

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS
CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA,
SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013,
ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE
5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Ghyram Geordan Alarcon Bueno
Rosa Carolina Villavicencio Acuña

Asesor:

Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

<https://orcid.org/0000-0002-4644-063X>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO CALIFICADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Héctor Cuadros Rojas	219817
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Katia Carrión Rabanal	204883
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Tulio Guillen Sheen	43126
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022

ORIGINALITY REPORT

6%	7%	1%	6%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	hdl.handle.net Internet Source	1%
2	repositorio.unc.edu.pe Internet Source	1%
3	idoc.pub Internet Source	1%
4	repositorio.usanpedro.edu.pe Internet Source	1%
5	cdn.www.gob.pe Internet Source	1%
6	upc.aws.openrepository.com Internet Source	1%
7	repositorio.continental.edu.pe Internet Source	1%

Exclude quotes On Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada con todo nuestro amor y cariño, a nuestras familias; pero en especial, a nuestros padres, debido a todo el apoyo incondicional que nos han brindado en esta etapa de nuestras vidas, por creer en nosotros y brindarnos una carrera profesional, la cual ejerceremos con mucha pasión y orgullo en nuestro futuro profesional; a pesar de los duros momentos, siempre han estado presentes como el cimiento de nuestra vida profesional.

También va dedicada a todos nuestros amigos y compañeros, tanto presentes como pasados, quienes con las mejores intenciones compartieron con nosotros, sus experiencias y conocimientos; además, siempre estuvieron presentes apoyándonos en todo momento, siendo de esta forma nuestra fuente de inspiración y motivación para seguir superándonos y lograr la mejor versión de nosotros mismos.

AGRADECIMIENTO

Nos van a faltar palabras para agradecer a las personas que de cierta manera se han visto involucradas en la realización de esta presente tesis; sin embargo, merecen reconocimiento especial nuestros padres, que con su esfuerzo y dedicación nos ayudaron a culminar nuestra carrera profesional universitaria, y nos dieron el apoyo necesario para no decaer cuanto todo parecía complicado e inalcanzable.

Al vernos inmersos en el mundo de la Universidad, nos hemos dado cuenta que, más allá de ser una simple institución, es una base para el entendimiento, la cual nos sirve para formarnos profesionalmente; es por ello que, queremos agradecer a todos nuestros docentes, a nuestra asesora y a nuestro Director de Carrera, quienes siempre mostraron interés y dedicación para que pudiéramos desarrollarnos como personas de conocimiento con sentido ético y moral, con el fin de poder alcanzar nuestra meta profesional.

Gracias.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO CALIFICADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	38
1.3. OBJETIVOS:	38
1.4. HIPÓTESIS:	39
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	40
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	48
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	84
REFERENCIAS	91
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Índice de competitividad global-Foro Económico Mundial (WEF)	16
Tabla 2: Longitud de Infraestructura Vial, según jerarquía y superficie de rodadura 2019 (km)	17
Tabla 3: Clasificación del material granular en función de su tamaño	31
Tabla 4: Clasificación del material granular (para afirmado) en función a su granulometría	32
Tabla 5: Requisitos de calidad para emplear el material granular en vías afirmadas	33
Tabla 6: Cantidad de ensayos realizados	42
Tabla 7: Ensayos y frecuencias para material granular a utilizarse como afirmado	45
Tabla 8: Contenido de humedad de las canteras en estudio	48
Tabla 9: Porcentajes que pasa de las canteras en estudio	48
Tabla 10: Límites Atterberg e Índice Plástico de las canteras en estudio	49
Tabla 11: Plasticidad en función al Límite Líquido según L. Mondragón (2017)	50
Tabla 12: Plasticidad en función al Índice Plástico según L. Mondragón (2017)	50
Tabla 13: Porcentajes retenidos de las canteras en estudio	52
Tabla 14: DS máx y W% OP de la Cantera Edgar sin arcilla	52
Tabla 15: DS máx y W% OP de la Cantera Edgar con 5% de arcilla	53
Tabla 16: DS máx y W% OP de la Cantera Edgar con 10 % de arcilla	53
Tabla 17: DS máx y W% OP de la Cantera Edgar con 15 % de arcilla	54
Tabla 18: DS máx y W% OP de la Cantera Guitarrero sin arcilla	54
Tabla 19: DS máx y W% OP de la Cantera Guitarrero con 5 % de arcilla	55
Tabla 20: DS máx y W% OP de la Cantera Guitarrero con 10 % de arcilla	55
Tabla 21: DS máx y W% OP de la Cantera Guitarrero con 15 % de arcilla	56
Tabla 22: DS máx y W% OP de la Cantera Chonta sin arcilla	56
Tabla 23: DS máx y W% OP de la Cantera Chonta con 5% arcilla	57
Tabla 24: DS máx y W% OP de la Cantera Chonta con 10% arcilla	57
Tabla 25: DS máx y W% OP de la Cantera Chonta con 15% arcilla	58
Tabla 26: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Edgar sin arcilla	58
Tabla 27: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Edgar con 5 % de arcilla	60
Tabla 28: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Edgar con 10 % de arcilla	62

Tabla 29: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Edgar con 15 % de arcilla	64
Tabla 30: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Guitarrero sin arcilla.....	66
Tabla 31: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Guitarrero con 5 % de arcilla.....	68
Tabla 32: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Guitarrero con 10% de arcilla	70
Tabla 33: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Guitarrero con 15% de arcilla	72
Tabla 34: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Chonta sin arcilla	74
Tabla 35: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Chonta con 5% de arcilla	76
Tabla 36: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Chonta con 10% de arcilla.....	78
Tabla 37: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Chonta con 15% de arcilla	80
Tabla 38: Resultados de Abrasión Los Ángeles	82
Tabla 39: Resultados de partículas planas y alargadas	82
Tabla 40: Resumen de Resultados de las canteras en estudio	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estado de la Red Vial Nacional (RVN) Pavimentada y No Pavimentada	18
Figura 2: Estado de la Red Vial Departamental (RVD) en kilómetros	18
Figura 3: Estado de la Red Vial Vecinal (RVV) en kilómetros	19
Figura 4: Estados de Concistencia	35
Figura 5: Límites de Atterberg.....	36
Figura 6: Esquema del Procedimiento de la investigación	44
Figura 7: Curvas granulométricas de las canteras en estudio	49
Figura 8: Límites de Atterberg e IP de la cantera Edgar:	50
Figura 9: Límites de Atterberg e IP de la cantera Guitarrero	51
Figura 10: Límites de Atterberg e IP de la carretera Chonta.....	51
Figura 11: Curva de Proctor modificado de la Cantera Edgar sin arcilla.....	52
Figura 12: Curva de Proctor modificado de la cantera Edgar con 5% de arcilla	53
Figura 13: Curva de proctor modificado de la cantera Edgar con 10% arcilla	53
Figura 14: Curva de Proctor modificado de la cantera Edgar con 15% arcilla	54
Figura 15: Curva de Proctor modificado de la cantera Guitarrero sin arcilla	54
Figura 16: Curva de Proctor modificado de la cantera Guitarrero con 5% arcilla	55
Figura 17: Curva de Proctor modificado de la cantera Guitarrero con 10% arcilla.....	55
Figura 18: Curva de Proctor modificado de la cantera Guitarrero con 15% arcilla.....	56
Figura 19: Curva de Proctor modificado de la cantera Chonta sin arcilla.....	56
Figura 20: Curva de Proctor modificado de la cantera Chonta con 5% arcilla	57
Figura 21: Curva Proctor modificado de la cantera Chonta con 10% arcilla.....	57
Figura 22: Curva de Proctor modificado de la cantera Chonta con 15% arcilla	58
Figura 23: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Edgar sin arcilla	58
Figura 24: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Edgar sin arcilla.....	59
Figura 25: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Edgar con 5% arcilla.....	60
Figura 26: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Edgar con 5% de arcilla	61
Figura 27: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Edgar con 10% arcilla	62

Figura 28: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Edgar con 10% de arcilla	63
Figura 29: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Edgar con 15% arcilla	64
Figura 30: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Edgar con 15% de arcilla	65
Figura 31: Gráfica de curva de densida seca de la cantera Guitarrero sin arcilla.....	66
Figura 32: Curvas de esfuerzo deformacion de la cantera Guitarrero sin arcilla	67
Figura 33: Gráfica de curva de densdad seca de la cantera Guitarrero con 5% arcilla	68
Figura 34: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Guitarrero con 5% de arcilla.....	69
Figura 35: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Guitarrero con 10% arcilla.....	70
Figura 36: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Guitarrero con 10% de arcilla.....	71
Figura 37: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Guitarrero con 15% arcilla	72
Figura 38: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Guitarrero con 15% de arcilla.....	73
Figura 39: Gráfica de curva de densida seca de la cantera Chonta sin arcilla	74
Figura 40: Curvas de esfuerzo deformacion de la cantera Chonta sin arcilla	75
Figura 41: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Chonta con 5% arcilla.....	76
Figura 42: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Chonta con 5% de arcilla	77
Figura 43: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Chonta con 10% arcilla	78
Figura 44: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Chonta con 10% de arcilla	79
Figura 45: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Chonta con 15% arcilla	80
Figura 46: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Chonta con 15% de arcilla	81
Figura 47: Gráfica de barras Ds Máx. y W%op de la cantera Edgar.....	85
Figura 48: Gráfica de barras Ds Máx. y W%op de la cantera Guitarrero.....	85
Figura 49: Gráfica de barras Ds Máx. y W%op de la cantera Chonta.....	86
Figura 50: Comparación resultados con el ensayo patrón CBR 0.1” Cantera Edgar	87
Figura 51: Comparación resultados con el ensayo patrón CBR 0.1” Cantera Guitarrero.....	87
Figura 52: Comparación resultados con el ensayo patrón CBR 0.1” Cantera Chonta	88

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta, según el Manual de Carreteras EG-2013, adicionando arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15%, para su utilización en carreteras afirmadas en la ciudad de Cajamarca, ya que la arcilla tiene propiedades cohesivas que aglutinan las partículas. Los ensayos de laboratorio realizados fueron: Contenido de Humedad, Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado, Relación de Soporte de California, Abrasión Los Ángeles y, Partículas Planas y Alargadas. Como principales resultados tenemos que la franja granulométrica que más se asemeja a los agregados es la A-1, el Límite Líquido varía desde 17.8% hasta 28.1%, el Índice Plástico varía desde 4.03% hasta 11.24% (a excepción del agregado de río sin y con adición de 5% de arcilla), la Relación de Soporte de California de los agregados de cerro disminuye desde 83.14% hasta 19.60%, y el agregado de río desde 50.54% hasta 11.02%; finalmente, el porcentaje de abrasión de los agregados no supera el 50% máximo. De los resultados concluimos que la adición de arcilla no mejora la calidad de los materiales granulares. Cabe resaltar que el agregado de río no presenta Índice Plástico.

PALABRAS CLAVES: "Afirmados", "Arcilla", "Límites de Atterberg", "Compactación", "CBR", "Abrasión Los Ángeles".

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática:

Alrededor del mundo, podemos identificar miles de kilómetros de carreteras pavimentadas y sin pavimentar (carreteras afirmadas), las cuales son administradas por las respectivas autoridades nacionales, regionales y locales, como también por entidades privadas. Las carreteras cumplen un papel muy importante en nuestra vida cotidiana y en el aporte económico del país, ya que constituyen uno de las principales medios de transporte a nivel global; es por ello que, estas deben presentar una estructura adecuada y también estar construidas por materiales de buena calidad, según estándares y normas establecidas de acuerdo a los países y/o sectores a las que pertenezcan, de modo que cumplan con el funcionamiento de diseño para las cuales han sido diseñadas y ejecutadas.

Es por ello que, se vuelve indispensable conocer el estado actual de la infraestructura vial, permitiendo llevar un mejor control en cuanto al cierre de brechas referido al ámbito de carreteras. Pozuelo (2018) menciona lo siguiente:

En base a los problemas existentes en carreteras afirmadas, el 21 de marzo de 1924, se ordenó una inspección general extraordinaria de los pavimentos de las carreteras del estado español. Cuyos resultados arrojaron que 27,549 kilómetros se encontraban en mal estado; mientras que, 28,170 kilómetros de carreteras se encontraban en condiciones tolerables (requerentes de mantenimiento).

Abarcando nuevamente el contexto internacional, el mayor problema que presentan las carreteras afirmadas, es que para su respectiva ejecución se emplean materiales granulares de dudosa calidad, que no cumplen con los requisitos de calidad establecidos por normas (requisitos tales como: baja rugosidad, propiedades cohesivas, baja permeabilidad, buena capacidad de distribución de esfuerzos, etc.); afectando directamente

a su comportamiento estructural, Sánchez (2016) menciona que, al afectar el comportamiento estructural “se generan deterioros tales como la pérdida de grava, ondulaciones, ahuellamiento, pérdida de la pendiente transversal, baches, surcos de erosión y cabezas duras, los cuales se cuantifican en base a la amplitud y gravedad de los mismos”.

Es de suma importancia una adecuada y oportuna inversión en carreteras, para el desarrollo de la economía de los países, ya que de esta manera se permite el acceso a diversos bienes y servicios tanto de trabajo, mercado, comunicación, entre otros; de tal manera que, al ofrecer mayores y mejores conexiones viales, se genera transporte de calidad, más asequible y, con mayor comodidad y fluidez (tanto de personas como de carga), siendo esto resultado de un perfeccionamiento de la seguridad y eficacia en las operaciones para ampliar de manera óptima la infraestructura vial de acuerdo a las necesidades requeridas por las comunidades, lo que por ende, conlleva a menores costos en transporte. Los beneficios de mayor y mejor infraestructura de transporte se observan en la competitividad, eficiencia y costos agregados de la economía, esto siempre y cuando se eviten o minimicen las externalidades negativas del uso de la infraestructura, como son, siniestros, contaminación, congestión, entre otros. En América Latina y el Caribe, la inversión en infraestructura vial no es suficiente ni adecuada cuando nos referimos a cobertura y sostenibilidad (CEPAL, 2018).

La importancia de conocer la problemática de la infraestructura vial, es que se pueda identificar la realidad a la cual nos enfrentamos, y es el no óptimo desarrollo económico, comunicación y transporte, puesto que las carreteras son primordiales para el avance como nación. Carrión (2015) hace mención que:

Las carreteras son la primordial inversión económica que impulsa el desarrollo económico, educación, transporte y comunicación de un país. En América Latina y el

Caribe, en cuanto al transporte por carretera, este constituye un 80% en cuanto a pasajeros y un 60% en cuanto a carga y/o mercadería. Además, se estima que la inversión en infraestructura vial representa entre un 5% y un 10% del total de gastos de un Gobierno, pudiendo alcanzar incluso hasta el 20% del presupuesto nacional, por lo que concluye que es de vital importancia brindar vías de transporte de buena calidad, utilizando siempre materiales adecuados y escogidos apropiadamente.

En América Latina, la comunicación entre las ciudades, se realizan mediante carreteras, permitiendo una adecuada interconexión en todo momento y lugar; sin embargo, el principal problema radica en que la mayoría de ellas no cuentan con un estado estructuralmente adecuado para afrontar los diversos cambios climáticos y/o fenómenos naturales que puedan presentarse en su entorno. Por otro lado, el no invertir lo suficiente conlleva a que la mayoría de los servicios de transporte no presenten una calidad adecuada ni duren su tiempo de vida planeado, lo que conlleva a que las naciones tengan más gastos en reparar y rehabilitar las vías de comunicación (Cubas & Guevara, 2018).

Refiriéndonos al aspecto económico de un país, el sector de transporte de carga por vía terrestre, determina el desarrollo comercial, cultural y económico del mismo. Al momento de buscar eficiencia y competitividad en cuanto al desarrollo sostenible de un país, tanto la infraestructura vial, como los costos y la topografía del país, afectan positiva o negativamente al sector previamente mencionado. (Sánchez, 2012) identificó lo siguiente:

En Colombia, en el año 2009 se identificó que; el 23.50% de la red Nacional se encuentra representado por carreteras sin pavimentar; es decir, vías afirmadas. De esto, el 46.50% de carreteras se encuentran en estado regular y el 41.10% se encuentran en mal estado; esto indica que, el 87.60% de la red afirmada se encuentra en estado inadecuado.

La clasificación mencionada es realizada por el Instituto Nacional de Vías - Órgano encargado constantemente de actualizar el estado de la Red Nacional, buscando obtener un seguimiento y control que ayude a identificar medidas preventivas necesarias para mejorar el servicio que se les brinda a los usuarios de las mismas.

El país de Argentina, cuenta con una Red Vial de 640 mil kilómetros de extensión, considerando rutas nacionales, provinciales y caminos municipales; sin embargo, a pesar de ser la más extensa de América Latina, su estado y distribución geográfica arrastra una serie de problemas estructurales. Un informe del Ministerio de Obras Públicas de la Nación, elaborado en el 2021, señala que el 40% de las rutas argentinas no están en condiciones de ser transitadas, debido a que han sido construidas con materiales de baja calidad o materiales inapropiados para la zona designada (Carranza, 2022).

Además, siguiendo con el ámbito de la Red Vial Nacional de Argentina, el Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2021), menciona lo siguiente:

En base a datos de la Dirección Nacional de Educación de Vialidad (DNV), se elabora el informe de mantenimiento de la Red Vial Nacional, el cual arroja que solamente un tercio de la red nacional se encuentra en un estado óptimo, mientras que el 27.6% presentan una situación regular. Además, la cifra total arroja que el 59.3% de las rutas tienen estados transitables, mientras que el 40.7% presentan un mal estado. Es decir, muestran problemas en la calzada, falta de señalización, o inconvenientes en las banquetas.

El conjunto de carreteras y pavimentaciones en Ecuador está integrado por la Red Vial Estatal (red primaria y secundaria, con 10 160 kilómetros), la Red Vial Provincial (vías terciarias) y la Red Vial Cantonal (caminos vecinales), las que se extienden por 42,000 kilómetros, de los cuales; el 74% de la red vial estatal está pavimentada, porcentaje del cual un 62% se encuentran en buenas condiciones; mientras que, sólo el 2% de la red

cantonal presenta un estado bueno. Debido al mal estado de las redes secundarias y terciarias, el Ministerio de Transportes y Obras Públicas (MTOPE) viene promoviendo actuaciones de mejoramiento para acondicionar las redes a la demanda actual de transporte, lo que genera al país gastos no previstos por el estado (Martínez, 2020).

Según el Índice Global de Competitividad (WEF), del 2008 al 2015, la calidad de la infraestructura vial del Perú mejoró de 2.6 a 3.0 puntos, como puede observarse en la Tabla 1. Este indicador se calcula dividiendo las carreteras pavimentadas entre la población total, sin embargo, aún se evidencia una brecha significativa a pavimentar, sobre todo en las redes sub nacionales, a cargo de los Gobiernos Regionales y Locales (Torres, 2016).

Tabla 1: Índice de competitividad global-Foro Económico Mundial (WEF)

PERÚ	2008-2009		2011-2012		2015-2016	
	Ranking	Puntos	Ranking	Puntos	Ranking	Puntos
	83	3.95	67	4.21	69	4.20
Nº Países	134		142		144	
Calidad Global de Infraestructura	113	2.4	105	3.5	112	3.2
Carreteras	99	2.6	98	3.2	111	3.0

Nota: Índice de calidad de infraestructura (1 = subdesarrollado, 7 = eficiente)

La problemática de la infraestructura de transporte en el Perú, se debe a una notable deficiencia en cuanto a cantidad y calidad de carreteras, ya que las autoridades encargadas del área no brindan una adecuada atención e interés al ámbito vial, interviniendo negativamente en el desarrollo del país. Al no construirse redes viales de calidad y en la cantidad necesaria, se generan problemas de comunicación y transporte, entre ciudades y comunidades de la nación. La problemática mencionada, es un hecho que reduce las

oportunidades de crecimiento a nivel nacional; mientras que, invirtiendo en este tipo de proyectos se tendría repercusión en el crecimiento económico del país (Carrión, 2015).

La irresponsabilidad de las autoridades gubernamentales en el ámbito de infraestructura vial en el país, reducen las oportunidades de un crecimiento económico óptimo, perjudicando significativamente al mismo. Caso contrario, si la infraestructura vial creciera un 1%, el Producto Bruto Interno (PBI), aumentaría un 0.218%, ya que se favorecerían la incorporación de nuevos sectores productivos. Es decir, la relación existente entre inversión, competitividad y crecimiento, ya que países y regiones con mayores niveles de inversión, son los más competitivos, por ende, presentan un mayor crecimiento económico. Sin embargo, alcanzar mejores índices de competitividad no solo requiere cerrar la brecha de inversión en infraestructura vial, sino también mejorar otros componentes como el buen clima de negocios, gestión de gobierno, institucionalidad, la preservación del ambiente, el uso racional y sostenibles de los recursos naturales y, el acceso eficiente a servicios de salud y educación (Vásquez & Calderón, 2008).

La red vial del Perú se encuentra organizada en tres niveles: Red Nacional, Red Departamental (Regional) y Red de caminos vecinales. Red cuya misión es vincular los principales centros productivos (proveedores), constituyendo todo el sistema de carreteras del país, el cual se distribuye tal cual se observa en la Tabla 2.

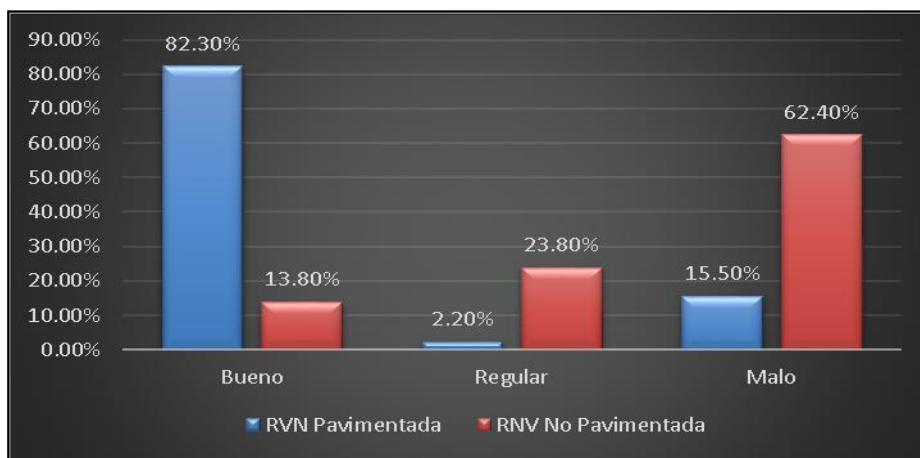
Tabla 2: Longitud de Infraestructura Vial, según jerarquía y superficie de rodadura (km)

SUPERFICIE DE RODADURA	SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS						TOTAL	
	Nacional		Departamental		Vecinal			
TOTAL	28,866.5	16.5%	32,199.0	18.4%	113,933.1	65.1%	174,998.5	100%
1. Red vial actual	27,060.9	16.1%	27,505.6	16.3%	113,792.7	67.6%	168,359.2	96.2%
Pavimentada	21,649.0	80.0%	3,623.1	13.0%	1,906.2	2.0%	27,178.3	16.0%
No Pavimentada	5,411.9	20.0%	23,882.5	87.0%	111,886.6	98.0%	141,180.9	84.0%
2. Proyectada	1,805.5	26.5%	4,693.4	71.3%	140.4	2.1%	6,639.32	3.8%

Nota: Elaborado y actualizado por la Oficina de Estadística del MTC a julio 2019.

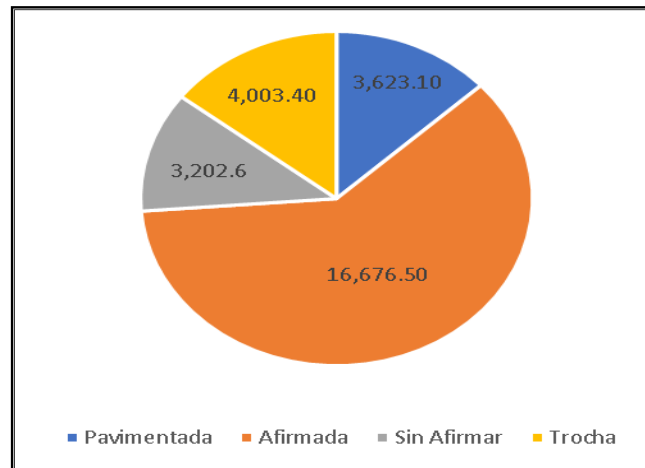
La Red Vial Nacional (RVN), comprende las principales arterias que conectan departamentos y regiones naturales. En cuanto al estado de la superficie de rodadura de la esta red se tiene lo siguiente (véase la Figura 1):

Figura 1: Estado de la Red Vial Nacional (RVN) Pavimentada y No Pavimentada



Observamos que existe un gran déficit en cuanto a la calidad del estado de la superficie de rodadura de la RVN No Pavimentada, denotando la falta de interés de las autoridades respectivas y el uso de materiales granulares no aptos y esto abarca carreteras que conectan la capital de un departamento con sus respectivas provincias. Cuya distribución es la siguiente (Ver Figura 2):

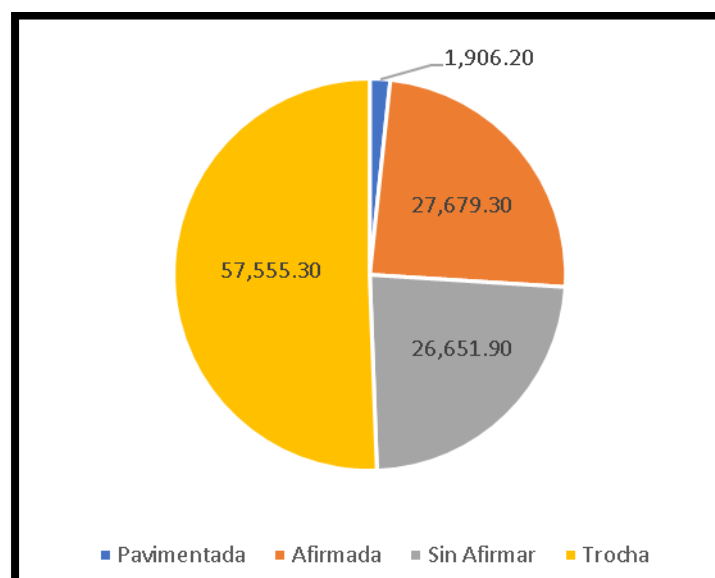
Figura 2: Estado de la Red Vial Departamental (RVD) en kilómetros



Analizando los 16,676.50 km de vías afirmadas, obtenemos que el 60.63% de toda la RVD son vías afirmadas, dándonos una idea de lo importante que es el emplear materiales granulares adecuados para la elaboración de las mismas, verificando que se cumpla con los requisitos que se demandan para la utilización de estos materiales granulares.

La Red Vial Vecinal (RVV), se compone de carreteras en el ámbito local, cuya función es unir las capitales de provincia y las capitales de distrito de los centros poblados cuya distribución es (Véase la Figura 3):

Figura 3: Estado de la Red Vial Vecinal (RVV) en kilómetros



Los 57,555.30 km de trochas representan el 50.58% de la totalidad de la RVV, trochas que se convertirán próximamente en vías afirmadas, debiéndose emplear en estas, materiales granulares adecuados y de buena calidad, evitando inversiones que conlleven atraso en el crecimiento de la economía del país.

La problemática en la red vial de Cajamarca, es que la región presenta poca injerencia en cuanto a la fiscalización e intervención en los trabajos de mejoramiento y reconstrucción que deben realizarse en las vías; esto debido a que, estas vías han sido concesionadas por el Estado y el Gobierno Central, en la región Cajamarca, se cuenta con dos carreteras asfaltadas; mientras que, las otras vías, solo cuentan con un afirmado local; es decir, son vías que no permiten una transitabilidad adecuada, debido a que no cuenta con la correcta señalización y presentan falta de mantenimiento (Herrera, 2018).

Debido a toda la problemática ya mencionada anteriormente, nace la idea de esta investigación que consiste en: “Evaluar la calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta, según el Manual de Carreteras EG-2013, adicionado arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15%, para su utilización en carreteras afirmadas en la ciudad de Cajamarca”. Elaborando para ello una base de datos confiable que nos permita identificar la calidad del material granular de las canteras en estudio, sin adición y con adición de arcilla en los porcentajes anteriormente mencionados. Es decir, esta base de datos brindará información clara y concisa de la influencia de la arcilla, en las propiedades físicas y mecánicas del material granular de las canteras en estudio, para emplearse en carreteras afirmadas. La cantera Guitarrero (cantera de cerro) y la cantera Chonta (cantera de río), fueron seleccionadas ya que pertenecen al grupo de las más utilizadas y llevan más de 15 años proveyendo de material granular al ámbito de la construcción en general; por otro

lado, la cantera Edgar (cantera de cerro) fue seleccionada debido a que no lleva mucho tiempo en funcionamiento, siendo necesario conocer la calidad del material granular de la misma. Las canteras en mención muestran permanencia a largo plazo, ya que se evidencia que cuentan con gran cantidad de material granular.

En cuestión de antecedentes, en cuanto al ámbito internacional tenemos:

En Argentina, Gutiérrez et al (2004), realizaron una importante investigación titulada “Límites de plasticidad en suelo con usos diferentes en el Departamento 9 Julio (Chaco)”, cuya investigación presentó como objetivo principal determinar si diferentes usos de suelo inciden de distintas maneras en los límites de plasticidad. Al realizar el muestro sistemático, emplearon cuatro repeticiones, de la cual obtuvieron como principales resultados que, en el espesor de 0.06 – 0.15m el Límite Líquido es más alto que en el superficial, en cambio el Límite Plástico y Punto de Adherencia disminuyen, en labranza convencional ocurre lo contrario, el Límite Líquido disminuye en profundidad y el Límite Plástico aumenta. Con lo que se concluye que, las situaciones de suelo de monte son las que tienen los mayores contenidos de agua en cuanto a Límite Líquido, Límite Plástico y Punto de Adherencia, y que la labranza cero incrementa los valores de los límites con respecto a la labranza convencional.

En Colombia, (Rivera, 2013), realizó una investigación titulada “Correlación del valor de Soporte de California (CBR) con la Resistencia a la Compresión Inconfinada y la Plasticidad del Suelo”. Cuyo objetivo fue identificar el grado de correlación del CBR con la Compresión Inconfinada y Plasticidad del Suelo, para suelos finos de Municipios aledaños a Santiago de Cali. Obtuvo como resultado que, en cuanto al CBR natural vs. el Límite Líquido y vs al Índice de Plasticidad, los puntos son muy dispersas y no muestran tendencia alguna; es decir, el CBR en estado natural no presenta relación con la Plasticidad

del Suelo, lo mismo que ocurre para el CBR en estado saturado. Finalmente, concluyó que, las gráficas de dispersión para ambos casos presentan demasiada variabilidad en los datos, por lo cual es imposible tratar de realizar algún tipo de análisis con esta información.

En Colombia, (Carvajal, 2018), en su investigación titulada “Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la Esmeralda mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros”. Cuyo objetivo fue mejorar el material de afirmado de la cantera la Esmeralda, mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros. Obteniendo como principales resultados que, el Límite Líquido es 27.98% (menor al 40% máximo según INVÍAS), el Índice Plástico es NP (valor que no está en el rango de 4 a 9 según INVÍAS) y el CBR es 11.45% (menor al 15% mínimo según INVÍAS). Con lo que se concluye que, la muestra tiene una resistencia natural del 11.45%, la cual mejora de manera significativa cuando se le adiciona ceniza de cascarilla de arroz (CCA), pasando a una resistencia de 55.16% al proporcionar un 5% del material en CCA, y a un 119.91% empleando el reciclado de escombros como aditivo en un 20%, esto demuestra que la CCA y el reciclado de escombros, mejoran las propiedades físico-mecánicas del material.

En Colombia, (Palma, 2017), en su investigación titulada “Caracterización y mejoramiento del material de afirmado para terraplenes en la cantera Recebera la Esmeralda ubicada en el kilómetro 7 Vía Totumo”. Cuyo objetivo fue caracterizar y mejorar el material afirmado para terraplenes de la cantera Rebeca la Esmeralda adicionando triturado de tamaño máximo $\frac{3}{4}$ pulg, proveniente de La Caima en proporciones de 50-50, 70-30 y 85-15. Obtuvieron como principales resultados que, el valor del CBR natural sin aditivo es de un 20%, porcentaje alto, el cual le da distintos usos, valor mayor al 15% máximo según INVÍAS; y, con la proporción de 50-50, se logró aumentar el valor a

un 25%, gracias a la misma resistencia que tiene el triturado. Finalmente, concluyeron que, la proporción de 70-30 y la de 85-15, no satisfacen el propósito de la investigación debido a que las partículas no logran un buen encajamiento entre ellas.

En Colombia, (Patiño y Ríos, 2018), realizaron una investigación titulada “Caracterización de material granulares tipo afirmado existente en la Región del Alto Magdalena dosificados con roca ígnea basalto, cumpliendo con las especificaciones técnicas de INVÍAS”. Cuyo objetivo fue implementar una mezcla de agregados (recebo) con basalto, que sea apto o cumpla las características exigidas por la norma INVÍAS. Obtuvieron como principales resultados que: En la dosificación con 70% basalto y 30% afirmado, el LL es 9% (<40% según INVÍAS), el IP es 4 (4-9 según INVÍAS) y el CBR es 65.6% (>15% según INVÍAS); por otro lado, En la dosificación con 30% basalto y 70% afirmado, el LL es 8% (<40% según INVÍAS), el IP es 4 (4-9 según INVÍAS) y el CBR es 53.8% (>15% según INVÍAS). Finalmente, concluyeron que, ambas dosificaciones cumplen con los valores establecidos según el capítulo 3, artículo 3. 11-13 del manual INVÍAS; es decir, ambas dosificaciones se pueden considerar para su uso en carreteras afirmadas.

Seguidamente, en cuanto al ámbito nacional tenemos:

En Huancavelica, (Ramos y Torres, 2012), realizaron una investigación titulada “Mejoramiento del material afirmado de las canteras adyacentes para el terraplén de la carretera Lircay - Ccochaccasa”. Cuyo objetivo fue evaluar el empleo del cemento en la estabilización del material de afirmado para el mejoramiento del terraplén de las canteras ubicadas en el anexo de Ucchupampa y el Distrito de Ccochaccasa, Angaraes, Huancavelica, para lo cual se mejorará el material de afirmado con el incremento de cemento en porcentajes de 1%, 2% y 3%; para este fin se tomaron 3 muestras por cantera,

las cuales fueron sometidas a los ensayos de laboratorio respectivos como Contenido de Humedad, Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR, según las normas del ASTM y MTC. Obtuvieron como principales resultados que, en la cantera Ucchupampa (en estado natural), la máxima Densidad Seca es de 2.16kg/cm^3 y el valor del CBR (al 100%) es 48%; mientras que, al 1% de incremento en cemento, la máxima Densidad Seca es de 2.166kg/cm^3 y el valor del CBR (al 100%) es 48.50%; por otro lado, en la cantera Ccochaccasa (en estado natural), la máxima Densidad Seca es de 2.11kg/cm^3 y el valor del CBR (al 100%) es 44%; mientras que, al 1% de incremento en cemento, la máxima Densidad Seca es de 2.151kg/cm^3 y el valor del CBR (al 100%) es 44.50%; sin embargo, conforme se incrementa el 2% de cemento, los valores de máxima Densidad Seca y el valor del CBR (al 100%), disminuyen en ambas canteras; además, con 3% de incremento en cemento, ambos valores disminuyen de manera mucho más significativa, pero manteniéndose dentro del valor mínimo que es 40%. Finalmente, concluyeron que, solo al incrementar cemento en 1% es que se mejora la resistencia del suelo y mejora la estabilización del material de afirmado para el mejoramiento del terraplén de la carretera Lircay – Ccochaccasa.

En Ancash, (Ramírez, 2018), en su investigación titulada "Estabilización de suelos de la avenida 2 del caserío de Pueblo Libre Nuevo, adicionando 3% y 5% de la ceniza de schinus molle de horno artesanal, Distrito de Pueblo Libre, Huaylas, Ancash". Cuyo objetivo fue estabilizar el suelo de la avenida 2 con adición de ceniza de Schinus Molle (CSM), en afirmados con bajo CBR para aumentar la capacidad de soporte. Obtuvo como principales resultados, por un lado, el suelo de estudio es de clasificación GW-GM mediante el método SUCS, y A-1-a (0) mediante el método AASHTO; por otro lado, el valor de CBR (al 100%) mezcla óptima del afirmado al natural es 80.10% y el valor de

CBR (al 95%) es 57.20%; además, el valor de CBR (al 100%) mezcla óptima del afirmado adicionando el 3% de CSM es 84.30% y el valor de CBR (al 95%) es 61.90%. Como principales conclusiones obtuvo que: En cuanto a las características de compactación de los suelos, la Densidad Seca Máxima aumenta y la Humedad Óptima de Compactación disminuyen con cada incremento de porcentaje de CSM; al aumentar el 5% de adición, el valor de CBR disminuye debido a su adherencia y reduciendo la fricción irregular que presentan los suelos, y finalmente y por tanto la elevada cantidad de óxido de potasio en su composición química influyó en la desintegración del material que lo contenga; es decir, la presencia de este álcalis producirá desintegración entre las partículas del suelo.

En Lambayeque, (Lozada, 2018), realizó una investigación titulada “Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras, Provincia de Utcubamba”. Cuyo objetivo fue realizar un estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras. Obteniendo como resultados que, el material de la cantera La Loma presenta un valor promedio de Límite Líquido de 23.42%, un valor promedio de Índice Plástico de 8.27% y un valor de CBR (al 100%) de 46.0%; por otro lado, la cantera Las Paguillas presenta un valor promedio de Límite Líquido de 27.26%, un valor de promedio de Índice Plástico de 7.82% y un valor CBR (al 100%) de 47.4%. Finalmente, concluyó que, los valores de Índice Plástico se encuentran dentro del rango de 4% a 9%; sin embargo, los valores de CBR indican que no son canteras a emplearse en carreteras, puesto que su material no representa buena calidad por ende al construir con estas generaría malestares prontamente.

En Lambayeque, (Chafloque y Fernández, 2020), realizaron una investigación titulada “Aplicación de mezcla de cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la

estabilización de la base en la carretera 7 de agosto. Pimentel - Chiclayo - Lambayeque, 2020”. Cuyo objetivo fue aplicar la mezcla de cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base de la carretera 7 de agosto. Obtuvieron como principales resultados que: El valor promedio de las 06 calicatas el Límite Líquido es 25.5%, el Índice Plástico es 7.67%; y, el CBR (al 100%) es 19.2%; mientras que, aplicando la dosificación de 6%, los valores obtenidos son LL=19%, IP=3 y el valor CBR (al 100%) = 112%. Finalmente, concluyeron que, la dosificación de 6% cumple una excelente estabilización y esto con la Cantera Tres Tomas.

En Ayacucho, (Isla, 2021), en su investigación titulada “Influencia de la incorporación de Polycom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos, Huanta, Ayacucho, 2021”. Cuyo objetivo fue evaluar la influencia de la incorporación de PolyCom en dosificaciones de 0.01%, 0.02% y 0.03%, en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos en Huanta; Obteniendo como principales resultados que el Índice de Plasticidad no se alteró con ninguna dosificación, mientras que el CBR aumentó el 101% con respecto a la muestra patrón, por lo que mejora la capacidad de resistencia. Finalmente, concluyó que, con la dosificación de 0.03% se obtuvieron mejores resultados determinando que la misma influye positivamente en la estabilidad del afirmado.

En Junín, (Cuadros, 2017), realizó una investigación titulada “Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016”. Cuyo objetivo fue determinar la influencia de la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la RVD de la Región Junín.

Obtuvo como principales resultados que, la variación del Límite Líquido del suelo natural con el suelo con adición de 3% de CaO, disminuye de 41% a 40%; mientras que, la variación del Índice de Plasticidad del suelo natural con el suelo con adición de 3% de CaO, disminuye de 19.08% a 4.17%. Finalmente, concluyó que, el porcentaje óptimo de CaO al adicionar diversas proporciones (1%, 3%, 5% y 7%) para la estabilización del suelo en estudio es de 3% respecto al peso del suelo.

Finalmente, en cuanto al ámbito local tenemos:

En Cajamarca, (Mejía, 2013), realizó una investigación titulada “Estudio de las propiedades físicas mecánicas cantera 3M y su utilización como material de afirmado”. Cuyo objetivo fue analizar la calidad de agregados que brinda la cantera 3M y que se están utilizando como material de afirmado, en varias calles de Cajamarca; para ello se determinó la granulometría, el óptimo Contenido de Humedad y la máxima Densidad Seca, y se evaluó su dureza; características que brindan una valiosa información de la capacidad de servicio de la estructura a largo plazo. Obtuvo como principales resultados que: en la cantera 3M está conformada por una grava pobremente gradada, b) El agregado grueso presenta buena resistencia a la Abrasión con un valor promedio de 43.048%, la plasticidad del suelo, el Límite Líquido encontrado es de 20.43%, el Límite Plástico e Índice Plástico son NP, y en general, el agregado de esta cantera presenta características mecánicas de buena calidad ya que el valor del CBR (al 100%) de la muestra es de 63.53% y el valor del CBR (al 95%) es de 51.20%. Finalmente, concluyó que, la cantera 3M es de naturaleza grava mal gradada con varios tamaños; sin embargo, presenta una ausencia de tamaños intermedio y finos $IP=NP=0$, esto debido a la ausencia de contenido de finos; además, la cantera 3M, para poder emplear su material granular en el mejoramiento de carretera a nivel de afirmado, se propone combinar materiales con la cantera Bazán, la cual cumple

con especificaciones de afirmado EG-2000 MTC, la combinación de materiales en lo posible deberá cumplir con las consideraciones granulométricas (5% a 20% de finos que pasa la malla N°200), e índice de plasticidad (4% a 9%) que se requiere para afirmado (Acap. 302-EG-2000 MTC/15-17).

En Cajamarca, (Rivera y Medina, 2016), realizaron una investigación titulada “Influencia de la incorporación de cuatro niveles de cloruro de calcio en la resistencia mecánica de un material para afirmado”. Cuyo objetivo fue determinar la influencia de la incorporación de cada uno de los niveles de cloruro de calcio en la resistencia mecánica de un material para afirmado. Obtuvieron como principales resultados que: al incorporar cloruro de sodio, la máxima Densidad Seca se incrementó desde 2.195gr/cm³ hasta 2.253gr/cm³ para un 4% de cloruro de sodio, el contenido óptimo de humedad para la muestra patrón fue de 6.10%; sin embargo, para las dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4%, los valores disminuyeron a 5.24%, 5.58%, 5.32% y 5.55% respectivamente, y la influencia del cloruro de calcio para la muestra patrón arrojó un valor de CBR (al 100%) de 74%, valor que al adicionar las dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4%, aumentó a 103%, 105%, 142% y 150% respectivamente. Finalmente, concluyeron que, el cloruro de calcio aumenta la resistencia en más del 5% para cada 1% de adición respecto a la muestra patrón.

En Cajamarca, (Becerra, 2019), realizó una investigación titulada “Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera el Gavilán, Cajamarca, 2017”. Cuyo objetivo fue determinar mediante un estudio experimental, que efecto produce la adición de miel de caña sobre el material para afirmado de la cantera el Gavilán. Obteniendo como principal resultado que: los valores del CBR (a 0.1") se apreció un incremento - al adicionar 2% de miel de caña-, de un 4.22% de la muestra patrón, y en los valores del CBR (a 0.2") se incrementó el valor en un 44% de la muestra patrón al adicionar el 2% de miel

de caña; sin embargo, al momento de adicionar un 5% y 10% de miel de caña, los valores de CBR – tanto para el 0.1" y el 0.2" –, disminuyen. Finalmente, concluyó que, solo al adicionar un 2% de miel de caña, es que se logra aumentar los valores del CBR

En Cajamarca, (Vargas, 2017), realizó una investigación titulada “Influencia de la combinación de agregado de cerro y de río en la capacidad de soporte de un afirmado”. Cuyo objetivo fue determinar la influencia de la combinación de agregado de río y de cerro en la capacidad de soporte de un afirmado, Obteniendo como principales resultados que: El agregado de la cantera de río (Chonta) obtuvo un valor de CBR del 15%, el agregado de la cantera de cerro (Bazán) obtuvo un valor del CBR de 22%, la combinación de agregado de río / agregado de cerro en una proporción de 75%/25% obtuvo un valor de CBR del 110%, la combinación de agregado de río / agregado de cerro en una proporción de 50%/50%, obtuvo un valor de CBR del 55%, y la combinación de agregado de río / agregado de cerro en una proporción de 25%/75%, obtuvo un valor de CBR del 75%. Finalmente, concluyó que, ninguna de las canteras cumple con los requisitos mínimos de diseño de afirmado según el Manual de Carreteras EG-2013, mientras que las 3 combinaciones cumplen lo requerido, indicándose que la proporción de 75%/25% tuvo la mejor capacidad de soporte (CBR).

Para la presente investigación se tuvo como marco normativo lo siguiente:

Como normas a emplearse para la ejecución de los ensayos de Laboratorio del material granular de las canteras en estudio, tales como: Contenido de Humedad, Análisis Granulométrico de Agregado Fino y Grueso, Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo), Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado), Ensayo de Relación de Soporte de California en Laboratorio (CBR), Ensayo de Abrasión Los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5mm (1 ½), y Ensayo de Partículas Planas y

Alargadas en agregado grueso; por el ámbito nacional, tenemos las del MTC (Normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones) y las NTP (Normas Técnicas Peruanas); así como también, por el ámbito internacional, tenemos las ASTM (American Society for Testing and Materials) y las normas AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Además, también se contó con el Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”, el cual forma parte de los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N°034-2008-MTC y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio para los órganos responsables de la gestión de la Infraestructura Vial de los tres niveles de Gobierno. Manual cuya finalidad es uniformizar las condiciones, requisitos, parámetros y procedimientos de las actividades relativas a las obras de Infraestructura Vial. Teniendo en consideración que, como toda ciencia y técnica, la ingeniería vial está permanentemente en cambio e innovación, es necesario que el presente Manual sea actualizado periódicamente por el órgano normativo correspondiente (MTC, 2013).

La presente investigación consideró las siguientes bases teóricas: Las canteras son la fuente principal de materiales pétreos que a la vez constituyen los insumos fundamentales en el sector de la construcción de infraestructura civil y vial, como vías, presas, embalses, edificaciones, entre otros. Al considerarse como una materia prima en la ejecución de estas obras, su valor económico representa un factor considerable en el costo total de cualquier proyecto. Toda cantera tiene una vida útil, y una vez agotada, el abandono de la actividad suele originar serios problemas de carácter ambiental, principalmente relacionados con la destrucción del paisaje (ECOTEC, 2016).

Los materiales granulares se producen de la fragmentación de rocas, debido a la erosión - desgaste producido en la superficie de un cuerpo por el roce o frotamiento con otro el tamaño y forma que los puede caracterizar depende de factores como el grado de meteorización, conjunto de procesos externos que provocan la alteración y disgregación de las rocas en contacto con la atmósfera, la calidad de la roca madre de la cual provienen, y del desgaste al cual ha sido expuesto para su transporte. Estos materiales los podemos encontrar en mares, lecho de los ríos, brechas de falla, fondo de los valles, entre otros. Debido a su variada distribución, son utilizados como material para cimentación en obras de infraestructura civil; sin embargo, también podemos utilizarlos para la construcción de estructuras de tierra como presas, pavimentos, pedraplenes, carreteras afirmadas, etc. (Cabrera, 2018).

El material granular se puede clasificar de acuerdo a su tamaño en base a la Tabla 3 que se presenta a continuación.

Tabla 3: *Clasificación del material granular en función de su tamaño*

CLASIFICACIÓN	BRITÁNICO	AASHTO	ASTM	SUCS
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Grava	60 – 2	75 – 2	> 2	75 – 4.75
Arena	2 – 0.06	2 – 0.05	2 – 0.075	4.75 – 0.075
Limo	0.06 – 0.02	0.05 – 0.002	0.075 – 0.005	< 0.075 FINOS
Arcilla	< 0.002	< 0.002	< 0.005	

Las arcillas son los materiales geológicos más contradictorios de acuerdo a la utilidad que se le brinda en el ámbito de la Ingeniería Civil. Son fuente inagotable de problemas referidos a la inestabilidad de obras de infraestructura; sin embargo, se constituyen también como material de propiedades ingenieriles a tener en cuenta. Desde el punto de vista petrológico, la arcilla es una roca sedimentaria, en la mayor parte de los

casos de origen detrítico, con características bien definidas. En general, el término arcilla es aplicado a un material natural, terroso, cuyo tamaño ronda el de grano. Además, la arcilla es un material que cuando se mezcla con cierta proporción de agua, se convierte en una pasta plástica (Suárez, 2018).

Jiménez y Justo (2016), mencionan que:

Las arcillas suelen tener propiedades tales como: a) Propiedades coloidales, b) Consisten en su mayor parte en minerales arcillosos, c) Son partículas con forma laminar, d) Son suaves al tacto, e) Presentan una baja permeabilidad, f) Se secan lentamente pegándose a los dedos, g) Los terrones secos se pueden partir, pero no reducir a polvo con los dedos, h) No son colapsables, e i) Pueden ser demasiado expansivas.

El afirmado es una capa de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de materiales fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables. Por ende, una carretera afirmada es aquella cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado (MTC, 2008).

El material granular que ha de ser empleado en carreteras afirmadas debe cumplir con los siguientes requisitos:

Los materiales granulares deben ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas de la Tabla 4 y cumplir con los requisitos de calidad de la Tabla 5.

Tabla 4: *Clasificación del material granular (para afirmado) en función a su granulometría*

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA					
	A – 1	A – 2	C	D	E	F

50mm (2")	100	-	-	-	-	-
37.5mm (1 ½")	100	-	-	-	-	-
25mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19mm (¾")	65-100	80-100	-	-	-	-
9.5mm (3/8")	45-80	65-100	50-85	60-100	-	-
4.75mm (N°04)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2.0mm (N° 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N° 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N°200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Tabla 5: Requisitos de calidad para emplear el material granular en vías afirmadas

REQUISITOS	RANGO DE VALORES
Límite Líquido	35% máximo
Índice Plástico	4-9%
CBR (1)	40% mínimo
Abrasión Los Ángeles	50% máximo

Nota: (1) – Referido al 100% de la Ds Máx. y una Penetración de carga de 0.1” (2.5mm)

Cabe resaltar que, la Tabla 4 y Tabla 5 se basan en la Tabla 301-01 y los requisitos de calidad de la Sección 301 - Afirmados del Manual de Carreteras EG-2013 respectivamente.

En cuanto a las propiedades físicas y mecánicas del material granular, tenemos al Contenido de Humedad, que es la relación expresada como porcentaje del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. Es decir, determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ * (MTC, 2016).

Nota 1. (*) El secado en horno siguiendo a $110 \text{ }^\circ\text{C}$ no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o

cuando el suelo contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables secando el suelo en un horno a una temperatura de 60 °C.

Seguidamente, tenemos a la granulometría, la cual se refiere a las proporciones relativas en que se encuentran las diferentes partículas minerales del suelo (grava, arena, limo y arcilla), expresadas en base al peso seco del suelo (en porcentaje), después de la destrucción de los agregados. Estudia la distribución de las partículas que conforman un suelo según su tamaño, lo cual ofrece un criterio obvio para una clasificación descriptiva. Independientemente del origen del suelo, los tamaños de las partículas que conforman un suelo, varían en un amplio rango. Cabe resaltar que, la textura y propiedades físicas del suelo, dependerán del tamaño de ellas (Llique, 2017).

El análisis granulométrico también nos permite determinar los coeficientes de uniformidad y curvatura del material granular. El coeficiente de uniformidad (C_u) mide qué tan uniforme es la muestra. Se considera que un material granular con C_u inferior a 4 es mal gradado, un C_u superior a 4 es bien gradado y un C_u igual a 1 corresponde a que todas las partículas tienen el mismo tamaño. Por otro lado, el coeficiente de curvatura mide la curvatura de la curva granulométrica. Cuando el coeficiente está dentro del rango de 1 y 3, el material granular se consideran bien gradado, cuando el coeficiente está por fuera del rango, la curva granulométrica es rara; es decir, que tiene saltos o cambios fuertes de pendiente, indicando que hay ciertos valores de diámetro que predominan (González, 2014).

Además, otra propiedad a tomar en cuenta es la plasticidad del suelo, propiedad la cual ha sido empleada para clasificar a los suelos en forma totalmente descriptiva, ya que no basta con decir que un suelo plástico puede deformarse sin producir agrietamiento en el,

pues una arena fina y húmeda tiene esas características cuando la deformación se produce lentamente y; sin embargo, no es plástica (Llique, 2017).

La plasticidad es un fenómeno inherente a los suelos de partículas muy finas como limos y arcillas; por lo tanto, se define a la plasticidad como la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse (Llique, 2017).

Dentro del ámbito de la plasticidad, existen los estados de consistencia. La consistencia se define como su resistencia al esfuerzo cortante; es decir, es la oposición que presenta la masa de suelo a que se deforme. Según su contenido de agua en forma decreciente, un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los siguiente estados de consistencia (definidos por Atterberg): Estado líquido (el suelo tiene las propiedades y apariencias de una suspensión), Estado semilíquido (el suelo presenta las propiedades de un fluido viscoso), Estado plástico (el suelo se comporta plásticamente), Estado semi sólido (el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto a secado), y Estado sólido (el volumen del suelo no varía con el secado) (Llique, 2017).

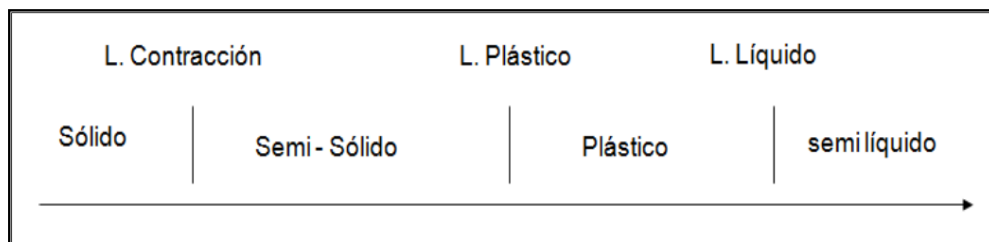
Figura 4: *Estados de Consistencia*



Por otro lado, tenemos a los límites de consistencia, los cuales son fases generales por las que pasa el suelo conforme se va secando y los límites de consistencia son las

fronteras convencionales que se presentan entre los estados y están definidos por un Contenido de Humedad. Los límites son propiedades que definen la plasticidad y se emplean para clasificar el suelo (Llique, 2017).

Figura 5: *Limites de Atterberg*



El Límite Líquido (LL), es el Contenido de Humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el Contenido de Humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13mm (1/2pulg.) cuando se deja caer la Copa de Casagrande 25 veces desde una altura de 1cm a razón de dos caídas por segundo (MTC, 2016).

Por otro lado, el Límite Plástico (LP), es la humedad más baja con la que puedan formarse barritas de suelo de unos 3.2mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen (MTC, 2016).

Se denomina como Índice Plástico (IP) a la diferencia entre Límite Líquido (LL) y Límite Plástico (LP), diferencia que cuantifica la amplitud o extensión del estado plástico del suelo (MTC, 2016).

Otra propiedad es la compactación, la cual implica un reordenamiento de las partículas sólidas y como consecuencia la densidad aparente del suelo aumenta; es decir, el fenómeno de la compactación del suelo es el resultado de una fuerza aplicada que destruye

la estructura y colapsa o disminuye los poros, lo que limita el espacio para el almacenamiento o movimiento del aire y el agua en el suelo. En resumen, cuando una determinada porción de material granular se ve afectada por fuerzas externas, se compacta (Llique, 2017).

La Humedad Óptima (Wop), es el porcentaje de humedad para la cual un suelo sometido a una energía de compactación determinada presenta su densidad máxima seca compactada. Mientras que, la Densidad Seca Máxima Compactada (Ds máx.), es la mayor densidad que se puede alcanzar cuando el suelo es compactado a la humedad óptima (Cárdenas & Donoso, 2008).

La Relación de Soporte de California (CBR) o también conocida como California Bearing Ratio, la cual es el índice de resistencia del terreno, se aplica para la evaluación de la capacidad de soporte de suelos de subrasante, de los materiales de sub bases, bases granulares y afirmado de un pavimento. Este índice mide la resistencia al corte de un suelo bajo las condiciones de humedad y densidad controlada. (Llique, 2017).

Abrasión Los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 ½”), este ensayo determina la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles. Este modo operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación. (MTC, 2016)

Partículas Planas y Alargadas, este método de prueba cubre la determinación de los porcentajes de partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en agregados gruesos (ASTM-D4791, 2020)

Es por ello que la presente tesis tiene la finalidad de evaluar las propiedades físico mecánicas del agregado granular para afirmado en su estado natural y también adicionando distintos porcentajes de arcilla, puesto que en la actualidad se ha visto que en las zonas rurales de Cajamarca, este material es usado frecuentemente en la apertura u mantenimiento de trochas carrozables, las cuales no cumplen su función de diseño y perseverancia en el tiempo, lo que nos indica que hay deficiencia en su calidad como material para una carretera.

1.2. Formulación del Problema de Investigación:

¿Cómo influye la adición de arcilla, en la calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta, para su utilización en Carreteras Afirmadas en la ciudad de Cajamarca?

1.3. Objetivos:

a) General:

Evaluar la calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta, según el Manual de Carreteras EG-2013, adicionando arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15%, para su utilización en carreteras afirmadas en la ciudad de Cajamarca.

b) Específicos:

Determinar las propiedades físico – mecánicas de material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta.

Comparar la calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta, adicionando arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15%, en función a los requisitos de calidad según el Manual de Carreteras EG-2013.

Verificar si es permisible el uso de material granular mezclado con arcilla en distintos porcentajes, 5% 10% y 15%, en afirmados y brindar recomendaciones en base a los estudios realizados.

1.4. Hipótesis:

Como hipótesis general se tiene que “La calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta, según el Manual de Carreteras EG-2013, adicionando arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15%, para su utilización en carreteras afirmadas, mejora un 10%, 20% y 30% respectivamente.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Según los propósitos de la investigación es de carácter **Aplicativo** ya que se determinará la calidad de un material granular de diferentes canteras a través de la adición parcial de porcentajes de arcilla; este tipo de investigación es la que busca generar conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en los problemas de la sociedad (Lozada, 2014).

Según la intervención del nivel de investigación, es **Explicativa**, ya que se determinará la calidad de material granular y se estudiará de qué manera influye agregar parcialmente la arcilla, así mismo se conocerá la resistencia del material para ser usado en carreteras afirmadas.

El diseño que se aplicará en esta investigación es **Experimental**, debido a que se manipulará las variables de estudio, se adicionará arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15%, lo cual influye directamente a la utilización de este material en carreteras afirmadas parcialmente. Según (Muñoz, 2010) una investigación experimental es aquella que realiza la alteración de una variable o varias al mismo tiempo, en un ambiente estrictamente vigilado a base de protocolos que se deben cumplir para que los datos sean confiables.

Según el enfoque, la presente investigación es **Cuantitativa**, ya que se determinará la influencia que tiene la adición de arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15% en la calidad de material granular de tres canteras, según el DG-2013 para su utilización en carreteras afirmada.

Según la planificación en la recolección de datos, la presente investigación es de tipo **Prospectiva**, ya que la medición será mediante toma de datos producto de los ensayos realizados en el laboratorio de suelos UPN.

También es **Descriptiva** porque analiza y compara los resultados del material para

afirmado con la adición arcilla en distintos porcentajes, es decir caracteriza la nueva fórmula (agregado) y describe sus características y comportamiento actual.

Para continuar, en cuanto al ámbito temporal, el desarrollo de la investigación se llevó a cabo entre los meses de noviembre del 2022 y abril del 2023, mientras que, en cuanto al ámbito espacial, la presente investigación se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca – Cajamarca – Perú.

Según, (Arias-Gómez et al, 2016), la población de estudio es un conjunto de elementos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra que cumple con una serie de criterios predeterminados. Por lo tanto, para esta investigación la **población** está conformado por todo el peso del material granular (kg) a ser empleado en carreteras afirmadas de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta. Las canteras fueron seleccionadas aleatoriamente, dando prioridad a las más cercanas a la zona urbana del distrito de Cajamarca, ya que son las más recurrentes para la utilización en las obras.

Para determinar la muestra se ha utilizado un muestreo no probabilístico por conveniencia el cual según (Ortega, 2020). “Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (pág. 9), en tal sentido la **muestra** ha sido delimitada con un peso de 250kg del material granular de cada cantera en estudio, que será necesario para realizar los diferentes tipos de ensayos de acuerdo a las normativas y guías del Laboratorio de Concreto y el Laboratorio de Suelos de la Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca.

El material a utilizar fue el siguiente, material granular extraído de las canteras ya mencionadas, para lo cual se realizó un cuarteo correspondiente a cada muestra obtenida, las cuales se pusieron a secar al aire libre por 24 horas, para luego proceder a realizar los ensayos descritos líneas abajo, también se utilizó la arcilla, la cual se extrajo de la cantera Edgar, realizando el cuarteo pertinente.

En cuanto a las técnicas de recolección de datos, se comenzó por la observación simple debido a que los resultados numéricos de los ensayos respectivos, fueron tomados directamente de los instrumentos y/o equipos de medición y control, tales como la balanza y la prensa hidráulica. Seguidamente, el análisis de contenido, el cual consistió en trasladar los resultados numéricos obtenidos, a los distintos protocolos de control para su procesamiento. Finalmente, la revisión documental, porque se contrastó los resultados numéricos obtenidos con los requisitos de calidad de la Tabla 5.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, se emplearon los Formatos de los Protocolos del Laboratorio Mecánica de Suelos de la Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca – Cajamarca – Perú (Véase la Tabla 6).

Tabla 6: *Cantidad de ensayos realizados*

Ensayos	Norma Técnica	Muestras por cantera	Muestras totales
Contenido de Humedad	MTC E-108, NTP 339.127, ASTM D2216, AASHTO T265	4 Muestras	12 Muestras
Análisis Granulométrico de Agregado Fino y Grueso	MTC E-204, NTP 400.012, ASTM C136, AASHTO T27	4 Muestras	12 Muestras
Límites de Atterberg (Plasticidad del suelo)	MTC E-110/111, NTP 339.130, ASTM D4318, ASSHTO T89/90	20 Muestras	60 Muestras
Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado)	MTC E-115, NTP 339.141, ASTM D1557, AASHTO T180	4 Muestras	12 Muestras
Relación de Soporte de California en Laboratorio (CBR)	MTC E-132, NTP 339.145, ASTM D1883, AASHTO T193	4 Muestras	12 Muestras

Abrasión Los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm	MTC E-207, ASTM C131/NTP 400.019	3 Muestras	12 Muestras
Partículas planas y alargadas en agregado grueso	ASTM D4791	1 Muestra	3 Muestras

Se emplearon los siguientes materiales y equipos para presente la investigación:

Primero, para el Contenido de humedad (MTC E-108, NTP 339.127, ASTM D2216, AASHTO T265), se utilizó como material a una muestra alterada extraída del estrato en estudio o agregado fino o grueso (500gr). El número de taras a utilizar depende de la cantidad y el tamaño de la tara. Se utilizaron como equipos: Balanza con aproximación 0.01gr, Estufa con control de temperaturas u horno de temperatura (100±10°C) y recipientes o taras.

Segundo, para el Análisis Granulométrico de Agregado Fino y Grueso (MTC E-204, NTP 400.012, ASTM C136, AASHTO T27), se utilizó como material 5000gr. para cada cantera. Y como equipos se usó: Juego de tamices, Balanza con aproximación de 0.1gr, Taras, Envases para el manejo y secado de muestras, y Cepillo y brocha.

Tercero, en cuanto a los Límites de Atterberg (MTC E-110/111, NTP 339.130, ASTM D4318, ASSHTO T89/90); para empezar, tenemos el Límite Líquido (LL), en el cual se utilizó como material al suelo seco que pasa la malla N° 40. Se utilizaron como equipos: Malla N° 40, Copa de Casagrande, Acanalador, Balanza con aproximación de 0.01gr, Estufa, Espátula, Probeta de 100ml, Cápsula de porcelana e Taras. Seguidamente, en cuanto al Límite Plástico (LP), se utilizó como material una porción de la mezcla preparada para el LL. Se utilizaron como equipos: Balanza con aproximación de 0.01gr, Estufa, Espátula, Cápsula de porcelana, Placa de vidrio y Taras.

Cuarto, para la Compactación en Laboratorio (P. Modificado) (MTC E-115, NTP 339.141, ASTM D1557, AASHTO T180), se utilizaron como materiales una muestra

alterada seca (24kg) y papel filtro. Se utilizaron como equipos: Equipo Proctor Modificado (molde cilíndrico, placa base y anillo de extensión), Pisón Proctor Modificado, Balanza con aproximación de 0.01gr, Estufa, Probeta de 1000ml, Espátula, Taras y Tamices.

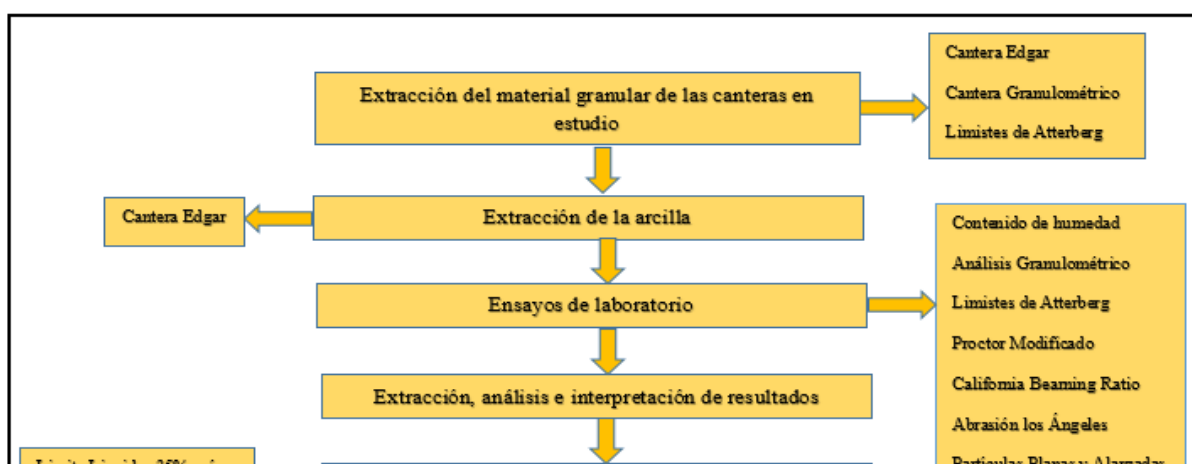
Quinto, para la Relación de Soporte de California en Laboratorio (CBR) (MTC E-132, NTP 339.145, ASTM D1883, AASHTO T193), se utilizaron como materiales una muestra alterada seca (18kg) y papel filtro. Se utilizaron como equipos: Equipo CBR (moldes cilíndricos con placa de base y collar de extensión, 3 discos espaciadores, 3 placas de expansión, 3 sobrecargas y 3 trípodes), Pisón Proctor Modificado, Balanza con aproximación de 0.01gr, 3 diales de expansión con divisiones de 0.01mm, Estufa, Probeta de 1000ml, Recipiente de 6kg de capacidad, Espátula e Taras.

Sexto, para el ensayo de Abrasión Los Ángeles al Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm ($1^{1/2}$) (MTC E 207, ASTM C131, NTP 400.019), se utilizaron como materiales una muestra alterada seca (15kg). Se utilizaron como equipos: Máquina de los Ángeles, tamiz N° 12, Balanza con aproximación de 0.01gr, y un recipiente.

Sétimo para el ensayo de Partículas Chatas y Alargadas (ASTM D4 791) se utilizaron como materiales una muestra alterada seca (60kg). Se utilizaron como instrumentos: Calibrador Proporcional de Partículas Chatas y Alargadas para Agregados, Balanza con aproximación de 0.01 gr, Vernier o pie de Rey y recipientes.

Por consiguiente, detallamos el procedimiento de la presente investigación:

Figura 6: Esquema del Procedimiento de la investigación



Primero, se inspeccionaron las canteras en estudio, identificando su ubicación exacta para la extracción de las respectivas muestras. La cantera Edgar se ubica en el kilómetro 1.65 de la carretera salida a la costa. La cantera Guitarrero se ubica al sur este de la ciudad de Cajamarca, al costado derecho de la carretera Cajamarca – Pacasmayo. Y la cantera Chonta se ubica con un rumbo de S86°E, con respecto a la ciudad de Cajamarca.

Segundo, se realizó la extracción de arcilla, la cual (como material de adición), se optó por solicitar unos 50kg a los encargados del material granular de la cantera Edgar.

Tercero, en cuanto a la extracción del material granular de las canteras en estudio, de cada procedencia de los materiales granulares a utilizarse y para cualquier volumen previsto se tomarán, cuatro muestras para los ensayos y frecuencias que se indican en la Tabla 7, basándonos en la Tabla 301-02 (Ensayos y frecuencias) del Manual de Carreteras EG-2013.

Tabla 7: *Ensayos y frecuencias para material granular a utilizarse como afirmado*

PROPIEDAD	FRECUENCIA	LUGAR DE MUESTREO
Granulometría	1 cada 750m ²	Cantera (2)
Límites de Consistencia	1 cada 750m ²	Cantera (2)
CBR	1 cada 2000m ²	Cantera (2)

Nota: (2) – Material preparado previo a su uso.

El criterio que se tuvo en cuenta para la extracción de la muestra es el cuarteo, que consiste en: estando en cada cantera en estudio, se recolectó material con una palana de diez puntos o más a la zona de extracción; cabe resaltar que, los puntos seleccionados deben ser los más representativos del todo el conjunto del material granular a extraer, tanto

de la parte alta como de la parte media y baja, Se amontona el material para formar un tronco de cono, Se divide el tronco de cono en 4 partes, tratando de que sean lo más iguales posibles y Se recogen solamente 2 partes del tronco de cono que sean opuestas para su respectivo análisis en Laboratorio, se repite el procedimiento hasta completar los 250kg.

Cuarto, se procedió a realizar los ensayos descritos anteriormente, teniendo en cuenta sus procedimientos estándares y normativas de cada uno de ellos y supervisadas por el encargado de laboratorio.

Quinto, se realizó la toma de datos de los protocolos establecidos de cada uno de los ensayos y se tomaron evidencias (fotografías) para aumentar el grado de veracidad y confiabilidad de estos.

En cuanto al análisis y presentación de la información, se aplicó procedimientos automatizados, considerando el empleo de medios informáticos. Para ello, se utilizó el Software Microsoft Excel, ya que cuenta con diferentes herramientas matemáticas y recursos gráficos necesarios para el ordenamiento y desarrollo de los datos obtenidos mediante observación directa e instrumental. Es decir, los datos que primeramente se obtuvieron de los equipos de cada ensayo respectivo, fueron trasladados a los Protocolos de Laboratorio para finalmente procesarlos en el Software, obteniendo los resultados finales de cada ensayo, tanto los que se calculan mediante operaciones matemáticas en base a las ecuaciones brindadas en la presente investigación, como los que se calculan en base a gráficos y/o curvas.

Los resultados que se obtuvieron, solo servirán para el análisis de calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta; para su utilización en Carreteras Afirmadas, por lo tanto, no se pueden generalizar los resultados para otras canteras o para emplear el material granular de las canteras en estudio, en Bases y

Subbases Granulares.

En la presente investigación, se realizó bajo los principios éticos y morales que nos inculcaron en la Universidad Privada del Norte, sede Cajamarca, en donde prima la responsabilidad e integridad, como también el principio de justicia y no mal eficiencia, lo que brinda un carácter de veracidad único a la presente tesis, puesto que los datos han sido adquiridos insitu, sin tomar u plagiar resultados obtenidos por otros autores, es por ello que el presente documento puede servir como base para futuras investigaciones con las variables aquí estudiadas.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

De los ensayos de laboratorio que realizamos, se obtuvieron los siguientes resultados: **Contenido de Humedad**, se analizó el material granular sin adición de arcilla, ya que dichos valores obtenidos servirán solo de referencia para el ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado).

Tabla 8: *Contenido de humedad de las canteras en estudio*

CANTERA	CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)
Edgar	1.54
Guitarrero	2.46
Chonta	3.79

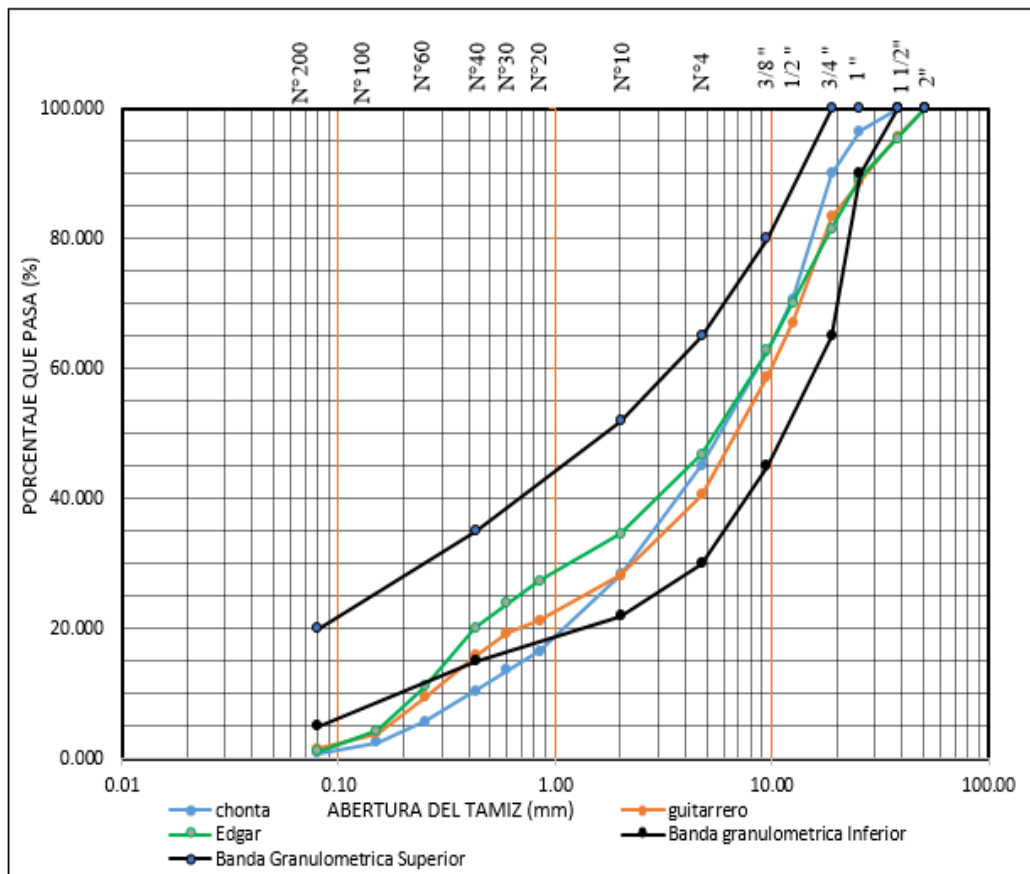
Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso: los resultados sirvieron para clasificar al material granular en base a las bandas granulométricas.

Tabla 9: *Porcentajes que pasa de las canteras en estudio*

Tamiz	Abertura (mm)	CANTERAS			BANDA GRANULOMETRICAS					
		Edgar	Guitarrero	Chonta	A-1	A-2	C	D	E	F
2"	50.80	100.000	100.000	100.000	100	-				
1 1/2"	38.10	95.437	95.684	100.000	100	-				
1"	25.40	89.320	88.848	96.519	90-100	100	100	100	100	100
3/4"	19.00	81.508	83.374	90.095	65-100	80-100				
3/8"	9.50	62.764	58.740	62.720	45-80	65-100	50-85	60-100		
N°4	4.75	46.882	40.581	45.116	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
N°10	2.00	34.583	28.201	28.335	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
N°40	0.43	20.122	15.800	10.401	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
N°200	0.08	1.112	1.517	0.790	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

El porcentaje que pasa del Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso de las canteras en estudio nos muestra que la franja a la cuál más se asemejan es la A-1.

Figura 7: Curvas granulométricas de las canteras en estudio



Nota: Análisis granulométricos con respecto a la banda granulométrica A-1

Límites de Consistencia o Atterberg:

Tabla 10: Límites Atterberg e Índice Plástico de las canteras en estudio

	CANTERAS											
	EDGAR				GUITARRERO				CHONTA			
% de arcilla	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%
L. Líquido (%)	21.00	23.20	24.80	26.10	17.80	19.20	20.20	21.60	23.10	24.80	26.30	28.10
L. Plástico (%)	16.97	16.93	16.28	14.86	13.39	12.55	12.20	11.32	NP	NP	23.84	23.02
Í. Plástico (%)	4.03	6.27	8.52	11.24	4.41	6.65	8.00	10.28	NP	NP	2.46	5.08

El material granular se puede clasificar en base al Límite Líquido (LL) y al Índice Plástico (IP), según la Tabla 11 y Tabla 12 respectivamente:

Tabla 11: *Plasticidad en función al Limite Liquido según L. Mondragón (2017)*

PLASTICIDAD	LÍMITE LÍQUIDO (LL)
Baja plasticidad	< 35%
Plasticidad intermedia	35% - 50%
Alta plasticidad	50% - 70%
Plasticidad muy alta	70% - 90%

Tabla 12: *Plasticidad en función al Índice Plástico según L. Mondragón (2017)*

PLASTICIDAD	ÍNDICE PLÁSTICO (IP)
No plástico	NP
Baja plasticidad	< 7%
Mediana plasticidad	7% - 17%
Alta plasticidad	> 17%

Figura 8: *Limites de Atterberg e IP de la cantera Edgar:*

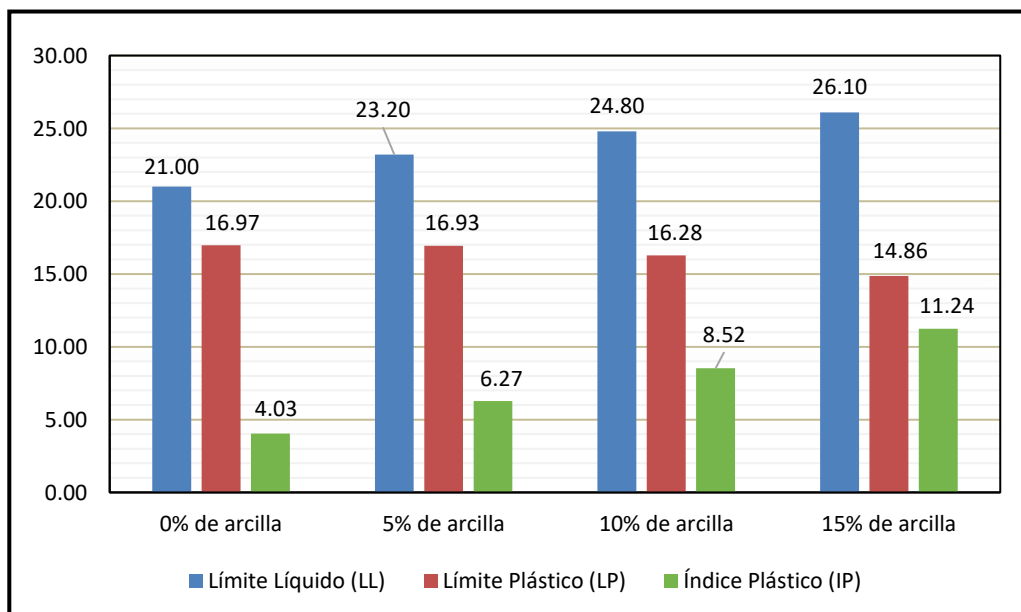


Figura 9: *Limites de Atterberg e IP de la cantera Guitarrero*

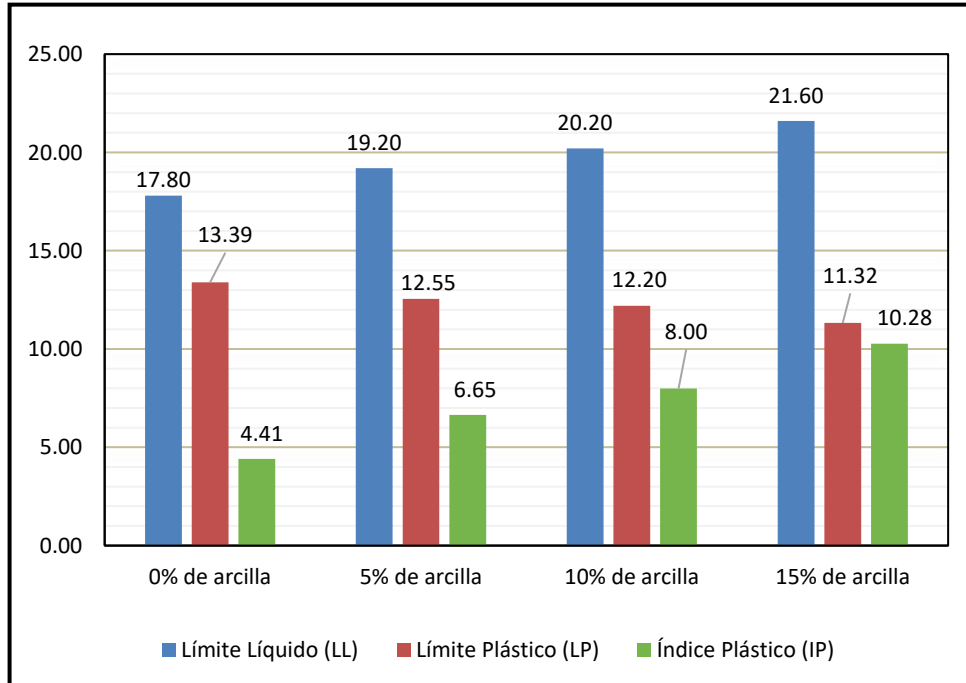
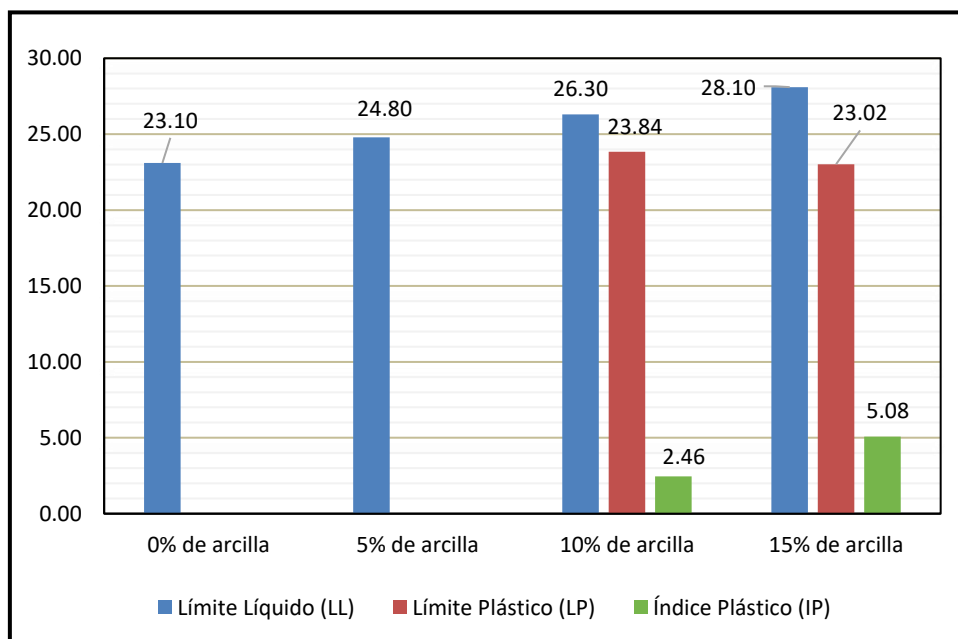


Figura 10: *Limites de Atterberg e IP de la carretera Chonta*



Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado): de acuerdo a la gradación del material, se utilizó el método “C”, debido a que los porcentajes retenidos acumulados en la Malla 3/4" son menores o iguales al 20% y los porcentajes retenidos acumulados en la Malla 3/8" son mayores o iguales al 20%.

Tabla 13: Porcentajes retenidos de las canteras en estudio

Tamiz	Abertura (mm)	CANTERA		
		EDGAR	GUITARRERO	CHONTA
		%Retenido Acumulado	%Retenido Acumulado	%Retenido Acumulado
3/4"	19.00	18.492	16.626	9.905
3/8"	9.50	37.236	41.260	37.280
N°4	4.75	53.118	59.419	54.884

Los resultados de los estudios de Proctor de las tres canteras son:

Tabla 14: DS máx. y W% OP de la Cantera Edgar sin arcilla

DS Máx. (gr/cm ³)	2.147
W% OP (%)	5.44

Figura 11: Curva de Proctor modificado de la Cantera Edgar sin arcilla

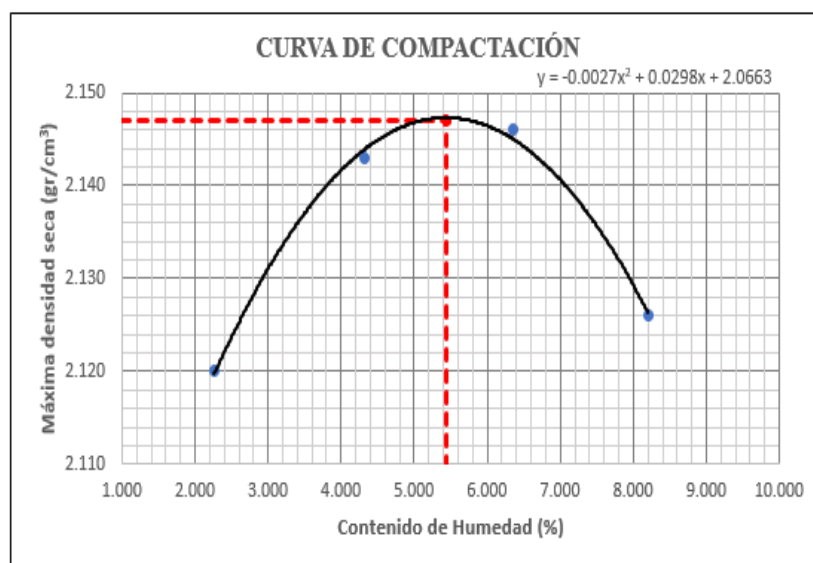


Tabla 15: DS máx. y W% OP de la Cantera Edgar con 5% de arcilla

DS Máx. (gr/cm³)	2.192
W% OP (%)	5.61

Figura 12: Curva de Proctor modificado de la cantera Edgar con 5% de arcilla

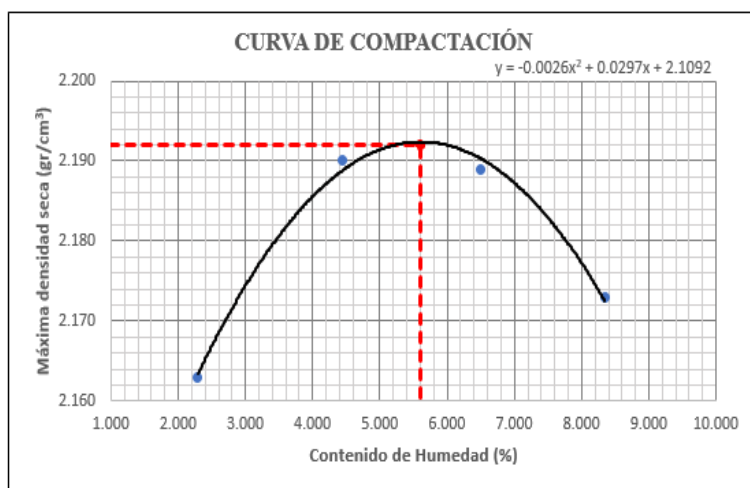


Tabla 16: DS máx. y W% OP de la Cantera Edgar con 10 % de arcilla

DS Máx. (gr/cm³)	2.195
W% OP (%)	5.89

Figura 13: Curva de Proctor modificado de la cantera Edgar con 10% arcilla

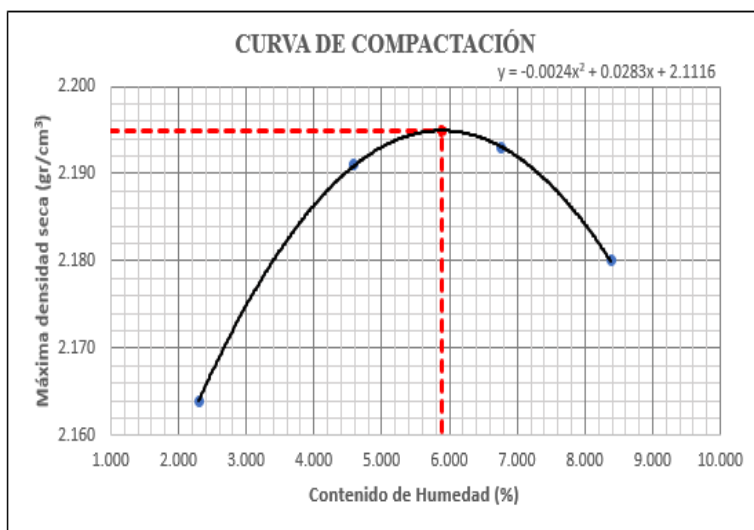


Tabla 17: DS máx. y W% OP de la Cantera Edgar con 15 % de arcilla

DS Máx. (gr/cm³)	2.206
W% OP (%)	6.13

Figura 14: Curva de Proctor modificado de la cantera Edgar con 15% arcilla

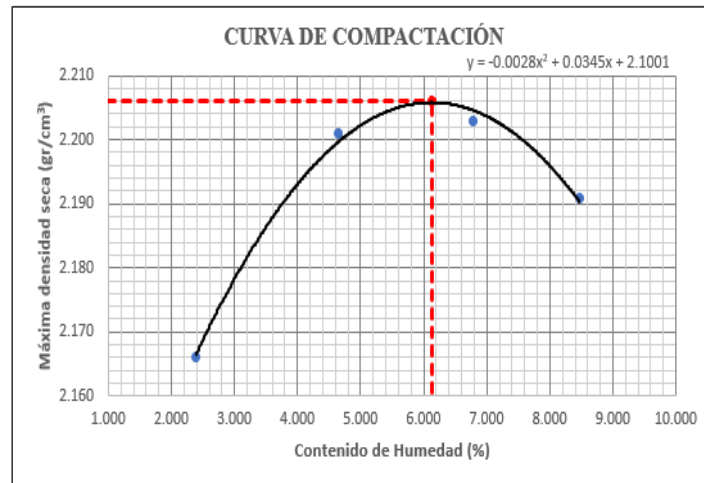


Tabla 18: DS máx. y W% OP de la Cantera Guitarrero sin arcilla

DS Máx. (gr/cm³)	2.135
W% OP (%)	5.75

Figura 15: Curva de Proctor modificado de la cantera Guitarrero sin arcilla

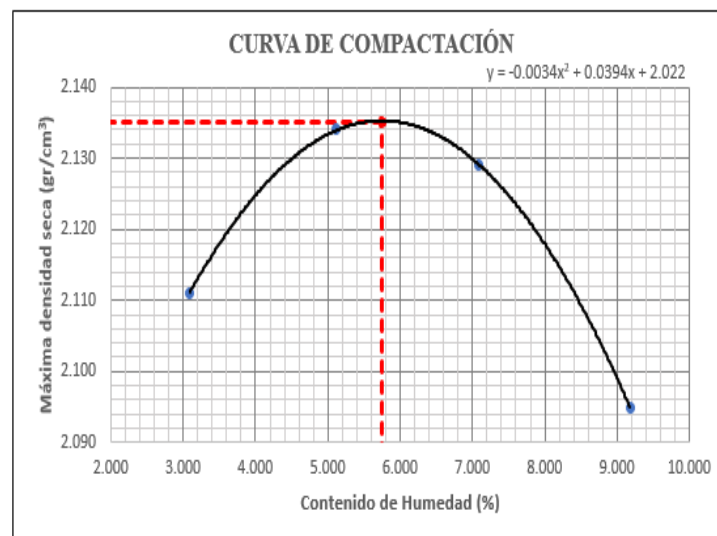


Tabla 19: DS máx. y W% OP de la Cantera Guitarrero con 5 % de arcilla

DS Máx. (gr/cm3)	2.176
W% OP (%)	5.88

Figura 16: Curva de Proctor modificado de la cantera Guitarrero con 5% arcilla

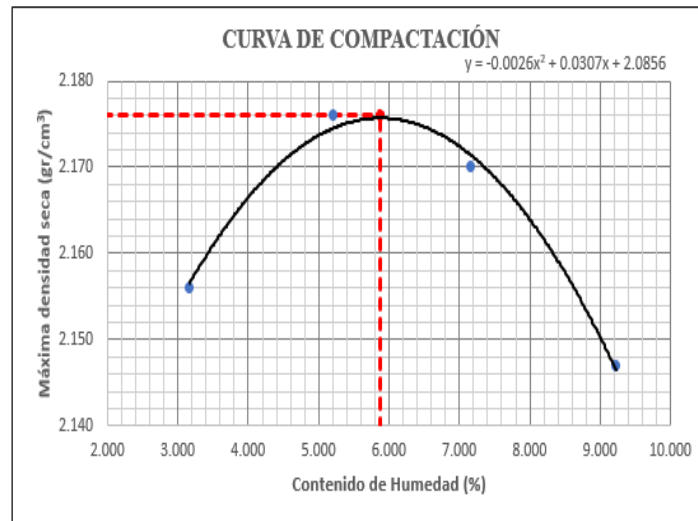


Tabla 20: DS máx. y W% OP de la Cantera Guitarrero con 10 % de arcilla

DS Máx. (gr/cm3)	2.188
W% OP (%)	6.14

Figura 17: Curva de Proctor modificado de la cantera Guitarrero con 10% arcilla

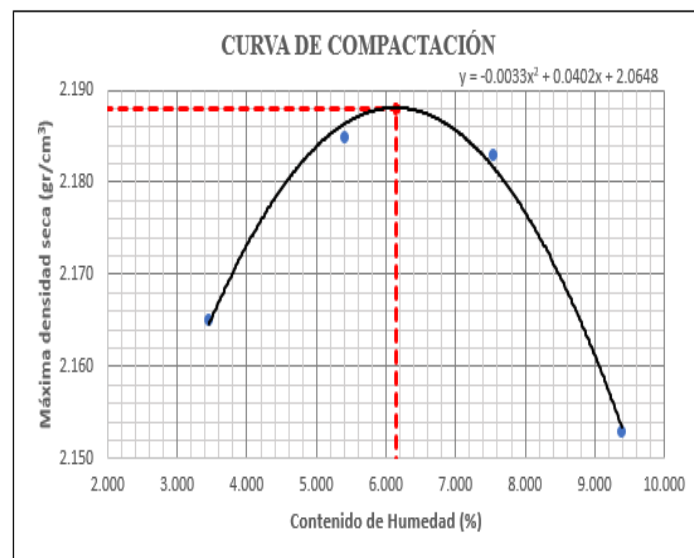


Tabla 21: DS máx. y W% OP de la Cantera Guitarrero con 15 % de arcilla

DS Máx. (gr/cm³)	2.212
W% OP (%)	6.33

Figura 18: Curva de Proctor modificado de la cantera Guitarrero con 15% arcilla

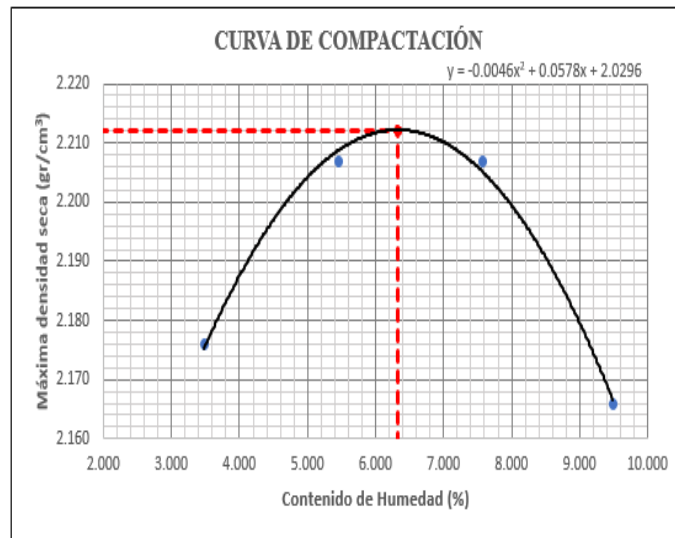


Tabla 22: DS máx. y W% OP de la Cantera Chonta sin arcilla

DS Máx. (gr/cm³)	1.961
W% OP (%)	7.96

Figura 19: Curva de Proctor modificado de la cantera Chonta sin arcilla

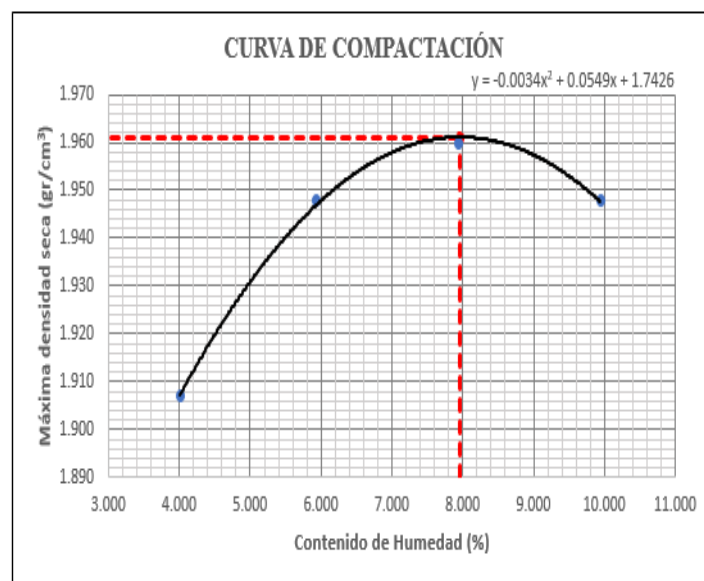


Tabla 23: DS máx. y W% OP de la Cantera Chonta con 5% arcilla

DS Máx. (gr/cm³)	2.106
W% OP (%)	8.44

Figura 20: Curva de Proctor modificado de la cantera Chonta con 5% arcilla

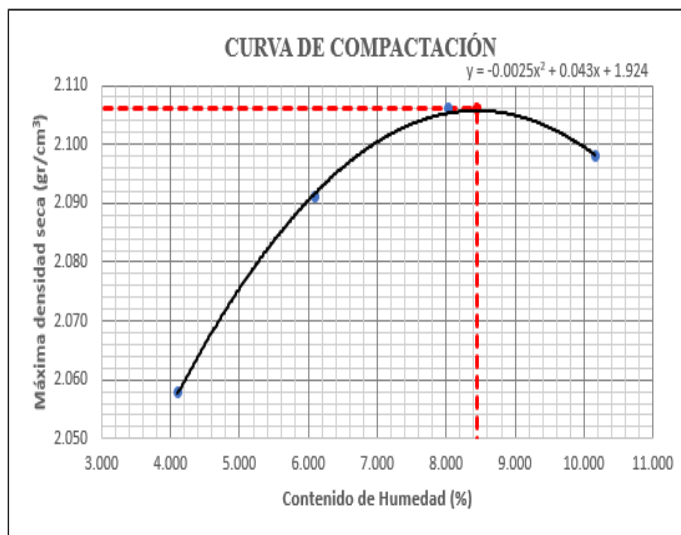


Tabla 24: DS máx. y W%
con 10% arcilla

OP de la Cantera Chonta

DS Máx. (gr/cm³)	2.201
W% OP (%)	8.75

Figura 21: Curva Proctor modificado de la cantera Chonta con 10% arcilla

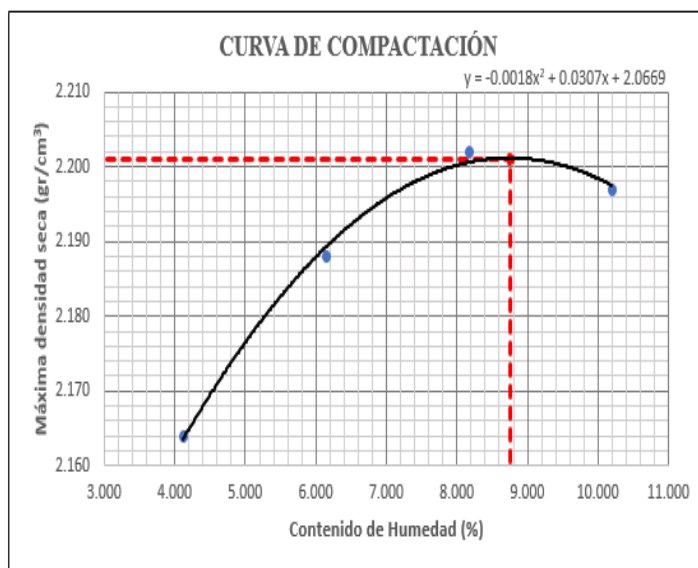
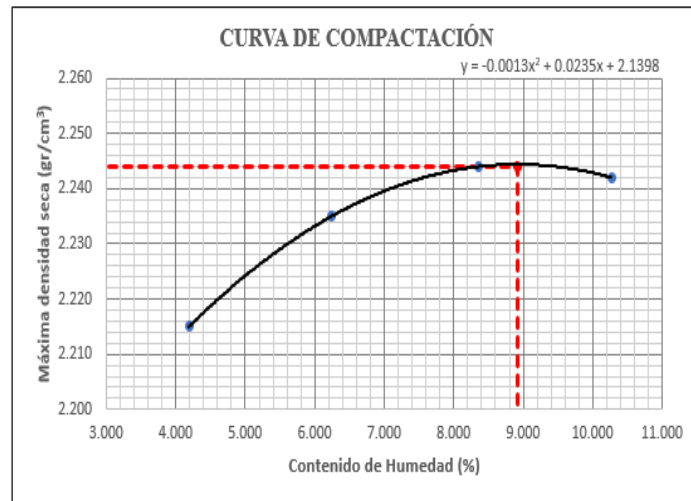


Tabla 25: DS máx. y W% OP de la Cantera Chonta con 15% arcilla

DS Máx. (gr/cm³)	2.244
W% OP (%)	8.92

Figura 22: Curva de Proctor modificado de la cantera Chonta con 15% arcilla



Relación de Soporte de California (CBR 0.1''):

Tabla 26: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Edgar sin arcilla

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.147 kg/cm³
CBR 0.1'' (%)	83.14 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.040 kg/cm³
CBR 0.2'' (%)	39.24 %

Figura 23: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Edgar sin arcilla

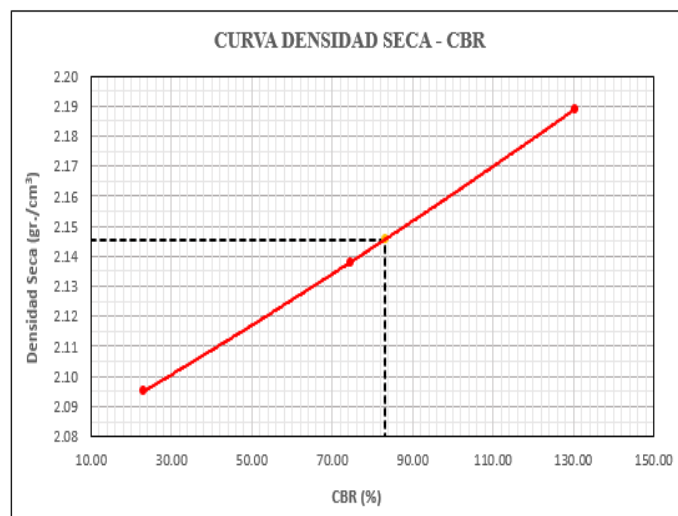


Figura 24: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Edgar sin arcilla

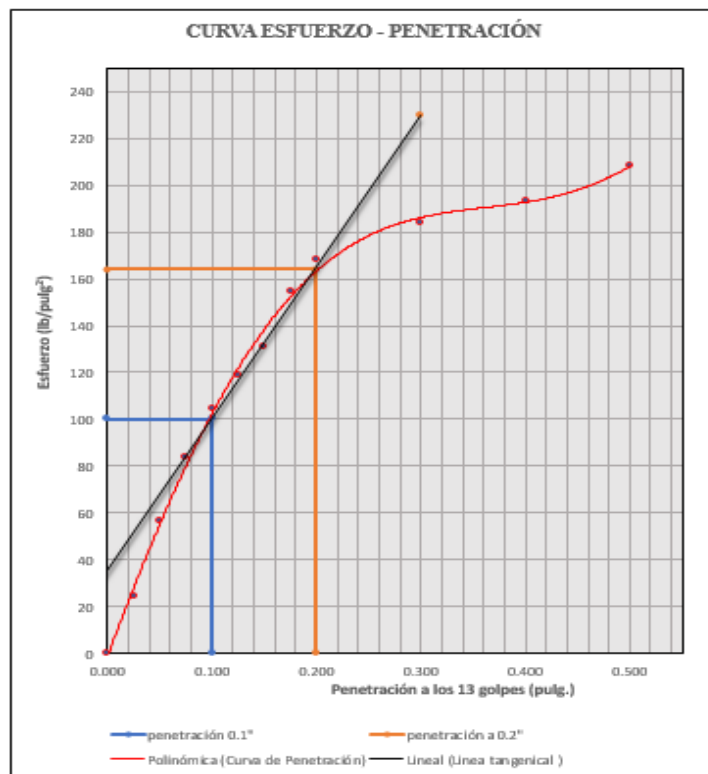
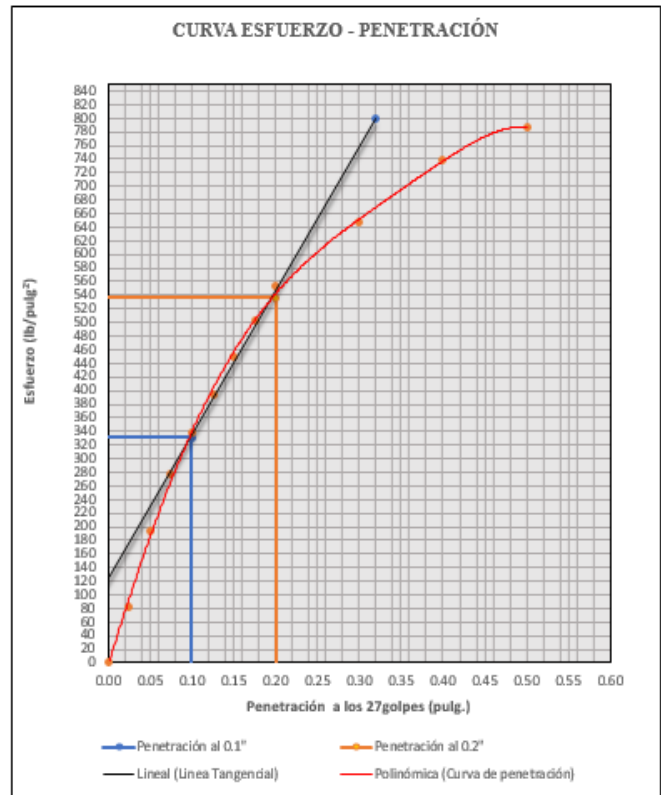
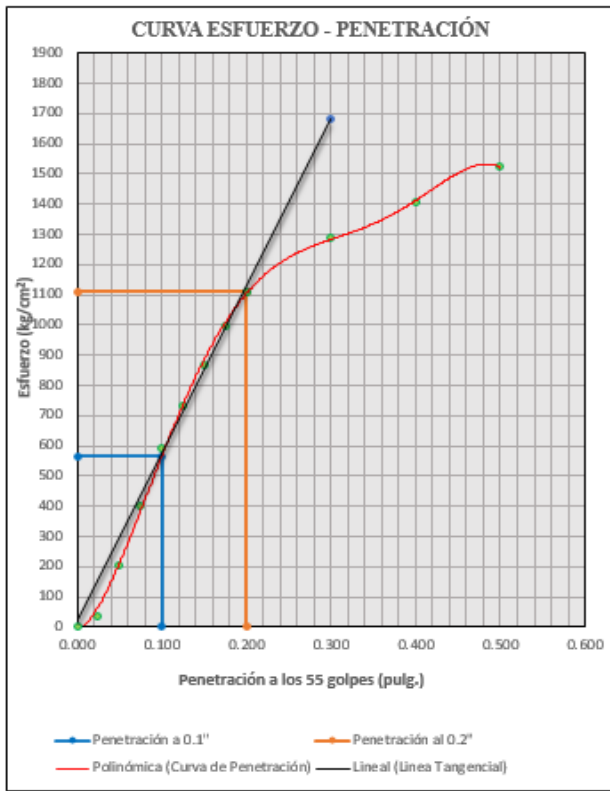


Tabla 27: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Edgar con 5 % de arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.192
CBR 0.1" (%)	47.99 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.082 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	22.43 %

Figura 25: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Edgar con 5% arcilla*

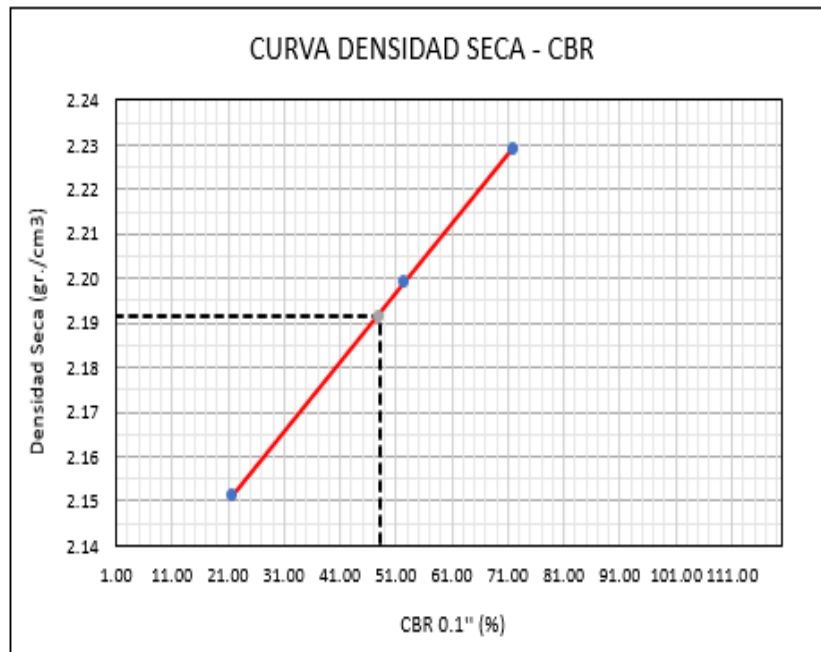


Figura 26: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Edgar con 5% de arcilla

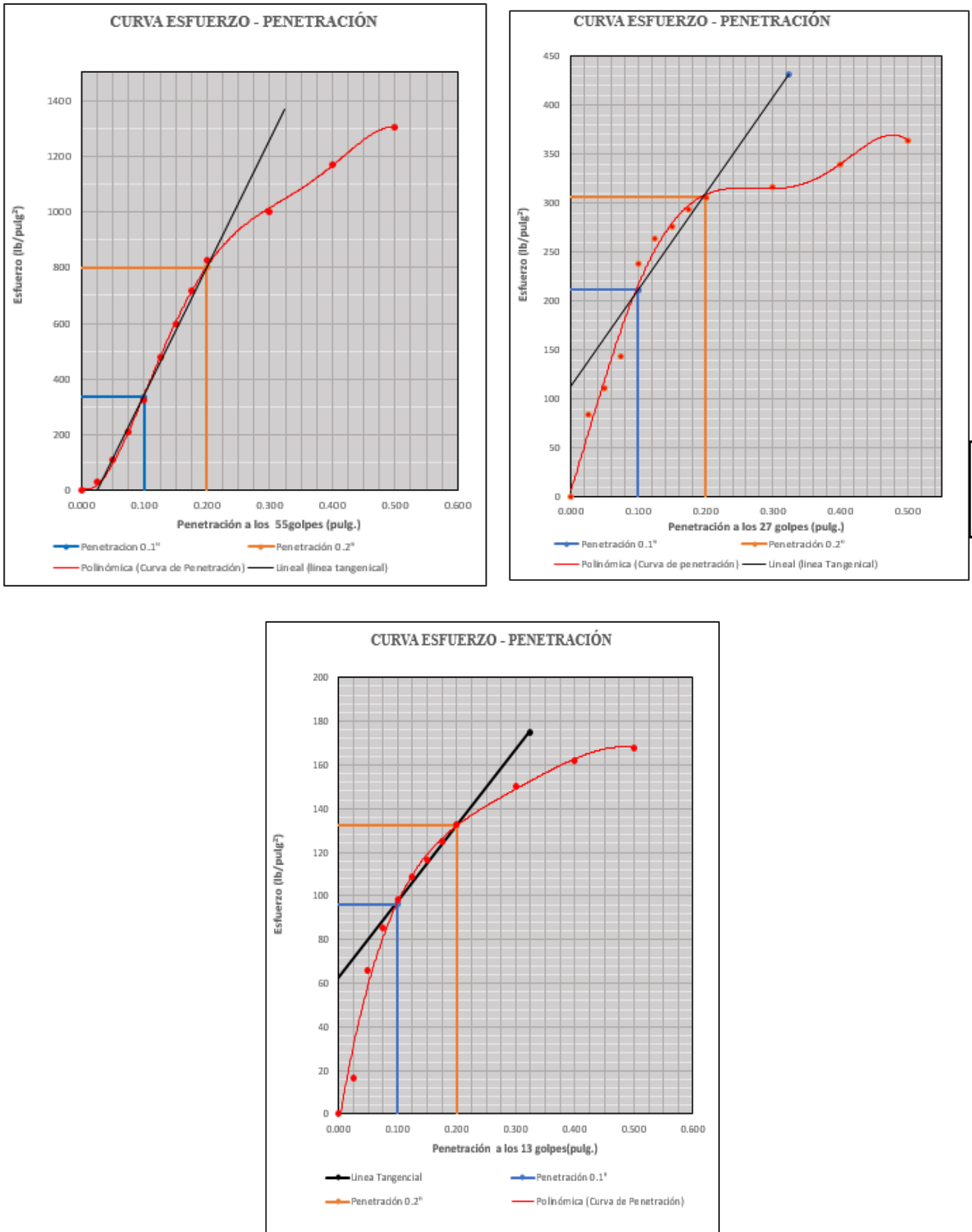


Tabla 28: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Edgar con 10 % de arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.195
CBR 0.1" (%)	37.17 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.085 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	14.87 %

Figura 27: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Edgar con 10% arcilla*

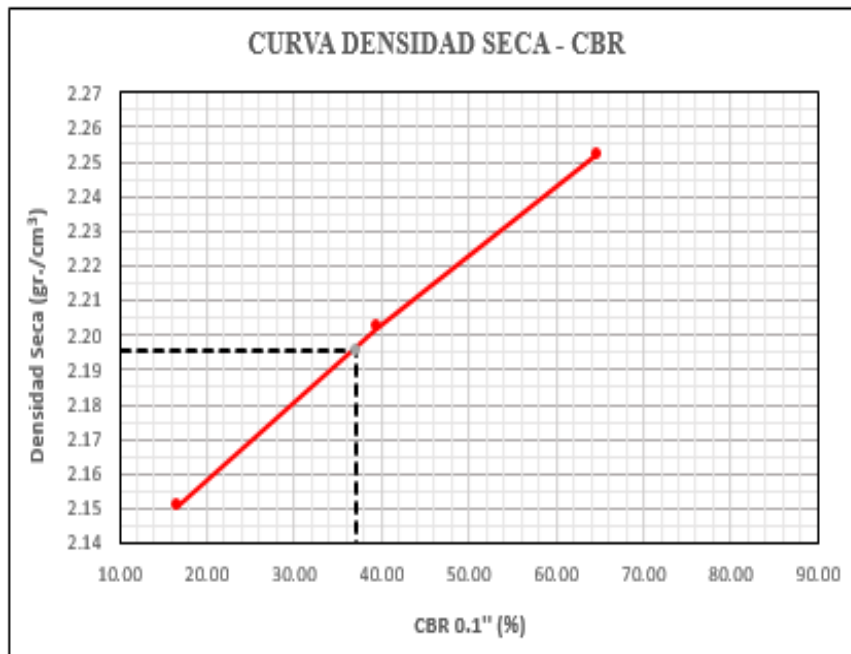


Figura 28: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Edgar con 10% de arcilla

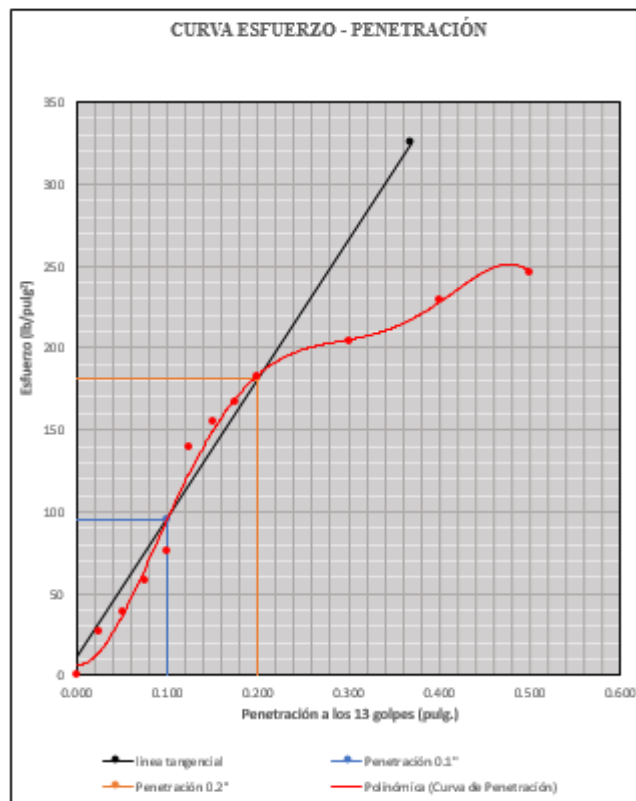
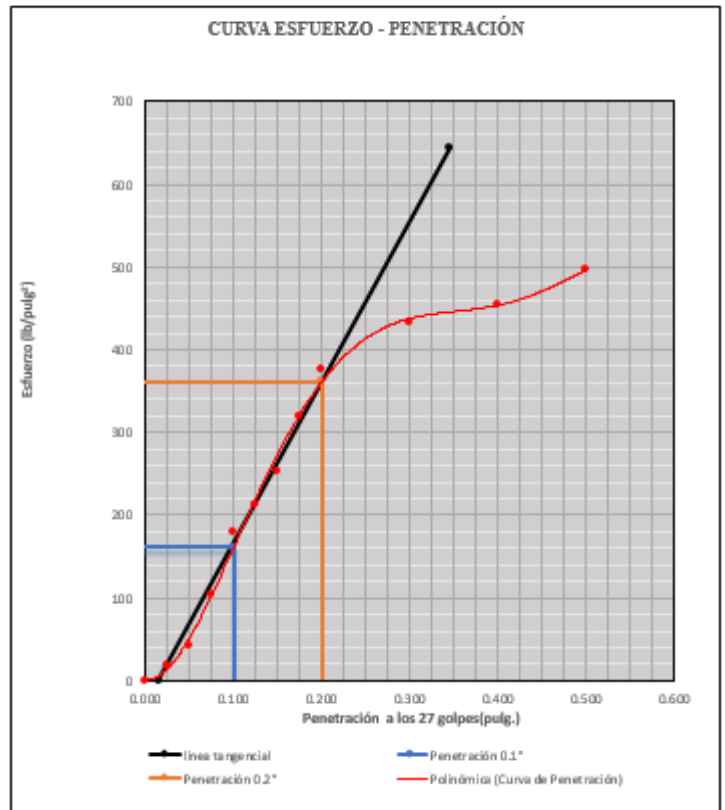
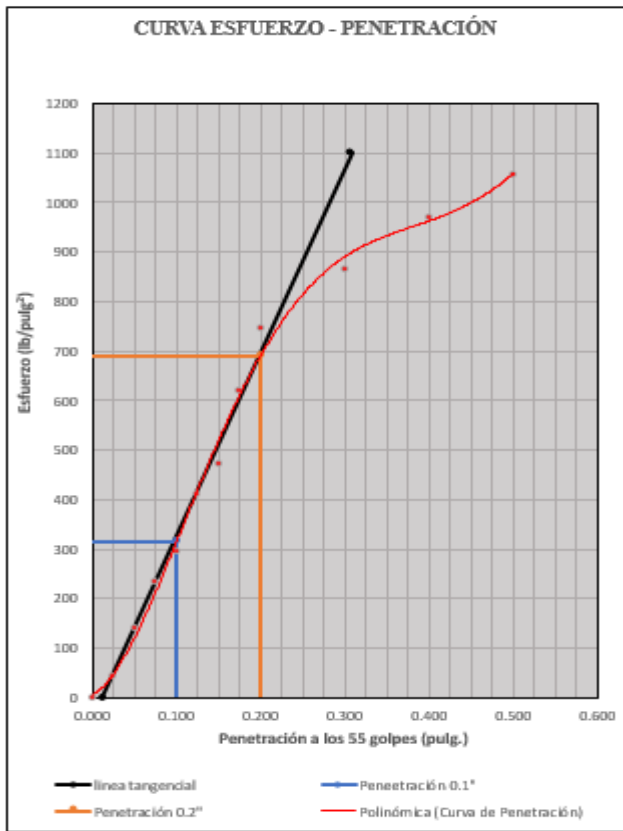


Tabla 29: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Edgar con 15 % de arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.206
CBR 0.1" (%)	19.60 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.096 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	16.57 %

Figura 29: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Edgar con 15% arcilla*

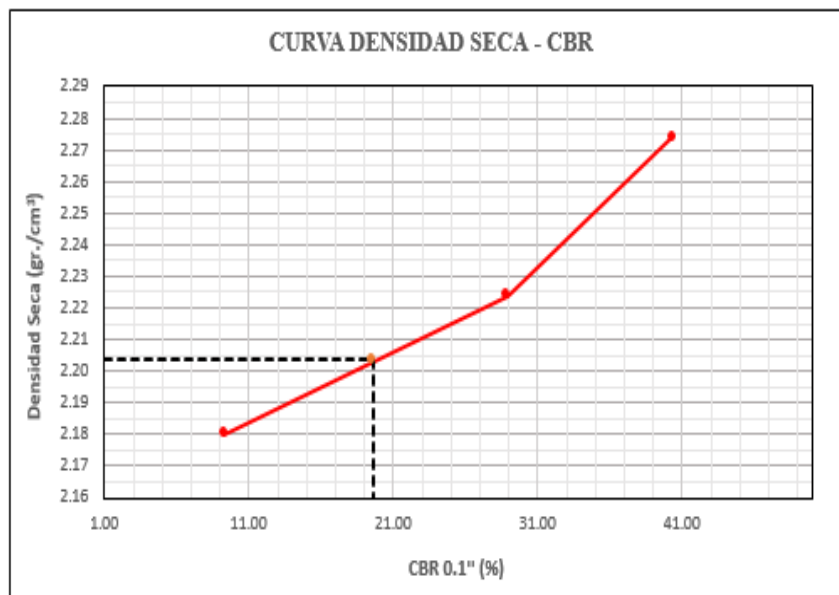


Figura 30: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Edgar con 15% de arcilla

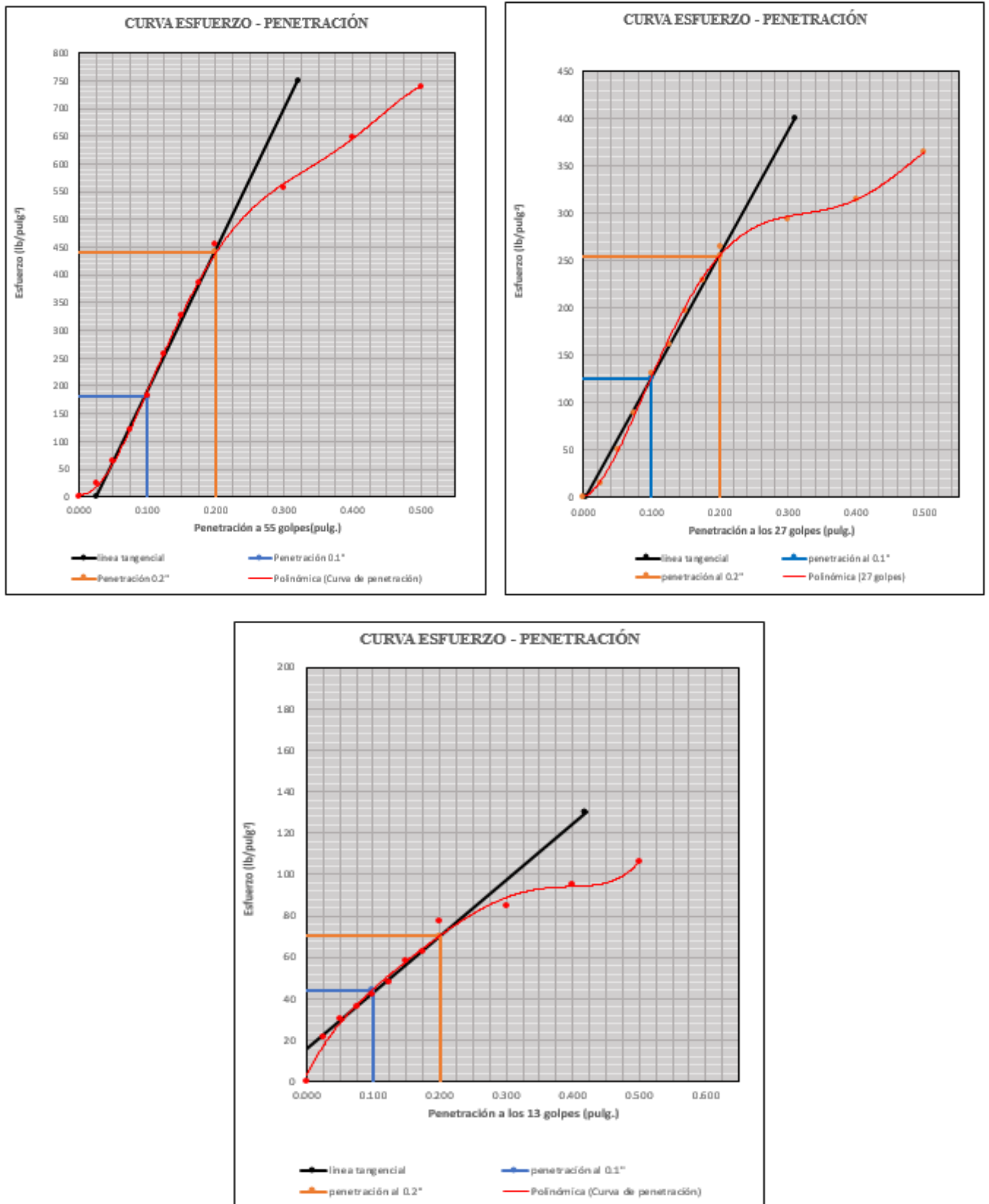


Tabla 30: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Guitarrero sin arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.135
CBR 0.1" (%)	71.41 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.028 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	27.33 %

Figura 31: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Guitarrero sin arcilla*

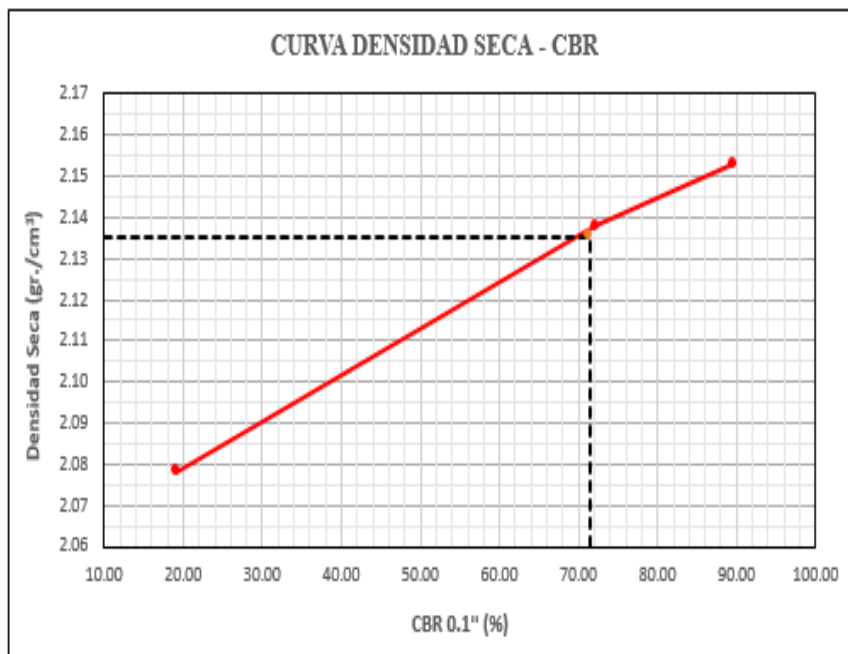


Figura 32: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Guitarrero sin arcilla

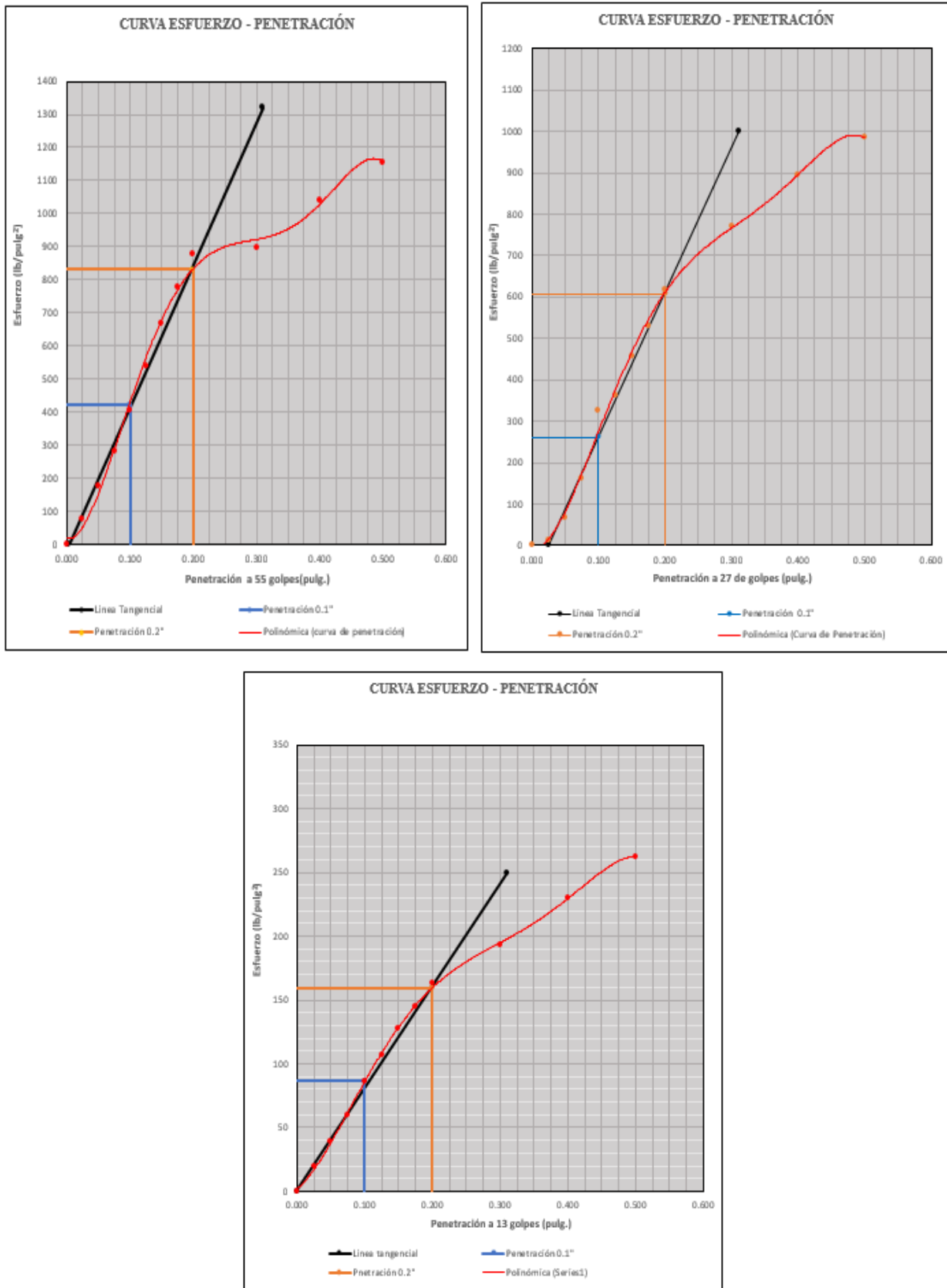


Tabla 31: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Guitarrero con 5 % de arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.176
CBR 0.1" (%)	58.27 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.067 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	4.63 %

Figura 33: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Guitarrero con 5% arcilla*

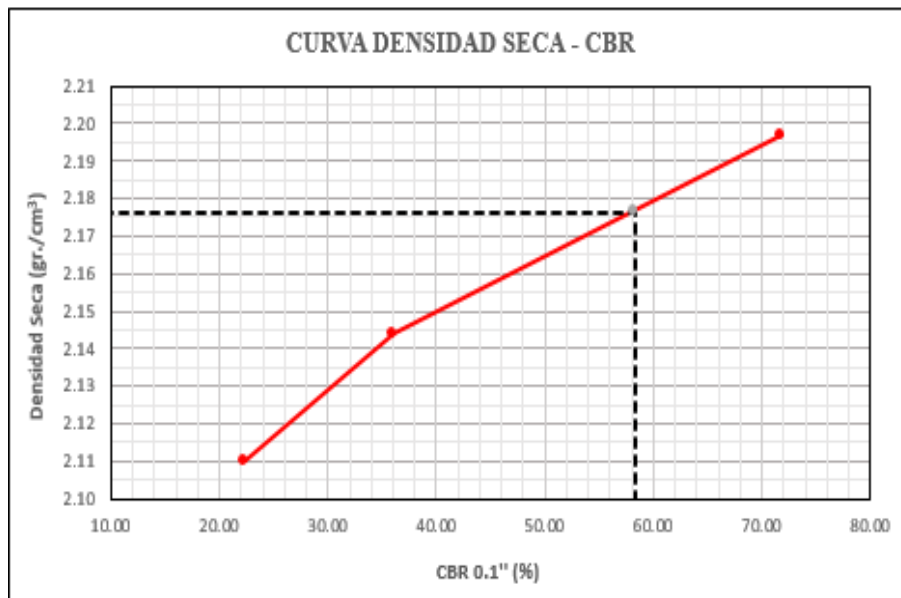


Figura 34: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Guitarrero con 5% de arcilla

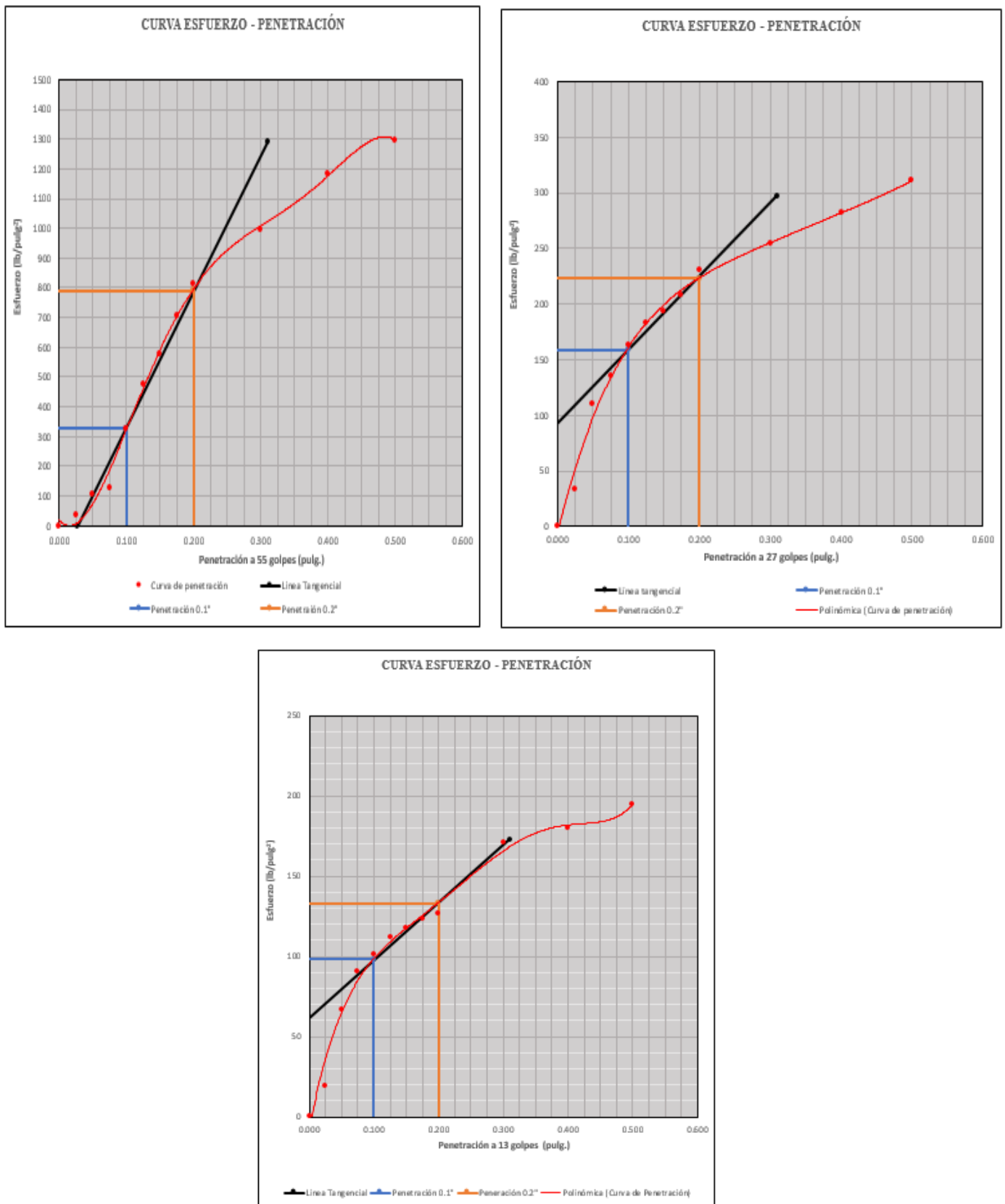


Tabla 32: Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Guitarrero con 10% de arcilla

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.188
CBR 0.1" (%)	41.48 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.079 kg/cm ³
CBR 0.2" (%)	17.60 %

Figura 35: Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Guitarrero con 10% arcilla

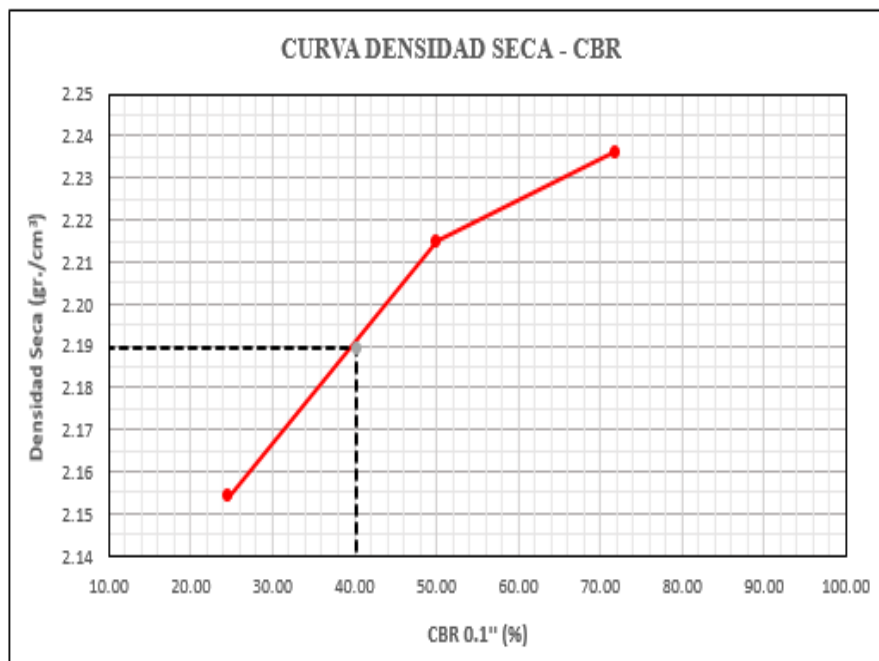


Figura 36: *Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Guitarrero con 10% de arcilla*

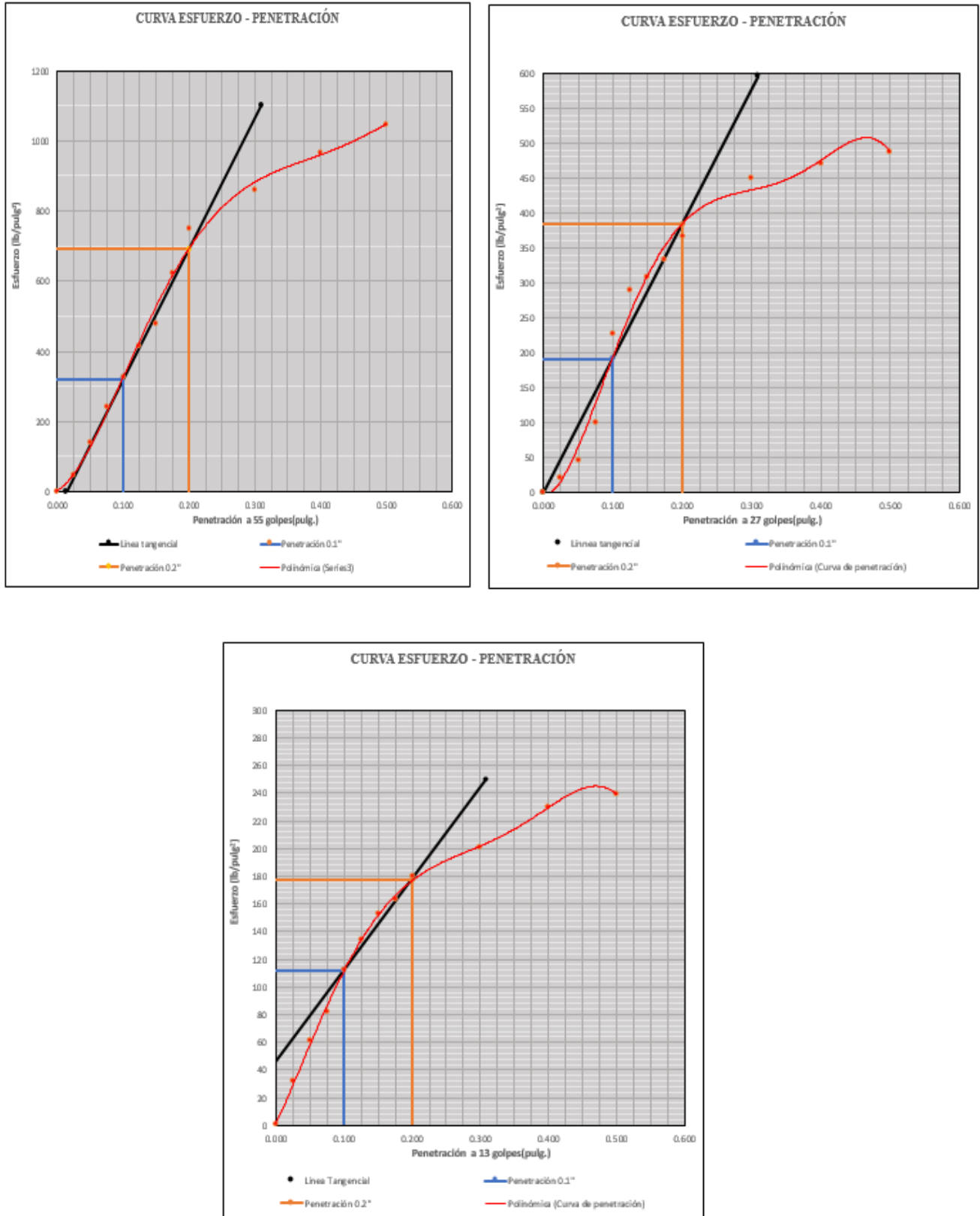


Tabla 33: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Guitarrero con 15% de arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.212
CBR 0.1" (%)	19.76 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.101 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	28.44 %

Figura 37: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Guitarrero con 15% arcilla*

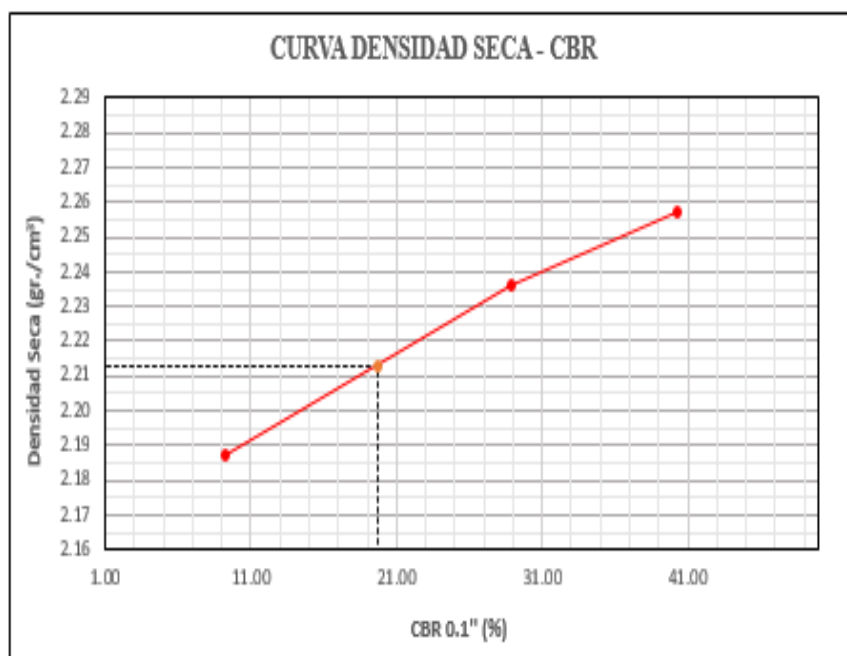


Figura 38: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Guitarrero con 15% de arcilla

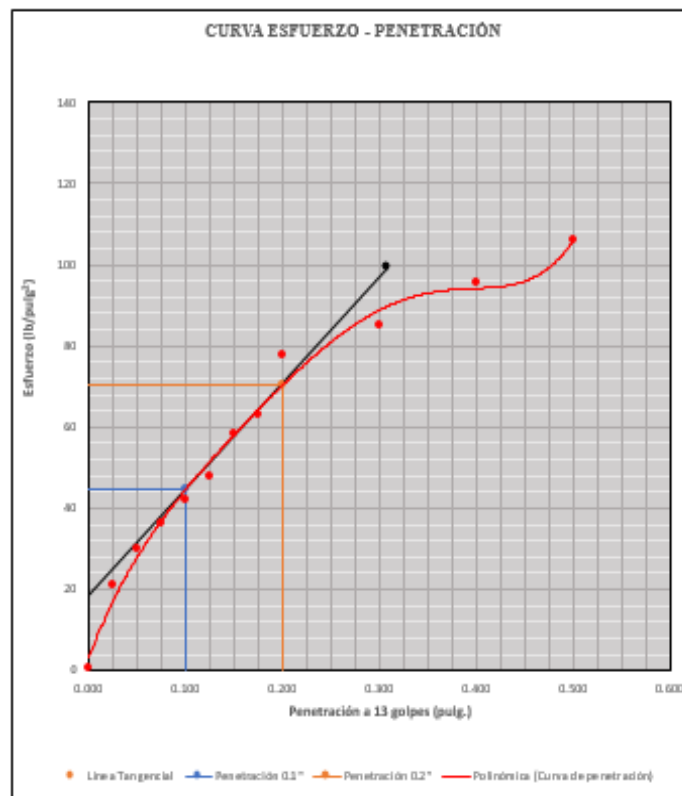
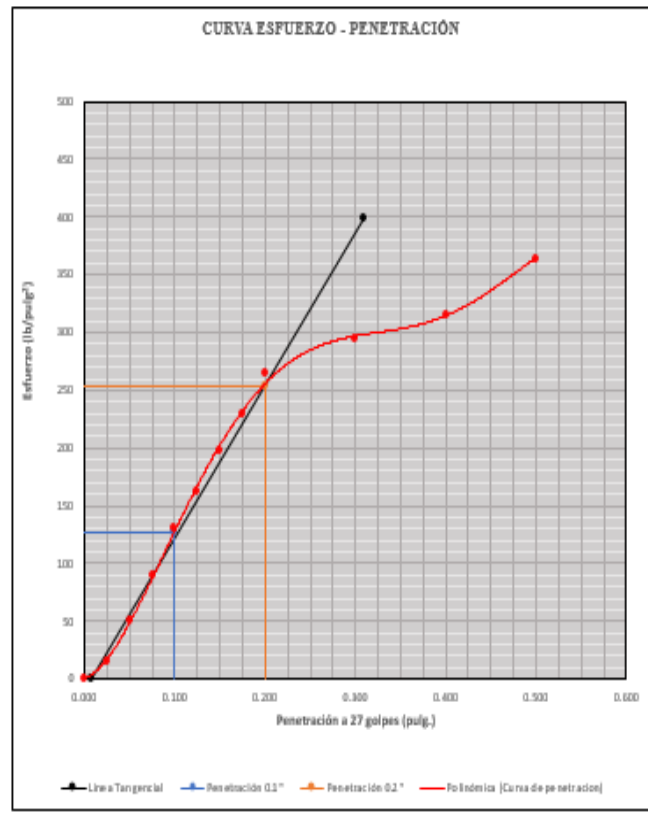
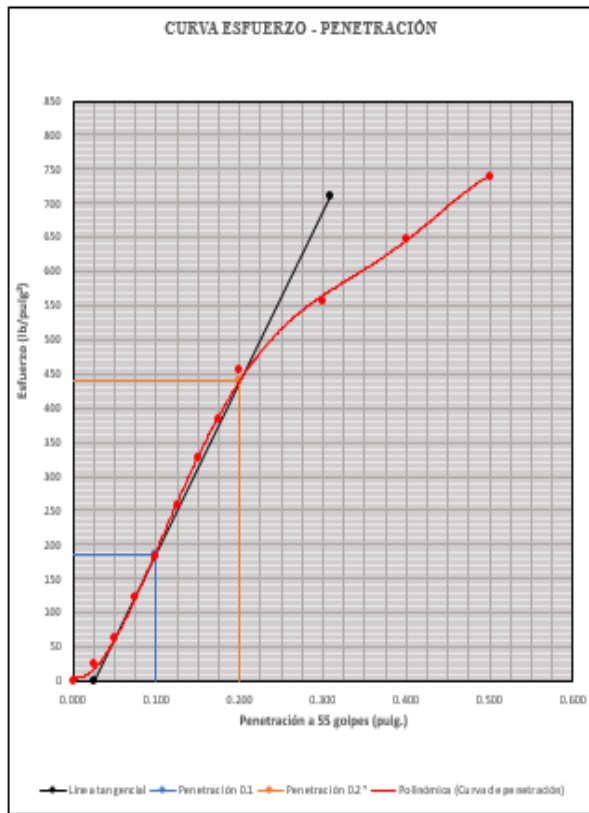


Tabla 34: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Chonta sin arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.961
CBR 0.1" (%)	50.54 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.863 kg/cm ³
CBR 0.2" (%)	21.15 %

Figura 39: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Chonta sin arcilla*

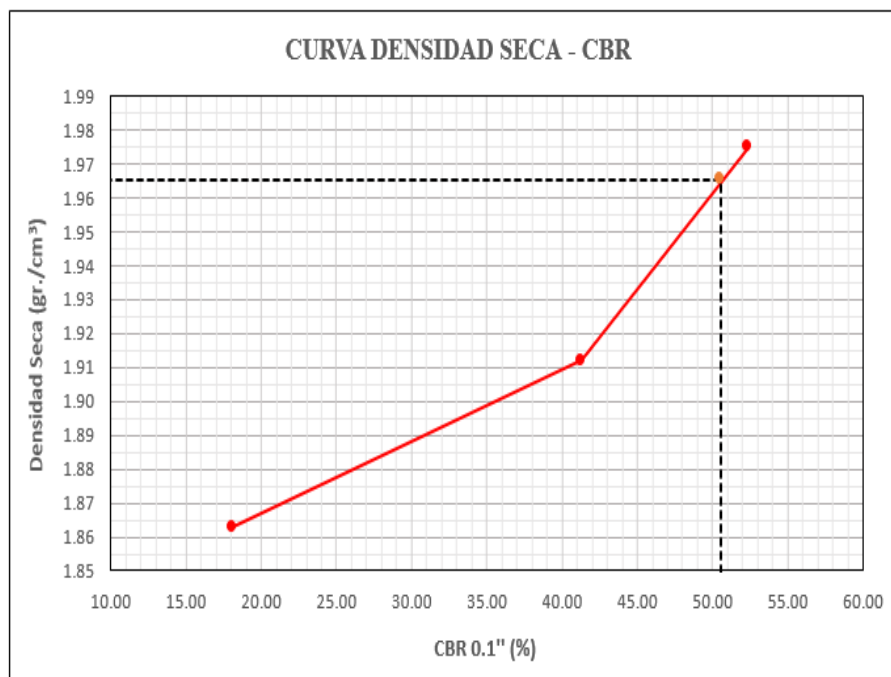


Figura 40: Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Chonta sin arcilla

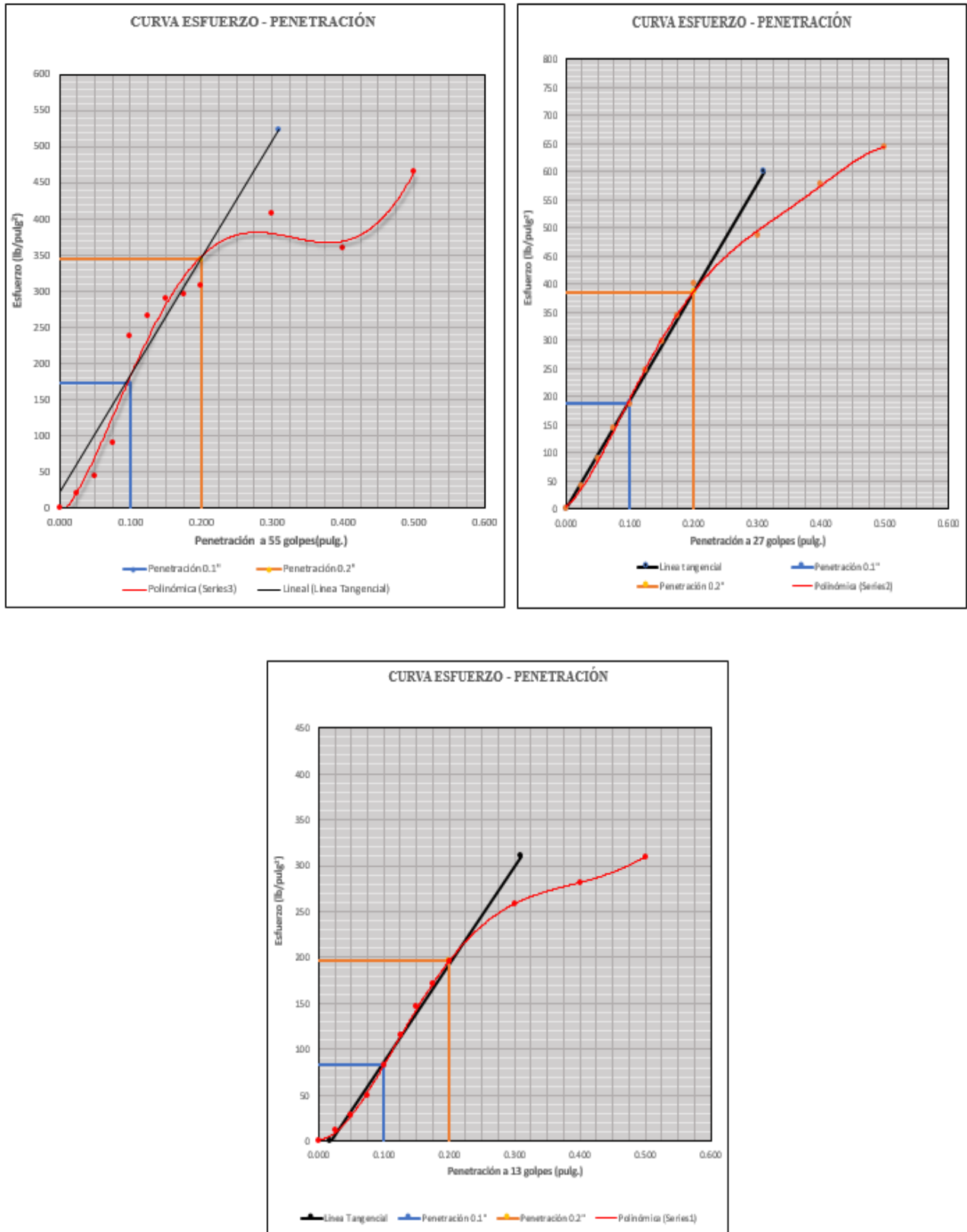


Tabla 35: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Chonta con 5% de arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.106
CBR 0.1" (%)	35.49 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.001 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	28.22 %

Figura 41: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Chonta con 5% arcilla*

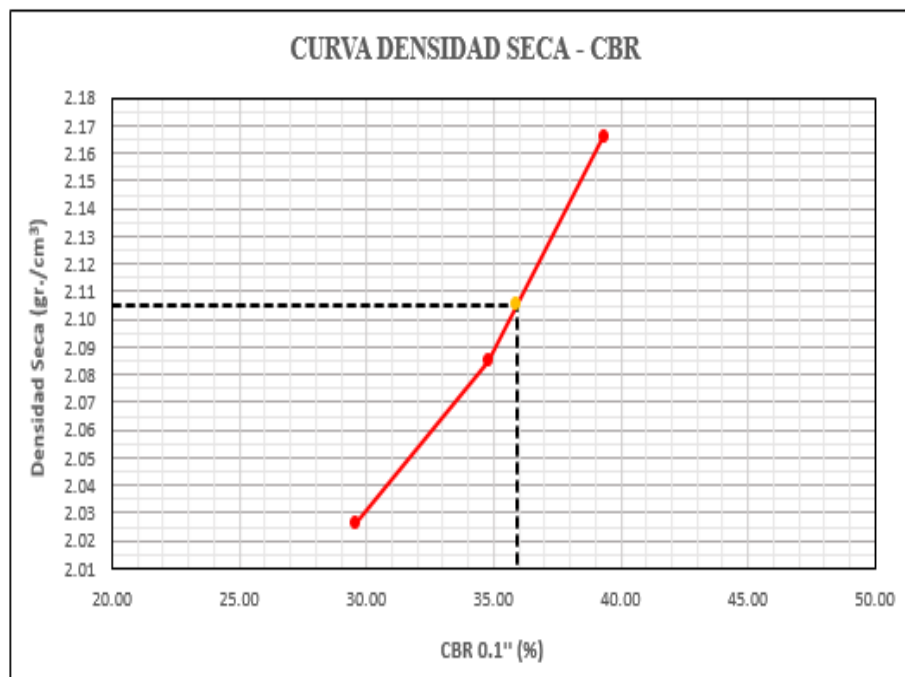


Figura 42: *Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Chonta con 5% de arcilla*

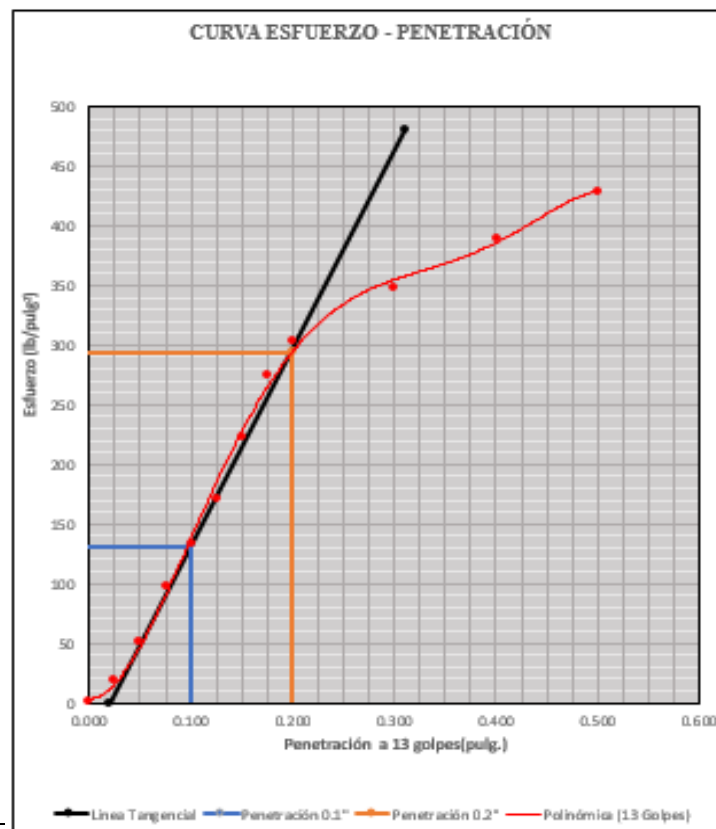
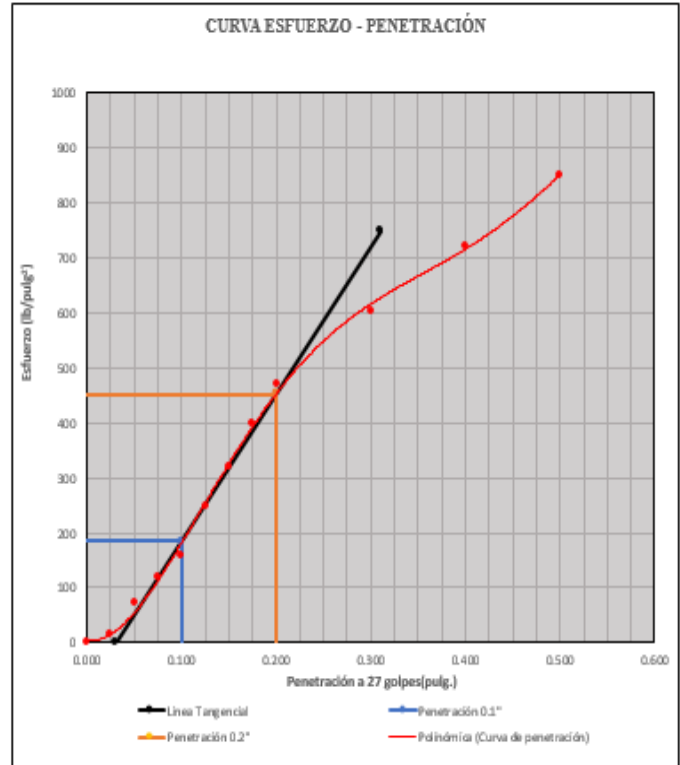
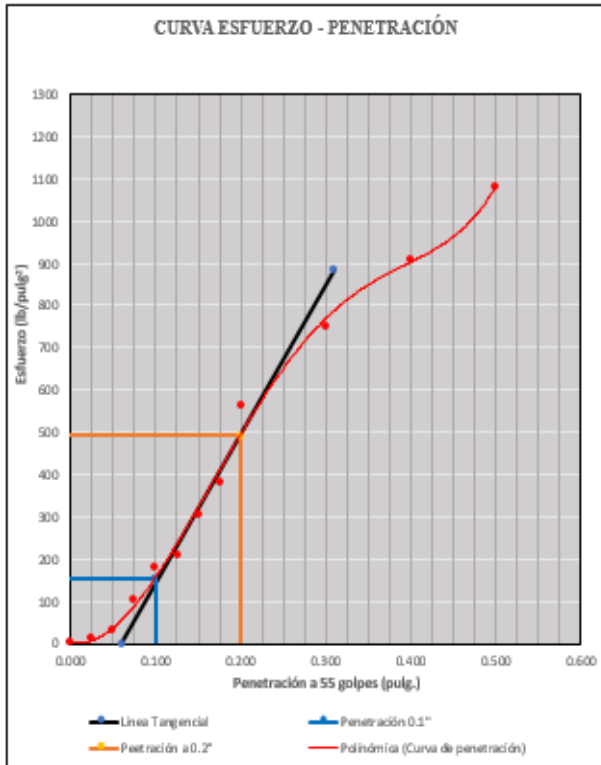


Tabla 36: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Chonta con 10% de arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.201
CBR 0.1" (%)	22.00 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.091 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	13.29 %

Figura 43: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Chonta con 10% arcilla*

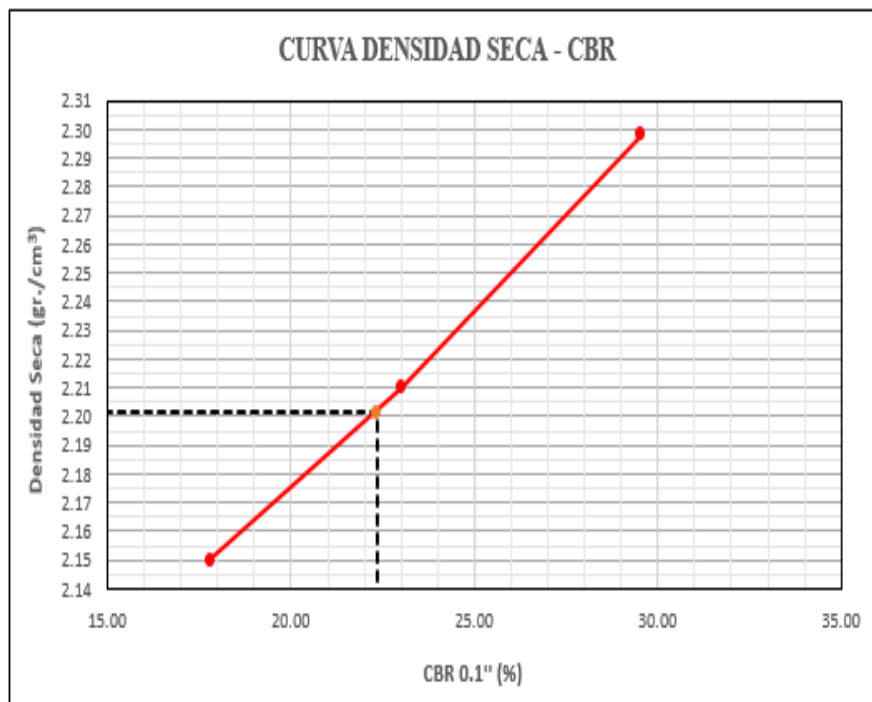


Figura 44: *Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Chonta con 10% de arcilla*

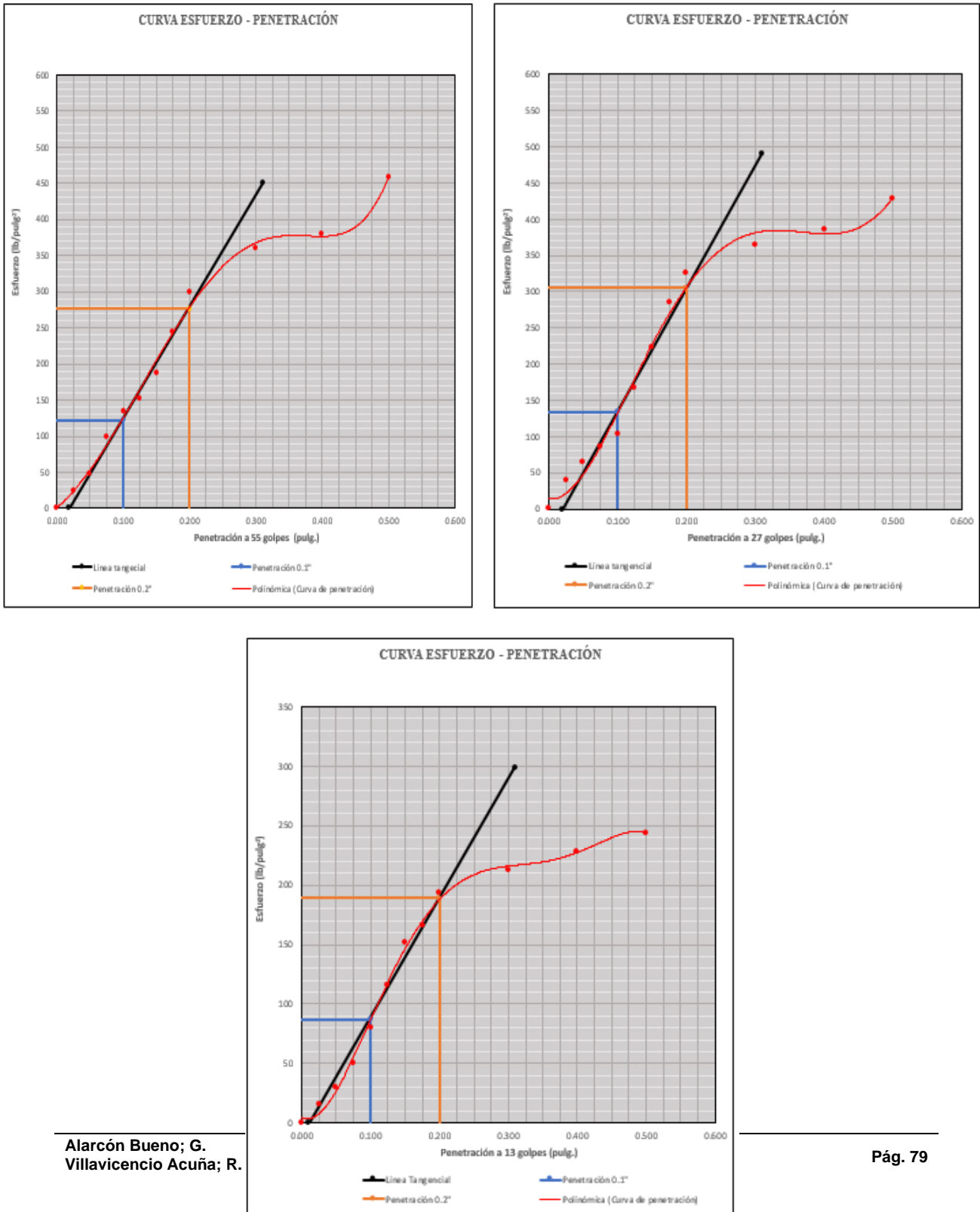


Tabla 37: *Máxima densidad seca de 0.1 y 0.2 de CBR de la cantera Chonta con 15% de arcilla*

RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.244
CBR 0.1" (%)	11.02 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.132 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	4.21 %

Figura 45: *Gráfica de curva de densidad seca de la cantera Chonta con 15% arcilla*

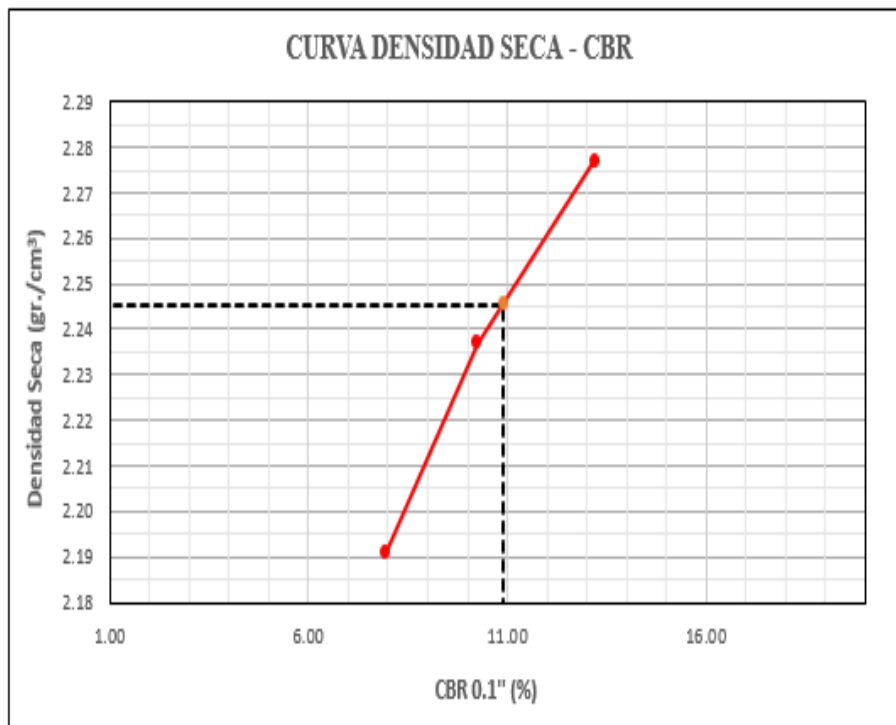
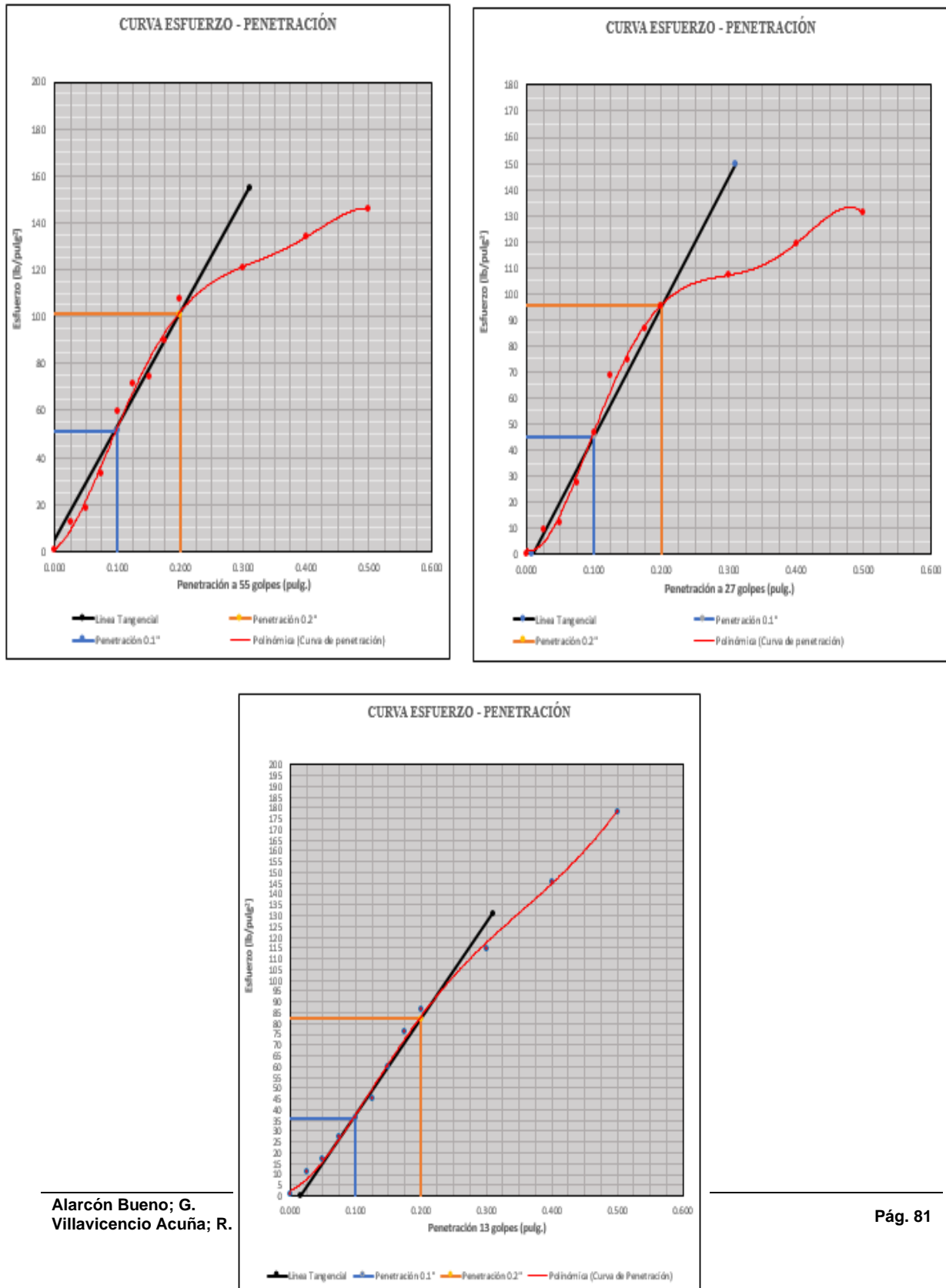


Figura 46: *Curvas de esfuerzo deformación de la cantera Chonta con 15% de arcilla*



Abrasión Los Ángeles: Este ensayo es para determinar la resistencia del material a la degradación. Según la EG-2013 para afirmados el rango máximo que debe ser es 50% máx. (MTC E-207), esto quiere decir que los resultados de las tres canteras si están dentro del rango que estipula la normativa.

Tabla 38: Resultados de Abrasión Los Ángeles

CANTERA	Abrasión Los Ángeles
Edgar	46.25%
Guitarrero	40.53%
Chonta	34.21%

Partículas planas y alargadas: este ensayo es para determinar el porcentaje de partículas planas y alargadas en agregados gruesos.



Tabla 39: Resultados de partículas planas y alargadas

CANTERA	Partículas Planas y alargadas
Edgar	71.77%
Guitarrero	67.54%
Chonta	65.94%

Tabla 40: Resumen de Resultados de las canteras en estudio

	CANTERA											
	EDGAR				GUITARRERO				CHONTA			
Arcilla	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%
LL	21.00	23.20	24.80	26.10	17.80	19.20	20.20	21.60	23.10	24.80	26.30	28.10
Requisito	35% máx.											
Arcilla	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%
IP	4.30	6.27	8.52	11.24	4.41	6.65	8.00	10.28	NP	NP	2.46	5.08
Requisito	4-9%											
Arcilla	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%
CBR 0.1"	83.14	47.99	37.17	19.60	71.41	58.27	41.48	19.76	50.54	35.49	22.00	11.02
Requisito	40% mínimo											

Arcilla	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%
Abrasión	46.25				40.53				39.50			
Requisito	50% máx.											

Nota:  Sí cumple  No cumple

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al analizar en primera instancia a los Límites de Atterberg y el Índice de Plasticidad del material granular de las canteras en estudio, se observa en la Tabla 10 que el LL aumenta conforme la adición de arcilla, el LP por el contrario disminuye; y, por ende, el IP aumenta, teniendo esto concordancia ya que la arcilla al ponerse en contacto con determinada cantidad de agua se vuelve una masa plástica. Cabe resaltar que, la plasticidad de los materiales granulares de las canteras en estudio (con la adición de arcilla) en base al LL, se caracterizan como materiales de baja plasticidad (<35% en base a la Tabla 11); mientras que, en base al IP, los materiales se encuentran entre los rangos de baja a mediana plasticidad (Baja: <7%, Mediana 7%-17%, en base a la Tabla 12), a excepción del material de la cantera Chonta con 0% y 5% de adición de arcilla, cuya plasticidad es nula (NP), demostrando que la arcilla aumenta la plasticidad de los materiales granulares, a comparación con los estudios realizados por (Nina,2019), en el cual concluyó que el material de la cantera rio mashcón en su estado natural no es apto para utilizarlo en carreteras ya que al ser utilizado generaría agrietamientos e hundimientos, perjudicando sustancialmente a los beneficiarios directos, por lo que el autor en mención propuso adicionar cal en distintos porcentajes, cuyos resultados disminuyeron la plasticidad del material granular de 26.36% a 24.10% mientras que los valores del LP no presentaron plasticidad.

También se pudo analizar la compactación en laboratorio (Proctor modificado), sobre ello observamos que según las Tablas N° 14 a la Tabla N° 25 el Contenido Óptimo de Humedad aumenta conforme la adición de arcilla al 5%, 10% y 15% por ende se necesita menor cantidad de agua para lograr una correcta compactación. En comparación al ensayo patrón este no aumenta su densidad máxima ni su contenido óptimo.

Figura 47: Gráfica de barras Ds Máx. y Wop de la cantera Edgar

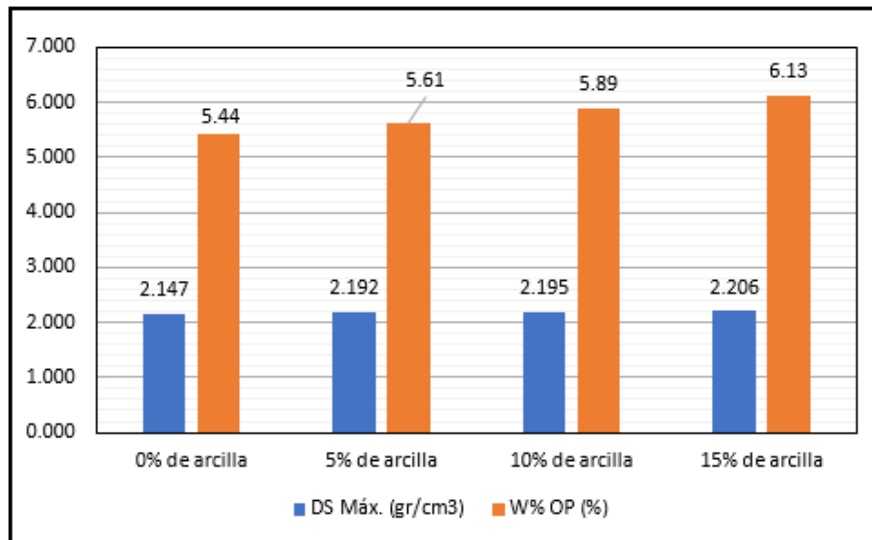


Figura 48: Gráfica de barras Ds Máx. y Wop de la cantera Guitarrero

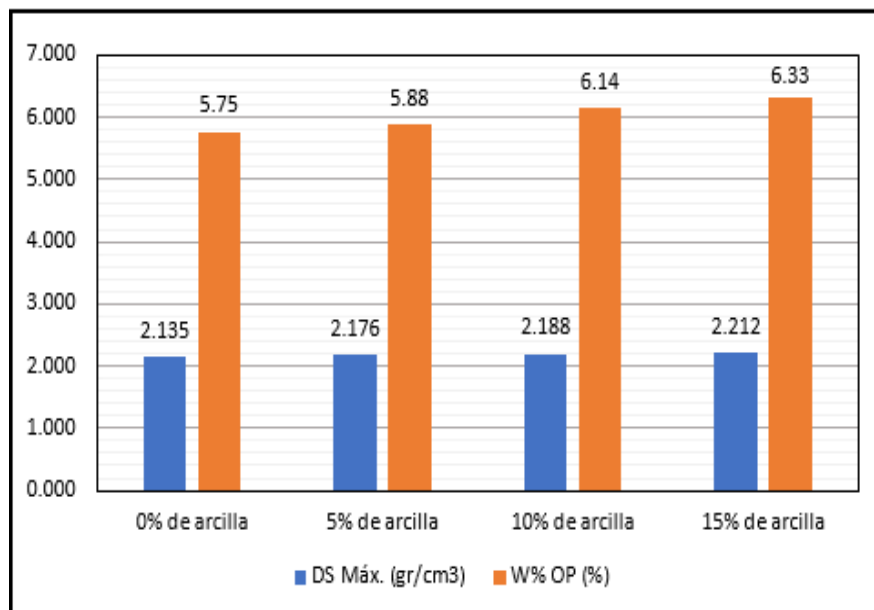
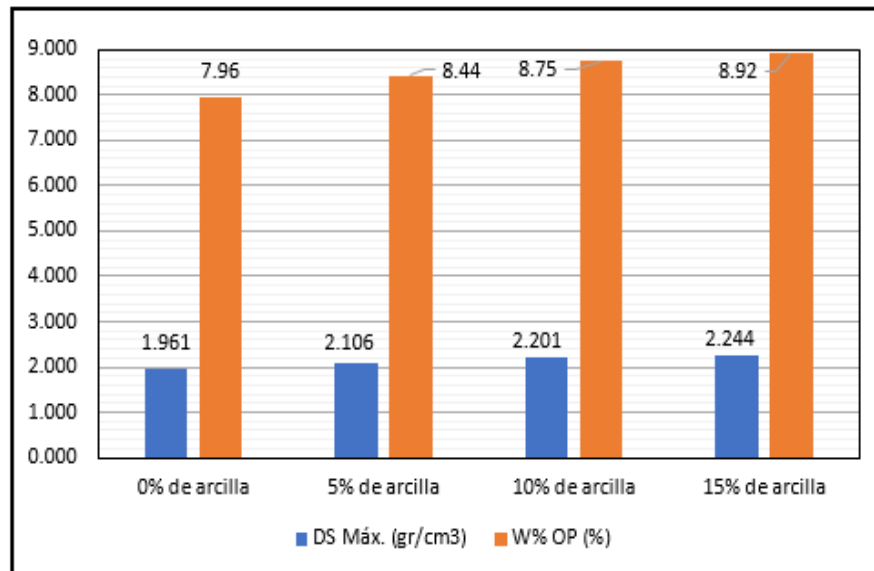


Figura 49: Gráfica de barras Ds Máx. y Wop de la cantera Chonta



Comparando con el estudio de Nina (2019), tiene mucha relación el Contenido Óptimo de Humedad de la cantera Mashcón con el de nuestra cantera Chonta, ya que ambas son de río y si bien al inicio comienzan con un Wop de 7.81% y 7.96% respectivamente; en nuestro caso aumenta hasta 8.92%; mientras que, en su caso los valores aumentan hasta un 9.55% con un 4% agregando otro aditivo; sin embargo, con la adición de 6% de la misma, el Wop comienza a decrecer.

Finalizando, tenemos a la Relación de Soporte de California (CBR), según las Tablas N° 26 a la N° 38, el valor obtenido disminuye al adicionar arcilla en comparación del ensayo patrón, es decir, la arcilla genera adherencia con el material granular, pero tiende a bajar su densidad máxima seca.

Figura 50: Comparación resultados con el ensayo patrón CBR 0.1” Cantera Edgar

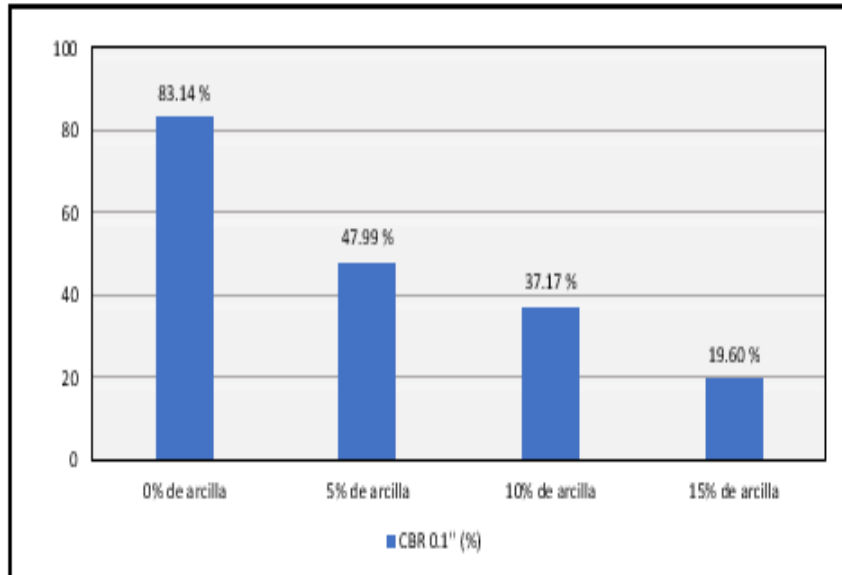


Figura 51: Comparación resultados con el ensayo patrón CBR 0.1” Cantera Guitarrero

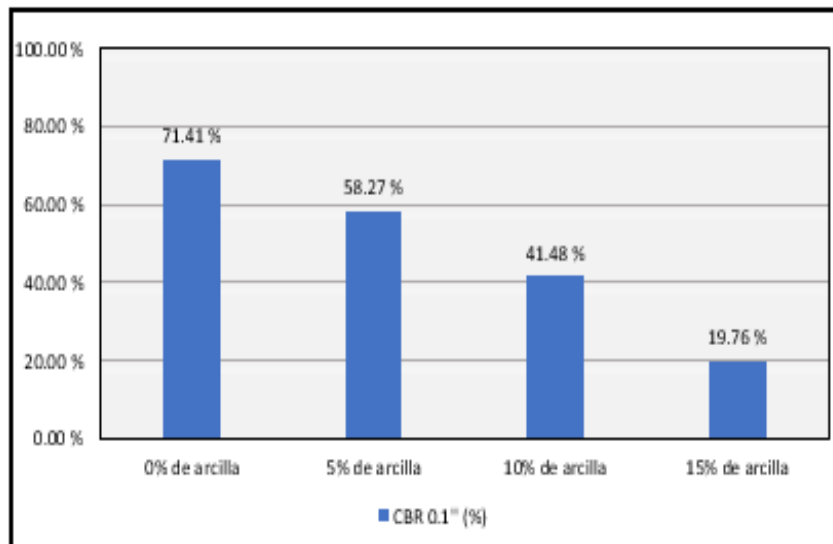
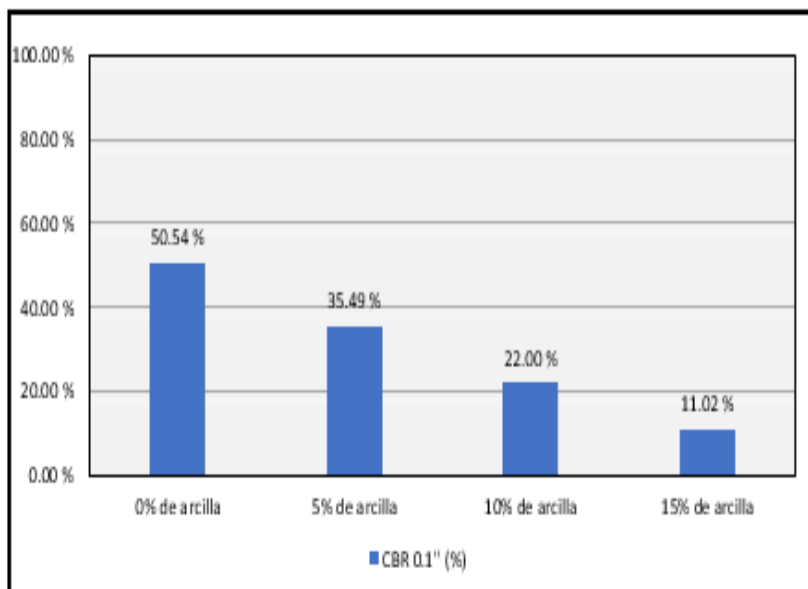


Figura 52: Comparación resultados con el ensayo patrón CBR 0.1” Cantera Chonta



Muy por el contrario, en el estudio realizado por (Nina, 2019). En un 2% de cal aumenta el valor patrón de 7.6% a 8.7%, la adición de 4% y 6% de cal decrece el valor hasta un 7.5% (valor menor al patrón). Esto demuestra que al agregar este aditivo mejora las propiedades del material granular y al adicionar arcilla esta disminuye sustancialmente.

Continuando con el capítulo, se indican algunas limitaciones que se encontró en la presente investigación, las cuales están referidas principalmente a: tiempos prolongados para el desarrollo óptimo de los ensayos, ya que algunos requerían de muchos días para obtener los resultados, pero se logró hacer con medidas preventivas como calcular la fecha que se requerían los ensayos y separar el laboratorio con anticipación, también se tuvo como limitación la falta de estudios – investigaciones científicas referentes al tema abordado, el cual se superó realizando búsquedas en bibliotecas y revistas internacionales en otros idiomas encontrando lo necesario para desarrollar de manera correcta la presente tesis.

Previo a las recomendaciones, abordaremos las implicancias de la presente investigación:

Primero, la presente investigación sirve para demostrar las propiedades aglutinantes que presenta la arcilla como aditivo en los materiales granulares de las canteras en estudio, ya que esta mezcla genera disminución en sus propiedades tales como; en la resistencia, lo que hace que este se vuelva material no recomendable para vías afirmadas, puesto que disminuye su capacidad portante y esto es la principal característica en una carretera que debe primar, por otro lado se puede determinar si el contenido de humedad aumenta, y al sobrepasar el óptimo, esto generaría que se altere la máxima densidad seca (aumentaría considerablemente) y finalmente al realizar esta aleación con porcentajes de arcilla, su nivel de saturación incrementa lo cual puede generar agrietamiento y hundimiento en las carreteras.

Antes de finalizar el apartado, indicaremos las recomendaciones adecuadas:

Se recomienda realizar más estudios sobre las variables tratadas en la presente tesis, puesto que al no haberlas no podemos tomar decisiones acerca del uso de la arcilla como material para carreteras.

También se recomienda que los ensayos se realicen de acuerdo a las normas establecidas y vigentes, bajo lineamientos estándares y monitoreo de un especialista.

Finalmente, investigar y/o proponer otro tipo de materiales que sirvan como aditivo natural y que puedan mejorar la calidad de los materiales granulares de las mismas y/u otras canteras tanto para su uso en afirmados, bases y subbases granulares.

Finalizando el capítulo, para responder a la hipótesis planteada, al objetivo general y a los objetivos específicos, se presentan las siguientes conclusiones:

En primera instancia se pudo evaluar la calidad del agregado granular adicionando diversos porcentajes de arcilla, con la que se rechaza la hipótesis planteada en la presente investigación puesto que al aumentar este aditivo sus propiedades de este disminuyen progresivamente, lo que nos indica que no se debe usar en carreteras ni en ninguna construcción.

Se pudo determinar satisfactoriamente las propiedades físico – mecánicas del material granular de las canteras en estudio, las cuales nos permitieron comparar las propiedades del material en su estado natural y con adición de arcilla en distintos porcentajes.

Se logró comparar la calidad del material granular con y sin adición de la arcilla, con la que se concluyó que este es mejor en su estado natural que adicionando arcilla ya que perjudica en sus capacidades portantes.

Finalmente se determinó que no es permisible el uso de material granular mezclado con arcilla en afirmados ya que esto disminuiría las propiedades de este, y generaría daños en la carretera a corto o largo plazo.

REFERENCIAS

- Alan Neill, D., & Cortez Suárez, L. (2017). Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. Ecuador: REDES.
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M., Novales, M., & Guadalupe, M. (2016). México: Revista Alergia México.
- ASTM-D4791. (2020). *Método de Prueba Estándar para Partículas Planas y Alargadas en Agregado grueso*.
- Becerra Vasquez, Y. (2019). Adición de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera el Gavilán, Cajamarca, 2017. Cajamarca, Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería.
- Cabrera, R. (2018). Comportamiento de Materiales Granulares a Bajas y Altas Tensiones. Perú.
- Cárdenas Piucol, A., & Donoso Montero, A. (Diciembre de 2008). Proposición de una Metodología Particular para obtener la Capacidad de Soporte para Suelos Granulares sin Curva Proctor Definida. Chile: Universidad de Magallanes. Facultad de Ingeniería.
- Carranza, P. (2022). La red vial argentina, entre la desatención y la siniestralidad. Argentina: Redacción MAYO.
- Carrión, K. (24 de Septiembre de 2015). Problemática de la infraestructura vial en el Perú. Perú.
- Carvajal Ortégón, N., Rincón Plazas, D., & Zarate Ramírez, J. (2018). Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la Esmeralda mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Ingenierías.
- CEPAL. (2018). Facilitación del transporte y el comercio en América Latina y el Caribe. (7), 367. División de Recursos Naturales e Infraestructura.

- Chafloque Balarezo, J., & Fernández Mego, E. (2020). Aplicación de mezcla de cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en la carretera 7 de agosto. Pimentel - Chiclayo - Lambayeque, 2020. Chiclayo, Lambayeque, Perú: Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Cheesman, S. (2018). Conceptos básicos en investigación. Huatemala: Carolina Academia Coactemalensis Inter Caeteras Orbis Conspicua.
- Cuadros Surichaqui, C. (2017). Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con óxido de Calcio - 2016. Junín, Perú: Universidad Peruana los Andes. Facultad de Ingeniería.
- Cubas Gálvez, J., & Guevara Bustamante, J. (2018). Diseño de Infraestructura vial para accesibilidad de las localidades El Granero km 0+000, Surumayo y Cutaxi km8+450, Conchán, Chota, Cajamarca. 2018. Chiclayo, Perú.
- Cubas, A. (2017). Afirmados. Perú: Universidad Privada del Norte.
- ECOTEC. (2016). Las canteras. Perú.
- González Ovalle, K. (Noviembre de 2014). *Análisis Granulométrico de un material poroso*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.
- Gutierrez, N., Venialgo, C., Fernández, F., & Ruíz Estevez, F. (2004). Límites de plasticidad en suelo con usos diferentes en el Departamento 9 Julio (Chuco). Argentina: Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.
- Herrera, V. (5 de Enero de 2018). Cajamarca solo tiene dos carreteras asfaltadas mientras que el resto de vías están afirmadas. Perú: Red de Comunicación Regional.
- Isla Cifuentes, W. (2021). Influencia de la incorporación de Polycom en la estabilidad del afirmado para el mejoramiento de los pavimentos, Huanta - Ayacucho - 2021. Huanta, Ayacucho, Perú: Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Jimenez Salas, J., & Justo Alpañes, J. (2016). Diferencia entre limos y arcillas. Perú.

- Llique Mondragón, R. (2017). *Mecánica de Suelos*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Lozada Tiglla, E. (2018). *Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras - Provincia de Utcubamba. Lambayeque, Perú: Universidad Señor de Sipán. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo.*
- Lozada, J. (Diciembre de 2014). *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria*. (3). Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Lozano, J. (2014). *Estudios transversales*. Perú.
- Martínez, J., Pérez, J., Sauri, S., Blas, F., Kohon, J., & Agosta, R. (2020). *Análisis de Inversiones en el Sector Transporte Terrestre Interurbano*. Ecuador: Corporación Andina de Fomento.
- Mejía Chatilán, J. (2013). *Estudio de las propiedades físicas mecánicas cantera 3M y su utilización como material de afirmado*. Cajamarca, Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería.
- Ministerio de Obras Públicas. (2021). *Informe de Mantenimiento de la Red Vial Nacional*. Argentina: Dirección Nacional de Vialidad.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Glosario de Término en Infraestructura Vial*. Perú: Dirección de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Junio de 2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, EG-2013*. Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Enero de 2020). *Diagnóstico de la situación de las brechas de Infraestructura o de acceso a servicios*. Lima: Programación Multianual de Inversiones 2021-2023.
- MTC. (2016). *Manual de Ensayos de Materiales*. Lima.

- Müggenburg Rodríguez, M., & Pérez Cabrera, I. (Enero-Abril de 2007). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *4(1)*. México: Revista Enfermería Universitaria-UNAM.
- Muñoz, E. (2010). Métodos de Investigación de Enfoque Experimental. Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Ortega, C. (2020). Muestreo no probabilístico. Colombia.
- Palma Ramírez, M., Cervera Enciso, M., & Arenas Álvarez, E. (2017). Caracterización y mejoramiento del material de afirmado para terraplén en la cantera Recebera la Esmeralda ubicada en el kilómetro 7 Vía Totumo. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Ingenierías.
- Patiño Ospina, J., & Ríos Alfonso, W. (2018). Caracterización de material granulares tipo afirmado existente en la Región del Alto Magdalena dosificados con roca ígnea basalto, cumpliendo con las especificaciones técnicas de INVÍAS. Colombia: Universidad Piloto de Colombia Seccional Alto Magdalena. Facultad de Ingeniería Civil.
- Pozuelo, J. (21 de Septiembre de 2018). La moderna construcción de carreteras en España. 3. España: Carretera Classic.
- Ramírez Jara, I. (2018). Estabilización de suelos de la avenida 2 del caserío de Pueblo Libre Nuevo, adicionando 3% y 5% de la ceniza de schinus molle de horno artesanal, Distrito de Pueblo Libre - Haylas - Ancash. Ancash, Perú: Universidad San Pedro. Facultad de Ingeniería.
- Ramos Guzmán, B., & Torres Sueldo, J. (2012). Mejoramiento del material afirmado de las canteras adyacentes para el terraplén de la carretera Lircay - Ccochaccasa. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Facultad de Ingeniería de Minas - Civil.
- Rivera León, C., & Medina Sánchez, M. (2016). Influencia de la incorporación de cuatro niveles (1%, 2%, 3% y 4%) de cloruro de calcio en la resistencia mecánica de un material para afirmado. Cajamarca, Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería.

- Rivera Mena, W. (2013). Correlación del valor de Soporte de California (C.B.R.) con la Resistencia a la Compresión Inconfinada y la Plasticidad del Suelo. Colombia: Universidad del Valle. Escuela de Ingeniería Civil y Geomática.
- Sánchez González, D., Gallardo Mogollón, D., & Márquez Aponte, P. (2012). ¿La infraestructura vial Colombiana impulsa la competitividad del país? Colombia.
- Sánchez Sabogal, F. (2016). Vías en afirmado. Perú.
- Suárez Barrios, M. (2018). Las arcillas: propiedades y usos. España: Universidad de Salamanca.
- Toledo, N. (2018). Población y muestra. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Torres Trujillo, R. (Marzo de 2016). Intervenciones en la Red Vial Nacional. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Vargas Álvarez, F. (2017). Influencia de la combinación de agregado de cerro y de río en la capacidad de soporte de un afirmado. Cajamarca, Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería.
- Vásquez, A., & Calderón, C. (Septiembre de 2008). Ensayos sobre el rol de la Infraestructura Vial en el Crecimiento Económico del Perú. Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social y Banco Central de Reserva del Perú.

ANEXOS

Anexo N°01

Operacionalización de Variables

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND	INSTRUMENTO	
“Calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta, según el Manual de Carreteras EG-2013, adicionando arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15%, Cajamarca 2022”	¿Cómo influye la adición de arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15%, en la calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta, según el Manual de Carreteras EG-2013, para su utilización en carreteras afirmadas en la ciudad de Cajamarca?	La calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta, según el Manual de Carreteras EG-2013, adicionando arcilla en porcentajes de 5%, 10% y 15%, para su utilización en carreteras afirmadas, mejora un 10%, 20% y 30% respectivamente.	Calidad del material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta adicionando arcilla, para uso de afirmado.	DEPENDIENTE	La calidad del material granular es un factor que se mide en función a ciertos requisitos según el Manual de Carreteras.	Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo)	LL, LP e IP	%	Normas MTC E-110/111, NTP 339.130, ASTM D4318, ASSHTO T89/90
						Relación de Soporte de California	CBR	%	Normas MTC E-132, NTP 339.145, ASTM D1883, AASHTO T193
			Material granular de las canteras Edgar, Guitarrero y Chonta a ser utilizado en carreteras afirmadas.	INDEPENDIENTE	Es el producto de la fragmentación de rocas, debido a la erosión.	Contenido de Humedad	W	%	Normas MTC E-108, NTP 339.127, ASTM D2216, AASHTO T265
		Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso	% que pasa		%	Normas MTC E-204, NTP 400.012, ASTM C136, AASHTO T27			

Anexo N° 02

Recolección de material de la cantera Edgar



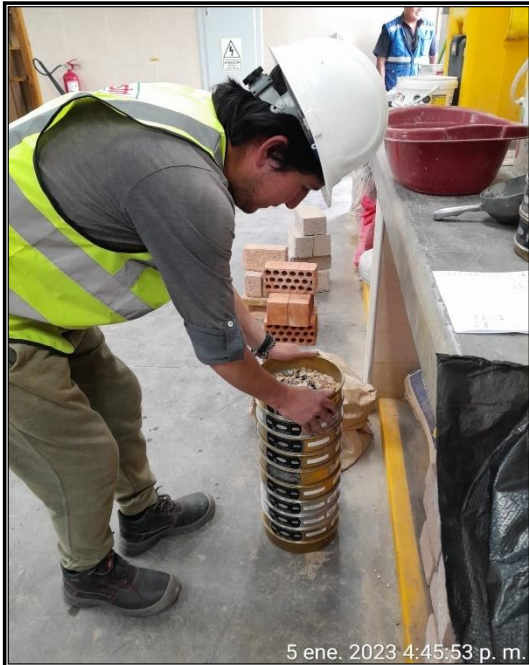
Anexo N°03

Contenido de Humedad de las canteras en estudio



Anexo N°04

Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso de las canteras en estudio



Anexo N°05

Chancado y tamizado de la arcilla



Anexo N°06

Límite Líquido (LL) de las canteras en estudio



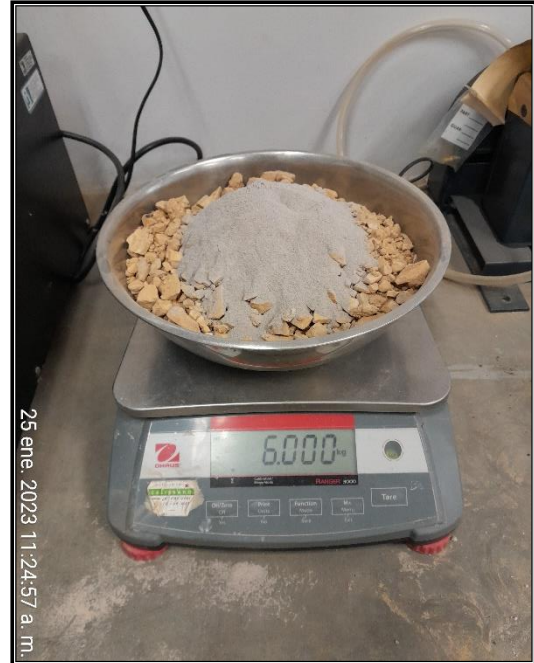
Anexo N°07

Límite Plástico (LP) de las canteras en estudio



Anexo N°08

Preparación del material para la compactación en laboratorio de las canteras en estudio



Anexo N°09

Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de las canteras en estudio



Anexo N°10

Medición de las dimensiones de los 03 moldes a emplear para el ensayo CBR



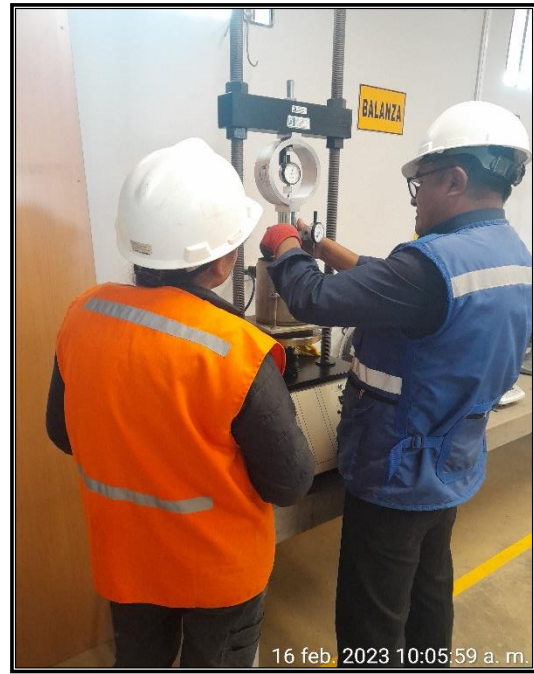
Anexo N°11

Armado de moldes y puesta en agua para el ensayo de hinchamiento de las canteras en estudio



Anexo N°12

Ensayo de Penetración de las canteras en estudio (con asesoría del personal responsable)



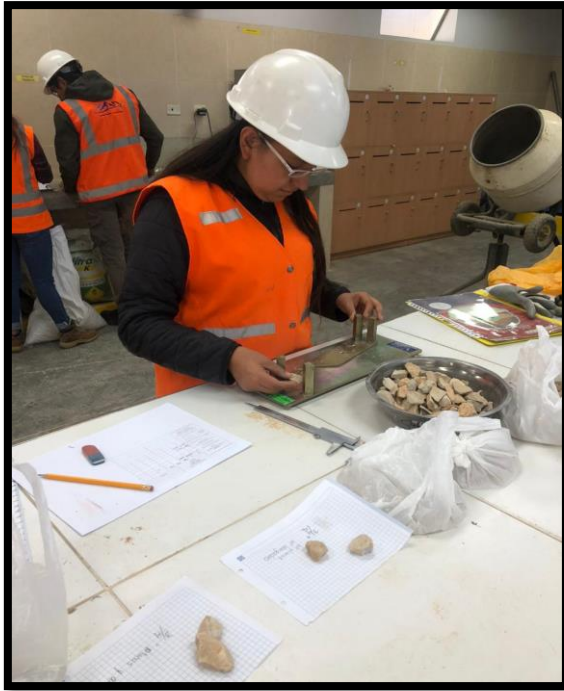
Anexo N°13

Visita técnica de la asesora responsable en el ensayo de penetración



Anexo N°14

Ensayo de partículas planas y alargadas de las canteras en estudio







Anexo N°15

Ensayo de Abrasión los Ángeles de las canteras en estudio





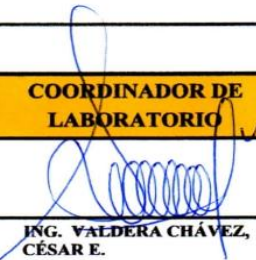

Anexo N°16

Ensayo de Contenido de Humedad de la cantera Edgar

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 108 / NTP 339.127 / ASTM D2216 / AASHTO T265				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA					
CANTERA:		EDGAR	FECHA DEL ENSAYO:		30 - 11 - 2022		
<u>Temperatura de Secado</u>			<u>Método</u>				
60 °C / 110 °C / Ambiente			Horno 110 ± 5 °C				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	
A	Identificación del recipiente o tara		Tesis-T1	Tesis-T2	Tesis-T3	Tesis-T4	
B	Peso del recipiente	gr.	27.80	27.00	27.60	27.70	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr.	245.00	171.50	215.80	232.40	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr.	242.00	169.10	212.70	229.60	
E	Peso Suelo Húmedo / $W_w=C-B$	gr.	217.20	144.50	188.20	204.70	
F	Peso Suelo Seco / $W_s=D-B$	gr.	214.20	142.10	185.10	201.90	
G	Porcentaje de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	1.40	1.69	1.67	1.39	
W%	Promedio Porcentaje de Humedad	%	1.54				
OBSERVACIONES:							
INVESTIGADORES			COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS		
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN			 ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.		 ING. MÉRMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS		
BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA							






Anexo N°17

Ensayo de Contenido de Humedad de la cantera Guitarrero

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 108 / NTP 339.127 / ASTM D2216 / AASHTO T265				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA					
CANTERA:		GUITARRERO	FECHA DEL ENSAYO:		24 - 01 - 2023		
<u>Temperatura de Secado</u>			<u>Método</u>				
60 °C / 110 °C / Ambiente			Horno 110 ± 5 °C				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	
A	Identificación del recipiente o tara		Tesis-T1	Tesis-T2	Tesis-T3	Tesis-T4	
B	Peso del recipiente	gr.	28.00	28.30	26.90	27.50	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr.	270.00	253.60	272.60	242.90	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr.	263.90	248.40	266.70	237.80	
E	Peso Suelo Húmedo / $W_w=C-B$	gr.	242.00	225.30	245.70	215.40	
F	Peso Suelo Seco / $W_s=D-B$	gr.	235.90	220.10	239.80	210.30	
G	Porcentaje de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	2.59	2.36	2.46	2.43	
W%	Promedio Porcentaje de Humedad	%	2.46				
OBSERVACIONES:							
INVESTIGADORES			COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS		
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN			 ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.		 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS		
BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA							

Anexo N°18

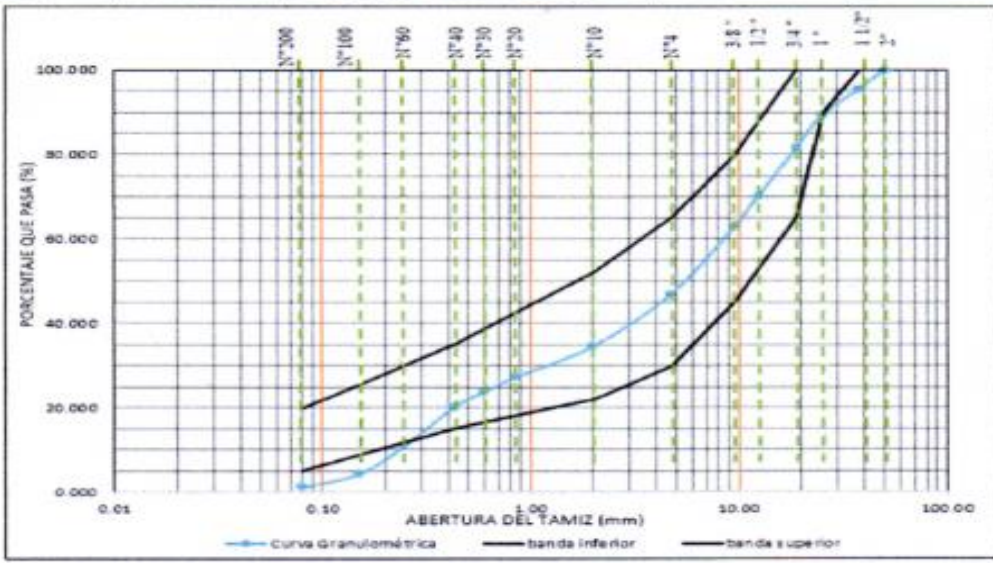
Ensayo de Contenido de Humedad de la cantera Chonta

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 108 / NTP 339.127 / ASTM D2216 / AASHTO T265			CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"				
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA (HORMIGÓN)				
CANTERA:		CHONTA	FECHA DEL ENSAYO:		24 - 01 - 2023	
<u>Temperatura de Secado</u>			<u>Método</u>			
60 °C / 110 °C / Ambiente			Horno 110 ± 5 °C			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o tara		Tesis-T1	Tesis-T2	Tesis-T3	Tesis-T4
B	Peso del recipiente	gr.	27.80	27.00	27.20	27.40
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr.	256.10	280.80	265.00	259.70
D	Recipiente + Suelo Seco	gr.	247.80	271.40	256.40	251.20
E	Peso Suelo Húmedo / $W_w=C-B$	gr.	228.30	253.80	237.80	232.30
F	Peso Suelo Seco / $W_s=D-B$	gr.	220.00	244.40	229.20	223.80
G	Porcentaje de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	3.77	3.85	3.75	3.80
W%	Promedio Porcentaje de Humedad	%	3.79			
OBSERVACIONES:						
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS		
						
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN		BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA		ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSARE.		ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS





Anexo N°19

Ensayo del Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso de la cantera Edgar

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:		MTC E 204 / NTP 400.012 / ASTM C136 / AASHTO T27		AGTS-LS-UPNC:	
TESIS:		“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”			
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA			
CANTERA:		EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	01-08-2023	
Peso seco	Inicial (gr.)	5000.00			
	Final (gr.)	4996.30			
Pasante de la N°200 (gr.)		55.60			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	%Retenido parcial	%Retenido acumulado	% Que pasa
2"	50.80	0.00	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.10	228.00	4.563	4.563	95.437
1"	25.40	305.60	6.117	10.680	89.320
3/4"	19.00	390.30	7.812	18.492	81.508
1/2"	12.50	564.50	11.298	29.790	70.210
3/8"	9.50	372.00	7.446	37.236	62.764
N°4	4.75	793.50	15.882	53.118	46.882
N°10	2.00	614.50	12.299	65.417	34.583
N°20	0.85	362.60	7.257	72.674	27.326
N°30	0.60	174.60	3.495	76.169	23.831
N°40	0.43	185.30	3.709	79.878	20.122
N°60	0.25	450.90	9.025	88.903	11.097
N°100	0.15	341.40	6.833	95.736	4.264
N°200	0.08	157.50	3.152	98.888	1.112
Cazoleta	-	55.60	1.112	100.000	0.000
Total	-	4996.30	100.000	-	-



— Curva Granulométrica — banda inferior — banda superior

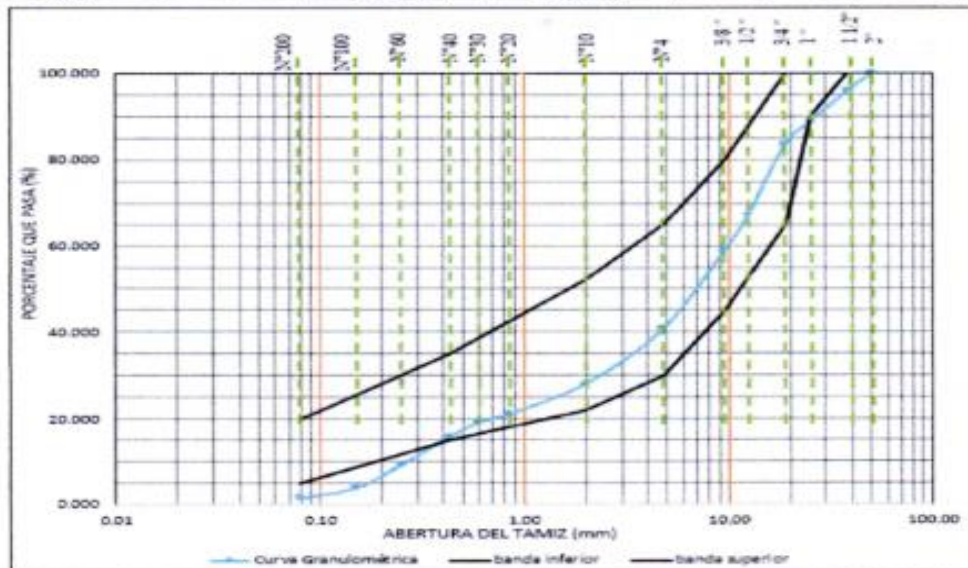
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°20





Ensayo del Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso de la cantera Guitarrero

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTS-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 204 / NTP 400.012 / ASTM C136 / AASHTO T27		
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	01-08-2023

Peso seco	Inicial (gr.)	5000.00			
	Final (gr.)	4995.90			
Pasante de la N°200 (gr.)		75.80			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	%Retenido parcial	%Retenido acumulado	% Que pasa
2"	50.80	0.00	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.10	215.60	4.316	4.316	95.684
1"	25.40	341.50	6.836	11.152	88.848
3/4"	19.00	273.50	5.474	16.626	83.374
1/2"	12.50	814.60	16.305	32.931	67.069
3/8"	9.50	416.10	8.329	41.260	58.740
N°4	4.75	907.20	18.159	59.419	40.581
N°10	2.00	618.50	12.380	71.799	28.201
N°20	0.85	344.80	6.902	78.701	21.299
N°30	0.60	102.90	2.060	80.761	19.239
N°40	0.43	171.80	3.439	84.200	15.800
N°60	0.25	321.70	6.439	90.639	9.361
N°100	0.15	271.10	5.426	96.065	3.935
N°200	0.08	120.80	2.418	98.483	1.517
Cazoleta	-	75.80	1.517	100.000	0.000
Total	-	4995.90	100.000	-	-



OBSERVACIONES:

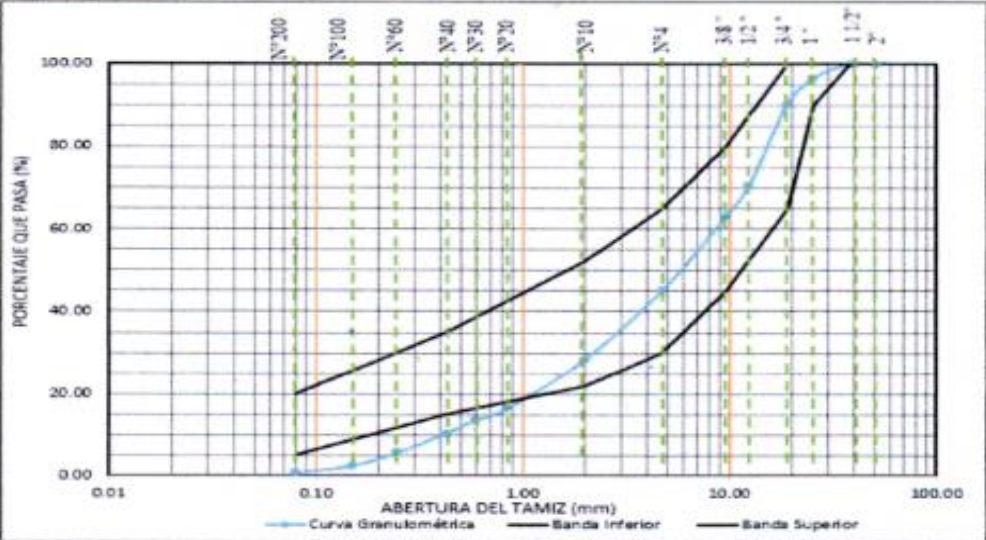
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS
				
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS		ING. MÉRMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS





Anexo N°21

Ensayo del Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso de la cantera Chonta

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E 204 / NTP 400.012 / ASTM C136 / AASHTO T27			AGTS-LS-UPNC:	
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”				
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA				
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	01-08-2023		


Peso seco	Inicial (gr.)	5000.00			
	Final (gr.)	4998.40			
Pasante de la N°200 (gr.)		39.50 ▲			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	%Retenido parcial	%Retenido acumulado	% Que pasa
2"	50.80	0.00	0.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.000	0.000	100.00
1"	25.40	174.00	3.481	3.481	96.52
3/4"	19.00	321.10	6.424	9.905	90.10
1/2"	12.50	965.30	19.312	29.217	70.78
3/8"	9.50	403.00	8.063	37.280	62.72
N°4	4.75	879.90	17.604	54.884	45.12
N°10	2.00	838.80	16.781	71.665	28.34
N°20	0.85	593.60	11.876	83.541	16.46
N°30	0.60	143.40	2.869	86.410	13.59
N°40	0.43	159.40	3.189	89.599	10.40
N°60	0.25	232.80	4.657	94.256	5.74
N°100	0.15	160.90	3.219	97.475	2.53
N°200	0.08	86.70	1.735	99.210	0.79
Cazoleta	-	39.50	0.790	100.000	0.00
Total	-	4998.40	100.00	-	-



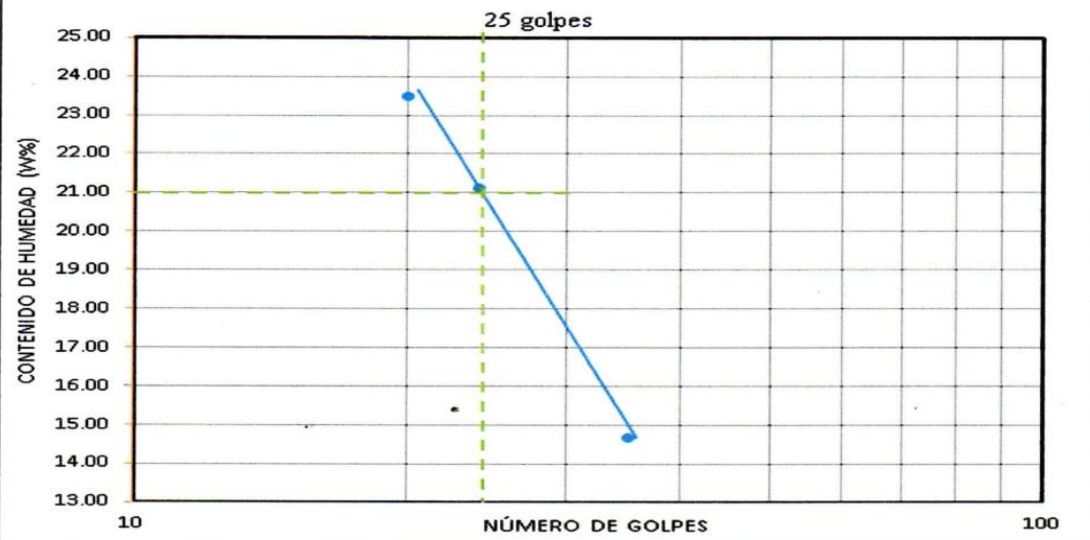
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°22

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Edgar


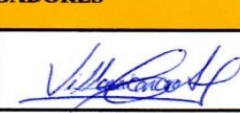
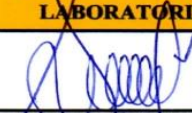
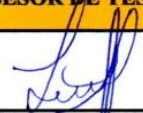
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA					
CANTERA:		EDGAR		FECHA DEL ENSAYO:		05 - 01 - 2023	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	Nº	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	37.22	39.27	39.09	31.42	30.30
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	36.00	37.20	37.00	30.90	30.00
D	Peso del Recipiente	gr.	27.68	27.40	28.10	27.95	28.16
E	Peso del Agua (B - C)	gr.	1.22	2.07	2.09	0.52	0.30
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	8.32	9.80	8.90	2.95	1.84
G	Número de Golpes	N	35	24	20	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = (E/F)*100$	%	14.66	21.12	23.48	17.63	16.30
I	LL / LP	%	21.00			16.97	
J	IP = LL - LP	%	4.03				

25 golpes




CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

NÚMERO DE GOLPES

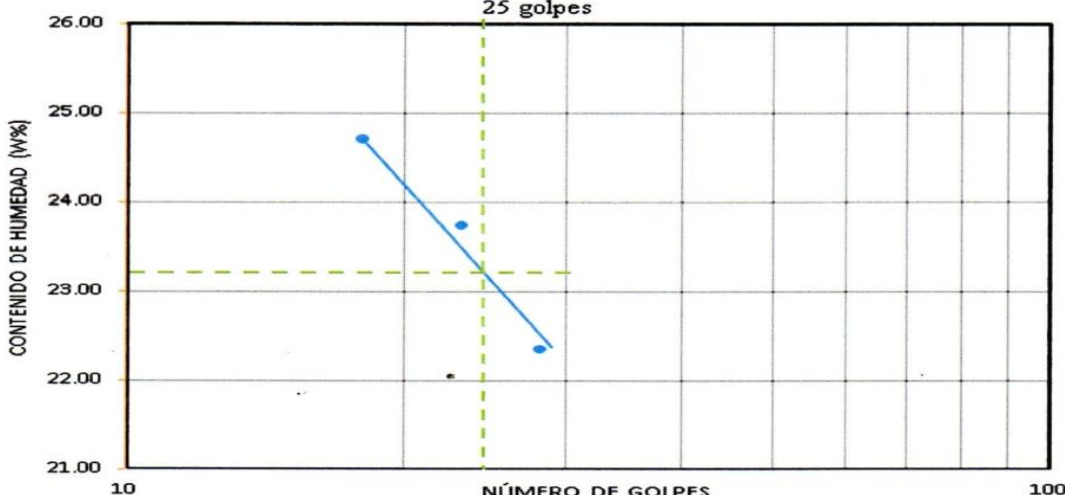
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSARE	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°23

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Edgar con 5% de arcilla


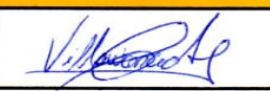


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90			CH-LS-UPNT:		
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 5%					
CANTERA:		EDGAR	FECHA DEL ENSAYO:		05 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	Nº	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	41.90	38.10	40.80	29.63	30.36
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	39.40	35.90	38.20	29.20	30.00
D	Peso del Recipiente	gr.	28.22	27.00	27.25	26.71	27.83
E	Peso del Agua (B - C)	gr.	2.50	2.20	2.60	0.43	0.36
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	11.18	8.90	10.95	2.49	2.17
G	Número de Golpes	N	28	18	23	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = (E/F)*100$	%	22.36	24.72	23.74	17.27	16.59
I	LL / LP	%	23.20			16.93	
J	IP = LL - LP	%	6.27				

25 golpes




CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

NÚMERO DE GOLPES

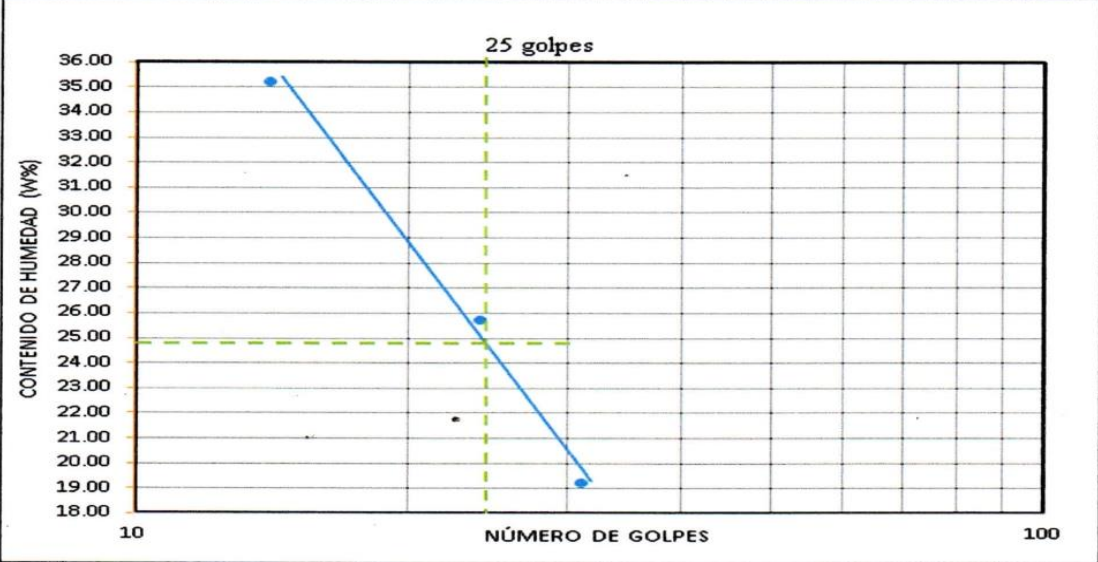
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDÉRA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°24

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Edgar con 10% de arcilla

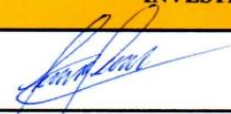
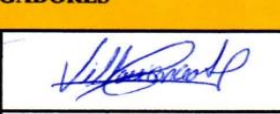


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 10%					
CANTERA:		EDGAR	FECHA DEL ENSAYO:		05 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	N°	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	43.30	37.20	41.90	30.61	31.30
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	39.80	35.70	38.20	30.20	30.90
D	Peso del Recipiente	gr.	26.20	27.90	27.70	27.76	28.36
E	Peso del Agua (B - C)	gr.	3.50	1.50	3.70	0.41	0.40
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	13.60	7.80	10.50	2.44	2.54
G	Número de Golpes	N	24	31	14	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = (E/F)*100$	%	25.74	19.23	35.24	16.80	15.75
I	LL / LP	%	24.80			16.28	
J	IP = LL - LP	%	8.52				

25 golpes




CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

NÚMERO DE GOLPES

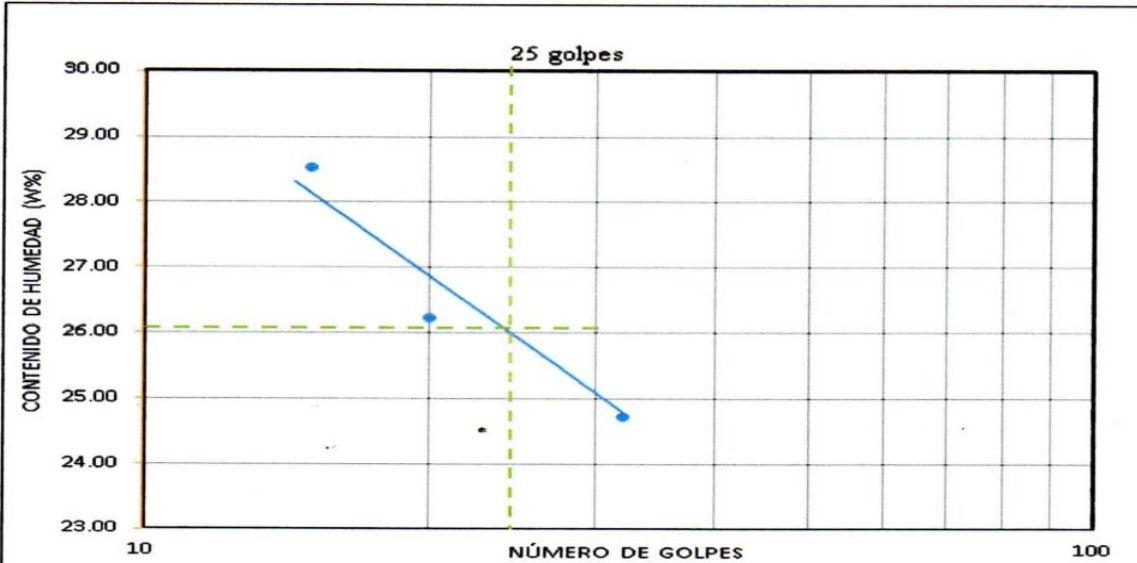
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDEIRA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°25

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Edgar con 15% de arcilla





LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 15%					
CANTERA:		EDGAR	FECHA DEL ENSAYO:		05 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	Nº	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	38.26	45.08	40.29	30.42	30.34
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	36.00	41.50	37.40	30.04	30.00
D	Peso del Recipiente	gr.	26.86	27.85	27.27	27.56	27.64
E	Peso del Agua (B - C)	gr.	2.26	3.58	2.89	0.38	0.34
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	9.14	13.65	10.13	2.48	2.36
G	Número de Golpes	N	32	20	15	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = (E/F)*100$	%	24.73	26.23	28.53	15.32	14.41
I	LL / LP	%	26.10			14.86	
J	IP = LL - LP	%	11.24				

25 golpes




CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

NÚMERO DE GOLPES

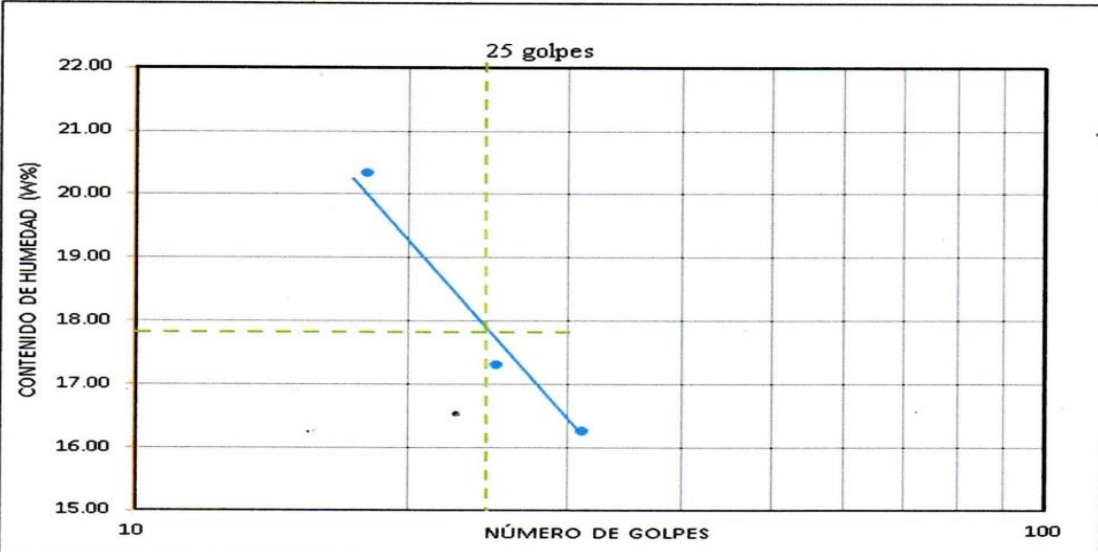
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. YALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°26

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Guitarrero

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA					
CANTERA:		GUITARRERO	FECHA DEL ENSAYO:		24 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	N°	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	43.00	37.40	42.40	30.70	32.60
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	40.80	36.00	40.00	30.40	32.10
D	Peso del Recipiente	gr.	28.10	27.40	28.20	28.30	28.10
E	Peso del Agua (B - C)	gr.	2.20	1.40	2.40	0.30	0.50
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	12.70	8.60	11.80	2.10	4.00
G	Número de Golpes	N	25	31	18	-	-
H	Contenido de Humedad W% = (E/F)*100	%	17.32	16.28	20.34	14.29	12.50
I	LL / LP	%	17.80			13.39	
J	IP = LL - LP	%	4.41				

25 golpes




NÚMERO DE GOLPES

OBSERVACIONES:

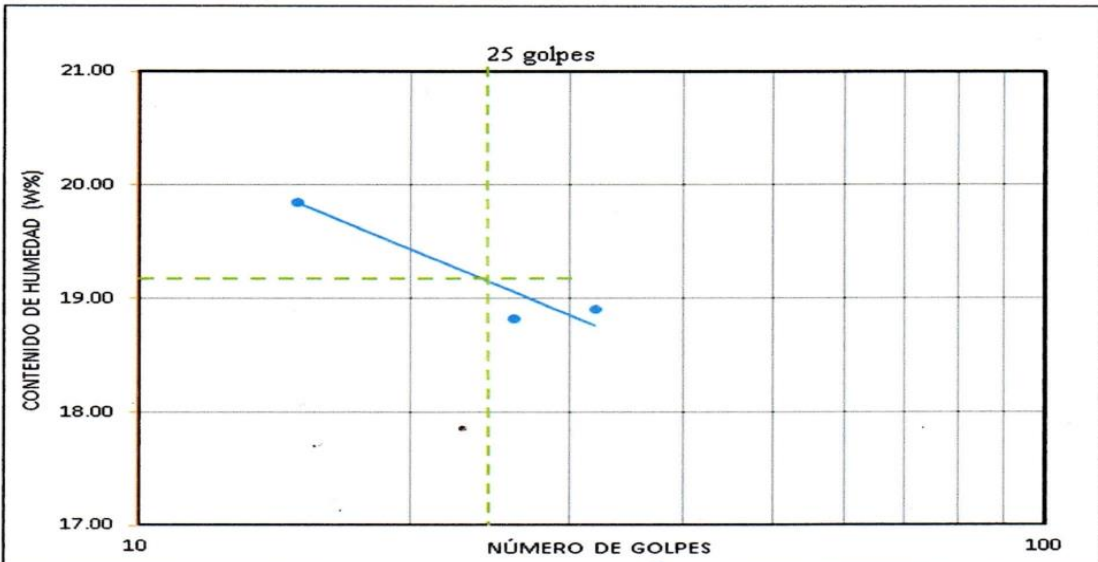
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°27


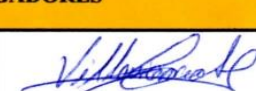


Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Guitarrero con 5% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 5%					
CANTERA:		GUITARRERO	FECHA DEL ENSAYO:		24 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	Nº	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	38.59	45.22	43.69	31.40	33.50
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	36.72	42.45	41.22	31.00	32.90
D	Peso del Recipiente	gr.	27.30	27.80	28.10	27.60	28.40
E	Peso del Agua (B - D)	gr.	1.87	2.77	2.47	0.40	0.60
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	9.42	14.65	13.12	3.40	4.50
G	Número de Golpes	N	15	32	26	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	19.85	18.91	18.83	11.76	13.33
I	LL / LP	%	19.20			12.55	
J	IP = LL - LP	%	6.65				

25 golpes




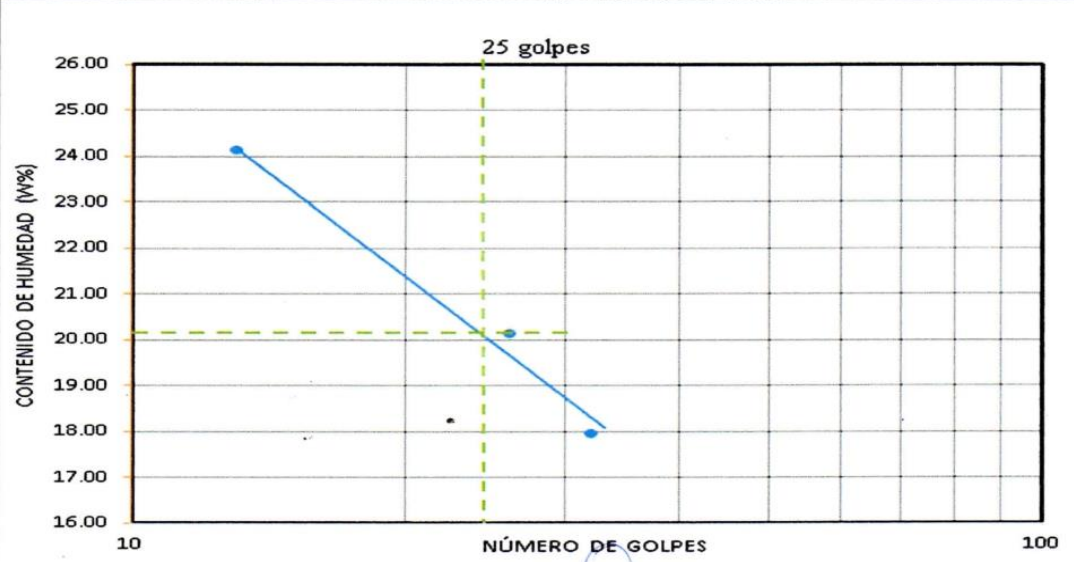
NÚMERO DE GOLPES

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		 BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	 ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.
 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MLAGROS			

Anexo N°28

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Guitarrero con 10% de arcilla




LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 10%					
CANTERA:		GUITARRERO	FECHA DEL ENSAYO:		24 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	Nº	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	39.91	35.62	37.28	32.70	31.70
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	38.10	34.20	35.40	32.20	31.20
D	Peso del Recipiente	gr.	28.03	27.15	27.61	28.00	27.20
E	Peso del Agua (B - D)	gr.	1.81	1.42	1.88	0.50	0.50
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	10.07	7.05	7.79	4.20	4.00
G	Número de Golpes	N	32	26	13	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	17.97	20.14	24.13	11.90	12.50
I	LL / LP	%	20.20			12.20	
J	IP = LL - LP	%	8.00				



25 golpes

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

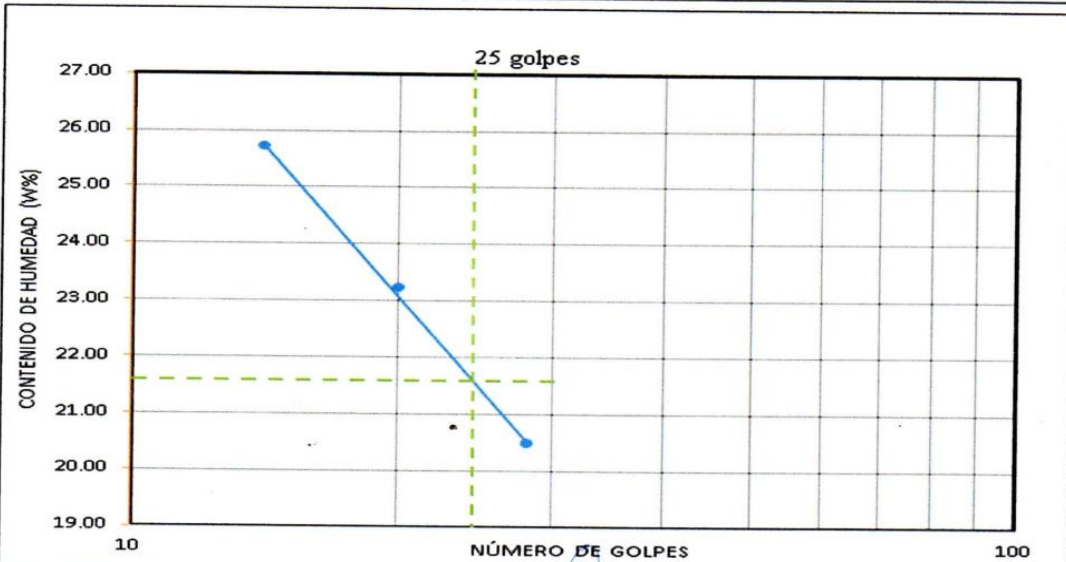
NÚMERO DE GOLPES

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	 BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MHLÁGRÓS	

Anexo N°29

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Guitarrero con 15% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 15%					
CANTERA:		GUITARRERO	FECHA DEL ENSAYO:		24 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	N°	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	38.75	40.19	40.92	31.50	31.10
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	36.90	37.80	38.10	31.10	30.70
D	Peso del Recipiente	gr.	27.88	27.52	27.14	27.30	27.40
E	Peso del Agua (B - D)	gr.	1.85	2.39	2.82	0.40	0.40
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	9.02	10.28	10.96	3.80	3.30
G	Número de Golpes	N	28	20	14	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	20.51	23.25	25.73	10.53	12.12
I	LL / LP	%	21.60			11.32	
J	IP = LL - LP	%	10.28				




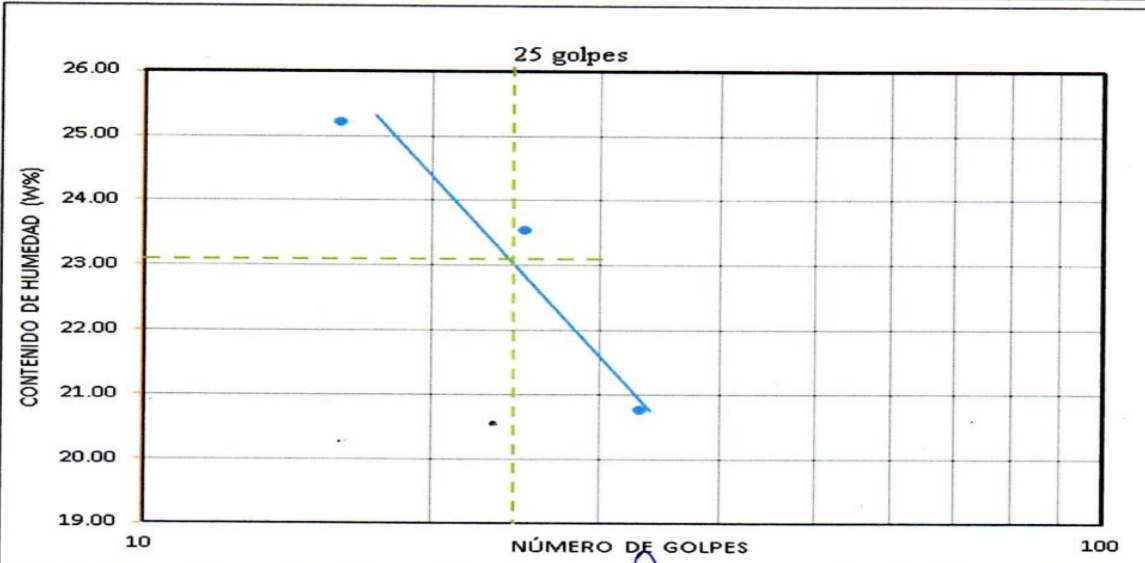
OBSERVACIONES:

INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. NGVALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MLAGROS

Anexo N°30





Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Chonta

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA (HORMIGÓN)					
CANTERA:		CHONTA	FECHA DEL ENSAYO:		25 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	Nº	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	40.50	41.58	39.99	-	-
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	38.40	39.00	37.60	-	-
D	Peso del Recipiente	gr.	28.29	28.04	28.12	-	-
E	Peso del Agua (B - D)	gr.	2.10	2.58	2.39	-	-
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	10.11	10.96	9.48	-	-
G	Número de Golpes	N	33	25	16	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	20.77	23.54	25.21	-	-
I	LL / LP	%	23.10			NP	
J	IP = LL - LP	%	NP				



25 golpes

OBSERVACIONES:

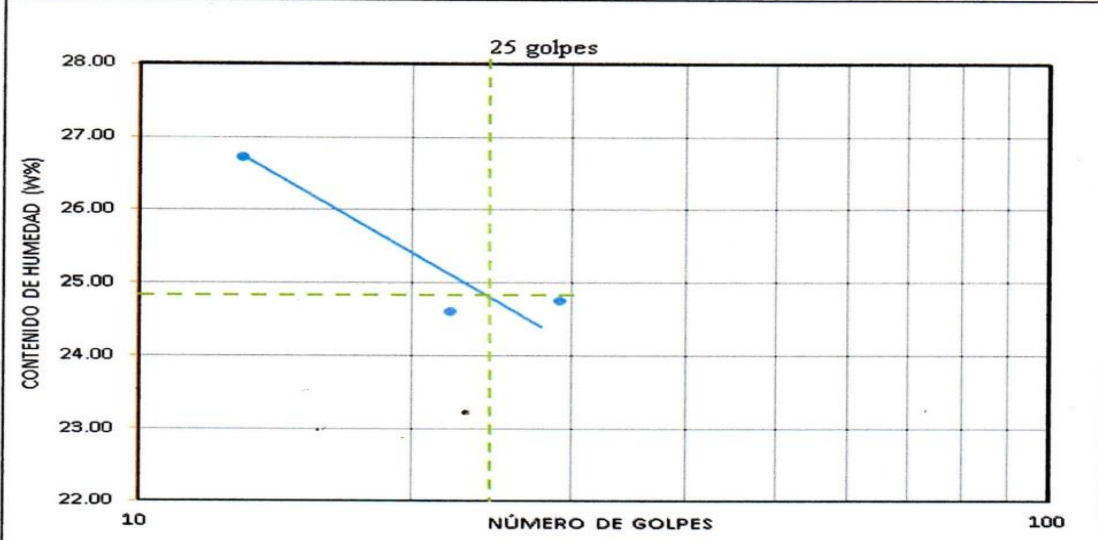
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°31

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Chonta con 5% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 5% (HORMIGÓN)					
CANTERA:		CHONTA	FECHA DEL ENSAYO:		25 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	N°	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	43.95	37.95	39.85	-	-
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	40.80	36.00	37.30	-	-
D	Peso del Recipiente	gr.	28.00	28.12	27.76	-	-
E	Peso del Agua (B - D)	gr.	3.15	1.95	2.55	-	-
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	12.80	7.88	9.54	-	-
G	Número de Golpes	N	22	29	13	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	24.61	24.75	26.73	-	-
I	LL / LP	%	24.80			NP	
J	IP = LL - LP	%	NP				

25 golpes




CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

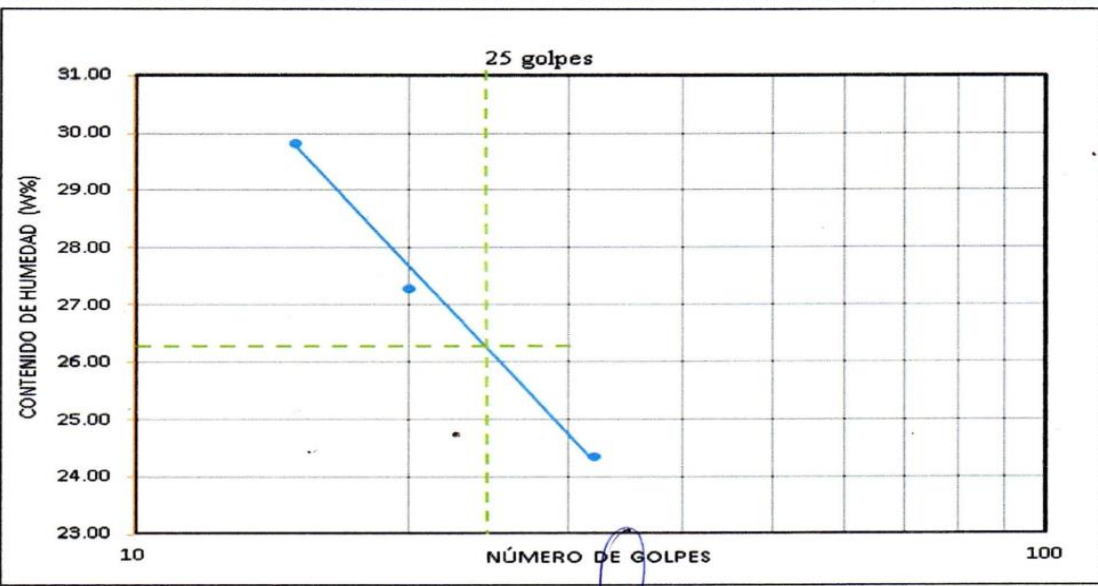
NÚMERO DE GOLPES

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDERRÁ CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°32

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Chonta con 10% de arcilla


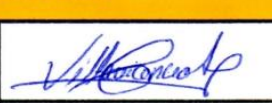
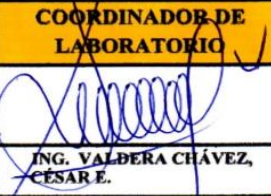

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 10% (HORMIGÓN)					
CANTERA:		CHONTA	FECHA DEL ENSAYO:		25 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	N°	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	41.85	43.16	41.36	34.20	36.30
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	38.60	39.80	38.70	33.00	34.70
D	Peso del Recipiente	gr.	27.70	27.49	27.78	28.10	27.80
E	Peso del Agua (B - D)	gr.	3.25	3.36	2.66	1.20	1.60
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	10.90	12.31	10.92	4.90	6.90
G	Número de Golpes	N	15	20	32	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	29.82	27.29	24.36	24.49	23.19
I	LL / LP	%	26.30			23.84	
J	IP = LL - LP	%	2.46				



25 golpes


CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

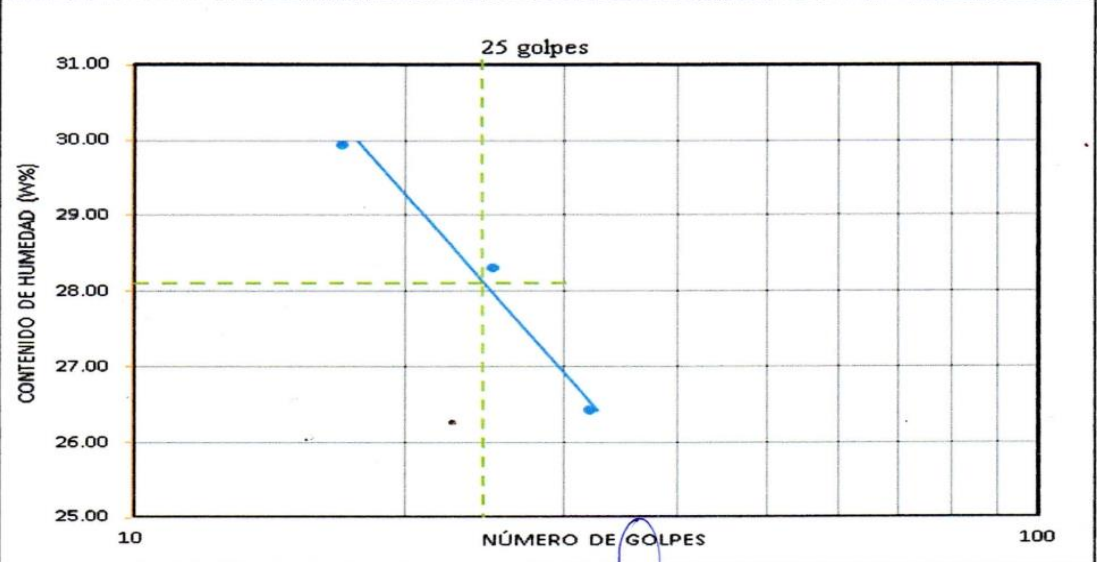
NÚMERO DE GOLPES

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALBERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	
			
		ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS	

Anexo N°33

Ensayo de los Límites de Atterberg (Plasticidad del Suelo) de la cantera Chonta con 15% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 110-111/NTP 339.130/ASTM D4318/AASHTO T89-90				CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"					
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 15% (HORMIGÓN)					
CANTERA:		CHONTA	FECHA DEL ENSAYO:		25 - 01 - 2023		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO (LL)			LÍMITE PLÁSTICO (LP)	
A	Identificación del Recipiente	Nº	LL - P1	LL - P2	LL - P3	LP - P1	LP - P2
B	Suelo Húmero+ Recipiente	gr.	41.30	46.66	47.87	34.20	36.30
C	Suelo Seco + Recipiente	gr.	37.90	42.60	43.90	33.00	34.70
D	Peso del Recipiente	gr.	26.54	28.26	28.88	27.40	28.20
E	Peso del Agua (B - D)	gr.	3.40	4.06	3.97	1.20	1.60
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr.	11.36	14.34	15.02	5.60	6.50
G	Número de Golpes	N	17	25	32	-	-
H	Contenido de Humedad $W\% = [(E-F)/F]*100$	%	29.93	28.31	26.43	21.43	24.62
I	LL / LP	%	28.10			23.02	
J	IP = LL - LP	%	5.08				



25 golpes

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

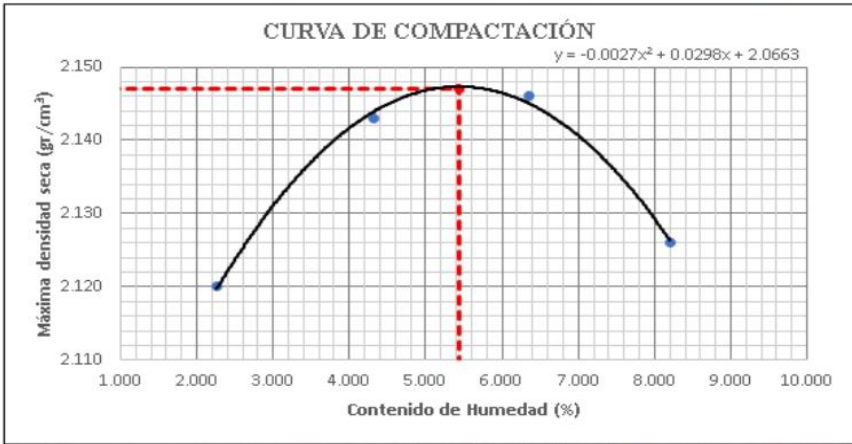
NÚMERO DE GOLPES

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°34

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Edgar

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
NORMA:		MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180				CH-LS-UPNT:				
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA								
CANTERA:		EDGAR			FECHA DEL ENSAYO:		24 - 01 - 2023			
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	2.00		4.00		6.00		8.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11205.00		11349.00		11447.00		11486.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4605.00		4749.00		4847.00		4886.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.168		2.236		2.282		2.300	
G	Recipiente	Nº	a		b		a		b	
H	Peso Recipiente	gr.	28.40	28.10	28.00	27.30	26.90	27.70	28.60	26.90
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	144.30	121.60	222.10	131.00	182.70	127.40	155.70	174.70
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	141.90	119.40	213.90	126.80	173.80	121.20	145.80	163.80
K	Peso del Agua	gr.	2.40	2.20	8.20	4.20	8.90	6.20	9.90	10.90
L	Peso Muestra Seca	gr.	113.50	91.30	185.90	99.50	146.90	93.50	117.20	136.90
M	Contenido de Humedad (W%)	%	2.11	2.41	4.41	4.22	6.06	6.63	8.45	7.96
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	2.262		4.316		6.345		8.205	
O	Densidad Seca Máxima (Ds)	gr/cm ³	2.120		2.143		2.146		2.126	



CURVA DE COMPACTACIÓN

$y = -0.0027x^2 + 0.0298x + 2.0663$

DS Máx. (gr/cm³)	2.147
W% OP (%)	5.44

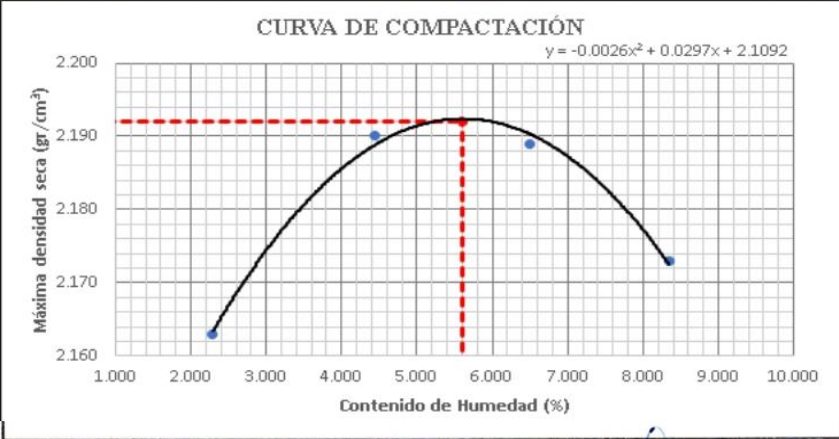
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSARE.	ING. MERMÁ GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°35

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Edgar con 5% de arcilla


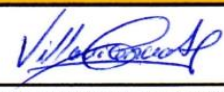
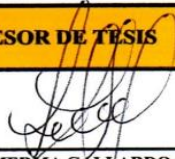
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
NORMA:		MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180				CH-LS-UPNT:				
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 5%								
CANTERA:		EDGAR		FECHA DEL ENSAYO:		25 - 01 - 2023				
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	2.00		4.00		6.00		8.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11300.00		11459.00		11548.00		11599.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4700.00		4859.00		4948.00		4999.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.213		2.288		2.330		2.354	
G	Recipiente	Nº								
H	Peso Recipiente	gr.	a	b	a	b	a	b	a	b
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	28.80	26.30	28.00	27.80	27.40	28.40	28.00	27.10
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	226.80	157.40	182.20	163.70	142.50	102.40	148.20	121.40
K	Peso del Agua	gr.	222.00	154.70	176.00	157.60	135.60	97.80	139.50	113.70
L	Peso del Agua	gr.	4.80	2.70	6.20	6.10	6.90	4.60	8.70	7.70
M	Peso Muestra Seca	gr.	193.20	128.40	148.00	129.80	108.20	69.40	111.50	86.60
N	Contenido de Humedad (W%)	%	2.48	2.10	4.19	4.70	6.38	6.63	7.80	8.89
O	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	2.294		4.444		6.503		8.347	
	Densidad Seca Máxima (Ds)	gr/cm ³	2.163		2.191		2.188		2.173	

CURVA DE COMPACTACIÓN



$y = -0.0026x^2 + 0.0297x + 2.1092$

DS Máx. (gr/cm ³)	2.192
W% OP (%)	5.59

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. NGVALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

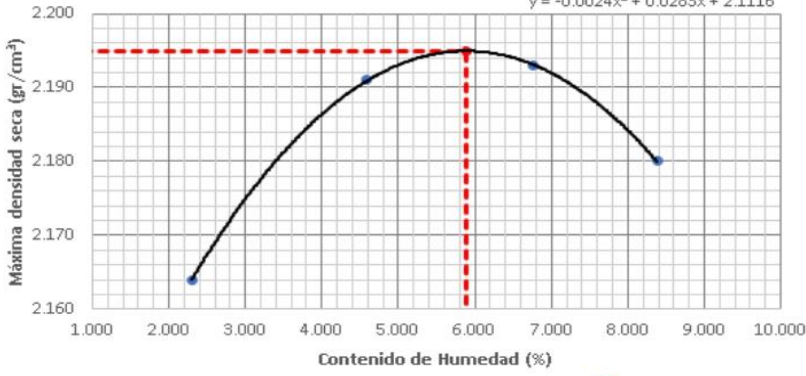
Anexo N°36

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Edgar con 10% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
NORMA:		MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180				CH-LS-UPNT:				
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 10%								
CANTERA:		EDGAR		FECHA DEL ENSAYO:		01 - 02 - 2023				
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	2.00		4.00		6.00		8.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11303.00		11468.00		11572.00		11620.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4703.00		4868.00		4972.00		5020.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.214		2.292		2.341		2.363	
G	Recipiente	Nº	a		b		a		b	
H	Peso Recipiente	gr.	27.90	28.60	28.50	28.50	28.00	28.00	28.40	27.90
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	233.30	162.90	253.30	163.70	253.30	219.30	150.50	146.30
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	228.80	159.80	243.20	157.90	238.20	207.90	141.10	137.10
K	Peso del Agua	gr.	4.50	3.10	10.10	5.80	15.10	11.40	9.40	9.20
L	Peso Muestra Seca	gr.	200.90	131.20	214.70	129.40	210.20	179.90	112.70	109.20
M	Contenido de Humedad (W%)	%	2.24	2.36	4.70	4.48	7.18	6.34	8.34	8.42
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	2.301		4.593		6.760		8.383	
O	Densidad Seca Máxima (Ds)	gr/cm ³	2.164		2.191		2.193		2.180	

CURVA DE COMPACTACIÓN

$y = -0.0024x^2 + 0.0283x + 2.1116$




DS Máx. (gr/cm ³)	2.195
W% OP (%)	5.89

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

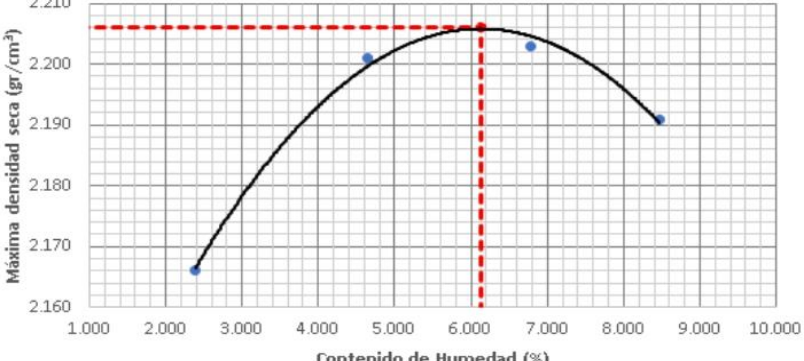
Anexo N°37

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Edgar con 15% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
	NORMA:	MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180					CH-LS-UPNT:			
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 15%								
CANTERA:		EDGAR			FECHA DEL ENSAYO:		02 - 02 - 2023			
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	2.00		4.00		6.00		8.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11312.00		11492.00		11595.00		11648.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4712.00		4892.00		4995.00		5048.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.218		2.303		2.352		2.377	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr.	28.40	27.40	27.90	28.10	28.60	28.50	27.30	28.40
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	155.10	208.50	134.80	177.10	147.20	181.80	216.50	224.70
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	152.20	204.20	130.40	170.00	139.40	172.40	201.90	209.20
K	Peso del Agua	gr.	2.90	4.30	4.40	7.10	7.80	9.40	14.60	15.50
L	Peso Muestra Seca	gr.	123.80	176.80	102.50	141.90	110.80	143.90	174.60	180.80
M	Contenido de Humedad (W%)	%	2.34	2.43	4.29	5.00	7.04	6.53	8.36	8.57
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	2.387		4.648		6.786		8.467	
O	Densidad Seca Máxima (Ds)	gr/cm ³	2.166		2.201		2.203		2.191	

CURVA DE COMPACTACIÓN

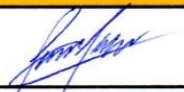



$y = -0.0028x^2 + 0.0345x + 2.1001$



Máxima densidad seca (gr/cm³)


Contenido de Humedad (%)

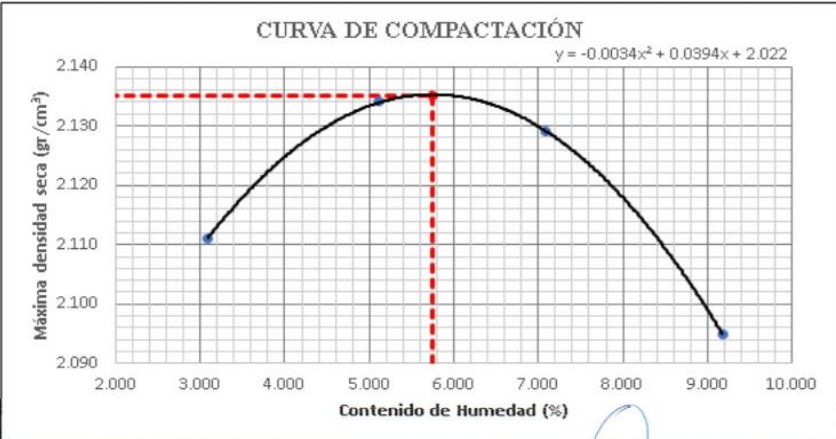
DS Máx. (gr/cm³)	2.206
W% OP (%)	6.13

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		 I. NGVALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS
 BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA			

Anexo N°38

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Guitarrero




LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)						CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180						CH-LS-UPNT:	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"							
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA							
CANTERA:		GUITARRERO	FECHA DEL ENSAYO:		03 - 02 - 2023				
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C									
Cantidad de Muestra			24000.00 gr						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4
A	Porcentaje de Agua	%	3.00		5.00		7.00		9.00
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11222.00		11364.00		11443.00		11458.00
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4622.00		4764.00		4843.00		4858.00
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00
F	Densidad Húmeda (D _h)	gr/cm ³	2.176		2.243		2.280		2.287
G	Recipiente	Nº	a		b		a		b
H	Peso Recipiente	gr.	27.80	27.60	27.80	28.90	27.90	28.30	27.70
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	237.40	250.90	216.10	133.10	182.00	168.60	233.50
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	231.60	243.70	207.20	127.90	171.70	159.40	215.90
K	Peso del Agua	gr.	5.80	7.20	8.90	5.20	10.30	9.20	17.60
L	Peso Muestra Seca	gr.	203.80	216.10	179.40	99.00	143.80	131.10	188.20
M	Contenido de Humedad (W%)	%	2.85	3.33	4.96	5.25	7.16	7.02	9.35
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	3.089		5.107		7.090		9.179
O	Densidad Seca Máxima (D _s)	gr/cm ³	2.111		2.134		2.129		2.095



CURVA DE COMPACTACIÓN


$y = -0.0034x^2 + 0.0394x + 2.022$

DS Máx. (gr/cm ³)	2.135
W% OP (%)	5.75

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		 I. NG'YALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

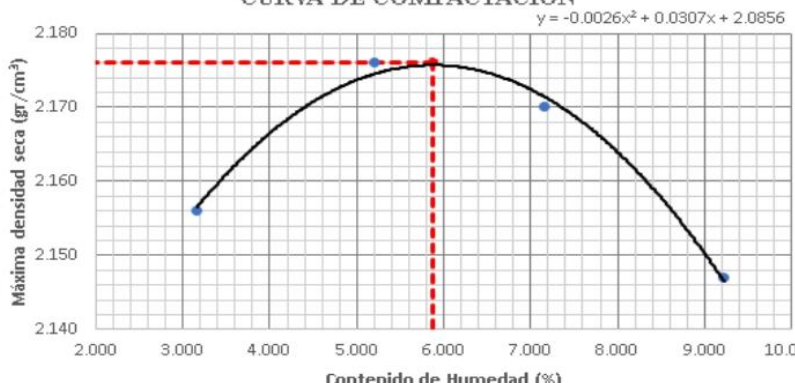
Anexo N°39

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Guitarrero con 5% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
	ENSAYO:	COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNT:			
	NORMA:	MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180								
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 5%								
CANTERA:		GUITARRERO		FECHA DEL ENSAYO:		08 - 02 - 2023				
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	3.00		5.00		7.00		9.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11324.00		11461.00		11539.00		11581.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4724.00		4861.00		4939.00		4981.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.224		2.289		2.325		2.345	
G	Recipiente	Nº								
H	Peso Recipiente	gr.	28.00	28.30	27.00	28.10	27.90	28.60	27.70	28.20
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	185.10	163.50	159.90	154.20	147.60	183.70	161.70	150.90
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	180.00	159.60	153.20	148.10	139.50	173.50	150.10	140.80
K	Peso del Agua	gr.	5.10	3.90	6.70	6.10	8.10	10.20	11.60	10.10
L	Peso Muestra Seca	gr.	152.00	131.30	126.20	120.00	111.60	144.90	122.40	112.60
M	Contenido de Humedad (W%)	%	3.36	2.97	5.31	5.08	7.26	7.04	9.48	8.97
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	3.163		5.196		7.149		9.223	
O	Densidad Seca Máxima (Ds)	gr/cm ³	2.156		2.176		2.170		2.147	

CURVA DE COMPACTACIÓN


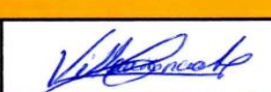

$y = -0.0026x^2 + 0.0307x + 2.0856$



Máxima densidad seca (gr/cm³)

Contenido de Humedad (%)

DS Máx. (gr/cm ³)	2.176
W% OP (%)	5.88

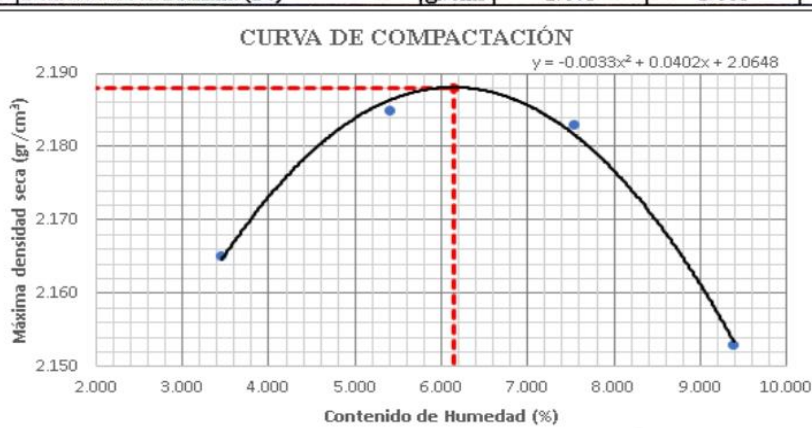
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		 BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°40

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Guitarrero con 10% de arcilla


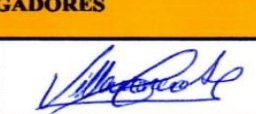

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
NORMA:		MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180				CH-LS-UPNT:				
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 10%								
CANTERA:		GUITARRERO		FECHA DEL ENSAYO:		09 - 02 - 2023				
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	3.00		5.00		7.00		9.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11358.00		11492.00		11587.00		11603.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4758.00		4892.00		4987.00		5003.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (D _h)	gr/cm ³	2.240		2.303		2.348		2.355	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr.	28.00	27.90	28.30	28.20	28.20	28.10	28.10	28.20
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	196.90	148.70	204.40	209.30	190.20	188.50	176.60	199.80
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	190.80	145.00	195.30	200.10	179.40	176.70	164.10	184.80
K	Peso del Agua	gr.	6.10	3.70	9.10	9.20	10.80	11.80	12.50	15.00
L	Peso Muestra Seca	gr.	162.80	117.10	167.00	171.90	151.20	148.60	136.00	156.60
M	Contenido de Humedad (W%)	%	3.75	3.16	5.45	5.35	7.14	7.94	9.19	9.58
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	3.453		5.401		7.542		9.385	
O	Densidad Seca Máxima (D _s)	gr/cm ³	2.165		2.185		2.183		2.153	

CURVA DE COMPACTACIÓN



$y = -0.0033x^2 + 0.0402x + 2.0648$

DS Máx. (gr/cm³)	2.188
W% OP (%)	6.14

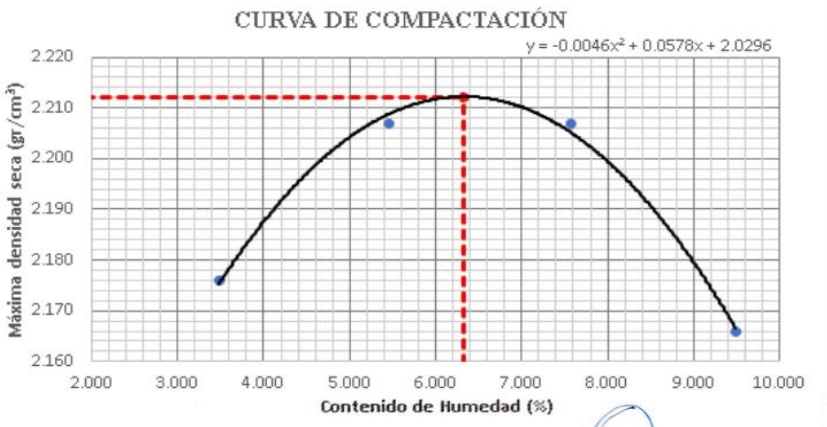
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	INGYALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°41

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Guitarrero con 15% de arcilla




LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
	NORMA:	MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180					CH-LS-UPNT:			
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 15%								
CANTERA:		GUITARRERO	FECHA DEL ENSAYO:		10 - 02 - 2023					
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	3.00		5.00		7.00		9.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11384.00		11544.00		11643.00		11635.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4784.00		4944.00		5043.00		5035.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (D _h)	gr/cm ³	2.252		2.328		2.374		2.371	
G	Recipiente	Nº								
H	Peso Recipiente	gr.	a	b	a	b	a	b	a	b
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	28.00	27.90	28.30	28.20	28.20	28.00	28.10	28.10
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	196.90	148.70	204.40	209.30	190.20	188.50	176.60	199.80
K	Peso del Agua	gr.	191.40	144.50	195.10	200.10	178.70	177.30	163.50	185.20
L	Peso Muestra Seca	gr.	5.50	4.20	9.30	9.20	11.50	11.20	13.10	14.60
M	Contenido de Humedad (W%)	%	163.40	116.60	166.80	171.90	150.50	149.30	135.40	157.10
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	3.37	3.60	5.58	5.35	7.64	7.50	9.68	9.29
O	Densidad Seca Máxima (D _s)	gr/cm ³	3.484		5.464		7.571		9.484	
			2.176		2.207		2.207		2.166	

CURVA DE COMPACTACIÓN



$y = -0.0046x^2 + 0.0578x + 2.0296$

DS Máx. (gr/cm ³)	2.212
W% OP (%)	6.33

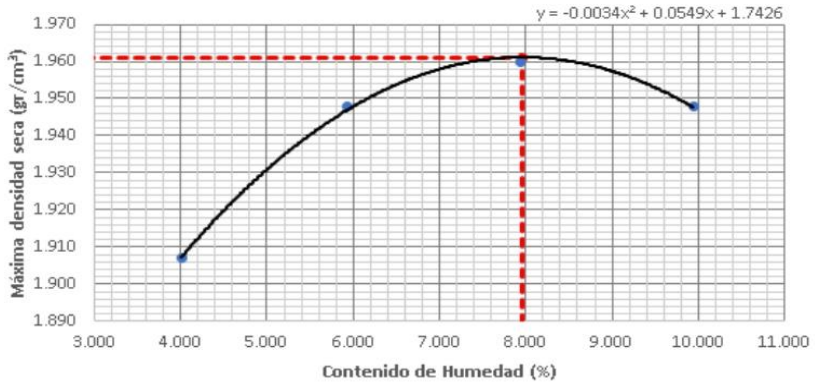
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. NGVALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MFLAGROS

Anexo N°42

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Chonta

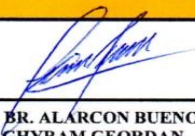
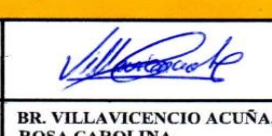
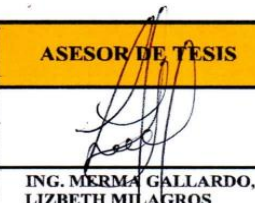
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
NORMA:		MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180				CH-LS-UPNT:				
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA (HORMIGÓN)								
CANTERA :		CHONTA		FECHA DEL ENSAYO:		13 - 02 - 2023				
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	4.00		6.00		8.00		10.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	10815.00		10981.00		11095.00		11150.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4215.00		4381.00		4495.00		4550.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	1.984		2.063		2.116		2.142	
G	Recipiente	Nº	a		b		a		b	
H	Peso Recipiente	gr.	28.70	28.20	27.30	28.30	28.50	27.70	27.80	28.10
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	229.40	165.00	207.50	192.40	192.70	202.40	186.30	192.60
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	221.10	160.10	197.00	183.60	180.50	189.70	171.80	177.90
K	Peso del Agua	gr.	8.30	4.90	10.50	8.80	12.20	12.70	14.50	14.70
L	Peso Muestra Seca	gr.	192.40	131.90	169.70	155.30	152.00	162.00	144.00	149.80
M	Contenido de Humedad (W%)	%	4.31	3.71	6.19	5.67	8.03	7.84	10.07	9.81
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	4.014		5.927		7.933		9.941	
O	Densidad Seca Máxima (Ds)	gr/cm ³	1.907		1.948		1.960		1.948	

CURVA DE COMPACTACIÓN




$y = -0.0034x^2 + 0.0549x + 1.7426$

DS Máx. (gr/cm ³)	1.961
W% OP (%)	7.96

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

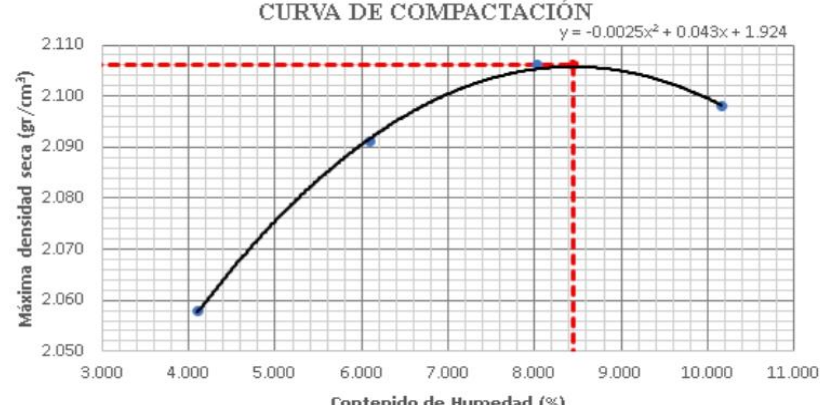
Anexo N°43

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Chonta con 5% de Arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
	NORMA:	MT C E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180					CH-LS-UPNT:			
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 5% (HORMIGÓN)								
CANTERA :		CHONTA	FECHA DEL ENSAYO:		14 - 02 - 2023					
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	4.00		6.00		8.00		10.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11149.00		11312.00		11433.00		11509.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4549.00		4712.00		4833.00		4909.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.142		2.218		2.275		2.311	
G	Recipiente	Nº								
H	Peso Recipiente	gr.	28.30	28.10	27.90	28.00	28.10	28.50	28.00	28.30
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	213.40	200.20	201.80	173.60	235.10	185.30	201.00	204.40
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	205.90	193.60	191.60	165.40	219.50	173.80	185.40	187.80
K	Peso del Agua	gr.	7.50	6.60	10.20	8.20	15.60	11.50	15.60	16.60
L	Peso Muestra Seca	gr.	177.60	165.50	163.70	137.40	191.40	145.30	157.40	159.50
M	Contenido de Humedad (W%)	%	4.22	3.99	6.23	5.97	8.15	7.91	9.91	10.41
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	4.105		6.099		8.033		10.159	
O	Densidad Seca Máxima (Ds)	gr/cm ³	2.058		2.091		2.106		2.098	

CURVA DE COMPACTACIÓN





$y = -0.0025x^2 + 0.043x + 1.924$



Máxima densidad seca (gr/cm³)

Contenido de Humedad (%)

DS Máx. (gr/cm ³)	2.106
W% OP (%)	8.44

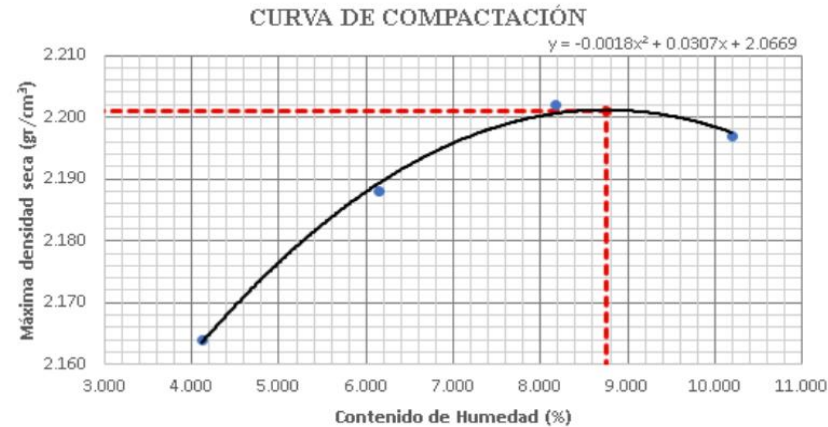
OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALDERRAMA CHÁVEZ, CÉSARE	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°44

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Chonta con 10% de Arcila

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
NORMA:		MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180				CH-LS-UPNT:				
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 10% (HORMIGÓN)								
CANTERA :		CHONTA		FECHA DEL ENSAYO:		15 - 02 - 2023				
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	4.00		6.00		8.00		10.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11386.00		11533.00		11660.00		11743.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4786.00		4933.00		5060.00		5143.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.253		2.323		2.382		2.421	
G	Recipiente	Nº	a		b		a		b	
H	Peso Recipiente	gr.	28.30	28.20	28.20	26.60	27.80	27.80	28.20	27.80
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	213.90	141.40	198.70	152.70	248.70	169.20	170.10	200.70
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	206.60	136.90	189.20	145.10	232.50	158.20	156.80	184.90
K	Peso del Agua	gr.	7.30	4.50	9.50	7.60	16.20	11.00	13.30	15.80
L	Peso Muestra Seca	gr.	178.30	108.70	161.00	118.50	204.70	130.40	128.60	157.10
M	Contenido de Humedad (W%)	%	4.09	4.14	5.90	6.41	7.91	8.44	10.34	10.06
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	4.117		6.157		8.175		10.200	
O	Densidad Seca Máxima (Ds)	gr/cm ³	2.164		2.188		2.202		2.197	

CURVA DE COMPACTACIÓN




$y = -0.0018x^2 + 0.0307x + 2.0669$

DS Máx. (gr/cm ³)	2.201
W% OP (%)	8.75

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAN GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. VALBERA CHÁVEZ, CÉSAR E.	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

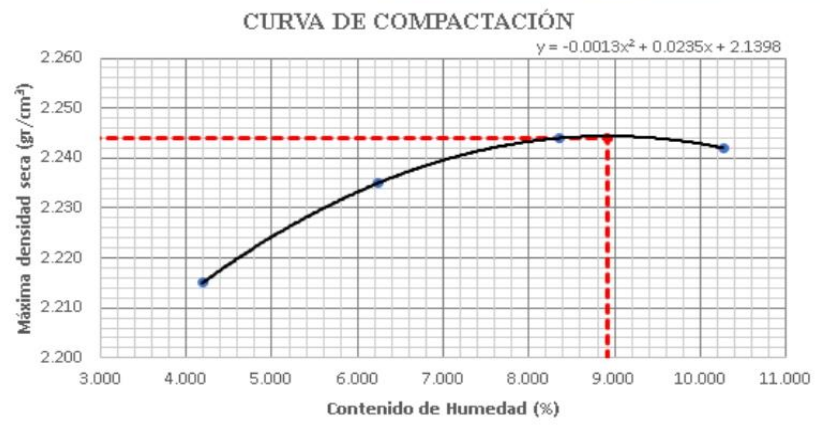
Anexo N°45

Ensayo de Compactación en Laboratorio (Proctor Modificado) de la cantera Chonta con 15% de Arcila

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	COMPACTACIÓN EN LABORATORIO (PROCTOR MODIFICADO)						CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
	NORMA:	MTC E 115 / NTP 339.141 / ASTM D1557 / AASHTO T180						CH-LS-UPNT:		
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA AL 15% (HORMIGÓN)								
CANTERA :		CHONTA	FECHA DEL ENSAYO:		16 - 02 - 2023					
COMPACTACIÓN EN LABORATORIO - PRÓCTOR MODIFICADO - MÉTODO C										
Cantidad de Muestra			24000.00 gr							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Porcentaje de Agua	%	4.00		6.00		8.00		10.00	
B	Peso Molde	gr.	6600.00		6600.00		6600.00		6600.00	
C	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11503.00		11645.00		11766.00		11851.00	
D	Peso Muestra Húmeda	gr.	4903.00		5045.00		5166.00		5251.00	
E	Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
F	Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.308		2.375		2.432		2.472	
G	Recipiente	Nº	a		b		a		b	
H	Peso Recipiente	gr.	28.70	27.30	28.10	28.20	28.50	28.00	27.70	28.30
I	Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	177.50	169.10	223.10	114.90	166.70	179.00	196.10	140.80
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	171.20	163.70	211.20	110.00	155.90	167.50	180.60	130.20
K	Peso del Agua	gr.	6.30	5.40	11.90	4.90	10.80	11.50	15.50	10.60
L	Peso Muestra Seca	gr.	142.50	136.40	183.10	81.80	127.40	139.50	152.90	101.90
M	Contenido de Humedad (W%)	%	4.42	3.96	6.50	5.99	8.48	8.24	10.14	10.40
N	Promedio Contenido de Humedad Óptima	%	4.190		6.245		8.360		10.270	
O	Densidad Seca Máxima (Ds)	gr/cm ³	2.215		2.235		2.244		2.242	

CURVA DE COMPACTACIÓN





$y = -0.0013x^2 + 0.0235x + 2.1398$



Máxima densidad seca (gr/cm³)



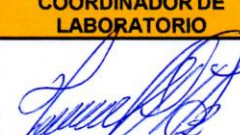

Contenido de Humedad (%)

DS Máx. (gr/cm ³)	2.244
W% OP (%)	8.92

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		 BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	 ING. VALDERRERA CHÁVEZ, CÉSARE.
 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS			

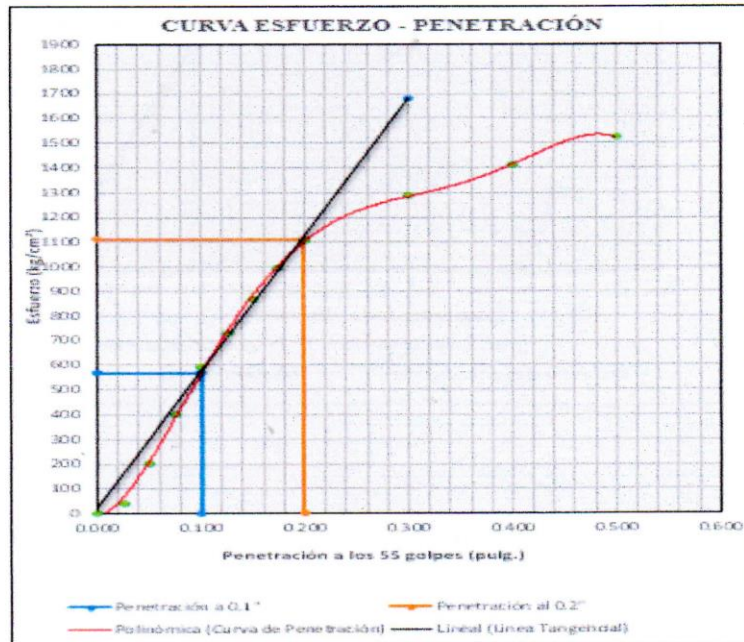
Anexo N°46

Ensayo de CBR de la cantera Edgar sin adición de arcilla





LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193					CBR-LS-UPNC:.....			
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA								
CANTERA:		EDGAR			FECHA DE ENSAYO:			02-08-2023		
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
Cantidad de Muestra		18000.00 gr								
DESCRIPCIÓN		UND	1		2		3			
N° Capas			5		5		5			
N° Golpes por Capa			13		27		55			
Condición de Muestra			Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.
Peso Molde		gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00	7202.00	7202.00
Peso Muestra Húmeda + Molde		gr.	12279.00	12339.00	12375.00	12436.00	12491.00	12491.00	12567.00	12567.00
Peso Muestra Húmeda		gr.	5053.00	5113.00	5151.00	5212.00	5289.00	5289.00	5365.00	5365.00
Diámetro del Molde		cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Altura del Molde		cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60
Altura del Disco Espaciador		cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Altura Muestra Compactada		cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60
Volumen Muestra Húmeda		cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38
Densidad Húmeda (Dh)		gr/cm ³	2.21	2.24	2.25	2.28	2.31	2.31	2.35	2.35
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C
Peso Recipiente	gr.	27.80	28.10	29.00	27.80	28.50	26.90	28.10	27.90	28.00
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	230.90	202.40	161.20	181.10	201.50	145.20	195.30	216.10	140.90
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	220.70	193.10	153.80	173.50	192.80	138.20	186.40	206.60	133.90
Peso del Agua	gr.	10.20	9.30	7.40	7.60	8.70	7.00	9.10	9.50	7.00
Peso Muestra Seca	gr.	192.90	165.00	124.80	145.70	164.30	111.30	158.30	178.70	105.90
Contenido de Humedad (W%)	%	5.29	5.64	5.93	5.22	5.30	6.29	5.75	5.32	6.61
Promedio Contenido de Humedad	%	5.47		5.93	5.26		6.29	5.54		6.61
Ds (gr./cm³)	gr/cm ³	2.095		2.115	2.138		2.145	2.189		2.204
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
ACUMULADO		Lectura		Hinchamiento	Lectura		Hinchamiento	Lectura		Hinchamiento
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%
24	01	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
48	02	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
72	03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	04	0.0003	0.008	0.004	0.0002	0.005	0.003	0.0002	0.005	0.003
OBSERVACIONES:										
INVESTIGADORES				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR DE TESIS		
										
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN				BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA				ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS		
										
								ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS		

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”.		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023

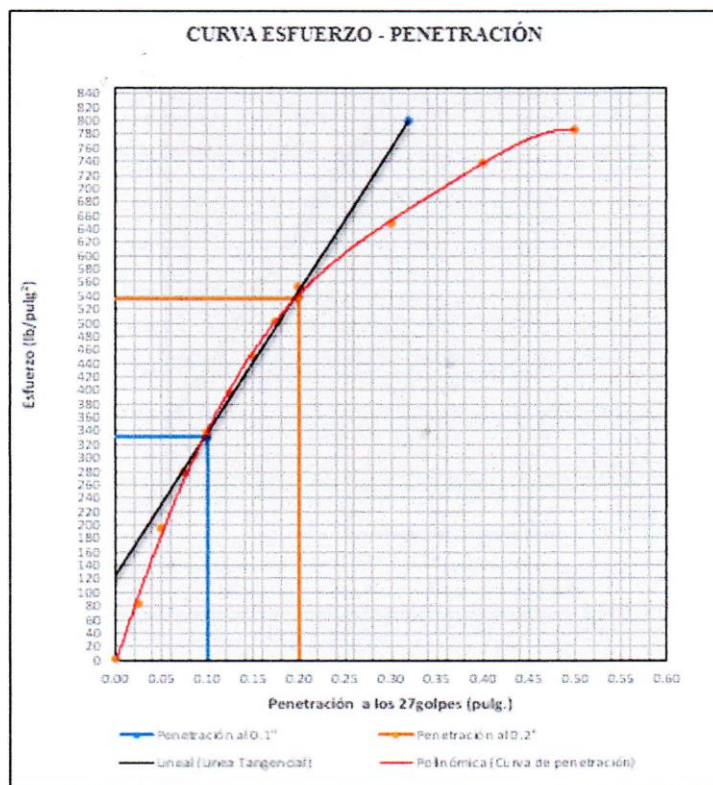
CARGA - PENETRACIÓN										
Datos		D pisón (pulg.)= 2.00				A pisón (pulg.)= 3.14				F de carga = 7.5
Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	Pulg.	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43
0.64	0.025	16.0	76.06	24.22	55.0	257.91	82.14	25.0	118.05	37.60
1.27	0.050	38.0	178.68	56.91	130.0	606.64	193.20	137.0	639.13	203.54
1.91	0.075	56.0	262.57	83.62	187.0	870.82	277.33	270.0	1254.16	399.41
2.54	0.100	70.0	327.76	104.38	228.0	1060.38	337.70	401.0	1855.98	591.08
3.18	0.125	80.0	374.30	119.20	267.0	1240.33	395.01	498.0	2299.06	732.19
3.81	0.150	88.0	411.51	131.05	305.0	1415.34	450.74	592.0	2726.38	868.28
4.45	0.175	104.0	485.89	154.74	340.0	1576.23	501.98	681.0	3129.11	996.53
5.08	0.200	113.0	527.71	168.06	375.0	1736.85	553.14	759.0	3480.56	1108.46
7.62	0.300	124.0	578.79	184.33	440.0	2034.39	647.89	886.0	4049.82	1289.75
10.16	0.400	130.0	606.64	193.20	502.0	2317.29	737.99	970.0	4424.30	1409.01
12.70	0.500	140.0	653.04	207.98	536.0	2472.05	787.28	1050.0	4779.44	1522.12






OBSERVACIONES:

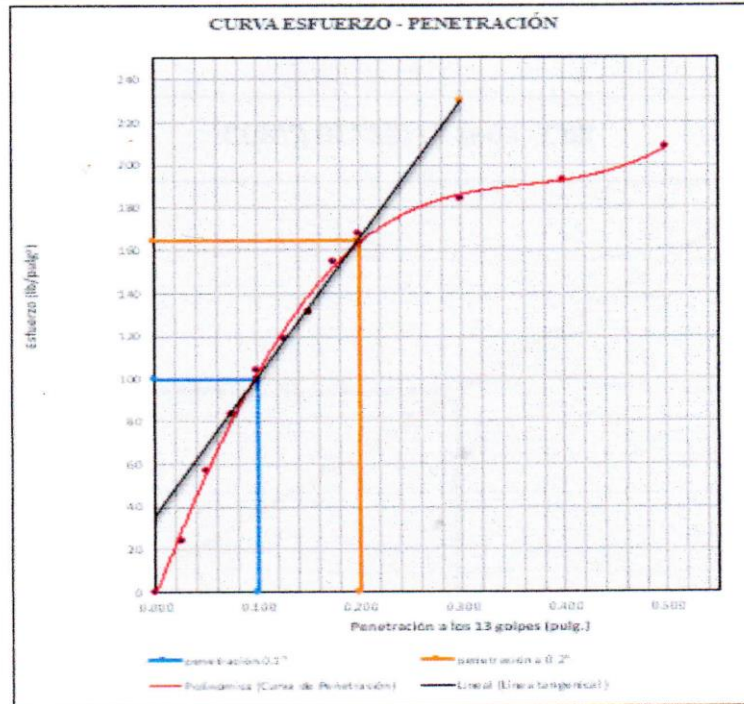
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS
		
		ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023

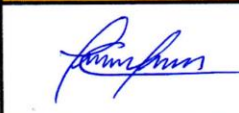





OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

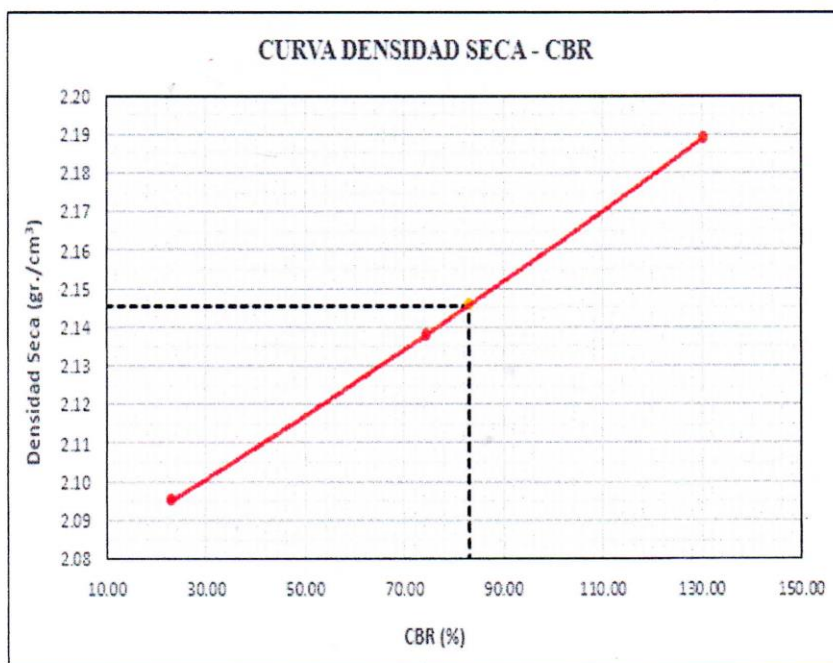
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:	
NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193		
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023



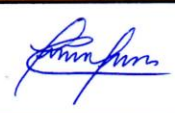



ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	230.12	744.49	1303.09
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000
CBR (%)	23.01	74.45	130.31
Ds (gr/cm ³)	2.095	2.138	2.189

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.147 kg/cm ³
CBR 0.1" (%)	83.14 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.040 kg/cm ³
CBR 0.2" (%)	39.24 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. ROYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°47

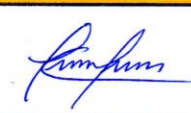
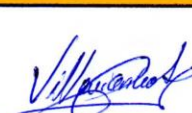


Ensayo de CBR de la cantera Edgar con 5% de arcilla


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193					CBR-LS-UPNC:.....			
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%								
CANTERA:		EDGAR			FECHA DE ENSAYO:		02-08-2023			

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
Cantidad de Muestra		18000.00 gr					
DESCRIPCION	UND	1		2		3	
N° Capas		5		5		5	
N° Golpes por Capa		13		27		55	
Condición de Muestra		Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.
Peso Molde	gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00
Peso Muestra Húmeda - Molde	gr.	12418.00	12482.00	12534.00	12532.00	12608.00	12677.00
Peso Muestra Húmeda	gr.	5192.00	5256.00	5310.00	5308.00	5406.00	5475.00
Diámetro del Molde	cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Altura del Molde	cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60
Altura del Disco Espaciador	cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Altura Muestra Compactada	cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60
Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38
Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.27	2.30	2.32	2.32	2.36	2.39

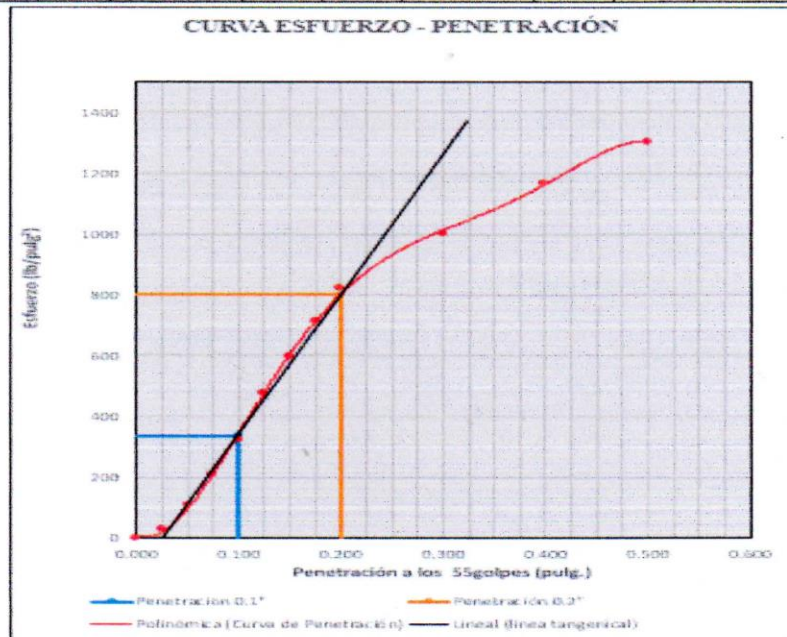
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	1-A	1-B	1-C	1-A	1-B	1-C
Peso Recipiente	gr.	26.30	29.60	28.40	28.10	27.90	27.90	27.30	29.40	28.00
Peso Muestra Húmeda - Recipiente	gr.	159.60	175.90	147.20	150.30	149.90	143.50	167.10	155.80	159.30
Peso Muestra Seca - Recipiente	gr.	152.50	168.40	140.10	143.70	143.80	137.10	159.50	148.60	151.20
Peso del Agua	gr.	7.10	7.50	7.10	6.60	6.10	6.40	7.60	7.20	8.10
Peso Muestra Seca	gr.	126.20	138.80	111.70	115.60	115.90	109.20	132.20	119.20	123.20
Contenido de Humedad (W%)	%	5.63	5.40	6.36	5.71	5.26	5.86	5.75	6.04	6.57
Promedio Contenido de Humedad	%	5.52		6.36	5.49		5.86	5.90		6.57
Ds (gr/cm ³)	gr/cm ³	2.151		2.162	2.199		2.192	2.229		2.243

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
Horas	Días	Lectura Deforma.	Hinchamiento mm	%	Lectura Deforma.	Hinchamiento mm	%	Lectura Deforma.	Hinchamiento mm	%
24	01	0.0020	0.051	0.029	0.0012	0.030	0.017	0.0010	0.025	0.014
48	02	0.0022	0.056	0.032	0.0015	0.038	0.022	0.0012	0.030	0.017
72	03	0.0025	0.064	0.036	0.0022	0.056	0.032	0.0015	0.038	0.022
96	04	0.0032	0.081	0.046	0.0025	0.064	0.036	0.0015	0.038	0.022




OBSERVACIONES:					
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS	
					
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA		ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	
					
				ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS	

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023

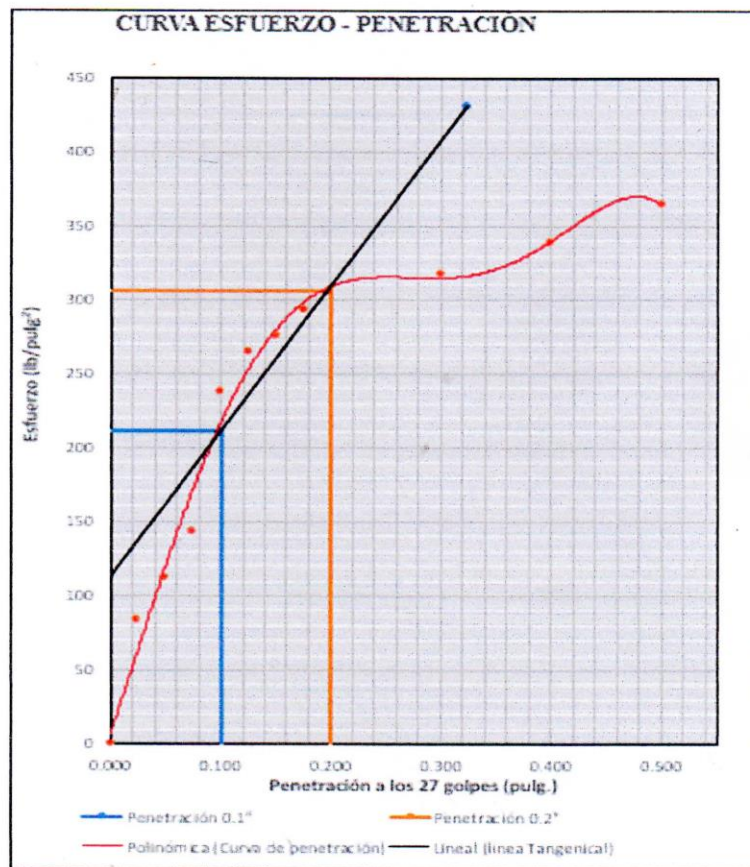
CARGA - PENETRACIÓN										
Datos		D pisón (pulg.)= 2.00			A pisón (pulg.)= 3.14			F de carga = 7.5		
Penetración		MOLDE N° 01 (13)			MOLDE N° 02 (27)			MOLDE N° 03 (55)		
mm	Pulg.	Dial	Carga		Dial	Carga		Dial	Carga	
			Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43
0.64	0.025	11.0	52.72	16.79	56.0	262.57	83.62	21.0	99.39	31.65
1.27	0.050	44.0	206.65	65.81	75.0	351.03	111.79	73.0	341.72	108.83
1.91	0.075	57.0	267.23	85.10	96.0	448.71	142.90	140.0	653.04	207.98
2.54	0.100	66.0	309.14	98.45	160.0	745.77	237.51	220.0	1023.42	325.93
3.18	0.125	73.0	341.72	108.83	178.0	829.15	264.06	324.0	1502.71	478.57
3.81	0.150	78.0	364.99	116.24	186.0	866.19	275.86	404.0	1869.71	595.45
4.45	0.175	84.0	392.91	125.13	198.0	921.71	293.54	487.0	2248.92	716.22
5.08	0.200	89.0	416.16	132.54	206.0	958.71	305.32	562.0	2590.23	824.91
7.62	0.300	101.0	471.95	150.30	214.0	995.69	317.10	685.0	3147.17	1002.28
10.16	0.400	109.0	509.13	162.14	229.0	1065.00	339.17	802.0	3673.72	1169.97
12.70	0.500	113.0	527.71	168.06	246.0	1143.48	364.16	895.0	4090.02	1302.55







OBSERVACIONES:

INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

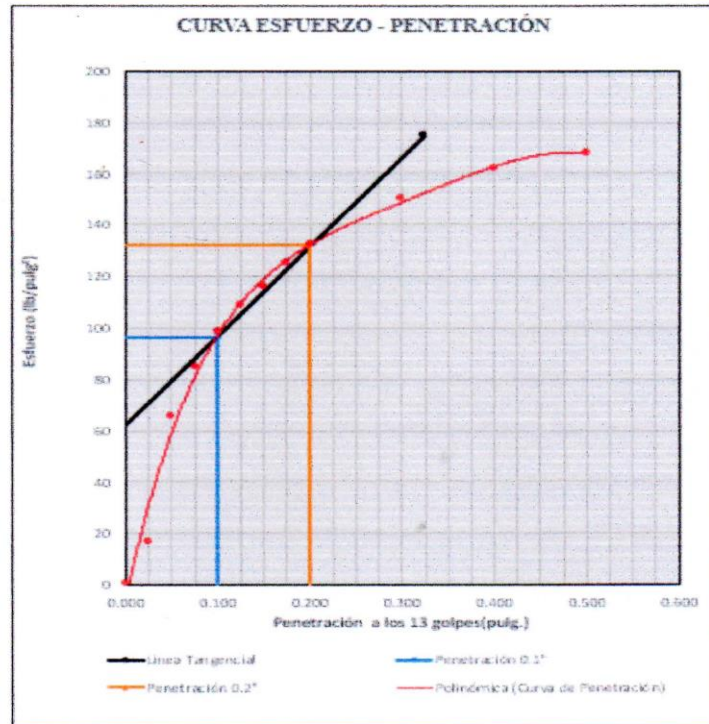
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023





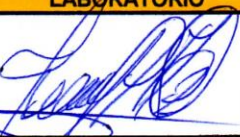
OBSERVACIONES:

INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

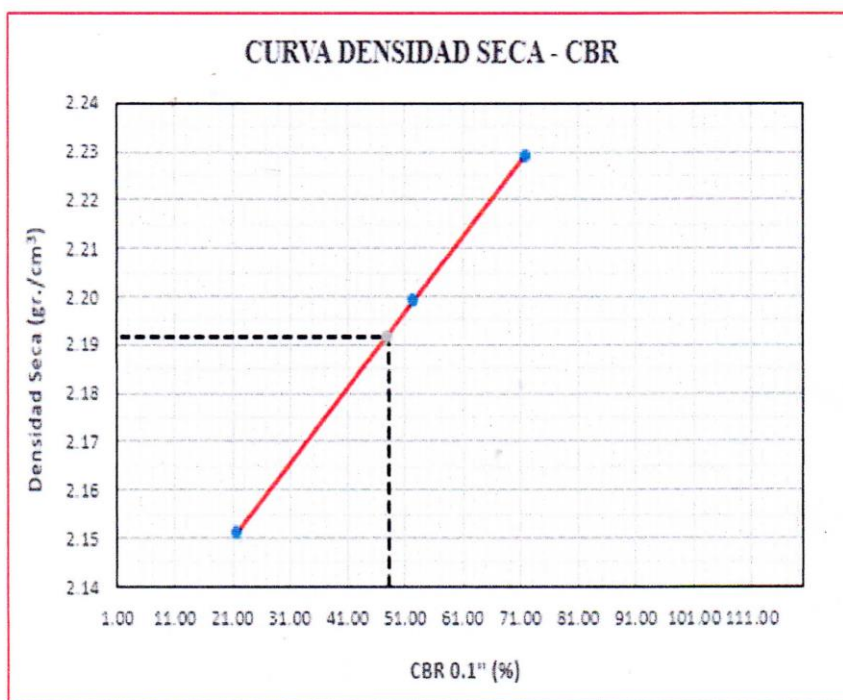
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	CBR-LS-UPNC:
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023







ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	217.05	523.61	718.54
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000
CBR (%)	21.70	52.36	71.85
Ds (gr/cm ³)	2.151	2.199	2.229

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	CBR-LS-UPNC:
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”.	
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%	
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.192
CBR 0.1" (%)	47.99 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.082 kg/cm ³
CBR 0.2" (%)	22.43 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

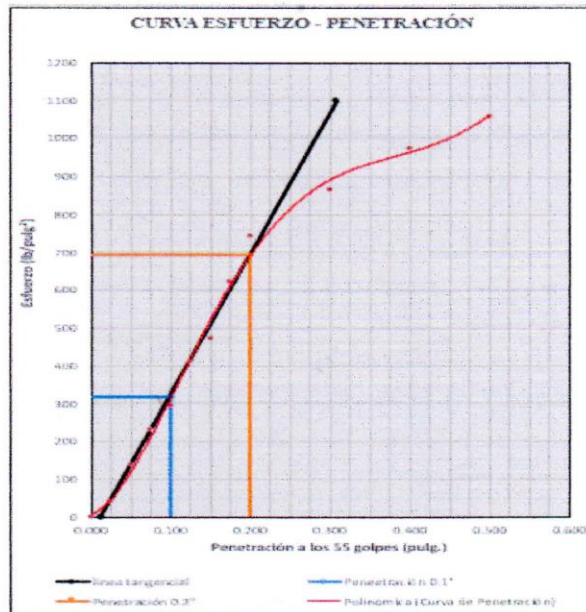
Anexo N°48

Ensayo de CBR de la cantera Edgar con 10%de arcilla


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193					CBR-LS-UPNC:			
TESIS:		“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%								
CANTERA:		EDGAR			FECHA DE ENSAYO:		04-08-2023			
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
Cantidad de Muestra		18000.00 gr								
DESCRIPCION		UND	1		2		3			
N° Capas			5		5		5			
N° Golpes por Capa			13		27		55			
Condición de Muestra			Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.		
Peso Molde	gr.		7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00		
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.		12445.00	12507.00	12541.00	12587.00	12675.00	12711.00		
Peso Muestra Húmeda	gr.		5219.00	5281.00	5317.00	5363.00	5473.00	5509.00		
Diámetro del Molde	cm		15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20		
Altura del Molde	cm		17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60		
Altura del Disco Espaciador	cm		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00		
Altura Muestra Compactada	cm		12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60		
Volumen Muestra Húmeda	cm ³		2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38		
Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³		2.28	2.31	2.33	2.35	2.39	2.41		
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C
Peso Recipiente	gr.	28.30	28.30	28.90	28.00	28.30	27.60	27.40	27.80	29.00
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	178.80	202.20	200.80	149.90	181.30	150.50	184.20	183.60	156.90
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	170.10	192.60	190.00	142.90	173.30	143.20	174.80	175.00	148.70
Peso del Agua	gr.	8.70	9.60	10.80	7.00	8.00	7.30	9.40	8.60	8.20
Peso Muestra Seca	gr.	141.80	164.30	161.10	114.90	145.00	115.60	147.40	147.20	119.70
Contenido de Humedad (W%)	%	6.14	5.84	6.70	6.09	5.52	6.31	6.38	5.84	6.85
Promedio Contenido de Humedad	%	5.99		6.70	5.81		6.31	6.11		6.85
Ds (gr/cm³)	gr/cm³	2.151		2.165	2.202		2.211	2.252		2.255
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		Lectura		Hinchamiento	Lectura		Hinchamiento	Lectura		Hinchamiento
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%
24	01	0.0033	0.084	0.048	0.0028	0.071	0.040	0.0015	0.038	0.022
48	02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	03	0.0052	0.132	0.075	0.0042	0.107	0.061	0.0022	0.056	0.032
96	04	0.0065	0.165	0.094	0.0048	0.122	0.069	0.0025	0.064	0.036
OBSERVACIONES:										
INVESTIGADORES				COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR DE TESIS			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN				BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA			ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS			
							ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS			

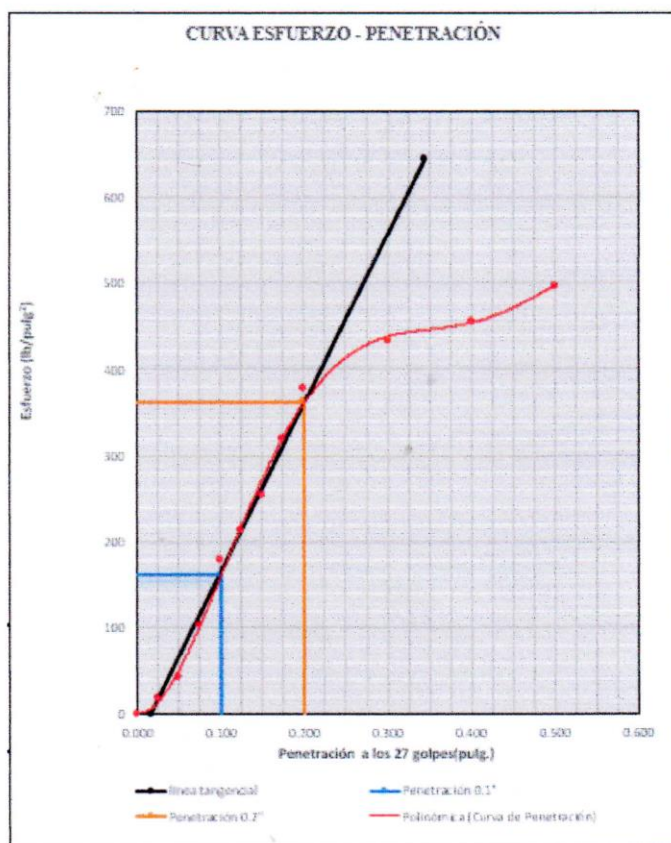
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	08-08-2023

CARGA - PENETRACIÓN											
Datos		D pisón (pulg)= 2.00			A pisón (pulg)= 3.14			F de carga = 7.5			
		MOLDE N° 01 (13)			MOLDE N° 02 (27)			MOLDE N° 03 (55)			
Penetración	mm	Pulg.	Dial	Carga	Esfuerzo	Dial	Carga	Esfuerzo	Dial	Carga	Esfuerzo
				Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²
0.00	0.000	0.0		1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43
0.64	0.025	18.0		85.39	27.19	12.0	57.39	18.28	28.0	132.05	42.05
1.27	0.050	26.0		122.72	39.08	28.0	132.05	42.05	93.0	434.76	138.46
1.91	0.075	39.0		183.35	58.39	69.0	323.10	102.90	156.0	727.24	231.60
2.54	0.100	51.0		239.27	76.20	120.5	562.54	179.15	198.0	921.71	293.54
3.18	0.125	94.0		439.41	139.94	144.0	671.60	213.88	277.0	1286.42	409.69
3.81	0.150	104.0		485.89	154.74	171.0	796.74	253.74	320.0	1484.33	472.72
4.45	0.175	112.0		523.06	166.58	215.0	1000.31	318.57	421.0	1947.51	620.23
5.08	0.200	123.00		574.15	182.85	255.0	1185.00	377.39	506.0	2335.51	743.79
7.62	0.300	137.00		639.13	203.54	293	1360.11	433.16	590	2717.31	865.39
10.16	0.400	154.00		717.96	228.65	308	1429.14	455.14	663	3047.81	970.64
12.70	0.500	166.00		773.58	246.36	336	1557.86	496.13	723	3318.53	1056.86



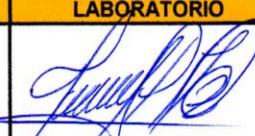




OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

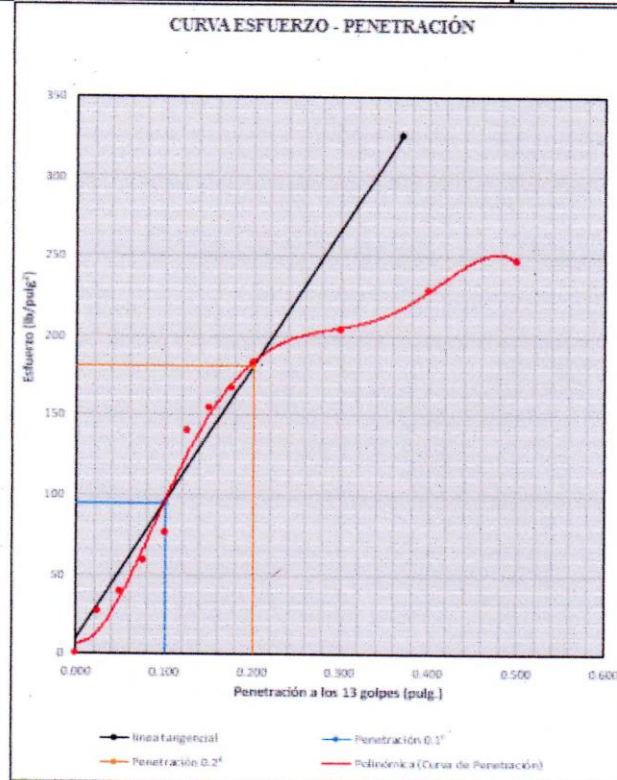
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	08-08-2023







OBSERVACIONES:

INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

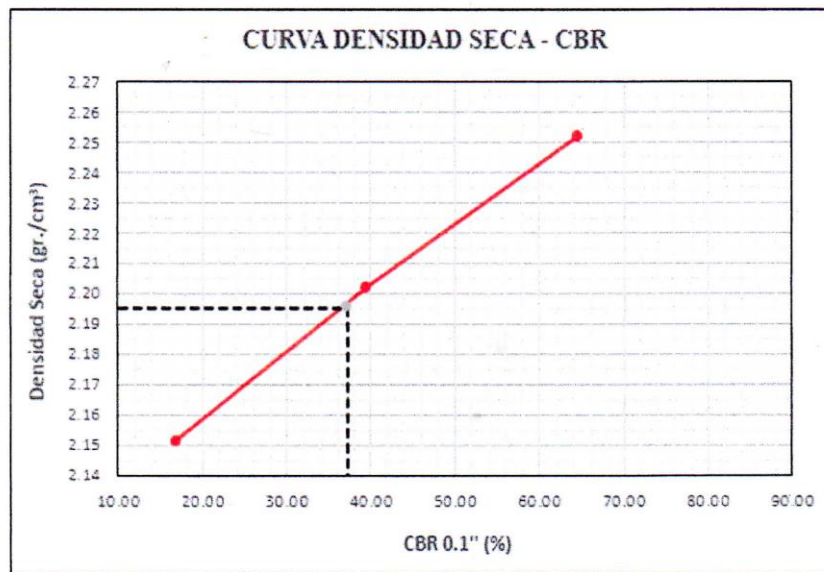
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	08-08-2023







ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	167.99	394.96	647.14
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1000	1000
CBR (%)	16.80	39.50	64.71
Ds (gr/cm³)	2.151	2.202	2.252

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYÓS MARTÍNEZ, JÓRGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	08-08-2023



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.195
CBR 0.1" (%)	37.17 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.085 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	14.87 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

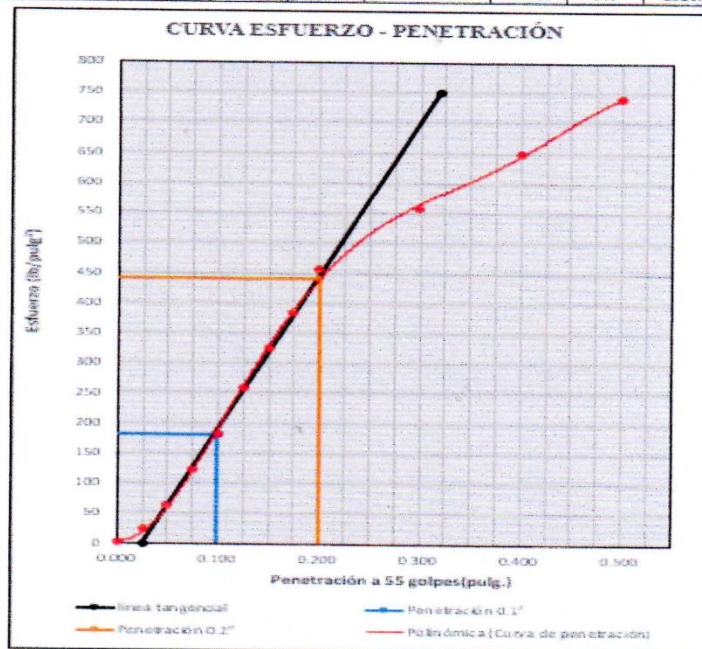
Anexo N°49

Ensayo de CBR de la cantera Edgar con 15% de arcilla



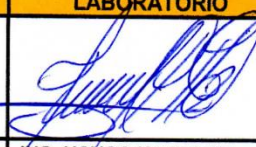
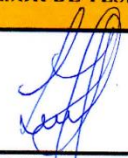
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193					CBR-LS-UPNC:			
TESIS:		“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%								
CANTERA:		EDGAR			FECHA DE ENSAYO:		02-08-2023			
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
Cantidad de Muestra		18000.00 gr								
DESCRIPCIÓN		UND	1			2			3	
N° Capas			5			5			5	
N° Golpes por Capa			13			27			55	
Condición de Muestra			Antes		Desp.		Antes		Desp.	
Peso Molde	gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00	7202.00	7202.00	
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	12506.00	12575.00	12620.00	12730.00	12741.00	12741.00	12779.00	12779.00	
Peso Muestra Húmeda	gr.	5280.00	5349.00	5396.00	5506.00	5539.00	5539.00	5577.00	5577.00	
Diámetro del Molde	cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	
Altura del Molde	cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	
Altura del Disco Espaciador	cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
Altura Muestra Compactada	cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	
Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	
Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.31	2.34	2.36	2.41	2.42	2.42	2.44	2.44	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C
Peso Recipiente	gr.	27.90	26.40	28.10	27.90	28.00	27.70	27.90	27.60	26.70
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	160.60	130.30	158.70	161.30	163.50	167.80	165.00	152.60	131.30
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	153.40	124.30	151.00	153.80	155.50	159.20	156.30	145.50	124.70
Peso del Agua	gr.	7.20	6.00	7.70	7.50	8.00	8.60	8.70	7.10	6.60
Peso Muestra Seca	gr.	125.50	97.90	122.90	125.90	127.50	131.50	128.40	117.90	98.00
Contenido de Humedad (W%)	%	5.74	6.13	6.27	5.96	6.27	6.54	6.78	6.02	6.73
Promedio Contenido de Humedad	%	5.94		6.27	6.12		6.54	6.40		6.73
Ds (gr./cm ³)	gr/cm ³	2.180		2.202	2.224		2.262	2.274		2.286
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%
24	01	0.0045	0.114	0.065	0.0035	0.089	0.051	0.0020	0.051	0.029
48	02	0.0060	0.152	0.087	0.0042	0.107	0.061	0.0025	0.064	0.036
72	03	0.0066	0.168	0.095	0.0048	0.122	0.069	0.0032	0.081	0.046
96	04	0.0072	0.183	0.104	0.0055	0.140	0.079	0.0036	0.091	0.052
OBSERVACIONES:										
INVESTIGADORES				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR DE TESIS		
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN				BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA				ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS		
								ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193		
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023

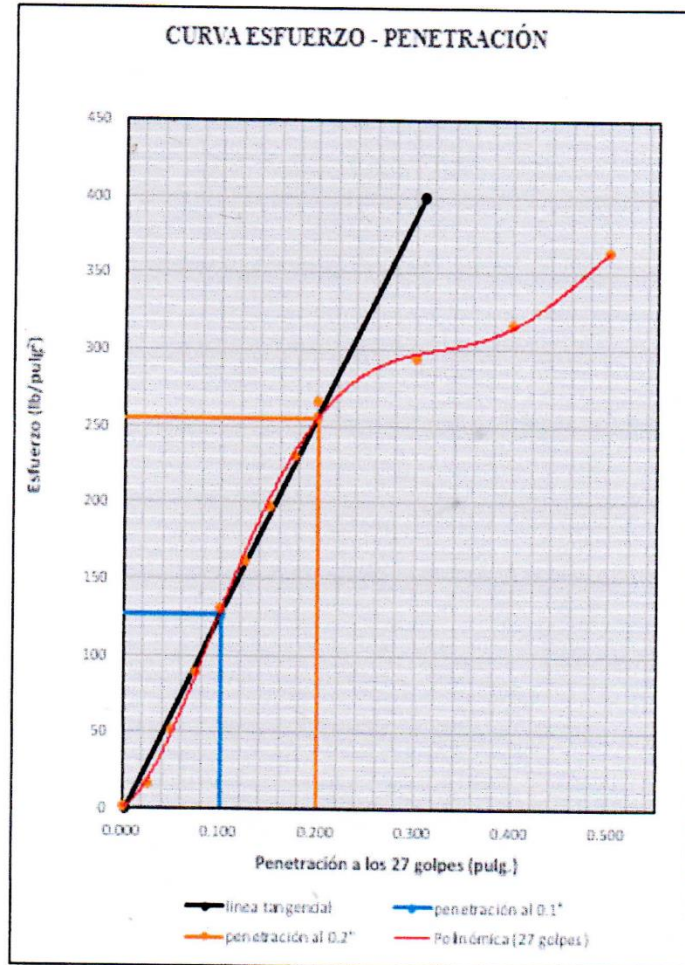
CARGA - PENETRACIÓN										
Datos		D pisón (pulg)= 2.00			A pisón (pulg)= 3.14			F de carga = 7.5		
Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	Pulg.	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43
0.64	0.025	14.0	66.72	21.25	10.0	48.05	15.30	16.0	76.06	24.22
1.27	0.050	20.0	94.73	30.17	34.0	160.03	50.97	43.0	201.99	64.33
1.91	0.075	24.0	113.39	36.11	60.0	281.20	89.55	82.0	383.60	122.17
2.54	0.100	28.0	132.05	42.05	88.0	411.51	131.05	123.0	574.15	182.85
3.18	0.125	32.0	150.71	48.00	109.0	509.13	162.14	174.0	810.63	258.16
3.81	0.150	39.0	183.35	58.39	133.0	620.57	197.63	220.0	1023.42	325.93
4.45	0.175	42.0	197.33	62.84	155.0	722.60	230.13	260.0	1208.06	384.73
5.08	0.200	52.0	243.93	77.69	179.0	833.78	265.54	308.0	1429.14	455.14
7.62	0.300	57	267.23	85.10	198	921.71	293.54	378	1750.60	557.52
10.16	0.400	64	299.83	95.49	213	991.0701757	315.63	440	2034.38508	647.89
12.70	0.500	71	332.41	105.86	246	1143.475815	364.16	503	2321.843868	739.44



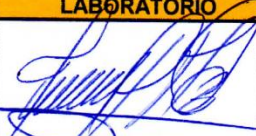




OBSERVACIONES:

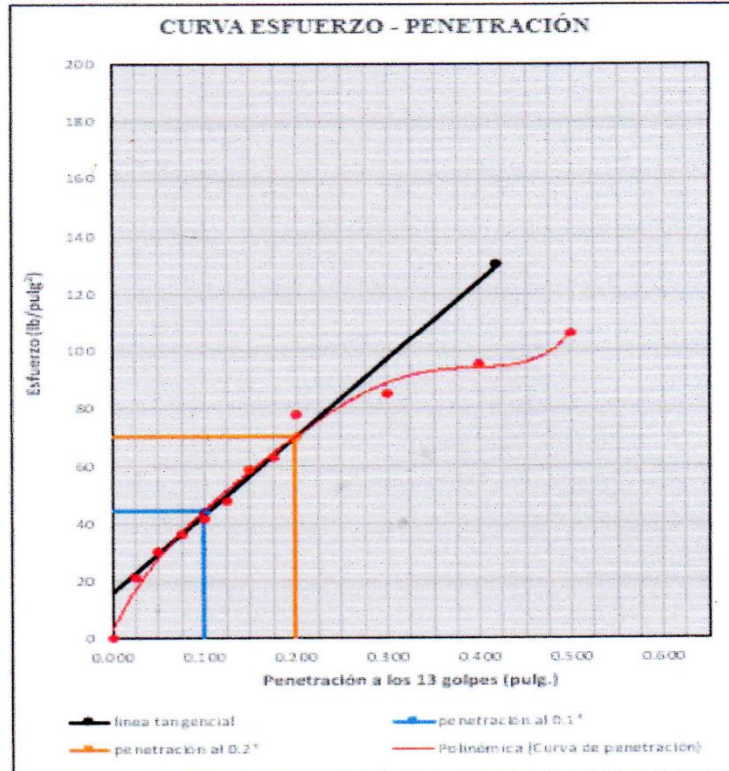
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%	
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023







OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023

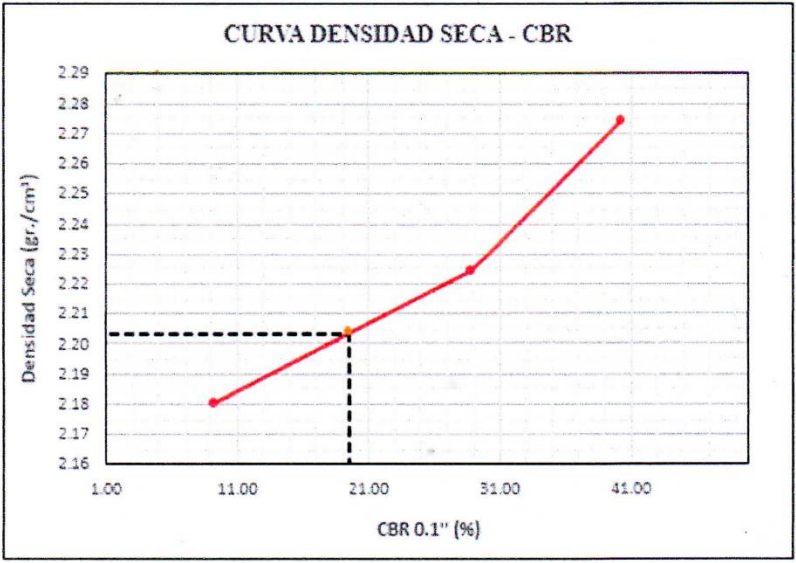


ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	92.71	288.92	403.11
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000
CBR (%)	9.27	28.89	40.31
D _s (gr/cm ³)	2.180	2.224	2.274

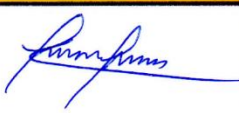



OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HÓYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”.	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%		
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	07-08-2023

CURVA DENSIDAD SECA - CBR








RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.206
CBR 0.1" (%)	19.60 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.096 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	16.57 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGRÓS

Anexo N°50

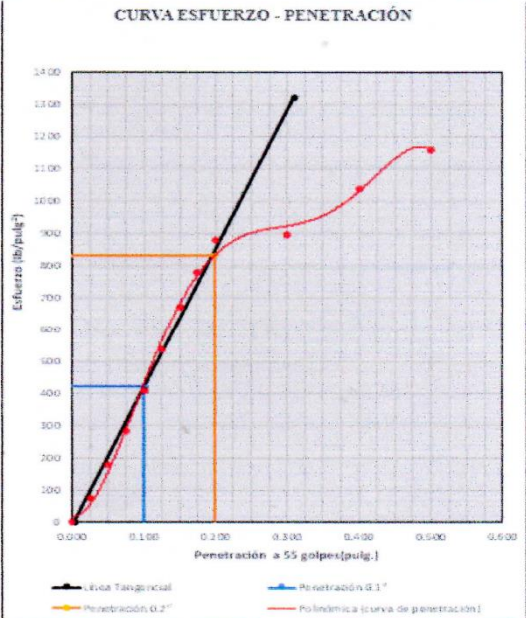
Ensayo de CBR de la cantera Guitarrero sin adición de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA														
PROTOCOLO														
ENSAYO:		RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:							
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193					CBR-LS-UPNC:							
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"												
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA												
CANTERA:		GUITARRERO			FECHA DE ENSAYO:		14-08-2023							
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR														
Cantidad de Muestra		18000.00 gr												
DESCRIPCIÓN		UND	1		2		3							
N° Capas			5		5		5							
N° Golpes por Capa			13		27		55							
Condición de Muestra			Antes		Desp.		Antes		Desp.					
Peso Molde		gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00	7202.00					
Peso Muestra Húmeda + Molde		gr.	12233.00	12315.00	12394.00	12480.00	12413.00	12490.00	12490.00					
Peso Muestra Húmeda		gr.	5007.00	5089.00	5170.00	5256.00	5211.00	5288.00	5288.00					
Diámetro del Molde		cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20					
Altura del Molde		cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60					
Altura del Disco Espaciador		cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00					
Altura Muestra Compactada		cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60					
Volumen Muestra Húmeda		cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38					
Densidad Húmeda (Dh)		gr/cm ³	2.19	2.23	2.26	2.30	2.28	2.31	2.31					
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Ensayo		N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C			
Peso Recipiente		gr.	27.60	28.00	26.60	28.80	27.70	27.30	28.90	26.40	27.10			
Peso Muestra Húmeda + Recipiente		gr.	203.80	195.40	172.90	142.80	142.10	207.30	140.60	139.50	158.00			
Peso Muestra Seca + Recipiente		gr.	195.10	186.50	162.70	136.20	136.40	196.60	134.60	133.00	149.80			
Peso del Agua		gr.	8.70	8.90	10.20	6.60	5.70	10.70	6.00	6.50	8.20			
Peso Muestra Seca		gr.	167.50	158.50	136.10	107.40	108.70	169.30	105.70	106.60	122.70			
Contenido de Humedad (W%)		%	5.19	5.62	7.49	6.15	5.24	6.32	5.68	6.10	6.68			
Promedio Contenido de Humedad		%	5.41		7.49	5.70		6.32	5.89		6.68			
Ds (gr/cm³)		gr/cm ³	2.078		2.075	2.138		2.163	2.153		2.165			
ENSAYO DE HINCHAMIENTO														
TIEMPO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03						
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento					
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%				
24	01	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000				
48	02	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000				
72	03	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000				
96	04	0.0003	0.008	0.004	0.0001	0.003	0.001	0.0001	0.003	0.001				
OBSERVACIONES:														
INVESTIGADORES				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR DE TESIS						
														
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN				BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA				ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS				ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ENSAYO: RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:		
		NORMA: MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193							
		TESIS: “CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”							
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA							
CANTERA:		GUITARRERO		FECHA DE ENSAYO:		18-08-2023			

CARGA - PENETRACIÓN											
Datos		D pisón (pulg)= 2.00			A pisón (pulg)= 3.14			F de carga = 7.5			
Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
		Carga		Esfuerzo	Carga		Esfuerzo	Carga		Esfuerzo	
mm	Pulg.	Lb	Lb/pulg ²	Lb/pulg ²	Lb	Lb/pulg ²	Lb/pulg ²	Lb	Lb/pulg ²	Lb/pulg ²	
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	
0.64	0.025	13.0	62.05	19.76	7.0	34.04	10.84	50.0	234.61	74.72	
1.27	0.050	26.0	122.72	39.08	14.0	68.78	21.68	100.0	469.22	149.44	
1.91	0.075	40.0	188.01	59.87	21.0	102.80	32.70	150.0	684.70	217.75	
2.54	0.100	58.0	271.88	86.59	28.0	134.25	42.40	200.0	909.20	287.25	
3.18	0.125	72.0	337.07	107.35	35.0	165.75	51.60	250.0	1149.50	359.85	
3.81	0.150	86.0	402.21	128.09	42.0	197.20	61.20	300.0	1399.00	436.50	
4.45	0.175	97.0	453.36	144.38	49.0	228.65	70.80	350.0	1648.50	515.75	
5.08	0.200	110.0	513.77	163.62	56.0	260.10	80.40	400.0	1898.00	596.00	
7.62	0.300	130	606.64	193.20	67.0	311.65	96.60	450.0	2147.50	672.75	
10.16	0.400	155	722.60	230.13	80.0	372.00	114.00	500.0	2397.00	758.25	
12.70	0.500	177	824.52	262.59	93.0	432.35	132.30	550.0	2646.50	830.25	

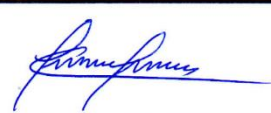



CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



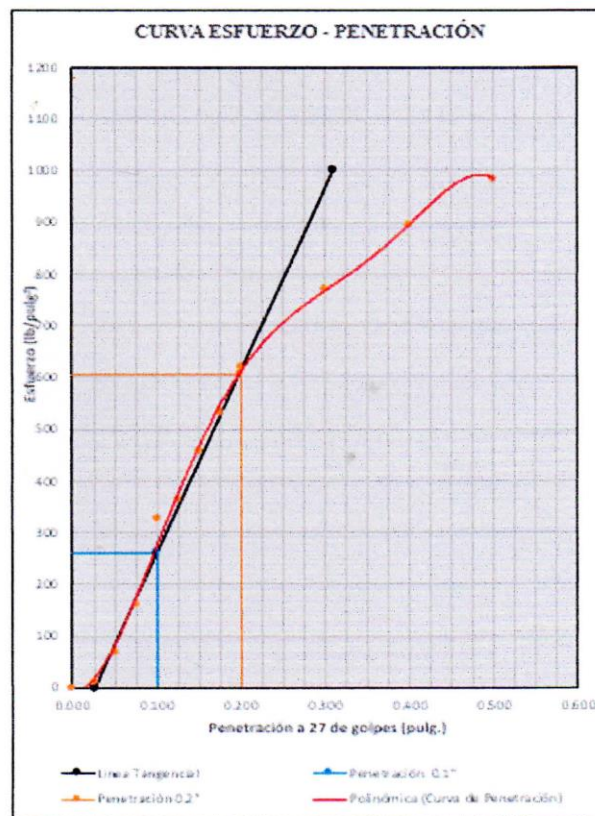
Esfuerzo (lb/pulg²)

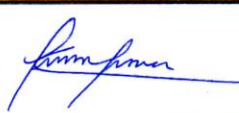



Penetración a 55 golpes [pulg.]


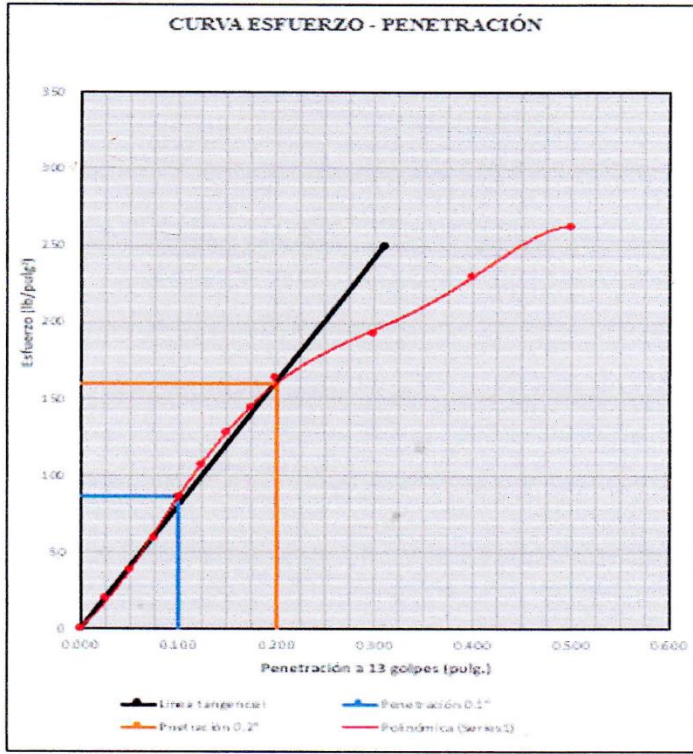
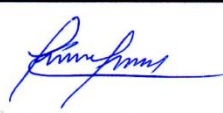



— Eje Tangencial — Penetración 0.1" — Polinómica (curva de penetración)


OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

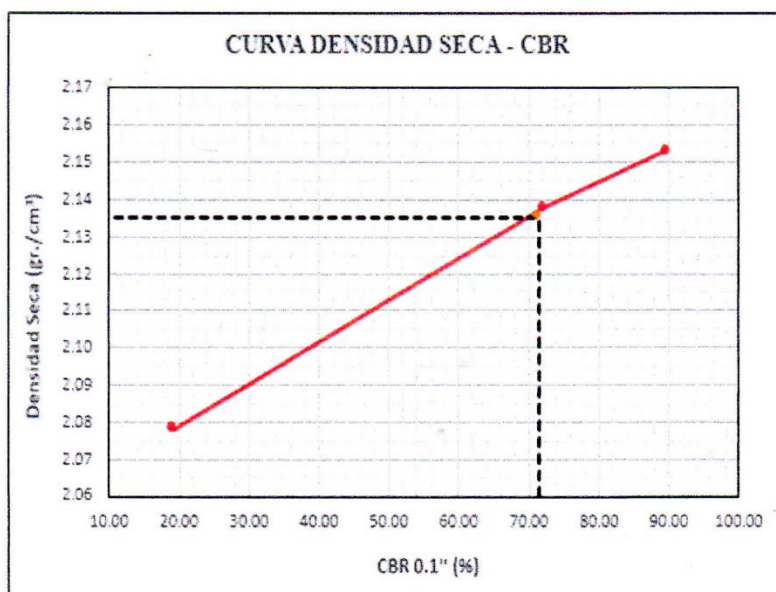
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023



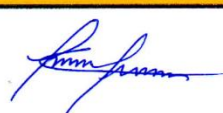
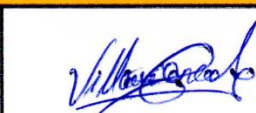
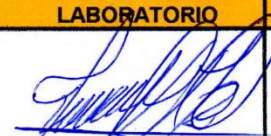

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																															
PROTOCOLO																															
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:																												
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	CBR-LS-UPNC:.....																												
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"																													
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA																													
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023																												
CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN																															
																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA</th> </tr> <tr> <th style="width: 25%;">MOLDE N°</th> <th style="width: 25%;">MOLDE N° 01</th> <th style="width: 25%;">MOLDE N° 02</th> <th style="width: 25%;">MOLDE N° 03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Penetración (Pulg.)</td> <td>0.1"</td> <td>0.1"</td> <td>0.1"</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)</td> <td>190.89</td> <td>721.79</td> <td>896.73</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo patrón (lb/pulg²)</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>CBR (%)</td> <td>19.09</td> <td>72.18</td> <td>89.67</td> </tr> <tr> <td>Ds (gr/cm³)</td> <td>2.078</td> <td>2.138</td> <td>2.153</td> </tr> </tbody> </table>				ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA				MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03	Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"	Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	190.89	721.79	896.73	Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1000	1000	CBR (%)	19.09	72.18	89.67	Ds (gr/cm³)	2.078	2.138	2.153
ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA																															
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03																												
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"																												
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	190.89	721.79	896.73																												
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1000	1000																												
CBR (%)	19.09	72.18	89.67																												
Ds (gr/cm³)	2.078	2.138	2.153																												
OBSERVACIONES:																															
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS																												
																															
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS																												

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023




RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.135
CBR 0.1'' (%)	71.41 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.028 kg/cm³
CBR 0.2'' (%)	27.33 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	JNG. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°51

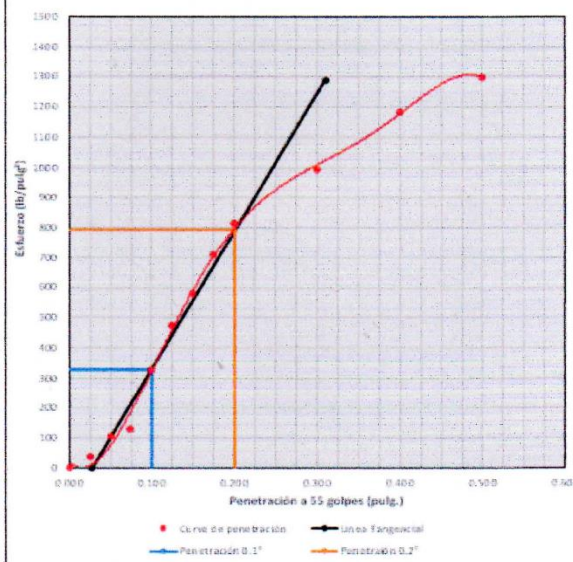
Ensayo de CBR de la cantera Guitarrero adicionando el 5% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
ENSAYO:		RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:				
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193									
TESIS:		“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”									
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%									
CANTERA:		GUITARRERO			FECHA DE ENSAYO:		14-08-2023				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR											
Cantidad de Muestra		18000.00 gr									
DESCRIPCIÓN		UND	1		2		3				
N° Capas			5		5		5				
N° Golpes por Capa			13		27		55				
Condición de Muestra			Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.			
Peso Molde		gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00			
Peso Muestra Húmeda + Molde		gr.	12318.00	12415.00	12422.00	12517.00	12518.00	12555.00			
Peso Muestra Húmeda		gr.	5092.00	5189.00	5198.00	5293.00	5316.00	5353.00			
Diámetro del Molde		cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20			
Altura del Molde		cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60			
Altura del Disco Espaciador		cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00			
Altura Muestra Compactada		cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60			
Volumen Muestra Húmeda		cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38			
Densidad Húmeda (Dh)		gr/cm ³	2.23	2.27	2.27	2.32	2.33	2.34			
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	
Peso Recipiente	gr.	27.90	27.80	28.00	27.80	28.50	29.00	27.80	28.00	27.80	
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	156.50	147.90	160.90	160.70	151.60	157.60	155.80	154.30	153.30	
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	149.30	141.70	152.20	153.60	144.50	149.70	148.70	146.90	145.80	
Peso del Agua	gr.	7.20	6.20	8.70	7.10	7.10	7.90	7.10	7.40	7.50	
Peso Muestra Seca	gr.	121.40	113.90	124.20	125.80	116.00	120.70	120.90	118.90	118.00	
Contenido de Humedad (W%)	%	5.93	5.44	7.00	5.64	6.12	6.55	5.87	6.22	6.36	
Promedio Contenido de Humedad	%	5.69		7.00	5.88		6.55	6.05		6.36	
Ds (gr/cm ³)	gr/cm ³	2.110		2.121	2.144		2.177	2.197		2.200	
ENSAYO DE HINCHAMIENTO											
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	
24	01	0.0015	0.038	0.022	0.0010	0.025	0.014	0.0000	0.000	0.000	
48	02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
72	03	0.0022	0.056	0.032	0.0018	0.046	0.026	0.0010	0.025	0.014	
96	04	0.0028	0.071	0.040	0.0020	0.051	0.029	0.0010	0.025	0.014	
OBSERVACIONES:											
INVESTIGADORES				COORDINADOR DE LABORATORIO				ASESOR DE TESIS			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN				BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA				ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS			
								ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS			

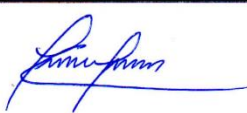



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ENSAYO: RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:					
		NORMA: MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193									
		TESIS: “CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”									
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%									
CANTERA:		GUITARRERO			FECHA DE ENSAYO:		18-08-2023				

CARGA - PENETRACIÓN										
Datos		D pisón (pulg)= 2.00			A pisón (pulg)= 3.14			F de carga = 7.5		
Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	Pulg.	Dial	Carga	Esfuerzo	Dial	Carga	Esfuerzo	Dial	Carga	Esfuerzo
			Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43
0.64	0.025	13.0	62.05	19.76	22.0	104.06	33.14	25.0	118.05	37.60
1.27	0.050	45.0	211.31	67.30	74.0	346.38	110.31	70.0	327.76	104.38
1.91	0.075	61.0	285.86	91.04	91.0	425.46	135.50	85.0	397.56	126.61
2.54	0.100	68.0	318.45	101.42	110.0	513.77	163.62	220.0	1023.42	325.93
3.18	0.125	75.0	351.03	111.79	123.0	574.15	182.85	321.0	1488.92	474.18
3.81	0.150	79.0	369.64	117.72	130.0	606.64	193.20	392.0	1814.76	577.95
4.45	0.175	83.0	388.25	123.65	140.0	653.04	207.98	480.0	2217.00	706.05
5.08	0.200	85.0	397.56	126.61	155.0	722.60	230.13	555.0	2558.43	814.79
7.62	0.300	115.0	537.00	171.02	172.0	801.37	255.21	680.0	3124.59	995.09
10.16	0.400	121.0	564.86	179.89	190.0	884.70	281.75	810.0	3709.61	1181.40
12.70	0.500	131.0	611.28	194.68	210.0	977.20	311.21	891.0	4072.15	1296.86

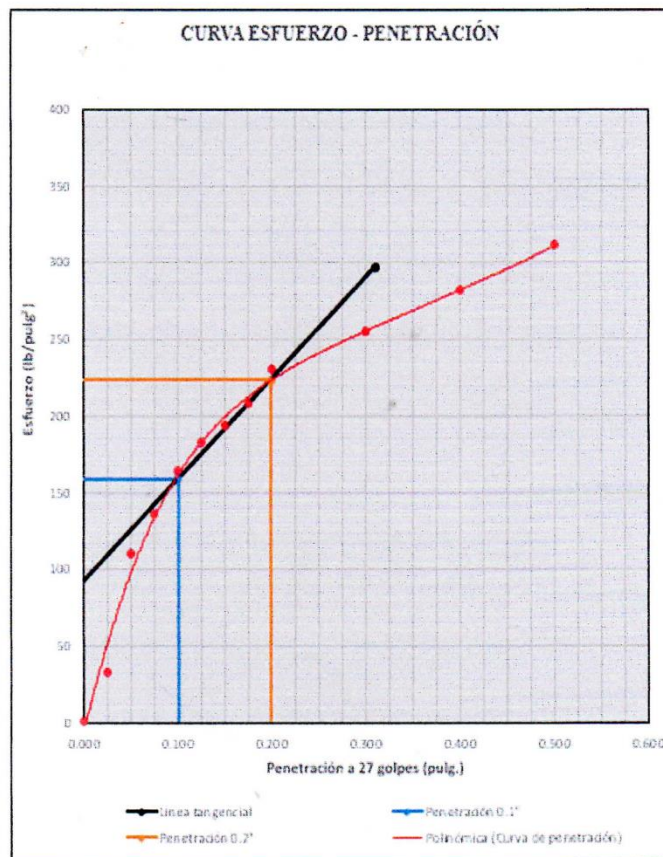
CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN








El gráfico muestra la relación entre el esfuerzo (lb/pulg²) en el eje Y y la penetración (pulg.) en el eje X. Se observa una curva de penetración que se vuelve más curva a mayor penetración. Se han trazado líneas tangenciales en los puntos de penetración de 0.1" y 0.2".

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		 BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	 ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS
 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS			

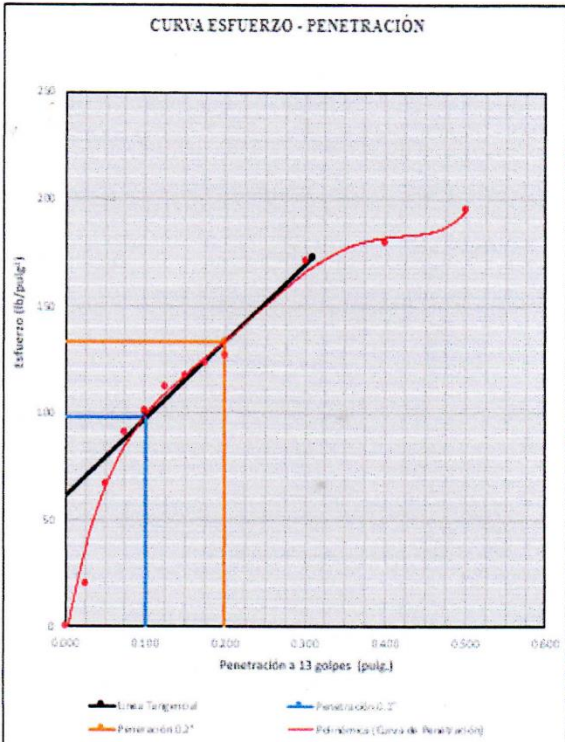
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023



OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS





LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO: RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:	
	NORMA: MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193		
	TESIS: "CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"		
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%	
CANTERA:		GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO: 18-08-2023


CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN

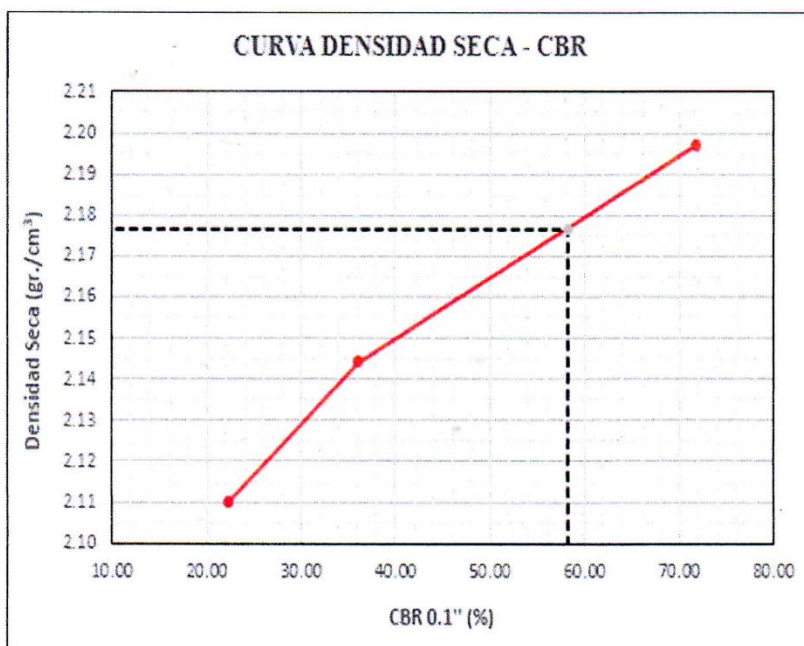


— Línea Tangencial — Penetración 0.1" — Penetración 0.2" — Polinómica (Curva de Penetración)





ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	223.58	360.72	718.54
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000
CBR (%)	22.36	36.07	71.85
Ds (gr/cm ³)	2.110	2.144	2.197

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	CBR-LS-UPNC:
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.176
CBR 0.1" (%)	58.27 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.067 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	4.63 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

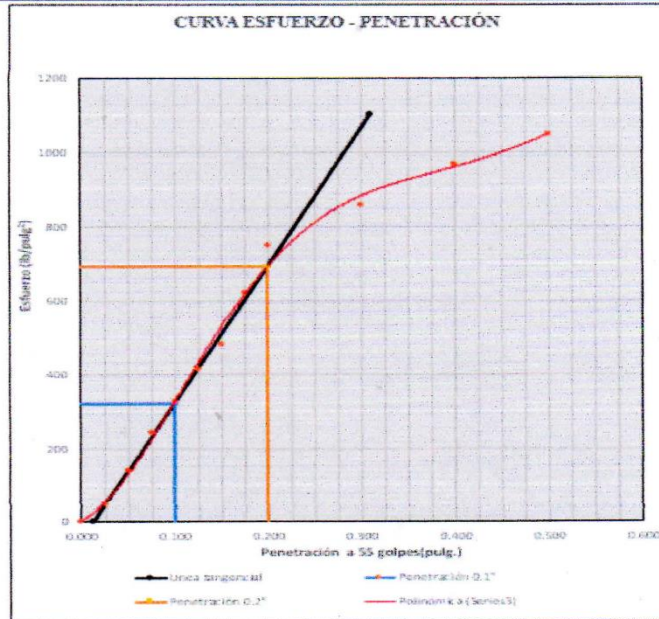
Anexo N°52

Ensayo de CBR de la cantera Guitarrero adicionando el 10% de arcilla




LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
PROTOCOLO												
ENSAYO:		RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			CBR-LS-UPNC:.....		
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193										
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"										
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%										
CANTERA:		GUITARRERO			FECHA DE ENSAYO:		14-08-2023					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR												
Cantidad de Muestra		18000.00 gr										
DESCRIPCIÓN		UND	1		2		3					
N° Capas			5		5		5					
N° Golpes por Capa			13		27		55					
Condición de Muestra			Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.				
Peso Molde		gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00				
Peso Muestra Húmeda + Molde		gr.	12458.00	12502.00	12602.00	12642.00	12628.00	12694.00				
Peso Muestra Húmeda		gr.	5232.00	5276.00	5378.00	5418.00	5426.00	5492.00				
Diámetro del Molde		cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20				
Altura del Molde		cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60				
Altura del Disco Espaciador		cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00				
Altura Muestra Compactada		cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60				
Volumen Muestra Húmeda		cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38				
Densidad Húmeda (Dh)		gr/cm ³	2.29	2.31	2.35	2.37	2.37	2.40				
CONTENIDO DE HUMEDAD												
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C		
Peso Recipiente	gr.	28.00	27.90	26.30	28.40	27.90	27.40	29.00	27.80	28.30		
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	176.50	178.90	173.30	160.60	183.00	171.30	192.50	202.80	162.80		
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	168.20	169.40	162.50	152.90	174.20	162.40	183.40	192.80	154.80		
Peso del Agua	gr.	8.30	9.50	10.80	7.70	8.80	8.90	9.10	10.00	8.00		
Peso Muestra Seca	gr.	140.20	141.50	136.20	124.50	146.30	135.00	154.40	165.00	126.50		
Contenido de Humedad (W%)	%	5.92	6.71	7.93	6.18	6.02	6.59	5.89	6.06	6.32		
Promedio Contenido de Humedad	%	6.32		7.93	6.10		6.59	5.98		6.32		
Ds (gr./cm ³)	gr/cm ³	2.154		2.140	2.215		2.223	2.236		2.257		
ENSAYO DE HINCHAMIENTO												
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03				
		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento			
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%		
24	01	0.0028	0.071	0.040	0.0025	0.064	0.036	0.0010	0.025	0.014		
48	02	0.0035	0.089	0.051	0.0028	0.071	0.040	0.0015	0.038	0.022		
72	03	0.0042	0.107	0.061	0.0035	0.089	0.051	0.0020	0.051	0.029		
96	04	0.0052	0.132	0.075	0.0040	0.102	0.058	0.0022	0.056	0.032		
OBSERVACIONES:												
INVESTIGADORES				COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR DE TESIS					
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN				BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA			ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS			ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS		

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023

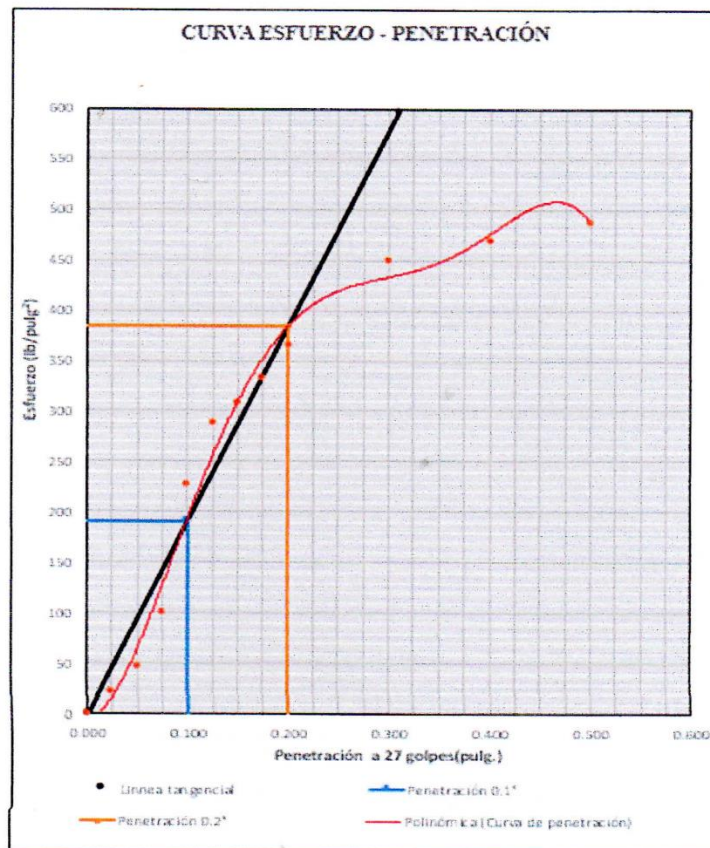
CARGA - PENETRACIÓN										
Datos		D pisón (pulg)= 2.00			A pisón (pulg)= 3.14			F de carga = 7.5		
Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	Pulg.	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43
0.64	0.025	21.0	99.39	31.65	14.0	66.72	21.25	30.0	141.38	45.02
1.27	0.050	41.0	192.67	61.36	31.0	146.04	46.51	94.0	439.41	139.94
1.91	0.075	55.0	257.91	82.14	67.0	313.79	99.93	164.0	764.31	243.41
2.54	0.100	75.0	351.03	111.79	153.0	713.33	227.17	220.0	1023.42	325.93
3.18	0.125	90.0	420.81	134.02	195.0	907.83	289.12	281.0	1304.85	415.56
3.81	0.150	103.0	481.25	153.26	208.0	967.96	308.27	324.0	1502.71	478.57
4.45	0.175	110.0	513.77	163.62	225.0	1046.52	333.29	423.0	1956.66	623.14
5.08	0.200	121.0	564.86	179.89	247.0	1148.09	365.63	510.0	2353.73	749.59
7.62	0.300	135	629.85	200.59	304	1410.73	449.28	586	2699.17	859.61
10.16	0.400	155	722.60	230.13	318	1475.13	469.79	661	3038.77	967.76
12.70	0.500	161	750.41	238.98	330	1530.29	487.35	716	3286.99	1046.81

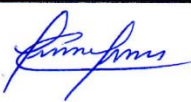

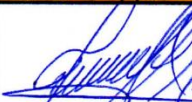




OBSERVACIONES:

INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

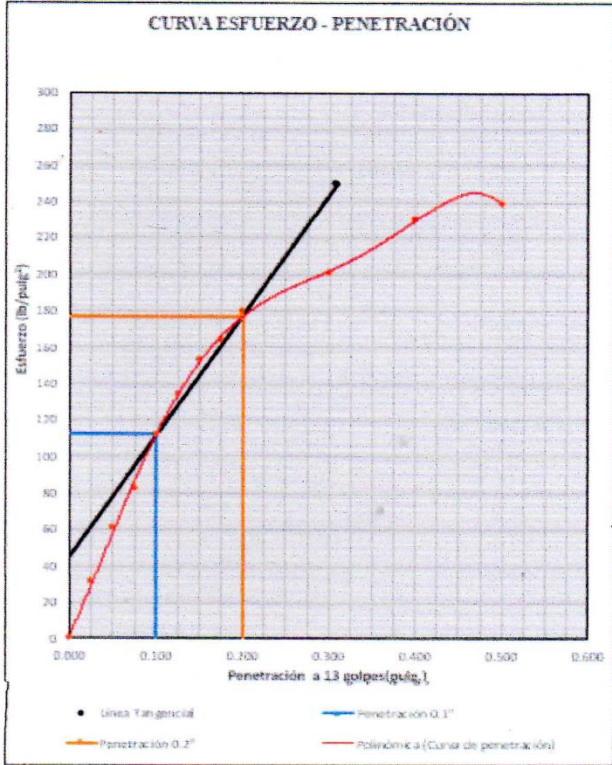
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%	
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023



OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS
			
			ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS





LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	CBR-LS-UPNC:	
TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN

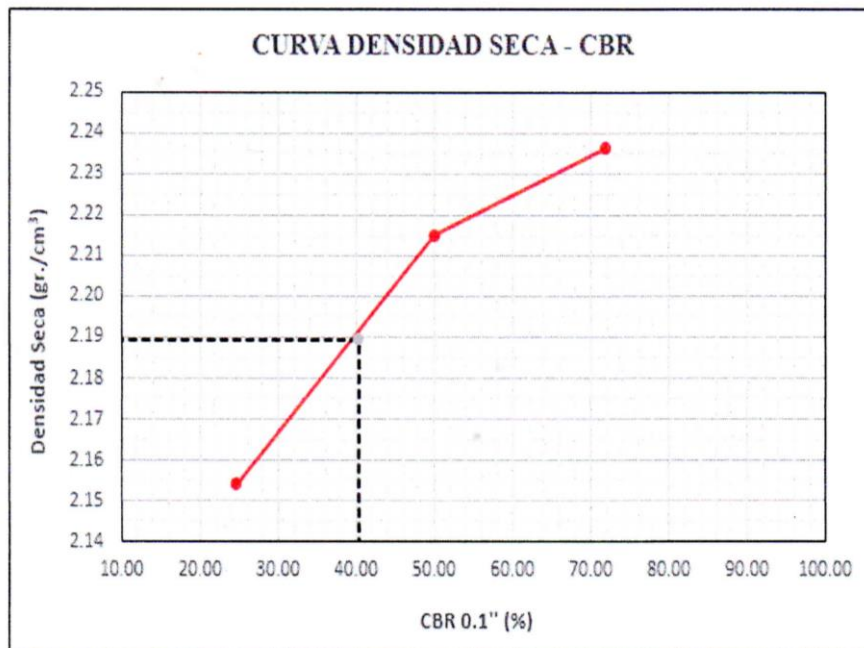


The graph plots Effort (lb/pulg²) on the y-axis (0 to 300) against Penetration (pulg.) on the x-axis (0.000 to 0.600). It features a black linear trendline, a red polynomial curve, and two vertical lines for 0.1" and 0.2" penetration. A legend at the bottom identifies the lines: 'línea Tangencial' (black dot), 'Penetración 0.1"' (blue line), 'Penetración 0.2"' (orange line), and 'Polinómica (Curva de penetración)' (red line).




ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	246.46	500.83	718.54
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1000	1000
CBR (%)	24.65	50.08	71.85
Ds (gr/cm³)	2.154	2.215	2.236

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYÓS MARTÍNEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”.	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023








RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.188
CBR 0.1" (%)	41.48 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.079 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	17.60 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°53

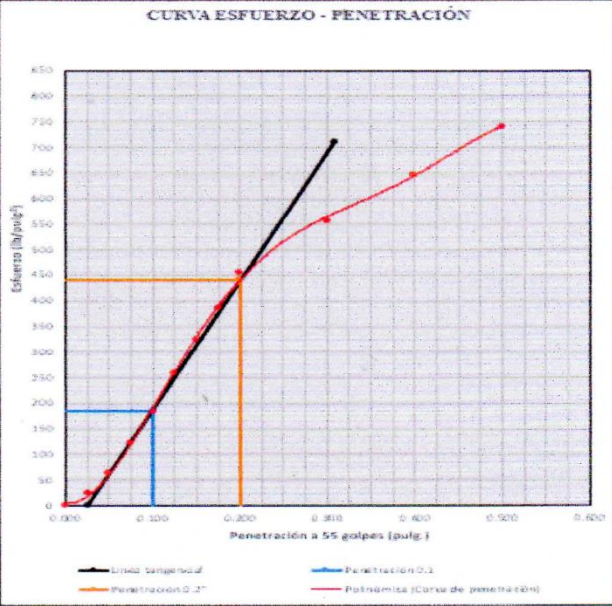
Ensayo de CBR de la cantera Guitarrero adicionando el 15% de arcilla





LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
ENSAYO:		RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:				
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193					CBR-LS-UPNC:.....				
TESIS:		“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”									
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%									
CANTERA:		GUITARRERO			FECHA DE ENSAYO:		14-08-2023				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR											
Cantidad de Muestra		18000.00 gr									
DESCRIPCIÓN		UND	1			2			3		
N° Capas			5			5			5		
N° Golpes por Capa			13			27			55		
Condición de Muestra			Antes		Desp.		Antes		Desp.		
Peso Molde	gr.		7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00			
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.		12564.00	12587.00	12637.00	12741.00	12683.00	12739.00			
Peso Muestra Húmeda	gr.		5338.00	5361.00	5413.00	5517.00	5481.00	5537.00			
Diámetro del Molde	cm		15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20			
Altura del Molde	cm		17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60			
Altura del Disco Espaciador	cm		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00			
Altura Muestra Compactada	cm		12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60			
Volumen Muestra Húmeda	cm ³		2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38			
Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³		2.33	2.34	2.37	2.41	2.40	2.42			
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	
Peso Recipiente	gr.	26.40	27.90	27.60	26.70	28.00	28.10	26.40	28.80	27.10	
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	154.70	157.00	163.20	198.50	212.70	182.90	190.70	222.50	196.70	
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	147.30	148.60	154.40	189.40	201.60	173.40	180.40	211.60	186.40	
Peso del Agua	gr.	7.40	8.40	8.80	9.10	11.10	9.50	10.30	10.90	10.30	
Peso Muestra Seca	gr.	120.90	120.70	126.80	162.70	173.60	145.30	154.00	182.80	159.30	
Contenido de Humedad (W%)	%	6.12	6.96	6.94	5.59	6.39	6.54	6.69	5.96	6.47	
Promedio Contenido de Humedad	%	6.54			6.94	5.99	6.54	6.33		6.47	
Ds (gr./cm ³)	gr/cm ³	2.187			2.188	2.236	2.262	2.257		2.273	
ENSAYO DE HINCHAMIENTO											
TIEMPO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
ACUMULADO		Lectura		Hinchamiento	Lectura		Hinchamiento	Lectura		Hinchamiento	
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	
24	01	0.0040	0.102	0.058	0.0030	0.076	0.043	0.0016	0.041	0.023	
48	02	0.0055	0.140	0.079	0.0028	0.071	0.040	0.0022	0.056	0.032	
72	03	0.0062	0.157	0.089	0.0045	0.114	0.065	0.0025	0.064	0.036	
96	04	0.0075	0.191	0.108	0.0056	0.142	0.081	0.0028	0.071	0.040	
OBSERVACIONES:											
INVESTIGADORES				COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR DE TESIS				
											
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN				BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA			ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS			ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ENSAYO: RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)						CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....			
		NORMA: MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193									
		TESIS: “CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”.									
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%									
CANTERA:		GUITARRERO				FECHA DE ENSAYO:		18-08-2023			

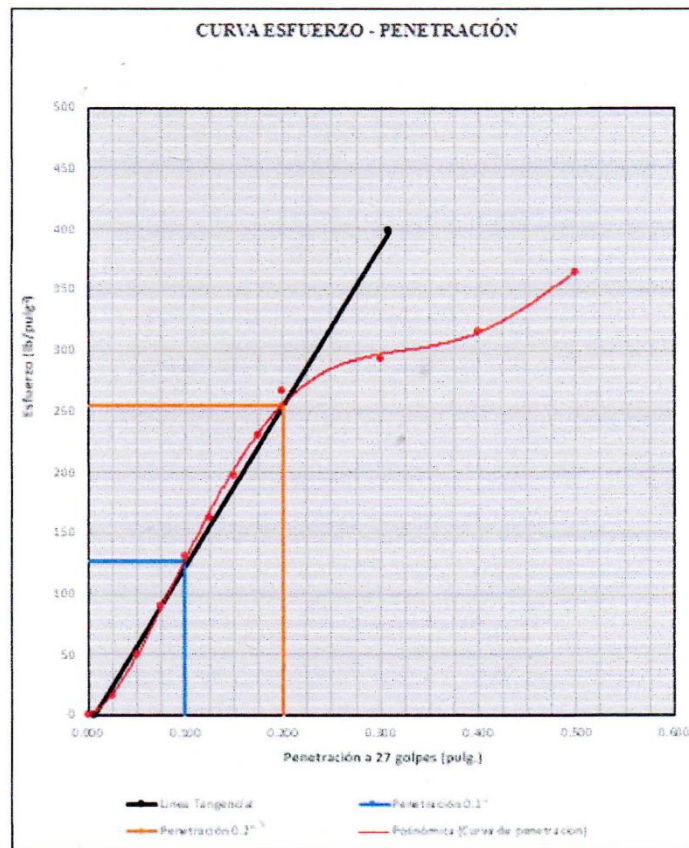
CARGA - PENETRACIÓN											
Datos		D pisón (pulg)= 2.00			A pisón (pulg)= 3.14			F de carga = 7.5			
		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
Penetración		Dial	Carga	Esfuerzo	Dial	Carga	Esfuerzo	Dial	Carga	Esfuerzo	
mm	Pulg.		Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²	
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	
0.64	0.025	14.0	66.72	21.25	10.0	48.05	15.30	16.0	76.06	24.22	
1.27	0.050	20.0	94.73	30.17	34.0	160.03	50.97	43.0	201.99	64.33	
1.91	0.075	24.0	113.39	36.11	60.0	281.20	89.55	82.0	383.60	122.17	
2.54	0.100	28.0	132.05	42.05	88.0	411.51	131.05	123.0	574.15	182.85	
3.18	0.125	32.0	150.71	48.00	109.0	509.13	162.14	174.0	810.63	258.16	
3.81	0.150	39.0	183.35	58.39	133.0	620.57	197.63	220.0	1023.42	325.93	
4.45	0.175	42.0	197.33	62.84	155.0	722.60	230.13	260.0	1208.06	384.73	
5.08	0.200	52.0	243.93	77.69	179.0	833.78	265.54	308.0	1429.14	455.14	
7.62	0.300	57.00	267.23	85.10	198.00	921.71	293.54	378.00	1750.60	557.52	
10.16	0.400	64.00	299.83	95.49	213.00	991.070	315.63	440.00	2034.39	647.89	
12.70	0.500	71.00	332.41	105.86	246.00	1143.476	364.16	503.00	2321.84	739.44	




CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN




OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
 BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	 BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	 ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

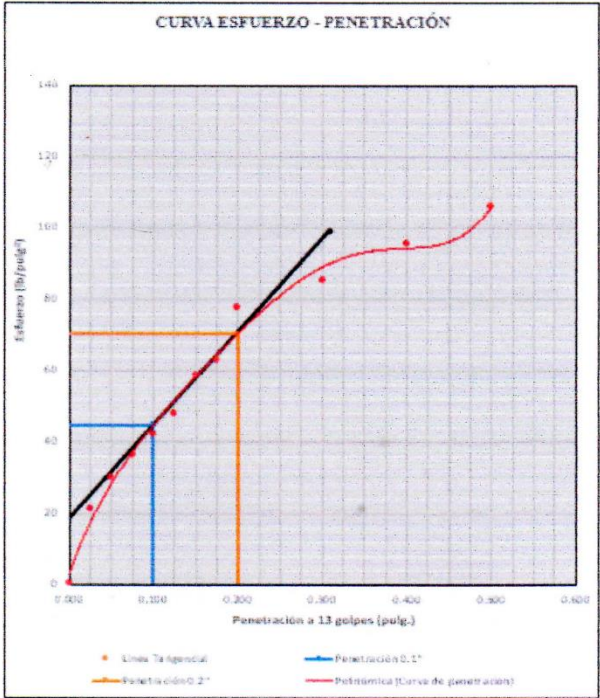
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023



OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYÓS MARTÍNEZ, JÓRGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS





LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....	
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193		
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”			
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%			
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023	


CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



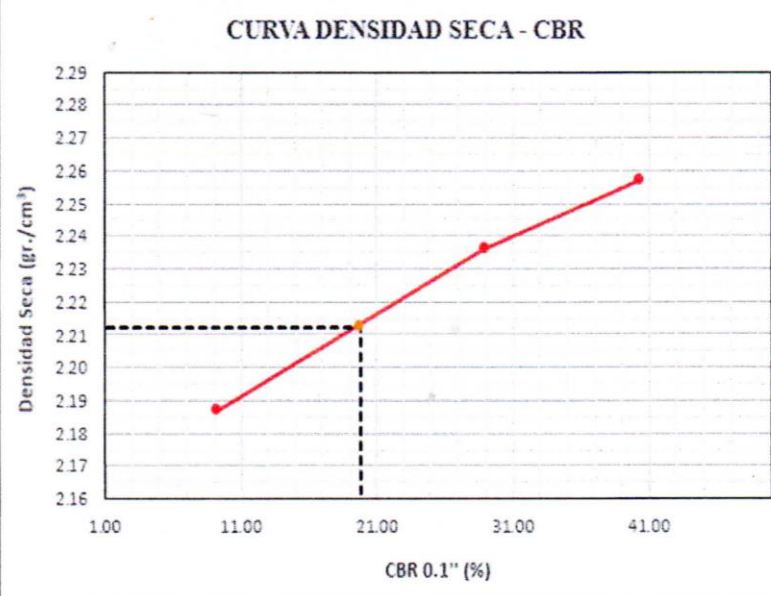
Legend:
 - Línea de Ajuste: Best-fit line
 - Penetración 0.1": Blue curve
 - Penetración 0.2": Orange curve
 - Potométrica (Curva de penetración): Red curve

ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	92.71	288.92	403.11
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000
CBR (%)	9.27	28.89	40.31
Ds (gr/cm ³)	2.187	2.236	2.257




OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIA ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”.	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%		
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	18-08-2023

CURVA DENSIDAD SECA - CBR


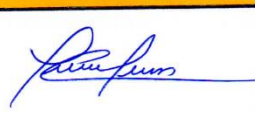
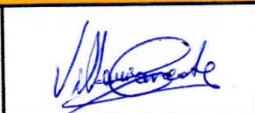




RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.212
CBR 0.1" (%)	19.76 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.101 kg/cm ³
CBR 0.2" (%)	28.44 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

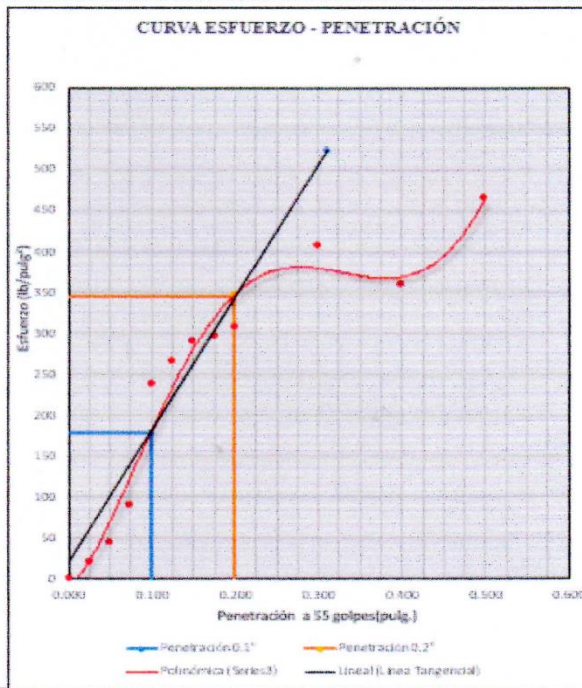
Anexo N°54

Ensayo de CBR de la cantera Chonta sin adición de arcilla

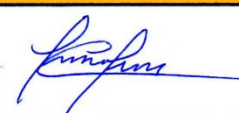



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193					CBR-LS-UPNC:			
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA								
CANTERA:		CHONTA	FECHA DE ENSAYO:		07-08-2023					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
Cantidad de Muestra		18000.00 gr								
DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3						
N° Capas		5	5	5						
N° Golpes por Capa		13	27	55						
Condición de Muestra		Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.			
Peso Molde	gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00			
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	11806.00	11989.00	11934.00	11974.00	12083.00	12176.00			
Peso Muestra Húmeda	gr.	4580.00	4763.00	4710.00	4750.00	4881.00	4974.00			
Diámetro del Molde	cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20			
Altura del Molde	cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60			
Altura del Disco Espaciador	cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00			
Altura Muestra Compactada	cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60			
Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38			
Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.00	2.08	2.06	2.08	2.13	2.18			
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1-A	1-B	1-C	1-A	1-B	1-C	1-A	1-B	1-C
Peso Recipiente	gr.	27.20	27.90	28.30	27.80	28.10	28.10	26.90	28.00	28.60
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	202.00	217.50	203.70	238.80	209.20	210.90	173.70	178.50	227.30
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	189.80	204.80	190.50	223.00	196.70	196.60	162.70	167.90	212.30
Peso del Agua	gr.	12.20	12.70	13.20	15.80	12.50	14.30	11.00	10.60	15.00
Peso Muestra Seca	gr.	162.60	176.90	162.20	195.20	168.60	168.50	135.80	139.90	183.70
Contenido de Humedad (W%)	%	7.50	7.18	8.14	8.09	7.41	8.49	8.10	7.58	8.17
Promedio Contenido de Humedad	%	7.34			7.75			7.84		
Ds (gr./cm ³)	gr/cm ³	1.863			1.923			1.912		
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
Horas	Días	Lectura Deforma.	Hinchamiento mm	Hinchamiento %	Lectura Deforma.	Hinchamiento mm	Hinchamiento %	Lectura Deforma.	Hinchamiento mm	Hinchamiento %
24	01	0.0320	0.813	0.462	0.0270	0.686	0.390	0.0190	0.483	0.274
48	02	0.0680	1.727	0.981	0.0460	1.168	0.664	0.0420	1.067	0.606
72	03	0.1120	2.845	1.616	0.1010	2.565	1.458	0.0990	2.515	1.429
96	04	0.1450	3.683	2.093	0.1320	3.353	1.905	0.1280	3.251	1.847
OBSERVACIONES:										
INVESTIGADORES				COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR DE TESIS			
										
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN				BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA			ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS			
										
							ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS			

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTS E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	CBR-LS-UPNC:
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023

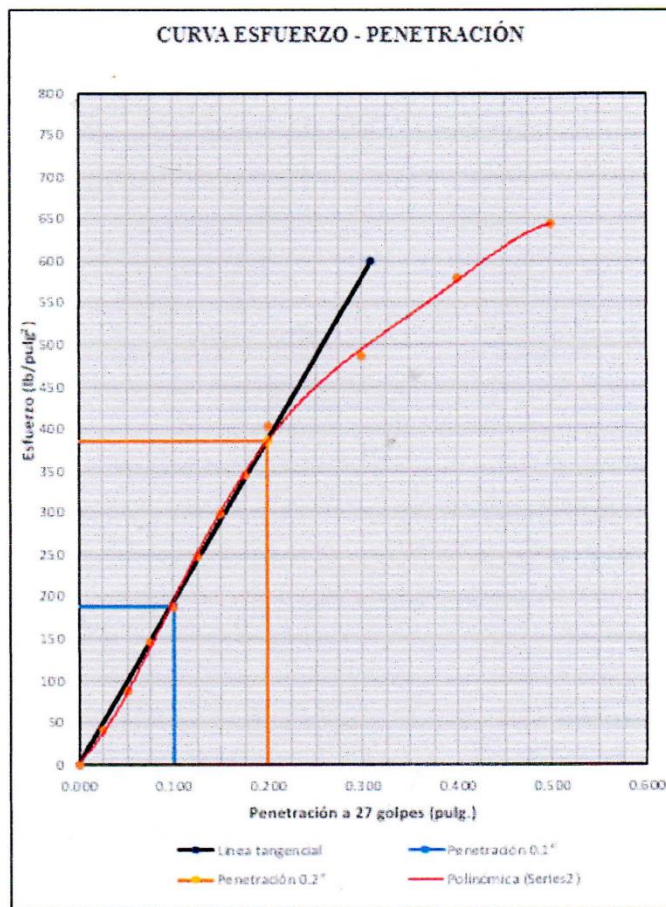
CARGA - PENETRACIÓN										
Datos		D pisón (pulg)= 2.00			A pisón (pulg ²)= 3.14			F de carga = 7.5		
		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	Pulg.	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43
0.64	0.025	8.0	38.71	12.33	28.0	132.05	42.05	14.0	66.72	21.25
1.27	0.050	19.0	90.06	28.68	59.0	276.54	88.07	30.0	141.38	45.02
1.91	0.075	33.0	155.37	49.48	97.0	453.36	144.38	60.0	281.20	89.55
2.54	0.100	55.0	257.91	82.14	126.0	588.08	187.29	160.0	745.77	237.51
3.18	0.125	77.0	360.34	114.76	166.0	773.58	246.36	180.0	838.41	267.01
3.81	0.150	98.0	458.01	145.86	201.0	935.59	297.96	196.0	912.46	290.59
4.45	0.175	115.0	537.00	171.02	233.0	1083.47	345.05	200.0	930.96	296.49
5.08	0.200	132.0	615.92	196.15	272.0	1263.38	402.35	208.0	967.96	308.27
7.62	0.300	174	810.63	258.16	330	1530.29	487.35	276	1281.81	408.22
10.16	0.400	190	884.70	281.75	392	1814.76	577.95	243	1129.63	359.76
12.70	0.500	209	972.58	309.74	437	2020.67	643.53	315	1461.33	465.39

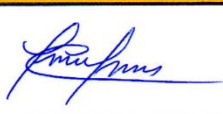
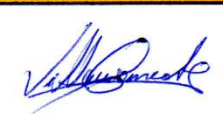
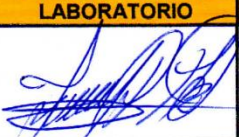



OBSERVACIONES:

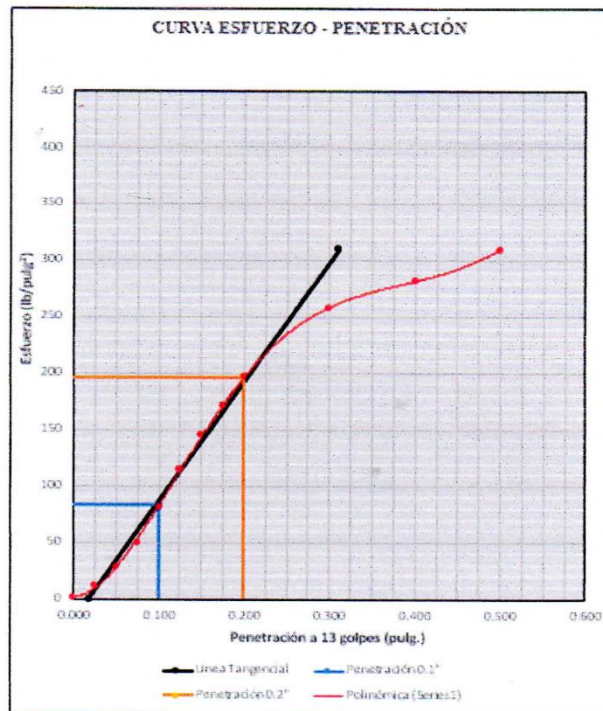
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
 BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN		 BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	 ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS
 ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS			

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023






OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

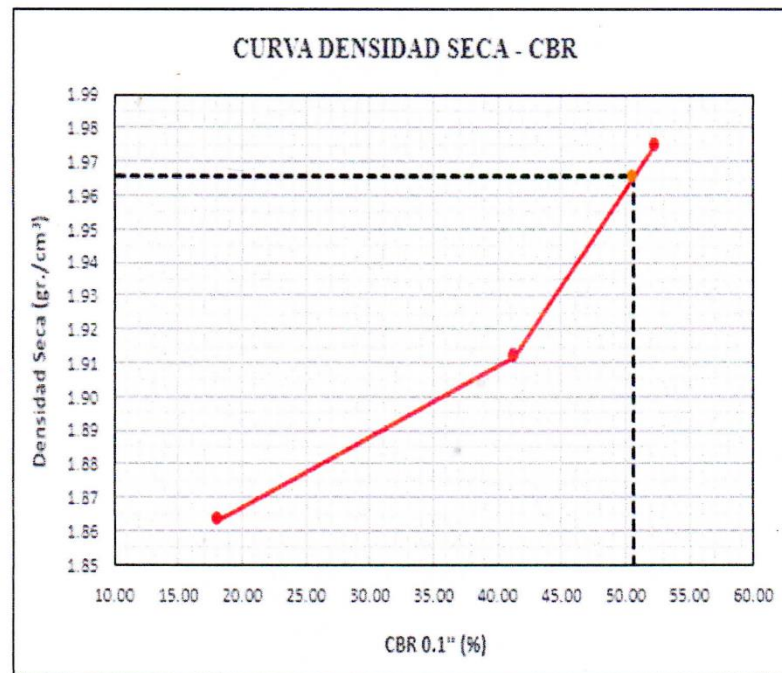
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023







ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	181.08	412.89	523.61
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000
CBR (%)	18.11	41.29	52.36
Ds (gr/cm ³)	1.863	1.912	1.975

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JÓRGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	CBR-LS-UPNC:
TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023

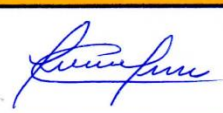
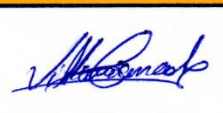




RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	1.961
CBR 0.1" (%)	50.54 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	1.863 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	21.15 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

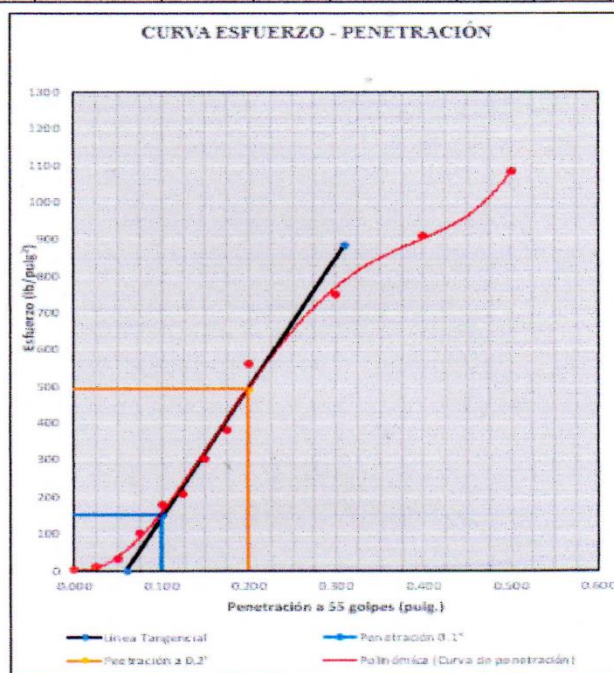
Anexo N°55

Ensayo de CBR de la cantera Chonta adicionando el 5% de arcilla





LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193					CBR-LS-UPNC:.....			
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%								
CANTERA:		CHONTA			FECHA DE ENSAYO:		07-08-2023			
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR										
Cantidad de Muestra		18000.00 gr								
DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3				
N° Capas		5		5		5				
N° Golpes por Capa		13		27		55				
Condición de Muestra		Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.	
Peso Molde	gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00	7202.00	7202.00	
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	12266.00	12332.00	12386.00	12507.00	12597.00	12616.00	12597.00	12616.00	
Peso Muestra Húmeda	gr.	5040.00	5106.00	5162.00	5283.00	5395.00	5414.00	5395.00	5414.00	
Diámetro del Molde	cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	
Altura del Molde	cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	
Altura del Disco Espaciador	cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
Altura Muestra Compactada	cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	
Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	
Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.20	2.23	2.26	2.31	2.36	2.37	2.36	2.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C
Peso Recipiente	gr.	28.60	28.10	27.20	28.60	28.00	26.90	28.30	26.60	27.90
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	231.40	239.30	210.00	213.80	209.10	199.30	212.10	247.30	181.50
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	215.90	222.00	195.40	199.50	195.00	185.60	196.50	229.70	168.80
Peso del Agua	gr.	15.50	17.30	14.60	14.30	14.10	13.70	15.60	17.60	12.70
Peso Muestra Seca	gr.	187.30	193.90	168.20	170.90	167.00	158.70	168.20	203.10	140.90
Contenido de Humedad (W%)	%	8.28	8.92	8.68	8.37	8.44	8.63	9.27	8.67	9.01
Promedio Contenido de Humedad	%	8.60		8.68	8.41		8.63	8.97		9.01
Ds (gr./cm ³)	gr/cm ³	2.026		2.052	2.085		2.126	2.166		2.174
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%
24	01	0.0590	1.499	0.851	0.0570	1.448	0.823	0.0540	1.372	0.779
48	02	0.1120	2.845	1.616	0.1030	2.616	1.486	0.0880	2.235	1.270
72	03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	04	0.2760	7.010	3.983	0.2500	6.350	3.608	0.2210	5.613	3.189
OBSERVACIONES:										
INVESTIGADORES			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR DE TESIS				
										
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN			BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA			ING. HOYOS-MARTINEZ, JORGE LUIS			ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:	
NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193		
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023

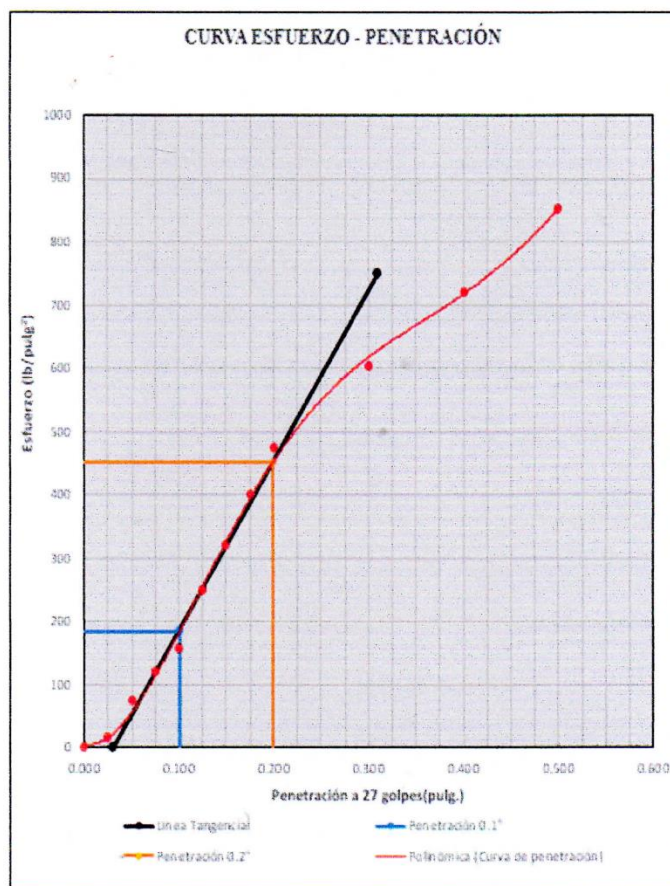
CARGA - PENETRACIÓN										
Datos		D pisón (pulg.)= 2.00			A pisón (pulg.)= 3.14			F de carga = 7.5		
Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	Pulg.	Dial	Carga	Esfuerzo	Dial	Carga	Esfuerzo	Dial	Carga	Esfuerzo
			Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²		Lb	Lb/pulg ²
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43
0.64	0.025	12.0	57.39	18.28	10.0	48.05	15.30	8.0	38.71	12.33
1.27	0.050	34.0	160.03	50.97	49.0	229.95	73.23	20.0	94.73	30.17
1.91	0.075	65.0	304.48	96.97	80.0	374.30	119.20	68.0	318.45	101.42
2.54	0.100	90.0	420.81	134.02	106.0	495.19	157.70	120.0	560.22	178.41
3.18	0.125	115.0	537.00	171.02	168.0	782.84	249.31	141.0	657.68	209.45
3.81	0.150	150.0	699.42	222.75	216.0	1004.94	320.04	204.0	949.46	302.38
4.45	0.175	185.0	861.56	274.38	270.0	1254.16	399.41	256.0	1189.61	378.86
5.08	0.200	205.0	954.09	303.85	320.0	1484.33	472.72	380.0	1759.77	560.44
7.62	0.300	235.0	1092.70	347.99	410.0	1897.18	604.20	510.0	2353.73	749.59
10.16	0.400	262.5	1219.58	388.40	490.0	2262.60	720.57	620.0	2853.28	908.69
12.70	0.500	290.0	1346.29	428.76	580.0	2671.95	850.94	740.0	3395.08	1081.24







OBSERVACIONES:


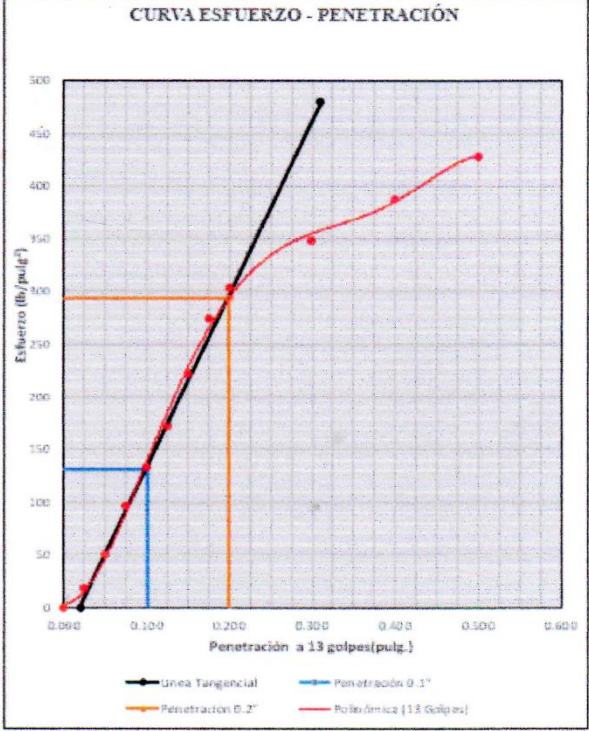
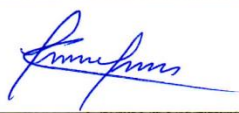



INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:	
NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193		
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023

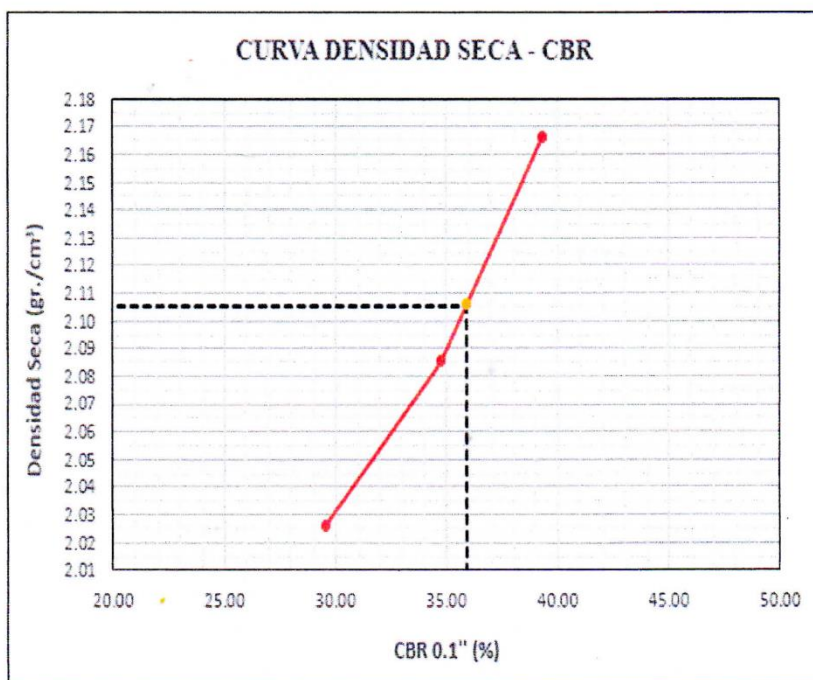


OBSERVACIONES:

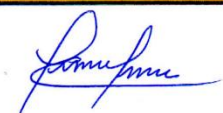
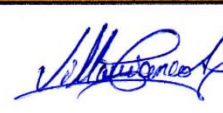
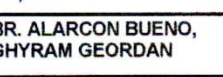

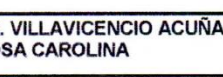

INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTÍNEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																											
PROTOCOLO																											
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....																								
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193																									
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"																									
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%																									
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023																								
<p>CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN</p>  <p>The graph plots Effort (lb/pulg²) on the y-axis (0 to 500) against Penetration (pulg.) on the x-axis (0.050 to 0.600). A red curve represents the test data. A black line is the tangent line at 0.1 inch penetration. Vertical lines indicate penetration values of 0.1" (blue) and 0.2" (orange). A legend identifies the tangent line, 0.1" penetration, 0.2" penetration, and the dynamic curve (13 blows).</p>																											
<p>ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MOLDE N°</th> <th>MOLDE N° 01</th> <th>MOLDE N° 02</th> <th>MOLDE N° 03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Penetración (Pulg.)</td> <td>0.1"</td> <td>0.1"</td> <td>0.1"</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)</td> <td>295.45</td> <td>347.67</td> <td>393.33</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo patrón (lb/pulg²)</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>CBR (%)</td> <td>29.55</td> <td>34.77</td> <td>39.33</td> </tr> <tr> <td>Ds (gr/cm³)</td> <td>2.026</td> <td>2.085</td> <td>2.166</td> </tr> </tbody> </table>				MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03	Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"	Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	295.45	347.67	393.33	Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000	CBR (%)	29.55	34.77	39.33	Ds (gr/cm ³)	2.026	2.085	2.166
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03																								
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"																								
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	295.45	347.67	393.33																								
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000																								
CBR (%)	29.55	34.77	39.33																								
Ds (gr/cm ³)	2.026	2.085	2.166																								
OBSERVACIONES:																											
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS																								
																											
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS																								

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.106
CBR 0.1" (%)	35.49 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.001 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	28.22 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
			
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	
BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA		ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS	

Anexo N°56

Ensayo de CBR de la cantera Chonta adicionando el 10% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193					CBR-LS-UPNC:		
TESIS:		“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”							
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%							
CANTERA:		CHONTA			FECHA DE ENSAYO:		07-08-2023		

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
Cantidad de Muestra		18000.00 gr					
DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5	6
N° Capas		5	5	5	5	5	5
N° Golpes por Capa		13	27	55			
Condición de Muestra		Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.
Peso Molde	gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	12546.00	12638.00	12704.00	12772.00	12927.00	12946.00
Peso Muestra Húmeda	gr.	5320.00	5412.00	5480.00	5548.00	5725.00	5744.00
Diámetro del Molde	cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Altura del Molde	cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60
Altura del Disco Espaciador	cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Altura Muestra Compactada	cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60
Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38
Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.33	2.37	2.40	2.43	2.50	2.51

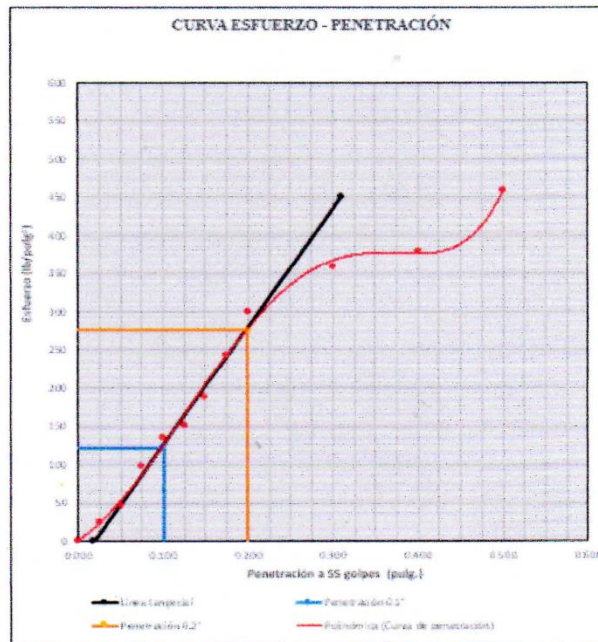
CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C
Peso Recipiente	gr.	27.60	28.00	28.00	28.30	26.60	27.90	26.90	28.00	27.90
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	203.70	247.80	198.40	257.10	219.70	202.40	200.70	193.40	217.40
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	192.60	230.10	184.90	238.70	204.60	188.10	186.80	179.90	201.70
Peso del Agua	gr.	13.10	17.70	13.50	18.40	15.10	14.30	13.90	13.50	15.70
Peso Muestra Seca	gr.	165.00	202.10	156.90	210.40	178.00	160.20	159.90	151.90	173.80
Contenido de Humedad (W%)	%	7.94	8.76	8.60	8.75	8.48	8.93	8.69	8.89	9.03
Promedio Contenido de Humedad	%	8.35	8.60	8.62	8.93	8.79	8.79	8.79	8.79	9.03
Ds (gr./cm ³)	gr/cm ³	2.150	2.182	2.210	2.231	2.298	2.302			

ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
ACUMULADO		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
Horas	Días	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%
24	01	0.1240	3.150	1.790	0.1120	2.845	1.616	0.0880	2.235	1.270
48	02	0.2120	5.385	3.060	0.2080	5.283	3.002	0.1920	4.877	2.771
72	03	0.3050	7.747	4.402	0.2850	7.239	4.113	0.2800	7.112	4.041
96	04	0.4240	10.770	6.119	0.4010	10.185	5.787	0.3740	9.500	5.398




OBSERVACIONES:				
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA		ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILÁGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”.	
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%	
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023

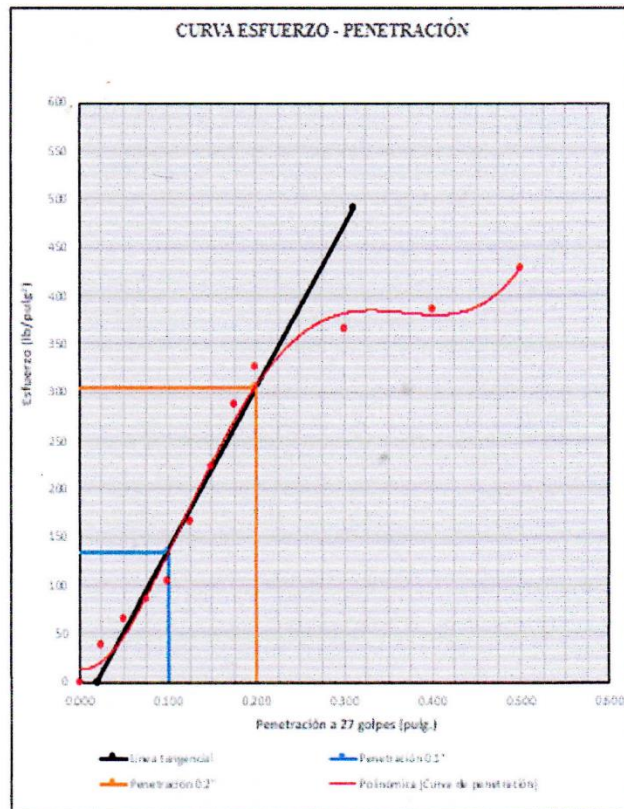
CARGA - PENETRACIÓN											
Datos		D pisón (pulg)= 2.00			A pisón (pulg)= 3.14			F de carga = 7.5			
Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
mm	Pulg.	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	0.0	1.35	0.43	
0.64	0.025	10.0	48.05	15.30	26.0	122.72	39.08	16.0	76.06	24.22	
1.27	0.050	20.0	94.73	30.17	43.0	201.99	64.33	32.0	150.71	48.00	
1.91	0.075	34.0	160.03	50.97	58.0	271.88	86.59	66.0	309.14	98.45	
2.54	0.100	54.0	253.25	80.65	70.0	327.76	104.38	90.0	420.81	134.02	
3.18	0.125	78.0	364.99	116.24	112.0	523.06	166.58	102.0	476.60	151.78	
3.81	0.150	102.0	476.60	151.78	150.0	699.42	222.75	126.0	588.08	187.29	
4.45	0.175	112.0	523.06	166.58	193.0	898.58	286.17	164.0	764.31	243.41	
5.08	0.200	130.0	606.64	193.20	220.0	1023.42	325.93	202.0	940.21	299.43	
7.62	0.300	143	666.96	212.41	246	1143.48	364.16	243	1129.63	359.76	
10.16	0.400	154	717.96	228.65	261	1212.67	386.20	256	1189.61	378.86	
12.70	0.500	164	764.31	243.41	290	1346.29	428.76	310	1438.34	458.07	



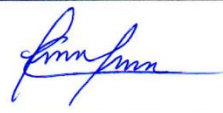



OBSERVACIONES:

INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIA ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:	
NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193		
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023

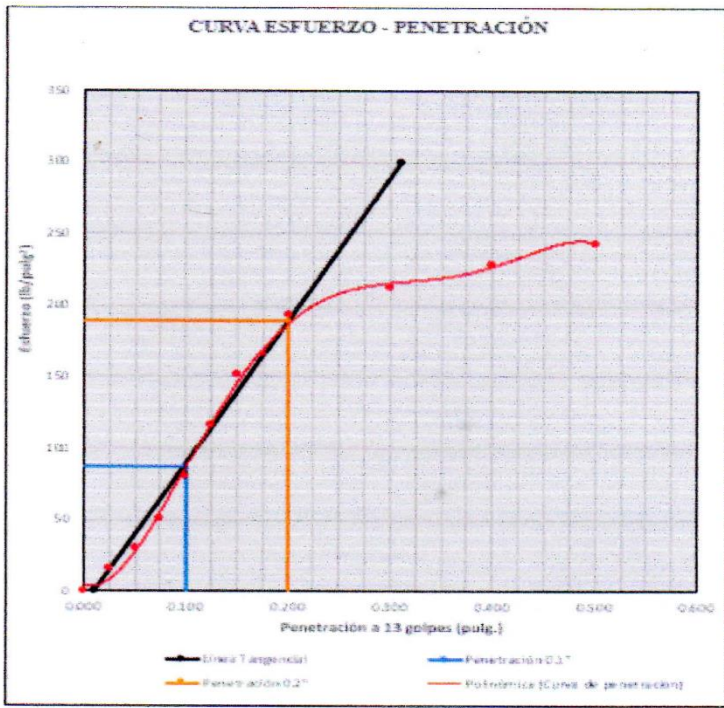


OBSERVACIONES:

INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JÓRGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

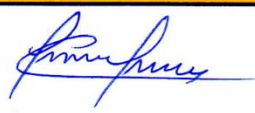
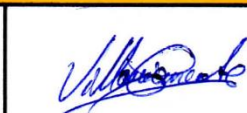


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....	
NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193		
TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN

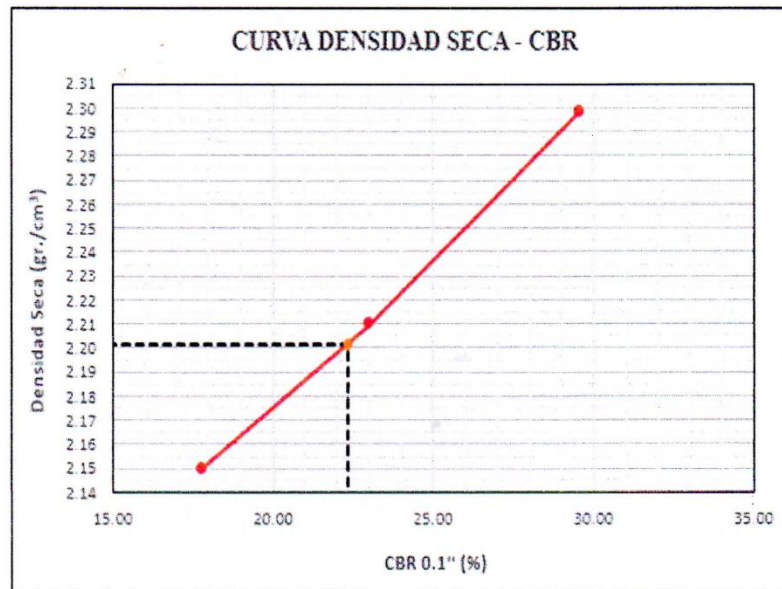


The graph plots Effort (lb/pulg²) on the y-axis (0 to 350) against Penetration at 23 blows (pulg.) on the x-axis (0.000 to 0.600). A black tangent line is drawn at a penetration of 0.100, corresponding to an effort of approximately 178 lb/pulg². A red polynomial curve represents the penetration data. A blue vertical line marks the 0.100 penetration point, and an orange vertical line marks the 0.200 penetration point.

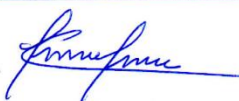


ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg²)	177.81	230.12	295.45
Esfuerzo patrón (lb/pulg²)	1000	1000	1000
CBR (%)	17.78	23.01	29.55
Ds (gr/cm³)	2.150	2.210	2.298

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:.....
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"	
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 10%	
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.201
CBR 0.1" (%)	22.00 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.091 kg/cm³
CBR 0.2" (%)	13.29 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°57

Ensayo de CBR de la cantera Chonta adicionando el 15% de arcilla

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)						CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193						GBR-LS-UPNC:		
TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICION DE ARCILLA 15%								
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:			07-08-2023				

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR							
Cantidad de Muestra		18000.00 gr					
DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3			
N° Capas		5	5	5			
N° Golpes por Capa		13	27	55			
Condición de Muestra		Antes	Desp.	Antes	Desp.	Antes	Desp.
Peso Molde	gr.	7226.00	7226.00	7224.00	7224.00	7202.00	7202.00
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr.	12676.00	12681.00	12813.00	12904.00	12868.00	12888.00
Peso Muestra Húmeda	gr.	5450.00	5455.00	5589.00	5680.00	5666.00	5686.00
Diámetro del Molde	cm	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Altura del Molde	cm	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60
Altura del Disco Espaciador	cm	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Altura Muestra Compactada	cm	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60
Volumen Muestra Húmeda	cm ³	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38	2286.38
Densidad Húmeda (Dh)	gr/cm ³	2.38	2.39	2.44	2.48	2.48	2.49

CONTENIDO DE HUMEDAD										
Ensayo	N°	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C	1 - A	1 - B	1 - C
Peso Recipiente	gr.	27.60	28.10	28.00	27.80	28.20	28.20	28.00	26.50	26.50
Peso Muestra Húmeda + Recipiente	gr.	151.00	192.50	198.60	194.80	199.70	132.00	151.60	138.20	151.00
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr.	141.50	179.10	184.40	180.60	185.80	122.90	141.80	128.80	140.60
Peso del Agua	gr.	9.50	13.40	14.20	14.20	13.90	9.10	9.80	9.40	10.40
Peso Muestra Seca	gr.	113.90	151.00	156.40	152.80	157.60	94.70	113.80	102.30	114.10
Contenido de Humedad (W%)	%	8.34	8.87	9.08	9.29	8.82	9.61	8.61	9.19	9.11
Promedio Contenido de Humedad	%	8.61		9.08	9.06		9.61	8.90		9.11
Ds (gr./cm ³)	gr/cm ³	2.191		2.191	2.237		2.263	2.277		2.282

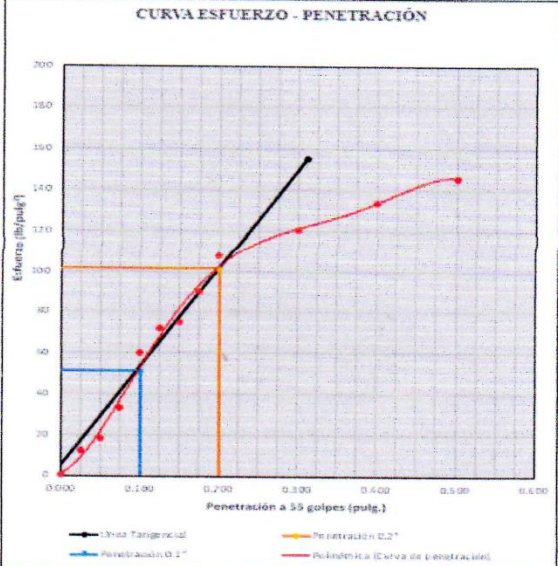
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
Horas	Días	Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento		Lectura	Hinchamiento	
		Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%	Deforma.	mm	%
24	01	0.1430	3.632	2.064	0.1320	3.353	1.905	1.1180	28.397	16.135
48	02	0.2780	7.061	4.012	0.2300	5.842	3.319	0.2080	5.283	3.002
72	03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	04	0.5800	14.732	8.370	0.5660	14.376	8.168	0.5420	13.767	7.822

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:		RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)						CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:		MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193						CBR-LS-UPNC:		
TESIS:		"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"								
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 5%								
CANTERA:		CHONTA	FECHA DE ENSAYO:				11-08-2023			

CARGA - PENETRACIÓN										
Datos		D pisón (pulg)= 2.00			A pisón (pulg ³)= 3.14			F de carga = 7.5		
Penetración		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
mm	Pulg.	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²	Dial	Carga Lb	Esfuerzo Lb/pulg ²
0.00	0.000	0.0	1.35	0.43	0.00	1.35	0.43	0.00	1.35	0.43
0.64	0.025	7.0	34.04	10.84	6.00	29.37	9.35	8.00	38.71	12.33
1.27	0.050	11.0	52.72	16.79	8.00	38.71	12.33	12.00	57.39	18.28
1.91	0.075	18.0	85.39	27.19	18.00	85.39	27.19	22.00	104.06	33.14
2.54	0.100	24.0	113.39	36.11	31.00	146.04	46.51	40.00	188.01	59.87
3.18	0.125	30.0	141.38	45.02	46.00	215.97	68.78	48.00	225.29	71.75
3.81	0.150	40.0	188.01	59.87	50.00	234.61	74.72	50.00	234.61	74.72
4.45	0.175	51.0	239.27	76.20	58.00	271.88	86.59	60.00	281.20	89.55
5.08	0.200	58.0	271.88	86.59	64.00	299.83	95.49	72.00	337.07	107.35
7.62	0.300	77.00	360.34	114.76	72.00	337.07	107.35	81.00	378.95	120.68
10.16	0.400	98.00	458.01	145.86	80.00	374.30	119.20	90.00	420.81	134.02
12.70	0.500	120.00	560.22	178.41	88.00	411.51	131.05	98.00	458.01	145.86

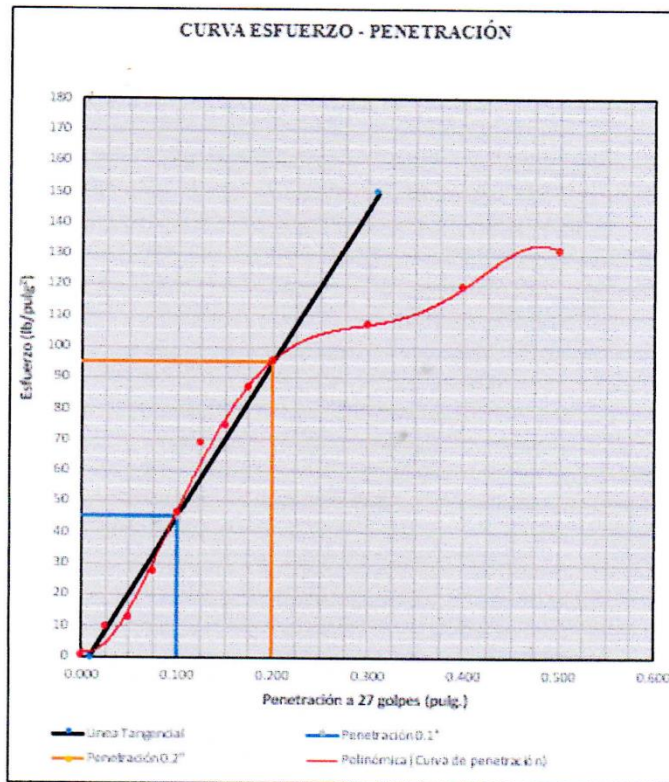
CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN








— Línea Tangencial — Penetración 0.2"
 — Penetración 0.1" — Penetración (Curva de penetración)

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JÓRGE LUIS
		ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS	

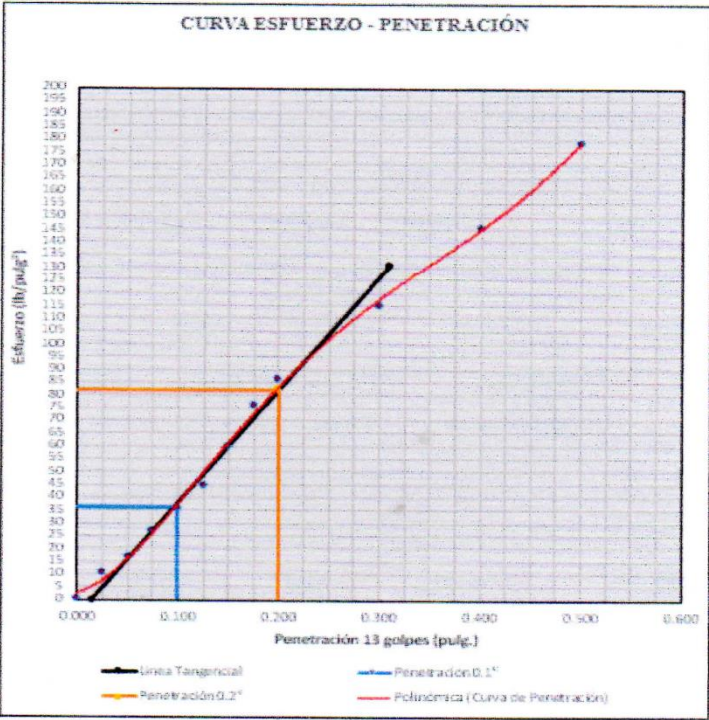
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023







OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTÍNEZ, JÓRGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO: RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:	
	NORMA: MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193		
	TESIS: "CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"		
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023

CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN

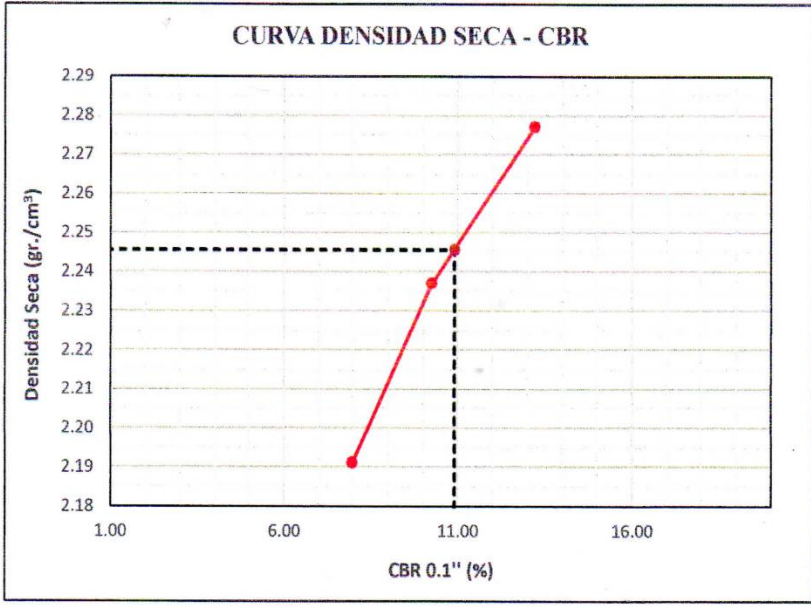


ESFUERZOS PARA 0.1" DE PENETRACIÓN, CBR Y DENSIDAD SECA			
MOLDE N°	MOLDE N° 01	MOLDE N° 02	MOLDE N° 03
Penetración (Pulg.)	0.1"	0.1"	0.1"
Esfuerzo del suelo (lb/pulg ²)	79.61	102.54	132.00
Esfuerzo patrón (lb/pulg ²)	1000	1000	1000
CBR (%)	7.96	10.25	13.20
Ds (gr/cm ³)	2.191	2.237	2.277





OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LABORATORIO (CBR)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CBR-LS-UPNC:
	NORMA:	MTC E 132 / NTP 399.145 / ASTM D183 / AASHTO T193	
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”-	
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO CON ADICIÓN DE ARCILLA 15%		
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	11-08-2023

CURVA DENSIDAD SECA - CBR



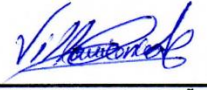




RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.244
CBR 0.1" (%)	11.02 %
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	2.132 kg/cm ³
CBR 0.2" (%)	4.21 %

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS	
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE/LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS


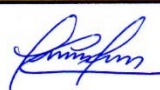
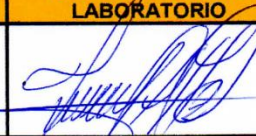

Anexo N°58

Ensayo de Abrasión los Ángeles de la cantera Edgar

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	PROTOCOLO						
	ENSAYO:	ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2")				CÓDIGO DEL DOCUMENTO: ALA-LC-UPNC:	
	NORMA:	MTC E 207 / ASTM C131 / NTP 400.019					
TESIS:	"CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022"						
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA						
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	01-08-2023				
GRANULOMETRÍA DE ENSAYO							
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"			
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12	11	8	6			
GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO							
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	"A" (gr)	"B" (gr)	"C" (gr)	"D" (gr)		
1 1/2"	1"	1250 ± 25					
1"	3/4"	1250 ± 25					
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10				
3/8"	1/4"			2500 ± 10			
1/4"	N° 4			2500 ± 10			
N° 4	N° 8				5000 ± 10		
TOTALES		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		
DESGASTE A LA ABRASIÓN							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	P R O M E D I O	
A	Peso muestra total	gr	5010.00	5005.00	5012.00		
B	Peso retenido en tamiz N°12	gr	2693.30	2685.70	2698.10		
D	Desgaste a la abrasión Los Angeles $D = \frac{A-B}{A} * 100$	%	46.24	46.34	46.17	46.25	
OBSERVACIONES:							
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS			
							
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN		BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA		ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS		ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS	






Anexo N°59

Ensayo de Abrasión los Ángeles de la cantera Guitarrero

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO						
	ENSAYO:	ABRACION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1/12)				CÓDIGO DEL DOCUMENTO: ALA-LC-UPNC:	
	NORMA:	MTC E 207 / ASTM C131 / NTP 400.019					
TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”						
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA						
CANTERA:	GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:	02-08-2023				
GRANULOMETRÍA DE ENSAYO							
GRADACIÓN	“A”	“B”	“C”	“D”			
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12	11	8	6			
GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO							
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	“A” (gr)	“B” (gr)	“C” (gr)	“D” (gr)		
1 1/2"	1"	1250 ± 25					
1"	3/4"	1250 ± 25					
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10				
3/8"	1/4"			2500 ± 10			
1/4"	N° 4			2500 ± 10			
N° 4	N° 8				5000 ± 10		
TOTALES		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		
DESGASTE A LA ABRASIÓN							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	P R O M E D I O	
A	Peso muestra total	gr	5012	5010	5001		
B	Pesi retenido en tamiz N°12	gr	2979.40	2981.50	2972.60		
D	Desgaste a la abrasión Los Angeles $D=(A-B)*100/A$	%	40.55	40.49	40.56	40.53	
OBSERVACIONES:							
INVESTIGADORES			COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS		
							
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN			BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA		ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS		
					ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS		





Anexo N°60

Ensayo de Abrasión los Ángeles de la cantera Chonta

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2")			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: ALA-LC-UPNC:	
	NORMA:	MTC E 207 / ASTM C131 / NTP 400.019				
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”				
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA					
CANTERA:	CHONTA	FECHA DE ENSAYO:	03-08-2023			
GRANULOMETRÍA DE ENSAYO						
GRADACIÓN	“A”	“B”	“C”	“D”		
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12	11	8	6		
GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO						
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	“A” (gr)	“B” (gr)	“C” (gr)	“D” (gr)	
1 1/2"	1"	1250 ± 25				
1"	3/4"	1250 ± 25				
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10			
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10			
3/8"	1/4"			2500 ± 10		
1/4"	N° 4			2500 ± 10		
N° 4	N° 8				5000 ± 10	
TOTALES		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	
DESGASTE A LA ABRASIÓN						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	P R O M E D I O
A	Peso muestra total	gr	5008	5010	5005	
B	Pesi retenido en tamiz N°12	gr	3295.40	3297.70	3290.30	
D	Desgaste a la abrasión Los Angeles $D = \frac{(A-B) \cdot 100}{A}$	%	34.20	34.18	34.26	34.21
OBSERVACIONES:						
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS			
						
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN		BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYÓS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS		


Anexo N°61

Ensayo de Partículas planas y alargadas en agregado grueso de la cantera Edgar


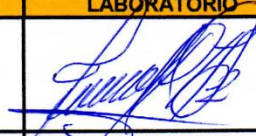

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	AGTS-LS-UPNC:
	NORMA:	ASTM D4 791				
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”				
TIPO DE MATERIAL:	AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA					
CANTERA:	EDGAR	FECHA DE ENSAYO:	17-08-2023			
Partículas planas y alargadas ASTM D4791		Identificación de la muestra: Cantera Edgar				
		Fecha de ensayo: 17/08/2023				
		Método utilizado: Por masa				
Resultados		Relación:				
(A) Masa inicial de la muestra g		ENSAYO				
		59958.00				
Tamiz mm		1 1/2	1	3/4	1/2	3/8
(B) Masa total de cada fracción g		5919.00	16624.00	16474.00	16365.00	4573.00
(C) Retenido parcial %		9.87	27.73	27.48	27.29	7.63
(D) Masa a ensayar de cada fracción g (si aplica reducción)		591.9	1662.4	1647.4	1636.5	457.3
Masas individuales g	(E) Planas y alargadas	301.70	1089.50	986.30	1662.40	263.40
	(F) Ni planas, ni alargadas	289.10	535.30	657.70	667.80	191.80
Planas y alargadas por tamiz %	(G) = (E/D) * 100	50.97	65.54	59.87	101.58	57.60
	(H) = G*C / 100	5.03	18.17	16.45	27.72	4.39
Σ de retenido parcial (Total C) %		100 %				
Σ de planas y alargadas (Total H) %		71.77 %				
Partículas planas y alargadas % (Total H/Total C * 100)		71.77 %				
Partículas planas y alargadas promedio		71.77				
OBSERVACIONES:						
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR DE TESIS		
						
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN		ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS		ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS		

Anexo N°62

Ensayo de Partículas planas y alargadas en agregado grueso de la cantera Guitarrero


LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTS-LS-UPNC:
	NORMA:	ASTM D4 791			
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”			
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA			
CANTERA:		GUITARRERO	FECHA DE ENSAYO:		17-08-2023

Partículas planas y alargadas ASTM D4791		Identificación de la muestra: Cantera Guitarrero				
		Fecha de ensayo: 17/08/2023				
		Método utilizado: Por masa				
Resultados		Relación:				
		ENSAYO				
(A) Masa inicial de la muestra g		39096.00				
Tamiz mm		1 1/2	1	3/4	1/2	3/8
(B) Masa total de cada fracción g		4095.00	8623.00	9123.00	11443.00	5814.00
(C) Retenido parcial %		10.47	22.06	23.33	29.27	14.87
(D) Masa a ensayar de cada fracción g (si aplica reducción)		409.50	962.30	1112.30	1144.30	581.40
Masas individuales g	(E) Planas y alargadas	251.00	504.30	754.30	897.50	421.60
	(F) Ni planas, ni alargadas	158.50	458.00	358.00	246.80	159.80
Planas y alargadas por tamiz %	(G) = (E/D) * 100	61.29	52.41	67.81	78.43	72.51
	(H) = G*C / 100	6.42	11.56	15.82	22.96	10.78
Σ de retenido parcial (Total C) %		100.00				
Σ de planas y alargadas (Total H) %		67.54				
Partículas planas y alargadas % (Total H/Total C * 100)		67.54				
Partículas planas y alargadas promedio		67.54				




OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCÓN BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS

Anexo N°63

Ensayo de Partículas planas y alargadas en agregado grueso de la cantera Chonta

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTS-LS-UPNC:	
	NORMA:	ASTM D4 791				
	TESIS:	“CALIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DE LAS CANTERAS EDGAR, GUITARRERO Y CHONTA, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS EG-2013, ADICIONANDO ARCILLA EN PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15%, CAJAMARCA 2022”				
TIPO DE MATERIAL:		AFIRMADO SIN ADICIÓN DE ARCILLA				
CANTERA:		CHONTA	FECHA DE ENSAYO:		17-08-2023	

Partículas planas y alargadas ASTM D4791		Identificación de la muestra: Cantera Chonta				
		Fecha de ensayo: 17/08/2023				
Resultados		Método utilizado: Por masa				
(A) Masa inicial de la muestra g		Relación: ENSAYO 37822.00				
Tamiz mm		1 1/2	1	3/4	1/2	3/8
(B) Masa total de cada fracción g				3144.00	22553.00	12125.00
(C) Retenido parcial %				8.31	59.63	32.06
(D) Masa a ensayar de cada fracción g (si aplica reducción)				314.40	2255.30	1212.50
Masas individuales g	(E) Planas y alargadas			231.20	1482.90	779.80
	(F) Ni planas, ni alargadas			83.20	772.40	432.70
Planas y alargadas por tamiz %	(G) = (E/D) * 100			73.54	65.75	64.31
	(H) = G * C / 100			6.11	39.21	20.62
Σ de retenido parcial (Total C) %		100 %				
Σ de planas y alargadas (Total H) %		65.94 %				
Partículas planas y alargadas % (Total H/Total C * 100)		65.94 %				
Partículas planas y alargadas promedio		65.94				

OBSERVACIONES:			
INVESTIGADORES		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
			
BR. ALARCON BUENO, GHYRAM GEORDAN	BR. VILLAVICENCIO ACUÑA, ROSA CAROLINA	ING. HOYOS MARTINEZ, JORGÉ LUIS	ING. MERMA GALLARDO, LIZBETH MILAGROS