

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**“Estudio de las características físicas y mecánicas de los
agregados de la cantera Caballo Muerto para fines de control de
calidad en concreto y pavimentación”**

Área de Investigación:
Geotecnia

Autor(es):

Br. Arteaga Ramirez, Gean Fanco

Br. Torres Cerna, Walter Jefferson

Jurado Evaluador:

Presidente: Ing. Henríquez Ulloa, Juan Paul

Secretario: Ing. Omar Dávalos Capristan

Vocal: Ing. Vertiz Malabrigo, Manuel Alberto

Asesor:

Dr. Lujan Silva, Enrique Francisco

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

**TRUJILLO – PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 2021/08/12

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**“Estudio de las características físicas y mecánicas de los
agregados de la cantera Caballo Muerto para fines de control de
calidad en concreto y pavimentación”**

Área de Investigación:
Geotecnia

Autor(es):

Br. Arteaga Ramirez, Gean Fanco

Br. Torres Cerna, Walter Jefferson

Jurado Evaluador:

Presidente: Ing. Henríquez Ulloa, Juan Paul

Secretario: Ing. Omar Dávalos Capristan

Vocal: Ing. Vertiz Malabrigo, Manuel Alberto

Asesor:

Dr. Lujan Silva, Enrique Francisco

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

**TRUJILLO – PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 2021/08/12

**“ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS
AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACIÓN”**

JURADO CALIFICADOR

.....
ING. JUAN PAUL HENRIQUEZ ULLOA
CIP:
PRESIDENTE

.....
ING. OMAR ALEXANDER CAPRISTÁN
CIP:
SECRETARIO

.....
ING. MANUEL ALBERTO VÉRTIZ MALABRIGO
CIP:
VOCAL

.....
Dr. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA
CIP:
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, que siempre está conmigo en cada paso de mi vida.

A mi familia y especialmente a mi madre por su apoyo incondicional.

**Br. ARTEAGA RAMIREZ GEAN
FRANCO**

A Dios, gracias por todo lo que me has dado y por cada oportunidad en mi carrera y en mi vida personal.

A mis padres Rosa y Walter por su amor y cariño, por inculcarme con el ejemplo y siempre orientarme correctamente a seguir adelante, no importando las circunstancias de la vida, a la vez todo el esfuerzo que hicieron para con mi hermana y conmigo.

**Br. TORRES CERNA WALTER
JEFFERSON**

AGRADECIMIENTO

A:

DIOS:

Por protegernos durante todo este tiempo, por brindarnos salud, sabiduría y fuerzas para superar las dificultades que se nos presentaron y guiarnos por el buen camino y permitirnos lograr esta meta.

PADRES:

Por su apoyo incondicional en todo este camino universitario, en cada momento de nuestras vidas y sobre todo en nuestra formación profesional, por apoyo moral y económico que nos permitió alcanzar esta meta.

Dr. ING. LUJAN SILVA, ENRIQUE FRANCISCO:

Por su valioso tiempo, asesoría y todo el aporte brindado durante el proceso de este trabajo de investigación.

RESUMEN

La presente tesis, **“ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACIÓN”**, fue realizado en la cantera Caballo Muerto ubicado en el distrito de Laredo, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, la cual abastece de agregado a la ciudad de Laredo y alrededores para fines de concreto y pavimentación.

Se obtuvieron los agregados de la cantera obtenidos de 8 calicatas, de las cuales de 4 se obtuvo agregado grueso y agregado fino y de las otras 4 se obtuvo afirmado, las cuales fueron llevadas al Laboratorio con la finalidad de obtener sus propiedades físicas y mecánicas.

Se efectuaron 5 ensayos para el agregado grueso, 8 ensayos para el agregado fino y 5 ensayos para el afirmado, con procedimientos de acuerdo con el Manual de Ensayo de Materiales, 2016, los resultados finales nos mostraron que tanto el afirmado como el agregado de la cantera Caballo Muerto son de buena calidad, por lo tanto, son aptos para utilizarse en concreto y pavimentación.

ABSTRACT

This thesis, "STUDY OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE AGGREGATES OF THE CABALLO MUERTO QUARRY FOR THE PURPOSES OF QUALITY CONTROL IN CONCRETE AND PAVING", was carried out in the Caballo Muerto quarry located in the district of Laredo, Trujillo Province, Department of La Libertad, which supplies aggregate to the city of Laredo and its surroundings for concrete and paving purposes.

The quarry aggregates obtained from 8 pits were obtained, of which 4 coarse aggregate and fine aggregate were obtained and of the other 4 they were obtained affirmed, which were taken to the Laboratory to obtain their physical and mechanical properties.

5 tests were carried out for the coarse aggregate, 8 tests for the fine aggregate and 5 tests for the affirmed, with procedures according to the Materials Testing Manual, 2016, the results showed us that both the affirmed and the aggregate of the Caballo Muerto quarry are of good quality, therefore, they are suitable used for concrete and paving.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conformidad a los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

“ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACIÓN”

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta las normas técnicas sobre el estudio de los agregados y los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, junto a información obtenida de otras investigaciones, con la convicción de alcanzar el propósito del estudio.

Atentamente,

Br. Arteaga Ramírez, Gean Franco

Br. Torres Cerna, Walter Jefferson

Trujillo, Julio del 2021

INDICE

I.	INTRODUCCION.....	1
1.1.	Realidad Problemática	1
a)	Formulación del problema.....	1
b)	Formulación del problema.....	6
1.2.	Objetivos de la Investigación	6
1.2.1.	Objetivo general.....	6
1.2.2.	Objetivos específicos:	6
1.3.	Justificación del estudio	6
II.	MARCO REFERENCIA	8
2.1.	Antecedentes del estudio	8
2.2.	Marco Teórico	14
2.2.1.	Fundamentación Filosófica	15
2.2.2.	Cantera.....	15
2.2.2.1.	Tipos de Canteras.....	15
a)	Cantera de Aluvión.....	16
b)	Cantera de Roca	16
2.2.2.2.	Clasificación de Canteras	17
a)	Según Explotación.....	17
b)	Según el Material a Explotar	17
2.2.3.	Agregados	17
2.2.3.1.	Tipos de Agregados.....	18
c)	Agregados Naturales.....	18
d)	Agregados de Trituración.....	18
e)	Agregados Artificiales	18
f)	Agregados Marginales.....	19
2.2.3.2.	Clasificación de los Agregados	19
a)	Por Su Composición Granulométrica	19
2.2.3.3.	Calidad de los Agregados	21
2.2.3.4.	Propiedades Físicas	22
a)	Granulometría.....	22
b)	Módulo de Finura.....	23
c)	Tamaño Máximo	24
d)	Tamaño Máximo Nominal.....	24

e) Peso Específico.....	25
f) Poros y Absorción de los Agregados.....	25
g) Contenido de Humedad.....	26
2.2.3.5. Propiedades Mecánicas.....	26
a) Resistencia.....	26
b) Tenacidad.....	27
c) Dureza.....	27
d) Módulo de Elasticidad.....	27
2.2.3.6. Ensayos de Laboratorio para Concreto.....	28
a) Método de Ensayo Normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185 / ASTM C 566-13 / MTC E215).....	28
b) Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.12 / ASTM 136-96 ^a / MTC E 204).....	29
c) Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (NTP 400.017).....	29
d) Peso específico y absorción de agregados gruesos (MTC E206).....	31
e) Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de Sulfato de Sodio o Sulfato de Magnesio (NTP 400.016 / ASTM C88 / MTC E-209).....	32
f) Determinación de la degradación en agregados gruesos de tamaños gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. (NTP 400.019 / ASTM C-131 / MTC E 207).....	33
g) Ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregados finos (NTP 339.146 / ASTM D 2419-02 / MTC E114).....	36
h) Ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para el concreto (NTP 400.024 / ASTM C40-04 / MTC E 213).....	36
2.2.4.1. Elementos que conforman un pavimento.....	38
a) Terreno de fundación.....	38
b) Superficie subrasante.....	39
c) Sub-base.....	39
d) Base.....	39
2.2.4.2. Funciones de la Base.....	40
2.2.4.3. Capa de Afirmado.....	40
2.2.4.4. Materiales para la Base.....	41
2.2.4.5. Tratamiento de Materiales para la Base.....	42
a) Eliminación de desperdicios.....	42
b) Disgregado.....	43
c) Cribado.....	43

d) Trituración.....	43
e) Lavado	44
2.2.4.6. Ensayos para Pavimentos.....	44
a) Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422 / MTC E107).....	44
b) Límites de Consistencia (NTP 3393.129).....	45
c) Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557)	45
d) Ensayo California Bearing Ratio ASTM D-1883	47
2.3. Marco Conceptual.....	47
2.4. Hipótesis.....	49
2.5. Variables.....	50
2.5.1. Variable dependiente.....	50
2.5.2. Variables independientes:	50
2.5.3. Operacionalización de variables	51
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	52
3.1. Tipo y Nivel de Investigación	52
3.2. Población y Muestra de Estudio	52
3.2.1. Población.....	52
3.2.2. Muestra.....	52
3.3. Diseño de Investigación	52
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
3.4.1. Técnicas.....	52
3.4.2. Instrumentos.....	54
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos	54
3.5.1. Levantamiento Topográfico de la Cantera Caballo Muerto.....	54
3.5.2. Estudio de Agregados.....	56
3.1.1.1. Agregados Finos	56
a) Análisis granulométrico por tamizado MTC E 204	56
b) Contenido de humedad natural MTC E 215.....	64
c) Determinación de los límites de consistencia NTP 339.129	65
d) Durabilidad de los agregados por medio de SO ₄ Mg ASTM – C88 (MTC E 209)	69
e) Peso específico y absorción de agregado fino (ASTM C – 128)	73
f) Equivalente de arena de suelos agregados finos ASTM (D 2419 – 02).....	77
g) Desgaste abrasivo de los ángeles ASTM C – 131	81
h) Impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto (ASTM C 40 – 04)	85

3.1.1.2.	Agregados Gruesos	86
a)	Análisis granulométrico por tamizado (MTC E204)	86
b)	Contenido de humedad natural MTC E 215.....	94
c)	Durabilidad de los agregados por medio de SO ₄ Mg ASTM – C88 (MTC E 209)	95
d)	Peso unitario de agregados ASTM C 29	99
e)	Absorción y peso específico de agregado grueso norma (ASTM C 128).....	103
f)	Desgaste abrasivo de los ángeles (ASTM C – 131)	105
3.1.1.3.	Afirmado	109
a)	Análisis granulométrico por tamizado MTC E 204	109
b)	Contenido de humedad natural MTC E 215.....	117
c)	Determinación de los límites de consistencia NTP 339.129	118
d)	Ensayo de compactación Proctor modificado (NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTO T-180/MTC E-115).....	122
e)	Índice de CBR de suelos ASTM D 1883.....	129
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	146
4.1.	Análisis e interpretación de resultados	146
4.1.1.	Agregado Fino	146
4.1.1.1.	Análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422	146
4.1.1.2.	Contenido de humedad natural (MTC E 215)	147
4.1.1.3.	Determinación de los límites de consistencia NTP 339.129	147
4.1.1.4.	Durabilidad de los agregados por medio de SO ₄ Mg ASTM – C88 (MTC E 209).....	148
4.1.1.5.	Peso específico y absorción de agregado de los agregados ASTM C – 128	148
4.1.1.6.	Equivalente de arena de suelos agregados finos (ASTM D 2419 – 02).....	148
4.1.1.7.	Desgaste abrasivo de los ángeles (ASTM C – 131)	149
4.1.1.8.	Ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto (ASTM C 40 – 04).....	149
4.1.2.	Agregado Grueso	150
4.1.2.1.	Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422)	150
4.1.2.2.	Contenido de humedad natural (MTC E 215)	151
4.1.2.3.	Durabilidad de los agregados por medio de SO ₄ Mg ASTM – C88 (MTC E 209)	151
4.1.2.4.	Peso específico y absorción de agregado de los agregados ASTM C – 128	151
4.1.2.5.	Peso unitario de agregados (ASTM C 29).....	152
4.1.2.6.	Desgaste abrasivo de los ángeles (ASTM C – 131)	152
4.1.3.	Afirmado	153

4.1.3.1.	Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422)	153
4.1.3.2.	Contenido de humedad natural (MTC E 215)	154
4.1.3.3.	Determinación de los límites de consistencia (NTP 339.129).....	154
4.1.3.4.	Ensayo de compactación Proctor modificado (NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E – 115)	155
4.1.3.5.	Índice de CBR de suelos (ASTM D 1883)	155
4.2.	Prueba de Hipótesis	155
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	156
	CONCLUSIONES.....	158
	RECOMENDACIONES.....	159
	REFERENCIAS.....	160
	ANEXOS	165

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tamices utilizar para realizar el análisis granulométrico	20
Tabla 2.	Tabla de granulometría.....	22
Tabla 3.	Módulo de Finura.....	24
Tabla 4.	Tabla de aberturas normalizadas.....	32
Tabla 5.	Tabla de aberturas normalizadas.....	33
Tabla 6.	Tabla de aberturas normalizadas.....	34
Tabla 7.	Tabla de los colores.....	37
Tabla 8.	Tabla de los ensayos a realizar.....	53
Tabla 9.	Libreta de campo, levantamiento topográfico con GPS cantera Caballo Muerto.....	55
Tabla 10.	Tabla de análisis granulométrico del agregado fino de la Calicata 1	56
Tabla 11.	Tabla de análisis granulométrico del agregado fino de la Calicata 2	58
Tabla 12.	Tabla de análisis granulométrico del agregado fino de la Calicata 3	60
Tabla 13.	Tabla de análisis granulométrico del agregado fino de la Calicata 4.....	62
Tabla 14.	Tabla de resultados de la prueba de contenido de humedad natural.....	64
Tabla 15.	Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 1	65
Tabla 16.	Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 2	66
Tabla 17.	Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 3	67
Tabla 18.	Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 4	68
Tabla 19.	Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 1	69

Tabla 20.	Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 2	70
Tabla 21.	Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 3	71
Tabla 22.	Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 4	72
Tabla 23.	Tabla de resultados del peso específico y absorción de la Calicata 1.....	73
Tabla 24.	Tabla de resultados del peso específico y absorción de la Calicata 2.....	74
Tabla 25.	Tabla de resultados del peso específico y absorción de la Calicata 3.....	75
Tabla 26.	Tabla de resultados del peso específico y absorción de la Calicata 4.....	76
Tabla 27.	Tabla de resultados del ensayo de equivalencia de arena de la calicata 1.....	77
Tabla 28.	Tabla de resultados del ensayo de equivalencia de arena de la calicata 2.....	78
Tabla 29.	Tabla de resultados del ensayo de equivalencia de arena de la calicata 3.....	79
Tabla 30.	Tabla de resultados del ensayo de equivalencia de arena de la calicata 4.....	80
Tabla 31.	Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 1.....	81
Tabla 32.	Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 2.....	82
Tabla 33.	Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 3.....	83
Tabla 34.	Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 4.....	84
Tabla 35.	Tabla de resultados del análisis de impurezas inorgánicas en el agregado fino para el concreto.	85
Tabla 36.	Tabla de análisis granulométrico del agregado grueso de la Calicata 5.	86
Tabla 37.	Tabla de análisis granulométrico del agregado grueso de la Calicata 6.	88
Tabla 38.	Tabla de análisis granulométrico del agregado grueso de la Calicata 7	90
Tabla 39.	Tabla de análisis granulométrico del agregado grueso de la Calicata 8	92
Tabla 40.	Tabla de resultados de la prueba de contenido de humedad natural.....	94
Tabla 41.	Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 1	95
Tabla 42.	Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 2	96
Tabla 43.	Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 3	97
Tabla 44.	Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 4	98
Tabla 45.	Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso de la calicata 1	99
Tabla 46.	Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso de la calicata 2	100
Tabla 47.	Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso de la calicata 3	101

Tabla 48.	Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso de la calicata 4	102
Tabla 49.	Tabla de resultados de absorción y peso específico de la calicata 1	103
Tabla 50.	Tabla de resultados de absorción y peso específico de la calicata 2	103
Tabla 51.	Tabla de resultados de absorción y peso específico de la calicata 3	104
Tabla 52.	Tabla de resultados de absorción y peso específico de la calicata 4	104
Tabla 53.	Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 1.....	105
Tabla 54.	Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 2.....	106
Tabla 55.	Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 3.....	107
Tabla 56.	Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 4.....	108
Tabla 57.	Tabla de análisis granulométrico del afirmado de la Calicata 5.....	109
Tabla 58.	Tabla de análisis granulométrico del afirmado de la Calicata 6.....	111
Tabla 59.	Tabla de análisis granulométrico del afirmado de la Calicata 7.....	113
Tabla 60.	Tabla de análisis granulométrico del afirmado de la Calicata 8.....	115
Tabla 61.	Tabla de resultados de la prueba de contenido de humedad natural.....	117
Tabla 62.	Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 5	118
Tabla 63.	Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 6	119
Tabla 64.	Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 7	120
Tabla 65.	Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 8	121
Tabla 66.	Tabla de resultados de la prueba del Proctor modificado para la calicata 5.....	122
Tabla 67.	Tabla de resultados de la prueba del Proctor modificado para la calicata 6.....	123
Tabla 68.	Tabla de resultados de la prueba del Proctor modificado para la calicata 7	125
Tabla 69.	Tabla de resultados de la prueba del Proctor modificado para la calicata 8.....	126
Tabla 70.	Tabla de resultados de la prueba del CBR para la calicata 5	129
Tabla 71.	Tabla de esfuerzos de 12 golpes por capa	130
Tabla 72.	Tabla de esfuerzos de 25 golpes por capa	130
Tabla 73.	Tabla de esfuerzos de 56 golpes por capa	131
Tabla 74.	Tabla de esfuerzos %CBR	132
Tabla 75.	Tabla de esfuerzos %CBR	132
Tabla 76.	Tabla de resultados de la prueba del CBR para la calicata 6	134
Tabla 77.	Tabla de esfuerzos de 12 golpes por capa	135
Tabla 78.	Tabla de esfuerzos de 25 golpes por capa	135
Tabla 79.	Tabla de esfuerzos de 56 golpes por capa	136
Tabla 80.	Tabla de esfuerzos %CBR	137
Tabla 81.	Tabla de esfuerzos %CBR	137

Tabla 82.	Tabla de resultados de la prueba del CBR para la calicata 7	138
Tabla 83.	Tabla de esfuerzos de 12 golpes por capa	139
Tabla 84.	Tabla de esfuerzos de 25 golpes por capa	139
Tabla 85.	Tabla de esfuerzos de 56 golpes por capa	140
Tabla 86.	Tabla de esfuerzos %CBR	141
Tabla 87.	Tabla de esfuerzos %CBR	141
Tabla 88.	Tabla de resultados de la prueba del CBR para la calicata 8	142
Tabla 89.	Tabla de esfuerzos de 12 golpes por capa	143
Tabla 90.	Tabla de esfuerzos de 25 golpes por capa	143
Tabla 91.	Tabla de esfuerzos de 56 golpes por capa	144
Tabla 92.	Tabla de esfuerzos %CBR	145
Tabla 93.	Tabla de esfuerzos %CBR	145
Tabla 94.	Tabla granulométrica del agregado fino	146
Tabla 95.	Tabla de Humedad Natural del agregado fino	147
Tabla 96.	Tabla de resultados de límites de consistencia del agregado fino	147
Tabla 97.	Tabla de resultados de durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio del agregado fino	148
Tabla 98.	Tabla de resultados del peso específico y absorción del agregado fino	148
Tabla 99.	Tabla de resultados del equivalente de arena	148
Tabla 100.	Tabla del desgaste abrasivo de los ángeles del agregado fino	149
Tabla 101.	Tabla del desgaste abrasivo de los ángeles del agregado fino	149
Tabla 102.	Tabla granulométrica del agregado grueso	150
Tabla 103.	Tabla de Humedad Natural del agregado grueso	151
Tabla 104.	Tabla de resultados de durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio del agregado grueso	151
Tabla 105.	Tabla de resultados del peso específico y absorción del agregado grueso	151
Tabla 106.	Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso	152
Tabla 107.	Tabla del desgaste abrasivo de los ángeles del agregado grueso	152
Tabla 108.	Tabla granulométrica del afirmado	153
Tabla 109.	Tabla de Humedad Natural del afirmado	154
Tabla 110.	Tabla de resultados de límites de consistencia del afirmado	154
Tabla 111.	Tabla de resultados del ensayo de Proctor modificado del afirmado	155
Tabla 112.	Tabla de resultados de CBR del afirmado	155

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Ubicación de la cantera Caballo Muerto</i>	5
Figura 2.	<i>Curva granulométrica</i>	23
Figura 3.	<i>Máquina de ensayo de abrasión Los Ángeles</i>	35
Figura 4.	<i>Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 1</i>	57
Figura 5.	<i>Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 2</i>	59
Figura 6.	<i>Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 3</i>	61
Figura 7.	<i>Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 4</i>	63
Figura 8.	<i>Diagrama de Fluidéz de la Calicata 1</i>	65
Figura 9.	<i>Diagrama de Fluidéz de la Calicata 2</i>	66
Figura 10.	<i>Diagrama de Fluidéz de la Calicata 3</i>	67
Figura 11.	<i>Diagrama de Fluidéz de la Calicata 4</i>	68
Figura 12.	<i>Curva granulométrica del agregado grueso la calicata 5.</i>	87
Figura 13.	<i>Curva granulométrica del agregado grueso la calicata 6.</i>	89
Figura 14.	<i>Curva granulométrica del agregado grueso la calicata 7</i>	91
Figura 15.	<i>Curva granulométrica del agregado grueso la calicata 8</i>	93
Figura 16.	<i>Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 5</i>	110
Figura 17.	<i>Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 6</i>	112
Figura 18.	<i>Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 7</i>	114
Figura 19.	<i>Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 8</i>	116
Figura 20.	<i>Diagrama de Fluidéz de la Calicata 5</i>	118
Figura 21.	<i>Diagrama de Fluidéz de la Calicata 6</i>	119
Figura 22.	<i>Diagrama de Fluidéz de la Calicata 7</i>	120
Figura 23.	<i>Diagrama de Fluidéz de la Calicata 8</i>	121
Figura 24.	<i>Gráfico Densidad vs Humedad de la calicata 5</i>	123
Figura 25.	<i>Gráfico Densidad vs Humedad de la calicata 6</i>	124
Figura 26.	<i>Gráfico Densidad vs Humedad de la calicata 7</i>	126
Figura 27.	<i>Gráfico Densidad vs Humedad de la calicata 8</i>	127
Figura 28.	<i>Gráfico Esfuerzos vs Desplazamientos</i>	131
Figura 29.	<i>Tabla de densidad seca vs CBR</i>	132
Figura 30.	<i>Gráfico Esfuerzos vs Desplazamientos</i>	136
Figura 31.	<i>Tabla de densidad seca vs CBR</i>	137
Figura 32.	<i>Gráfico Esfuerzos vs Desplazamientos</i>	140
Figura 33.	<i>Tabla de densidad seca vs CBR</i>	141

Figura 34. <i>Gráfico Esfuerzos vs Desplazamientos</i>	144
Figura 35. <i>Tabla de densidad seca vs CBR</i>	145

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad Problemática

a) *Formulación del problema*

En las últimas décadas, el incremento de la construcción a nivel mundial ha generado gran demanda en la calidad de los materiales utilizados en la producción de concreto. Lo que conlleva mantener un control de calidad adecuado para los mismos. **(Arangurí, 2016 citado en Gonzales, 2019)**

Resulta fundamental el empleo de las normas y especificaciones al realizar los ensayos correspondientes para asegurar que los agregados empleados en las construcciones tengan buena resistencia, durabilidad, etc. En el sector inmobiliario a nivel mundial no siempre se cumple con un control de calidad, lo cual genera daños y defectos en las edificaciones. **(Del Rosal, 2017)**

Para obtener concretos de buena calidad, es imprescindible utilizar agregados que estén libres de impurezas, de alta resistencia, que cumplan con tamaños o la granulometría estipulados en las normas técnicas, permitiendo lograr el mejor concreto y al costo más económico. En la construcción de obras civiles, producto de la mala calidad de los agregados pueden presentarse problemas de humedad o filtraciones en paredes, mayor cantidad de desperdicio de materiales en construcciones, baja resistencia y deterioro prematuro de concretos, cangrejeras, entre otros problemas derivados. **(Del Rosal, 2017)**

(Herrera, 2007) Explica la importancia de conocer la caracterización de los agregados cuando se desea evaluar la factibilidad de la explotación de una cantera. Dicho de otro modo; antes de explotar se debe verificar si la materia prima cumple con los requerimientos para su utilización como agregados para concreto o uso vial.

(Arangurí, 2015 citado en Castro y Vera, 2017), Señala que en el Perú hay un número indeterminado de canteras informales e ilegales que producen materiales que son insumo para la industria de la construcción, pero que no garantiza que los agregados sean aptos para el tipo de obra a emplear.

Para que las canteras ofrezcan agregados de calidad debe de cumplir con ciertos parámetros identificados a través ensayos de laboratorio que proporcionan una garantía que los agregados cumplen con los requerimientos de estándares de calidad ... Se debe seguir principalmente el cumplimiento de normas y procesos estandarizados al momento de extraer agregados, esto se comprobaría realizando los respectivos ensayos de laboratorios. **(Aguinaga y Narro, 2017)**.

En Estados Unidos en 1904 la asociación americana para pruebas de materiales ASTM C33 "Especificaciones Normalizadas de Agregados para Concreto", publica por primera vez sus estándares de calidad para el cemento Portland, incluyendo los agregados pétreos. Actualmente estos estándares se utilizan mundialmente para definir la calidad del agregado, el tamaño máximo nominal y otros requisitos físicos, químicos y mecánicos.

(González y Villa, 2012)

En Perú se rigen con la Norma Técnica Peruana NTP 400.037:2014 “Especificaciones Normalizadas para Agregados en Concreto”, que contiene los requisitos de gradación y calidad de los agregados fino y grueso para uso en concreto de peso normal. **(Comité Técnico de Normalización de Agregados, 2015 citando en Castro y Vera, 2017)**

En las últimas décadas, en el Perú existe un gran crecimiento poblacional y por ende una fuerte demanda en la adquisición de viviendas, generando un crecimiento de la industria de la construcción, y, como consecuencia la exigencia en la calidad y diseño, no sólo de las viviendas de inmobiliarias privadas, sino también las subsidiadas estatales. **(Aguinaga y Narro, 2017)**

En nuestro país uno de los problemas más graves es el alto índice de construcción informal de viviendas, siendo tres de cada cuatro viviendas que se construyen en el país son informales. **(Andina, 2018)**

Actualmente, en el sector construcción, en viviendas informales, es común observar el uso de materiales deficientes; también se observa que personal inexperto (peones) realiza las dosificaciones o proporciones para el concreto y mortero, aumentando o variando cualquier material (agua, cemento o arena) de acuerdo con la facilidad de su trabajo. El constructor realiza cambios en la configuración estructural inicial, sin saber si ello ocasionará un aumento en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda. **(Aguinaga y Narro, 2017)**

En la ciudad de Trujillo el boom inmobiliario que se ha generado en los últimos años no se ha dado de forma ordenada, así lo demuestran las

estimaciones realizadas por la Gerencia de Desarrollo Urbano de la comuna provincial, según la cual el 60% de las construcciones en el distrito es informal. No tener asesoría técnica trae consigo algunos problemas como consecuencia de la falta de conocimiento, tales como una deficiente estructuración de las viviendas, baja calidad en la construcción y deficiencias en la arquitectura. **(Gerencia de Desarrollo Urbano, 2015)**

En la autoconstrucción se utiliza cualquier material disponible, lo que genera deficiencias constructivas como el problema de las cangrejeras, producido por la utilización de agregados que no cumplen con el tamaño necesario para ingresar correctamente en los elementos estructurales en la etapa de vaciado de concreto. **(Alayo, Esquivel y Mariño, 2015 citados en Castro y Vera, 2017)**

La calidad del concreto empleado en nuestra ciudad depende fundamentalmente de los componentes utilizados en su elaboración. Estos materiales son de diversos tipos, algunos procedentes de la industria, mientras otros son materias primas provenientes de las zonas cercanas a la ciudad. En el caso concreto de los agregados, nos encontramos con el empleo de la materia prima en un entorno próximo al de su extracción, lo que incide en el resultado final de la calidad del producto elaborado. **(Alayo, Esquivel y Mariño, 2015 citados en Castro y Vera, 2017)**

La ciudad de Laredo también se ha visto afectado por el crecimiento poblacional, y la expansión urbana, lo cual se ve reflejada en la creación de asentamientos humanos. Por ende, la necesidad de construir viviendas ha conllevado que en su mayoría sean construcciones informales que no

cuentan con el monitoreo de un profesional capacitado, tanto en la etapa de proyecto ni en la etapa de ejecución.

La cantera Caballo Muerto ubicado en la ciudad de Laredo es una de las principales canteras que abastece de agregados a la ciudad, pero esta no cuenta con un estudio de las propiedades Físicas y Mecánicas de sus agregados; los que influyen directamente al reaccionar con el cemento para formar la mezcla de concreto y de no realizarse la investigación se seguirán utilizando los agregados sin tener en cuenta las consecuencias que pueden producirse, por no conocer las características que cada agregado cuenta dependiendo de su origen y procedencia.

Figura 1.

Ubicación de la cantera Caballo Muerto



Nota. La imagen muestra la ciudad de Laredo y la ubicación de la cantera Caballo Muerto. Tomado de Google Earth Pro

La presente investigación tiene como propósito estudiar las características físicas y mecánicas de agregados de la Cantera Caballo Muerto que se utilizan para fines de concreto y pavimentación, de tal manera verificar si cumplen con las normas técnicas vigentes, contribuyendo así, con dar a conocer a la Municipalidad Distrital de Laredo, empresas ejecutoras de proyectos y a población las características que cuentan los agregados extraídos de esta cantera.

b) *Formulación del problema*

¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la cantera Caballo Muerto para fines de concreto y pavimentación?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. *Objetivo general*

Determinar las propiedades físicas y mecánicas para fines de control de calidad en concreto y pavimentación, de la cantera Caballo Muerto, Laredo – La Libertad.

1.2.2. *Objetivos específicos:*

- Realizar un levantamiento topográfico de la cantera Caballo Muerto.
- Determinar las propiedades físicas para fines de control y calidad en concreto y pavimentación.
- Determinar las propiedades mecánicas para fines de control de calidad en concreto y pavimentación.
- Determinar la calidad de los agregados para concreto y pavimentación.

1.3. Justificación del estudio

Académica:

Se justifica académicamente porque nos permite aplicar conocimientos y metodologías aprendidas en toda la rama de Mecánica de Suelos, para así poder determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la cantera Caballo Muerto.

Tecnológica:

La incorporación tecnológica al Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) para determinar las propiedades físicas y mecánicas de materiales de una cantera avanza en gran medida, por lo cual esta investigación podrá determinar si el material de la cantera Caballo Muerto es apropiado para fines de uso como material de concreto y pavimentos.

Económica:

Cuando nos referimos a la justificación económica, se analiza el costo del material de cada Cantera (m³). Así mismo este estudio será de mucha ayuda a entidades del sector público y privado ya que con certeza si los agregados de la cantera Caballo Muerto son de buena calidad y pueden ser utilizados como material para concreto y para pavimentos.

Social:

El material que lo compone cada cantera será de gran ayuda para la construcción de muchas viviendas que se construyen cada año en la ciudad de Laredo y en sus ciudades, y no solo eso sino para la construcción de pavimentos para mejorar la transitabilidad y facilitar la llegada de un lugar a otro.

II. MARCO REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

- **Lozada (2018)**, en su tesis titulada “Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – provincia de Utcubamba”.

Su Objetivo fue realizar un estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba.

Se concluyó que el material proveniente de la cantera La Loma y cantera Las paguillas se combinó con el material de la cantera Limones, mejorando así sus características físicas y mecánicas, obteniendo un CBR mayor al 40% y un % del desgaste a la abrasión menor al 50 %. Por lo tanto, se garantiza que el material combinado, se puede utilizar como material de afirmado en carreteras.

El principal aporte del trabajo son los ensayos físicos y mecánicos que se les realizó a los agregados de las canteras, la cual aportó información para revisar el procedimiento y la normativa utilizada.

-**Belito y Paucar (2018)**, en su tesis titulada “Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto”

Su Objetivo fue determinar la influencia de los agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto.

Se concluyó que de acuerdo al análisis de varianza (diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3) con una probabilidad de error del 2E-16 % al menos uno de los tratamientos (combinaciones de los agregados de

diferentes procedencias en los diseños de mezcla $f'c = 175, 210, 245$ (kg/cm²) tienen diferente efecto sobre la resistencia del concreto. Como el análisis de varianza que se obtuvo fue altamente significativo ($p < 0.01$) Realizando la prueba de Tukey, se obtuvo como resultado que todos los tratamientos son diferentes. La cantera (río Mantaro y río Ichu) y el diseño de Mezcla (175, 210 y 245kg/cm²) son factores que influyen sobre la resistencia del concreto.

El principal aporte del trabajo fue el procedimiento de los ensayos que se les realizó a los agregados y su influencia para su uso en el concreto.

-Ñahui y Sedano (2018), en su tesis titulada “Estudio de la calidad de los agregados de la cantera de Ocopa para la elaboración de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en el distrito de Lircay - Angaraes - Huancavelica” Su Objetivo fue determinar la calidad de los agregados de la cantera de Ocopa para la elaboración de la Mezcla Asfáltica para pavimentos flexibles en el Distrito de Lircay - Angaraes –Huancavelica.

Se concluyó que el análisis granulométrico del agregado fino según el módulo de fineza, la curva granulométrica y porcentaje de finos que pasa la malla N°200 el agregado fino de la cantera de Ocopa son óptimas para elaboración de mezclas asfálticas; el análisis granulométrico del agregado grueso según la gradación de los materiales que el agregado grueso de la cantera de Ocopa son óptimas para elaboración de mezclas asfálticas; la determinación de partículas fracturadas del agregado grueso se realizaron diferentes tipos de diseño tanto para los porcentajes mayores y menores de 50% y el porcentaje de terrones de arcilla y partículas desmenuzables se concluyó que

el agregado fino y el agregado grueso es limpio de terrones de arcilla porque pasa los límites permitidos por lo tanto son óptimos para la elaboración de mezclas asfálticas.

El principal aporte del trabajo fue el procedimiento de los ensayos físicos y mecánicos que se les realizó a los agregados y la normativa utilizada.

-Olarte (2017), en su tesis titulada “Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles”.

Su Objetivo fue determinar la influencia del estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas en la construcción de obras civiles.

Se concluyó que no siempre a mayor cantidad de cemento mayor resistencia, ya que hay características de los agregados pétreos que hacen que las partículas de cemento las compacte mejor, también se pudo concluir que la relación agua cemento nos determina el asentamiento del concreto o la manejabilidad de la mezcla. Cabe también mencionar que la resistencia a la flexión y compresión está relacionada con el tamaño del agregado y la relación del cemento con el agregado.

El principal aporte del trabajo los métodos y ensayos utilizados al analizar los agregados y la demarcación de la importancia de los agregados en la mezcla del concreto.

-Taype (2016), en su tesis titulada “Diseño de explotación de cantera para agregados distrito de Huacachi”

Su Objetivo fue diseñar la explotación para extraer agregados para el concreto del río Mantaro, desde el punto de vista económico y ambiental en el distrito de Huayucachi.

Se determinó que el método a cielo abierto, sistema totalmente discontinuo y parámetros de la cantera para la extracción de los agregados en el cauce del río Mantaro. El volumen acumulado debido al transporte de sedimentos es 3, 158,545.50 m³/año el cual es depositado en un área de 1, 308, 370.25 m² (tabla N°4.5), por lo tanto, solo tomaría 36 días para reponer el material extraído producto del fenómeno de la gradación.

El principal aporte del trabajo es el método que realizan para la extracción de los agregados.

-Osorio (2019), en su tesis titulada “Estudio del material afirmado para el terraplén de carreteras Chasquitambo”

Su objetivo fue evaluar el empleo del material afirmado para el mejoramiento del terraplén de la carretera Cerro Blanco - Chasquitambo.

La investigación concluye que las canteras de material afirmado de Huaricanga y Chiquiahuanca cumplen con las normas técnicas emitidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, las normas ASTM y AASHTO.

El principal aporte del trabajo son los ensayos que se les realiza al material para el afirmado.

-Gonzales (2019), en su tesis titulada “Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro - Porvenir - Laredo)”.

Su objetivo fue realizar el estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro-Porvenir-Laredo).

La investigación concluye que la prueba de caracterización de los agregados (propiedades físicas y mecánicas) indican que se encuentran dentro de los parámetros establecidos para la NTP. 400.037; La Resistencia máxima de comprensión del concreto se consiguió con los agregados de la cantera Laredo obteniendo una resistencia de 272.00 Kg/cm², la segunda mayor resistencia es de la cantera El Milagro 237.67 Kg/cm² y finalmente de la cantera El Porvenir 210.33 Kg/cm².

El principal aporte del trabajo son los ensayos físicos y mecánicos que se les realizó a los agregados de las canteras, la cual aportó información para realizar el procedimiento.

-Neri (2018), en su tesis titulada “Calidad de materiales de base y subbase para vías pavimentadas, en tres canteras de la provincia de Trujillo, 2018”.

Su Objetivo fue determinar la calidad de material para base y subbase utilizado en vías pavimentadas de las canteras de la provincia de Trujillo.

Se concluyó que las canteras Lekersa, Los Mellizos y Oasis son aptas para utilizarse en material de subbase porque presentaron similares resultados, cumpliendo en un 71% de los siete parámetros evaluados. Los agregados para material de base no cumplen los requisitos de calidad ya que la cantera Lekersa y Oasis no satisfacen en un 44% de nueve parámetros y la cantera

Los Mellizos en un 56%, finalmente, las canteras Lekersa y Oasis ofrecen materiales de mejor calidad por cumplir por una mínima diferencia a la cantera Los Mellizos.

El principal aporte del trabajo fue el procedimiento de los ensayos físicos y mecánicos que se les realizó a los agregados de cada una de las canteras y la normativa utilizada.

-Aguinaga y Narro (2017), en su tesis titulada “Evaluación de las canteras en la provincia de Trujillo y la proporción de arena fina, para morteros de enlucido, sobre sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, en el año 2017”

Su Objetivo fue evaluar las canteras de Trujillo y las proporciones de arena fina para morteros de enlucido, sobre sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.

Se concluyó que los resultados finales muestran que el menor porcentaje de absorción, con 14.179%, lo presentó la cantera Mudarra, con una proporción de 1 de cemento: 4 de arena; de la misma manera, tuvo una resistencia a la compresión con un valor de 168 kg/cm² y los menores valores de la caracterización química, indicando de esta manera, que dicha cantera, es la de mejor calidad, respecto a sus propiedades físicas, química y mecánicas. El principal aporte del trabajo fue el método de evaluación de las canteras a las que se realiza el estudio.

Castro y Vera (2017), en su tesis titulada “Influencia de las características de los agregados de las canteras del sector el milagro – huanchaco en un diseño de mezcla de concreto, Trujillo 2017”

Su Objetivo fue Analizar la influencia de las características de los agregados de las canteras del sector El Milagro – Huanchaco en un diseño de mezcla de concreto, Trujillo 2017.

Se concluyó que la mejor cantera “Rubio - Jaén” para el agregado fino y “Calderón” para el agregado grueso, obteniendo los siguientes resultados: humedad 0.6% y 0.4%, absorción 1.5%, peso específico 2650 kg/cm³ y 2760 kg/cm³, peso unitario compacto 1780 kg/m³ y 1470 kg/m³ respectivamente para cada agregado, respecto a la granulometría el agregado fino se encuentra cercano a los límites del huso, con un módulo de finura de 2.9. Al analizar las características químicas se obtuvo que los agregados cumplen con los límites siendo 7.0% y 9.0% el ataque por sulfato de magnesio del agregado fino y grueso respectivamente y para el ensayo de reacción álcali-agregado por el método químico se obtuvo que son potencialmente deletéreos, según la clasificación de la norma NTP 334.099:2011. En el ensayo de abrasión por el método de desgaste Los Ángeles se obtuvo un 11% y 23% para el agregado grueso de ambas canteras.

El principal aporte del trabajo fue el método de los ensayos que se les realizó a los agregados y su influencia para su uso en mezclas de concreto.

2.2. Marco Teórico

La explotación de canteras de agregados se trata de una actividad necesaria para el progreso económico, industrial y social, con futuro y que debe compatibilizarse con el desarrollo sostenible. Si el sector se los áridos

son capaz de integrarse en unidades de mayor tamaño será posible abastecer la demanda con menor número de explotaciones, mejor gestionadas, con mayor vida operativa, mayor rentabilidad y una disminución del impacto que este tipo de actividad causa sobre el medio ambiente y el territorio. **(Rodríguez, 2008)**

2.2.1. Fundamentación Filosófica

Es fundamental e indispensable conocer la calidad de los agregados que se emplean en la industria de la construcción para la elaboración de concreto y pavimentación, debido a que forman gran parte del volumen final de los mismos y si estos son de buena calidad entonces darán lugar a hormigones de resistencia estable, durables y económicos. Esta investigación se desarrolla con la finalidad de distinguir el comportamiento de los agregados y del afirmado que se utilizan en las obras civiles de concreto y pavimentación en el distrito de Laredo o en la provincia de Trujillo, todo esto sustentado en base a ensayos de laboratorio con el fin de obtener resultados confiables. **(Ortega, 2013)**

2.2.2. Cantera

Fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, vías, presas y embalses, entre otros. **(Constructor Civil,2017)**

2.2.2.1. Tipos de Canteras

Existen dos tipos de canteras y se diferencian básicamente en dos factores, los tipos de materiales que se explotan y los métodos de extracción empleados para obtenerlos. **(Gonzales, 2019)**

a) Cantera de Aluvión

Llamadas 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. Los materiales granulares que se encuentran son muy competentes en obras civiles, debido a que el continuo paso y transporte del agua desgasta los materiales quedando al final aquellos que tiene mayor dureza y además con características geométricas típicas como sus aristas redondeadas. Estos materiales son extraídos con palas mecánicas y cargadores de las riberas y cauces de los ríos. **(Herrera, 2007)**

b) Cantera 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 las hace fuentes limitadas de materiales. Las canteras de peña están ubicadas

en formaciones rocosas, montañas, con materiales de menor dureza, generalmente, que los materiales de ríos debido a que no sufren ningún proceso de clasificación; sus características físicas dependen de la historia geológica de la región, permitiendo producir agregados susceptibles para su utilización industrial; estas canteras se explotan haciendo cortes o excavaciones en los depósitos. **(Herrera, 2007)**

2.2.2.2. **Clasificación de Canteras**

a) Según Explotación

- ✓ A cielo abierto: Explotaciones que se desarrollan en la superficie terrestre.
- ✓ En laderas: Cuando la roca se extrae de la falda de un cerro.
- ✓ En corte: Cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno.
- ✓ Subterráneas: Explotación que se desarrolla por debajo de la superficie del terreno. **(Herrera, 2007)**

b) Según el Material a Explotar

- ✓ Consolidadas o Rocas
- ✓ No consolidadas: como suelo, agregados, terrazas aluviales y arcillas. **(Herrera, 2007)**

2.2.3. **Agregados**

Se refiere a cualquier combinación de arena, grava o roca triturada en su estado natural o procesado. Son generalmente encontrados en ríos

y valles, donde han sido depositados por la corriente de agua o yacimientos de rocas ígneas o metamórficas con condiciones especiales de calidad. **(Herrera, 2007)**

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Llamados también áridos.

2.2.3.1. ***Tipos de Agregados***

El tipo de agregado pétreo se puede determinar, de acuerdo con la procedencia y a la técnica empleada para su aprovechamiento, se pueden clasificar en los siguientes tipos:

c) Agregados Naturales

Son aquellos que se utilizan solamente después de una modificación de su distribución de tamaño para adaptarse a las exigencias según su disposición final.

d) Agregados de Trituración

Son aquellos que se obtienen de la trituración de diferentes rocas de cantera o de las granulometrías de rechazo de los agregados naturales. Se incluyen todos los materiales canterables cuyas propiedades físicas sean adecuadas.

e) Agregados Artificiales

Son los subproductos de procesos industriales, como ciertas escorias o materiales procedentes de demoliciones, utilizables y reciclables.

f) Agregados Marginales

Los agregados marginales engloban a todos los materiales que no cumplen alguna de las especificaciones vigentes.

2.2.3.2. **Clasificación de los Agregados**

a) Por Su Composición Granulométrica

- **Agregado Fino:** El agregado fino es aquel que pasa el cedazo o tamiz # 4 y es retenido en el cedazo número 200. Los agregados finos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables. **(Olarte, 2017)**
- **Agregado Grueso:** Los agregados gruesos consisten en una grava o una combinación de gravas o agregado triturado cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5mm y generalmente entre 9.5mm y 38mm. Los agregados gruesos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla

y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables. **(Olarte, 2017)**

Tabla 1.

Tamices utilizar para realizar el análisis granulométrico

La composición granulométrica se determinará empleando los tamices especificados en la siguiente tabla.

Agregado	Tamices Normalizados
FINO	150 µm (N°100)
	300 µm (N°50)
	600 µm (N°30)
	1.18 mm (N°16)
	2.36 mm (N°8)
	4.75 mm (N°4)
GRUESO	9.50 mm (3/8)
	12.5 mm (1/2)
	19.0 mm (3/4)
	25.0 mm (1)
	37.5 mm (1 1/2)
	50.0 mm (2)
	63.0 mm (2 1/2)
	75.0 mm (3)
	90.0 mm (3 1/2)
	100.0 mm (4)

Nota. Fuente NTP 400.011 (2008). Elaboración propia

2.2.3.3. **Calidad de los Agregados**

La importancia de utilizar el tipo y calidad de los agregados no debe ser subestimada pues los agregados finos y gruesos ocupan comúnmente de 60% a 70% del volumen de concreto, e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclado y en la durabilidad del concreto endurecido. En la construcción de obras civiles, producto de la mala calidad de los agregados pueden presentarse problemas de humedad o filtraciones en paredes, mayor cantidad de desperdicio de materiales en construcciones, baja resistencia y deterioro prematuro del concreto (arena, macadán, polvo de piedra, etc.) entre otros problemas derivados. **(Olarte, 2017)**

Las NTP establecen los requisitos que deben cumplir los agregados utilizados para concreto, y especifica los ensayos considerados obligatorios destinados para control y recepción. El árido debe estar libre de cantidades dañinas de impurezas orgánicas. Los áridos sometidos al ensayo para estimar las impurezas orgánicas según la Norma NTP que produzcan un color más oscuro que el color patrón, deben ser rechazados. Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede utilizarse siempre y cuando al ser ensayados morteros de prueba, estos den como resultado de resistencia relativa calculada a los 7 días, de acuerdo con la norma, valores que no sean menores al 95 % de la resistencia esperada. **(Olarte, 2017)**

2.2.3.4. **Propiedades Físicas**

a) **Granulometría**

Es la distribución de los tamaños de las partículas se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra representativa del agregado en fracciones de igual tamaño de partículas. Para una mejor comprensión e interpretación de los resultados se acostumbra a representar gráficamente el análisis granulométrico en la curva denominada granulométrica o línea de cribado. En la curva de granulometría se representa generalmente sobre el eje de las ordenadas el porcentaje pasa, en escala aritmética; y en las abscisas la abertura de los tamices en escala logarítmica. **(Rivera, 2011)**

Tabla 2.

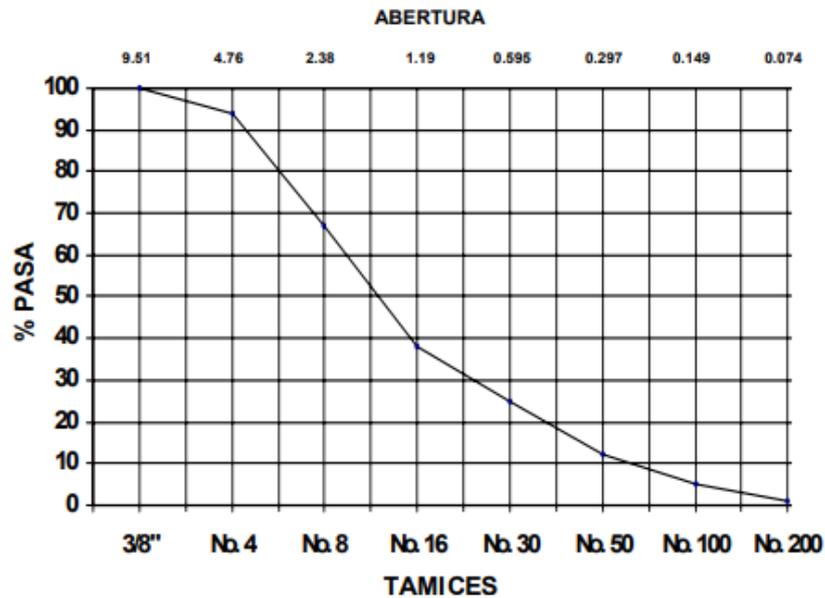
Tabla de granulometría

TAMIZ mm - pulg	MASA	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
9.51 – 3/8"	0	0	0	100
4.76 – N°4	127.8	6	6	94
2.38 – N°8	575.1	27	33	67
1.19 – N°16	617.7	29	62	38
0.595 – N°30	277.0	13	75	25
0.297 – N°50	276.8	13	88	12
0.149 – N°100	149.1	7	95	5
0.074 – N°200	85.2	4	99	1
Fondo	21.3	1	100	0
TOTAL	2130	100	----	----

Nota. Esta tabla muestra un ejemplo de granulometría de agregado.

Fuente. (Rivera, 2011). Elaboración. Propia

Figura 2.

Curva granulométrica

Nota. En el grafico es la representación de la tabla granulométrica, en el cual se grafica el % Pasa vs N° de Tamices. Tomado de Concreto Simple (p.59), por G.A. Rivera, 2011. Universidad del Cauca.

b) Módulo de Finura

Es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material. El módulo de finura se puede calcular a cualquier material, sin embargo, se recomienda determinar el módulo de finura al agregado fino y según su valor, este agregado se puede clasificar tal como se presenta en la tabla N°3. **(Rivera, 2011)**

Tabla 3.*Módulo de Finura*

MODULO DE FINURA	AGREGADO FINO
<i>Menor que 2.00</i>	<i>Muy fino o extra fino</i>
<i>2.00 – 2.30</i>	<i>Fino</i>
<i>2.30 – 2.60</i>	<i>Ligeramente fino</i>
<i>2.60 – 2.90</i>	<i>Mediano</i>
<i>2.90 – 3.20</i>	<i>Ligeramente grueso</i>
<i>3.20 – 3.50</i>	<i>Grueso</i>
<i>Mayor que 3.50</i>	<i>Muy grueso o extra grueso</i>

Nota. Esta tabla muestra el módulo de finura del agregado fino. Fuente.

(Rivera, 2011). Elaboración. Propia

c) Tamaño Máximo

Está definido como la menor abertura del tamiz que permite el paso de la totalidad del agregado. De manera práctica representa el tamaño de la partícula más grande que tiene el material. **(Rivera, 2011)**

d) Tamaño Máximo Nominal

El tamaño nominal máximo de las partículas es el mayor tamaño del tamiz, listado en la norma aplicable, sobre el cual se permite la retención de cualquier material. Es más útil que el tamaño máximo porque indica de mejor manera el promedio de la fracción gruesa. El tamaño máximo y el tamaño máximo nominal se determinan generalmente al agregado grueso únicamente. **(Rivera, 2011)**

e) **Peso Específico**

El peso específico de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. El peso específico cobra especial importancia en los concretos de alto desempeño, dado que por requerimientos de resistencia es usual requerir un agregado con peso específico adecuado y no menor de lo convencional, pues agregados con bajas densidades generalmente indican material poroso, poco resistente y de alta absorción. **(Barriga, 2007)**

f) **Poros y Absorción de los Agregados**

La porosidad de los agregados, su impermeabilidad y absorción influyen en las propiedades como la adherencia entre el agregado y los materiales cementicios, la resistencia del concreto a la congelación y al deshielo, así como la estabilidad química y la resistencia a la abrasión. Los poros del agregado presentan una amplia variación de tamaño; los más grandes son visibles con un microscopio e incluso a simple vista, pero hasta los poros más pequeños suelen ser mayores que los poros del gel de la pasta de cemento. Los poros menores de 4 μm son de especial interés, ya que por lo general se cree que afectan la durabilidad de los agregados sujetos a frecuentes ciclos congelación-deshielo. **(Barriga, 2007)**

g) Contenido de Humedad

El agregado está expuesto a la lluvia, acumula una cantidad considerable de humedad en la superficie de las partículas y a excepción de la parte superior de la pila, esa humedad se conserva durante mucho tiempo. Esto ocurre especialmente cuando se trata de agregado fino, y la humedad superficial o libre la que sobra de la que ha mantenido el agregado en su condición de saturado y superficialmente seco, debe ser considerada en la dosificación de la mezcla. **(Neville, 1999)**

Se debe tomar en cuenta en el cálculo de cantidades para la mezcla que el agregado grueso raramente contiene más del 1 por ciento de humedad superficial pero agregado fino puede contener en exceso de 1 por ciento. La humedad superficial se expresa como un porcentaje de la masa del agregado saturado y superficialmente seco y se le conoce como el contenido de humedad. **(Neville, 1999)**

2.2.3.5. *Propiedades Mecánicas*

a) Resistencia

La resistencia de los agregados depende de su composición textura y estructura y la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; Si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que

permita la resistencia total de la matriz cementante. La norma británica establece un método para medir la resistencia a la compresión de los agregados utilizando cilindros de 25.4mm de diámetro y altura. **(Olarte, 2017)**

b) Tenacidad

Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material. **(Olarte, 2017)**

c) Dureza

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes. Entre las rocas a emplear en concretos éstas deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión y pueden ser el cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas. **(Olarte, 2017)**

d) Módulo de Elasticidad

Es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones. Es muy inusual su determinación en los agregados sin embargo el concreto experimentara deformaciones por lo que es razonable intuir que los agregados también deben tener elasticidades acordes al tipo de concreto. El valor del módulo de elasticidad además

influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse. **(Olarte, 2017)**

2.2.3.6. **Ensayos de Laboratorio para Concreto**

Los siguientes ensayos se realizaron para el control de calidad de los agregados, en la cual se tiene en cuenta las especificaciones y requisitos de cada una de las normas técnicas peruanas (NTP), las cuales están basadas en las normas americanas (ASTM).

a) Método de Ensayo Normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185 / ASTM C 566-13 / MTC E215)

Las partículas más grandes de agregado grueso, especialmente aquellas superiores a 50 mm requerirán de más tiempo de secado para que la humedad se desplace del interior de la partícula hasta la superficie. El usuario de este método deberá determinar empíricamente si los métodos por secado rápido suministran la suficiente precisión para el fin requerido, cuando se sequen partículas de tamaños mayores. **(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)**

$$P = \frac{100 (W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra es porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramo

b) Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.12 / ASTM 136-96^a / MTC E 204)

Se aplica 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 la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados. La determinación del material que pasa el tamiz de 75 μm (Nº 200) no se obtiene por este ensayo. El método de ensayo a emplear será:

“Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (Nº 200) por lavado” **(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)**

c) Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (NTP 400.017)

Se utiliza siempre para determinar el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto.

También se utiliza para determinar la relación masa/volumen para conversiones en acuerdos de compra donde se desconoce la relación entre el grado de compactación del agregado en una unidad de transporte o depósito de almacenamiento (que usualmente contienen humedad superficial absorbida) y los llevados a cabo por este

ensayo que determina el peso unitario seco. **(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)**

$$M = \frac{(G-T)}{V} \dots\dots\dots (1)$$

$$M = (G - T) * F \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado en kg/m³ (lb/pie³)

G = Peso del recipiente de medida mas el agregado en kg (lb)

T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen del recipiente de medida en m³ (pie³)

F = Factor del recipiente de medida en m³ (pie³)

$$M_{SSS} = M * [1 + (G - T) * F] \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

M_{SSS} = Peso unitario en la condicion saturado

M = Porcentaje de absorcion del agregado determinado de acuerdo con MTC E 205 o MTC E 206

$$\% \text{ Vacios} = \frac{(A * W) - B}{A * W} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

A = Peso especifico aparente segun los procedimientos MTC E 205.

B = Peso unitario de los agregados en kg/m³ (lb/pie³).

W = Densidad del agua, 998 kg/m³ (62.4 lb/pie³)

d) Peso específico y absorción de agregados gruesos (MTC E206)

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y fórmulas en este modo operativo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción. **(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)**

a) Peso Específico de masa (P_{em})

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire.

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

b) Peso específico de masa saturada con superficie seca

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B - C)} * 100$$

c) Peso específico aparente (P_{ea})

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

d) Absorción (A_b)

$$A_b (\%) = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

e) Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de Sulfato de Sodio o Sulfato de Magnesio (NTP 400.016 / ASTM C88 / MTC E-209)

A través determinará la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. **(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)**

Tabla 4.

Tabla de aberturas normalizadas

ABERTURA SERIE FINA		ABERTURA SERIE GRUESA
NOMINAL	TAMIZ NORMALIZADO	TAMIZ NORMALIZADO
N° 100	150 µm	8,00 mm (5/16") 9,50 mm (3/8")
N° 50	300 µm	12,5 mm (1/2") 16,0 mm (5/8")
N° 30	600 µm	19,0 mm (3/4") 25,0 mm (1")
N° 16	1.18 µm	31,5 mm (1 1/4")
N° 8	2.36 µm	37,5 mm (1 1/2") 50,0 mm (2")
N° 5	4.00 mm	63,0 mm (2 1/2")
N° 4	4.75 mm	Tamaños mayores aumentan en 12,7 mm (1/2")

Nota. Esta tabla muestra los tamices necesarios normalizados.

Fuente. Ministerios de Transportes y Comunicaciones.

Elaboración. Propia

f) Determinación de la degradación en agregados gruesos de tamaños gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. (NTP 400.019 / ASTM C-131 / MTC E 207)

Esta norma establece el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores a 37.5 mm (1 ½ pulg) para determinar la resistencia a la degradación utilizando la máquina de Los ángeles. **(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)**

Tabla 5.

Tabla de aberturas normalizadas

GRADACIÓN	N° DE ESFERAS	Masa de Carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Nota. Esta tabla muestra el número de esferas y la masa de carga a utilizarse según la gradación. Ministerios de Transportes y Comunicaciones. Elaboración. Propia

Tabla 6.

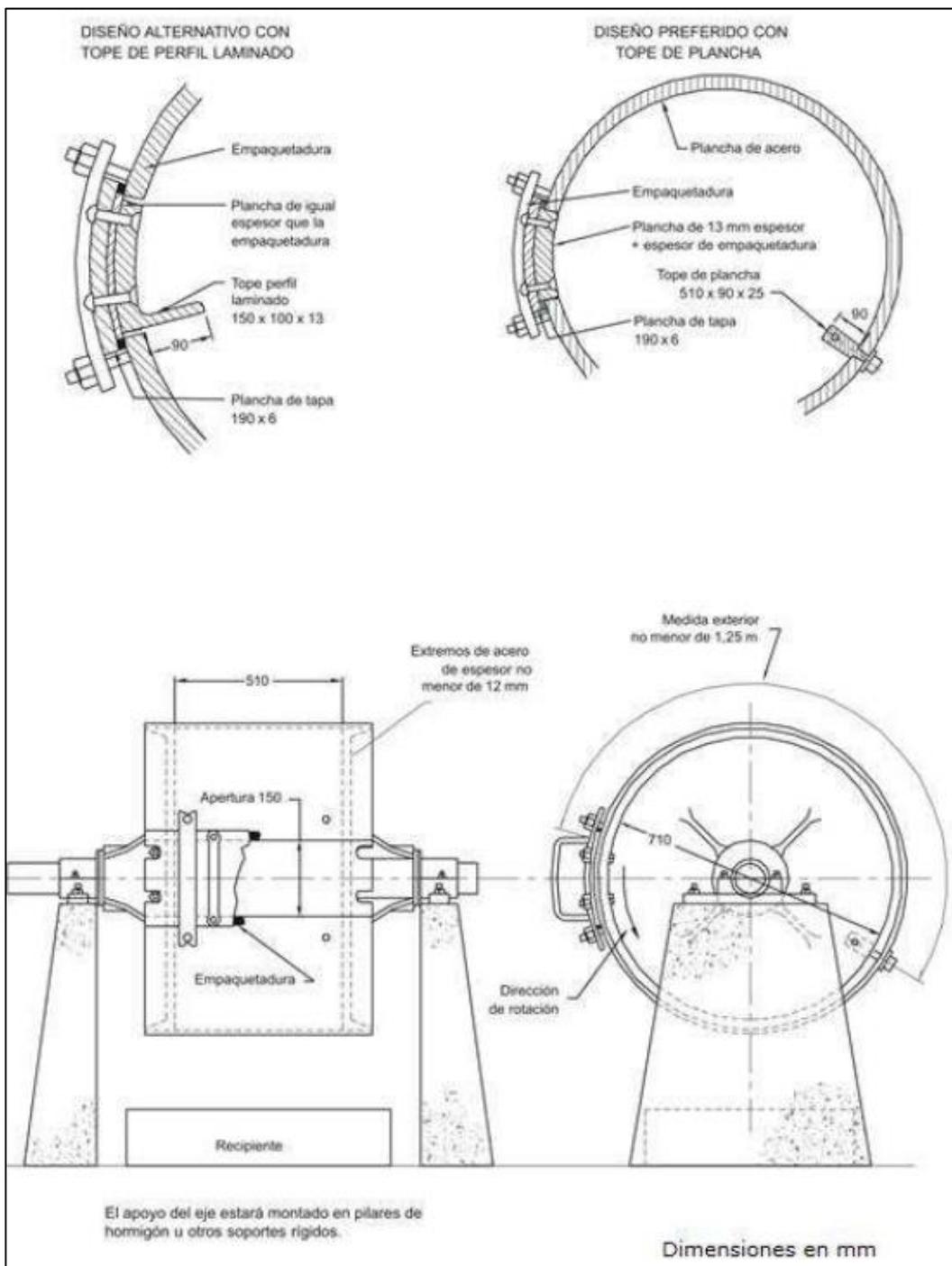
Tabla de aberturas normalizadas

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado (g)			
Que pasa	Retenido	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

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de masa que se debe tener en cada tamiz para cada tipo de gradación. Ministerios de Transportes y Comunicaciones. Elaboración. Propia

Figura 3.

Máquina de ensayo de abrasión Los Ángeles



Nota. El gráfico muestra la máquina de los ángeles de diferentes vistas, así como cortes y como está conformada. Tomado de Manual de Ensayo de Materiales (p.138), por Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016.

g) Ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregados finos (NTP 339.146 / ASTM D 2419-02 / MTC E114)

Este método de ensayo se propone servir como una prueba de correlación rápida de campo. El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4 (4,75mm). El término “equivalente de arena”, expresa el concepto de que la mayor parte de los suelos granulares y agregados finos son mezclas de partículas gruesas deseables, arena y generalmente arcillas o finos plásticos y polvo, indeseables. **(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)**

h) Ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para el concreto (NTP 400.024 / ASTM C40-04 / MTC E 213)

Establecer un método de ensayo que cubre los procedimientos para una determinación aproximada de la presencia de impurezas orgánicas dañinas en el agregado fino que va a ser usado en concretos o morteros de cemento hidráulico. **(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)**

Procedimiento estándar: Al final de las 24 horas de reposo, llene un frasco con aproximadamente 75 ml. de

nivel con la solución de referencia fresca, preparada previamente no más de 2 horas, compare el color del líquido sobrenadante de las muestras de ensayo con el color de la solución estándar y registre si es más clara, igual o más oscura. Efectúe la comparación colocando las botellas cerca y mire a través de ellas.

Procedimiento alternativo: Para definir más precisamente el color del líquido de la muestra de ensayo, pueden ser utilizados los 5 vidrios de color estándar utilizando los siguientes colores:

Tabla 7.

Tabla de los colores

COLOR GARDNER STÁNDAR No	PLACA ORGANICA No
5	1
8	2
11	3 (standard)
13	4
16	5

Nota. Esta tabla muestra los colores de los vidrios a utilizar para observar el nivel de impurezas. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Elaboración Propia

2.2.4. Pavimentos

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la

subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. Un pavimento debe cumplir adecuadamente sus funciones deben reunir los siguientes parámetros: **(Ñahui y Sedano, 2018)**

- ✓ Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- ✓ Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- ✓ Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal.
- ✓ Debe ser durable.
- ✓ Debe ser económico.
- ✓ El ruido de rodadura debe ser adecuadamente moderado.
- ✓ Deber poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramiento y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

2.2.4.1. ***Elementos que conforman un pavimento***

a) Terreno de fundación

Es el terreno que sirve de sustentación a la estructura de pavimento proyectada; el cual es definido mediante el movimiento de tierras (terracería), debidamente compactado, ajustándose a las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño. **(Ñahui y Sedano, 2018)**

b) Superficie subrasante

Es la superficie definida correspondiente al terreno de fundación; es el material más superficial de los cortes o colocados en los terraplenes durante las operaciones de explanación de la vía. Su función es servir de fundación al pavimento aportando una adecuada capacidad de soporte para recibir las cargas debidas al peso propio del pavimento y al tránsito vehicular. **(Ñahui y Sedano, 2018)**

c) Sub-base

Es el elemento estructural, conformado por una capa de material selecto (suelo seleccionado), el cual es colocado sobre el nivel de la sub rasante o terreno de fundación, previamente conformado y compactado, de acuerdo a lo indicado en los planos de diseño. Tiene como función transmitir a la subrasante los esfuerzos que el tránsito le impone a través de la base, así como también impedir que el agua de la terracería ascienda por capilaridad y evitar que el pavimento sea absorbido por la subrasante. **(Ñahui y Sedano, 2018)**

d) Base

La base es uno de los elementos estructurales principales que forman integralmente una estructura de pavimento, la cual está conformada por materiales seleccionados y colocados en capas de espesores uniformes, nivelados y compactados en buenas condiciones de limpieza y humedad, sobre la superficie terminada de subbase o directamente sobre el nivel de

subrasante, de acuerdo al diseño de la estructura del pavimento proyectado. En este elemento es donde se producen la mayor parte de los esfuerzos producidos por las cargas vehiculares y a la vez distribuir uniformemente dichas cargas a los elementos subyacentes. **(Ñahui y Sedano, 2018)**

2.2.4.2. ***Funciones de la Base***

- ✓ Recibir y resistir las cargas del tránsito a través de la capa que constituye la superficie de rodamiento (carpeta asfáltica o losa).
- ✓ Transmitir, adecuadamente distribuidas, estas cargas a las terracerías.
- ✓ Ser resistente a los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión producida por el tránsito.
- ✓ Impedir que la humedad de las terracerías ascienda por capilaridad.

2.2.4.3. ***Capa de Afirmado***

El material para usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará 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 no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre. **(Ñahui y Sedano, 2018)**

El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas. Asimismo, necesita un porcentaje de arena clasificada, según tamaño, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado. **(Ñahui y Sedano, 2018)**

2.2.4.4. ***Materiales para la Base***

Los materiales que se emplean para la construcción de bases deben satisfacer los requisitos de calidad que garanticen un adecuado comportamiento en la estructura del pavimento; deberán estar libres de residuos orgánicos, suelo vegetal, arcillas u otro material perjudicial. **(Ñahui y Sedano, 2018)**

Estos materiales estarán sujetos a los tratamientos mecánicos que lleguen a requerir para cumplir con las especificaciones adecuadas, siendo los más usuales: la eliminación de desperdicios, el disgregado, el cribado, la trituración y en algunas ocasiones el lavado. El material que se manda del banco al laboratorio, para efectuar el análisis correspondiente, deberá tener las etiquetas adecuadas y al llegar al laboratorio se le efectuará un secado, disgregación y se cuarteará. El material pétreo que se emplea en la base, deberá llenar los siguientes requisitos: **(Ñahui y Sedano, 2018)**

- ✓ Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura. No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.
- ✓ La fracción del material que pasa el tamiz N.40, ha de tener un límite líquido menor del 25%, y un índice de plasticidad inferior a 6%. (Según Norma ASTM D-4318).
- ✓ El porcentaje de desgaste, realizado a través del ensayo "Los Ángeles", debe ser inferior a 45 % (Según Norma ASTM C-131) y 50 % (Según Norma AASHTO T-96).
- ✓ El peso volumétrico seco máximo, según el ensayo "Proctor Estándar", debe ser superior que 1,500 Kg/m³
- ✓ El CBR tiene que ser como mínimo de 80 %, compactado al 95% de su máxima densidad. (Según Norma ASTM D-1883)

2.2.4.5. ***Tratamiento de Materiales para la Base***

Para la construcción de la estructura de pavimento, es necesario trabajar con materiales adecuados que cumplan con los requisitos para dichos procesos constructivos. Los materiales no podrán ser utilizados en su estado natural ya que las condiciones en las que se encuentran no podrían ser las mejores, por lo cual se deberá mejorar sus características según lo especificado en las Normas Técnicas. (Balboa, 2019)

a) Eliminación de desperdicios.

Se trata de eliminar en bancos de material un determinado porcentaje de partículas cuyo tamaño máximo sobrepasa el que se haya considerado en el proyecto

(frecuentemente es de 7.5 cm). Esta eliminación se hace muchas veces en forma manual. (Balboa, 2019)

b) Disgregado

Esta operación se hace generalmente en bancos de suelo duro, de roca muy alterada o en materiales con la consistencia de aglomerados poco cementados. La disgregación se hace muchas veces con rodillos de compactación del tipo pata de cabra o similar. (Balboa, 2019)

c) Cribado

El cribado se realiza cuando el material que se va utilizar es granular y tiene un desperdicio arriba de 1 o 5%. Este trabajo puede realizarse utilizando una planta con tamices de diferentes tamaños para el control de granulometrías; y una serie de bandas para el transporte de los materiales a las mallas o a los almacenamientos, los materiales que habitualmente requieren de cribado son las gravas o arenas. (Balboa, 2019)

d) Trituración

Es el tratamiento a que generalmente se recurre para llegar a la granulometría adecuada a partir de materiales naturales muy gruesos o de fragmentos de roca. La trituración suele realizarse en plantas muy completas que incluyen alimentadores, bandas de transportación, plantas de cribado, elevadores de materiales y dispositivos de

trituradores de quijada, de impactos, de rodillos, etc.

(Balboa, 2019)

e) Lavado

Se aplica en materiales contaminados por arcilla, materia orgánica o polvos; frecuentemente se usan en conexión con operaciones de trituración y cribado. El lavado se realiza por diversos sistemas, desde el chiflonaje durante el cribado, hasta el empleo de tanques lavadores, en los que el material es removido con paletas mecánicas, mientras se les somete a riegos de agua a presión. (Balboa, 2019)

2.2.4.6. **Ensayos para Pavimentos**

a) **Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422 / MTC E107)**

Este procedimiento se aplica para la preparación de muestras de suelo con la humedad con que son recibidas del campo, para el análisis granulométrico y para la determinación de las constantes físicas del suelo.

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

$$P = \frac{100 (W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra es porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramo

b) Límites de Consistencia (NTP 3393.129)

A la muestra se le remueve cualquier material retenido en el tamiz 425 μm . (No 40). El límite líquido se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador, y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere realizar tres o más pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y graficar o calcular la información de las pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determine el límite líquido. (NTP 339.129,1999)

El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3,2 mm de diámetro (1/4 pulg), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y reenrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico. El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. (NTP 339.129,1999)

c) Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557)

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorios, 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 o 152,4 mm (4 o 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)).

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V}$$

Donde:

ρ_m = Densidad Humeda del especimen compactado (Mg /m³)

M_t = Masa del especimen humedo y molde (kg)

M_{md} = Masa del molde de compactacion (kg)

V = Volumen del molde de compactacion (m³)

$$P_d = \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}}$$

Donde:

P_d = Densidad seca del especimen compactado (Mg/m³)

W = contenido de agua (%)

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100$$

Donde:

W_{sat} = Contenido de agua para una saturacion completa (%)

γ_w = Peso unitario del agua $\frac{9,807 \text{ kN}}{\text{m}^3}$ ò
(62,43 lbf/ pie³)

γ_d = Peso unitario seco del suelo

G_s = Gravedad especifica del suelo

d) Ensayo California Bearing Ratio ASTM D-1883

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} * 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada.

h = Humedad natural.

$$\% \text{ Expansion} = \frac{L2 - L1}{127} * 100$$

Donde:

L1 = Lectura inicial en mm.

L2 = Lectura final en mm.

2.3. Marco Conceptual

- ✓ **Cantera:** Fuente de materiales pétreos los cuales constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, vías, presas y embalses, entre otros. (Constructor Civil, 2017)
- ✓ **Agregado para hormigón (concreto):** Es un conjunto de partículas de origen natural o artificia, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la presente NTP. 400.037 (Constructor Civil, 2017)

- ✓ **Arena:** Es el agregado fino proveniente de la desagregación natural de las rocas.
- ✓ **Agregado Fino:** Es aquel que pasa el cedazo o tamiz # 4 y es retenido en el cedazo número 200. Los agregados finos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables.
- ✓ **Agregado grueso:** Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N°4) proveniente de la desagregación natural o artificial de la roca y que cumple con los límites establecidos en la presente norma.
- ✓ **Aglomerantes:** Llamamos aglomerante a un material que se emplea para unir otros materiales. Los aglomerantes utilizados en la construcción son materiales que, una vez mezclados con agua, tienen la propiedad de endurecerse (fragua), por lo que son muy usados en las obras para formar parte de estructuras, unir materiales cerámicos, enlucir exteriores.
- ✓ **Calidad de los Agregados:** La importancia de utilizar el tipo y calidad de los agregados no debe ser subestimada pues los agregados finos y gruesos ocupan comúnmente de 60% a 70% del volumen de concreto, e influyen notablemente en las

propiedades del concreto recién mezclado y en la durabilidad del concreto endurecido. En la construcción de obras civiles, producto de la mala calidad de los agregados pueden presentarse problemas de humedad o filtraciones en paredes, mayor cantidad de desperdicio de materiales en construcciones, baja resistencia y deterioro prematuro del concreto (arena, macadán, polvo de piedra, etc.) entre otros problemas derivados.

- ✓ **Grava:** Es el agregado grueso, proveniente de la desagregación natural de materiales pétreos, encontrándosele corrientemente depositado en forma natural en canteras y lechos de ríos.
- ✓ **Piedra triturada o chancada:** Se denomina así, al agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas.
- ✓ **Tamaño Máximo:** Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.
- ✓ **Humedad:** Porcentaje de agua en suelo o material.
- ✓ **Módulo de finura:** Número empírico que se obtiene sumando los porcentajes retenidos en cada una de las mallas que se indican más abajo y luego dividiendo el resultado entre 100.

2.4. Hipótesis

Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la cantera cumplen con los parámetros permisibles para su uso en concreto y pavimentación.

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente

- ✓ Calidad de los agregados.

2.5.2. Variables independientes:

- ✓ Características físicas y características mecánicas de los agregados.

2.5.3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<u>VARIABLE DEPENDIENTE:</u> Calidad de los Agregados	Conjunto de propiedades inherentes a un material que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.	Propiedades	Físicas	Observación, guía y análisis de normativas.
		Normas y Manuales	Mecánicas Normas Técnica Americanas Normas Técnicas Peruanas Manual de Ensayos de Materiales (MTC)	
<u>VARIABLE INDEPENDIENTE:</u> Propiedades Físicas y Mecánicas	Una cualidad que permite identificar a algo o alguien, distinguiéndolo de sus semejantes.	Propiedades Físicas	Humedad (%) Peso específico (kg/m ³) y absorción (%) Peso unitario (kg/m ³) y contenido de vacíos (%) Material fino (%) Granulometría (%) Arena equivalente (%)	
		Propiedades Mecánicas	Abrasión (%)	

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

Aplicada - Descriptiva

3.2. Población y Muestra de Estudio

3.2.1. Población

La población para esta investigación está constituida por los agregados finos y gruesos la cantera Caballo Muerto ubicada dentro de la jurisdicción del distrito de Laredo.

3.2.2. Muestra

El muestreo es de tipo no probabilístico, el número de calicatas fueron elegidas al azar, aproximadamente a través del largo de la cantera Caballo Muerto para fines de concreto y pavimentación.

3.3. Diseño de Investigación

La investigación será Cuasi - experimental, ya que se realizaron estudios con la finalidad de conocer las Características físicas y mecánicas de las canteras Caballo muerto para fines de concreto y pavimento, perteneciente al distrito de Laredo - Trujillo – La Libertad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

- **Observación directa**

Se realizó la investigación realizando la observación directa a través de la recolección de datos donde se percibió los hechos y situaciones que se presentó en la cantera Caballo Muerto ubicado en el Distrito de Laredo.

- **Obtención de información indirecta**

Se obtuvo información indirectamente, utilizando GPS para obtener características del terreno como altitud, coordenadas y ubicación de estas, además se obtuvo muestras del suelo a través de calicatas.

Habitualmente la información fue recolectada con fines distintos al estudio en curso. Los estudios basados en la documentación no cuentan con instrumentos de medición, únicamente con una ficha de recolección de datos donde debemos copiar o trasladar la información previamente registrada. Siendo estas normas, reglamentos, bibliografías.

- **Documentación**

Tabla 8.

Tabla de los ensayos a realizar

<u>Ensayo de Agregado Grueso</u>	<u>Normas</u>
% de Humedad	NTP 339.185
Análisis Granulométrico	NTP 400.012
Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio	NTP 400.016
Peso unitario	ASTM C29
Peso específico y absorción	ASTM C128
Desgaste Abrasivo de los Angeles	ASTM C-131
<u>Ensayo de Agregado Fino</u>	<u>Normas</u>
% de Humedad	NTP 339.185
Análisis Granulométrico	NTP 400.012
Límites de Consistencia	NTP 339.129

Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio	NTP 400.016
Peso unitario	ASTM C29
Equivalente de arena	ASTM D 2419-02
Desgaste Abrasivo de los Ángeles	ASTM C-131
Impurezas Orgánicas	ASTM C40 - 04
<u>Ensayo de Afirmado</u>	<u>Normas</u>
% de Humedad	ASTM D 2216
Análisis Granulométrico	ASTM 422
Límites de Consistencia	NTP 339.129
Proctor Modificado	ASTM D1557/NTP 339.141
Índice de CBR	ASTM D1883

Nota. Elaboración. Propia

3.4.2. Instrumentos

- ✓ Equipos de Laboratorio
- ✓ Tamices
- ✓ GPS
- ✓ Balanza Calibrada
- ✓ Fichas de recolección de datos

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1. Levantamiento Topográfico de la Cantera Caballo Muerto

Se realizó levantamiento topográfico de la cantera Caballo Muerto ubicado en el distrito de Laredo, en el cual se tomaron como datos las coordenadas UTM para delimitar el área de la cantera, también se tomaron coordenadas de los puntos de investigación (calicatas) de cada cantera. A continuación, se muestran las libretas de campo.

Tabla 9.

Libreta de campo, levantamiento topográfico con GPS cantera Caballo

Muerto.

LIBRETA DE CAMPO				
RESPONSABLES:				
- Arteaga Ramírez, Geanfranco				
- Torres Cerna, Walter Jefferson				
LUGAR: CANTERA CABALLO MUERTO				
PUNTO	DESCRIPCIÓN	COTA (m.s.n.m)	NORTE	ESTE
1	P1	183	727660	9107781
2	P2	178	728058	9107960
3	P3	198	727989	9108379
4	P4	206	727686	9108572
5	P5	197	727455	9108445
6	P6	196	727475	9108201
7	P7	183	727563	9107935
8	C1	180	727662	9107844
9	C2	179	727759	9107901
10	C3	187	727697	9108109
11	C4	191	727854	9108276
12	C5	184	727915	9108150
13	C6	193	727631	9108276
14	C7	195	727542	9108229
15	C8	199	727556	9108423

Nota. Elaboración. Propia

Análisis:

La zona presenta una topografía ondulada y se ha delimitado un área de 327 988 m², además se tomaron las coordenadas de los 8 puntos de investigación (calicatas) de las cuales 4 son de piedra y arena y las otras 4 son de afirmado las que se muestran en el plano en planta. Ver (anexo N° 03)

3.5.2. Estudio de Agregados

3.1.1.1. Agregados Finos

a) Análisis granulométrico por tamizado MTC E 204

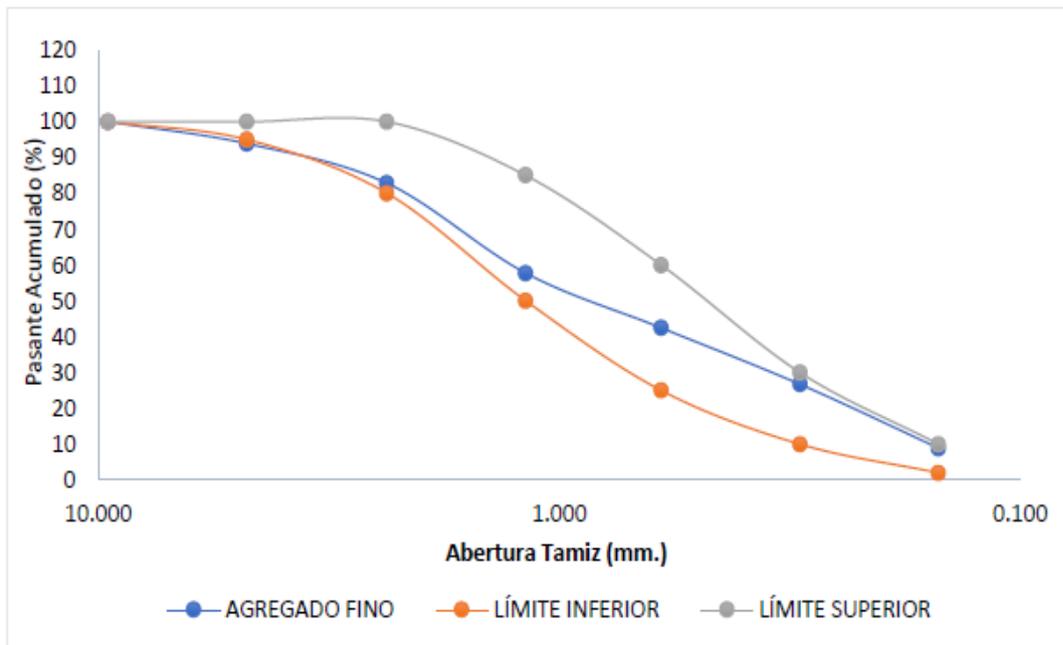
Tabla 10.

Tabla de análisis granulométrico del agregado fino de la Calicata 1

GRANULOMETRIA MTC E 204							
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	160.00	160.00	0.00	0	0	100
N°4	4.750	190.01	245.18	55.17	6	6	94
N°8	2.000	171.58	268.45	96.87	10	16	84
N°16	1.100	127.98	362.15	234.17	24	40	60
N°30	0.425	124.19	289.55	165.36	17	58	42
N°50	0.297	123.31	276.48	153.17	16	74	26
N°100	0.149	115.05	284.10	169.05	18	91	9
N°200	0.075	246.83	299.95	53.12	6	97	3
< N°200	Fondo	218.74	248.38	29.64	3	100	0
Peso Total				956.55	100		

Nota. Elaboración. Propia

Figura 4.

*Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 1***CURVA GRANULOMÉTRICA:**

Nota. Elaboración. Propia

Análisis:

Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de agregado fino, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 0.10 mm a 10 mm, aproximadamente un 70% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 98.4% de arenas y 0.6 % de finos. Cuyo tamaño máximo es de 4.750 mm.

Tabla 11.*Tabla de análisis granulométrico del agregado fino de la Calicata 2*

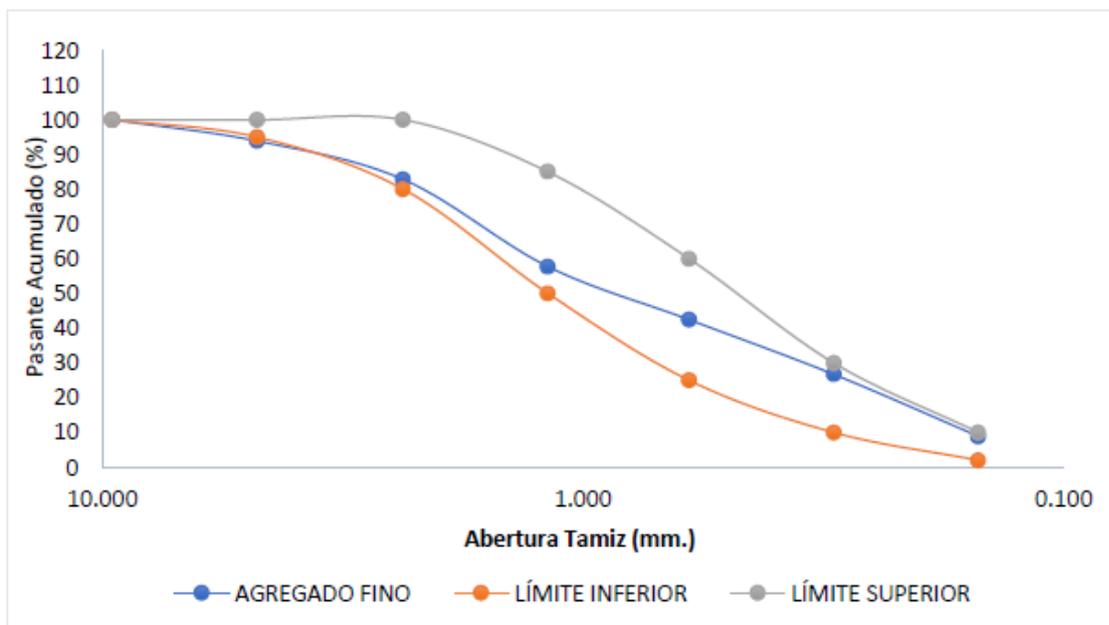
GRANULOMETRIA MTC E 204							
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	160.00	160.00	0.00	0	0	100
N°4	4.750	190.01	236.95	46.94	5	5	95
N°8	2.000	171.58	275.15	103.57	11	16	84
N°16	1.100	127.98	364.84	236.86	25	40	60
N°30	0.425	124.19	278.94	154.75	16	56	44
N°50	0.297	123.31	275.18	151.87	16	72	28
N°100	0.149	115.05	295.64	180.59	19	91	9
N°200	0.075	246.83	302.65	55.82	6	97	3
< N°200	Fondo	218.74	252.48	33.74	3	100	0
Peso Total				964.14	100		

Nota. Elaboración. Propia

Figura 5.

Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 2

CURVA GRANULOMÉTRICA:



Nota. Elaboración. Propia

Análisis:

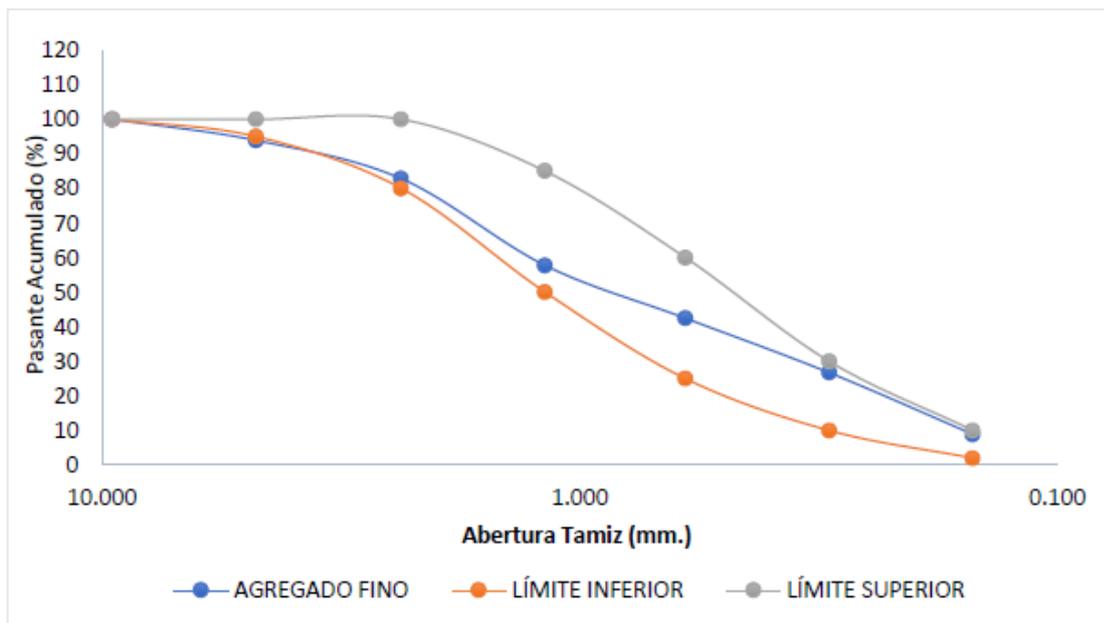
Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de agregado fino, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 0.10 mm a 10 mm, aproximadamente un 70% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 98.4% de arenas y 0.6 % de finos. Cuyo tamaño máximo es de 4.750 mm.

Tabla 12.*Tabla de análisis granulométrico del agregado fino de la Calicata 3*

GRANULOMETRIA MTC E 204							
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	160.00	160.00	0.00	0	0	100
N°4	4.750	190.01	237.84	47.83	5	5	95
N°8	2.000	171.58	271.99	100.41	10	15	85
N°16	1.100	127.98	364.84	236.86	24	40	60
N°30	0.425	124.19	278.94	154.75	16	55	45
N°50	0.297	123.31	275.18	151.87	16	71	29
N°100	0.149	115.05	295.64	180.59	19	90	10
N°200	0.075	246.83	315.05	68.22	7	97	3
< N°200	Fondo	218.74	252.48	33.74	3	100	0
Peso Total				974.27	100		

Nota. Elaboración. Propia

Figura 6.

*Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 3***CURVA GRANULOMÉTRICA:**

Nota. Elaboración. Propia

Análisis:

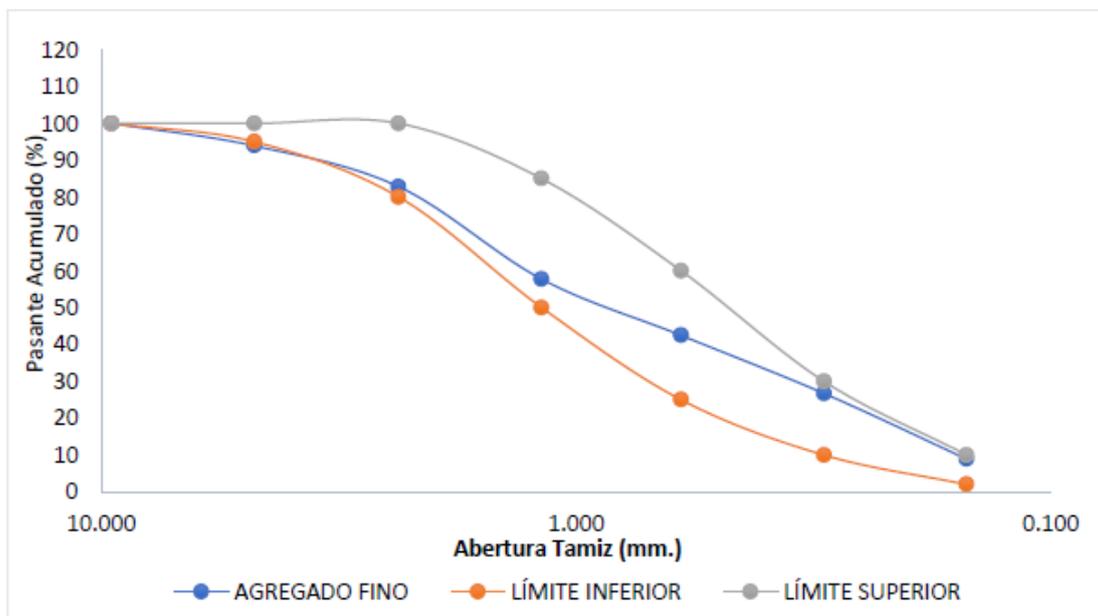
Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de agregado fino, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 0.10 mm a 10 mm, aproximadamente un 70% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 98.4% de arenas y 0.6 % de finos. Cuyo tamaño máximo es de 4.750 mm.

Tabla 13.*Tabla de análisis granulométrico del agregado fino de la Calicata 4*

GRANULOMETRIA MTC E 204							
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	160.00	160.00	0.00	0	0	100
N°4	4.750	190.01	248.95	58.94	6	6	94
N°8	2.000	171.58	278.45	106.87	11	17	83
N°16	1.100	127.98	36987	241.89	25	42	58
N°30	0.425	124.19	271.45	147.26	15	58	42
N°50	0.297	123.31	275.18	151.87	16	73	27
N°100	0.149	115.05	286.94	171.89	18	91	9
N°200	0.075	246.83	305.17	58.34	6	97	3
< N°200	Fondo	218.74	246.20	27.46	3	100	0
Peso Total				964.52	100		

Nota. Elaboración. Propia

Figura 7.

*Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 4***CURVA GRANULOMÉTRICA:**

Nota. Elaboración. Propia

Análisis:

Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de agregado fino, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 0.10 mm a 10 mm, aproximadamente un 70% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 98.9% de arenas y 0.2 % de finos. Cuyo tamaño máximo es de 4.750 mm.

b) Contenido de humedad natural MTC E 215

Tabla 14.

Tabla de resultados de la prueba de contenido de humedad natural

CALICATA N° 1						
N°	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	424.6	422.2	2.40	82.6	339.6	0.7
CALICATA N° 2						
No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	565.3	563.6	1.80	170	393.5	0.5
CALICATA N° 3						
No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	576.4	575.3	1.10	124.2	451.1	0.2
CALICATA N° 4						
No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)
AGREGADO FINO	257.6	254.4	3.20	68.8	185.6	1.7

Nota. Elaboración propia

Análisis:

Presenta una los resultados datos obtenidos de las pruebas realizadas al agregado fino extraído de 4 calicatas, las cuales tenemos 0.7%, 0.5%, 0.2% y 1.7% respectivamente, las cuales son relativamente bajas.

c) Determinación de los límites de consistencia NTP

339.129

Tabla 15.

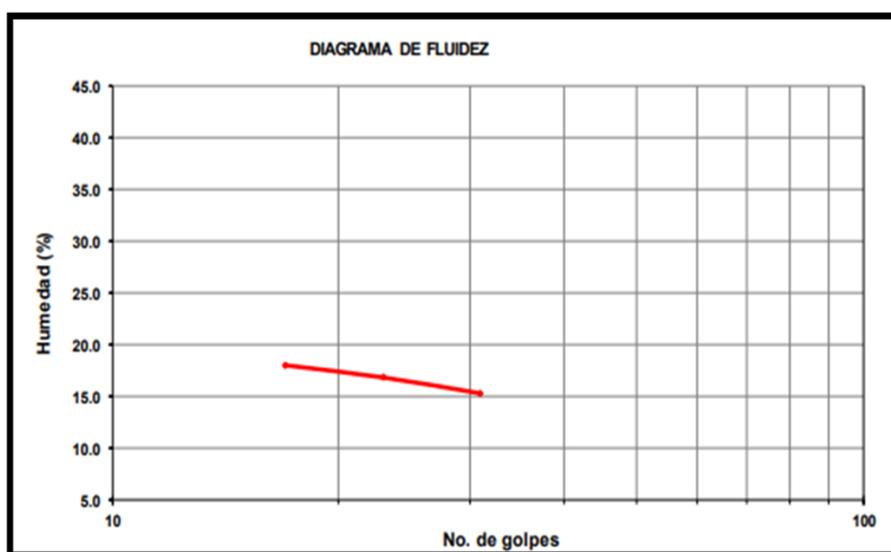
Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 1

CALICATA N° 1							
CRISTAL N°	Wh + CRISTAL (g)	Ws + CRISTAL (g)	W AGUA (g)	W CRISTAL (g)	Ws (g)	HUMEDAD (%)	N° GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	107.23	106.1	1.1	100.04	6.09	18.1	17
2	37.15	35.72	1.43	27.25	8.47	16.9	23
3	24.09	23.44	0.65	19.21	4.23	15.4	31
LÍMITE PLÁSTICO							
1						NP	
2						NP	
3						NP	
L.L.	16.4		L.P.	N.P.		I.P.	N.P.

Nota. Elaboración propia

Figura 8.

Diagrama de Fluidez de la Calicata 1



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Los ensayos de límites de consistencia mostraron que la muestra analizada presenta un límite líquido de 16.4%, no presenta límite plástico y no presenta

índice de plasticidad. Esto se debe a la presencia de material fino con mucho contenido de arena.

Tabla 16.

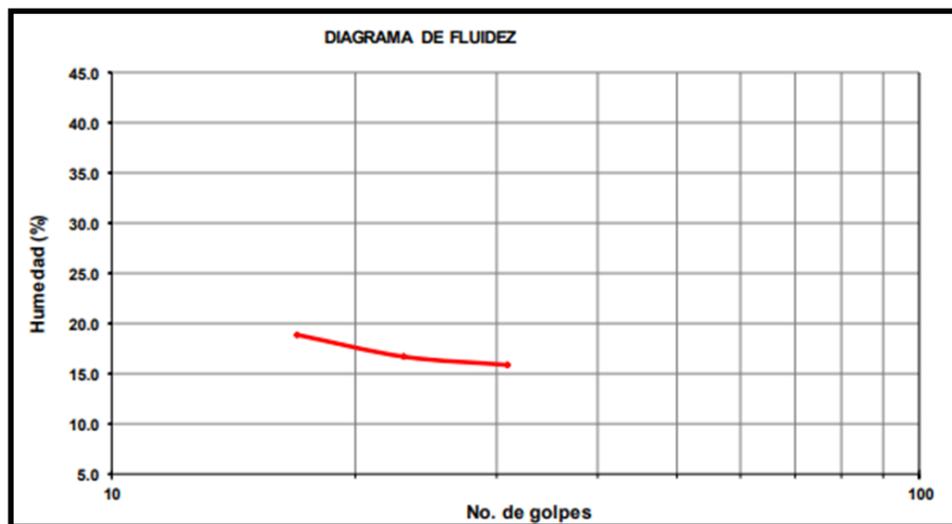
Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 2

CALICATA N° 2							
CRISTAL N°	Wh + CRISTAL (g)	Ws + CRISTAL (g)	W AGUA (g)	W CRISTAL (g)	Ws (g)	HUMEDAD (%)	N° GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	93.68	87.61	6.07	55.52	32.09	18.9	17
2	93.49	87.86	5.63	54.14	33.72	16.7	23
3	96.18	90.56	5.62	55.08	35.48	15.8	31
LÍMITE PLÁSTICO							
1						NP	
2						NP	
3						NP	
L.L.	16.7		L.P.	N.P.		I.P.	N.P.

Nota. Elaboración propia

Figura 9.

Diagrama de Fluidez de la Calicata 2



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Los ensayos de límites de consistencia mostraron que la muestra analizada presenta un límite líquido de 16.7%, no presenta límite plástico y no presenta

índice de plasticidad. Esto se debe a la presencia de material fino con mucho contenido de arena.

Tabla 17.

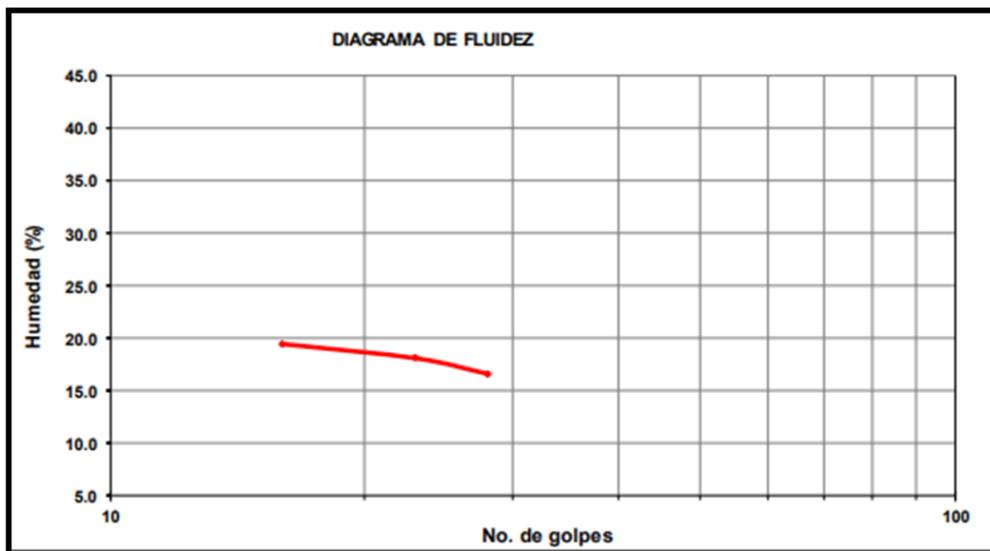
Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 3

CALICATA N° 3							
CRISTAL N°	Wh + CRISTAL (g)	Ws + CRISTAL (g)	W AGUA (g)	W CRISTAL (g)	Ws (g)	HUMEDAD (%)	N° GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	170.72	169.4	1.3	162.74	6.68	19.5	16
2	148.97	147.4	1.62	138.4	8.95	18.1	23
3	171.13	170.2	0.93	164.6	5.6	16.6	28
LÍMITE PLÁSTICO							
1						NP	
2						NP	
3						NP	
L.L.	17.4		L.P.	N.P.		I.P.	N.P.

Nota. Elaboración propia

Figura 10.

Diagrama de Fluidez de la Calicata 3



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Los ensayos de límites de consistencia mostraron que la muestra analizada presenta un límite líquido de 17.4%, no presenta límite plástico y no presenta

índice de plasticidad. Esto se debe a la presencia de material fino con mucho contenido de arena.

Tabla 18.

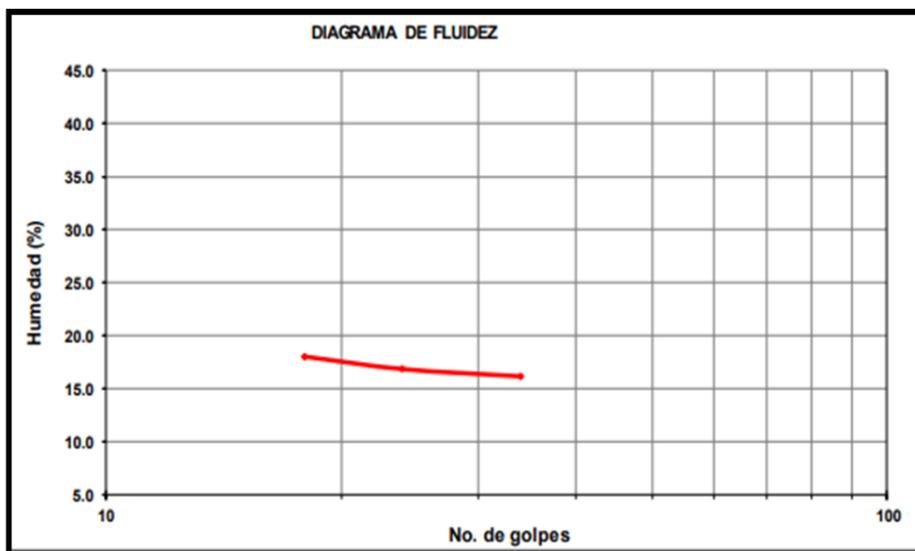
Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 4

CALICATA N° 4							
CRISTAL N°	Wh + CRISTAL (g)	Ws + CRISTAL (g)	W AGUA (g)	W CRISTAL (g)	Ws (g)	HUMEDAD (%)	N° GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	107.23	106.1	1.1	100.04	6.09	18.1	18
2	37.15	35.72	1.43	27.25	8.47	16.9	24
3	24.09	23.41	0.68	19.21	4.2	16.2	34
LÍMITE PLÁSTICO							
1						NP	
2						NP	
3						NP	
L.L.	17.0		L.P.	N.P.		I.P.	N.P.

Nota. Elaboración propia

Figura 11.

Diagrama de Fluidez de la Calicata 4



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Los ensayos de límites de consistencia mostraron que la muestra analizada presenta un límite líquido de 17.0%, no presenta límite plástico y no presenta

índice de plasticidad. Esto se debe a la presencia de material fino con mucho contenido de arena.

**d) Durabilidad de los agregados por medio de SO_4Mg
ASTM – C88 (MTC E 209)**

Tabla 19.

Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 1

CALICATA N° 1							
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (g)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
3/8"	N° 4	1 A	100.0	86.4	13.60	17	2.31
N° 4	N° 8	2 A	100.0	85.2	14.80	19	2.81
N° 8	N° 16	5 A	100.0	80.5	19.50	19	3.71
N° 16	N° 30	3 A	100.0	83.9	16.10	19	3.06
N° 30	N° 50	4 A	100.0	91.8	8.20	9	0.74
N° 50	N° 100					7	0.00
N° 100	-					10	0.00
TOTAL:						100.0	12.63

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de calidad de durabilidad en sulfato de magnesio de la muestra de agregado fino dio como resultado un 12.63% de degradación del agregado al estar contacto con la solución, el valor es el mínimo con respecto a lo permisible por lo que el agregado analizado es de buena calidad para su uso.

Tabla 20.

Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 2

CALICATA N° 2							
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (g)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
3/8"	N° 4	1 A	100.0	86.6	13.44	17	2.28
N° 4	N° 8	2 A	100.0	92.4	7.58	19	1.44
N° 8	N° 16	5 A	100.0	79.2	20.76	19	3.94
N° 16	N° 30	3 A	100.0	85.3	14.70	19	2.79
N° 30	N° 50	4 A	100.0	85.3	14.66	9	1.32
N° 50	N° 100					7	0.00
N° 100	-					10	0.00
TOTAL:						100.0	11.77

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de calidad de durabilidad en sulfato de magnesio de la muestra de agregado fino dio como resultado un 11.77% de degradación del agregado al estar contacto con la solución, el valor es el mínimo con respecto a lo permisible por lo que el agregado analizado es de buena calidad para su uso.

Tabla 21.

Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 3

CALICATA N° 3							
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (g)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
3/8"	N° 4	1 A	100.0	88.3	11.70	17	1.99
N° 4	N° 8	2 A	100.0	90.2	9.80	19	1.86
N° 8	N° 16	5 A	100.0	88.0	12.00	19	2.28
N° 16	N° 30	3 A	100.0	80.2	19.80	19	3.76
N° 30	N° 50	4 A	100.0	94.2	5.80	9	0.52
N° 50	N° 100					7	0.00
N° 100	-					10	0.00
TOTAL:						100.0	10.41

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de calidad de durabilidad en sulfato de magnesio de la muestra de agregado fino dio como resultado un 10.41% de degradación del agregado al estar contacto con la solución, el valor es el mínimo con respecto a lo permisible por lo que el agregado analizado es de buena calidad para su uso.

Tabla 22.

Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 4

CALICATA N° 4							
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (g)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
3/8"	N° 4	1 A	100.0	79.5	20.55	17	3.49
N° 4	N° 8	2 A	100.0	96.3	3.68	19	0.70
N° 8	N° 16	5 A	100.0	89.3	10.66	19	2.03
N° 16	N° 30	3 A	100.0	83.5	16.48	19	3.13
N° 30	N° 50	4 A	100.0	94.2	5.80	9	0.52
N° 50	N° 100					7	0.00
N° 100	-					10	0.00
TOTAL:						100.0	9.87

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de calidad de durabilidad en sulfato de magnesio de la muestra de agregado fino dio como resultado un 9.87% de degradación del agregado al estar contacto con la solución, el valor es el mínimo con respecto a lo permisible por lo que el agregado analizado es de buena calidad para su uso.

**e) Peso específico y absorción de agregado fino (ASTM C
– 128)**

Tabla 23.

Tabla de resultados del peso específico y absorción de la Calicata 1

CALICATA N° 1		
1. PESO ESPECIFICO		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA M - 1
Volumen de agua en la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	182.41
B = Peso de la fiola + Agua	g	680.63
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	565.77
C = Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	921.35
Peso del agua (5-4)	g	355.58
Peso del recipiente	g	89.98
Recipiente + Muestra seca	g	464.70
A = Peso de la muestra secada al horno	g	374.72
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	g	383.36
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2688
Peso específico aparente	kg/m ³	2796
Peso específico de masa	kg/m³	2627
2. ABSORCIÓN DE LA ARENA		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA M - 1
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	cm ³	383.36
A = Peso de la muestra secada al horno	g	374.72
Porcentaje de absorción (%)	%	2.30

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de Peso específico y Absorción de agregado fino dio como resultado 2627 kg/m³ y 2.30 % respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128.

Tabla 24.

Tabla de resultados del peso específico y absorción de la Calicata 2

CALICATA N° 2		
1. PESO ESPECIFICO		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA M - 2
Volumen de agua en la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	183.03
B = Peso de la fiola + Agua	g	681.56
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	560.01
C = Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	923.14
Peso del agua (5-4)	g	363.13
Peso del recipiente	g	85.10
Recipiente + Muestra seca	g	451.92
A = Peso de la muestra secada al horno	g	366.82
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	g	376.98
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2784
Peso específico aparente	kg/m ³	2929
Peso específico de masa	kg/m³	2709
2. ABSORCIÓN DE LA ARENA		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA M - 2
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	cm ³	376.98
A = Peso de la muestra secada al horno	g	366.82
Porcentaje de absorción (%)	%	2.80

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de Peso específico y Absorción de agregado fino dio como resultado 2709 kg/m³ y 2.80 % respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128.

Tabla 25.

Tabla de resultados del peso específico y absorción de la Calicata 3

CALICATA N° 3		
1. PESO ESPECIFICO		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA M - 3
Volumen de agua en la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	179.46
B = Peso de la fiola + Agua	g	680.09
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	562.51
C = Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	922.14
Peso del agua (5-4)	g	359.63
Peso del recipiente	g	88.03
Recipiente + Muestra seca	g	461.13
A = Peso de la muestra secada al horno	g	373.10
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	g	383.05
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2717
Peso específico aparente	kg/m ³	2847
Peso específico de masa	kg/m³	2646
2. ABSORCIÓN DE LA ARENA		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA M - 3
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	cm ³	383.05
A = Peso de la muestra secada al horno	g	373.10
Porcentaje de absorción (%)	%	2.70

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de Peso específico y Absorción de agregado fino dio como resultado 2646 kg/m³ y 2.70 % respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128.

Tabla 26.

Tabla de resultados del peso específico y absorción de la Calicata 4

CALICATA N° 4		
1. PESO ESPECIFICO		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA M - 4
Volumen de agua en la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	182.56
B = Peso de la fiola + Agua	g	680.71
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	567.92
C = Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	923.61
Peso del agua (5-4)	g	356.26
Peso del recipiente	g	88.97
Recipiente + Muestra seca	g	463.91
A = Peso de la muestra secada al horno	g	375.82
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	g	384.84
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2689
Peso específico aparente	kg/m ³	2823
Peso específico de masa	kg/m³	2557
2. ABSORCIÓN DE LA ARENA		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA M - 4
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	cm ³	382.79
A = Peso de la muestra secada al horno	g	364.11
Porcentaje de absorción (%)	%	2.60

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de Peso específico y Absorción de agregado fino dio como resultado 2557 kg/m³ y 2.60 % respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128.

**f) Equivalente de arena de suelos agregados finos ASTM
(D 2419 – 02)**

Tabla 27.

Tabla de resultados del ensayo de equivalencia de arena de la calicata 1

CALICATA N° 1				
1	HORA DE ENTRADA A SATURACIÓN	09:50	09:55	10:00
2	SALIDA DE SATURACIÓN: (A + 10')	10:00	10:05	10:10
3	HORA ENTRADA A DECANTACIÓN	10:01	10:06	10:11
4	SALIDA DE DECANTACIÓN (B + 20')	10:21	10:26	10:31
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG)	3.70	3.40	3.60
6	ALTURA ARENA (PULG)	3.50	3.1	3.4
7	EQUIV. ARENA (6/5*100) (%)	94.6	91.2	94.4
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	93.4%		

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de equivalente de arena de la muestra dio como resultado 93% por lo que se puede decir que el suelo es clasificado como Arena, según la tabla 4.7 del manual de suelos y pavimentación del MTC.

Tabla 28.*Tabla de resultados del ensayo de equivalencia de arena de la calicata 2*

CALICATA N° 2				
1	HORA DE ENTRADA A SATURACIÓN	10:45	10:50	10:56
2	SALIDA DE SATURACIÓN: (A + 10')	10:55	11:00	11:05
3	HORA ENTRADA A DECANTACIÓN	10:56	11:01	11:06
4	SALIDA DE DECANTACIÓN (B + 20')	11:16	11:21	11:26
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG)	3.60	3.50	3.60
6	ALTURA ARENA (PULG)	3.40	3.3	3.4
7	EQUIV. ARENA (6/5*100) (%)	94.4	94.3	94.4
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	94.36%		

Nota. Elaboración propia**Análisis:**

El ensayo de equivalente de arena de la muestra dio como resultado 94% por lo que se puede decir que el suelo es clasificado como Arena, según la tabla 4.7 del manual de suelos y pavimentación del MTC.

Tabla 29.*Tabla de resultados del ensayo de equivalencia de arena de la calicata 3*

CALICATA N° 3				
1	HORA DE ENTRADA A SATURACIÓN	11:40	11:43	11:45
2	SALIDA DE SATURACIÓN: (A + 10')	11:50	11:53	11:55
3	HORA ENTRADA A DECANTACIÓN	11:51	11:54	11:56
4	SALIDA DE DECANTACIÓN (B + 20')	12:11	12:14	12:16
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG)	3.80	3.60	3.40
6	ALTURA ARENA (PULG)	3.50	3.4	3.2
7	EQUIV. ARENA (6/5*100) (%)	92.1	94.4	94.1
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	93.54%		

Nota. Elaboración propia**Análisis:**

El ensayo de equivalente de arena de la muestra dio como resultado 94% por lo que se puede decir que el suelo es clasificado como Arena, según la tabla 4.7 del manual de suelos y pavimentación del MTC.

Tabla 30.*Tabla de resultados del ensayo de equivalencia de arena de la calicata 4*

CALICATA N° 4				
1	HORA DE ENTRADA A SATURACIÓN	12:23	12:25	12:27
2	SALIDA DE SATURACIÓN: (A + 10')	12:33	12:35	12:37
3	HORA ENTRADA A DECANTACIÓN	12:34	12:36	12:38
4	SALIDA DE DECANTACIÓN (B + 20')	12:54	12:56	12:58
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG)	3.60	3.50	3.70
6	ALTURA ARENA (PULG)	3.40	3.3	3.4
7	EQUIV. ARENA (6/5*100) (%)	94.4	94.3	91.9
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	93.53%		

Nota. Elaboración propia**Análisis:**

El ensayo de equivalente de arena de la muestra dio como resultado 94% por lo que se puede decir que el suelo es clasificado como Arena, según la tabla 4.7 del manual de suelos y pavimentación del MTC.

g) Desgaste abrasivo de los ángeles ASTM C – 131

Tabla 31.

Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 1

CALICATA N° 1								
PRUEBAS								1
GRADACIÓN USADA								C
N° ESFERAS								8
N° REVOLUCIONES								500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.								5000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DE ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ N° 12								3748
Pa – Pb = PERDIDA								1252
$\% \text{ DESGASTE} = \frac{Pa-Pb}{Pa} \times 100$								25.0 %
ESPECIFICACIÓN MENOR DE								40 %
CUMPLE SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
TAMAÑO SECO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	3/8"	1250	2500					
3/8"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
N° DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El desgaste abrasivo es el ensayo que tiene relación con la dureza del material de estudio, el límite máximo permisible es de 40%. por lo que después de estudiar la muestra en la investigación, dio como resultado de 25%. Este valor hace que material sea considerado bueno para su uso.

Tabla 32.

Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 2

CALICATA N° 2								
PRUEBAS								1
GRADACIÓN USADA								C
N° ESFERAS								8
N° REVOLUCIONES								500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.								5000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DE ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ N° 12								3847
Pa – Pb = PERDIDA								1153
$\% \text{ DESGASTE} = \frac{Pa-Pb}{Pa} \times 100$								23.1 %
ESPECIFICACIÓN MENOR DE								40 %
CUMPLE SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
TAMAÑO SECO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	3/8"	1250	2500					
3/8"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
N° DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El desgaste abrasivo es el ensayo que tiene relación con la dureza del material de estudio, el límite máximo permisible es de 40%. por lo que después de estudiar la muestra en la investigación, dio como resultado de 23.1%. Este valor hace que material sea considerado bueno para su uso.

Tabla 33.

Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 3

CALICATA N° 3								
PRUEBAS								1
GRADACIÓN USADA								C
N° ESFERAS								8
N° REVOLUCIONES								500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.								5000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DE ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ N° 12								3814
Pa – Pb = PERDIDA								1186
$\% \text{ DESGASTE} = \frac{Pa-Pb}{Pa} \times 100$								23.7 %
ESPECIFICACIÓN MENOR DE								40 %
CUMPLE SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
TAMAÑO SECO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	3/8"	1250	2500					
3/8"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
N° DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El desgaste abrasivo es el ensayo que tiene relación con la dureza del material de estudio, el límite máximo permisible es de 40%. por lo que después de estudiar la muestra en la investigación, dio como resultado de 23.7%. Este valor hace que material sea considerado bueno para su uso.

Tabla 34.

Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 4

CALICATA N° 4								
PRUEBAS								1
GRADACIÓN USADA								C
N° ESFERAS								8
N° REVOLUCIONES								500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.								5000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DE ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ N° 12								3784
Pa – Pb = PERDIDA								1216
$\% \text{ DESGASTE} = \frac{Pa-Pb}{Pa} \times 100$								24.3 %
ESPECIFICACIÓN MENOR DE								40 %
CUMPLE SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
TAMAÑO SECO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	3/8"	1250	2500					
3/8"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
N° DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El desgaste abrasivo es el ensayo que tiene relación con la dureza del material de estudio, el límite máximo permisible es de 40%. por lo que después de estudiar la muestra en la investigación, dio como resultado de 24.3%. Este valor hace que material sea considerado bueno para su uso.

**h) Impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto
(ASTM C 40 – 04)**

Tabla 35.

Tabla de resultados del análisis de impurezas inorgánicas en el agregado fino para el concreto.

CALICATA N° 1	
MUESTRA	RESULTADOS
Arena	Aceptable
CALICATA N° 2	
MUESTRA	RESULTADOS
Arena	Aceptable
CALICATA N° 3	
MUESTRA	RESULTADOS
Arena	Aceptable
CALICATA N° 4	
MUESTRA	RESULTADOS
Arena	Aceptable

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de impurezas pudo determinar que la muestra analizada se encuentra clasificado como Aceptable según la clasificación cualitativa que indica la norma ASTM C40.

3.1.1.2. **Agregados Gruesos****a) Análisis granulométrico por tamizado (MTC E204)****Tabla 36.***Tabla de análisis granulométrico del agregado grueso de la Calicata 5.*

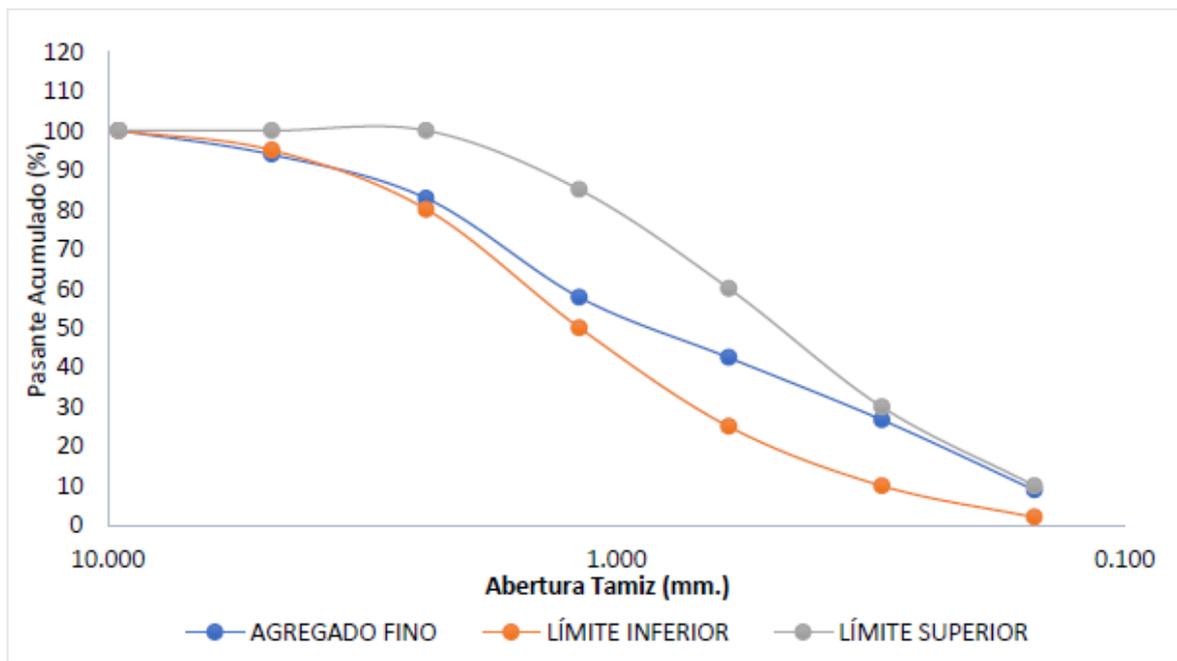
GRANULOMETRIA MTC E 204							
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.500	553.08	553.08	0.00	0	0	100
1"	25.000	535.37	721.4	186.03	15	15	85
3/4"	19.000	563.56	765.4	201.84	16	31	69
1/2"	12.500	535.68	834.27	298.59	24	55	45
3/8"	9.500	542.1	903.42	361.32	29	84	16
Nº 4	4.750	508.08	642.40	134.32	11	94	6
Peso Total				1253.36	100	T.M.	1/2"
						T.M.N.	1 1/2"

Nota. Elaboración propia

Figura 12.

Curva granulométrica del agregado grueso la calicata 5.

CURVA GRANULOMÉTRICA:



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de agregado grueso, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 10 mm a 30 mm, aproximadamente un 70% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 19.1% de arena. Cuyo tamaño máximo es de 1”.

Tabla 37.

Tabla de análisis granulométrico del agregado grueso de la Calicata 6.

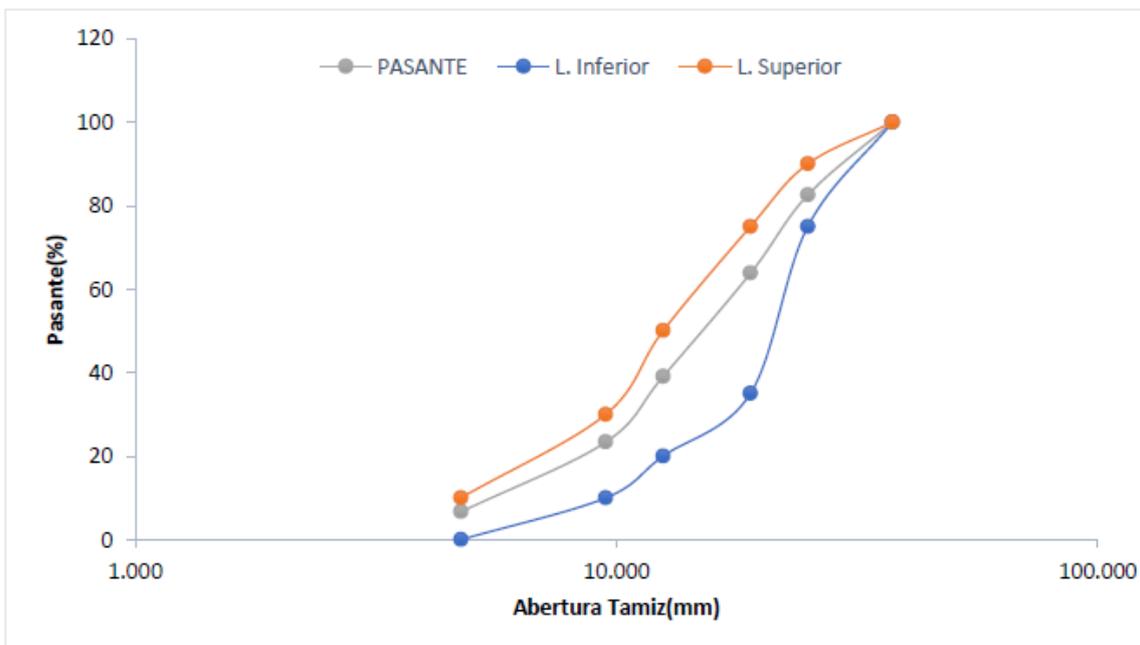
GRANULOMETRIA MTC E 204							
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.500	553.08	553.08	0.00	0	0	100
1"	25.000	578.34	721.4	143.06	12	12	88
3/4"	19.000	523.1	765.4	242.30	20	32	68
1/2"	12.500	535.68	834.27	298.59	25	56	44
3/8"	9.500	564.63	903.42	338.79	28	84	16
Nº 4	4.750	523.23	642.40	119.17	100	94	6
Peso Total				1213.17	100	T.M.	1/2"
						T.M.N.	1 1/2"

Nota. Elaboración propia

Figura 13.

Curva granulométrica del agregado grueso la calicata 6.

CURVA GRANULOMÉTRICA:



Nota. Elaboración propia

Análisis:

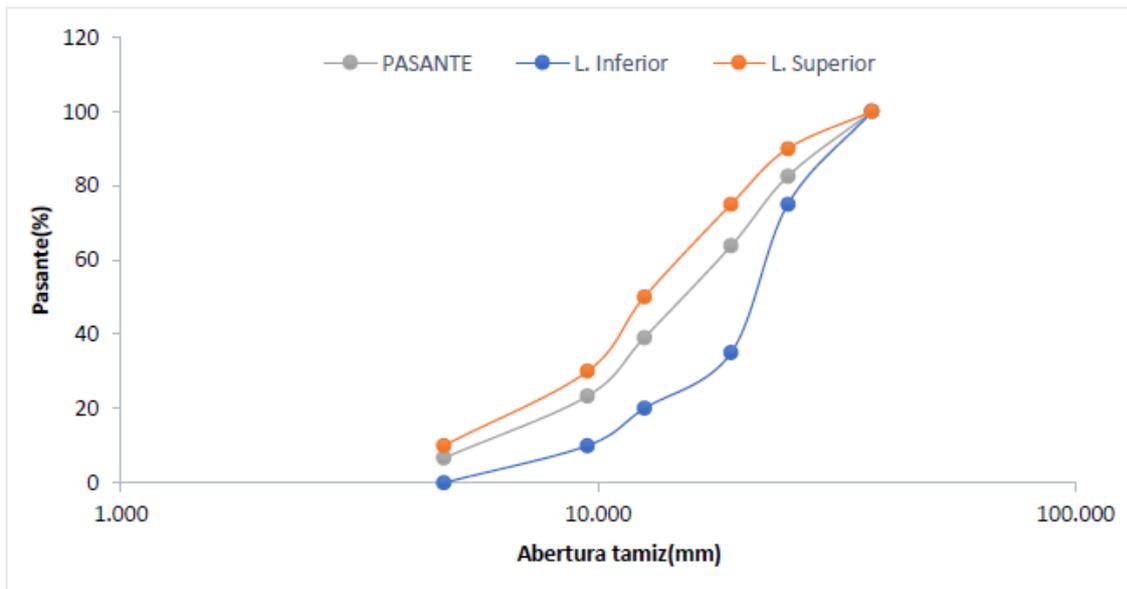
Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de agregado grueso, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 10 mm a 30 mm, aproximadamente un 70% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 24.3% de arena. Cuyo tamaño máximo es de 1/2".

Tabla 38.*Tabla de análisis granulométrico del agregado grueso de la Calicata 7*

GRANULOMETRIA MTC E 204							
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.500	553.08	553.08	0.00	0	0	100
1"	25.000	578.34	789.53	211.19	20	20	80
3/4"	19.000	523.1	724.5	201.40	19	40	60
1/2"	12.500	535.68	801.1	265.42	26	65	35
3/8"	9.500	564.63	733.11	168.48	16	82	18
Nº 4	4.750	523.23	642.40	119.17	11	93	7
Peso Total				1036.92	100	T.M.	1/2"
						T.M.N.	1 1/2"

Nota. Elaboración propia

Figura 14.

*Curva granulométrica del agregado grueso la calicata 7***CURVA GRANULOMÉTRICA:**

Nota. Elaboración propia

Análisis:

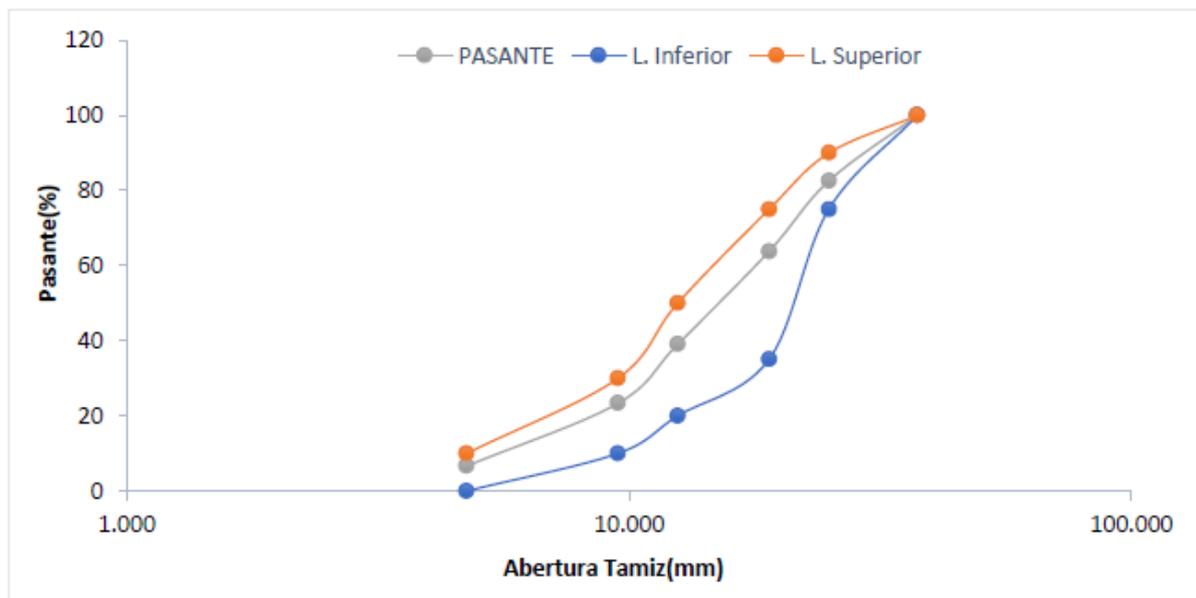
Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de agregado grueso, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 10 mm a 30 mm, aproximadamente un 70% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 16.2% de arena. Cuyo tamaño máximo es de 1/2".

Tabla 39.*Tabla de análisis granulométrico del agregado grueso de la Calicata 8*

GRANULOMETRIA MTC E 204							
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.500	553.08	553.08	0.00	0	0	100
1"	25.000	602.43	789.53	187.10	17	17	83
3/4"	19.000	523.1	724.5	201.40	19	36	64
1/2"	12.500	535.68	801.1	265.42	25	61	39
3/8"	9.500	564.63	733.11	168.48	16	77	23
Nº 4	4.750	523.23	702.44	179.21	17	93	7
Peso Total				1072.87	100	T.M.	1/2"
						T.M.N.	1 1/2"

Nota. Elaboración propia

Figura 15.

*Curva granulométrica del agregado grueso la calicata 8***CURVA GRANULOMÉTRICA:**

Nota. Elaboración propia

Análisis:

Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de agregado grueso, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 10 mm a 30 mm, aproximadamente un 70% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 6.2% de arena y 1.2% de finos. Cuyo tamaño máximo es de 1/2".

b) Contenido de humedad natural MTC E 215

Tabla 40.

Tabla de resultados de la prueba de contenido de humedad natural

CALICATA N° 5						
N°	<i>Wh</i> + CRISTAL (grs)	<i>Ws</i> + CRISTAL (grs)	<i>W</i> AGUA (grs)	<i>W</i> CRISTAL (grs)	<i>Ws</i> (grs)	HUMEDAD (%)
AGREGADO GRUESO	684.5	681.5	3.00	184	497.5	0.6
CALICATA N° 6						
No.	<i>Wh</i> + CRISTAL (grs)	<i>Ws</i> + CRISTAL (grs)	<i>W</i> AGUA (grs)	<i>W</i> CRISTAL (grs)	<i>Ws</i> (grs)	HUMEDAD (%)
AGREGADO GRUESO	677	675.2	1.80	114.4	560.8	0.3
CALICATA N° 7						
No.	<i>Wh</i> + CRISTAL (grs)	<i>Ws</i> + CRISTAL (grs)	<i>W</i> AGUA (grs)	<i>W</i> CRISTAL (grs)	<i>Ws</i> (grs)	HUMEDAD (%)
AGREGADO GRUESO	657.7	655.9	1.80	96.6	559.3	0.3
CALICATA N° 8						
No.	<i>Wh</i> + CRISTAL (grs)	<i>Ws</i> + CRISTAL (grs)	<i>W</i> AGUA (grs)	<i>W</i> CRISTAL (grs)	<i>Ws</i> (grs)	HUMEDAD (%)
AGREGADO GRUESO	696.1	691.6	4.50	92.8	598.8	0.8

Nota. Elaboración propia

Análisis:

Presenta una los resultados datos obtenidos de las pruebas realizadas al agregado grueso extraído de 4 calicatas, las cuales tenemos 0.6%, 0.3%, 0.3% y 0.8% respectivamente, las cuales son relativamente bajas.

c) Durabilidad de los agregados por medio de SO_4Mg
ASTM – C88 (MTC E 209)

Tabla 41.

Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 1

CALICATA N° 5							
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			(g) ANTES	DESPUÉS			
2"	1 ½"	D – 1					
1 ½"	1"	D – 2					
1"	¾"	D – 3	2500.0	2438.5	2.46	14	0.34
¾"	½"	D – 4	1000.0	956.8	4.32	16	0.69
½"	3/8"	D – 5	500.0	467.2	6.56	11	0.72
3/8"	N° 4	D – 6	300.0	278.0	7.33	25	1.83
TOTAL:						66.00	3.58

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de calidad de durabilidad en sulfato de magnesio de la muestra de agregado grueso dio como resultado un 3.58% de degradación del agregado al estar contacto con la solución, el valor es el mínimo con respecto a lo permisible por lo que el agregado analizado es de buena calidad para su uso.

Tabla 42.

Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 2

CALICATA N° 6							
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			(g)				
			ANTES	DESPUÉS			
2"	1 ½"	D - 1					
1 ½"	1"	D - 2					
1"	¾"	D - 3	2500.0	2396.9	4.12	14	0.58
¾"	½"	D - 4	1000.0	965.4	3.46	16	0.55
½"	3/8"	D - 5	500.0	472.5	5.49	11	0.60
3/8"	N° 4	D - 6	300.0	284.0	5.33	25	1.33
TOTAL:						66.00	3.06

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de calidad de durabilidad en sulfato de magnesio de la muestra de agregado grueso dio como resultado un 3.06% de degradación del agregado al estar contacto con la solución, el valor es el mínimo con respecto a lo permisible por lo que el agregado analizado es de buena calidad para su uso.

Tabla 43.

Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 3

CALICATA N° 7							
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			(g)				
			ANTES	DESPUÉS			
2"	1 ½"	D - 1					
1 ½"	1"	D - 2					
1"	¾"	D - 3	2500.0	2421.5	3.14	14	0.44
¾"	½"	D - 4	1000.0	932.1	6.79	16	1.09
½"	3/8"	D - 5	500.0	484.2	3.16	11	0.35
3/8"	N° 4	D - 6	300.0	224.5	25.17	25	6.29
TOTAL:						66.00	8.17

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de calidad de durabilidad en sulfato de magnesio de la muestra de agregado grueso dio como resultado un 8.17% de degradación del agregado al estar contacto con la solución, el valor es el mínimo con respecto a lo permisible por lo que el agregado analizado es de buena calidad para su uso.

Tabla 44.

Tabla de resultados de la resistencia al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio de la Calicata 4

CALICATA N° 8							
% PASA	% RET	N° RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (g)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
2"	1 ½"	D - 1					
1 ½"	1"	D - 2					
1"	¾"	D - 3	2500.0	2421.5	3.14	14	0.44
¾"	½"	D - 4	1000.0	932.1	6.79	16	1.09
½"	3/8"	D - 5	500.0	484.2	3.16	11	0.35
3/8"	N° 4	D - 6	300.0	224.5	25.17	25	6.29
TOTAL:						66.00	8.17

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de calidad de durabilidad en sulfato de magnesio de la muestra de agregado grueso dio como resultado un 8.17% de degradación del agregado al estar contacto con la solución, el valor es el mínimo con respecto a lo permisible por lo que el agregado analizado es de buena calidad para su uso.

d) Peso unitario de agregados ASTM C 29

Tabla 45.

Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso de la calicata 5

CALICATA N° 5	
A. PESO UNITARIO SECO SUELTO	
AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	0.0021
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (Kg)	9.663
PESO DEL AGREGADO (Kg)	3.015
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1435.7
B. PESO UNITARIO SECO COMPACTO	
AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	0.0021
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (Kg)	10.002
PESO DEL AGREGADO (Kg)	3.354
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1597.1

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El resultado del ensayo de peso unitario de agregados muestra que el peso unitario suelto seco del agregado grueso fue de 1435.7 Kg/m³, peso unitario compacto seco del agregado grueso fue de 1597.1 Kg/m³.

Tabla 46.

Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso de la calicata 6

CALICATA N° 6	
C. PESO UNITARIO SECO SUELTO	
AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	0.0021
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (Kg)	9.815
PESO DEL AGREGADO (Kg)	3.167
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1508.1
D. PESO UNITARIO SECO COMPACTO	
AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	0.0021
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (Kg)	10.128
PESO DEL AGREGADO (Kg)	3.48
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1657.1

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El resultado del ensayo de peso unitario de agregados muestra que el peso unitario suelto seco del agregado grueso fue de 1508.1 Kg/m³, peso unitario compacto seco del agregado grueso fue de 1657.1 Kg/m³.

Tabla 47.

Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso de la calicata 7

CALICATA N° 7	
E. PESO UNITARIO SECO SUELTO	
AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	0.0021
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (Kg)	9.458
PESO DEL AGREGADO (Kg)	2.81
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1338.1
F. PESO UNITARIO SECO COMPACTO	
AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	0.0021
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (Kg)	10.039
PESO DEL AGREGADO (Kg)	3.391
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1614.8

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El resultado del ensayo de peso unitario de agregados muestra que el peso unitario suelto seco del agregado grueso fue de 1338.1 Kg/m³, peso unitario compacto seco del agregado grueso fue de 1614.8 Kg/m³.

Tabla 48.

Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso de la calicata 8

CALICATA N° 8	
G. PESO UNITARIO SECO SUELTO	
AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	0.0021
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (Kg)	9.956
PESO DEL AGREGADO (Kg)	3.308
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1575.2
H. PESO UNITARIO SECO COMPACTO	
AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	0.0021
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (Kg)	10.146
PESO DEL AGREGADO (Kg)	3.498
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1665.7

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El resultado del ensayo de peso unitario de agregados muestra que el peso unitario suelto seco del agregado grueso fue de 1575.2 Kg/m³, peso unitario compacto seco del agregado grueso fue de 1665.7 Kg/m³.

**e) Absorción y peso específico de agregado grueso norma
(ASTM C 128)**

Tabla 49.

Tabla de resultados de absorción y peso específico de la calicata 5

CALICATA N° 5					
	B	A	C		
MUESTRA	SATURADO	SECO	SUSPENDIDO	ABSORCION	Peso Específico
1	1011.5	1006.23	624.16	0.52	2.60
2	1008.4	1003.4	624.09	0.50	2.61
3	1074.3	1068.6	669.96	0.53	2.64
PROMEDIO	ABSORCIÓN			Peso Específico	
	0.52			2.62	

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de Peso específico y Absorción de agregado grueso dio como resultado 2.62 g/cm³ y 0.52% respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128.

Tabla 50.

Tabla de resultados de absorción y peso específico de la calicata 6

CALICATA N° 6					
	B	A	C		
MUESTRA	SATURADO	SECO	SUSPENDIDO	ABSORCION	Peso Específico
1	1008.11	1003.02	652.18	0.51	2.82
2	1021.42	1016.22	657.97	0.51	2.80
3	1009.24	1004.02	652.18	0.52	2.81
PROMEDIO	ABSORCIÓN			Peso Específico	
	0.51			2.81	

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de Peso específico y Absorción de agregado grueso, dio como resultado 2.81 g/cm³ y 0.51% respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128.

Tabla 51.

Tabla de resultados de absorción y peso específico de la calicata 7

CALICATA N° 7					
	B	A	C		
MUESTRA	SATURADO	SECO	SUSPENDIDO	ABSORCION	Peso Específico
1	1007.26	1002.11	633.53	0.51	2.68
2	1031.4	1026.23	646.53	0.50	2.67
3	1012.3	1007.23	633.53	0.50	2.66
PROMEDIO			ABSORCIÓN		Peso Específico
			0.51		2.67

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de Peso específico y Absorción de agregado grueso dio como resultado 2.67 g/cm³ y 0.51% respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128.

Tabla 52.

Tabla de resultados de absorción y peso específico de la calicata 8

CALICATA N° 8					
	B	A	C		
MUESTRA	SATURADO	SECO	SUSPENDIDO	ABSORCION	Peso Específico
1	1008.32	1003.27	649.21	0.50	2.79
2	1021.76	1016.74	654.9	0.49	2.77
3	1043.13	1038.17	665.1	0.48	2.75
PROMEDIO			ABSORCIÓN		Peso Específico
			0.49		2.77

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El ensayo de Peso específico y Absorción de agregado grueso dio como resultado 2.77 g/cm³ y 0.49 % respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128.

f) Desgaste abrasivo de los ángeles (ASTM C – 131)**Tabla 53.**

Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 5

CALICATA N° 5								
PRUEBAS							1	
GRADACIÓN USADA							A	
N° ESFERAS							12	
N° REVOLUCIONES							500	
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.							5,002	
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DE ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ N° 12							3,895	
Pa – Pb = PERDIDA							1,107	
$\% \text{ DESGASTE} = \frac{Pa-Pb}{Pa} \times 100$							22.1 %	
ESPECIFICACIÓN MENOR DE							40 %	
CUMPLE SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
TAMAÑO SECO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	3/8"	1250	2500					
3/8"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
N° DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El desgaste abrasivo es el ensayo que tiene relación con la dureza del material de estudio, el límite máximo permisible es de 40%. por lo que después de

estudiar la muestra en la investigación, dio como resultado de 22.1%. Este valor hace que material sea considerado bueno para su uso.

Tabla 54.

Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 6

CALICATA N° 6								
PRUEBAS								1
GRADACIÓN USADA								A
N° ESFERAS								12
N° REVOLUCIONES								500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.								5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DE ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ N° 12								3,945
Pa – Pb = PERDIDA								1,055
$\% \text{ DESGASTE} = \frac{Pa-Pb}{Pa} \times 100$								22.1 %
ESPECIFICAIÓN MENOR DE								40 %
CUMPLE SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
TAMAÑO SECO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	3/8"	1250	2500					
3/8"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
N° DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El desgaste abrasivo es el ensayo que tiene relación con la dureza del material de estudio, el límite máximo permisible es de 40%. por lo que después de estudiar la muestra en la investigación, dio como resultado de 22.1%. Este valor hace que material sea considerado bueno para su uso.

Tabla 55.

Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 7

CALICATA N° 7								
PRUEBAS								1
GRADACIÓN USADA								A
N° ESFERAS								A
N° REVOLUCIONES								12
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.								500
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DE ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ N° 12								5,000
Pa – Pb = PERDIDA								4,302
$\% \text{ DESGASTE} = \frac{Pa-Pb}{Pa} \times 100$								698
ESPECIFICACIÓN MENOR DE								14.0 %
CUMPLE SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
TAMAÑO SECO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	3/8"	1250	2500					
3/8"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
N° DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

Nota. Elaboración propia

Análisis:

El desgaste abrasivo es el ensayo que tiene relación con la dureza del material de estudio, el límite máximo permisible es de 40%. por lo que después de estudiar la muestra en la investigación, dio como resultado de 14.0%. Este valor hace que material sea considerado bueno para su uso.

Tabla 56.

Tabla de resultados del ensayo de desgaste abrasivo de los ángeles a la calicata 8

CALICATA N° 8								
PRUEBAS								1
GRADACIÓN USADA								A
N° ESFERAS								12
N° REVOLUCIONES								500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO G.M.S.								5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DE ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ N° 12								3,741
Pa – Pb = PERDIDA								1,259
$\% \text{ DESGASTE} = \frac{Pa-Pb}{Pa} \times 100$								25.2 %
ESPECIFICACIÓN MENOR DE								40 %
CUMPLE SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
TAMAÑO SECO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	3/8"	1250	2500					
3/8"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
N° DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

Nota. Elaboración propia

Análisis:

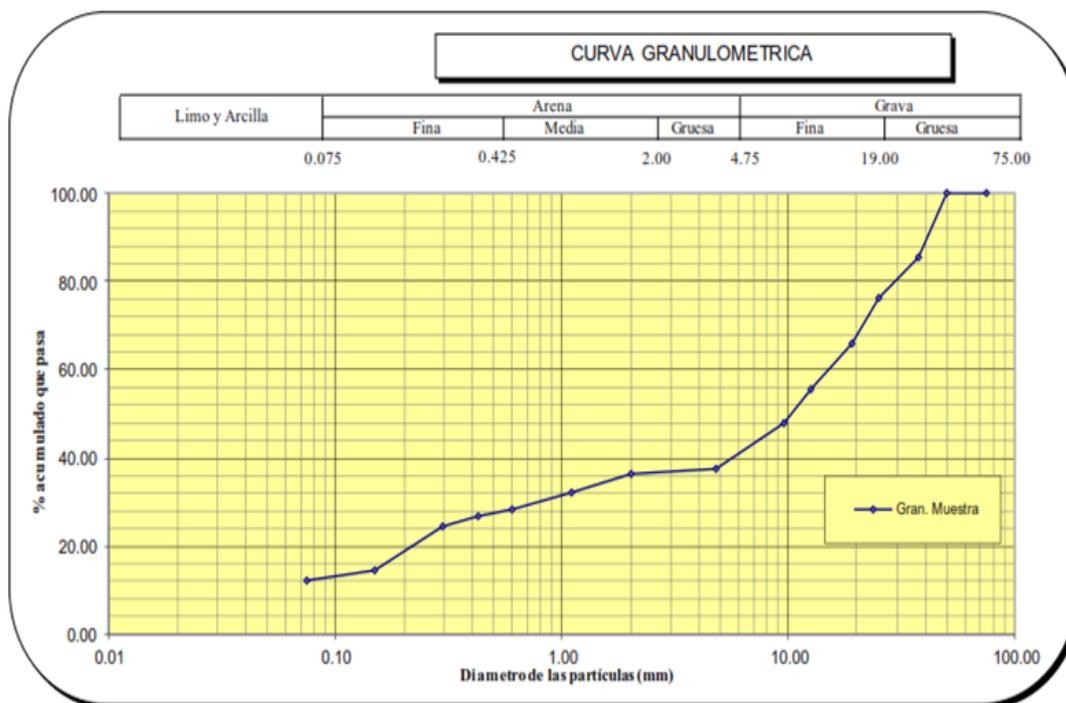
El desgaste abrasivo es el ensayo que tiene relación con la dureza del material de estudio, el límite máximo permisible es de 40%. por lo que después de estudiar la muestra en la investigación, dio como resultado de 25.2%. Este valor hace que material sea considerado bueno para su uso.

3.1.1.3. **Afirmado****a) Análisis granulométrico por tamizado MTC E 204****Tabla 57.***Tabla de análisis granulométrico del afirmado de la Calicata 5*

CALICATA N° 5						OBSERVACIONES	
MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP.339.128 (99)					Humedad natural 4.3	
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
3"	75.000				100.0	Grava (%)	52.2
2"	50.000				100.0	Arena (%)	35.7
1 1/2"	37.500	221.0	14.3	14.3	85.7	Finos (%)	12.2
1"	25.000	146.6	9.5	23.8	76.2	D30	0.9
3/4"	19.000	157.2	10.2	34.0	66.0	D60	15.65
1/2"	12.500	160.4	10.4	44.4	55.6	D10	
3/8"	9.500	120.5	7.8	52.2	47.8	Cu	
N°4	4.750	158.5	10.3	62.4	37.6	Cc	
N°10	2.000	21.0	1.4	63.8	36.2	LIMITES DE CONSISTENCIA	
N°16	1.100	61.1	4.0	67.8	32.2	LL	28.8
N°30	0.600	60.2	3.9	71.7	28.3	LP	15.2
N°40	0.425	23.1	1.5	73.1	26.9	IP	13.6
N°50	0.297	35.7	2.3	75.5	24.5	CLASIFICACION DE SUELOS	
N°100	0.149	153.3	9.9	85.4	14.6	SUCS	GP GC
N°200	0.075	38.0	2.5	87.8	12.2	AASTHO	A-2-6
< N°200	Fondo	187.7	12.2	100.0			
Total		1544.2	100.0				

Nota. Elaboración. Propia

Figura 16.

Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 5

Nota. Elaboración. Propia

Análisis:

Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de afirmado, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 10 mm a 50 mm, aproximadamente un 40% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 52.2 % Gravas 35.7% de arenas y 12.2 % de finos. Cuyo tamaño máximo es de 1 1/2", debido a que presenta más del 10% de finos no presenta Cu y Cc.

Tabla 58.

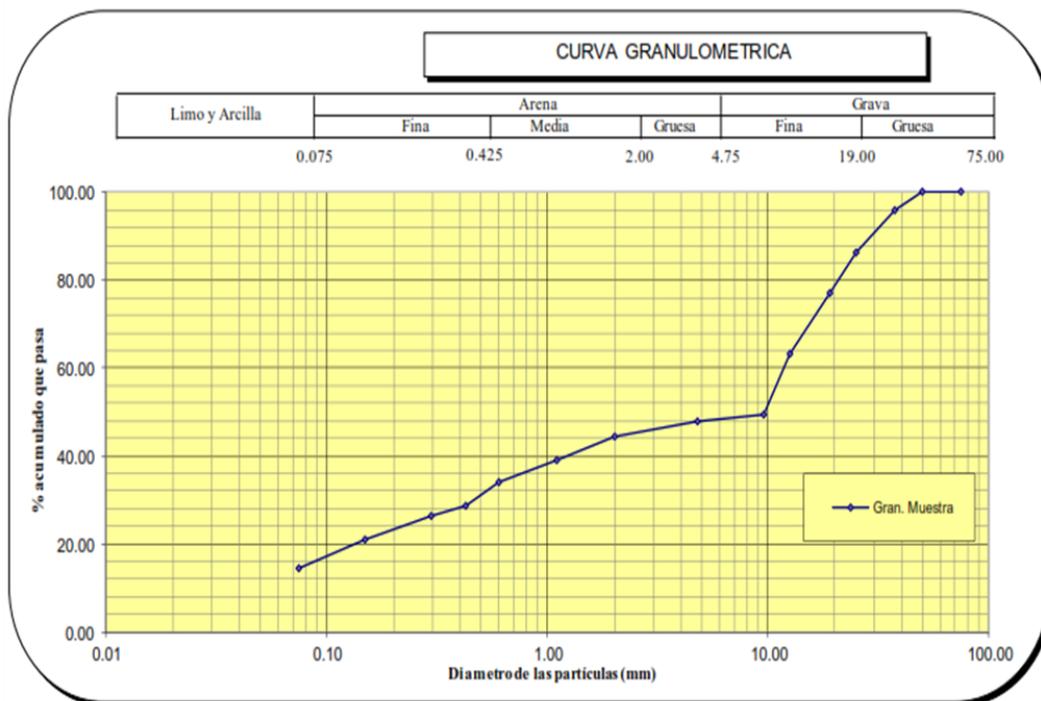
Tabla de análisis granulométrico del afirmado de la Calicata 6

CALICATA N° 6						OBSERVACIONES	
MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP.339.128 (99)					Humedad natural	
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	3.8	
3"	75.000				100.0	CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
2"	50.000				100.0	Grava (%)	50.6
1 1/2"	37.500	42.9	4.2	4.2	95.8	Arena (%)	34.9
1"	25.000	98.6	9.6	13.8	86.2	Finos (%)	14.5
3/4"	19.000	92.4	9.0	22.9	77.1	D30	0.9
1/2"	12.500	142.3	13.9	36.8	63.2	D60	15.65
3/8"	9.500	140.9	13.8	50.6	49.4	D10	
N°4	4.750	14.9	1.5	52.1	47.9	Cu	
N°10	2.000	36.8	3.6	55.6	44.4	Cc	
N°16	1.100	53.3	5.2	60.9	39.1	LIMITES DE CONSISTENCIA	
N°30	0.600	53.2	5.2	66.1	33.9	LL	33.3
N°40	0.425	52.5	5.1	71.2	28.8	LP	17.9
N°50	0.297	23.8	2.3	73.5	26.5	IP	15.4
N°100	0.149	55.9	5.5	79.0	21.0	CLASIFICACION DE SUELOS	
N°200	0.075	66.5	6.5	85.5	14.5	SUCS	GP GC
< N°200	Fondo	148.2	14.5	100.0		AASTHO	A-2-6
Total		1022.3	100.0				

Nota. Elaboración. Propia

Figura 17.

Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 6



Nota. Elaboración. Propia

Análisis:

Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de afirmado, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 10 mm a 40 mm, aproximadamente un 40% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 50.6 % Gravas 34.9% de arenas y 14.5 % de finos. Cuyo tamaño máximo es de 1 1/2", debido a que presenta más del 10% de finos no presenta Cu y Cc.

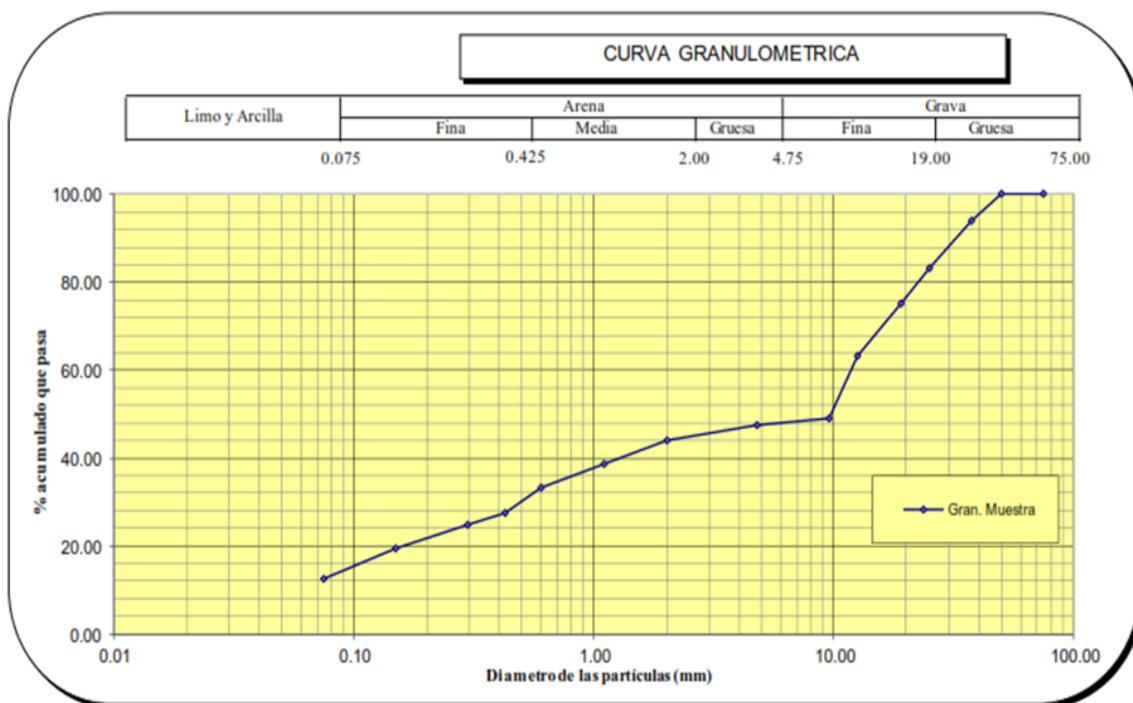
Tabla 59.

Tabla de análisis granulométrico del afirmado de la Calicata 7

CALICATA N° 7						OBSERVACIONES	
MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP.339.128 (99)					Humedad natural	
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	7.0	
3"	75.000				100.0	CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
2"	50.000				100.0	Grava (%)	50.9
1 1/2"	37.500	42.9	4.2	4.2	95.8	Arena (%)	36.4
1"	25.000	98.6	9.6	13.8	86.2	Finos (%)	12.7
3/4"	19.000	92.4	9.0	22.9	77.1	D30	0.89
1/2"	12.500	142.3	13.9	36.8	63.2	D60	13.55
3/8"	9.500	140.9	13.8	50.6	49.4	D10	
N°4	4.750	14.9	1.5	52.1	47.9	Cu	
N°10	2.000	36.8	3.6	55.6	44.4	Cc	
N°16	1.100	53.3	5.2	60.9	39.1	LIMITES DE CONSISTENCIA	
N°30	0.600	53.2	5.2	66.1	33.9	LL	33.0
N°40	0.425	52.5	5.1	71.2	28.8	LP	14.6
N°50	0.297	23.8	2.3	73.5	26.5	IP	18.4
N°100	0.149	55.9	5.5	79.0	21.0	CLASIFICACION DE SUELOS	
N°200	0.075	66.5	6.5	85.5	14.5	SUCS	GP GC
< N°200	Fondo	127.0	12.7	100.0		AASTHO	A-2-6
Total		1000.1	100.0				

Nota. Elaboración. Propia

Figura 18.

Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 7

Nota. Elaboración. Propia

Análisis:

Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de afirmado, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 10 mm a 50 mm, aproximadamente un 60% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 50.9 % Gravas 36.4% de arenas y 12.7 % de finos. Cuyo tamaño máximo es de 1 1/2", debido a que presenta más del 10% de finos no presenta Cu y Cc.

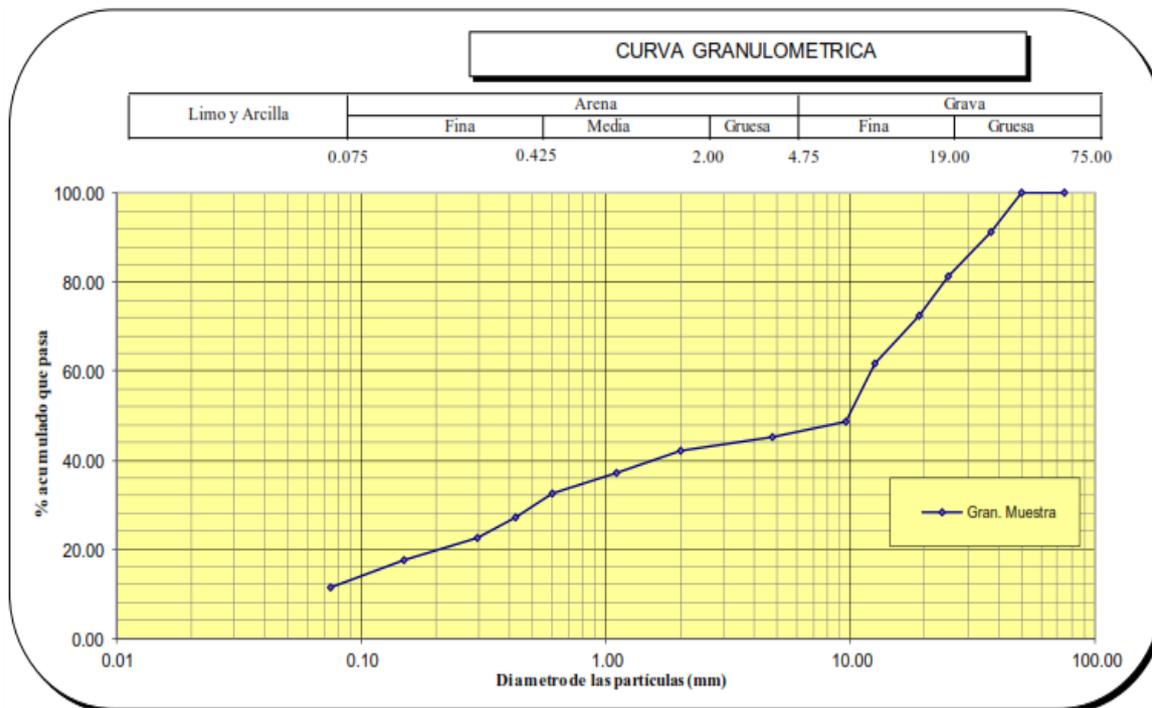
Tabla 60.

Tabla de análisis granulométrico del afirmado de la Calicata 8

CALICATA N° 8						OBSERVACIONES	
MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP.339.128 (99)					Humedad natural	
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	6.1	
3"	75.000				100.0	CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
2"	50.000				100.0	Grava (%)	51.2
1 1/2"	37.500	96.9	8.8	8.8	91.2	Arena (%)	37.3
1"	25.000	108.6	9.8	18.6	81.4	Finos (%)	11.5
3/4"	19.000	100.4	9.1	27.7	72.3	D30	0.89
1/2"	12.500	119.3	10.8	38.5	61.5	D60	14.05
3/8"	9.500	140.9	12.7	51.2	48.8	D10	
N°4	4.750	37.9	3.4	54.6	45.4	Cu	
N°10	2.000	36.8	3.3	58.0	42.0	Cc	
N°16	1.100	53.3	4.8	62.8	37.2	LIMITES DE CONSISTENCIA	
N°30	0.600	53.2	4.8	67.6	32.4	LL	31.8
N°40	0.425	59.5	5.4	73.0	27.0	LP	18.5
N°50	0.297	49.4	4.5	77.4	22.6	IP	13.3
N°100	0.149	55.9	5.1	82.5	17.5	CLASIFICACION DE SUELOS	
N°200	0.075	66.5	6.0	88.5	11.5	SUCS	GP GC
< N°200	Fondo	127.0	11.5	100.0		AASTHO	A-2-6
Total		1105.7	100.0				

Nota. Elaboración. Propia

Figura 19.

Curva granulométrica del agregado fino de la Calicata 8

Nota. Elaboración. Propia

Análisis:

Presenta una curva granulométrica ensayada para muestra de afirmado, la gráfica indica que el mayor porcentaje de la muestra se encuentra entre los 10 mm a 40 mm, aproximadamente un 30% de muestra ensayada. el análisis granulométrico arroja también que la muestra analizada está compuesta por 51.2 % Gravas 37.3% de arenas y 11.5 % de finos. Cuyo tamaño máximo es de 1 1/2", debido a que presenta más del 10% de finos no presenta Cu y Cc.

b) Contenido de humedad natural MTC E 215

Tabla 61.

Tabla de resultados de la prueba de contenido de humedad natural

CALICATA N° 5							
No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	60.54	59.45	1.09	35	24.54	4.5	
2	72.38	71.69	0.69	55.47	16.22	4.3	4.3
3	86.88	85.94	0.94	63.84	22.1	4.3	
CALICATA N° 6							
No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	112.15	110.47	1.68	66.89	43.58	3.9	
2	101.1	99.45	1.65	57.84	41.61	4.0	3.8
3	106.83	105.47	1.36	66.39	39.08	3.5	
CALICATA N° 7							
No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	112.74	109.87	2.87	66.47	43.4	6.6	
2	123.69	119.75	3.94	67.45	52.3	7.5	7.0
3	147.12	144.08	3.04	99.48	44.6	6.8	
CALICATA N° 8							
No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	115.02	112.65	2.37	74.99	37.66	6.3	
2	121.65	119.65	2.00	85.47	34.18	5.9	6.1
3	118.54	115.97	2.57	73.64	42.33	6.1	

Nota. Elaboración propia

Análisis:

Presenta una los resultados datos obtenidos de las pruebas realizadas al agregado fino extraído de 4 calicatas, las cuales tenemos 4.3%, 3.8%, 7.0% y 6.1% respectivamente, las cuales son normales.

c) Determinación de los límites de consistencia NTP

339.129

Tabla 62.

Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 5

CALICATA N° 5							
CRISTAL N°	Wh + CRISTAL (g)	Ws + CRISTAL (g)	W AGUA (g)	W CRISTAL (g)	Ws (g)	HUMEDAD (%)	N° GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	74.15	72.45	1.7	67.06	5.39	31.5	17
2	79.11	77.07	2.04	70.09	6.98	29.2	23
3	86.41	84.32	2.09	76.87	7.45	28.1	28
LÍMITE PLÁSTICO							
1	84.48	83.41	1.07	76.52	6.89	15.5	
2	89.85	88.97	0.88	83.18	5.79	15.2	
3	76.84	76.11	0.73	71.21	4.9	14.9	
L.L.	28.8		L.P.	15.2		I.P.	13.6

Nota. Elaboración propia

Figura 20.

Diagrama de Fluidez de la Calicata 5



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Los ensayos de límites de consistencia mostraron que la muestra analizada presenta un límite líquido 28.8%, un límite plástico 15.2% y un índice de

plasticidad 13.6%. Esto se debe a la presencia de material fino que son los encargados de brindar consistencia a un suelo.

Tabla 63.

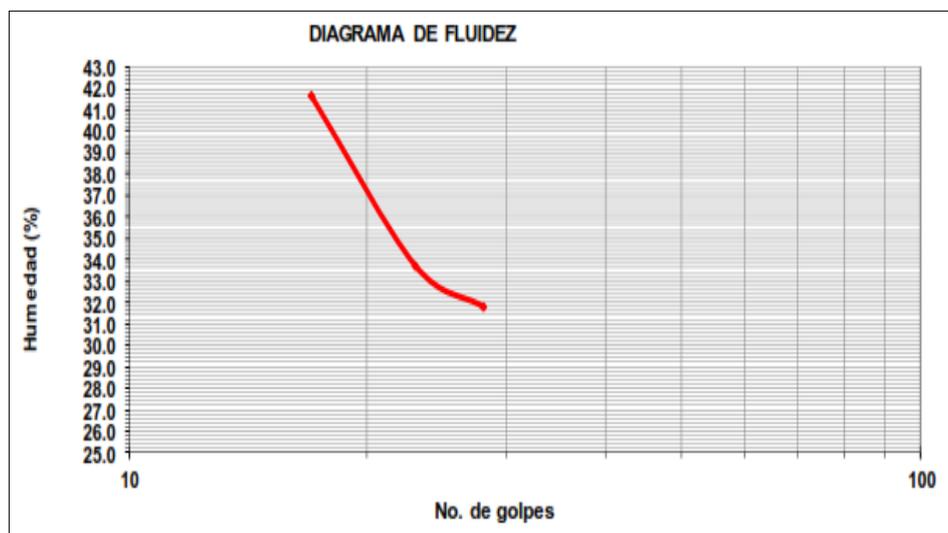
Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 6

CALICATA N° 6							
CRISTAL N°	Wh + CRISTAL (g)	Ws + CRISTAL (g)	W AGUA (g)	W CRISTAL (g)	Ws (g)	HUMEDAD (%)	N° GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	78.41	76.36	2.05	71.44	4.92	41.7	17
2	69.69	68.85	0.84	66.36	2.49	33.7	23
3	73.1	71.62	1.48	66.97	4.65	31.8	28
LÍMITE PLÁSTICO							
1	66.71	66.66	0.05	66.39	0.27	18.5	
2	56.95	56.9	0.05	56.61	0.29	17.2	
3	66.55	66.48	0.07	66.09	0.39	17.9	
L.L.	33.3		L.P.	17.9		I.P.	15.4

Nota. Elaboración propia

Figura 21.

Diagrama de Fluidez de la Calicata 6



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Los ensayos de límites de consistencia mostraron que la muestra analizada presenta un límite líquido 33.3%, un límite plástico 17.9% y un índice de

plasticidad 15.4%. Esto se debe a la presencia de material fino que son los encargados de brindar consistencia a un suelo.

Tabla 64.

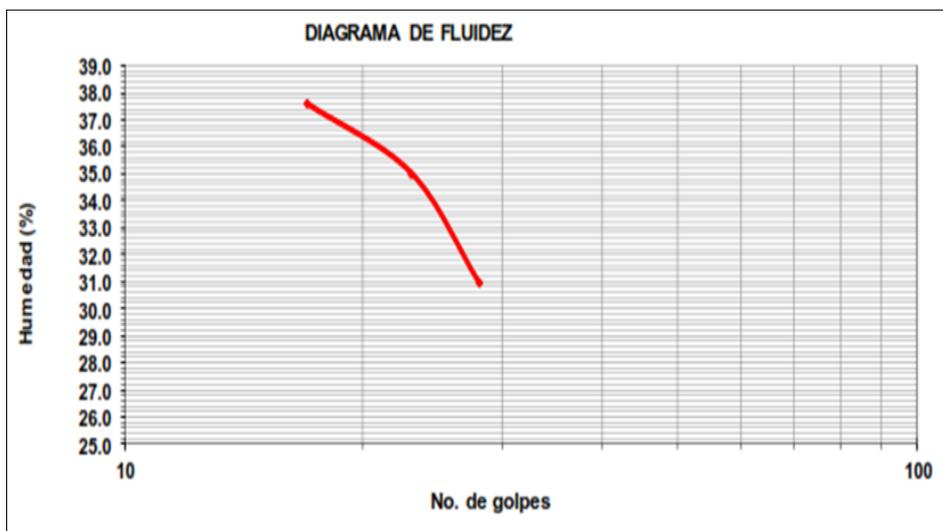
Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 7

CALICATA N° 7							
CRISTAL N°	Wh + CRISTAL (g)	Ws + CRISTAL (g)	W AGUA (g)	W CRISTAL (g)	Ws (g)	HUMEDAD (%)	N° GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	82.47	81.41	1.06	78.59	2.82	37.6	17
2	81.24	78.95	2.29	72.41	6.54	35.0	23
3	75.23	74.32	0.91	71.38	2.94	31.0	28
LÍMITE PLÁSTICO							
1	79.26	78.97	0.29	77.02	1.95	14.9	
2	84.62	84.22	0.4	81.64	2.58	15.5	
3	75.48	75.21	0.27	73.19	2.02	13.4	
L.L.	33.0		L.P.	14.6		I.P.	18.4

Nota. Elaboración propia

Figura 22.

Diagrama de Fluidez de la Calicata 7



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Los ensayos de límites de consistencia mostraron que la muestra analizada presenta un límite líquido de 33.0%, un límite plástico de 14.6% y un índice de

plasticidad de 18.4%. Esto se debe a la presencia de material fino que son los encargados de brindar consistencia a un suelo.

Tabla 65.

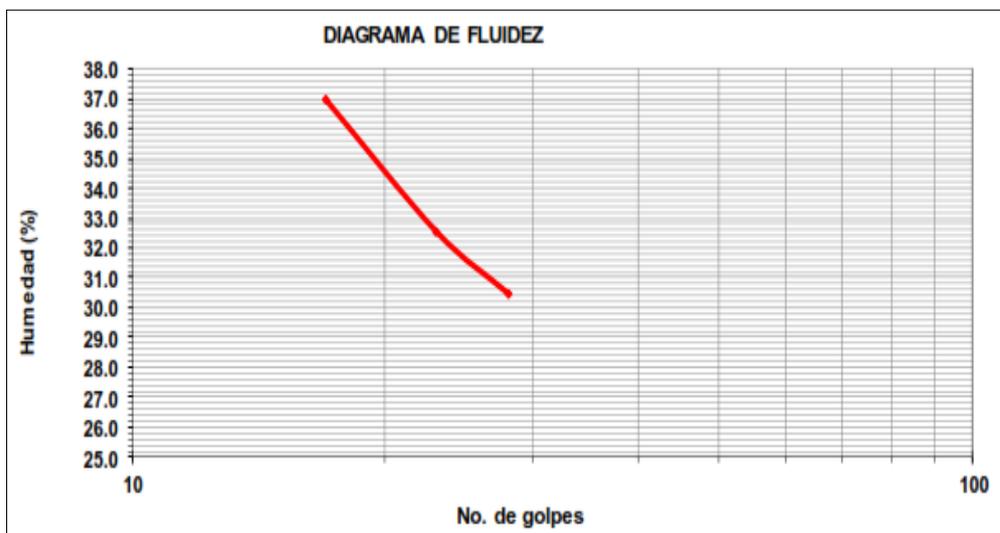
Tabla de resultados de la prueba de límites de consistencia de la Calicata 8

CALICATA N° 8							
CRISTAL N°	Wh + CRISTAL (g)	Ws + CRISTAL (g)	W AGUA (g)	W CRISTAL (g)	Ws (g)	HUMEDAD (%)	N° GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	77.59	76.67	0.92	74.18	2.49	36.9	17
2	82.64	84.54	1.1	78.16	3.38	32.5	23
3	72.99	71.64	1.35	67.21	4.43	30.5	28
LÍMITE PLÁSTICO							
1	73.67	72.67	1.0	67.23	5.44	18.4	
2	82.64	81.67	0.97	76.49	5.18	18.7	
3	82.64	81.87	0.77	77.69	4.18	18.4	
L.L.	31.8		L.P.	18.5		I.P.	13.3

Nota. Elaboración propia

Figura 23.

Diagrama de Fluidez de la Calicata 8



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Los ensayos de límites de consistencia mostraron que la muestra analizada presenta un límite líquido de=31.8%, un límite plástico de 18.5% y un índice de

plasticidad de 13.3%. Esto se debe a la presencia de material fino que son los encargados de brindar consistencia a un suelo.

**d) Ensayo de compactación Proctor modificado
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

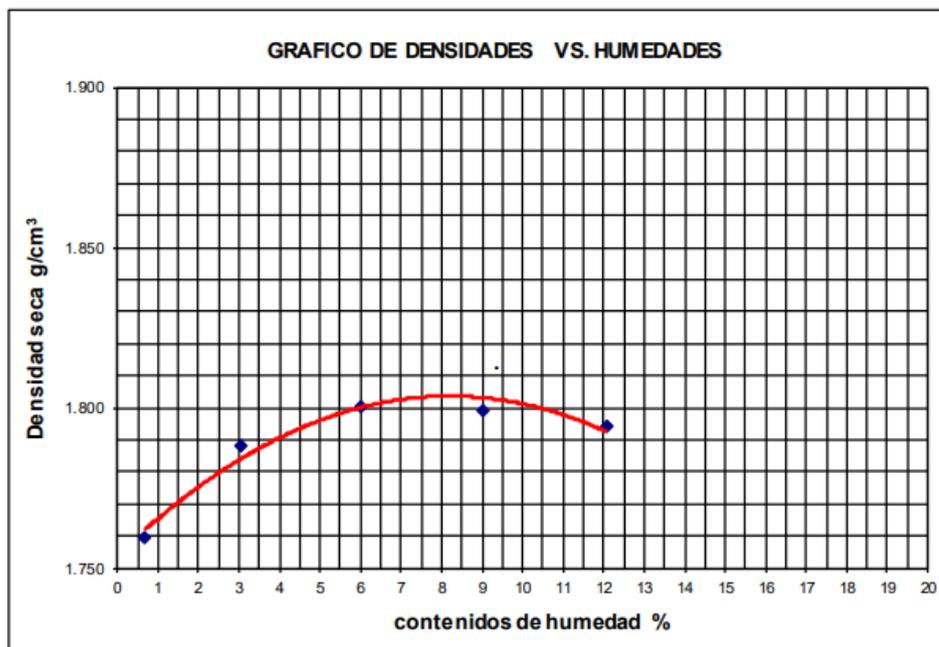
Tabla 66.

Tabla de resultados de la prueba del Proctor modificado para la calicata 5

CALICATA N° 5											
Material:	Afirmado					Peso del martillo:					
Volumen de molde:	2131.71 cm ³					Altura de caída:					
Peso de molde:	6643 g					# de capas:					
Muestra:	C5					Golpes por capa:					
DATOS PARA LA CURVA											
Muestra #			1		2		3		4		5
Peso del molde + suelo húmedo (g)			10421.00		10574.00		10714.00		10826.00		10932.00
Peso del suelo húmedo (g)			3778.00		3931.00		4071.00		4183.00		4289.00
Humedad calculada (%)			0.68		3.07		6.01		9.03		12.07
Densidad Húmeda (g/cm³)			1.771		1.843		1.909		1.961		2.011
Densidad seca (g/cm³)			1.759		1.788		1.801		1.799		1.794
Contenidos de humedad											
Muestra #			1		2		3		4		5
Recipiente #											
Recipiente + suelo húmedo (g)	105.1	135.60	90.86	146.7	127.4	159.3	142.4	156.8	135.4	124.6	
Recipiente + suelo seco (g)	104.9	134.90	89.92	144.3	124.5	155	134	150.9	129.5	118.9	
Peso del recipiente (g)	70.18	52.41	59.04	67.21	77.12	82.53	42.16	85.26	81.02	71.65	
Peso del suelo seco (g)	34.70	82.49	30.88	77.11	47.41	72.43	91.86	65.64	48.51	47.26	
Peso del agua (g)	0.18	0.70	0.94	2.38	2.86	4.34	8.34	5.90	5.87	5.69	
Contenido de Humedad (%)	0.52	0.85	3.04	3.09	6.03	5.99	9.08	8.99	12.10	12.04	
Humedad promedio (%)	0.68		3.07		6.01		9.03		12.07		
Densidad Máxima							1.804 g/cm³				
Humedad Óptima							8.10 %				

Nota. Elaboración propia

Figura 24.

Gráfico Densidad vs Humedad de la calicata 5

Nota. Elaboración propia

Análisis:

Del ensayo de compactación de energía modificada se puede obtener la máxima densidad seca de compactación que es de 1.804 y una humedad óptima de 8.10%. Estos valores servirán para que la muestra al encontrarse lista para su puesta en servicio sea compactada adecuadamente.

Tabla 67.

Tabla de resultados de la prueba del Proctor modificado para la calicata 6

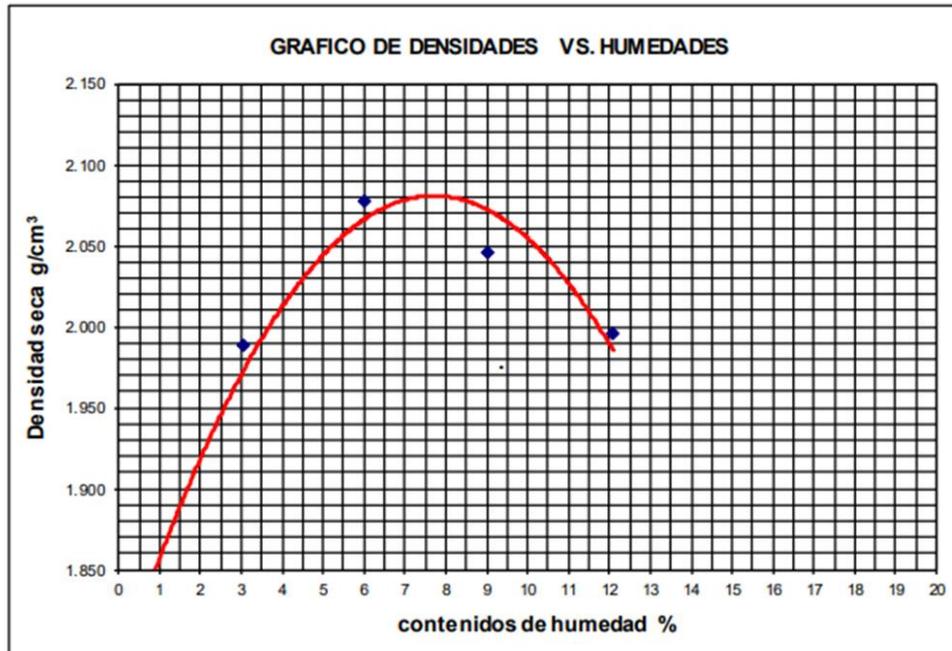
CALICATA N° 6						
Material:	Afirmado	Peso del martillo:				
Volumen de molde:	2131.71 cm ³	Altura de caída:				
Peso de molde:	6643 g	# de capas:		5		
Muestra:	C6	Golpes por capa:			56	
DATOS PARA LA CURVA						
Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo (g)		10561.00	11014.00	11341.00	11398.00	11415.00

Peso del suelo húmedo (g)		3918.00	4371.00	4698.00	4755.00	4772.00					
Humedad calculada (%)		0.68	3.07	6.02	9.00	12.09					
Densidad Húmeda (g/cm ³)		1.837	2.050	2.203	2.230	2.238					
Densidad seca (g/cm ³)		1.825	1.989	2.078	2.045	1.996					
Contenidos de humedad											
Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Recipiente + suelo húmedo (g)		105.1	135.60	90.86	146.7	136.5	156.8	155.3	156.8	132.6	142.4
Recipiente + suelo seco (g)		104.9	134.90	89.92	144.3	132.8	151.6	148.6	150.9	125.2	135.5
Peso del recipiente (g)		70.18	52.41	59.04	67.21	71.56	66.32	74.23	85.26	64.54	78.6
Peso del suelo seco (g)		34.70	82.49	30.88	77.11	61.22	85.30	74.37	65.64	60.70	56.87
Peso del agua (g)		0.18	0.70	0.94	2.38	3.67	5.15	6.70	5.90	7.32	6.89
Contenido de Humedad (%)		0.52	0.85	3.04	3.09	5.99	6.04	9.01	8.99	12.06	12.12
Humedad promedio (%)		0.68	3.07	6.02	9.00	12.09					
		Densidad Máxima					2.080 g/cm³				
		Humedad Óptima					7.80 %				

Nota. Elaboración propia

Figura 25.

Gráfico Densidad vs Humedad de la calicata 6



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Del ensayo de compactación de energía modificada se puede obtener la máxima densidad seca de compactación que es de 2.080 y una humedad óptima de 7.80%. Estos valores servirán para que la muestra al encontrarse lista para su puesta en servicio sea compactada adecuadamente.

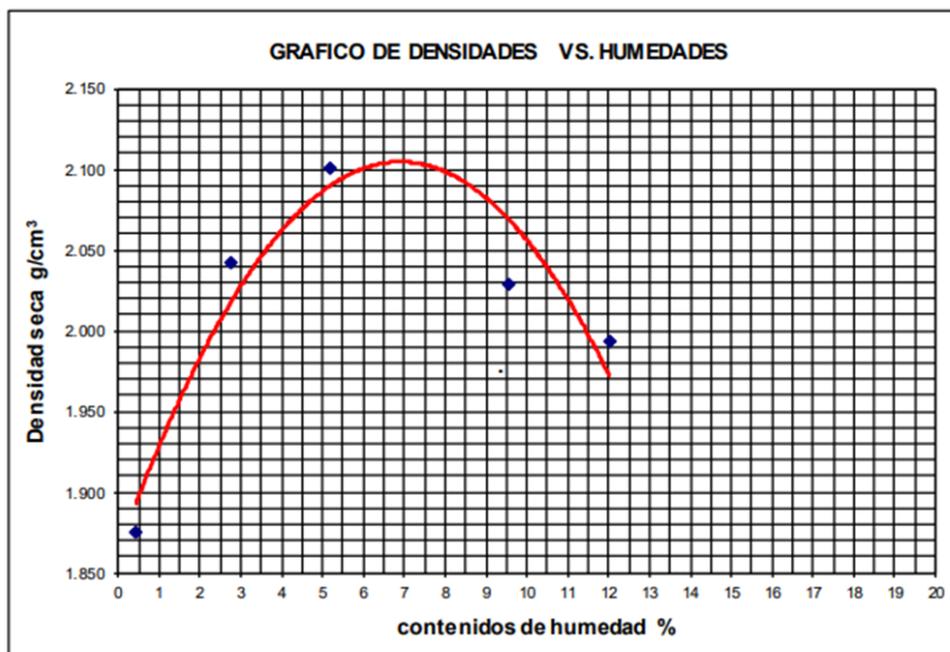
Tabla 68.

Tabla de resultados de la prueba del Proctor modificado para la calicata 7

CALICATA N° 7										
Material:	Afirmado					Peso del martillo:				
Volumen de molde:	2131.71 cm ³					Altura de caída:				
Peso de molde:	6643 g					# de capas: 5				
Muestra:	C7					Golpes por capa: 56				
DATOS PARA LA CURVA										
Muestra #			1	2	3	4	5			
Peso del molde + suelo húmedo (g)			10659.00	11118.00	11357.00	11383.00	11406.00			
Peso del suelo húmedo (g)			4016.00	4475.00	4714.00	4740.00	4763.00			
Humedad calculada (%)			0.43	2.74	5.19	9.56	12.02			
Densidad Húmeda (g/cm³)			1.883	2.098	2.210	2.223	2.223			
Densidad seca (g/cm³)			1.875	2.042	2.101	2.029	1.994			
Contenidos de humedad										
Muestra #			1	2	3	4	5			
Recipiente #										
Recipiente + suelo húmedo (g)	110.6	105.4	69.66	98.63	90.3	95.23	117.1	105.6	123.3	102.6
Recipiente + suelo seco (g)	110.5	105.2	69.38	97.28	89.65	93.91	112.7	101.5	116.8	98.71
Peso del recipiente (g)	70.18	70.18	59.04	48.75	77.12	68.52	66.4	58.72	63.21	66.66
Peso del suelo seco (g)	40.31	34.99	10.34	48.53	12.53	25.39	46.32	42.81	53.59	32.05
Peso del agua (g)	0.13	0.19	0.28	1.35	0.65	1.32	4.42	4.10	6.45	3.85
Contenido de Humedad (%)	0.32	0.54	2.71	2.78	5.19	5.20	9.54	9.58	12.04	12.01
Humedad promedio (%)	0.43		2.74		5.19		9.56		12.02	
Densidad Máxima						2.105 g/cm³				
Humedad Óptima						7.00 %				

Nota. Elaboración propia

Figura 26.

Gráfico Densidad vs Humedad de la calicata 7

Nota. Elaboración propia

Análisis:

Del ensayo de compactación de energía modificada se puede obtener la máxima densidad seca de compactación que es de 2.105 y una humedad óptima de 7.00%. Estos valores servirán para que la muestra al encontrarse lista para su puesta en servicio sea compactada adecuadamente.

Tabla 69.

Tabla de resultados de la prueba del Proctor modificado para la calicata 8

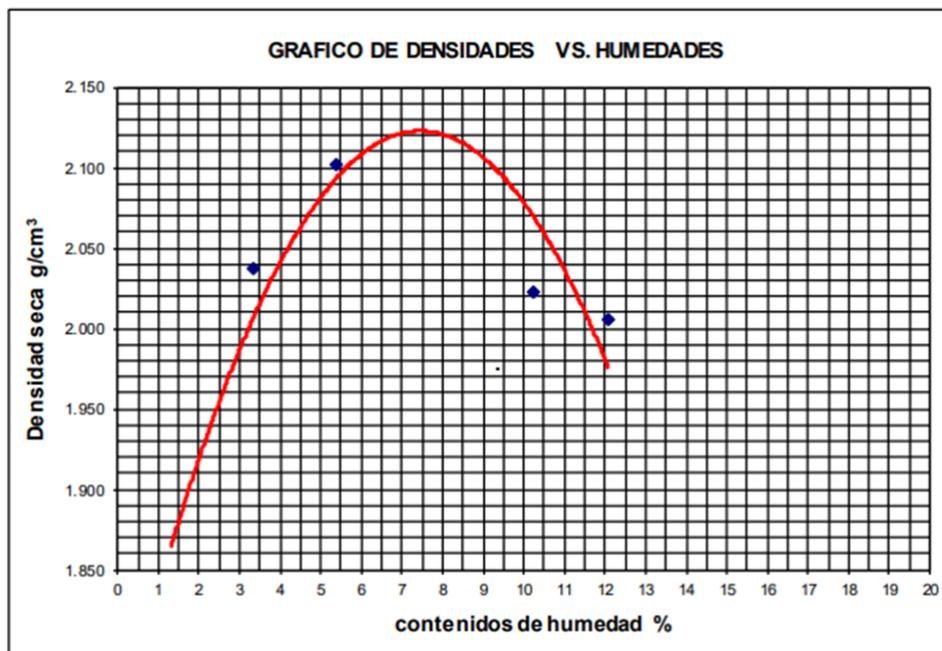
CALICATA N° 8						
Material:	Afirmado	Peso del martillo:				
Volumen de molde:	2131.71 cm ³	Altura de caída:				
Peso de molde:	6643 g	# de capas:	5			
Muestra:	C8	Golpes por capa:	56			
DATOS PARA LA CURVA						
Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo (g)		10625.00	11134.00	11367.00	11399.00	11437.00

Peso del suelo húmedo (g)		3982.00	4491.00	4724.00	4756.00	4794.00					
Humedad calculada (%)		1.31	3.35	5.39	10.26	12.08					
Densidad Húmeda (g/cm ³)		1.867	2.106	2.215	2.230	2.248					
Densidad seca (g/cm ³)		1.843	2.037	2.102	2.023	2.006					
Contenidos de humedad											
Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Recipiente + suelo húmedo (g)		121.9	135.60	121.6	146.7	122.5	159.3	155.3	156.8	135.6	123.5
Recipiente + suelo seco (g)		121.4	134.70	119.8	144.1	119.2	155.1	147.8	150.9	129.6	117.8
Peso del recipiente (g)		89.45	50.00	67.21	65	52.41	83.21	70.5	96.32	80	70.45
Peso del suelo seco (g)		31.95	84.70	52.59	79.10	66.79	71.89	77.30	54.58	49.60	47.35
Peso del agua (g)		0.50	0.90	1.80	2.60	3.30	4.20	7.50	5.90	6.00	5.71
Contenido de Humedad (%)		1.56	1.06	3.42	3.29	4.94	5.84	9.70	10.81	12.10	12.06
Humedad promedio (%)		1.31	3.35	5.39	10.26	12.08					
Densidad Máxima							2.110 g/cm³				
Humedad Óptima							7.50 %				

Nota. Elaboración propia

Figura 27.

Gráfico Densidad vs Humedad de la calicata 8



Nota. Elaboración propia

Análisis:

Del ensayo de compactación de energía modificada se puede obtener la máxima densidad seca de compactación que es de 2.110 y una humedad optima de 7.50%. Estos valores servirán para que la muestra al encontrarse lista para su puesta en servicio sea compactada adecuadamente.

e) Índice de CBR de suelos ASTM D 1883

Tabla 70.

Tabla de resultados de la prueba del CBR para la calicata 5

CALICATA Nº 5						
DATOS DEL ENSAYO						
Muestra #	1		2		3	
Nº de golpes	12		25		56	
Peso del molde (g)	7933		7927		7921	
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11547		11834		12072	
Peso suelo húmedo (g)	3614		3907		4151	
Volumen cm³	2122.7		2122.7		2122.7	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.70		1.84		1.96	
Densidad seca (g/cm³)	1.57		1.70		1.81	
Contenido de humedad (%)	8.10		8.12		8.11	
DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO						
Muestra #	12		25		56	
Recipiente + suelo húmedo (g)	105.00	98.65	97.17	99.65	106.98	97.41
Recipiente + suelo seco (g)	102.32	96.55	94.82	97.47	103.71	94.86
Peso del recipiente (g)	69.26	70.61	65.92	70.58	63.31	63.5
Peso del suelo seco (g)	33.06	25.94	28.9	26.89	40.4	31.36
Peso del agua (g)	2.68	2.1	2.35	2.18	3.27	2.55
Contenido de humedad (%)	8.11	8.10	8.13	8.11	8.09	8.13
Humedad promedio (%)	8.10		8.12		8.11	

Nota. Elaboración propia

Tabla 71.*Tabla de esfuerzos de 12 golpes por capa*

Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.55	0.001932	0.28
0.050	1.27	1.21	0.001932	0.63
0.075	1.91	1.78	0.001932	0.92
0.100	2.54	2.33	0.001932	1.21
0.125	3.18	2.81	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.19	0.001932	1.65
0.175	4.45	3.52	0.001932	1.82
0.200	5.08	3.73	0.001932	1.93
0.300	7.62	4.72	0.001932	2.44
0.400	10.16	5.43	0.001932	2.81
0.500	12.70	6.11	0.001932	3.16

Nota. Elaboración propia

Tabla 72.*Tabla de esfuerzos de 25 golpes por capa*

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.71	0.001932	0.37
0.050	1.27	1.44	0.001932	0.75
0.075	1.91	2.13	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.75	0.001932	1.42
0.125	3.18	3.31	0.001932	1.71
0.150	3.81	3.75	0.001932	1.94
0.175	4.45	4.06	0.001932	2.10
0.200	5.08	4.33	0.001932	2.24
0.300	7.62	5.23	0.001932	2.71
0.400	10.16	6.04	0.001932	3.13
0.500	12.70	6.83	0.001932	3.54

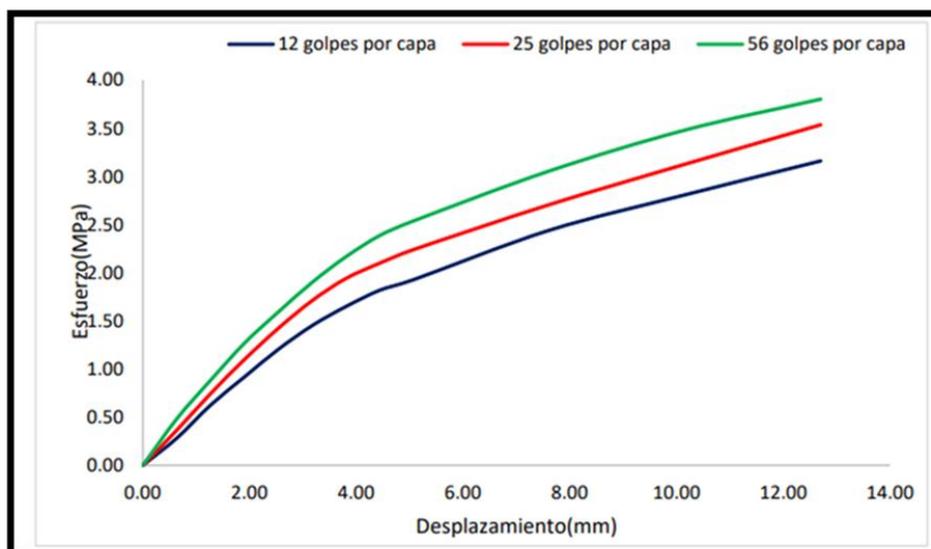
Nota. Elaboración propia

Tabla 73.*Tabla de esfuerzos de 56 golpes por capa*

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.71	0.001932	0.89
0.075	1.91	2.46	0.001932	1.27
0.100	2.54	3.08	0.001932	1.59
0.125	3.18	3.68	0.001932	1.90
0.150	3.81	4.19	0.001932	2.17
0.175	4.45	4.62	0.001932	2.39
0.200	5.08	4.91	0.001932	2.54
0.300	7.62	5.91	0.001932	3.06
0.400	10.16	6.73	0.001932	3.48
0.500	12.70	7.35	0.001932	3.80

Nota. Elaboración propia

Figura 28.

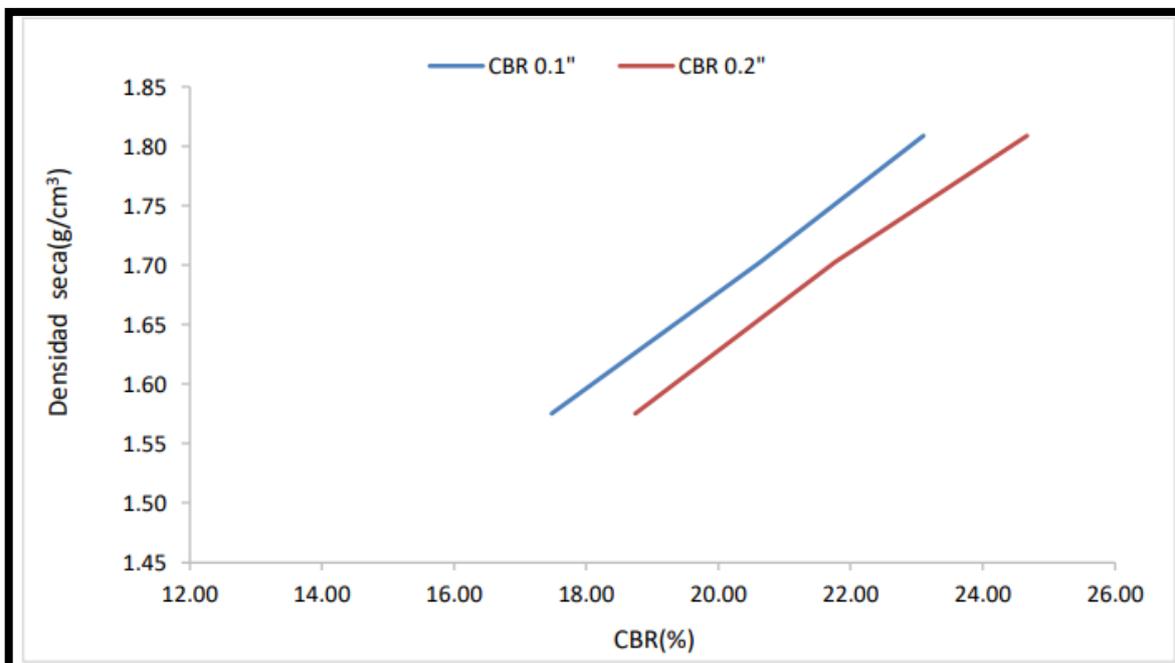
Gráfico Esfuerzos vs Desplazamientos

Nota. Elaboración propia

Tabla 74.*Tabla de esfuerzos %CBR*

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.21	6.9	17.48
12	0.2	1.93	10.3	18.74
25	0.1	1.42	6.9	20.63
25	0.2	2.24	10.3	21.76
56	0.1	1.59	6.9	23.10
56	0.2	2.54	10.3	24.67

Nota. Elaboración propia

Figura 29.*Tabla de densidad seca vs CBR*

Nota. Elaboración propia

Tabla 75.*Tabla de esfuerzos %CBR*

M.D.S.	1.804	g/cm ³
95%(M.D.S.)	1.714	g/cm ³
C.B.R. (M.D.S.) 0.1"	20.8	%
C.B.R. (M.D.S.) 0.2"	22.4	%

Nota. Elaboración propia

Analisis:

El índice de CBR es el valor de resistencia a la penetración localizada de un suelo en el caso de esta muestra analizada el valor que se obtuvo fue de 22.4% al 95% de la máxima densidad seca obtenida por el ensayo de compactación modificada.

Tabla 76.*Tabla de resultados de la prueba del CBR para la calicata 6*

CALICATA N° 6						
DATOS DEL ENSAYO						
Muestra #	1		2		3	
N° de golpes	12		25		56	
Peso del molde (g)	7933		7927		7921	
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12052		12496		12642	
Peso suelo húmedo (g)	4119		4569		4721	
Volumen cm³	2122.7		2122.7		2122.7	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.94		2.15		2.22	
Densidad seca (g/cm³)	1.80		2.00		2.06	
Contenido de humedad (%)	7.81		7.83		7.83	
DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO						
Muestra #	12		25		56	
Recipiente + suelo húmedo (g)	84.54	85.10	95.22	94.30	97.02	89.81
Recipiente + suelo seco (g)	83.29	83.8	93.18	92.23	94.75	88.18
Peso del recipiente (g)	67.31	67.13	67.02	65.88	65.74	67.38
Peso del suelo seco (g)	15.98	16.67	26.16	26.35	29.01	20.8
Peso del agua (g)	1.25	1.30	2.04	2.07	2.27	1.63
Contenido de humedad (%)	7.82	7.80	7.80	7.86	7.82	7.84
Humedad promedio (%)	7.81		7.83		7.83	

Nota. Elaboración propia

Tabla 77.*Tabla de esfuerzos de 12 golpes por capa*

Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.61	0.001932	0.32
0.050	1.27	1.29	0.001932	0.67
0.075	1.91	2.04	0.001932	1.06
0.100	2.54	2.73	0.001932	1.41
0.125	3.18	3.15	0.001932	1.63
0.150	3.81	3.58	0.001932	1.85
0.175	4.45	3.92	0.001932	2.03
0.200	5.08	4.25	0.001932	2.20
0.300	7.62	4.89	0.001932	2.53
0.400	10.16	5.48	0.001932	2.84
0.500	12.70	5.94	0.001932	3.07

Nota. Elaboración propia

Tabla 78.*Tabla de esfuerzos de 25 golpes por capa*

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.86	0.001932	0.45
0.050	1.27	1.58	0.001932	0.82
0.075	1.91	2.45	0.001932	1.27
0.100	2.54	3.28	0.001932	1.70
0.125	3.18	3.82	0.001932	1.98
0.150	3.81	4.31	0.001932	2.23
0.175	4.45	4.76	0.001932	2.46
0.200	5.08	5.13	0.001932	2.66
0.300	7.62	5.78	0.001932	2.99
0.400	10.16	6.29	0.001932	3.26
0.500	12.70	6.84	0.001932	3.54

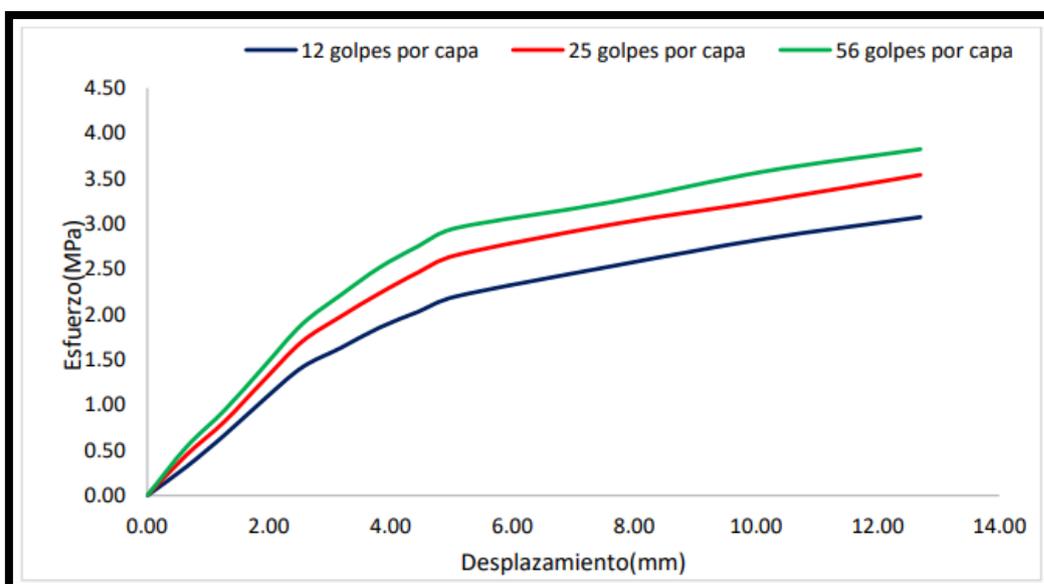
Nota. Elaboración propia

Tabla 79.*Tabla de esfuerzos de 56 golpes por capa*

Ensayo de CBR			56 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.03	0.001932	0.53
0.050	1.27	1.82	0.001932	0.94
0.075	1.91	2.74	0.001932	1.42
0.100	2.54	3.65	0.001932	1.89
0.125	3.18	4.28	0.001932	2.22
0.150	3.81	4.86	0.001932	2.52
0.175	4.45	5.32	0.001932	2.75
0.200	5.08	5.71	0.001932	2.96
0.300	7.62	6.26	0.001932	3.24
0.400	10.16	6.92	0.001932	3.58
0.500	12.70	7.39	0.001932	3.83

Nota. Elaboración propia

Figura 30.

Gráfico Esfuerzos vs Desplazamientos

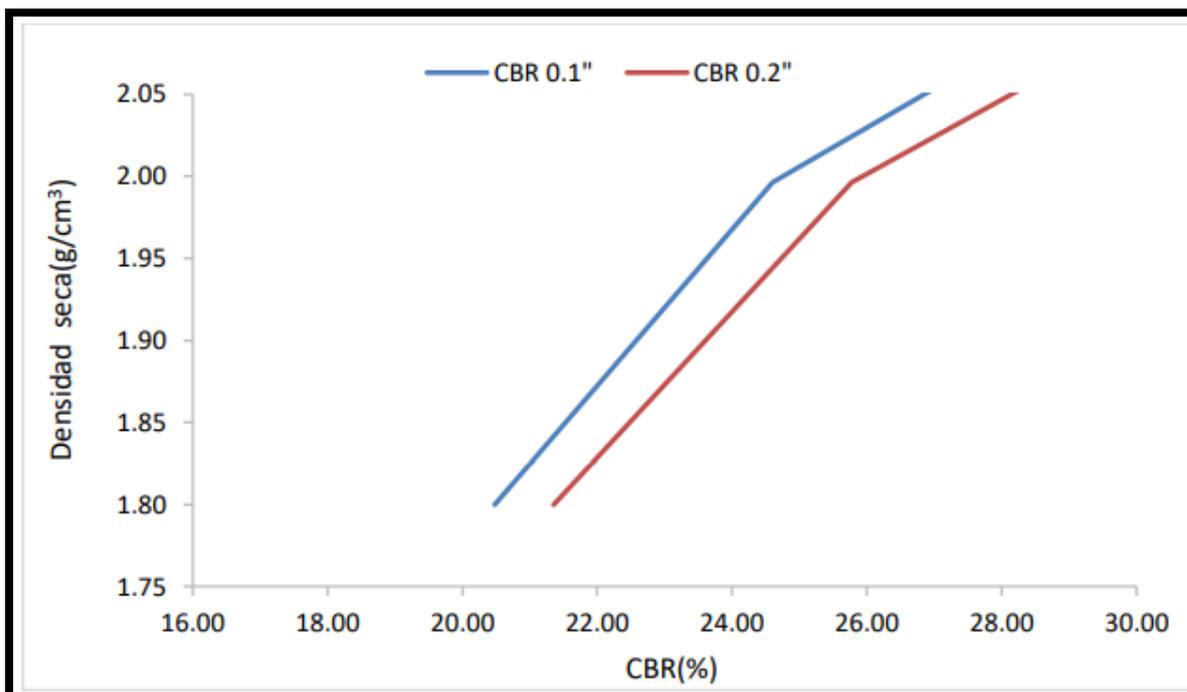
Nota. Elaboración propia

Tabla 80.*Tabla de esfuerzos %CBR*

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.41	6.9	20.48
12	0.2	2.20	10.3	21.36
25	0.1	1.70	6.9	24.60
25	0.2	2.66	10.3	25.78
56	0.1	1.89	6.9	27.38
56	0.2	2.96	10.3	28.69

Nota. Elaboración propia

Figura 31.

Tabla de densidad seca vs CBR

Nota. Elaboración propia

Tabla 81.*Tabla de esfuerzos %CBR*

M.D.S.	2.080	g/cm ³
95%(M.D.S.)	1.976	g/cm ³
C.B.R. (M.D.S.) 0.1"	24.7	%
C.B.R. (M.D.S.) 0.2"	25.8	%

Nota. Elaboración propia

Analisis:

El índice de CBR es el valor de resistencia a la penetración localizada de un suelo en el caso de esta muestra analizada el valor que se obtuvo fue de 25.8% al 95% de la máxima densidad seca obtenida por el ensayo de compactación modificada.

Tabla 82.

Tabla de resultados de la prueba del CBR para la calicata 7

CALICATA N° 7						
DATOS DEL ENSAYO						
Muestra #		1	2	3		
N° de golpes		12	25	56		
Peso del molde (g)		7933	7927	7921		
Peso del molde + suelo húmedo (g)		12084	12470	12663		
Peso suelo húmedo (g)		4151	4543	4742		
Volumen cm ³		2122.7	2122.7	2122.7		
Densidad húmeda (g/cm ³)		1.96	2.14	2.23		
Densidad seca (g/cm³)		1.83	2.00	2.09		
Contenido de humedad (%)		7.00	7.03	7.03		
DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO						
Muestra #		12	25	56		
Recipiente + suelo húmedo (g)		85.22	86.43	94.06	89.95	97.05
Recipiente + suelo seco (g)		83.91	95.09	92.15	88.51	95.06
Peso del recipiente (g)		65.22	65.94	65.03	67.98	66.64
Peso del suelo seco (g)		18.69	19.15	27.12	20.53	28.42
Peso del agua (g)		1.31	1.34	1.91	1.44	1.99
Contenido de humedad (%)		7.01	7.00	7.04	7.01	7.00
Humedad promedio (%)		7.00	7.03	7.03		

Nota. Elaboración propia

Tabla 83.*Tabla de esfuerzos de 12 golpes por capa*

Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.34
0.050	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	2.11	0.001932	1.09
0.100	2.54	2.75	0.001932	1.42
0.125	3.18	3.28	0.001932	1.70
0.150	3.81	3.68	0.001932	1.90
0.175	4.45	4.06	0.001932	2.10
0.200	5.08	4.31	0.001932	2.23
0.300	7.62	4.93	0.001932	2.55
0.400	10.16	5.51	0.001932	2.85
0.500	12.70	5.93	0.001932	3.07

Nota. Elaboración propia

Tabla 84.*Tabla de esfuerzos de 25 golpes por capa*

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.89	0.001932	0.46
0.050	1.27	1.63	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.55	0.001932	1.32
0.100	2.54	3.22	0.001932	1.67
0.125	3.18	3.91	0.001932	2.02
0.150	3.81	4.41	0.001932	2.28
0.175	4.45	4.78	0.001932	2.47
0.200	5.08	4.96	0.001932	2.57
0.300	7.62	5.81	0.001932	3.01
0.400	10.16	6.32	0.001932	3.27
0.500	12.70	6.81	0.001932	3.52

Nota. Elaboración propia

Tabla 85.

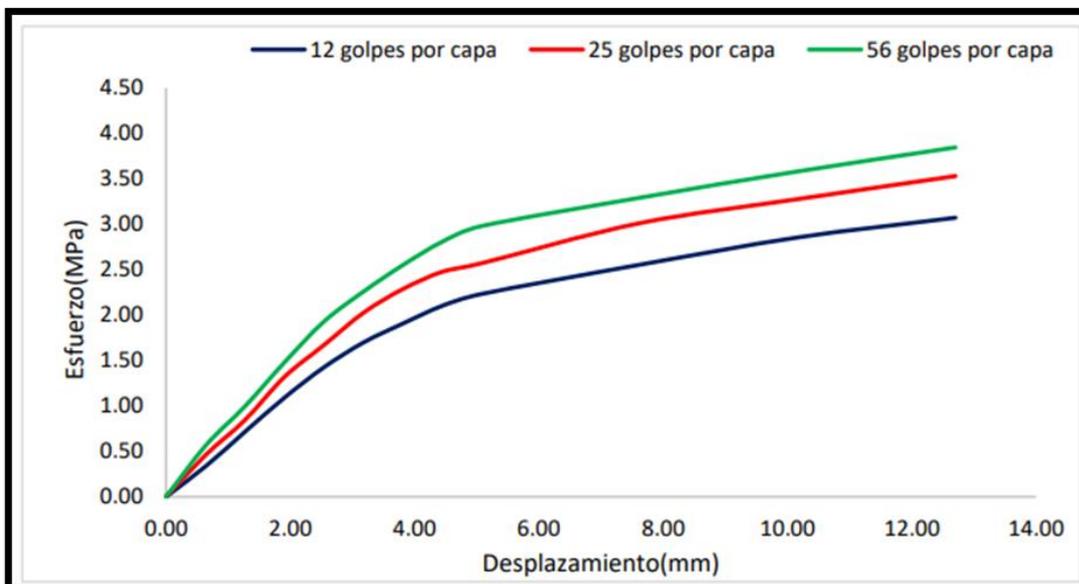
Tabla de esfuerzos de 56 golpes por capa

Ensayo de CBR			56 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.09	0.001932	0.56
0.050	1.27	1.92	0.001932	0.99
0.075	1.91	2.86	0.001932	1.48
0.100	2.54	3.72	0.001932	1.93
0.125	3.18	4.36	0.001932	2.26
0.150	3.81	4.92	0.001932	2.55
0.175	4.45	5.42	0.001932	2.81
0.200	5.08	5.75	0.001932	2.98
0.300	7.62	6.35	0.001932	3.29
0.400	10.16	6.91	0.001932	3.58
0.500	12.70	7.42	0.001932	3.84

Nota. Elaboración propia

Figura 32.

Gráfico Esfuerzos vs Desplazamientos

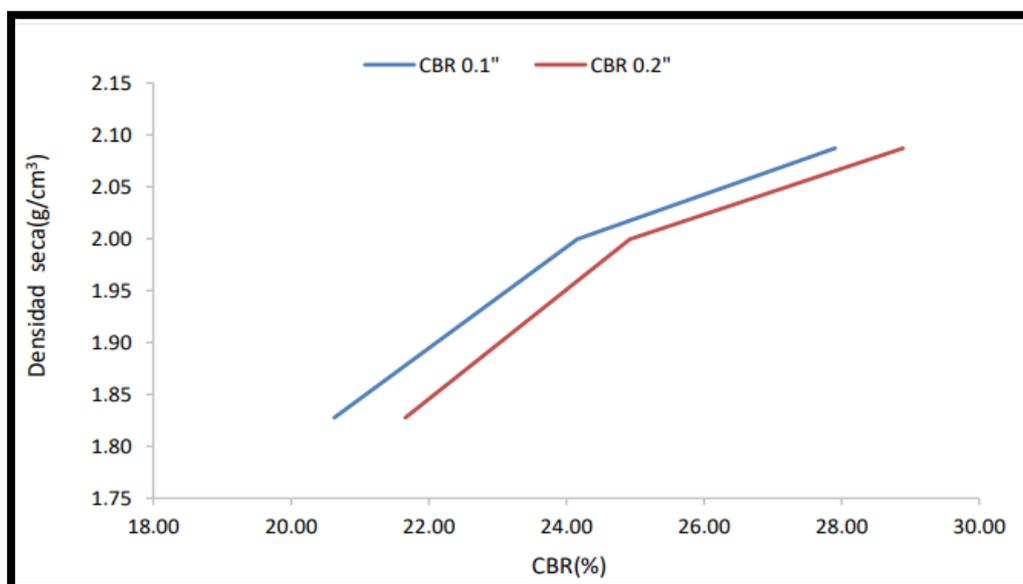


Nota. Elaboración propia

Tabla 86.*Tabla de esfuerzos %CBR*

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.42	6.9	20.63
12	0.2	2.23	10.3	21.66
25	0.1	1.67	6.9	24.15
25	0.2	2.57	10.3	24.93
56	0.1	1.93	6.9	27.91
56	0.2	2.98	10.3	28.90

Nota. Elaboración propia

Figura 33.*Tabla de densidad seca vs CBR*

Nota. Elaboración propia

Tabla 87.*Tabla de esfuerzos %CBR*

M.D.S.	2.105	g/cm ³
95%(M.D.S.)	2.000	g/cm ³
C.B.R. (M.D.S.) 0.1"	25.2	%
C.B.R. (M.D.S.) 0.2"	26	%

Nota. Elaboración propia

Analisis:

El índice de CBR es el valor de resistencia a la penetración localizada de un suelo en el caso de esta muestra analizada el valor que se obtuvo fue de 26.0% al 95% de la máxima densidad seca obtenida por el ensayo de compactación modificada.

Tabla 88.*Tabla de resultados de la prueba del CBR para la calicata 8*

CALICATA N° 8						
DATOS DEL ENSAYO						
Muestra #	1		2		3	
N° de golpes	12		25		56	
Peso del molde (g)	7933		7927		7921	
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12099		12518		12801	
Peso suelo húmedo (g)	4166		4591		4880	
Volumen cm ³	2122.7		2122.7		2122.7	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.96		2.16		2.30	
Densidad seca (g/cm³)	1.83		2.01		2.14	
Contenido de humedad (%)	7.50		7.50		7.48	
DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO						
Muestra #	12		25		56	
Recipiente + suelo húmedo (g)	85.63	87.56	88.95	90.74	93.65	96.85
Recipiente + suelo seco (g)	84.36	86.08	87.39	89.20	92.18	95.18
Peso del recipiente (g)	67.45	66.33	66.52	68.72	72.55	72.84
Peso del suelo seco (g)	16.91	19.75	20.87	20.48	19.63	22.34
Peso del agua (g)	1.27	1.48	1.56	1.54	1.47	1.67
Contenido de humedad (%)	7.51	7.49	7.47	7.52	7.49	7.48
Humedad promedio (%)	7.50		7.50		7.48	

Nota. Elaboración propia

Tabla 89.*Tabla de esfuerzos de 12 golpes por capa*

Ensayo de CBR			12 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.63	0.001932	0.33
0.050	1.27	1.36	0.001932	0.70
0.075	1.91	2.13	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.78	0.001932	1.44
0.125	3.18	3.31	0.001932	1.71
0.150	3.81	3.73	0.001932	1.93
0.175	4.45	4.12	0.001932	2.13
0.200	5.08	4.33	0.001932	2.24
0.300	7.62	5.06	0.001932	2.62
0.400	10.16	5.59	0.001932	2.89
0.500	12.70	5.99	0.001932	3.10

Nota. Elaboración propia

Tabla 90.*Tabla de esfuerzos de 25 golpes por capa*

Ensayo de CBR			25 golpes por capa	
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.84	0.001932	0.43
0.050	1.27	1.65	0.001932	0.85
0.075	1.91	2.51	0.001932	1.30
0.100	2.54	3.29	0.001932	1.70
0.125	3.18	3.88	0.001932	2.01
0.150	3.81	4.45	0.001932	2.30
0.175	4.45	4.83	0.001932	2.50
0.200	5.08	5.13	0.001932	2.66
0.300	7.62	5.76	0.001932	2.98
0.400	10.16	6.33	0.001932	3.28
0.500	12.70	6.83	0.001932	3.54

Nota. Elaboración propia

Tabla 91.

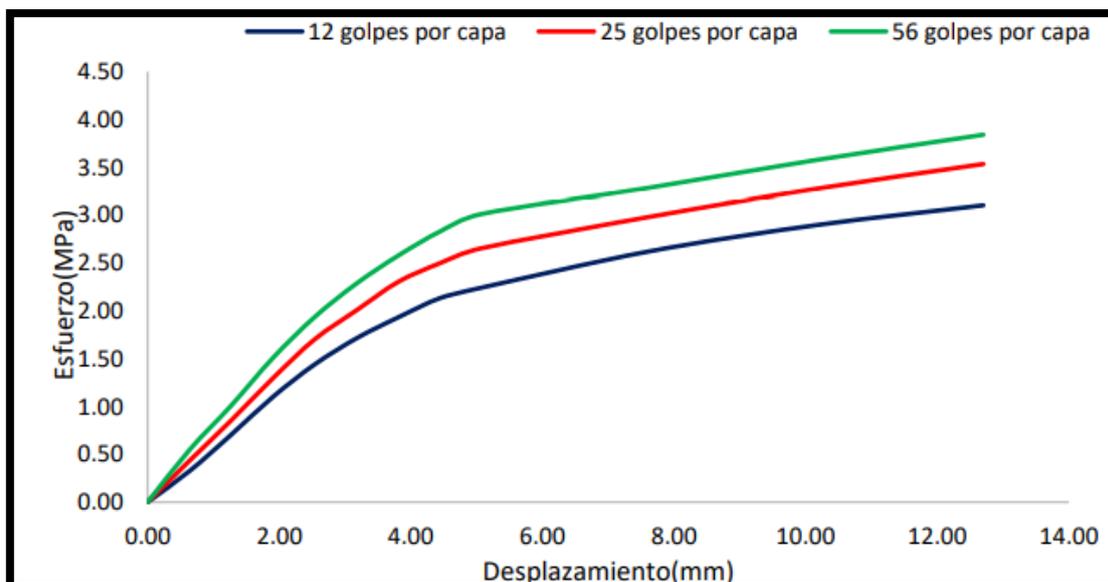
Tabla de esfuerzos de 56 golpes por capa

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.06	0.001932	0.55
0.050	1.27	1.95	0.001932	1.01
0.075	1.91	2.92	0.001932	1.51
0.100	2.54	3.74	0.001932	1.94
0.125	3.18	4.42	0.001932	2.29
0.150	3.81	4.98	0.001932	2.58
0.175	4.45	5.47	0.001932	2.83
0.200	5.08	5.82	0.001932	3.01
0.300	7.62	6.35	0.001932	3.29
0.400	10.16	6.91	0.001932	3.58
0.500	12.70	7.42	0.001932	3.84

Nota. Elaboración propia

Figura 34.

Gráfico Esfuerzos vs Desplazamientos



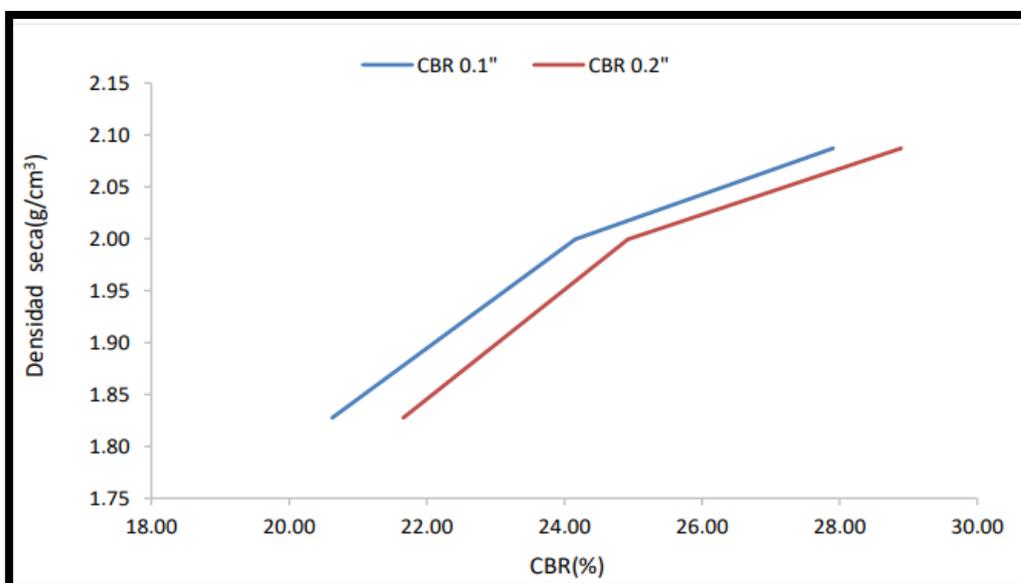
Nota. Elaboración propia

Tabla 92.*Tabla de esfuerzos %CBR*

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.44	6.9	20.85
12	0.2	2.24	10.3	21.76
25	0.1	1.70	6.9	24.68
25	0.2	2.66	10.3	25.78
56	0.1	1.94	6.9	28.06
56	0.2	3.01	10.3	29.25

Nota. Elaboración propia

Figura 35.

Tabla de densidad seca vs CBR

Nota. Elaboración propia

Tabla 93.*Tabla de esfuerzos %CBR*

M.D.S.	2.110	g/cm ³
95%(M.D.S.)	2.005	g/cm ³
C.B.R. (M.D.S.) 0.1"	25	%
C.B.R. (M.D.S.) 0.2"	26	%

Nota. Elaboración propia

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Agregado Fino

4.1.1.1. Análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422

Tabla 94.

Tabla granulométrica del agregado fino

MALLAS		% QUE PASA ACUM.	PARAMETROS SEGÚN MTC (%)			
PULGADAS	MILIMETROS	C1	C2	C3	C4	
3/8"	9.500	100.0	100.00	100.00	100.00	45.0 - 80.0
N°4	4.750	94.00	95.00	95.00	94.00	
N°8	2.000	84.00	84.00	85.00	83.00	30.0 - 65.0
N°16	1.100	60.00	60.00	60.00	58.00	22.0 - 52.0
N°30	0.600	42.00	44.00	45.00	42.00	
N°50	0.297	26.00	28.00	29.00	27.00	
N°100	0.149	9.00	9.00	10.00	9.00	
N°200	0.075	3.00	3.00	3.00	3.00	5.0 - 20.0
< N°200	Fondo	0.00	0.00	0.00	0.00	

Nota. Elaboración propia

4.1.1.2. **Contenido de humedad natural (MTC E 215)****Tabla 95.***Tabla de Humedad Natural del agregado fino*

Descripción	Contenido de Humedad (%)
C1	0.7
C2	0.5
C3	0.2
C4	1.7
Promedio	0.8

Nota. Elaboración propia4.1.1.3. **Determinación de los límites de consistencia NTP 339.129****Tabla 96.***Tabla de resultados de límites de consistencia del agregado fino*

Descripción	Limite Líquido (%)	Limite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	Según Manual MTC – EG 2016	
C 1	16.4	N.P.	N.P.	4% - 9%	NO CUMPLE
C 2	16.7	N.P.	N.P.	4% - 9%	NO CUMPLE
C 3	17.4	N.P.	N.P.	4% - 9%	NO CUMPLE
C 4	17.0	N.P.	N.P.	4% - 9%	NO CUMPLE
	PROMEDIO		N.P.		

Nota. Elaboración propia

4.1.1.4. **Durabilidad de los agregados por medio de SO_4Mg ASTM
– C88 (MTC E 209)**

Tabla 97.

Tabla de resultados de durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio del agregado fino

Descripción	% de pérdida
C1	12.63
C2	11.77
C3	10.41
C4	9.78

Nota. Elaboración propia

4.1.1.5. **Peso específico y absorción de agregado de los
agregados ASTM C – 128**

Tabla 98.

Tabla de resultados del peso específico y absorción del agregado fino

Descripción	Peso Específico (Kg/m ³)	Absorción de la arena (%)
M1	2627	2.30
M2	2709	2.80
M3	2646	2.70
M4	2557	2.660

Nota. Elaboración propia

4.1.1.6. **Equivalente de arena de suelos agregados finos (ASTM D
2419 – 02)**

Tabla 99.

Tabla de resultados del equivalente de arena

Descripción	Equivalente Arena (%)	Promedio Equivalente Arena (%)
C1	94.6	
C1	91.2	93.4
C1	94.4	
C2	94.4	
C2	94.3	94.36
C2	94.4	
C3	92.1	93.54

C3	94.4	
C3	94.1	
C4	94.4	
C4	94.3	93.53
C4	91.9	

Nota. Elaboración propia

4.1.1.7. **Desgaste abrasivo de los ángeles (ASTM C – 131)**

Tabla 100.

Tabla del desgaste abrasivo de los ángeles del agregado fino

Descripción	% De Desgaste	% De Desgaste Permisible
M1	25.0	< 40
M2	23.1	< 40
M3	23.7	< 40
M4	24.3	< 40

Nota. Elaboración propia

4.1.1.8. **Ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto (ASTM C 40 – 04)**

Tabla 101.

Tabla del desgaste abrasivo de los ángeles del agregado fino

Descripción	Muestra	Resultado
M1	Arena	Aceptable
M2	Arena	Aceptable
M3	Arena	Aceptable
M4	Arena	acceptable

Nota. Elaboración propia

4.1.2. Agregado Grueso

4.1.2.1. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422)

Tabla 102.

Tabla granulométrica del agregado grueso

MALLAS		% QUE PASA ACUM.	PARAMETROS SEGÚN MTC (%)			
PULGADAS	MILIMETROS	C5	C6	C7	C8	
1 1/2"	37.500	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0
1"	25.000	85.00	88.00	80.00	83.00	90.0 – 100.0
3/4"	19.000	69.00	68.00	60.00	64.00	65.0 - 100.0
1/2"	12.500	45.00	44.00	35.00	39.00	
3/8"	9.500	16.00	16.00	18.00	23.00	45.0 - 80.0
N°4	4.750	6.00	6.00	7.00	7.00	

Nota. Elaboración propia

4.1.2.2. **Contenido de humedad natural (MTC E 215)****Tabla 103.***Tabla de Humedad Natural del agregado grueso*

Descripción	Contenido de Humedad (%)
C5	0.6
C6	0.3
C7	0.3
C8	0.8
Promedio	0.5

Nota. Elaboración propia4.1.2.3. **Durabilidad de los agregados por medio de SO_4Mg ASTM – C88 (MTC E 209)****Tabla 104.***Tabla de resultados de durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio del agregado grueso*

Descripción	% de pérdida
C5	3.58
C6	3.06
C7	8.17
C8	8.18

Nota. Elaboración propia4.1.2.4. **Peso específico y absorción de agregado de los agregados ASTM C – 128****Tabla 105.***Tabla de resultados del peso específico y absorción del agregado grueso*

Descripción	Peso Específico (Kg/m ³)	Absorción (%)
M5	2.62	0.52
M6	2.81	0.51
M7	2.67	0.51
M8	2.77	0.49

Nota. Elaboración propia

4.1.2.5. **Peso unitario de agregados (ASTM C 29)****Tabla 106.***Tabla de resultados del peso unitario del agregado grueso*

Descripción	Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m ³)	Peso Unitario Seco Compacto (Kg/m ³)
M5	1435.7	1597.1
M6	1508.1	1657.1
M7	1338.1	1614.8
M8	1575.2	1665.7

Nota. Elaboración propia4.1.2.6. **Desgaste abrasivo de los ángeles (ASTM C – 131)****Tabla 107.***Tabla del desgaste abrasivo de los ángeles del agregado grueso*

Descripción	% De Desgaste	% De Desgaste Permisible
M5	22.1	< 40
M6	22.1	< 40
M7	14.0	< 40
M8	25.2	< 40

Nota. Elaboración propia

4.1.3. Afirmado

4.1.3.1. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422)

Tabla 108.

Tabla granulométrica del afirmado

MALLAS		% QUE PASA ACUM.	PARAMETROS SEGÚN MTC (%)			
PULGADAS	MILIMETROS	C5	C6	C7	C8	
3"	75.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500	85.7	95.8	94.1	91.2	100.0
1"	25.000	76.2	86.2	83.2	81.4	90.0 – 100.0
3/4"	19.000	66.0	77.1	75.1	72.3	65.0 - 100.0
1/2"	12.500	55.6	63.2	63.2	61.5	
3/8"	9.500	47.8	49.4	49.1	48.8	45.0 - 80.0
N°4	4.750	37.6	47.9	47.6	45.4	
N°10	2.000	36.2	44.4	43.9	42.0	30.0 - 65.0
N°16	1.100	32.2	39.1	38.6	37.2	22.0 - 52.0
N°30	0.600	28.3	33.9	33.3	32.4	
N°40	0.425	26.9	28.8	27.3	27.0	15.0 - 35.0
N°50	0.297	24.5	26.5	24.9	22.6	
N°100	0.149	14.6	21.0	19.4	17.5	
N°200	0.075	12.2	14.5	12.7	11.5	5.0 - 20.0
< N°200	Fondo					

Nota. Elaboración propia

4.1.3.2. **Contenido de humedad natural (MTC E 215)****Tabla 109.***Tabla de Humedad Natural del afirmado*

Descripción	Contenido de Humedad (%)
C5	4.3
C6	3.8
C7	7.0
C8	6.1
Promedio	5.3

Nota. Elaboración propia4.1.3.3. **Determinación de los límites de consistencia (NTP 339.129)****Tabla 110.***Tabla de resultados de límites de consistencia del afirmado*

Descripción	Limite Líquido (%)	Limite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)	Según Manuel MTC – EG 2016	
C 5	28.8	15.2	13.6	4% - 9%	SI CUMPLE
C 6	33.3	17.9	15.4	4% - 9%	SI CUMPLE
C 7	33.0	14.6	18.4	4% - 9%	SI CUMPLE
C 8	31.8	18.5	13.3	4% - 9%	SI CUMPLE
		PROMEDIO	15.2		

Nota. Elaboración propia

4.1.3.4. **Ensayo de compactación Proctor modificado (NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E – 115)**

Tabla 111.

Tabla de resultados del ensayo de Proctor modificado del afirmado

Descripción	Densidad Máxima (g/cm ³)	Humedad Optima (%)
C5	1.804	8.10
C6	2.080	7.80
C7	2.105	7.00
C8	2.110	7.50

Nota. Elaboración propia

4.1.3.5. **Índice de CBR de suelos (ASTM D 1883)**

Tabla 112.

Tabla de resultados de CBR del afirmado

Descripción	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
C5 – 95%	20.8	22.4
C6 – 95%	24.7	25.8
C7 – 95%	25.2	26.0
C8 – 95%	25.0	26.0

Nota. Elaboración propia

4.2. Prueba de Hipótesis

La hipótesis sobre el estudio de las características físicas y mecánicas de los agregados de la cantera caballo muerto para fines de control de calidad en concreto y pavimentación, se probó de manera exitosa con ayuda de trabajos técnicos, ensayos de laboratorio y literatura de investigación.

Los ensayos de laboratorio señalan que los agregados que brinda la cantera caballo muerto cumplen satisfactoriamente con las normas establecidas en el manual de ensayo de materiales del MTC.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación se realizaron ensayos de agregado grueso, agregado fino y de material de afirmado de la Cantera caballo muerto con la finalidad de obtener valores de las propiedades que permitan identificar a la cantera como una potencial distribuidora de material para la industria de la construcción.

Del análisis granulométrico por tamizado realizado al agregado grueso y agregado fino se puede decir que los valores obtenidos con respecto a su tamaño máximo fueron de 1" y con respecto a su módulo de finura fueron de 2.8 respectivamente, estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma para ser un material útil para su uso en concreto. Los valores de PUS y PUCS (peso unitario suelto seco, peso unitario compacto seco) peso específico y absorción de los agregados grueso y fino también muestran valores promedio que se encuentran dentro de los rangos establecidos.

Para ser un agregado adecuado para concreto, las propiedades anteriormente mencionadas deben cumplir con los límites para que sea un material de alta calidad y puede cumplir un buen desempeño en su uso como parte del concreto, ya que si estos materiales no tienen una adecuada granulometría su porosidad y absorción es mayor, lo que también el concreto tendrá tendencia a ganar porosidad y ello es un defecto superficial que hace que la resistencia del concreto disminuya, siendo esto perjudicial.

Con respecto al material de afirmado su distribución granulométrica se encuentra dentro de los límites de porcentajes pasantes por cada diámetro de partículas que establece la normativa por lo que su factor de empaquetamiento es

bueno, esta distribución granulométrica de las partículas influye de tal manera que se mejora la compactación de la muestra.

La compactación mediante energía modificada mostro una humedad optima promedio de 8% aproximadamente y una densidad de máxima compactación de 2.1 g/cm³, esto sirvió para poder realizar pruebas de índice de CBR que en su promedio dio como resultado 26% al 95% de la máxima densidad seca de compactación, dicho valor obtenido hace que el valor de CBR sea adecuado ya que cumple con el valor mínimo establecido por el MTC.

La importancia de control de calidad por atributos permitió determinar si cada característica del material cumplía o no para ser considerado un material que puede usarse ya sea para carreteras o edificaciones en uso de concreto.

CONCLUSIONES

- Con respecto al agregado fino se concluyó que del ensayo de peso específico se obtuvo un valor promedio de 2.65 g/cm³ y una absorción de 2.61 %, así mismo se obtuvo una durabilidad de 11.15 % en promedio en un medio de sulfato de magnesio. Así mismo se obtuvo un 93.7 % de equivalente de arena y un 24.03 % de desgaste abrasivo y presenta una cantidad ACEPTABLE en la determinación de impurezas orgánicas.

- Con respecto al agregado grueso se concluyó que del ensayo de peso específico se obtuvo un valor promedio de 2.72 g/cm³ y una absorción de 0.5 %, así mismo se obtuvo una durabilidad de 5.74 % en promedio en un medio de sulfato de magnesio. Así mismo se obtuvo un peso unitario suelto seco 1464.3 kg/m³, peso unitario compacto seco de 1633.7kg/m³ y un 20.8 % de desgaste abrasivo.

- Con respecto al material de afirmado se realizó un análisis granulométrico por tamizado para determinar su correcta distribución granulométrico, prueba de compactación de energía modificada se obtuvo una humedad optima de 8% y una máxima densidad seca de 2.1 g/cm³. El índice de CBR determinado al 95% de la MDS se obtuvo un valor de 25%.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de tiempo de vida útil y explotación de la cantera para ver la viabilidad de la misma.
- Realizar diseños de mezcla y corroborar con pruebas de asentamiento y compresión que el concreto.
- Realizar pruebas de álcali - sílice para corroborar que el agregado no reacciona de forma perjudicial con el cemento.

REFERENCIAS

- Gonzales, C.N. (2019). "Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro-El Porvenir-Laredo). La Libertad. 2019" [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UN.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12324>
- Del Rosal, J. A. (2017). Durabilidad y Patología del Concreto. Construcción y Tecnología en Concreto 6 (12), 14-21.
<http://www.imcyc.com/revistacyt/MARZO%202017/MARZO17.pdf>
- Herrera, J. (2007). Diseño de Explotación de Canteras. Madrid: Universiada Politécnica de Madrid. http://oa.upm.es/21839/1/071120_L3_CANTERAS-ARIDOS.pdf
- Castro, J.A. y Vera, M.J. (2019). "Influencia de las características de los agregados de las canteras del sector el Milagro - Huanchaco en un diseño de mezcla de concreto, Trujillo 2017" [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UN.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11586>
- Aguinaga, M.A. y Narro, M.A. (2017) "Evaluación de las canteras en la provincia de Trujillo y la proporción de arena fina, para morteros de enlucido, sobre sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, en el año 2017". [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12857>
- González, A. y Villa, E.A. (2012) Caracterización de agregados pétreos de la cantera Tritupisvar para su uso en la elaboración de concreto, Santa Marta

Colombia. [Tesis de Bachiller, Universidad Industrial de Santander].

Repositorio Institucional UN.

<http://noesis.uis.edu.co/handle/123456789/25600>

Andina (2018). Vivienda: 3 de cada 4 casas que se construyen en Perú son informales. Andina Agencia Peruana de Noticias.

<https://andina.pe/agencia/noticia-vivienda-3-cada-4-casas-se-construyen-peru-son-informales-733681.aspx>

Gerencia de Desarrollo Urbano (2015). El 60% de construcciones en Trujillo es informal. Municipalidad Provincial de Trujillo.

<https://www.prensatotal.com/el-60-de-construcciones-en-trujillo-es-informal/>

Rodríguez, T. (2008). *Los Áridos en Castilla y León*.

<http://www.siemcalsa.com/images/pdf/Los%20aridos.pdf>

Lozada, E.F. (2018). “Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – provincia de Utcubamba” [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5301/Lozada%20Tiglla%20Edwar%20Francis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Belito, G. y Paucar, F. (2018). “Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto” [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1581>

Ñahui, S. y Sedano, J.A. (2018). “Estudio de la calidad de los agregados de la cantera de ocopa para la elaboración de la mezcla asfáltica para pavimento

flexible en el distrito de Lircay- Angaraes -Huancavelica” [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1884>

Olarte, Z. (2017). “Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles” [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio Institucional.
<http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/100>

Taype, E.A. (2016). “Diseño de explotación de cantera para agregados, distrito de Huayucachi” [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_40cb5a55ef96d8c1c08b75ebe5e519f1

Osorio, M.A. (2019). “Estudio del material afirmado para el terraplén de carreteras Chasquitambo” [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional.
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3462/BALBOA%20OCHAVEZ%20MARJORIE%20CRISTINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Neri, L.M. (2018). “Calidad del material de base y subbase para vías pavimentadas, en tres canteras de la provincia de Trujillo, 2018” [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32024>

Ortega, 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 de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4335>

Ortega, 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 de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional.

Constructor Civil. (2017). Los agregados en la construcción.

<http://www.elconstructorcivil.com/2010/12/los-agregados-de-la-construcción-civil.html>

Rivera, G.A. (2011). Agregado para mortero o concreto. Universidad del Cauca. Colombia.

https://www.academia.edu/25800481/Tecnologia_Concreto_y_Mortero_Rivera

Portugal, P. (2007). Tecnología del concreto de alto desempeño. PARIS. Imprenta Lafayette.

[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TECNOLOGIA%20DEL%20CONCRETO%20DE%20ALTO%20DESEMPEN%CC%83O%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TECNOLOGIA%20DEL%20CONCRETO%20DE%20ALTO%20DESEMPEN%CC%83O%20(1).pdf)

Neville, A.M. (1999). Tecnología del Concreto. México. A. Moline.

https://www.academia.edu/43599171/Tecnolog%C3%ADa_del_concreto_Adam_M_Neville_IMCYC

MTC. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía N.ª 01: Vista lateral de Cantera Caballo muerto



Fotografía N.ª 02: Vista del material confitillo.



Fotografía N.ª 03: Agregado grueso para concreto ciclópeo.



Fotografía N.ª 04: Malla metálica para separar agregado por tamaños.



Fotografía N.ª 05: Agregado fino



Fotografía N.ª 06: Recolección de material para laboratorio.



Fotografía N.ª 07: Recolección de material para laboratorio.



Fotografía N.ª 08: Vista amplia de la cantera caballo muerto



Fotografía N.ª 09: Cernido de material fino.



Fotografía N.ª 10: Maquinaria propiedad de la Cantera Caballo Muerto.



Fotografía N.º 11: Recoleccion de muestras la laboratorio.



Fotografía N.º 12: Recoleccion de material fino afirmado para laboratorio.



Fotografía N.ª 13: Se observan los diferentes perfiles estratigráficos.



Fotografía N.ª 14: Vista amplia del movimiento de material realizado por la maquinaria pesada.



Fotografía N.º 15: Mobilización de material con maquinaria próxima a su tamizado.



Fotografía N.º 16: Vaciado de material para su tamizado en cantera.



Fotografía N. ^a 17: Preparando las muestras para ensayo de contenido de humedad en agregados mediante secado.



Fotografía N. ^a 18: Preparando los tamices para ensayo de análisis granulométrico.



Fotografía N.ª 19: Preparando la maquina de los angeles para ensayo de desgaste abrasivo.



Fotografía N.ª 20: Preparando de instrumentos para ensayo de compactacion con martillo proctor.



Fotografía N.ª 21: Ensayo de compactación.



Fotografía N.ª 22: Ensayo límites de consistencia.



Fotografía N.ª 23: Ensayo límites de consistencia.

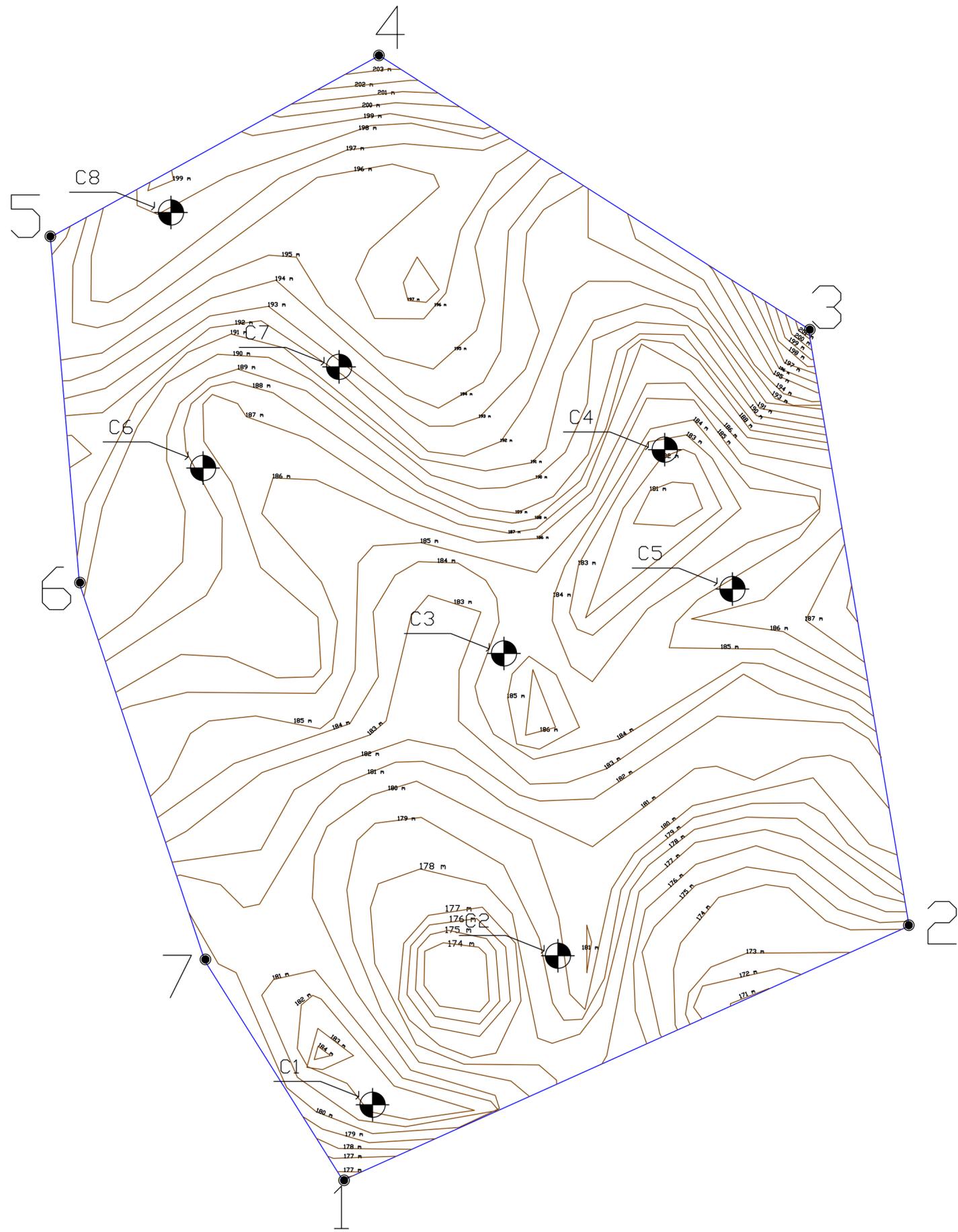


Fotografía N.ª 24: Ensayo de equivalencia de arena.



Fotografía N.º 25: Ensayo de CBR.

PLANO TOPOGRÁFICO



LEYENDA	
	Punto de Calicata
	Perímetro de terreno
	Caseta de seguridad
	Área Verde
	Limite de Modulos
	Curva Mayor
	Curva Menor
	Mastil
	Lavadero de manos
	Punto de Vertice

PUNTO	COORDENADAS UTM - WGS 84		
	ESTE	NORTE	COTA
C1	9107844	727660	180.00
C2	9107901	728058	179.00
C3	9108109	727697	187.00
C4	9108276	727854	191.00
C5	9108150	727915	184.00
C6	9108276	727631	193.00
C7	9108229	727542	195.00
C8	9108423	727556	199.00

CUADRO DE DATOS TECNICOS

VERTICE	LADO	COTA(m.s.n.m)	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	1-2	183.00	98°0'0"	9107781.4360	727660.1443
2	2-3	178.67	105°0'0"	9107960.0555	728058.5493
3	3-4	198.00	132°0'0"	9108379.9954	727989.6794
4	4-5	206.41	119°0'0"	9108572.7520	727686.1932
5	5-6	197.12	114°0'0"	9108445.8104	727455.1712
6	6-7	196.25	166°0'0"	9108201.4360	727475.1712
7	7-1	183.71	163°0'0"	9107935.4360	727563.1712

Título de Proyecto: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION					
Provincia: TRUJILLO		Distrito: LAREDO			
Especialista:					
Propietario: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO TORRES CERNA WALTER JEFFERSON		Revisado:			
Especialidad: TOPOGRAFIA		Escala: 1/200			
Título de Lámina: TOPOGRAFIA		Dibujo:			
Fecha: AGOSTO - 2020		Tipo/Versión:			
		<table border="1" style="font-size: 2em; width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">T</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">01</td> </tr> </table>		T	01
T	01				

PLANO DE UBICACIÓN



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN

DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
PROVINCIA : TRUJILLO
DISTRITO : LAREDO

PROPIETARIO:

ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

ESPECIALISTA:

PROYECTO:

ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

PLANO:

LOCALIZACION Y UBICACION

LAMINA

U-01

ESCALA:

FECHA:

AGOSTO - 2020

DIBUJO:

ENSAYOS DE LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MATERIAL: A FIRMADO

Volumen molde: 2132.71 cm³
 Peso molde: 6643 g
 Muestra: C1

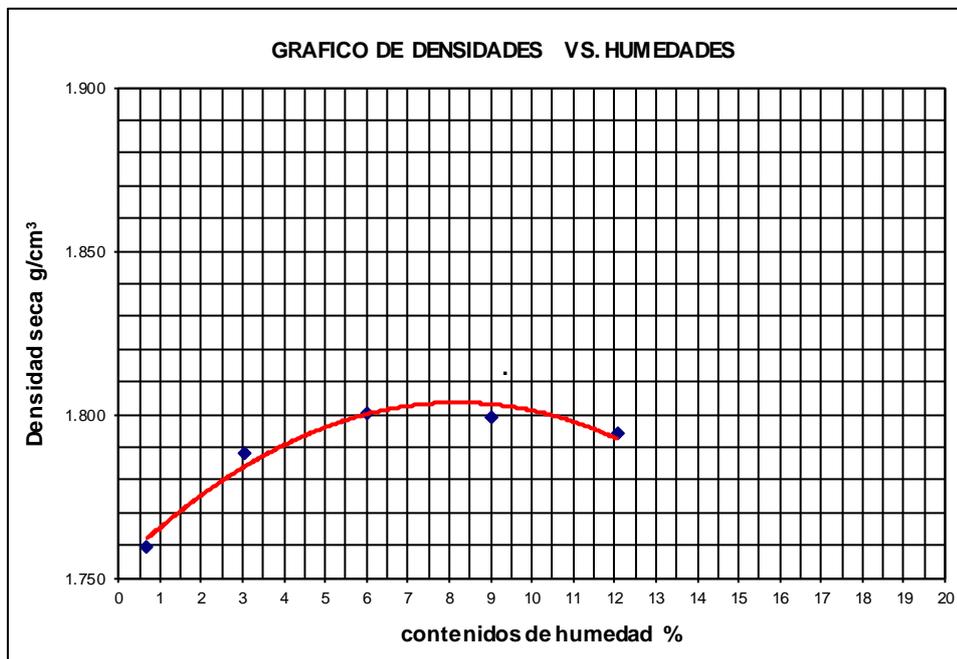
Peso del martillo:
 Altura de caída:
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 56

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	10421.00	10574.00	10714.00	10826.00	10932.00
Peso del suelo húmedo	g	3778.00	3931.00	4071.00	4183.00	4289.00
Humedad calculada	%	0.68	3.07	6.01	9.03	12.07
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.771	1.843	1.909	1.961	2.011
Densidad seca	g/cm ³	1.759	1.788	1.801	1.799	1.794

Contenidos de humedad

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	105.1	135.60	90.86	146.7	127.4	159.3	142.4	156.8	135.4	124.6
Rec + suelo seco	g	104.9	134.90	89.92	144.3	124.5	155	134	150.9	129.5	118.9
Peso del recipiente	g	70.18	52.41	59.04	67.21	77.12	82.53	42.16	85.26	81.02	71.65
Peso del suelo seco	g	34.70	82.49	30.88	77.11	47.41	72.43	91.86	65.64	48.51	47.26
Peso del agua	g	0.18	0.70	0.94	2.38	2.86	4.34	8.34	5.90	5.87	5.69
Contenido de Humedad	%	0.52	0.85	3.04	3.09	6.03	5.99	9.08	8.99	12.10	12.04
Humedad promedio	%	0.68		3.07		6.01		9.03		12.07	



Densidad Máxima:
 1.804 g/cm³
Humedad óptima:
 8.10 %



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MATERIAL: AFIRMADO

Volumen molde: 2132.71 cm³
 Peso molde: 6643 g
 Muestra: C2

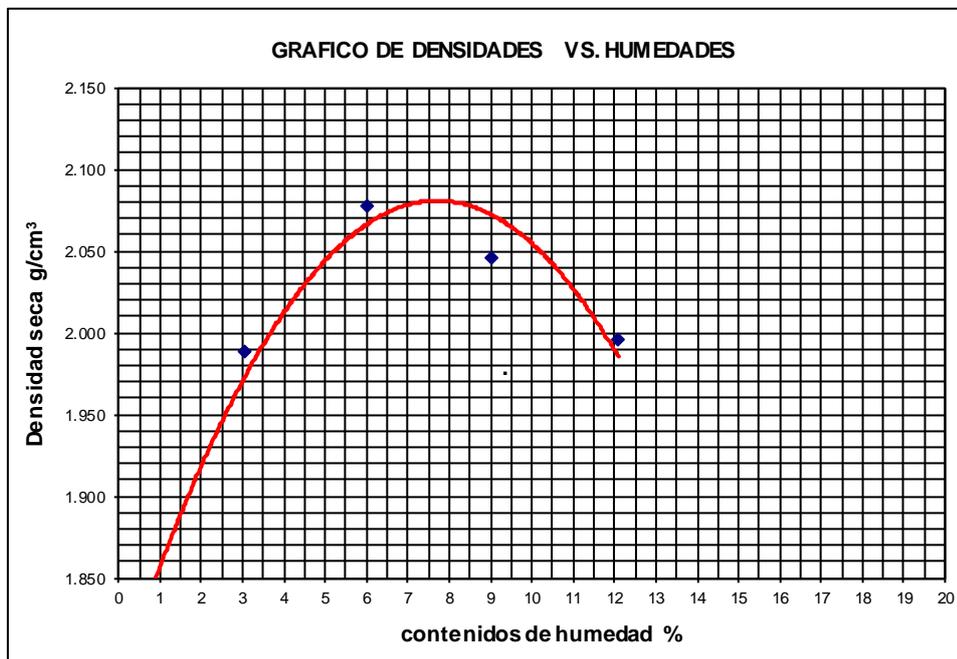
Peso del martillo:
 Altura de caída:
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 56

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	10561.00	11014.00	11341.00	11398.00	11415.00
Peso del suelo húmedo	g	3918.00	4371.00	4698.00	4755.00	4772.00
Humedad calculada	%	0.68	3.07	6.02	9.00	12.09
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.837	2.050	2.203	2.230	2.238
Densidad seca	g/cm ³	1.825	1.989	2.078	2.045	1.996

Contenidos de humedad

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	105.1	135.60	90.86	146.7	136.5	156.8	155.3	156.8	132.6	142.4
Rec + suelo seco	g	104.9	134.90	89.92	144.3	132.8	151.6	148.6	150.9	125.2	135.5
Peso del recipiente	g	70.18	52.41	59.04	67.21	71.56	66.32	74.23	85.26	64.54	78.6
Peso del suelo seco	g	34.70	82.49	30.88	77.11	61.22	85.30	74.37	65.64	60.70	56.87
Peso del agua	g	0.18	0.70	0.94	2.38	3.67	5.15	6.70	5.90	7.32	6.89
Contenido de Humedad	%	0.52	0.85	3.04	3.09	5.99	6.04	9.01	8.99	12.06	12.12
Humedad promedio	%	0.68		3.07		6.02		9.00		12.09	



Densidad Máxima:
 2.080 g/cm³

Humedad óptima:
 7.80 %



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MATERIAL: A FIRMADO

Volumen molde: 2132.71 cm³
Peso molde: 6643 g
Muestra: C3

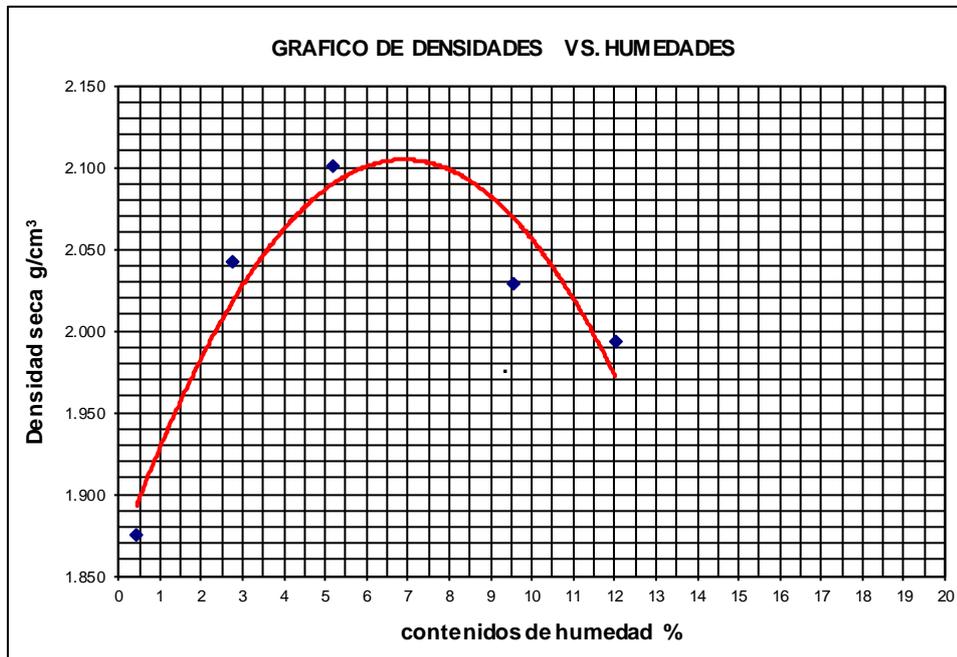
Peso del martillo:
Altura de caída:
de capas: 5
Golpes por capa: 56

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	10659.00	11118.00	11357.00	11383.00	11406.00
Peso del suelo húmedo	g	4016.00	4475.00	4714.00	4740.00	4763.00
Humedad calculada	%	0.43	2.74	5.19	9.56	12.02
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.883	2.098	2.210	2.223	2.233
Densidad seca	g/cm ³	1.875	2.042	2.101	2.029	1.994

Contenidos de humedad

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	110.6	105.4	69.66	98.63	90.3	95.23	117.1	105.6	123.3	102.6
Rec + suelo seco	g	110.5	105.2	69.38	97.28	89.65	93.91	112.7	101.5	116.8	98.71
Peso del recipiente	g	70.18	70.18	59.04	48.75	77.12	68.52	66.4	58.72	63.21	66.66
Peso del suelo seco	g	40.31	34.99	10.34	48.53	12.53	25.39	46.32	42.81	53.59	32.05
Peso del agua	g	0.13	0.19	0.28	1.35	0.65	1.32	4.42	4.10	6.45	3.85
Contenido de Humedad	%	0.32	0.54	2.71	2.78	5.19	5.20	9.54	9.58	12.04	12.01
Humedad promedio	%	0.43		2.74		5.19		9.56		12.02	



Densidad Máxima:
2.105 g/cm³

Humedad óptima:
7.00 %



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MATERIAL: A FIRMADO

Volumen molde: 2132.71 cm³
 Peso molde: 6643 g
 Muestra: C4

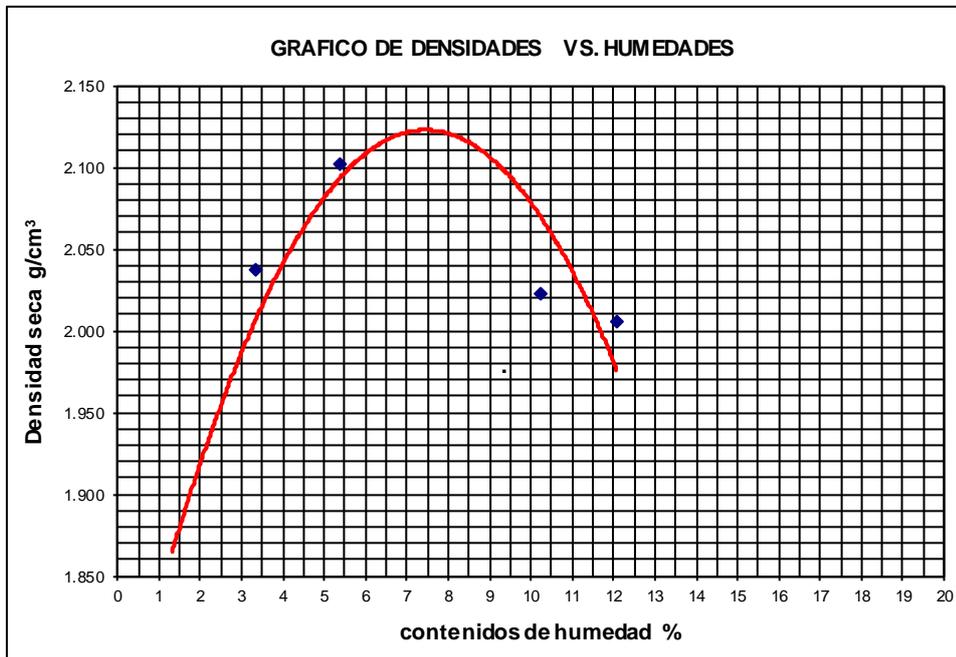
Peso del martillo:
 Altura de caída:
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 56

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	10625.00	11134.00	11367.00	11399.00	11437.00
Peso del suelo húmedo	g	3982.00	4491.00	4724.00	4756.00	4794.00
Humedad calculada	%	1.31	3.35	5.39	10.26	12.08
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.867	2.106	2.215	2.230	2.248
Densidad seca	g/cm ³	1.843	2.037	2.102	2.023	2.006

Contenidos de humedad

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	121.9	135.60	121.6	146.7	122.5	159.3	155.3	156.8	135.6	123.5
Rec + suelo seco	g	121.4	134.70	119.8	144.1	119.2	155.1	147.8	150.9	129.6	117.8
Peso del recipiente	g	89.45	50.00	67.21	65	52.41	83.21	70.5	96.32	80	70.45
Peso del suelo seco	g	31.95	84.70	52.59	79.10	66.79	71.89	77.30	54.58	49.60	47.35
Peso del agua	g	0.50	0.90	1.80	2.60	3.30	4.20	7.50	5.90	6.00	5.71
Contenido de Humedad	%	1.56	1.06	3.42	3.29	4.94	5.84	9.70	10.81	12.10	12.06
Humedad promedio	%	1.31		3.35		5.39		10.26		12.08	



Densidad Máxima:
 2.110 g/cm³
Humedad óptima:
 7.50 %



INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
MUESTRA : AFIRMADO C1
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11547	11834	12072
Peso suelo húmedo (g)	3614	3907	4151
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.70	1.84	1.96
Densidad seca(g/cm³)	1.57	1.70	1.81
Contenido de humedad(%)	8.10	8.12	8.11

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	105.00	98.65	97.17	99.65	106.98	97.41
Rec + suelo seco g	102.32	96.55	94.82	97.47	103.71	94.86
Peso del recipiente g	69.26	70.61	65.92	70.58	63.31	63.5
Peso del suelo seco g	33.06	25.94	28.9	26.89	40.4	31.36
Peso del agua g	2.68	2.1	2.35	2.18	3.27	2.55
Contenido de Humedad %	8.11	8.10	8.13	8.11	8.09	8.13
Humedad promedio %	8.10		8.12		8.11	



Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.55	0.001932	0.28
0.050	1.27	1.21	0.001932	0.63
0.075	1.91	1.78	0.001932	0.92
0.100	2.54	2.33	0.001932	1.21
0.125	3.18	2.81	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.19	0.001932	1.65
0.175	4.45	3.52	0.001932	1.82
0.200	5.08	3.73	0.001932	1.93
0.300	7.62	4.72	0.001932	2.44
0.400	10.16	5.43	0.001932	2.81
0.500	12.70	6.11	0.001932	3.16

Ensayo de CBR

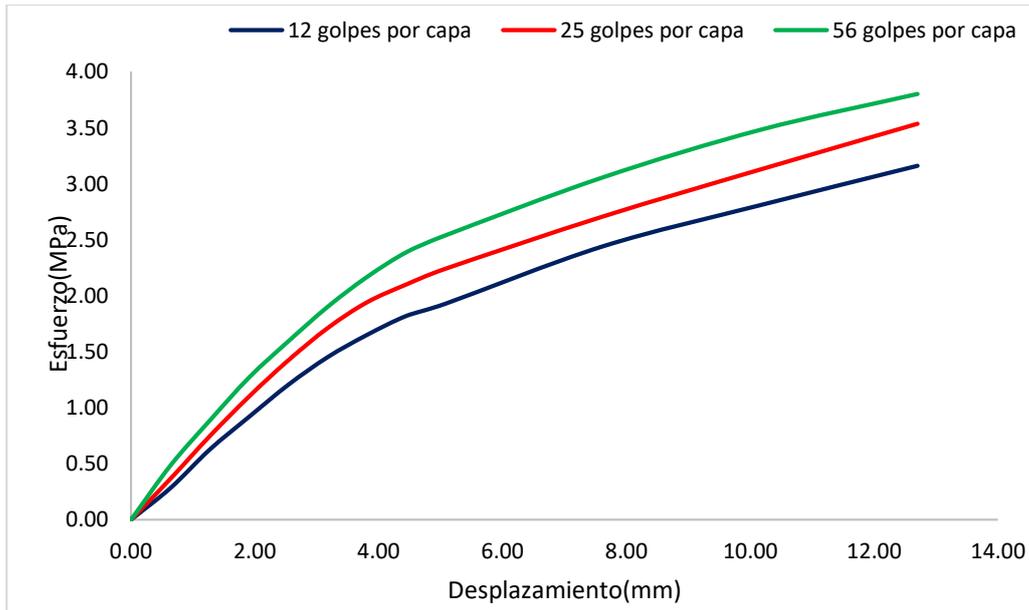
25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.71	0.001932	0.37
0.050	1.27	1.44	0.001932	0.75
0.075	1.91	2.13	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.75	0.001932	1.42
0.125	3.18	3.31	0.001932	1.71
0.150	3.81	3.75	0.001932	1.94
0.175	4.45	4.06	0.001932	2.10
0.200	5.08	4.33	0.001932	2.24
0.300	7.62	5.23	0.001932	2.71
0.400	10.16	6.04	0.001932	3.13
0.500	12.70	6.83	0.001932	3.54

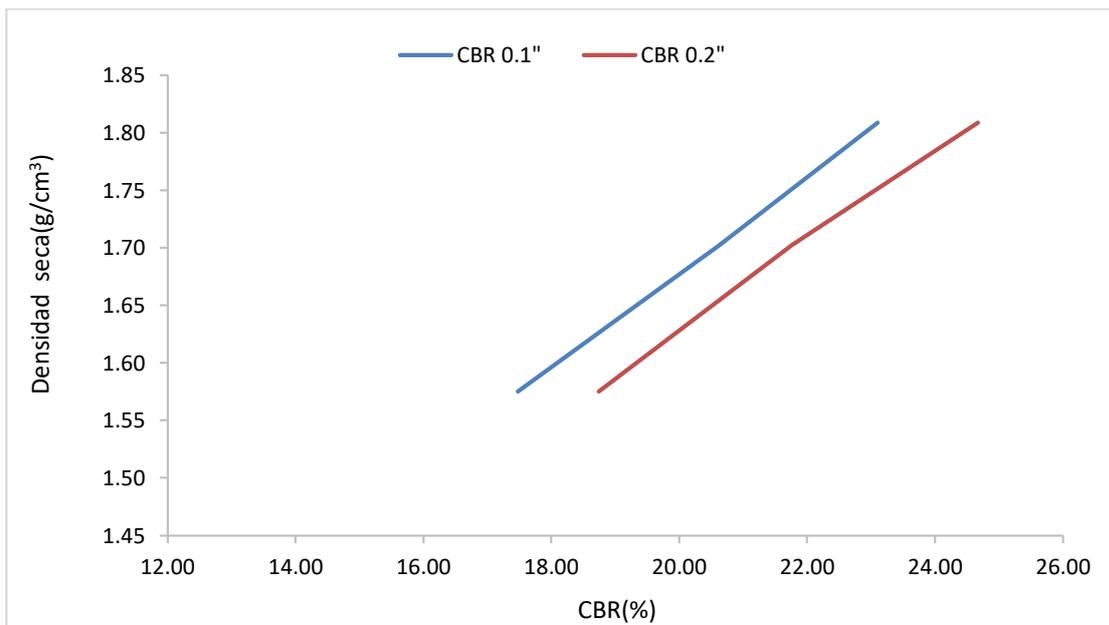
Ensayo de CBR

56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.71	0.001932	0.89
0.075	1.91	2.46	0.001932	1.27
0.100	2.54	3.08	0.001932	1.59
0.125	3.18	3.68	0.001932	1.90
0.150	3.81	4.19	0.001932	2.17
0.175	4.45	4.62	0.001932	2.39
0.200	5.08	4.91	0.001932	2.54
0.300	7.62	5.91	0.001932	3.06
0.400	10.16	6.73	0.001932	3.48
0.500	12.70	7.35	0.001932	3.80



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.21	6.9	17.48
12	0.2	1.93	10.3	18.74
25	0.1	1.42	6.9	20.63
25	0.2	2.24	10.3	21.76
56	0.1	1.59	6.9	23.10
56	0.2	2.54	10.3	24.67



M.D.S	1.804	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.714	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	20.8	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	22.4	%



INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : AFIRMADO C2

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12052	12496	12642
Peso suelo humedo (g)	4119	4569	4721
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm ³)	1.94	2.15	2.22
Densidad seca(g/cm³)	1.80	2.00	2.06
Contenido de humedad(%)	7.81	7.83	7.83

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	84.54	85.10	95.22	94.30	97.02	89.81
Rec + suelo seco g	83.29	83.8	93.18	92.23	94.75	88.18
Peso del recipiente g	67.31	67.13	67.02	65.88	65.74	67.38
Peso del suelo seco g	15.98	16.67	26.16	26.35	29.01	20.8
Peso del agua g	1.25	1.3	2.04	2.07	2.27	1.63
Contenido de Humedad %	7.82	7.80	7.80	7.86	7.82	7.84
Humedad promedio %	7.81		7.83		7.83	



Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.61	0.001932	0.32
0.050	1.27	1.29	0.001932	0.67
0.075	1.91	2.04	0.001932	1.06
0.100	2.54	2.73	0.001932	1.41
0.125	3.18	3.15	0.001932	1.63
0.150	3.81	3.58	0.001932	1.85
0.175	4.45	3.92	0.001932	2.03
0.200	5.08	4.25	0.001932	2.20
0.300	7.62	4.89	0.001932	2.53
0.400	10.16	5.48	0.001932	2.84
0.500	12.70	5.94	0.001932	3.07

Ensayo de CBR

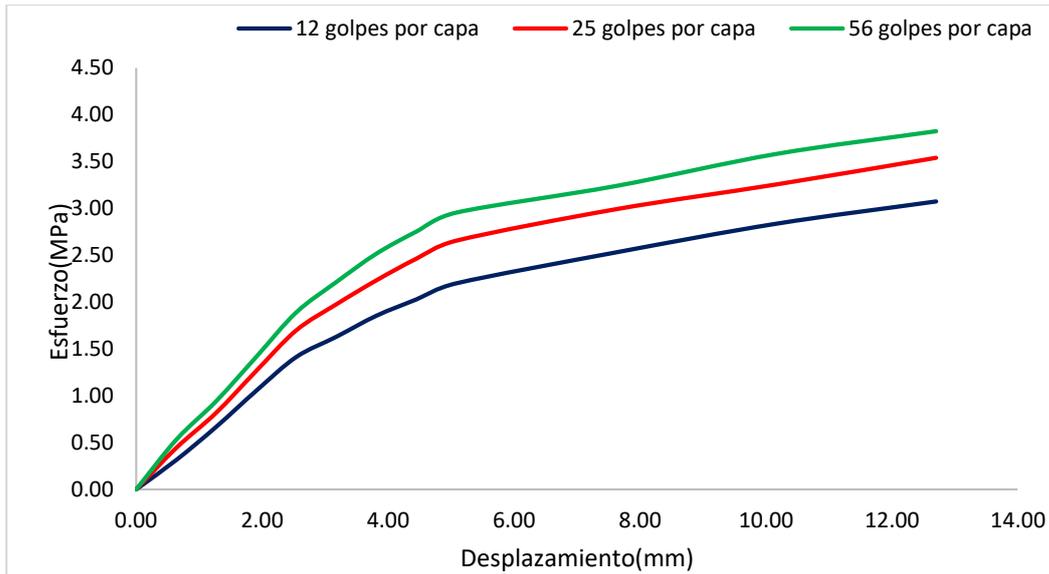
25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.86	0.001932	0.45
0.050	1.27	1.58	0.001932	0.82
0.075	1.91	2.45	0.001932	1.27
0.100	2.54	3.28	0.001932	1.70
0.125	3.18	3.82	0.001932	1.98
0.150	3.81	4.31	0.001932	2.23
0.175	4.45	4.76	0.001932	2.46
0.200	5.08	5.13	0.001932	2.66
0.300	7.62	5.78	0.001932	2.99
0.400	10.16	6.29	0.001932	3.26
0.500	12.70	6.84	0.001932	3.54

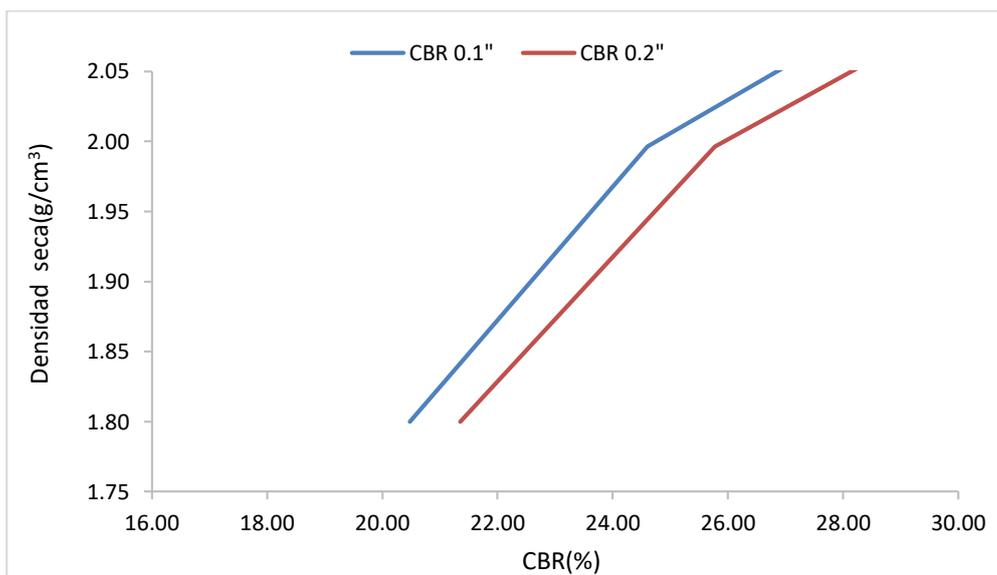
Ensayo de CBR

56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.03	0.001932	0.53
0.050	1.27	1.82	0.001932	0.94
0.075	1.91	2.74	0.001932	1.42
0.100	2.54	3.65	0.001932	1.89
0.125	3.18	4.28	0.001932	2.22
0.150	3.81	4.86	0.001932	2.52
0.175	4.45	5.32	0.001932	2.75
0.200	5.08	5.71	0.001932	2.96
0.300	7.62	6.26	0.001932	3.24
0.400	10.16	6.92	0.001932	3.58
0.500	12.70	7.39	0.001932	3.83



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.41	6.9	20.48
12	0.2	2.20	10.3	21.36
25	0.1	1.70	6.9	24.60
25	0.2	2.66	10.3	25.78
56	0.1	1.89	6.9	27.38
56	0.2	2.96	10.3	28.69



M.D.S	2.080	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.976	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	24.7	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	25.8	%



INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
MUESTRA : AFIRMADO C3
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12084	12470	12663
Peso suelo humedo (g)	4151	4543	4742
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm ³)	1.96	2.14	2.23
Densidad seca(g/cm³)	1.83	2.00	2.09
Contenido de humedad(%)	7.00	7.03	7.03

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	85.22	86.43	94.06	89.95	97.05	97.13
Rec + suelo seco g	83.91	85.09	92.15	88.51	95.06	95.18
Peso del recipiente g	65.22	65.94	65.03	67.98	66.64	67.57
Peso del suelo seco g	18.69	19.15	27.12	20.53	28.42	27.61
Peso del agua g	1.31	1.34	1.91	1.44	1.99	1.95
Contenido de Humedad %	7.01	7.00	7.04	7.01	7.00	7.06
Humedad promedio %	7.00		7.03		7.03	



Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.34
0.050	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	2.11	0.001932	1.09
0.100	2.54	2.75	0.001932	1.42
0.125	3.18	3.28	0.001932	1.70
0.150	3.81	3.68	0.001932	1.90
0.175	4.45	4.06	0.001932	2.10
0.200	5.08	4.31	0.001932	2.23
0.300	7.62	4.93	0.001932	2.55
0.400	10.16	5.51	0.001932	2.85
0.500	12.70	5.93	0.001932	3.07

Ensayo de CBR

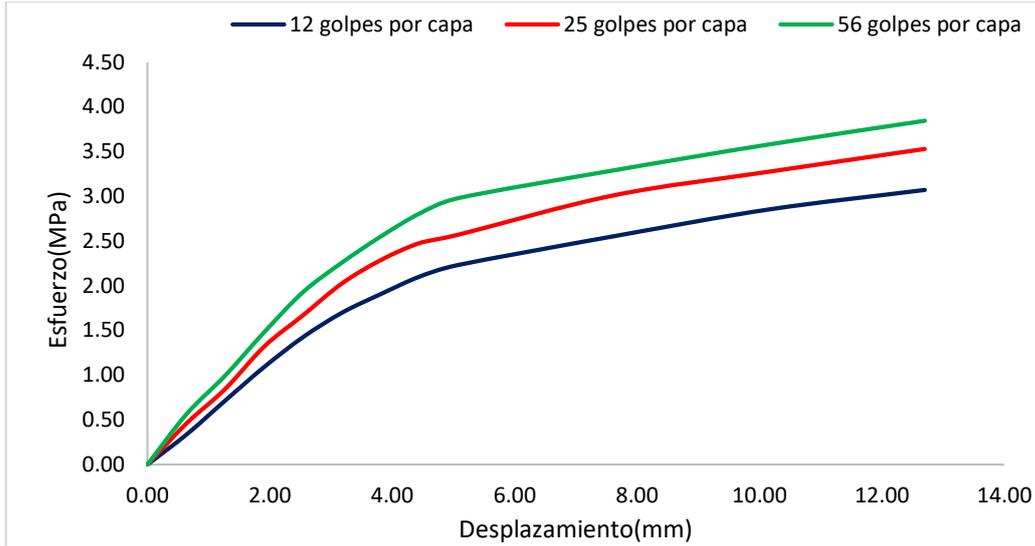
25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.89	0.001932	0.46
0.050	1.27	1.63	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.55	0.001932	1.32
0.100	2.54	3.22	0.001932	1.67
0.125	3.18	3.91	0.001932	2.02
0.150	3.81	4.41	0.001932	2.28
0.175	4.45	4.78	0.001932	2.47
0.200	5.08	4.96	0.001932	2.57
0.300	7.62	5.81	0.001932	3.01
0.400	10.16	6.32	0.001932	3.27
0.500	12.70	6.81	0.001932	3.52

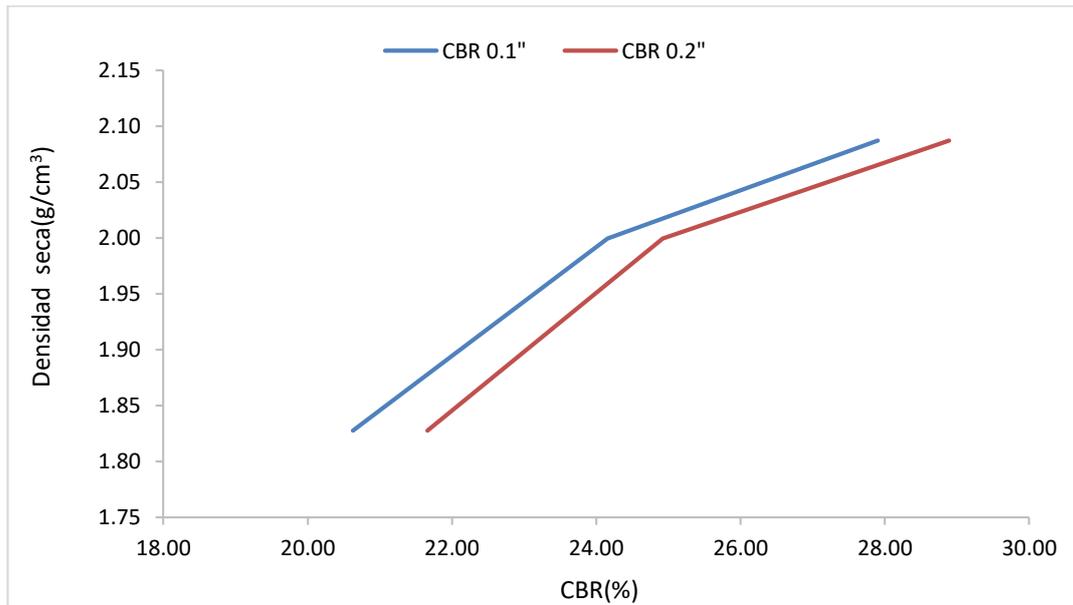
Ensayo de CBR

56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.09	0.001932	0.56
0.050	1.27	1.92	0.001932	0.99
0.075	1.91	2.86	0.001932	1.48
0.100	2.54	3.72	0.001932	1.93
0.125	3.18	4.36	0.001932	2.26
0.150	3.81	4.92	0.001932	2.55
0.175	4.45	5.42	0.001932	2.81
0.200	5.08	5.75	0.001932	2.98
0.300	7.62	6.35	0.001932	3.29
0.400	10.16	6.91	0.001932	3.58
0.500	12.70	7.42	0.001932	3.84



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.42	6.9	20.63
12	0.2	2.23	10.3	21.66
25	0.1	1.67	6.9	24.15
25	0.2	2.57	10.3	24.93
56	0.1	1.93	6.9	27.91
56	0.2	2.98	10.3	28.90



M.D.S	2.105	g/cm ³
95%(M.D.S)	2.000	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	25.2	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	26	%



INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
MUESTRA : AFIRMADO C4
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12099	12518	12801
Peso suelo humedo (g)	4166	4591	4880
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm ³)	1.96	2.16	2.30
Densidad seca(g/cm³)	1.83	2.01	2.14
Contenido de humedad(%)	7.50	7.50	7.48

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	85.63	87.56	88.95	90.74	93.65	96.85
Rec + suelo seco g	84.36	86.08	87.39	89.20	92.18	95.18
Peso del recipiente g	67.45	66.33	66.52	68.72	72.55	72.84
Peso del suelo seco g	16.91	19.75	20.87	20.48	19.63	22.34
Peso del agua g	1.27	1.48	1.56	1.54	1.47	1.67
Contenido de Humedad %	7.51	7.49	7.47	7.52	7.49	7.48
Humedad promedio %	7.50		7.50		7.48	



Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.63	0.001932	0.33
0.050	1.27	1.36	0.001932	0.70
0.075	1.91	2.13	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.78	0.001932	1.44
0.125	3.18	3.31	0.001932	1.71
0.150	3.81	3.73	0.001932	1.93
0.175	4.45	4.12	0.001932	2.13
0.200	5.08	4.33	0.001932	2.24
0.300	7.62	5.06	0.001932	2.62
0.400	10.16	5.59	0.001932	2.89
0.500	12.70	5.99	0.001932	3.10

Ensayo de CBR

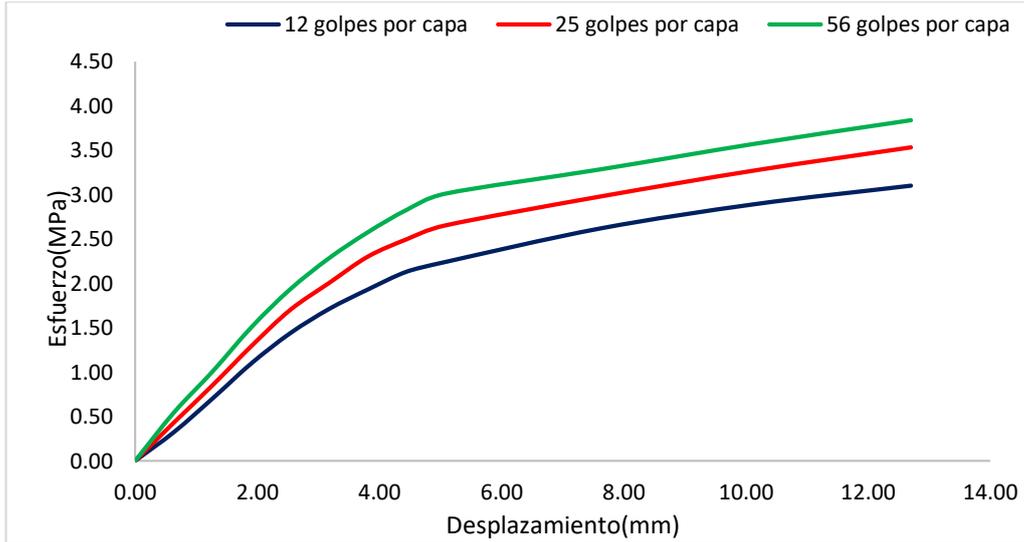
25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.84	0.001932	0.43
0.050	1.27	1.65	0.001932	0.85
0.075	1.91	2.51	0.001932	1.30
0.100	2.54	3.29	0.001932	1.70
0.125	3.18	3.88	0.001932	2.01
0.150	3.81	4.45	0.001932	2.30
0.175	4.45	4.83	0.001932	2.50
0.200	5.08	5.13	0.001932	2.66
0.300	7.62	5.76	0.001932	2.98
0.400	10.16	6.33	0.001932	3.28
0.500	12.70	6.83	0.001932	3.54

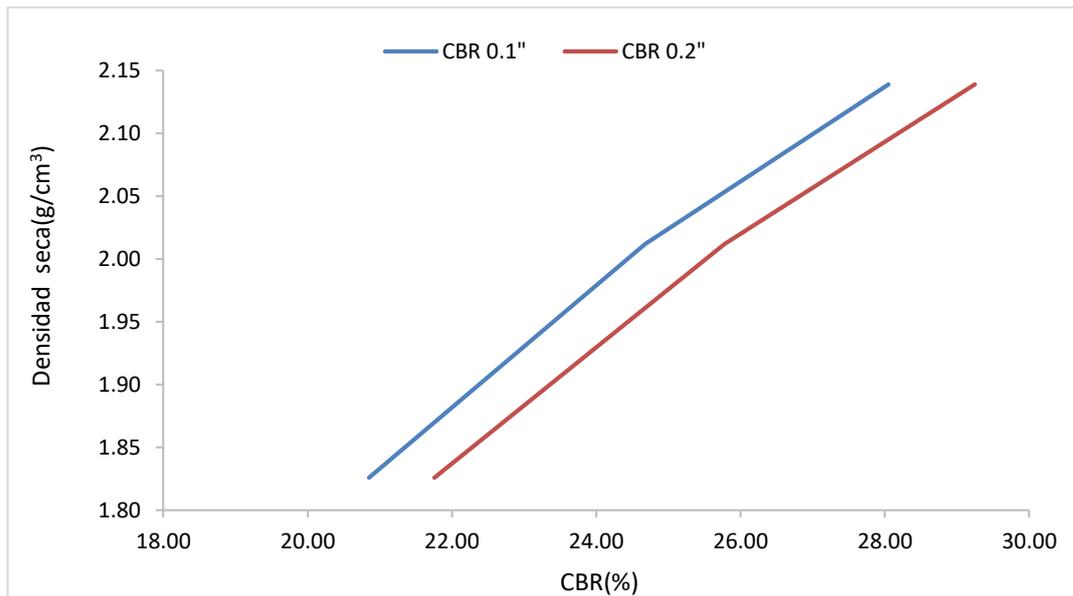
Ensayo de CBR

56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.06	0.001932	0.55
0.050	1.27	1.95	0.001932	1.01
0.075	1.91	2.92	0.001932	1.51
0.100	2.54	3.74	0.001932	1.94
0.125	3.18	4.42	0.001932	2.29
0.150	3.81	4.98	0.001932	2.58
0.175	4.45	5.47	0.001932	2.83
0.200	5.08	5.82	0.001932	3.01
0.300	7.62	6.35	0.001932	3.29
0.400	10.16	6.91	0.001932	3.58
0.500	12.70	7.42	0.001932	3.84



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.44	6.9	20.85
12	0.2	2.24	10.3	21.76
25	0.1	1.70	6.9	24.68
25	0.2	2.66	10.3	25.78
56	0.1	1.94	6.9	28.06
56	0.2	3.01	10.3	29.25



M.D.S	2.110	g/cm ³
95%(M.D.S)	2.005	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	25	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	26	%



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
UBICACIÓN: DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
MUESTRA: C1
FECHA DE RECEPCION: 24/02/2020
FECHA DE ENSAYO: 26/02/2020

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

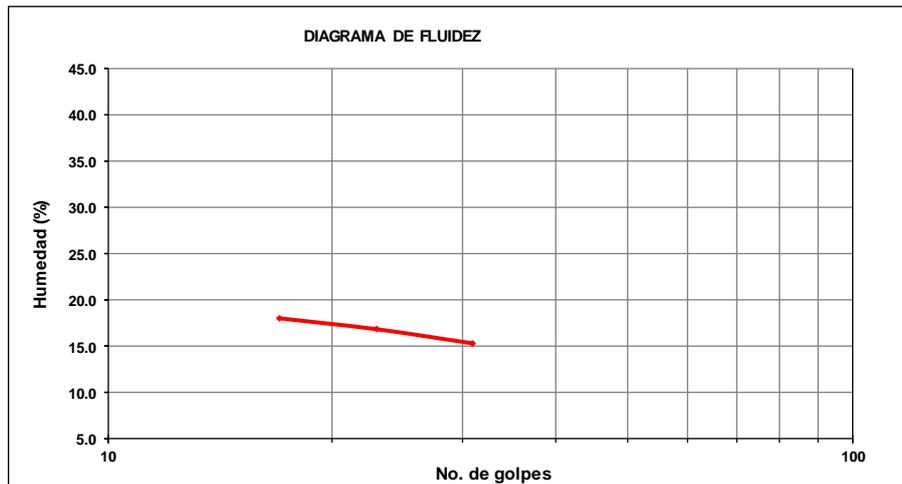
LÍMITE LÍQUIDO

1	107.23	106.1	1.1	100.04	6.09	18.1	17
2	37.15	35.72	1.43	27.25	8.47	16.9	23
3	24.09	23.44	0.65	19.21	4.23	15.4	31

L.L.	16.4
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1						NP
2						NP
3						NP



OBSERVACIONES: La muestra no presenta consistencia para determinar el limite plastico, solo presenta limite liquido



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
UBICACIÓN: DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
MUESTRA: C2
FECHA DE RECEPCION: 24/02/2020
FECHA DE ENSAYO: 26/02/2020

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

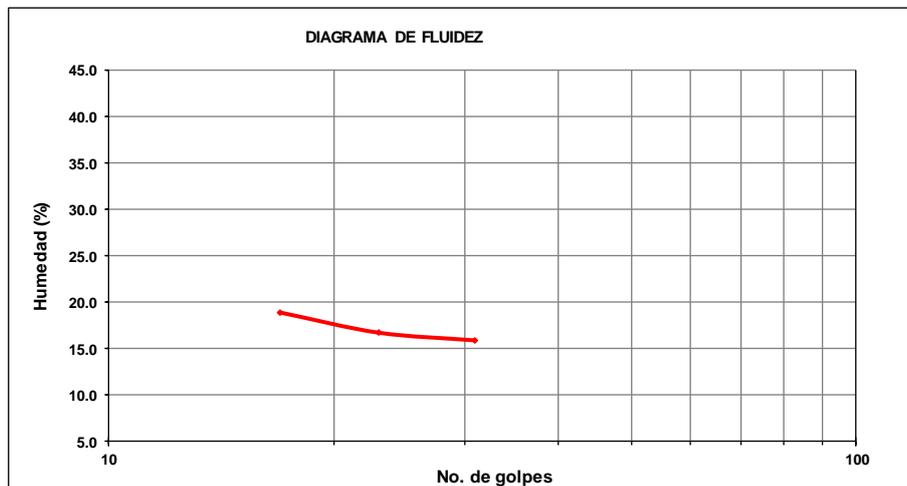
LÍMITE LÍQUIDO

1	93.68	87.61	6.07	55.52	32.09	18.9	17
2	93.49	87.86	5.63	54.14	33.72	16.7	23
3	96.18	90.56	5.62	55.08	35.48	15.8	31

L.L.	16.7
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1						NP
2						NP
3						NP



OBSERVACIONES: La muestra no presenta consistencia para determinar el limite plastico, solo presenta limite liquido



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
UBICACIÓN: DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
MUESTRA: C3
FECHA DE RECEPCION: 24/02/2020
FECHA DE ENSAYO: 26/02/2020

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

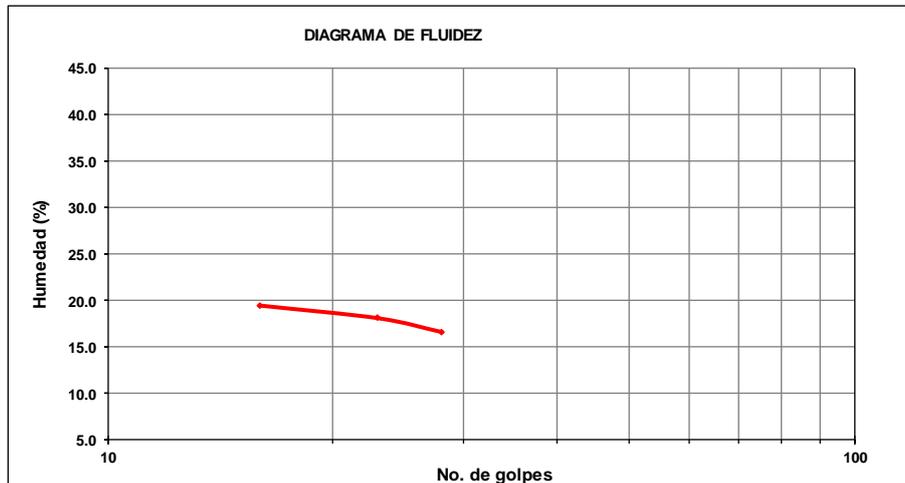
LÍMITE LÍQUIDO

1	170.72	169.4	1.3	162.74	6.68	19.5	16
2	148.97	147.4	1.62	138.4	8.95	18.1	23
3	171.13	170.2	0.93	164.6	5.6	16.6	28

L.L.	17.4
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1						NP
2						NP
3						NP



OBSERVACIONES: La muestra no presenta consistencia para determinar el limite plastico, solo presenta limite liquido



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
UBICACIÓN: DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
MUESTRA: C4
FECHA DE RECEPCION: 24/02/2020
FECHA DE ENSAYO: 26/02/2020

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

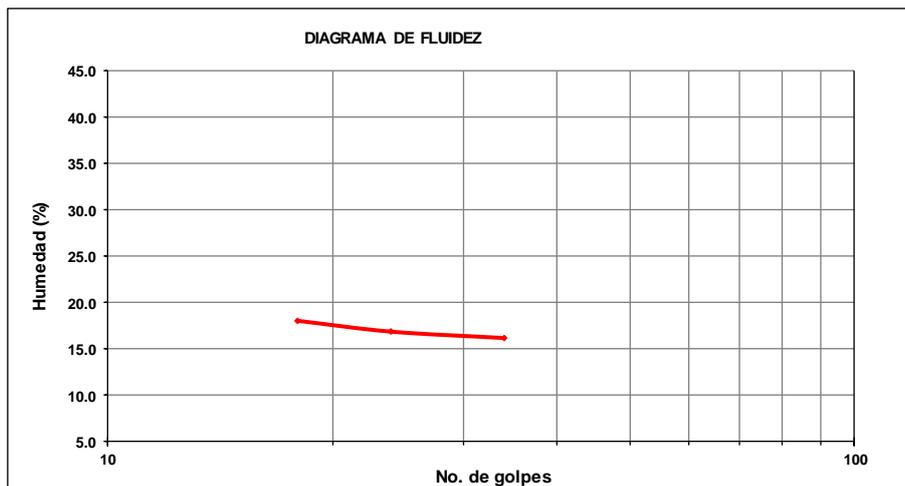
LÍMITE LÍQUIDO

1	107.23	106.1	1.1	100.04	6.09	18.1	18
2	37.15	35.72	1.43	27.25	8.47	16.9	24
3	24.09	23.41	0.68	19.21	4.2	16.2	34

L.L.	17.0
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1						NP
2						NP
3						NP



OBSERVACIONES: La muestra no presenta consistencia para determinar el limite plastico, solo presenta limite liquido



DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE SO₄Mg
ASTM - C88 (MTC E 209)

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M1

AGREGADO GRUESO							
% PASA	% RET	Nº RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
2"	1 1/2"	D-1	-	-	-	-	-
1 1/2"	1"	D-2	-	-	-	-	-
1"	3/4"	D-3	2500.0	2438.5	2.46	14	0.34
3/4"	1/2"	D-4	1000.0	956.8	4.32	16	0.69
1/2"	3/8"	D-5	500.0	467.2	6.56	11	0.72
3/8"	Nº4	D-6	300.0	278.0	7.33	25	1.83
TOTAL :						66.00	3.58



DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE SO₄Mg
ASTM - C88 (MTC E 209)

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M2

AGREGADO GRUESO							
% PASA	% RET	Nº RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
2"	1 1/2"	D-1	-	-	-	-	-
1 1/2"	1"	D-2	-	-	-	-	-
1"	3/4"	D-3	2500.0	2396.9	4.12	14	0.58
3/4"	1/2"	D-4	1000.0	965.4	3.46	16	0.55
1/2"	3/8"	D-5	500.0	472.5	5.49	11	0.60
3/8"	Nº4	D-6	300.0	284.0	5.33	25	1.33
TOTAL :						66.00	3.06



DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE SO₄Mg
ASTM - C88 (MTC E 209)

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M3

AGREGADO GRUESO							
% PASA	% RET	Nº RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
2"	1 1/2"	D-1	-	-	-	-	-
1 1/2"	1"	D-2	-	-	-	-	-
1"	3/4"	D-3	2500.0	2421.5	3.14	14	0.44
3/4"	1/2"	D-4	1000.0	932.1	6.79	16	1.09
1/2"	3/8"	D-5	500.0	484.2	3.16	11	0.35
3/8"	Nº4	D-6	300.0	224.5	25.17	25	6.29
TOTAL :						66.00	8.17



DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE SO₄Mg
ASTM - C88 (MTC E 209)

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M4

AGREGADO GRUESO							
% PASA	% RET	Nº RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
2"	1 1/2"	D-1	-	-	-	-	-
1 1/2"	1"	D-2	-	-	-	-	-
1"	3/4"	D-3	2500.0	2421.5	3.14	14	0.44
3/4"	1/2"	D-4	1000.0	932.1	6.79	16	1.09
1/2"	3/8"	D-5	500.0	484.2	3.16	11	0.35
3/8"	Nº4	D-6	300.0	224.5	25.17	25	6.29
TOTAL :						66.00	8.17



PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C 29

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M1

A. PESO UNITARIO SECO SUELTO

AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m3)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	9.663
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.015
PESO UNITARIO(Kg/m3)	1435.7

B. PESO UNITARIO SECO COMPACTO

AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m3)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	10.002
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.354
PESO UNITARIO(Kg/m3)	1597.1



PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C 29

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M2

A. PESO UNITARIO SECO SUELTO

AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m3)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	9.815
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.167
PESO UNITARIO(Kg/m3)	1508.1

B. PESO UNITARIO SECO COMPACTO

AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m3)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	10.128
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.48
PESO UNITARIO(Kg/m3)	1657.1



PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C 29

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M3

A. PESO UNITARIO SECO SUELTO

AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	9.458
PESO DEL AGREGADO(Kg)	2.81
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1338.1

B. PESO UNITARIO SECO COMPACTO

AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	10.039
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.391
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1614.8



PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C 29

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M4

A. PESO UNITARIO SECO SUELTO

AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m3)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	9.956
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.308
PESO UNITARIO(Kg/m3)	1575.2

B. PESO UNITARIO SECO COMPACTO

AGREGADO GRUESO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m3)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	10.146
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.498
PESO UNITARIO(Kg/m3)	1665.7



ABSORCION Y PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO
NORMA ASTM C 128

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA M1

	B	A	C		
MUESTRA	SATURADO	SECO	SUSPENDIDO	ABSORCION	Peso Especifico
1	1011.5	1006.23	624.16	0.52	2.60
2	1008.4	1003.4	624.09	0.50	2.61
3	1074.3	1068.6	669.96	0.53	2.64

PROMEDIO	ABSORCION	Peso Especifico
	0.52	2.62



ABSORCION Y PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO
NORMA ASTM C 128

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA M2

	B	A	C		
MUESTRA	SATURADO	SECO	SUSPENDIDO	ABSORCION	Peso Especifico
1	1008.11	1003.02	652.18	0.51	2.82
2	1021.42	1016.22	657.97	0.51	2.80
3	1009.24	1004.02	652.18	0.52	2.81

	ABSORCION	Peso Especifico
PROMEDIO	0.51	2.81



ABSORCION Y PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO
NORMA ASTM C 128

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA M3

	B	A	C		
MUESTRA	SATURADO	SECO	SUSPENDIDO	ABSORCION	Peso Especifico
1	1007.26	1002.11	633.53	0.51	2.68
2	1031.4	1026.23	646.53	0.50	2.67
3	1012.3	1007.23	633.53	0.50	2.66

	ABSORCION	Peso Especifico
PROMEDIO	0.51	2.67



NORMA ASTM C 128

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA M4

	B	A	C		
MUESTRA	SATURADO	SECO	SUSPENDIDO	ABSORCION	Peso Especifico
1	1008.32	1003.27	649.21	0.50	2.79
2	1021.76	1016.74	654.9	0.49	2.77
3	1043.13	1038.17	665.1	0.48	2.75

	ABSORCION	Peso Especifico
PROMEDIO	0.49	2.77



DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES
ASTM C - 131

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M1

PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	A
No. ESFERAS	12
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, G.M.S.	5,002
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3,895
Pa - Pb = PERDIDA	1,107
% DESGASTE = $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	22.1%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	40%

CUMPLE SI NO

TAMAÑOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.		A	B	C	D	E	F	G
PASA	RETENIDO							
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	¾"	1250	2500					
¾"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000



DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES
ASTM C - 131

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M2

PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	A
No. ESFERAS	12
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, G.M.S.	5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3,945
Pa - Pb = PERDIDA	1,055
% DESGASTE = $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	21.1%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	40%

CUMPLE SI NO

TAMANO SECO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	¾"	1250	2500					
¾"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000



DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES
ASTM C - 131

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M3

PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	A
No. ESFERAS	12
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, G.M.S.	5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	4,302
Pa - Pb = PERDIDA	698
% DESGASTE = $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	14.0%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	40%

CUMPLE SI NO

TAMANOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	¾"	1250	2500					
¾"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000



DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES
ASTM C - 131

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO GRUESO - M4

PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	A
No. ESFERAS	12
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, G.M.S.	5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3,741
Pa - Pb = PERDIDA	1,259
% DESGASTE = $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	25.2%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	40%

CUMPLE SI NO

TAMANOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	¾"	1250	2500					
¾"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000



DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE SO₄Mg
ASTM - C88 (MTC E 209)

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO FINO - M1

AGREGADO FINO							
% PASA	% RET	Nº RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS			
3/8"	Nº4	1A	100.0	86.4	13.60	17	2.31
Nº4	Nº8	2A	100.0	85.2	14.80	19	2.81
Nº8	Nº16	5A	100.0	80.5	19.50	19	3.71
Nº16	Nº30	3A	100.0	83.9	16.10	19	3.06
Nº30	Nº50	4A	100.0	91.8	8.20	9	0.74
Nº50	Nº100					7	0.00
Nº100	--					10	0.00
TOTAL :						100.00	12.63



DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE SO₄Mg
ASTM - C88 (MTC E 209)

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO FINO - M2

AGREGADO FINO								
% PASA	% RET	Nº RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO		ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS				
3/8"	Nº4	1A	100.0	86.6	13.44		17	2.28
Nº4	Nº8	2A	100.0	92.4	7.58		19	1.44
Nº8	Nº16	5A	100.0	79.2	20.76		19	3.94
Nº16	Nº30	3A	100.0	85.3	14.70		19	2.79
Nº30	Nº50	4A	100.0	85.3	14.66		9	1.32
Nº50	Nº100						7	0.00
Nº100	-.-						10	0.00
TOTAL :							100.00	11.77



DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE SO₄Mg
ASTM - C88 (MTC E 209)

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO FINO - M3

AGREGADO FINO								
% PASA	% RET	Nº RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO		ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA
			ANTES	DESPUÉS				
3/8"	Nº4	1A	100.0	88.3	11.70		17	1.99
Nº4	Nº8	2A	100.0	90.2	9.80		19	1.86
Nº8	Nº16	5A	100.0	88.0	12.00		19	2.28
Nº16	Nº30	3A	100.0	80.2	19.80		19	3.76
Nº30	Nº50	4A	100.0	94.2	5.80		9	0.52
Nº50	Nº100						7	0.00
Nº100	-.-						10	0.00
TOTAL :							100.00	10.41



DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE SO₄Mg
ASTM - C88 (MTC E 209)

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO FINO - M4

AGREGADO FINO								
% PASA	% RET	Nº RECIPIENTE	PESOS DE ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA DE ENSAYO	ESCALONADO ORIGINAL	% DE PÉRDIDA CORREGIDA	
			ANTES	DESPUÉS				
3/8"	Nº4	1A	100.0	79.5	20.55	17	3.49	
Nº4	Nº8	2A	100.0	96.3	3.68	19	0.70	
Nº8	Nº16	5A	100.0	89.3	10.66	19	2.03	
Nº16	Nº30	3A	100.0	83.5	16.48	19	3.13	
Nº30	Nº50	4A	100.0	94.2	5.80	9	0.52	
Nº50	Nº100					7	0.00	
Nº100	-.-					10	0.00	
TOTAL :						100.00	9.87	



PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C 29

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO FINO - M1

A. PESO UNITARIO SECO SUELTO

AGREGADO FINO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	9.828
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.18
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1514.3

B. PESO UNITARIO SECO COMPACTO

AGREGADO FINO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	10.198
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.55
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1690.5



PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C 29

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO FINO - M2

A. PESO UNITARIO SECO SUELTO

AGREGADO FINO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	9.908
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.26
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1552.4

B. PESO UNITARIO SECO COMPACTO

AGREGADO FINO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	10.332
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.684
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1754.3



PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C 29

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO FINO - M3

A. PESO UNITARIO SECO SUELTO

AGREGADO FINO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	10.004
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.356
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1598.1

B. PESO UNITARIO SECO COMPACTO

AGREGADO FINO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	10.297
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.649
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1737.6



PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C 29

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO FINO - M4

A. PESO UNITARIO SECO SUELTO

AGREGADO FINO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	9.968
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.32
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1581.0

B. PESO UNITARIO SECO COMPACTO

AGREGADO FINO	
PESO DEL MOLDE (Kg)	6.648
VOLUMEN DEL MOLDE(m ³)	0.0021
PEO DEL MOLDE + AGREGADO(Kg)	10.457
PESO DEL AGREGADO(Kg)	3.809
PESO UNITARIO(Kg/m ³)	1813.8



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO ASTM C - 128

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/02/2020

FECHA DE ENSAYO : 02/03/2020

1 PESO ESPECIFICO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA
		M-1
Volumen de agua en la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	182.41
B =Peso de la fiola + Agua	g	680.63
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	565.77
C =Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	921.35
Peso del agua (5-4)	g	355.58
Peso del recipiente	g	89.98
Recipiente + Muestra seca	g	464.70
A =Peso de la muestra secada al horno	g	374.72
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	g	383.36
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2688
Peso específico aparente	kg/m ³	2796
Peso específico de masa	kg/m ³	2627

2 ABSORCIÓN DE LA ARENA

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA
		M-1
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	cm ³	383.36
A =Peso de la muestra secada al horno	g	374.72
Porcentaje de absorción (%)	%	2.30



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO ASTM C - 128

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/02/2020

FECHA DE ENSAYO : 02/03/2020

1 PESO ESPECIFICO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA
		M-2
Volumen de agua en la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	183.03
B =Peso de la fiola + Agua	g	681.56
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	560.01
C =Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	923.14
Peso del agua (5-4)	g	363.13
Peso del recipiente	g	85.10
Recipiente + Muestra seca	g	451.92
A =Peso de la muestra secada al horno	g	366.82
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	g	376.98
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2784
Peso específico aparente	kg/m ³	2929
Peso específico de masa	kg/m ³	2709

2 ABSORCIÓN DE LA ARENA

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA
		M-2
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	cm ³	376.98
A =Peso de la muestra secada al horno	g	366.82
Porcentaje de absorción (%)	%	2.80



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO ASTM C - 128

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/02/2020

FECHA DE ENSAYO : 02/03/2020

1 PESO ESPECIFICO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA
		M-3
Volumen de agua en la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	179.46
B =Peso de la fiola + Agua	g	680.09
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	562.51
C =Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	922.14
Peso del agua (5-4)	g	359.63
Peso del recipiente	g	88.03
Recipiente + Muestra seca	g	461.13
A =Peso de la muestra secada al horno	g	373.10
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	g	383.05
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2717
Peso específico aparente	kg/m ³	2847
Peso específico de masa	kg/m ³	2646

2 ABSORCIÓN DE LA ARENA

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA
		M-3
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	cm ³	383.05
A =Peso de la muestra secada al horno	g	373.10
Porcentaje de absorción (%)	%	2.70



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO ASTM C - 128

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITANTE: ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/02/2020

FECHA DE ENSAYO : 02/03/2020

1 PESO ESPECIFICO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA
		M-4
Volumen de agua en la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	182.56
B =Peso de la fiola + Agua	g	680.71
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	567.92
C =Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	923.61
Peso del agua (5-4)	g	356.26
Peso del recipiente	g	88.97
Recipiente + Muestra seca	g	463.91
A =Peso de la muestra secada al horno	g	375.82
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	g	384.84
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2689
Peso específico aparente	kg/m ³	2823
Peso específico de masa	kg/m ³	2557

2 ABSORCIÓN DE LA ARENA

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA
		M-4
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	cm ³	382.79
A =Peso de la muestra secada al horno	g	364.11
Porcentaje de absorción (%)	%	2.60



EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS AGREGADOS FINOS
ASTM D 2419-02

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER

MUESTRA: C1

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/02/2020

FECHA DE ENSAYO : 27/02/2020

A	HORA DE ENTRADA A SATURACION	09:50	09:55	10:00
2	SALIDA DE SATURACION : (A + 10')	10:00	10:05	10:10
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	10:01	10:06	10:11
4	SALIDA DE DECANTACION (B + 20')	10:21	10:26	10:31
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG.)	3.70	3.40	3.60
6	ALTURA ARENA (PULG.)	3.50	3.1	3.4
7	EQUIV. ARENA (6/5*100)(%)	94.6	91.2	94.4
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	93%		



EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS AGREGADOS FINOS
ASTM D 2419-02

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER

MUESTRA: C2

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/02/2020

FECHA DE ENSAYO : 27/02/2020

A	HORA DE ENTRADA A SATURACION	10:45	10:50	10:55
2	SALIDA DE SATURACION : (A + 10')	10:55	11:00	11:05
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	10:56	11:01	11:06
4	SALIDA DE DECANTACION (B + 20')	11:16	11:21	11:26
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG.)	3.60	3.50	3.60
6	ALTURA ARENA (PULG.)	3.40	3.3	3.4
7	EQUIV. ARENA (6/5*100)(%)	94.4	94.3	94.4
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	94%		



EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS AGREGADOS FINOS
ASTM D 2419-02

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER

MUESTRA: C3

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/02/2020

FECHA DE ENSAYO : 27/02/2020

A	HORA DE ENTRADA A SATURACION	11:40	11:43	11:45
2	SALIDA DE SATURACION : (A + 10')	11:50	11:53	11:55
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	11:51	11:54	11:56
4	SALIDA DE DECANTACION (B + 20')	12:11	12:14	12:16
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG.)	3.80	3.60	3.40
6	ALTURA ARENA (PULG.)	3.50	3.4	3.2
7	EQUIV. ARENA (6/5*100)(%)	92.1	94.4	94.1
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	94%		



EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS AGREGADOS FINOS
ASTM D 2419-02

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PRESENTACIÓN

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER

MUESTRA: C4

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/02/2020

FECHA DE ENSAYO : 27/02/2020

A	HORA DE ENTRADA A SATURACION	12:23	12:25	12:27
2	SALIDA DE SATURACION : (A + 10')	12:33	12:35	12:37
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	12:34	12:36	12:38
4	SALIDA DE DECANTACION (B + 20')	12:54	12:56	12:58
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG.)	3.60	3.50	3.70
6	ALTURA ARENA (PULG.)	3.40	3.3	3.4
7	EQUIV. ARENA (6/5*100)(%)	94.4	94.3	91.9
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	94%		



DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES
ASTM C - 131

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO FINO - M1

PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	C
No. ESFERAS	8
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, G.M.S.	5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3,748
Pa - Pb = PERDIDA	1,252
% DESGASTE = $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	25.0%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	40%

CUMPLE SI NO

TAMAÑOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.		A	B	C	D	E	F	G
PASA	RETENIDO							
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	¾"	1250	2500					
¾"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000



DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES
ASTM C - 131

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO FINO - M2

PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	C
No. ESFERAS	8
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, G.M.S.	5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3,847
Pa - Pb = PERDIDA	1,153
% DESGASTE = $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	23.1%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	40%

CUMPLE SI NO

TAMANOS PESO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	¾"	1250	2500					
¾"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000



DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES
ASTM C - 131

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO FINO - M3

PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	C
No. ESFERAS	8
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, G.M.S.	5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3,814
Pa - Pb = PERDIDA	1,186
% DESGASTE = $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	23.7%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	40%

CUMPLE SI NO

TAMANOS PESO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	¾"	1250	2500					
¾"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000



DESGASTE ABRASIVO DE LOS ANGELES
ASTM C - 131

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MUESTRA: AGREGADO FINO - M4

PRUEBAS	1
GRADACIÓN USADA	C
No. ESFERAS	8
No. REVOLUCIONES	500
Pa = PESO MUESTRA SECA ANTES DEL ENSAYO, G.M.S.	5,000
Pb = PESO MUESTRA SECA DESPUES DEL ENSAYO Y DESPUES DE LAVAR SOBRE TAMIZ No. 12	3,784
Pa - Pb = PERDIDA	1,216
% DESGASTE = $\frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$	24.3%
ESPECIFICACIÓN : MENOR DE	40%

CUMPLE SI NO

TAMANOS PESO Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA, G.M.S.								
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 ½"					2500		
2 ½"	2"					2500		
2"	1 ½"					5000	5000	
1 ½"	1"	1250					5000	5000
1"	¾"	1250						5000
¾"	½"	1250	2500					
½"	¾"	1250	2500					
¾"	# 3			2500				
# 3	# 4			2500				
# 4	# 8				5000			
No. DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
No. DE REVOLUCIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000



**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR CUALITATIVAMENTE
LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO
ASTM C 40 - 04**

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO FINO - M1

MUESTRA	RESULTADOS
Arena	Aceptable



**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR CUALITATIVAMENTE
LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO
ASTM C 40 - 04**

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO FINO - M2

MUESTRA	RESULTADOS
Arena	Aceptable



**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR CUALITATIVAMENTE
LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO
ASTM C 40 - 04**

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO FINO - M3

MUESTRA	RESULTADOS
Arena	Aceptable



**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR CUALITATIVAMENTE
LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO
ASTM C 40 - 04**

PROYECTO : ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
SOLICITADO : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON
MUESTRA: AGREGADO FINO - M4

MUESTRA	RESULTADOS
Arena	Aceptable

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C 1 - AFIRMADO

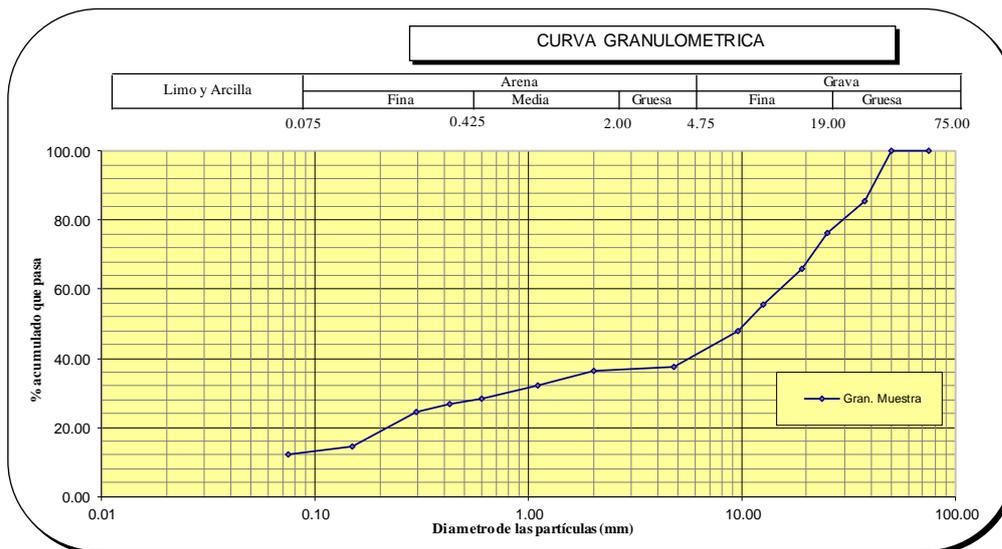
SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES	Humedad natural	4.3
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	75.000							
2"	50.000							
1 1/2"	37.500	221.0	14.3	14.3	85.7			
1"	25.000	146.6	9.5	23.8	76.2			
3/4"	19.000	157.2	10.2	34.0	66.0			
1/2"	12.500	160.4	10.4	44.4	55.6			
3/8"	9.500	120.5	7.8	52.2	47.8			
N°4	4.750	158.5	10.3	62.4	37.6			
N°10	2.000	21.0	1.4	63.8	36.2			
N°16	1.100	61.1	4.0	67.8	32.2			
N°30	0.600	60.2	3.9	71.7	28.3			
N°40	0.425	23.1	1.5	73.1	26.9			
N°50	0.297	35.7	2.3	75.5	24.5			
N°100	0.149	153.3	9.9	85.4	14.6			
N°200	0.075	38.0	2.5	87.8	12.2			
< N°200	Fondo	187.7	12.2	100.0				
Total		1544.2	100.0					

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	52.2
Arena (%)	35.7
Finos(%)	12.2
D30	0.90
D60	15.65
D10	-
Cu	-
Cc	-

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	28.8
LP	15.2
IP	13.6

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	GP GC
AASTHO	A-2-6




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.I.P. N° 197384

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C 1 - AFIRMADO

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

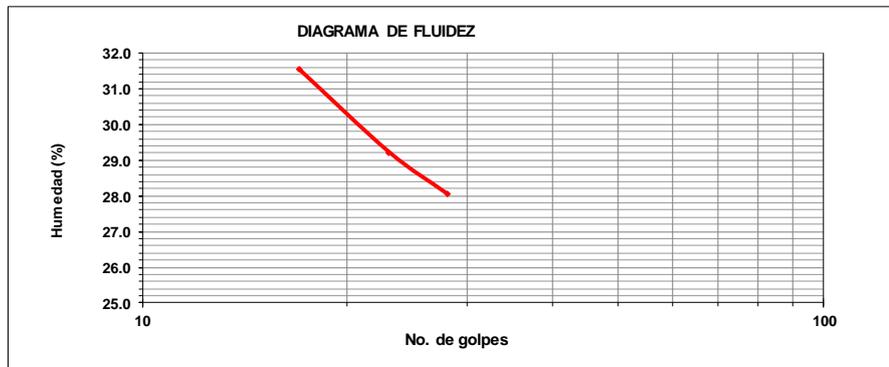
LÍMITE LÍQUIDO

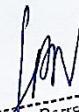
1	74.15	72.45	1.7	67.06	5.39	31.5	17
2	79.11	77.07	2.04	70.09	6.98	29.2	23
3	86.41	84.32	2.09	76.87	7.45	28.1	28

L.L.	28.8
L.P.	15.2
I.P.	13.6

LÍMITE PLÁSTICO

1	84.48	83.41	1.07	76.52	6.89	15.5
2	89.85	88.97	0.88	83.18	5.79	15.2
3	76.84	76.11	0.73	71.21	4.9	14.9




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C 1 - AFIRMADO

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	60.54	59.45	1.09	35	24.45	4.5	4.3
2	72.38	71.69	0.69	55.47	16.22	4.3	
3	86.88	85.94	0.94	63.84	22.1	4.3	




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384

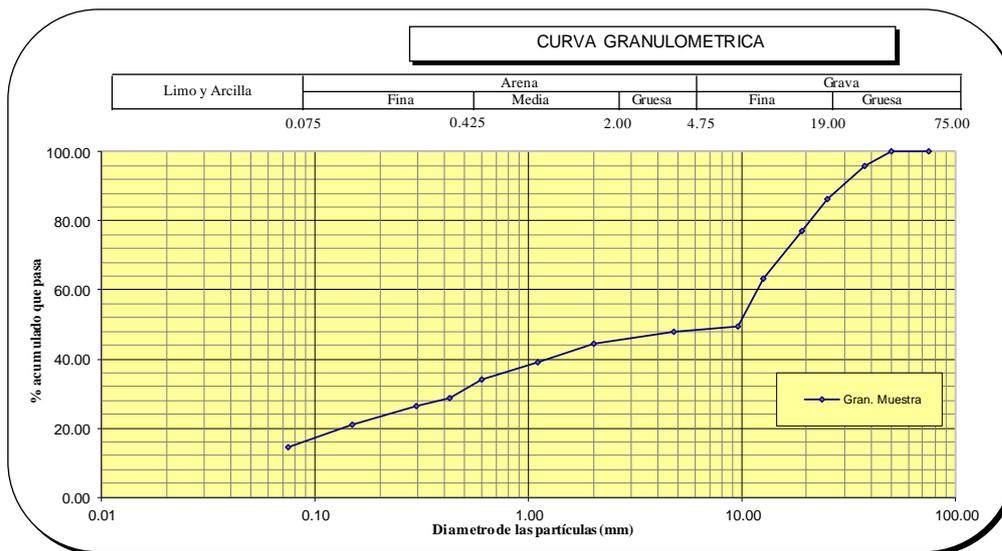
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C 2 - AFIRMADO

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 3.8 CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) 50.6 Arena (%) 34.9 Finos(%) 14.5 D30 0.90 D60 15.65 D10 - Cu - Cc - LIMITES DE CONSISTENCIA LL 33.3 LP 17.9 IP 15.4 CLASIFICACION DE SUELOS SUCS GP GC AASTHO A-2-6
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500	42.9	4.2	4.2	95.8	
1"	25.000	98.6	9.6	13.8	86.2	
3/4"	19.000	92.4	9.0	22.9	77.1	
1/2"	12.500	142.3	13.9	36.8	63.2	
3/8"	9.500	140.9	13.8	50.6	49.4	
N°4	4.750	14.9	1.5	52.1	47.9	
N°10	2.000	36.8	3.6	55.6	44.4	
N°16	1.100	53.3	5.2	60.9	39.1	
N°30	0.600	53.2	5.2	66.1	33.9	
N°40	0.425	52.5	5.1	71.2	28.8	
N°50	0.297	23.8	2.3	73.5	26.5	
N°100	0.149	55.9	5.5	79.0	21.0	
N°200	0.075	66.5	6.5	85.5	14.5	
< N°200	Fondo	148.2	14.5	100.0		
Total		1022.3	100.0			



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C 2 - AFIRMADO

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

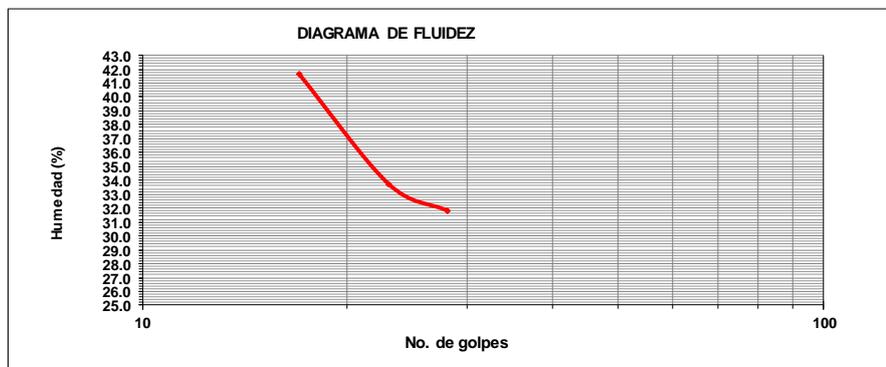
LÍMITE LÍQUIDO

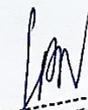
1	78.41	76.36	2.05	71.44	4.92	41.7	17
2	69.69	68.85	0.84	66.36	2.49	33.7	23
3	73.1	71.62	1.48	66.97	4.65	31.8	28

L.L.	33.3
L.P.	17.9
I.P.	15.4

LÍMITE PLÁSTICO

1	66.71	66.66	0.05	66.39	0.27	18.5
2	56.95	56.9	0.05	56.61	0.29	17.2
3	66.55	66.48	0.07	66.09	0.39	17.9




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.I.P. N° 197384

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
MUESTRA : C 2 - AFIRMADO
SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	112.15	110.47	1.68	66.89	43.58	3.9	3.8
2	101.1	99.45	1.65	57.84	41.61	4.0	
3	106.83	105.47	1.36	66.39	39.08	3.5	




Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384

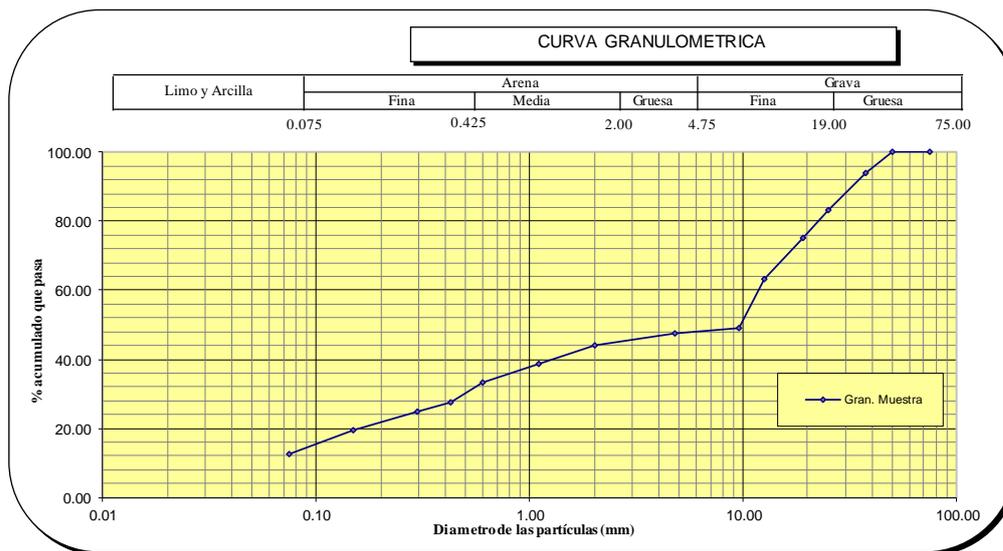
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

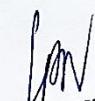
PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C 3 - AFIRMADO

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 7.0 CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) 50.9 Arena (%) 36.4 Finos(%) 12.7 D30 0.89 D60 13.55 D10 - Cu - Cc - LIMITES DE CONSISTENCIA LL 33.0 LP 14.6 IP 18.4 CLASIFICACION DE SUELOS SUCS GP GC AASTHO A-2-6
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500	58.9	5.9	5.9	94.1	
1"	25.000	108.6	10.9	16.8	83.2	
3/4"	19.000	81.4	8.1	24.9	75.1	
1/2"	12.500	119.3	11.9	36.8	63.2	
3/8"	9.500	140.9	14.1	50.9	49.1	
N°4	4.750	14.9	1.5	52.4	47.6	
N°10	2.000	36.8	3.7	56.1	43.9	
N°16	1.100	53.3	5.3	61.4	38.6	
N°30	0.600	53.2	5.3	66.7	33.3	
N°40	0.425	59.5	5.9	72.7	27.3	
N°50	0.297	23.8	2.4	75.1	24.9	
N°100	0.149	55.9	5.6	80.6	19.4	
N°200	0.075	66.5	6.7	87.3	12.7	
< N°200 Fondo		127.0	12.7	100.0		
Total		1000.1	100.0			




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C 3 - AFIRMADO

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

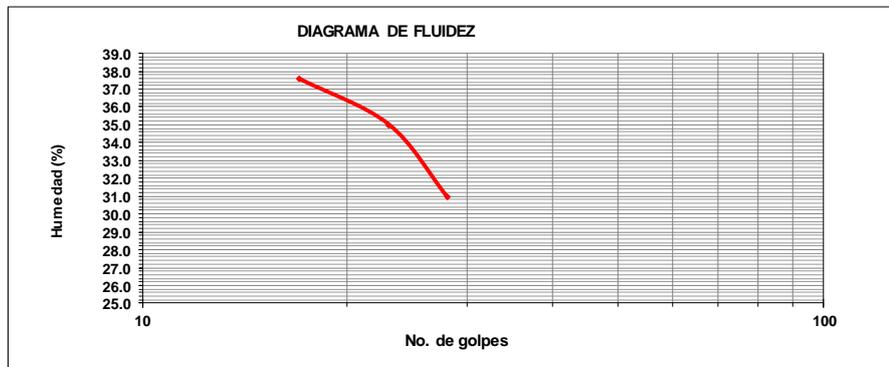
LÍMITE LÍQUIDO

1	82.47	81.41	1.06	78.59	2.82	37.6	17
2	81.24	78.95	2.29	72.41	6.54	35.0	23
3	75.23	74.32	0.91	71.38	2.94	31.0	28

L.L.	33.0
L.P.	14.6
I.P.	18.4

LÍMITE PLÁSTICO

1	79.26	78.97	0.29	77.02	1.95	14.9
2	84.62	84.22	0.4	81.64	2.58	15.5
3	75.48	75.21	0.27	73.19	2.02	13.4




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
 PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
MUESTRA : C 3 - AFIRMADO
SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	112.74	109.87	2.87	66.47	43.4	6.6	7.0
2	123.69	119.75	3.94	67.45	52.3	7.5	
3	147.12	144.08	3.04	99.48	44.6	6.8	



JMV
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384

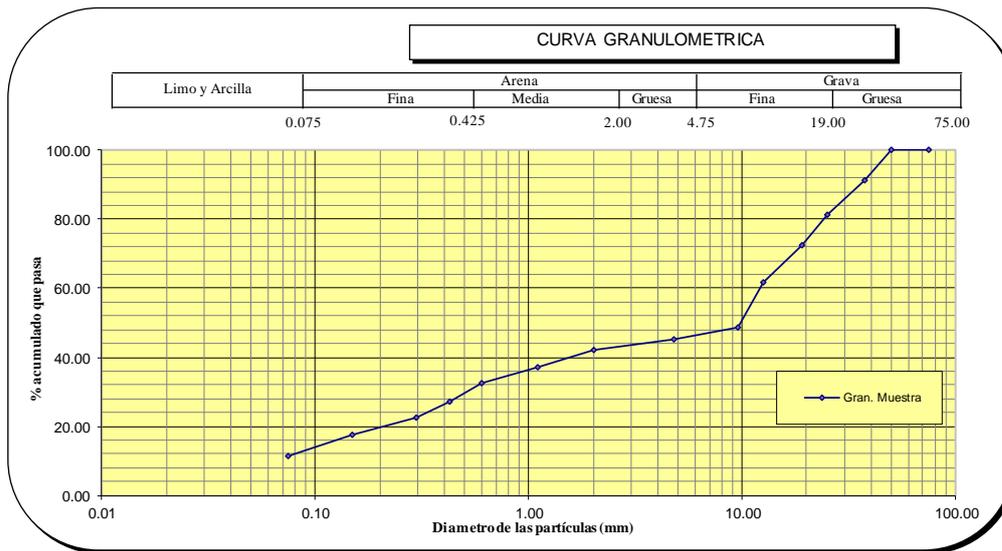
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

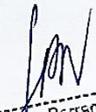
PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C 4 - AFIRMADO

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 6.1 CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) 51.2 Arena (%) 37.3 Finos(%) 11.5 D30 0.89 D60 14.05 D10 - Cu - Cc - LIMITES DE CONSISTENCIA LL 31.8 LP 18.5 IP 13.3 CLASIFICACION DE SUELOS SUCS GP GC AASTHO A-2-6
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500	96.9	8.8	8.8	91.2	
1"	25.000	108.6	9.8	18.6	81.4	
3/4"	19.000	100.4	9.1	27.7	72.3	
1/2"	12.500	119.3	10.8	38.5	61.5	
3/8"	9.500	140.9	12.7	51.2	48.8	
N°4	4.750	37.9	3.4	54.6	45.4	
N°10	2.000	36.8	3.3	58.0	42.0	
N°16	1.100	53.3	4.8	62.8	37.2	
N°30	0.600	53.2	4.8	67.6	32.4	
N°40	0.425	59.5	5.4	73.0	27.0	
N°50	0.297	49.4	4.5	77.4	22.6	
N°100	0.149	55.9	5.1	82.5	17.5	
N°200	0.075	66.5	6.0	88.5	11.5	
< N°200 Fondo		127.0	11.5	100.0		
Total		1105.7	100.0			




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C 4 - AFIRMADO

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

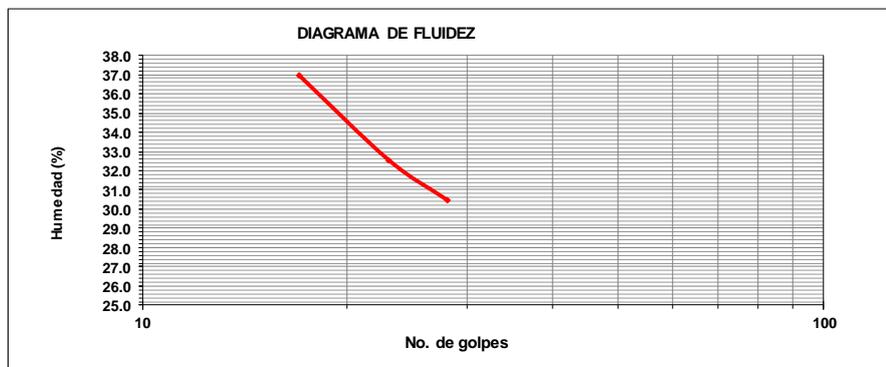
LÍMITE LÍQUIDO

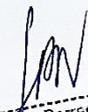
1	77.59	76.67	0.92	74.18	2.49	36.9	17
2	82.64	81.54	1.1	78.16	3.38	32.5	23
3	72.99	71.64	1.35	67.21	4.43	30.5	28

L.L.	31.8
L.P.	18.5
I.P.	13.3

LÍMITE PLÁSTICO

1	73.67	72.67	1	67.23	5.44	18.4
2	82.64	81.67	0.97	76.49	5.18	18.7
3	82.64	81.87	0.77	77.69	4.18	18.4




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
MUESTRA : C 4 - AFIRMADO
SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	115.02	112.65	2.37	74.99	37.66	6.3	6.1
2	121.65	119.65	2.00	85.47	34.18	5.9	
3	118.54	115.97	2.57	73.64	42.33	6.1	



JAV
Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R.C.P. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO FINO

ASTM C 136

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C-1

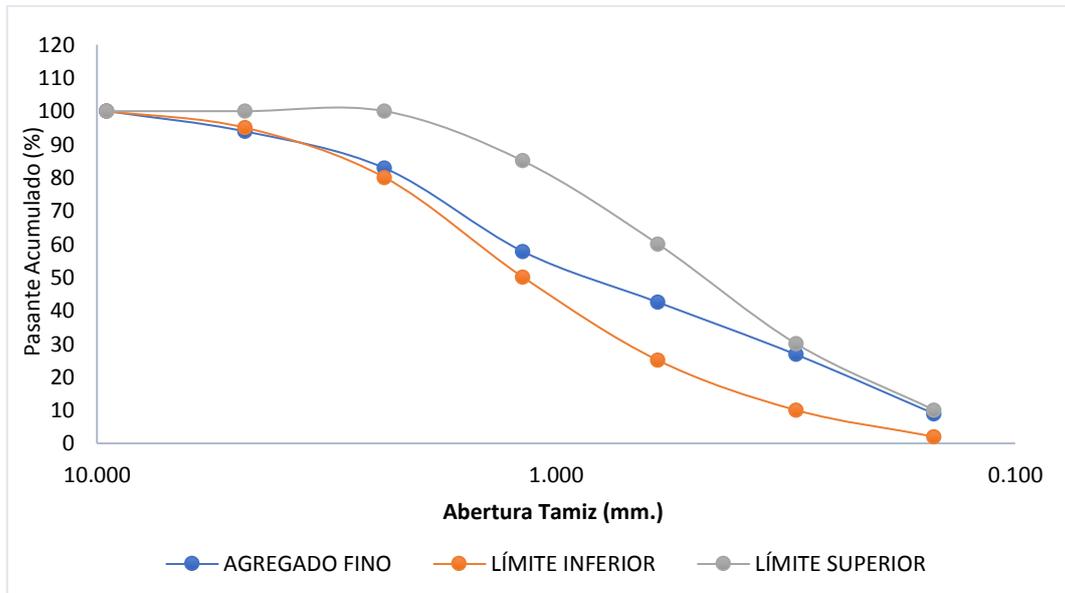
SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	160.00	160.00	0.00	0	0	100
Nº4	4.750	190.01	245.18	55.17	6	6	94
Nº8	2.360	171.58	268.45	96.87	10	16	84
Nº16	1.180	127.98	362.15	234.17	24	40	60
Nº30	0.600	124.19	289.55	165.36	17	58	42
Nº50	0.300	123.31	276.48	153.17	16	74	26
Nº100	0.150	115.05	284.10	169.05	18	91	9
Nº200	0.075	246.83	299.95	53.12	6	97	3
FONDO		218.74	248.38	29.64	3	100	0
PESO TOTAL				956.55	100		

M. FINURA

2.8

CURVA GRANULOMÉTRICA:




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO FINO

ASTM C 136

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

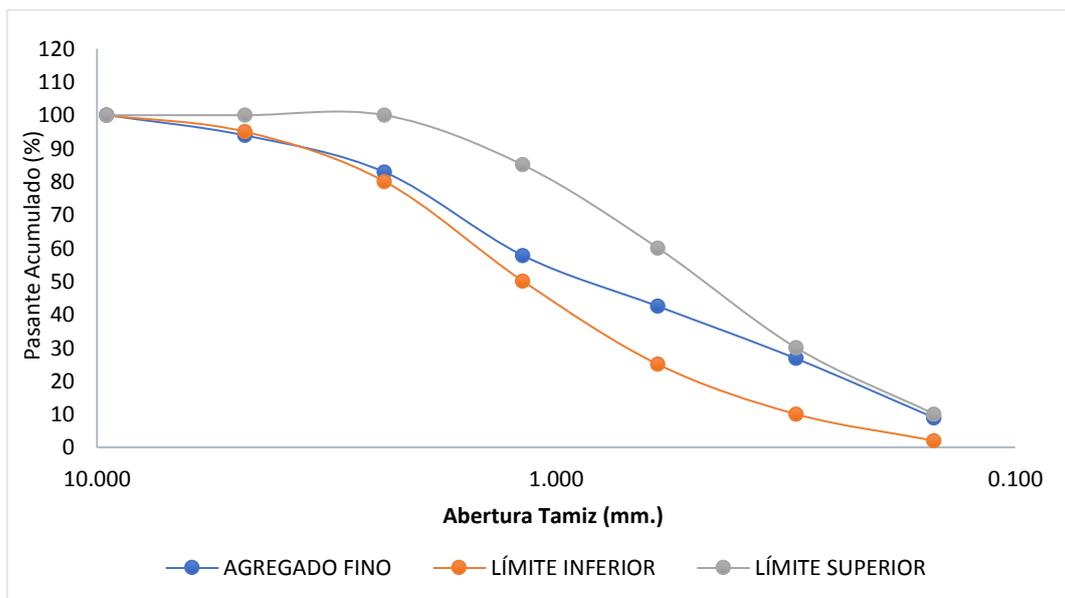
MUESTRA : C-2

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	160.00	160.00	0.00	0	0	100
Nº4	4.750	190.01	236.95	46.94	5	5	95
Nº8	2.360	171.58	275.15	103.57	11	16	84
Nº16	1.180	127.98	364.84	236.86	25	40	60
Nº30	0.600	124.19	278.94	154.75	16	56	44
Nº50	0.300	123.31	275.18	151.87	16	72	28
Nº100	0.150	115.05	295.64	180.59	19	91	9
Nº200	0.075	246.83	302.65	55.82	6	97	3
FONDO		218.74	252.48	33.74	3	100	0
PESO TOTAL				964.14	100		

M. FINURA	2.8
-----------	-----

CURVA GRANULOMÉTRICA:




 Jorge Alejandro Barrantes Villanteva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO FINO

ASTM C 136

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C-3

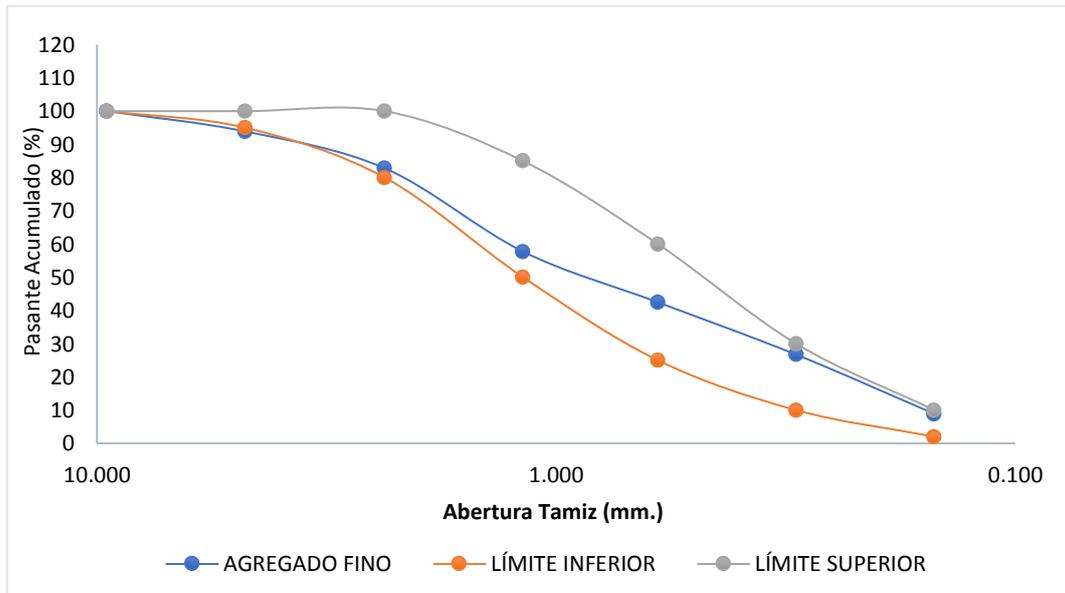
SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	160.00	160.00	0.00	0	0	100
Nº4	4.750	190.01	237.84	47.83	5	5	95
Nº8	2.360	171.58	271.99	100.41	10	15	85
Nº16	1.180	127.98	364.84	236.86	24	40	60
Nº30	0.600	124.19	278.94	154.75	16	55	45
Nº50	0.300	123.31	275.18	151.87	16	71	29
Nº100	0.150	115.05	295.64	180.59	19	90	10
Nº200	0.075	246.83	315.05	68.22	7	97	3
FONDO		218.74	252.48	33.74	3	100	0
PESO TOTAL				974.27	100		

M. FINURA

2.8

CURVA GRANULOMÉTRICA:




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.I.P. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO FINO

ASTM C 136

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

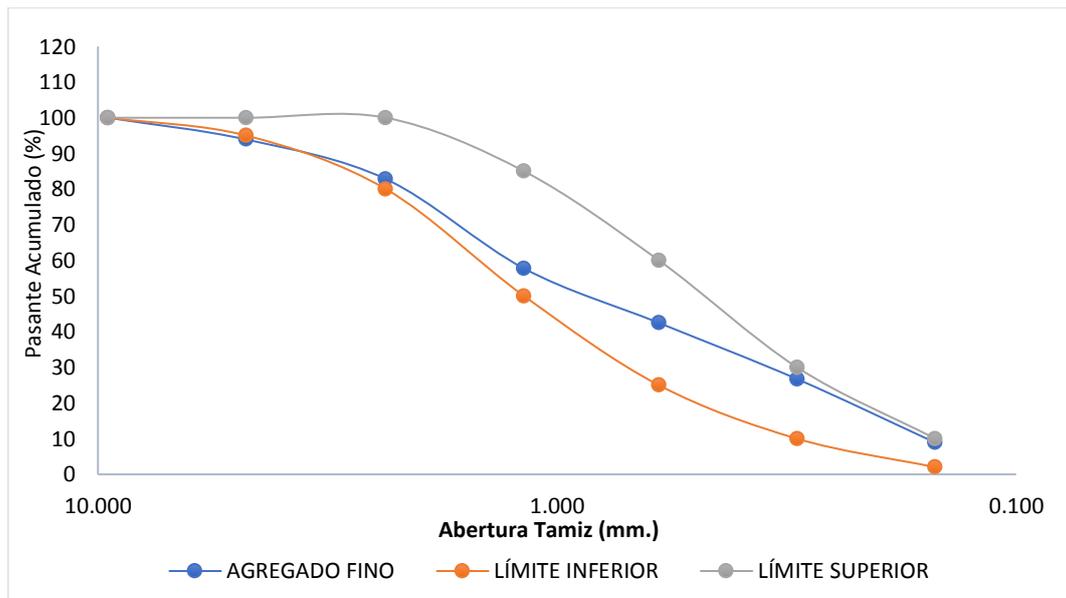
MUESTRA : C-4

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	160.00	160.00	0.00	0	0	100
Nº4	4.750	190.01	248.95	58.94	6	6	94
Nº8	2.360	171.58	278.45	106.87	11	17	83
Nº16	1.180	127.98	369.87	241.89	25	42	58
Nº30	0.600	124.19	271.45	147.26	15	58	42
Nº50	0.300	123.31	275.18	151.87	16	73	27
Nº100	0.150	115.05	286.94	171.89	18	91	9
Nº200	0.075	246.83	305.17	58.34	6	97	3
FONDO		218.74	246.20	27.46	3	100	0
PESO TOTAL				964.52	100		

M. FINURA	2.9
-----------	-----

CURVA GRANULOMÉTRICA:




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO

ASTM C 136

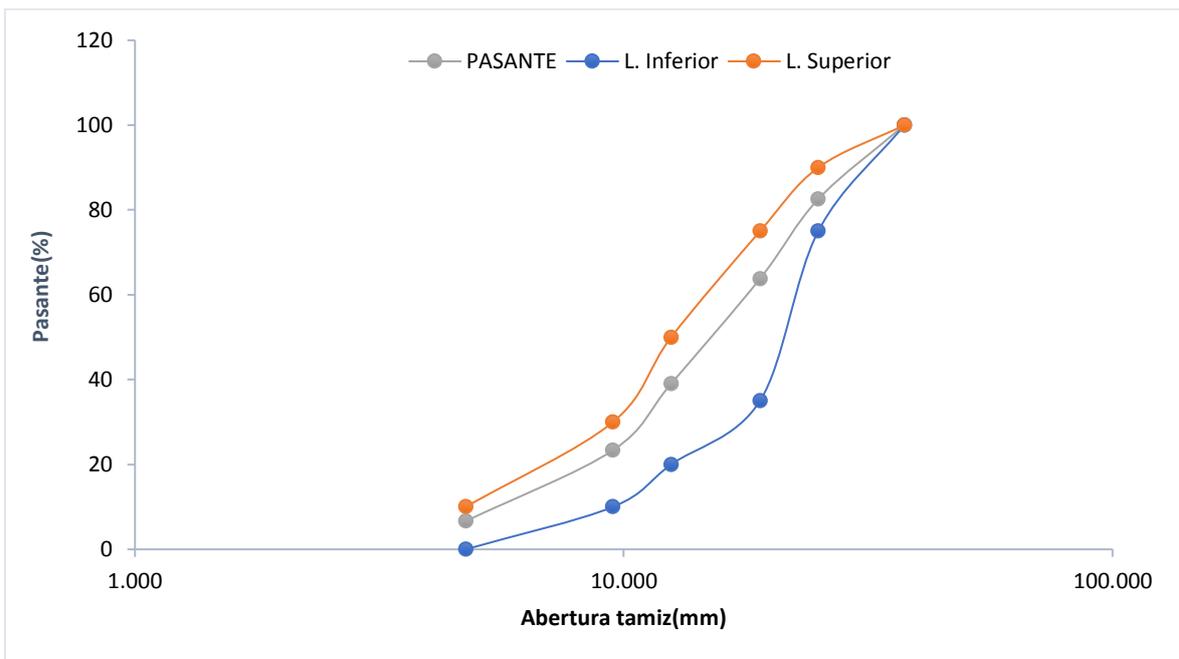
PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C-1

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.500	553.08	553.08	0.00	0	0	100
1"	25.000	535.37	721.4	186.03	15	15	85
3/4"	19.000	563.56	765.4	201.84	16	31	69
1/2"	12.500	535.68	834.27	298.59	24	55	45
3/8"	9.500	542.1	903.42	361.32	29	84	16
Nº4	4.750	508.08	642.40	134.32	11	94	6
PESO TOTAL				1253.36	100	T.M.	1/2"
						T.M.N.	1 1/2"

CURVA GRANULOMÉTRICA:



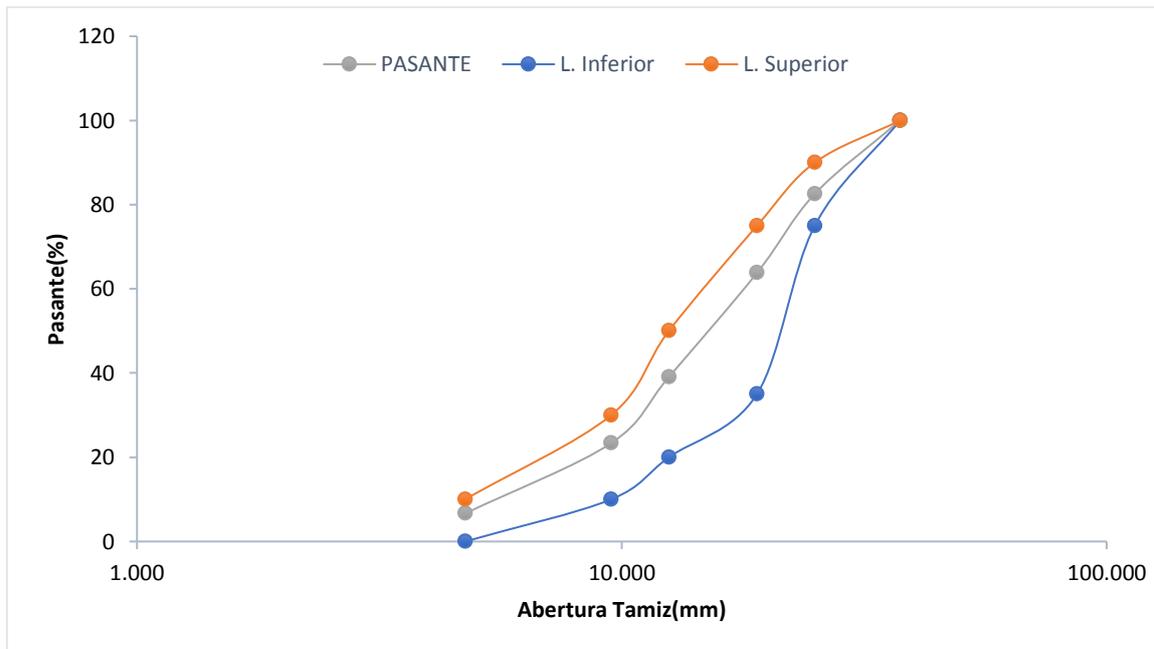

 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO ASTM C 136

PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION
MUESTRA : C-2
SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
 TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.500	553.08	553.08	0.00	0	0	100
1"	25.000	578.34	721.4	143.06	12	12	88
3/4"	19.000	523.1	765.4	242.30	20	32	68
1/2"	12.500	535.68	834.27	298.59	25	56	44
3/8"	9.500	564.63	903.42	338.79	28	84	16
Nº4	4.750	523.23	642.40	119.17	10	94	6
PESO TOTAL				1213.17	100	T.M.	1/2"
						T.M.N.	1 1/2"

CURVA GRANULOMÉTRICA:




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO

ASTM C 136

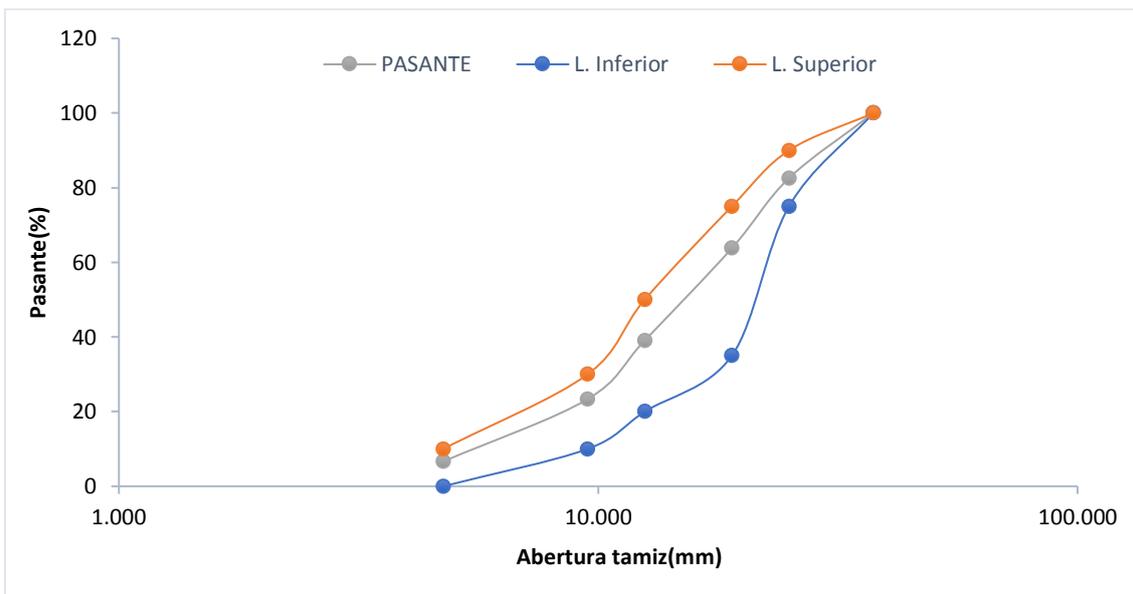
PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C-3

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.500	553.08	553.08	0.00	0	0	100
1"	25.000	578.34	789.53	211.19	20	20	80
3/4"	19.000	523.1	724.5	201.40	19	40	60
1/2"	12.500	535.68	801.1	265.42	26	65	35
3/8"	9.500	564.63	733.11	168.48	16	82	18
Nº4	4.750	523.23	642.40	119.17	11	93	7
PESO TOTAL				1036.92	100	T.M.	1/2"
						T.M.N.	1 1/2"

CURVA GRANULOMÉTRICA:




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.I.P. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO

ASTM C 136

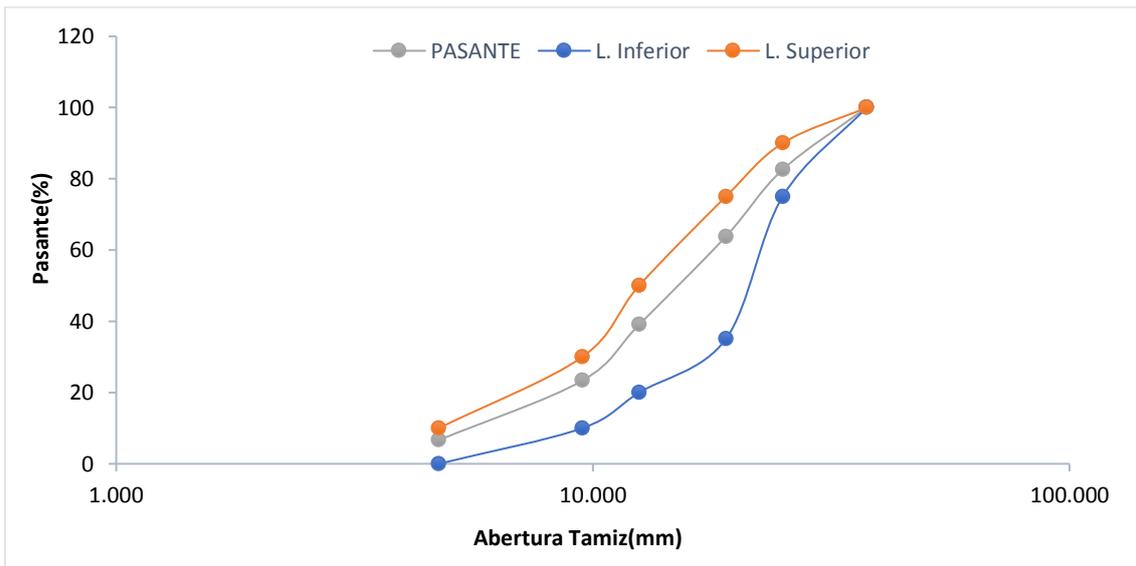
PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA CABALLO MUERTO
PARA FINES DE CONTROL DE CAIDAD EN CONCRETO Y PAVIMENTACION

MUESTRA : C-4

SOLICITANTE : ARTEAGA RAMIREZ GEAN FRANCO
TORRES CERNA WALTER JEFFERSON

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.500	553.08	553.08	0.00	0	0	100
1"	25.000	602.43	789.53	187.10	17	17	83
3/4"	19.000	523.1	724.5	201.40	19	36	64
1/2"	12.500	535.68	801.1	265.42	25	61	39
3/8"	9.500	564.63	733.11	168.48	16	77	23
Nº4	4.750	523.23	702.44	179.21	17	93	7
PESO TOTAL				1072.87	100	T.M.	1/2"
						T.M.N.	1 1/2"

CURVA GRANULOMÉTRICA:




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384