POR LO TANTO PARA 5500 gr SERIA:

TAMIZ	PESO	PROCENTAJE
1/2"; 3/8"	1802.18 gr	↔ 32.77 %
1/4"; #4	564.26 gr	↔ 10.26 %
FINO	3133.56 gr	↔ 56.97 %
	<u>5500.00</u>	<u>100 %</u>

2.3.- CALCULANDO LA CANTIDAD DE PESOS POR TAMICES DE 1/2" Y 3/8"

$$\begin{array}{l} 1/2" \quad 871.78 \leftrightarrow X1 \\ 3/8" \quad 1600.00 \leftrightarrow X2 \\ \hline 2471.78 \quad \quad \quad 1802.18 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 2471.78 \leftrightarrow 100.00\% \\ 1802.18 \leftrightarrow X \\ X = 72.910298\% \end{array}$$

ENTONCES:

$$\begin{array}{l} 871.78 \leftrightarrow 100\% \\ X1 \leftrightarrow 72.91\% \\ X = 635.62 \text{ gr} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1600.00 \leftrightarrow 100\% \\ X2 \leftrightarrow 72.91\% \\ X = 1166.56 \text{ gr} \end{array}$$

2.4.- POR LO TANTO LA CANTIDAD DE PESOS EN UN (80 % DE AGREGADO DE CERRO) + (20% DE AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANADA DE 1/2") PARA LOS TAMICES DE 1/2" Y 3/8" SERIA:

TAMIZ	AGRE. DE CERRO	AGRE. DE RIO - PIE. CHAN. DE 1/2"	TOTAL	
1/2"; 3/8"	635.62	1166.56 gr	1802.18 gr	↔ 32.77 %
1/4"; #4			564.26 gr	↔ 10.26 %
FINO			3133.56 gr	↔ 56.97 %
			<u>5500.00 gr</u>	<u>100 %</u>





ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

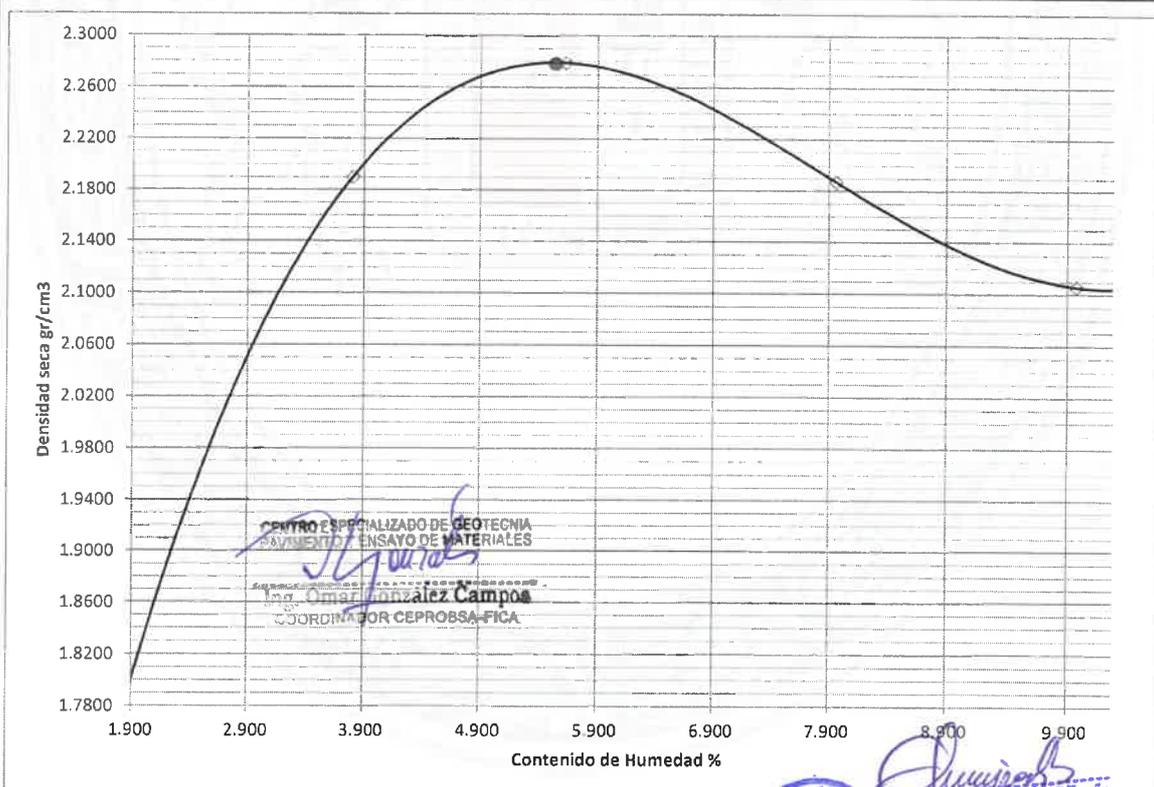
MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 20 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

FECHA : 16/08/2019 **MÉTODO:** C

FACTURA ELECT.: E001-537

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°69-pag.-19 de 24 | UNHEVAL

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	10962.0	11245.0	11148.0	11052.0				
PESO DEL MOLDE	gr.	6152	6152	6152	6152				
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	4810.0	5093.0	4996.0	4900.0				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	2116.01	2116.01	2116.01	2116.01				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/c ³ .	2.273	2.407	2.361	2.316				
Nº DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8
DETERMINACIÓN		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	578.00	578.00	568.03	568.03	555.75	555.75	545.55	545.55
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr.	22.00	22.00	31.97	31.97	44.25	44.25	54.45	54.45
PESO MUESTRA SECA	gr.	578.00	578.00	568.030	568.030	555.75	555.75	545.55	545.55
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.806	3.806	5.628	5.628	7.962	7.962	9.981	9.981
HUMEDAD PROMEDIO	%	3.806		5.628		7.962		9.981	
DENSIDAD SECA	gr/c ³ .	2.1898		2.2786		2.1869		2.1055	



Densidad Máxima: 2.278 gr/cm³.
Humedad Optima: 5.54 %

Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
 C.I.P. N° 48194
 JEFE DE LABORATORIOS
 FICA - UNHEVAL



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 20 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°69-pag.-10 de 24 - UNHEVAL

FECHA : ago-19

Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante

COMPROBANTE : E001-537

Table with columns for MUESTRA, N° DE MOLDE, N° DE CAPAS, N° DE GOLPESPOR CAPA, CONDICIÓN, and various weight and volume measurements.

EXPANSION

Table with columns for FECHA, HORA, TIEMPO, LECTURA DIAL, EXPANSION (m.m., %), and LECTURA DIAL.

PENETRACION

Table with columns for PENETRACION EN PULGADAS, MUESTRA N° 01, MUESTRA N° 02, and MUESTRA N° 03, including sub-columns for LECTURA DIAL and CORRECCION.

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES Omar González Campos COORDINADOR CEGPROSA-FICA



Ing. Jorge L. Mejza Bencano C.P. N° 48194 JEFE DE LABORATORIOS FICA - UNHEVAL



ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

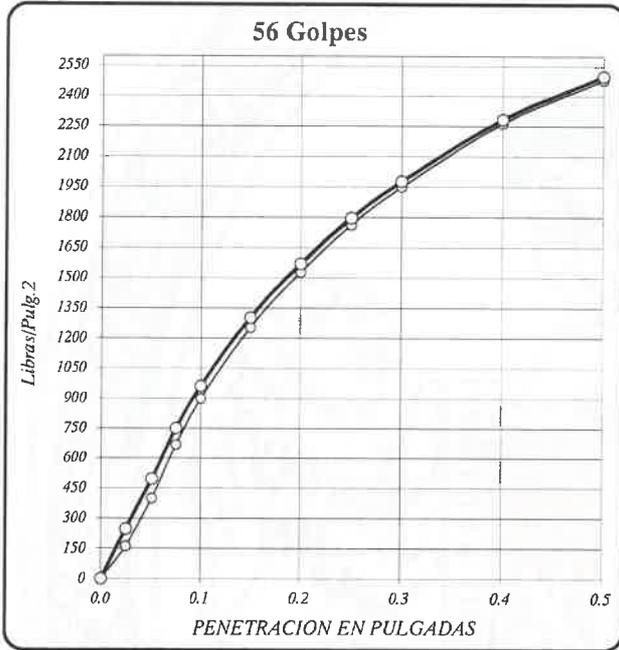
MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 20 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°61-pag.-11 de 24 - UNHEVAL

Observacion : Muestra proporcionada por el solicitante

FECHA : ago-19

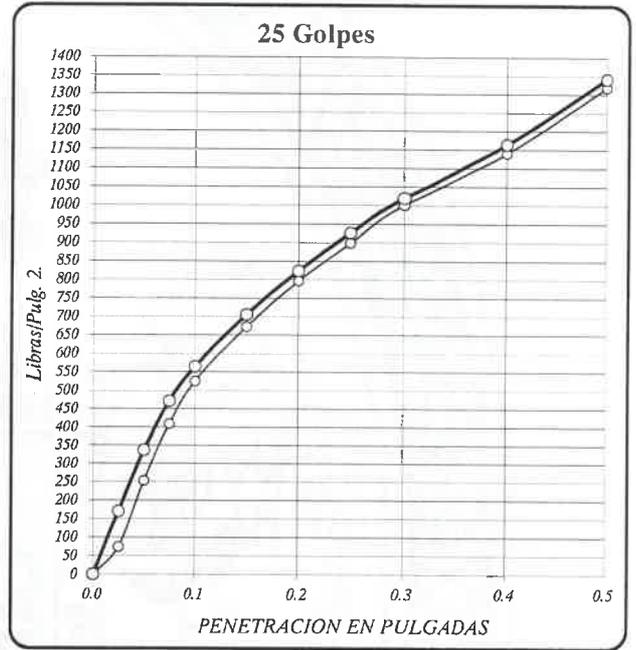
COMPROBANTE : E001-537



DENSIDAD SECA = 2.293 gr/cm3.

CBR a 0.1" = 96.17 %

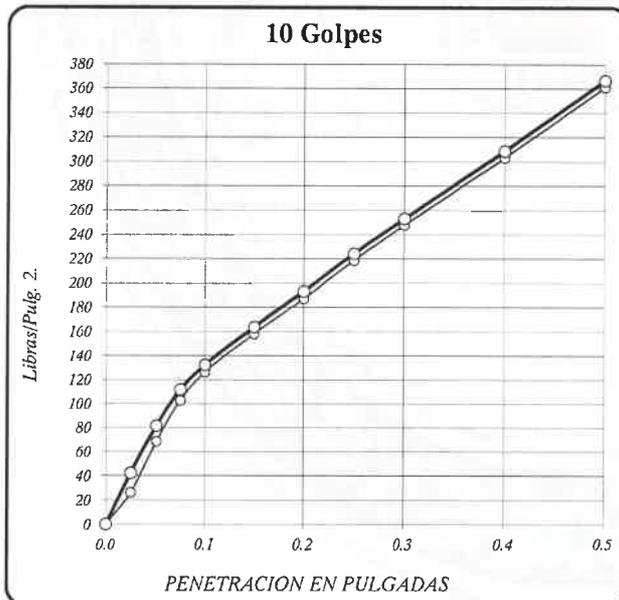
CBR a 0.2" = 104.60 %



DENSIDAD SECA = 2.189 gr/cm3.

CBR a 0.1" = 56.39 %

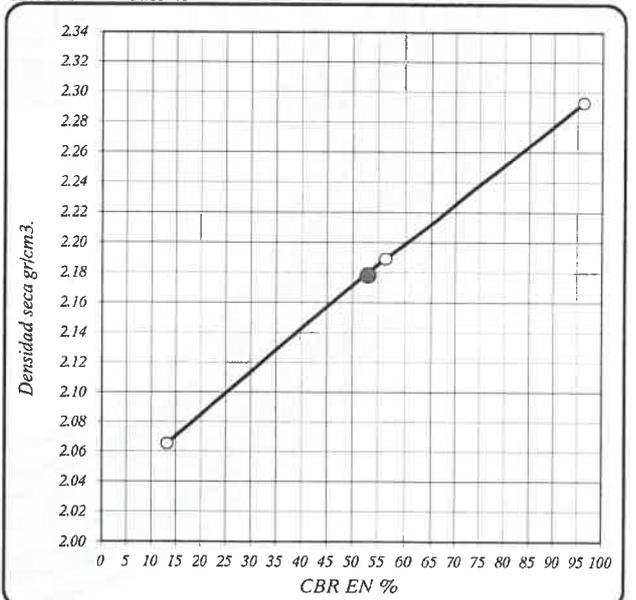
CBR a 0.2" = 54.86 %



DENSIDAD SECA = 2.065 gr/cm3.

CBR a 0.1" = 13.24 %

CBR a 0.2" = 12.87 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:	CBR 0.1"	DENSIDAD
CBR CON 56 GOLPES =	96.17 %	2.29 gr/cm3.
CBR CON 25 GOLPES =	56.39 %	2.19 gr/cm3.
CBR CO 10 GOLPES =	13.24 %	2.07 gr/cm3.
CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =	96.17 %	
CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. =	53.00 %	



Ing. Jorge L. Meyzán Brindón
C.I.P. N° 48194

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Omar González Campos
COORDINADOR CEPROBSA-FICA

JEFES DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL

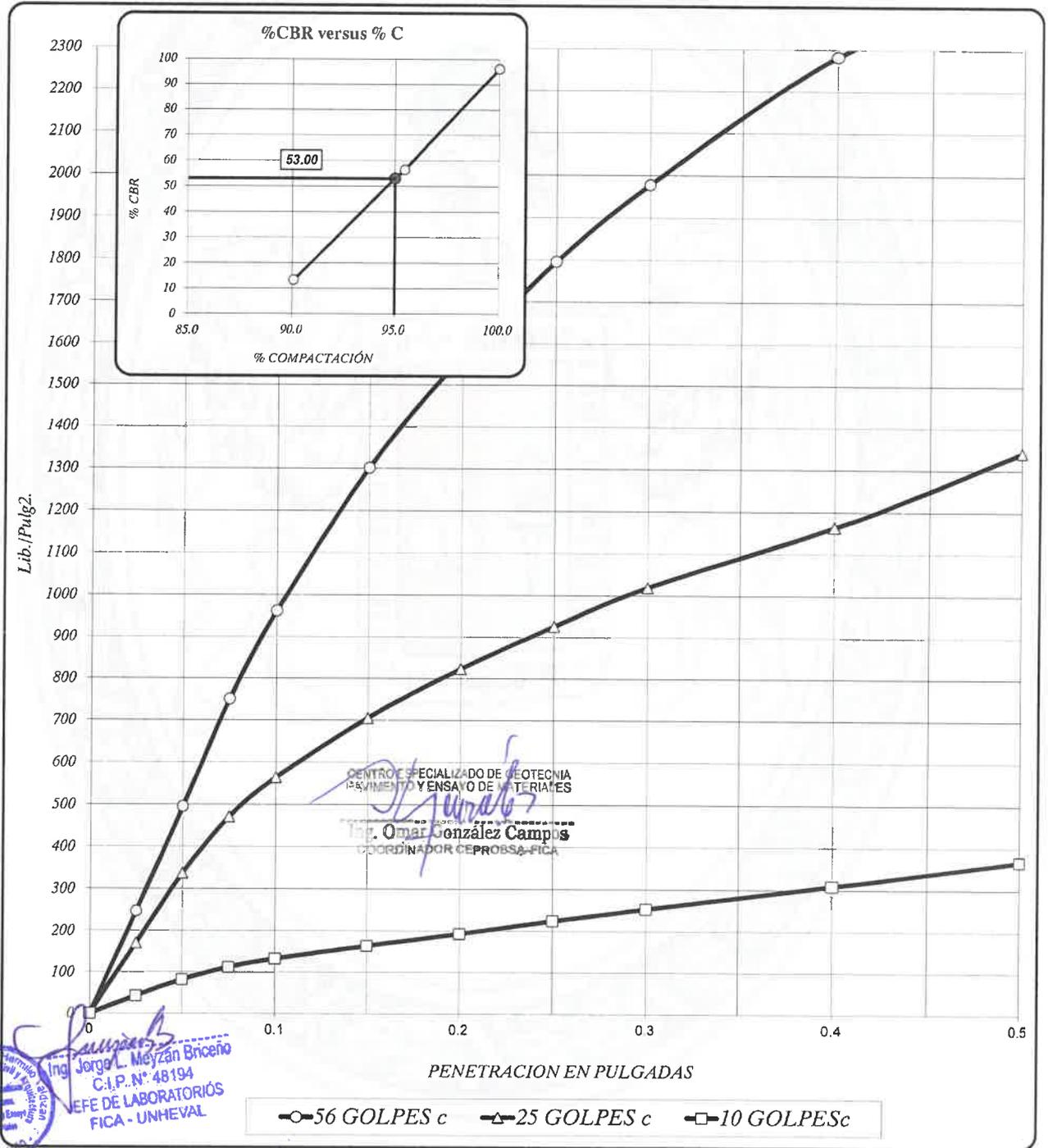


ENSAYO DE CBR : MTC E 132-2000; ASTM D 1883; AASHTO T 193

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA- MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"
UBICACIÓN : HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO
SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO
MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 20 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°61-pag.-12 de 24 - UNHEVAL
Observación : Muestra proporcionada por el solicitante

FECHA : ago-19
COMPROBANTE : E001-537



56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
DENSIDAD SECA = 2.29	gr/cm3.	DENSIDAD SECA = 2.19	gr/cm3.	DENSIDAD SECA = 2.07	gr/cm3.	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. =	96.17 %
CBR a 0.1" = 96.17	%	CBR a 0.1" = 56.39	%	CBR a 0.1" = 13.24	%	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. =	53.00 %
CBR a 0.2" = 104.60	%	CBR a 0.2" = 54.86	%	CBR a 0.2" = 12.87	%		

ANEXO Y: ENSAYO DE LOS ANGELES MEZCLA 80%+20%



PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA-MALCONGA CON EL USO DEL AGREGADO DEL CERRO (CANTERA SAN ANDRES), CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA)-2019"

UBICACIÓN : HUANUCO- HUANUCO- HUANUCO

MUESTRA : 80 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA SAN ANDRES (PROGRESIVA KM 06+ 800 DE LA CARRETERA HUANUCO- SANTA MARIA DEL VALLE) + 20 % DEL AGREGADO DE LA CANTERA LA DESPENSA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (PROGRESIVA KM 10+900 DE LA CARRETERA HUANUCO - SANTA MARIA DEL VALLE)

SOLICITA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 16/08/2019

COMPROBANTE DE PAGO: N° E001-537

INFORME CEGPyEM-FICA 2019/N °69, pag 09 de 24 | UNHEVAL

ENSAYO DE LOS ÁNGELES

ASTM C 131

AASHTO T-96

METODO DE ENSAYO "A"

PESO INICIAL			PESO FINAL		
Peso de la Muestra Inicial			Peso Final de la Muestra		
Pasa el Tamiz	Retenido en el tamiz	Peso(gr)	Nro de Tamiz	Tamaño de abertura	Peso(gr)
1 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3398.00

Nº de esferas : 12.0

Nº de revoluciones: 500.0

Velocidad: 33.0 RPM

Desgaste de los agregados: 32.04%

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Omar González Campos

Ing. Omar González Campos
COORDINADOR CEGPyEM-FICA



Jorge L. Meyzan Briceño

Ing. Jorge L. Meyzan Briceño
C.I.P. N° 48194
JEFE DE LABORATORIOS
FICA - UNHEVAL



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



FLETE DE TRASLADO DE MATERIALES

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 15/06/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

PROGRESIVA		LONGITUD m	ANCHO PROMEDIO m	ESPESOR m	AREA m2	AREA S/A (2%) m2	AREA TOTAL m2	VOL. TOTAL m3
INICIO	FINAL							
00+000	01+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
01+000	02+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
02+000	03+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
03+000	04+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
04+000	05+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
05+000	06+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
06+000	07+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
07+000	08+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
08+000	09+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
09+000	10+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
10+000	11+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
11+000	12+000	1000.00	6.00	0.15	6000.00	120.00	6120.00	918.00
TOTAL		12,000.00			72,000.00	1,440.00	73,440.00	11,016.00

1.- FLETE DEL MATERIAL DE AFIRMADO CONVENCIONAL EN UN 100% DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRE

MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	Nº DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)
AFIRMADO	SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30.00	0.25	11016.00 m3	734 VIAJES	37.00	27,172.80



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



FLETE DE TRASLADO DE MATERIALES

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 15/06/2019

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

2.- FLETE DEL MATERIAL DE MEZCLA EN UN 90% DEL AGREGADO DE CERRO + 10% DEL AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

2.1.- FLETE DEL MATERIAL DE AFIRMADO CONVENCIONAL EN UN 90 % DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES)

MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	Nº DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)
AFIRMADO	CANTERA SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30.00	0.25	9914.40 m3	661 VIAJES	37.00	24,455.52

2.2.- FLETE DEL MATERIAL DEL AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" EN UN 10%



MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	Nº DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)
CANTO RODADO	CANTERA LA DESPENSA	CHANCADO. SAN ANDRES	4.2	30	0.14	1652.40 m3	110	21	2,313.36
PIEDRA CHANCADA	CHANCADO. SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30	0.25	1101.60 m3	73	37	2,717.28
									5,030.64

COSTO DE FLETE (S/)

29,486.16



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



FLETE DE TRASLADO DE MATERIALES

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 15/06/2019

UBICACIÓN HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO

4.- FLETE DEL MATERIAL DE MEZCLA EN UN 80% DEL AGREGADO DE CERRO + 20% DEL AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2"

2.1.- FLETE DEL MATERIAL DE AFIRMADO CONVENCIONAL EN UN 80 % DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES)

MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	Nº DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)
AFIRMADO	CANTERA SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30.00	0.25	8812.80 m3	588 VIAJES	37.00	21,738.24

2.2.- FLETE DEL MATERIAL DEL AGREGADO DE RIO - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" EN UN 20%



MATERIA PRIMA	INICIO	FIN	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD (KM/HR)	TIEMPO	VOLUMEN DE MATERIA PRIMA (M3)	Nº DE VIAJES (15M3)	COSTO DE VIAJE (S/)	COSTO DE FLETE (S/)
CANTO RODADO	CANTERA LA DESPENSA	CHANCADO. SAN ANDRES	4.2	30	0.14	3304.80 m3	220	21	4,626.72
PIEDRA CHANCADA	CHANCADO. SAN ANDRES	PUNTO DE ACOPIO	7.4	30	0.25	2203.20 m3	147	37	5,434.56
									10,061.28

COSTO DE FLETE (S/)

31,799.52

ANEXO AA: CONTEO VEHICULAR



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAMA																				
11:00:00	E	8		2		2														
12:00:00	S	2				1														
12:00:00	E	6								1	1									
13:00:00	S								1											
13:00:00	E	18		1		2														
14:00:00	S	9																		
14:00:00	E	6				2				1										
15:00:00	S					1														
15:00:00	E	4		1																
16:00:00	S	1																		
16:00:00	E	5									1									
17:00:00	S	2																		
17:00:00	E	3																		
18:00:00	S	1																		
18:00:00	E																			
19:00:00	S																			
19:00:00	E																			
20:00:00	S																			
20:00:00	E																			
21:00:00	S																			
21:00:00	E																			
22:00:00	S																			
22:00:00	E																			
23:00:00	S																			
23:00:00	E																			
24:00:00	S																			
TOTAL		118	0	6	0	12	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL	146
--------------	------------



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTEO DE TRAFICO

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 02/07/2019

ESTACIÓN :

E-1

PROGRESIVA 10+200 KM

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

E



S



HORA	SENTID O	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAMA																				
00:00:00	E																			
01:00:00	S																			
01:00:00	E																			
02:00:00	S																			
02:00:00	E																			
03:00:00	S																			
03:00:00	E																			
04:00:00	S																			
04:00:00	E																			
05:00:00	S																			
05:00:00	E																			
06:00:00	S																			
06:00:00	E	8																		
07:00:00	S	1																		
07:00:00	E	14				1														
08:00:00	S	4																		
08:00:00	E	8																		
09:00:00	S	2				1														
09:00:00	E	6								1										
10:00:00	S	3																		
10:00:00	E	8				1					1									
11:00:00	S	2			1															



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUANCAYO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRAMA																						
11:00:00	E	8				2																
12:00:00	S	2				1																
12:00:00	E	6																				
13:00:00	S	1																				
13:00:00	E	17		1																		
14:00:00	S	9																				
14:00:00	E	6																				
15:00:00	S					1																
15:00:00	E	7		1																		
16:00:00	S	1																				
16:00:00	E	5																				
17:00:00	S	2																				
17:00:00	E	4																				
18:00:00	S	1																				
18:00:00	E																					
19:00:00	S																					
19:00:00	E																					
20:00:00	S																					
20:00:00	E																					
21:00:00	S																					
21:00:00	E																					
22:00:00	S																					
22:00:00	E																					
23:00:00	S																					
23:00:00	E																					
24:00:00	S																					
TOTAL		125	0	3	0	7	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL	141
--------------	------------



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTEO DE TRAFICO

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMACIÓN CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 03/07/2019

ESTACIÓN :

E-1

PROGRESIVA 10+200 KM

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

E



S



HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRAMA																					
00:00:00	E																				
01:00:00	S																				
01:00:00	E																				
02:00:00	S																				
02:00:00	E																				
03:00:00	S																				
03:00:00	E																				
04:00:00	S																				
04:00:00	E																				
05:00:00	S																				
05:00:00	E																				
06:00:00	S																				
06:00:00	E	10				1															
07:00:00	S	2																			
07:00:00	E	11																			
08:00:00	S	4																			
08:00:00	E	11								1											
09:00:00	S	2																			
09:00:00	E	6		1																	
10:00:00	S	3																			
10:00:00	E	6				1					1										
11:00:00	S	1																			



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRAMA																					
11:00:00	E	8		1						1											
12:00:00	S	2																			
12:00:00	E	6				1															
13:00:00	S	1				1				1											
13:00:00	E	14				2															
14:00:00	S	9																			
14:00:00	E	9		1						1	1										
15:00:00	S	1																			
15:00:00	E	11																			
16:00:00	S	1																			
16:00:00	E	5				1				1											
17:00:00	S	2																			
17:00:00	E	4																			
18:00:00	S	1																			
18:00:00	E																				
19:00:00	S																				
19:00:00	E																				
20:00:00	S																				
20:00:00	E																				
21:00:00	S																				
21:00:00	E																				
22:00:00	S																				
22:00:00	E																				
23:00:00	S																				
23:00:00	E																				
24:00:00	S																				
TOTAL		130	0	3	0	7	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL	147
--------------	------------



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTEO DE TRAFICO

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 04/07/2019

ESTACIÓN : E-1

PROGRESIVA 10+200 KM

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

E ←

S →

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAMA																				
00:00:00	E																			
01:00:00	S																			
01:00:00	E																			
02:00:00	S																			
02:00:00	E																			
03:00:00	S																			
03:00:00	E																			
04:00:00	S																			
04:00:00	E																			
05:00:00	S																			
05:00:00	E																			
06:00:00	S																			
06:00:00	E	9				1														
07:00:00	S	2																		
07:00:00	E	11									1									
08:00:00	S	4																		
08:00:00	E	7		1						1										
09:00:00	S	2																		
09:00:00	E	6				1														
10:00:00	S	3																		
10:00:00	E	11																		
11:00:00	S	1								1										



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTEO DE TRAFICO

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 05/07/2019

ESTACIÓN :

E-1

PROGRESIVA 10+200 KM

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

E



S



HORA	SENTID O	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAMA																				
00:00:00	E																			
01:00:00	S																			
01:00:00	E																			
02:00:00	S																			
02:00:00	E																			
03:00:00	S																			
03:00:00	E																			
04:00:00	S																			
04:00:00	E																			
05:00:00	S																			
05:00:00	E																			
06:00:00	S																			
06:00:00	E	4				1														
07:00:00	S	1		1																
07:00:00	E	7				1				1										
08:00:00	S	4																		
08:00:00	E	7				2				1	1									
09:00:00	S	2																		
09:00:00	E	4				1				1										
10:00:00	S	3																		
10:00:00	E	10		1							1									
11:00:00	S	2								1										



HORA	SENTIDO	AUTO	STACIÓN WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAMA																				
11:00:00	E	8		1						2										
12:00:00	S	2																		
12:00:00	E	6				1					1									
13:00:00	S	1		1		1				1										
13:00:00	E	7		1		1					1									
14:00:00	S	5								1										
14:00:00	E	9				1														
15:00:00	S	2								1										
15:00:00	E	8		2		2				2	1									
16:00:00	S			1						1										
16:00:00	E	9				1														
17:00:00	S	2				1														
17:00:00	E	6								2										
18:00:00	S	3																		
18:00:00	E																			
19:00:00	S																			
19:00:00	E																			
20:00:00	S																			
20:00:00	E																			
21:00:00	S																			
21:00:00	E																			
22:00:00	S																			
22:00:00	E																			
23:00:00	S																			
23:00:00	E																			
24:00:00	S																			
TOTAL		112	0	8	0	13	0	0	0	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL	153
--------------	------------



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CONTEO DE TRAFICO

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMACIÓN CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

FECHA : 06/07/2019

ESTACIÓN :

E-1

PROGRESIVA 10+200 KM

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

E



S



HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAMA																				
00:00:00	E																			
01:00:00	S																			
02:00:00	E																			
03:00:00	S																			
04:00:00	E																			
05:00:00	S																			
06:00:00	E	4				1														
07:00:00	S	2																		
08:00:00	E	7																		
09:00:00	S	3				2					1									
10:00:00	E	8				1				1										
11:00:00	S	2		1																



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAMA																				
11:00:00	E	8								1										
12:00:00	S	2																		
12:00:00	E	6				1														
13:00:00	S	1		1		1				1										
13:00:00	E	10																		
14:00:00	S	5																		
14:00:00	E	7				1				1										
15:00:00	S	2																		
15:00:00	E	8									1									
16:00:00	S	2		1																
16:00:00	E	11																		
17:00:00	S	2																		
17:00:00	E	9																		
18:00:00	S	3																		
18:00:00	E																			
19:00:00	S																			
19:00:00	E																			
20:00:00	S																			
20:00:00	E																			
21:00:00	S																			
21:00:00	E																			
22:00:00	S																			
22:00:00	E																			
23:00:00	S																			
23:00:00	E																			
24:00:00	S																			
TOTAL		126	0	3	0	7	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL	142
--------------	------------



CONTEO DE TRAFICO

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **FECHA** : 07/07/2019 **ESTACIÓN** : E-1 PROGRESIVA 10+200 KM
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS **E** ← **S** →

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRAMA																					
00:00:00	E																				
01:00:00	S																				
01:00:00	E																				
02:00:00	S																				
02:00:00	E																				
03:00:00	S																				
03:00:00	E																				
04:00:00	S																				
04:00:00	E																				
05:00:00	S																				
05:00:00	E																				
06:00:00	S																				
06:00:00	E	4				1															
07:00:00	S	2																			
07:00:00	E	7																			
08:00:00	S	4																			
08:00:00	E	8																			
09:00:00	S	3																			
09:00:00	E	9				1															
10:00:00	S	3		1																	
10:00:00	E	4																			
11:00:00	S					1															



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRAMA																					
11:00:00	E	4																			
12:00:00	S	1																			
12:00:00	E	6				1															
13:00:00	S	1		1																	
13:00:00	E	6																			
14:00:00	S	2																			
14:00:00	E	7				1															
15:00:00	S	2		1																	
15:00:00	E	5								1											
16:00:00	S	2				1															
16:00:00	E	8																			
17:00:00	S	2																			
17:00:00	E	9		1							1										
18:00:00	S	2																			
18:00:00	E																				
19:00:00	S																				
19:00:00	E																				
20:00:00	S																				
20:00:00	E																				
21:00:00	S																				
21:00:00	E																				
22:00:00	S																				
22:00:00	E																				
23:00:00	S																				
23:00:00	E																				
24:00:00	S																				
TOTAL		101	0	4	0	6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL	113
--------------	------------



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CALCULO DEL IMDa

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **ESTACIÓN :** E-1 **PROGRESIVA** 10+200 KM

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

1.- RESUMEN DEL CONTEO DE TRAFICO

ESTACIÓN DE CONTEO	DIA 1 (01/07/2019)	DIA 2 (02/07/2019)	DIA 3 (03/07/2019)	DIA4 (04/07/2019)	DIA 5 (05/07/2019)	DIA6 (06/07/2019)	DIA7 (07/07/2019)
E-1	146	141	147	154	153	142	113

2.- FACTORES DE CORRECCIÓN

El factor de correccion se esta tomando de la caseta de peaje mas cercano a la zona, localizado en la Carretera Nacional PE-3N, peaje ambo.

MES	PESADO	LIVIANO
ENERO	0.975396	1.035571
FEBRERO	1.001856	1.102719
MARZO	0.990894	1.094765
ABRIL	1.022654	1.028035
MAYO	1.064697	1.011158
JUNIO	1.062693	1.047825
JULIO	1.084708	1.020222
AGOSTO	1.012073	0.979908
SETIEMBRE	1.023322	1.031114
OCTUBRE	0.979103	0.982223
NOVIEMBRE	0.967478	0.952948
DICIEMBRE	0.903952	0.861338

ENTONCES.-

- 2.1.- Vehiculos pesado $F_c = 1.084708$
- 2.2.- Vahiculos livianos $F_c = 1.020222$



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CALCULO DEL IMDa

PROYECTO : 'TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"
TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO **ESTACIÓN** : E-1 **PROGRESIVA** 10+200 KM
UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

3.- CALCULO DEL IMDs

TIPO DE VEHICULO	DIA 1 (01/07/2019)	DIA 2 (02/07/2019)	DIA 3 (03/07/2019)	DIA 4 (04/07/2019)	DIA 5 (05/07/2019)	DIA 6 (06/07/2019)	DIA 7 (07/07/2019)	TOTAL SEMANAL	IMDs
LIVIANOS	136	135	140	143	133	136	111	934	133
AUTO	118	125	130	132	112	126	101	844	121
CAMIONETA PICK UP	6	3	3	3	8	3	4	30	4
CAMIONETA RURAL	12	7	7	8	13	7	6	60	9
PESADOS	10	6	7	11	20	6	2	62	9
CAMIÓN 2EJES	7	4	4	8	14	4	1	42	6
CAMIÓN 3 EJES	3	2	3	3	6	2	1	20	3
TOTAL	146	141	147	154	153	142	113	996	142

4.- CALCULO DEL INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

TIPO DE VEHICULO		IMDS (E-1)	DISTRIBUCIÓN VEHICULAR	FC	IMDA x TIPO DE VEHICULO (VEH/DIA)
LIVIANOS	AUTO	121	84.74 %	1.020222	123
	CAMIONETA PICK UP	4	3.01 %		4
	CAMIONETA RURAL	9	6.02 %		9
PESADOS	CAMIÓN 2EJES	6	4.22 %	1.084708	7
	CAMIÓN 3 EJES	3	2.01 %		3
TOTAL		142	100 %		146

5.- CALCULO DEL INDICE MEDIO DIARIO ANUAL PROYECTADO (IMDA)

TASAS DE CRECIMIENTO	
VEHICULOS LIGEROS	1.60%
VEHICULOS PESADOS	0.60%



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERA - E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



CALCULO DEL IMDA

PROYECTO : TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE AFIRMADO CONVENCIONAL PARA LA CARRETERA LA ESPERANZA - MALCONGA CON EL USO DE LA MEZCLA DEL AGREGADO DE CERRO (CANTERA SAN ANDRES) CON EL AGREGADO DE RIO (CANTERA LA DESPENSA) - 2019"

TESISTA : BACH. BERKELEY EINSTHEN ARCE ALVARADO

UBICACIÓN : HUÁNUCO - HUÁNUCO - AMARILIS

ESTACIÓN : E-1 PROGRESIVA 10+200 KM

TIPO DE VEHICULO	IMDA	r	AÑO 0	PROYECCIÓN DEL IMDA				
			AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	2019	%	n=0	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5
TRAFICO NORMAL	146		146	148	148	150	152	156
AUTO	123	1.60%	123	125	125	127	129	131
CAMIONETA PICK UP	4	1.60%	4	4	4	4	4	4
CAMIONETA RURAL	9	1.60%	9	9	9	9	9	10
CAMIÓN 2EJES	7	0.60%	7	7	7	7	7	8
CAMIÓN 3 EJES	3	0.60%	3	3	3	3	3	3
TRAFICO GENERADO	0		0	15	15	15	15	16
AUTO				13	13	13	13	13
CAMIONETA PICK UP				0	0	0	0	0
CAMIONETA RURAL				1	1	1	1	1
CAMIÓN 2EJES				1	1	1	1	1
CAMIÓN 3 EJES				0	0	0	0	0
TOTAL	146		146	163	163	165	167	172