

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA



Diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción en el jirón San

Hernán, Los Olivos, Lima – 2019.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

AUTOR

Michael Alexander Vilchez Olivera

ASESOR

Félix Germán Delgado Ramírez

Lima, Perú

2020

Dedicatoria

Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo (PRONABEC) por brindarme el apoyo mediante Beca 18 para estudiar la carrera profesional de Ingeniería Civil.

A la Universidad Católica Sede Sapientiae, a mis profesores y a mis amistades que con su apoyo y enseñanzas me han permitido avanzar en el proceso de mi formación profesional, ahora, una meta cumplida.

Agradecimiento

A Dios por su infinito amor y bendición para hacer realidad este sueño de convertirme en Ingeniero Civil.

A mi familia en especial a mi abuelo José Santos Olivera Fernández por haberme criado con mucho amor e inculcado buenos valores, por el apoyo que me ha brindado en el trayecto de mi vida y por ser para mí una fuente de motivación constante para lograr realizarme en mi carrera profesional.

A Beca 18.

A mi asesor el Dr. Félix Germán Delgado Ramírez por compartirme sus conocimientos.

Resumen

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo diseñar el perfil estructural de un pavimento flexible con material reciclable de la construcción en el jirón San Hernán, Los Olivos - Lima. El tipo de investigación es cuantitativo, cuya técnica fue la observación registrada en 13 instrumentos. Se tomó una muestra de 240 kg de suelo natural, 300 kg de material afirmado de préstamo de cantera y 80 kg de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla).

Se realizó conteo vehicular, ensayos al suelo natural de contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, sales solubles, materia orgánica, proctor modificado y cbr determinándose una sub rasante de buena calidad; se mezcló afirmado con ladrillo pulverizado y se realizó los ensayos antes mencionados y adicionalmente material que pasa la malla N°200, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, abrasión los ángeles y equivalente de arena determinándose que una mezcla de 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado cumple los requisitos para material de subbase según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Finalmente, se diseñó el pavimento con la metodología AASHTO 93 obteniendo como resultado un perfil estructural de 30 cm de subbase, 30 cm de base y 5 cm de carpeta asfáltica.

Palabras clave: diseño, suelo, construcción, material, ladrillo.

Abstract

The objective of this research study was to design the structural profile of a flexible pavement with recyclable material of construction in San Hernán street, Los Olivos - Lima. The investigation is quantitative type, whose technique was the observation registered in 13 instruments. It took a sample of 240 kg soil of natural, 300 kg of affirmed quarry loan material, and 80 kg of recyclable construction material (clay brick blocks).

Vehicle count tests were performed, natural soil tests for moisture content, granulometry, liquid limit, plastic limit, soluble salts, organic matter, modified proctor and CBR were carried out, determining a good quality subgrade; affirmed with powdered brick was mixed and the aforementioned tests were carried out and additionally material that passes the mesh N°. 200, flat and elongated particles, fractured faces, abrasion angels and sand equivalent, determining that a mixture of 60% affirmed and 40% Powdered brick meets the requirements for sub-base material according to CE 010 Urban Pavements.

Finally, the pavement was designed with the AASHTO 93 methodology, obtaining as a result a structural profile of 30 cm of subbase, 30 cm of base and 5 cm of asphalt binder.

Key words: design, floor, construction, material, brick.

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice.....	vi
Índice de Tablas.....	xvii
Índice de Figuras.....	xxii
Introducción.....	xxv
Capítulo I.....	1
Planteamiento del problema.....	1
1.1. Problema de investigación.....	2
1.1.1. Problema principal.....	2
1.1.2. Problemas secundarios.....	2
1.2. Objetivos de investigación.....	2
1.2.1. Objetivo principal.....	2
1.2.2. Objetivos secundarios.....	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.3.1. Justificación práctica.....	3
1.3.2. Justificación medio ambiental.....	4
1.4. Delimitación del área de investigación.....	4
1.4.1. Delimitación espacial.....	4
1.4.2. Delimitación temporal.....	5
1.5. Limitaciones de la investigación.....	6
Capítulo II.....	7

Marco teórico	7
2.1. Antecedentes nacionales e internacionales	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes nacionales	8
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Pavimento	9
2.2.2. Pavimento flexible	9
2.2.3. Subrasante	10
2.2.4. Suelo de fundación	10
2.2.5. Clasificación de suelos AASHTO	11
2.2.6. Clasificación de suelos SUCS	13
2.2.7. Material reciclable	15
2.2.8. Reciclaje	15
2.2.9. Ladrillo	15
2.2.10. Afirmado	16
2.2.11. Análisis granulométrico	16
2.2.12. Limite liquido	16
2.2.13. Limite plástico	17
2.2.14. Índice de plasticidad	17
2.2.15. Contenido de humedad	17
2.2.16. Material fino que pasa malla N°200	17
2.2.17. Sales solubles en el suelo y agregados	17
2.2.18. Materia orgánica en el suelo y agregados	17
2.2.19. Partículas chatas y alargadas en agregados	17
2.2.20. Caras fracturadas en agregados	18
2.2.21. Método proctor	18
2.2.22. California bearing ratio (cbr)	18

2.2.23.	Abrasión los ángeles	18
2.2.24.	Equivalente de arena.....	18
2.2.25.	Norma CE 010 Pavimentos Urbanos – requisitos especiales de subbase... 18	
2.2.26.	Tráfico vial	19
2.2.27.	Tasa anual de crecimiento de tránsito.....	19
2.2.28.	Periodo de diseño.....	20
2.3.	Definición de términos básicos	20
Capítulo III.....		21
Hipótesis y variables de investigación		21
3.1.	Hipótesis principal	21
3.2.	Hipótesis secundarias	21
3.3.	Variables e indicadores	22
3.3.1.	Variable principal.....	22
3.3.2.	Operacionalización de la variable	22
Capítulo IV.....		24
Diseño de la investigación		24
4.1.	Nivel o alcance.....	24
4.2.	Diseño	25
4.3.	Población o universo investigado	25
4.4.	Muestra	25
4.5.	Descripción de la muestra.....	26
4.6.	Tipo de muestreo.....	27
4.7.	Técnica e instrumento para recogida de datos	28
4.8.	Unidades de investigación	28
4.9.	Matriz de consistencia.....	34
4.10.	Método	36
Capítulo V.....		38

Desarrollo de la tesis	38
5.1. Trabajo de campo y laboratorio (ensayos).....	38
5.1.1. Conteo de tránsito vehicular (2019).....	38
5.1.1. Toma y preparación de la muestra (2019).....	41
5.1.2. Análisis granulométrico por tamizado	43
5.1.3. Contenido de humedad.....	51
5.1.4. Proctor modificado.....	51
5.1.5. Cbr.....	53
5.1.6. Ejecución de calicatas en el jirón San Hernán (2020).....	53
5.1.7. Toma de muestra material afirmado (2020).....	57
5.1.8. Toma de muestra de material reciclable de la construcción (2020).....	58
5.1.9. Traslado de muestras de materiales.....	59
5.1.10. Ensayo contenido de humedad - suelo natural y afirmado.....	60
5.1.11. Ensayo granulometría terreno natural.....	61
5.1.12. Ensayo de límites de consistencia terreno natural	61
5.1.13. Ensayo contenido de sales solubles (sub rasante)	64
5.1.14. Ensayo materia orgánica en arena (sub rasante).....	65
5.1.15. Ensayo proctor modificado capa sub rasante	65
5.1.16. Ensayo cbr capa sub rasante	66
5.1.17. Ensayo granulometría (afirmado).....	67
5.1.18. Ensayo límites de consistencia (afirmado)	70
5.1.19. Ensayo material que pasa malla N°200 (afirmado)	71
5.1.20. Ensayo contenido de sales solubles (afirmado).....	72
5.1.21. Ensayo materia orgánica en arena (afirmado)	72
5.1.22. Ensayo partículas chatas y alargadas (afirmado).....	73
5.1.23. Ensayo caras fracturadas (afirmado)	74
5.1.24. Ensayo proctor modificado (afirmado).....	75

5.1.25.	Ensayo cbr (afirmado)	75
5.1.26.	Pulverización ladrillo de arcilla reciclado de la construcción	76
5.1.27.	Ensayo granulometría (ladrillo pulverizado).....	77
5.1.28.	Ensayo límites de consistencia (ladrillo pulverizado)	78
5.1.29.	Ensayos granulometría (mezcla afirmado – ladrillo pulverizado).....	79
5.1.30.	Ensayos límites de consistencia (mezcla afirmado – ladrillo).....	87
5.1.31.	Muestras para proctor y cbr (afirmado y ladrillo pulverizado)	88
5.1.32.	Ensayo proctor modificado 70% afirmado y 30% ladrillo	89
5.1.33.	Ensayo cbr 70% afirmado y 30% ladrillo.....	90
5.1.34.	Ensayo proctor modificado 60% afirmado y 40% ladrillo	91
5.1.35.	Ensayo cbr 60% afirmado y 40% ladrillo.....	92
5.1.36.	Ensayo material que pasa malla N°200 60% afirmado y 40% ladrillo	93
5.1.37.	Ensayo contenido de sales solubles 60% afirmado y 40% ladrillo	94
5.1.38.	Ensayo materia orgánica en arena 60% afirmado y 40% ladrillo.....	94
5.1.39.	Ensayo partículas chatas y alargadas 60% afirmado y 40% ladrillo	95
5.1.40.	Ensayo caras fracturadas 60% afirmado y 40% ladrillo.....	95
5.1.41.	Ensayo abrasión los ángeles 60% afirmado y 40% ladrillo.....	96
5.1.42.	Ensayo equivalente de arena 60% afirmado y 40% ladrillo.....	97
5.1.43.	Ensayo 2 cbr 60% afirmado y 40% ladrillo.....	98
5.2.	Cálculo y diseño de la estructura de pavimento flexible	99
5.2.1.	Características de la vía.....	100
5.2.2.	Transito proyectado.....	100
5.2.3.	Factor de dirección y carril.....	102
5.2.4.	Ejes equivalentes	103
5.2.5.	Factor vehículo pesado.....	104
5.2.6.	Factor o coeficiente de ajuste por presión de neumático	105
5.2.7.	Factor de crecimiento acumulado	105

5.2.8.	Tipo de tráfico	107
5.2.9.	Sub rasante	108
5.2.10.	Módulo de resiliencia	109
5.2.11.	Confiabilidad de la estructura.....	109
5.2.12.	Desviación estándar normal.....	110
5.2.13.	Desviación combinada (So).....	110
5.2.14.	Índice de servicialidad	110
5.2.15.	Valor de Servicio de inicio	110
5.2.16.	Valor de Servicio final.....	111
5.2.17.	Variacion de serviciabilidad	111
5.2.18.	Número estructural requerido.....	112
5.2.19.	Perfil estructural de pavimento flexible.....	114
5.2.20.	Propuesta N°1 según tabla de recomendación del MTC.....	114
5.2.21.	SN para pavimento flexible - periodo de diseño 20 años	115
5.2.22.	Propuesta N°2 según catálogo de recomendaciones del MTC.....	115
5.2.23.	Propuesta N°3 estructura del pavimento flexible según cálculo.	119
5.2.24.	Perfil estructural definitivo	124
Capítulo VI.....		126
Análisis costo / beneficio		126
6.1.	Beneficios no financieros.....	126
6.2.	Evaluación del impacto social y/o ambiental.....	126
6.2.1.	Impacto social	126
6.2.2.	Impacto ambiental	127
6.3.	Evaluación económica – financiera	127
6.3.1.	Demanda de material reciclable de la construcción.....	128
6.3.2.	Oferta de material reciclable de la construcción en el distrito Los Olivos ..	130
Capítulo VII		139

Resultados, conclusiones y recomendaciones.....	139
7.1. Resultados.....	139
7.1.1. Resultados de conteo vehicular en el jirón San Hernán (2019)	141
7.1.2. Resultados de granulometría – mezcla afirmado y ladrillo (2019)	146
7.1.3. Resultado de contenido de humedad 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).....	149
7.1.4. Resultado de proctor modifiacdo 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019) 150	
7.1.5. Resultado de cbr 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).....	151
7.1.6. Resultados de contenido de humedad suelo natural – jirón San Hernán (2020) 153	
7.1.7. Resultados de granulometría suelo natural – jirón San Hernán (2020).....	154
7.1.8. Resultados de limites de consistencia suelo natural – jirón San Hernán (2020) 157	
7.1.9. Resultado de sales solubles suelo natural – jirón San Hernán (2020).....	158
7.1.10. Resultado de materia orgánica suelo natural – jirón San Hernán (2020) .	159
7.1.11. Resultado de proctor modificado suelo natural – jirón San Hernán (2020) 160	
7.1.12. Resultado valor cbr suelo natural – jirón San Hernán (2020)	160
7.1.13. Resultado de contenido de humedad afirmado (2020)	163
7.1.14. Resultados de granulometría afirmado (2020)	163
7.1.15. Resultados de limites de consistencia afirmado (2020).....	166
7.1.16. Resultado de material que pasa la malla N°200 – afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020)	168
7.1.17. Resultado de sales solubles afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).....	168
7.1.18. Resultado de materia orgánica afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).....	169
7.1.19. Resultado de particulas chatas y alargadas afirmado (material granular para	

base y/o subbase), (2020).....	170
7.1.20. Resultado de caras fracturadas afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).....	171
7.1.21. Resultado de proctor modificado afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).....	172
7.1.22. Resultado valor cbr afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020)	172
7.1.23. Resultado de granulometría - bloques de ladrillo de arcilla pulverizado (2020)	175
7.1.24. Resultado de limites de consistencia - bloques de ladrillo de arcilla pulverizado (2020).....	176
7.1.25. Resultados de granulometria mezcla de afirmado y ladrillo pulverizado (2020)	177
7.1.26. Resultados de limites de consistencia mezcla de afirmado y ladrillo pulverizado (2020).....	180
7.1.27. Resultados de proctor modificado - mezcla de afirmado y ladrillo pulverizado (2020).....	183
7.1.28. Resultados valor cbr – mezcla afirmado y ladrillo pulverizado (2020) ...	184
7.1.29. Resultado de material que pasa la malla N°200 – mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020)	189
7.1.30. Resultado de sales solubles – mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).....	189
7.1.31. Resultado de materia orgánica - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).....	190
7.1.32. Resultado de particulas chatas y alargadas - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020)	191
7.1.33. Resultado de caras fracturadas - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).....	192
7.1.34. Resultados de abrasión los ángeles - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).....	193

7.1.35.	Resultado de equivalente de arena - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).....	194
7.1.36.	Resultado 2 valor cbr - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020) 195	
7.1.37.	Resultado de perfil estructural.....	198
7.2.	Discusión.....	200
7.3.	Conclusiones.....	203
7.4.	Recomendaciones.....	203
	Bibliografía.....	204
	Anexos.....	207
	Anexo 1. Fotos de la problemática en el jirón San Hernán (2019).....	208
	Anexo 2. Conteo vehicular en el jirón San Hernán (2019).....	214
	Anexo 3. Granulometría de 3 mezclas de afirmado con ladrillo pulverizado (2019).....	217
	Anexo 4. Contenido de humedad mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).	223
	Anexo 5. Proctor modificado mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).	224
	Anexo 6. Cbr mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).	225
	Anexo 7. Permiso de la municipalidad distrital Los Olivos – Lima para realizar estudio de suelos en el jirón San Hernán (2020).....	227
	Anexo 8. Contenido de humedad estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).....	229
	Anexo 9. Granulometría estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).	230
	Anexo 10. Límites de consistencia estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).	231
	Anexo 11. Contenido de humedad estrato III suelo natural - jirón San Hernán (2020).	232
	Anexo 12. Granulometría estrato III suelo natural - jirón San Hernán (2020).....	233
	Anexo 13. Límites de consistencia estrato III suelo natural - jirón San Hernán (2020).....	234
	Anexo 14. Sales solubles estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).....	235
	Anexo 15. Materia orgánica estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).	236
	Anexo 16. Proctor modificado estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).....	237

Anexo 17. Cbr estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).....	238
Anexo 18. Contenido de humedad afirmado (2020).....	240
Anexo 19. Granulometría afirmado (2020).	241
Anexo 20. Límites de consistencia afirmado (2020).	242
Anexo 21. Granulometría (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).....	243
Anexo 22. Límites de consistencia (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).	244
Anexo 23. Material que pasa malla N°200 (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).....	245
Anexo 24. Sales solubles (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).	246
Anexo 25. Materia orgánica (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).....	247
Anexo 26. Partículas chatas y alargadas (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).....	248
Anexo 27. Caras fracturadas (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020). ...	249
Anexo 28. Proctor modificado (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020). 250	
Anexo 29. Cbr (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).....	251
Anexo 30. Granulometría ladrillo reciclado pulverizado (2020).....	253
Anexo 31. Límites de consistencia ladrillo reciclado pulverizado (2020).....	254
Anexo 32. Granulometría 80% afirmado 20% ladrillo pulverizado (2020).	255
Anexo 33. Límites de consistencia 80% afirmado 20% ladrillo pulverizado (2020).	256
Anexo 34. Granulometría 70% afirmado 30% ladrillo pulverizado (2020).	257
Anexo 35. Límites de consistencia 70% afirmado 30% ladrillo pulverizado (2020).....	258
Anexo 36. Granulometría 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	259
Anexo 37. Límites de consistencia 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	260
Anexo 38. Proctor modificado 70% afirmado 30% ladrillo pulverizado (2020).....	261
Anexo 39. Cbr 70% afirmado 30% ladrillo pulverizado (2020).....	262
Anexo 40. Proctor modificado 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).....	264
Anexo 41. Cbr 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).....	265

Anexo 42. Material que pasa malla N°200 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	267
Anexo 43. Sales solubles 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	268
Anexo 44. Materia orgánica 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	269
Anexo 45. Partículas chatas y alargadas 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	270
Anexo 46. Caras fracturadas 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	271
Anexo 47. Abrasión los angeles I 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	272
Anexo 48. Abrasión los angeles II 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	273
Anexo 49. Equivalente de arena 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	274
Anexo 50. Cbr II 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).	275
.....	275
.....	276
Anexo 51. Validación de instrumentos (2019).	277
.....	281
.....	282
Anexo 52. Validación de instrumentos (2020).	284
Anexo 53. Análisis de precios unitarios - pavimento normal – jirón San Hernán (2020).	296
Anexo 54. Análisis de precios unitarios - pavimento propuesto – jirón San Hernán (2020).	304
Anexo 55. Cuestionario entrevista realizado a un ingeniero civil residente de obra (2020).	312
Anexo 56. Cronograma de ejecución y curva S de avance programado – pavimentación jirón San Hernán.	313
Anexo 57. Planos - jirón San Hernán.	316

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Suelo según tamaño de partículas.</i>	11
Tabla 2. <i>Tipos de suelos correlación AASHTO - SUCS.</i>	15
Tabla 3. <i>Granulometría para material de subbase.</i>	16
Tabla 4. <i>Requisitos para subbase granular.</i>	19
Tabla 5. <i>Tabla de operacionalización de variable.</i>	23
Tabla 6. <i>Muestras de material para ensayos de granulometría (2019).</i>	27
Tabla 7. <i>Muestras de material para ensayos de granulometría (2020).</i>	27
Tabla 8. <i>Unidades de investigación, suelo de terreno natural.</i>	30
Tabla 9. <i>Unidades de investigación, material afirmado de préstamo de cantera.</i>	31
Tabla 10. <i>Unidades de investigación a la mezcla de material afirmado con material reciclable de la construcción (2019).</i>	32
Tabla 11. <i>Unidades de investigación, mezcla de material afirmado con material reciclable de la construcción (2020).</i>	33
Tabla 12. <i>Matriz de consistencia.</i>	35
Tabla 13. <i>Proporciones (afirmado – ladrillo) ensayos granulométricos.</i>	43
Tabla 14. <i>Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 1.</i>	45
Tabla 15. <i>Verificación de gradación granulométrica de la muestra 1.</i>	46
Tabla 16. <i>Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 2.</i>	47
Tabla 17. <i>Verificación de gradación granulométrica de la muestra 2.</i>	47
Tabla 18. <i>Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 3.</i>	48
Tabla 19. <i>Verificación de gradación granulométrica de la muestra 3.</i>	49
Tabla 20. <i>Verificación de gradación granulométrica de afirmado.</i>	69
Tabla 21. <i>Verificación de gradación granulométrica material granular para subbase.</i>	70
Tabla 22. <i>Proporciones de mezcla afirmado - ladrillo.</i>	79
Tabla 23. <i>Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 1.</i>	81
Tabla 24. <i>verificación de gradación granulométrica de la muestra 1.</i>	82
Tabla 25. <i>Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 2.</i>	83
Tabla 26. <i>Verificación de gradación granulométrica de la muestra 2.</i>	83
Tabla 27. <i>Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 3.</i>	84
Tabla 28. <i>verificación de gradación granulométrica de la muestra 3.</i>	85
Tabla 29. <i>Producto bruto interno PBI.</i>	101
Tabla 30. <i>Factor direccional y factor carril para la vía jirón San Hernán.</i>	103

Tabla 31. <i>Relación de cargas por eje - pavimentos flexibles.</i>	103
Tabla 32. <i>Factor camión C2.</i>	104
Tabla 33. <i>Factor camión T3S3.</i>	105
Tabla 34. <i>Coefficiente de tensión de la llanta del vehículo.</i>	105
Tabla 35. <i>Variables que intervienen en el N° EE para el tiempo de diseño.</i>	106
Tabla 36. <i>Tipo de tráfico en función del N° EE en el periodo de diseño.</i>	108
Tabla 37. <i>Tipos de sub rasante.</i>	108
Tabla 38. <i>Confiabilidad según el tráfico.</i>	109
Tabla 39. <i>Coefficiente estadístico.</i>	110
Tabla 40. <i>Índice de serviciabilidad inicial para el tráfico seleccionado.</i>	111
Tabla 41. <i>Índice de serviciabilidad final para el tráfico seleccionado.</i>	111
Tabla 42. <i>Diferencial de serviciabilidad para el tráfico seleccionado.</i>	112
Tabla 43. <i>Valores estructurales de capa de pavimento.</i>	113
Tabla 44. <i>Tiempo y caracterización de drenaje.</i>	113
Tabla 45. <i>Valores de drenaje para bases y subbases de pavimento.</i>	114
Tabla 46. <i>Espesor mínimo recomendado de capa de rodadura y base granular.</i>	114
Tabla 47. <i>Números estructural requerido.</i>	115
Tabla 48. <i>Requisitos mínimos para un pavimento flexible según norma.</i>	124
Tabla 49. <i>población y densidad poblacional del distrito Los Olivos, año 2017.</i>	126
Tabla 50. <i>población calculada y densidad poblacional - distrito Los Olivos, año 2020.</i>	127
Tabla 51. <i>Cuantificación de población beneficiada con ejecución de proyecto.</i>	127
Tabla 52. <i>Volumen de material compactado requerido en la subbase.</i>	128
Tabla 53. <i>Peso de material requerido en la subbase.</i>	129
Tabla 54. <i>Materiales de subbase (volumen suelto).</i>	130
Tabla 55. <i>Licencias otorgadas por la municipalidad del distrito Los Olivos – Lima.</i>	131
Tabla 56. <i>Cantidad de desperdicio en una vivienda multifamiliar - distrito Los Olivos.</i>	132
Tabla 57. <i>Desperdicio total en viviendas multifamiliares - distrito Los Olivos.</i>	132
Tabla 58. <i>Cantidad de desperdicio en una vivienda unifamiliar - distrito Los Olivos.</i>	133
Tabla 59. <i>Desperdicio total en viviendas unifamiliares - distrito Los Olivos.</i>	134
Tabla 60. <i>Conteo vehicular de 6:00 am – 6:00 pm jr. San Hernán, Los Olivos – Lima (2019).</i>	141
Tabla 61. <i>Conteo vehicular de 6:00 pm – 6:00 am jr. San Hernán, Los Olivos – Lima (2019).</i>	143
Tabla 62. <i>Resultado IMDA - jr. San Hernán, Los Olivos – Lima (2019).</i>	145

Tabla 63. <i>cantidad y tipos de vehículo considerado para el proyecto de diseño.</i>	146
Tabla 64. <i>Resultado de granulometría – 95% afirmado y 5% ladrillo pulverizado (2019).</i> ..	146
Tabla 65. <i>Resultado de granulometría - 85% afirmado y 15% ladrillo pulverizado (2019).</i>	147
Tabla 66. <i>Resultado de granulometría - 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).</i>	148
Tabla 67. <i>Resultado contenido de humedad 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).</i>	149
Tabla 68. <i>Resultado proctor modificado 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).</i>	150
Tabla 69. <i>Resultado valor CBR 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).</i>	151
Tabla 70. <i>Resultado contenido de humedad estrato II capa sub rasante (2020).</i>	153
Tabla 71. <i>Resultado contenido de humedad estrato III (2020).</i>	154
Tabla 72. <i>Resultado de granulometría estrato II capa sub rasante (2020).</i>	155
Tabla 73. <i>Resultado de granulometría estrato III (2020).</i>	156
Tabla 74. <i>Resultado límites de consistencia estrato II capa sub rasante (2020).</i>	157
Tabla 75. <i>Resultado límites de consistencia estrato III (2020).</i>	158
Tabla 76. <i>Resultado sales solubles capa sub rasante (2020).</i>	159
Tabla 77. <i>Resultado materia orgánica capa sub rasante (2020).</i>	159
Tabla 78. <i>Resultado proctor modificado capa sub rasante (2020).</i>	160
Tabla 79. <i>Resultado cbr capa sub rasante (2020).</i>	161
Tabla 80. <i>Resultado de contenido de humedad afirmado (2020).</i>	163
Tabla 81. <i>Resultado de granulometría afirmado (2020).</i>	164
Tabla 82. <i>Resultado de granulometría afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).</i>	165
Tabla 83. <i>Resultado límites de consistencia afirmado (2020).</i>	166
Tabla 84. <i>Resultado límites de consistencia afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).</i>	167
Tabla 85. <i>Resultado material que pasa la malla N°200 - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).</i>	168
Tabla 86. <i>Resultado sales solubles - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).</i>	169
Tabla 87. <i>Resultado materia orgánica - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).</i>	169
Tabla 88. <i>Resultado partículas chatas y alargadas - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).</i>	170

Tabla 89. <i>Resultado caras fracturadas - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).</i>	171
Tabla 90. <i>Resultado proctor modificado - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).</i>	172
Tabla 91. <i>Resultado cbr - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).</i>	173
Tabla 92. <i>Resultado granulometría de bloques de ladrillo de arcilla pulverizado (2020).</i> ..	175
Tabla 93. <i>Resultado límites de consistencia de bloques de ladrillo de arcilla pulverizado (2020).</i>	176
Tabla 94. <i>Resultado granulometría mezcla 80% afirmado y 20% ladrillo pulverizado (2020).</i>	177
Tabla 95. <i>Resultado granulometría mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2020).</i>	178
Tabla 96. <i>Resultado granulometría mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	179
Tabla 97. <i>Resultado límites de consistencia mezcla 80% afirmado y 20% ladrillo pulverizado (2020).</i>	180
Tabla 98. <i>Resultado límites de consistencia mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2020).</i>	181
Tabla 99. <i>Resultado límites de consistencia mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	182
Tabla 100. <i>Resultado proctor modificado - mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2020).</i>	183
Tabla 101. <i>Resultado proctor modificado - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	184
Tabla 102. <i>Resultado cbr - mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2020).</i>	185
Tabla 103. <i>Resultado cbr - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	187
Tabla 104. <i>Resultado material que pasa la malla N°200 - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	189
Tabla 105. <i>Resultado sales solubles - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	190
Tabla 106. <i>Resultado materia orgánica - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	190
Tabla 107. <i>Resultado partículas chatas y alargadas - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	191

Tabla 108. <i>Resultado caras fracturadas - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	192
Tabla 109. <i>Resultado abrasión los ángeles - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	193
Tabla 110. <i>Resultado 2 abrasión los ángeles - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	194
Tabla 111. <i>Resultado equivalente de arena - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	195
Tabla 112. <i>Resultado cbr 2 - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).</i>	196
Tabla 113. <i>Cuadro comparativo y discusión de la investigación.</i>	201

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Localización de jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.....	5
<i>Figura 2.</i> Conformación de pavimento flexible.	9
<i>Figura 3.</i> Perfil típico de una estructura de pavimento flexible.	10
<i>Figura 4.</i> AASHTO clasificación de suelos.	12
<i>Figura 5.</i> SUCS clasificación de suelos.	14
<i>Figura 6.</i> Investigador realizando el conteo vehicular en campo (2019).	38
<i>Figura 7.</i> Gráfica representativa de conteo vehicular.....	40
<i>Figura 8.</i> Toma de muestra bloques de ladrillos desechados de la construcción (2019).	41
<i>Figura 9.</i> Trituración de ladrillos de arcilla desechados de la construcción.	42
<i>Figura 10.</i> Bloques de ladrillo pulverizado y material afirmado.....	44
<i>Figura 11.</i> Tamizado de la mezcla de material para el análisis granulométrico	44
<i>Figura 12.</i> Curvas granulométricas de las tres diferentes muestras ensayadas (2019).	50
<i>Figura 13.</i> Ensayo de contenido de humedad – mezcla afirmado y ladrillo pulverizado.	51
<i>Figura 14.</i> Preparación muestras para ensayo proctor modificado y cbr	52
<i>Figura 15.</i> Procedimiento del ensayo proctor modificado.	52
<i>Figura 16.</i> Valor de cbr.	53
<i>Figura 17.</i> Ubicación de calicatas realizadas en el jirón San Hernán (2020).....	54
<i>Figura 18.</i> Calicata N°1 en la cuadra 1 del jirón San Hernán.	55
<i>Figura 19.</i> Calicata N°2 en la cuadra 2 del jirón San Hernán.	56
<i>Figura 20.</i> Calicata N°3 en la cuadra 4 del jirón San Hernán.	57
<i>Figura 21.</i> Obra N°1 recojo de material reciclable de la construcción.	58
<i>Figura 22.</i> Obra N°2 recojo de material reciclable de la construcción.	59
<i>Figura 23.</i> Traslado de material Lima - Jaén (2020).....	60
<i>Figura 24.</i> Ensayo contenido de humedad del suelo natural y afirmado.....	60
<i>Figura 25.</i> Ensayo granulométrico del suelo natural y afirmado.	61
<i>Figura 26.</i> Ensayo limite líquido y limite plástico del suelo natural.....	62
<i>Figura 27.</i> Perfil estratigráfico de calicatas realizadas en el jr. San Hernán.	63
<i>Figura 28.</i> Ensayos químicos.	64
<i>Figura 29.</i> Ensayo proctor modificado de la sub rasante - suelo natural.	66
<i>Figura 30.</i> Ensayo cbr de la sub rasante - suelo natural.....	67
<i>Figura 31.</i> Ensayo granulometría y límites de consistencia.	68
<i>Figura 32.</i> Ensayo límites de consistencia (afirmado).	71

<i>Figura 33.</i> Ensayo material que pasa malla N°200 (afirmado).	72
<i>Figura 34.</i> Ensayo de partículas chatas y alargadas (afirmado).	73
<i>Figura 35.</i> Ensayo caras fracturadas (afirmado).	74
<i>Figura 36.</i> Ensayo proctor modificado del material afirmado.	75
<i>Figura 37.</i> Ensayo cbr del material afirmado.	76
<i>Figura 38.</i> Pulverizado de bloques de ladrillo de arcilla.	77
<i>Figura 39.</i> Ensayo granulometría (ladrillo pulverizado).	78
<i>Figura 40.</i> Ensayo límites de consistencia (ladrillo pulverizado).	78
<i>Figura 41.</i> Muestras (afirmado - ladrillo pulverizado) granulometría.	80
<i>Figura 42.</i> Ensayo granulometría mezcla afirmado y ladrillo pulverizado.	80
<i>Figura 43.</i> Curvas granulométricas de las tres diferentes muestras ensayadas.	86
<i>Figura 44.</i> Mezcla de afirmado y ladrillo pulverizado para límites de consistencia.	87
<i>Figura 45.</i> Mezcla %afirmado y %ladrillo para ensayo proctor modificado y cbr.	88
<i>Figura 46.</i> Muestras %afirmado y %ladrillo para ensayo proctor modificado y cbr.	89
<i>Figura 47.</i> Ensayo proctor modificado 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado.	89
<i>Figura 48.</i> Ensayo cbr 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado.	90
<i>Figura 49.</i> Ensayo proctor modificado 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado.	91
<i>Figura 50.</i> Ensayo cbr 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado.	92
<i>Figura 51.</i> Ensayo material que pasa malla N°200 60% afirmado y 40% ladrillo.	94
<i>Figura 52.</i> Ensayo abrasión los ángeles 60% afirmado y 40% ladrillo.	97
<i>Figura 53.</i> Ensayo equivalente de arena 60% afirmado y 40% ladrillo.	98
<i>Figura 54.</i> Ensayo 2 cbr 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado.	99
<i>Figura 55.</i> Catálogo perfiles estructurales de pavimento flexible (tiempo proyectado 20 años).	117
<i>Figura 56.</i> Metrado de obra de pavimento flexible.	135
<i>Figura 57.</i> Presupuesto de la obra sin utilizar material reciclable de la construcción.	136
<i>Figura 58.</i> Presupuesto de la obra utilizando material reciclable de la construcción.	137
<i>Figura 59.</i> Fórmula polinómica, obra sin utilizar material reciclable de la construcción.	138
<i>Figura 60.</i> Fórmula polinómica, obra utilizando material reciclable de la construcción.	138
<i>Figura 61.</i> Perfil estructural de pavimento flexible.	200
<i>Figura 62.</i> Pavimento con bache transversal Jr. San Hernán cuadra 1.	208
<i>Figura 63.</i> Pavimento con fisuras y desintegración Jr. San Hernán cuadra 1.	208
<i>Figura 64.</i> Pavimento con parches y desintegración Jr. San Hernán cuadra 1.	209
<i>Figura 65.</i> Pavimento con rompe muelle desintegrado Jr. San Hernán cuadra 2.	209

<i>Figura 66.</i> Pavimento con falla en forma de polígono Jr. San Hernán cuadra 2.....	210
<i>Figura 67.</i> Pavimento con falla de borde y desprendimiento Jr. San Hernán cuadra 3.....	210
<i>Figura 68.</i> Pavimento con baches y ahuellamiento Jr. San Hernán cuadra 3.....	211
<i>Figura 69.</i> Pavimento con hundimiento Jr. San Hernán cuadra 3.	211
<i>Figura 70.</i> Pavimento con falla de borde Jr. San Hernán cuadra 4.	212
<i>Figura 71.</i> Pavimento deteriorado y hueco Jr. San Hernán cuadra 4.	212
<i>Figura 72.</i> Pavimento deteriorado Jr. San Hernán cuadra 4 con Av. Santa Elvira.	213

Introducción

En la presente investigación se diseña un pavimento flexible con material reciclable de la construcción en el jirón San Hernán, Los Olivos, Lima. Dicha investigación se ha desarrollado en VII capítulos los cuales se han organizado de la siguiente manera:

El capítulo I está enfocado en el planteamiento del problema, problemas, objetivos, justificación, delimitación y limitaciones de la investigación.

El capítulo II comprende antecedentes nacionales e internacionales, bases teóricas y definición de términos básicos.

El capítulo III manifiesta hipótesis principal, hipótesis secundarias y la tabla de operacionalización de la variable.

El capítulo IV contiene nivel o alcance, diseño, población o universo investigado, muestra, descripción de la muestra, tipo de muestreo, técnica e instrumento para recogida de datos, unidades de investigación, matriz de consistencia y el método de desarrollo de investigación.

El capítulo V presenta trabajo realizado en campo, ensayos en laboratorio y el cálculo de diseño de la estructura del pavimento flexible.

El capítulo VI expone beneficios no financieros, evaluación del impacto social y/o ambiental y evaluación económica – financiera.

El capítulo VII expone resultados, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

Capítulo I

Planteamiento del problema

En la actualidad las vías urbanas pavimentadas poseen una gran importancia para el desarrollo económico y social en las urbanizaciones ya que facilita la movilización e integración de sus habitantes.

En nuestro país de acuerdo al informe de Visión de Desarrollo de la Infraestructura Vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) la red vial nacional pavimentada es de 83% y el resto se encuentra sin pavimentar, sin embargo, otra es la realidad en las vías urbanas.

La vía jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima, se encuentra en mal estado que presenta fallas de borde, transversales, desintegración, desprendimiento, fisuras, parches de asfalto desintegrándose, rajaduras piel de cocodrilo, ahuellamiento, baches, huecos y hundimientos tal como se muestra en el anexo 1. Por tanto, se requiere un mejoramiento para beneficiar de forma directa a los habitantes de la zona obteniendo así una mejor calidad de servicio de transporte.

Por otro lado, existen materiales de desmonte producto de las demoliciones y construcciones de edificaciones que deben ser aprovechados en la construcción de pavimentos urbanos minimizando el impacto ambiental producido por estos. El Comercio (2017) afirma que en Lima se generan 30000 metros cúbicos de desmonte al día y la mayoría se desecha en laderas y ríos de Lima y en el mar del Callao (párr. 1 y 2).

Frente a estas dos situaciones preocupantes:

- vía urbana pavimentada jirón San Hernán que se encuentra en mal estado.
- grandes cantidades de desmonte producto de las construcciones y demoliciones de edificaciones.

Surge la necesidad de crear una solución innovadora en la cual se utilice material

reciclable de la construcción para la rehabilitación y construcción de dicha vía urbana utilizando material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla).

1.1. Problema de investigación

El problema de investigación “es todo aquello que se convierte en objeto de reflexión y sobre el cual se percibe la necesidad de conocer y, por tanto, estudiar” (Bernal, 2010, p.88).

Según Hernández, Fernández, & Baptista (2010) afirman: “Orientan hacia las respuestas que se buscan con la investigación” (p.37).

1.1.1. Problema principal

¿Cómo es el perfil estructural de un pavimento flexible con material reciclable de la construcción para el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima?

1.1.2. Problemas secundarios

¿Cuánto es el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima?

¿Cuáles son las propiedades físico químicas de la sub rasante natural en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima?

¿Qué propiedades físico químicas tiene la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo de arcilla pulverizado para subbase de pavimento flexible en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima?

1.2. Objetivos de investigación

“Los objetivos son los propósitos del estudio, expresan el fin que pretende alcanzarse; por tanto, todo el desarrollo del trabajo de investigación se orientará a lograr estos objetivos”. (Bernal, 2010, p.97)

1.2.1. Objetivo principal

Diseñar el perfil estructural de un pavimento flexible con material reciclable de la construcción para el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.

1.2.2. Objetivos secundarios

Determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.

Verificar las propiedades físico químicas de la sub rasante natural en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.

Especificar las propiedades físico químicas de la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo de arcilla pulverizado para subbase de pavimento flexible en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.

1.3. Justificación e importancia de la investigación

Bernal (2010) afirma: “Toda investigación está orientada a la resolución de algún problema; por consiguiente, es necesario justificar, o exponer, los motivos que merecen la investigación” (p.106). Así también Baena (2017) afirma que: “Justificar es la acción de respaldar o fundamentar una respuesta de un modo convincente” (p.59). por otro lado, de acuerdo con Méndez (como se citó en Bernal, 2010) afirma: La justificación de una investigación puede ser de carácter teórico, práctico o metodológico (p.106).

1.3.1. Justificación práctica

Según Bernal (2010) afirma: “Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirán a resolverlo” (p.106).

La población habitacional beneficiada tendrá un transporte más eficiente y, por tanto, una mejor calidad de vida. Además, la investigación es innovadora ya que se diseñará un pavimento flexible con una subbase estructural de material afirmado mezclado con material

reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado. Asimismo, se adjuntará fichas técnicas de especificaciones del nuevo material y esto facilitará a otros profesionales que lo empleen en nuevos proyectos.

1.3.2. Justificación medio ambiental

El diseño de pavimento flexible con materiales reciclables de la construcción contribuye a mitigar el impacto ambiental que ocasionaría las grandes cantidades de materiales desechados en lugares inapropiados dentro de la zona de estudio, así como también reduce las enfermedades respiratorias ocasionadas por la contaminación de polvo que genera la vía deteriorada. Por tanto, se fomenta la pavimentación de vías urbanas con materiales reciclables de la construcción ya que es absolutamente beneficioso en el ámbito medioambiental.

1.4. Delimitación del área de investigación

Bernal (2010) “En investigación se refiere a la dimensión o al cubrimiento que esta tendrá en el espacio geográfico y periodo del tiempo del objeto de estudio” (p.109).

1.4.1. Delimitación espacial

Esta investigación se llevó a cabo en el jirón San Hernán, Urbanización Santa Luisa II Etapa, distrito Los Olivos - Lima. Dicha vía tiene un ancho de 14 metros y una longitud de 419.07 metros que va desde la Av. Alfredo Mendiola hasta la Av. Sta. Elvira, actualmente está con pavimento flexible antiguo que necesita ser reparada frente a esta situación la municipalidad distrital de Los Olivos ha elaborado un expediente técnico para la reparación de la vía; por tanto, al ver esta situación he decidido realizar un nuevo diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción. Esta investigación requiere de ensayos en laboratorio los cuales se han llevado a cabo en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, en la empresa INGEOCONTROL que se encuentra ubicado en Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima y en la empresa MAGMA que se

encuentra ubicado en calle Lambayeque N° 170 - 172 Jaén, Cajamarca – Perú.

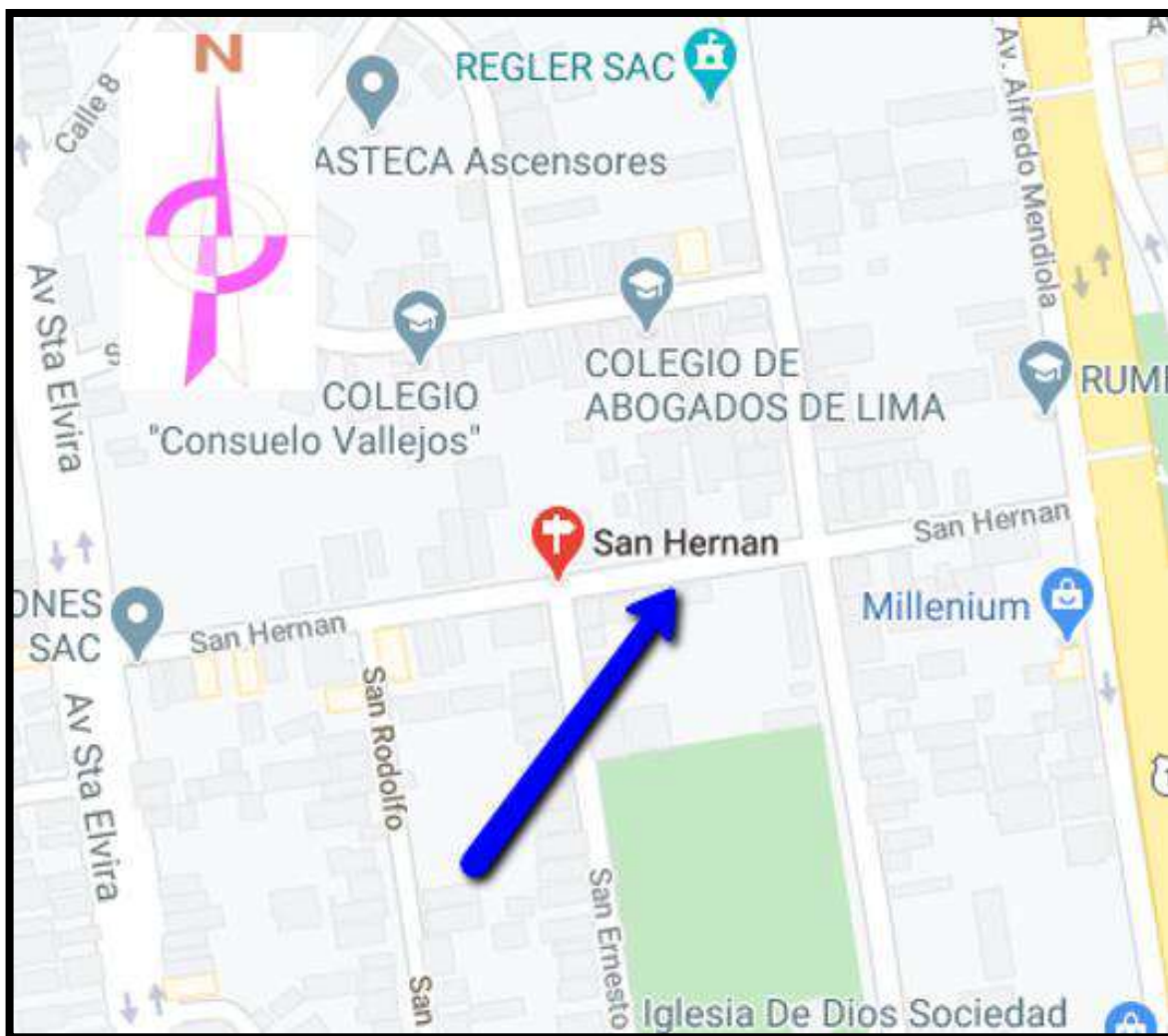


Figura 1. Localización de jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.

Fuente: Google Maps 2019.

1.4.2. Delimitación temporal

El tiempo que tardó en desarrollarse dicha investigación fue desde abril del 2019 ya que desde esa fecha empecé a investigar en lo referente a esta área y a la problemática que se presenta, culminando en diciembre del 2020.

El conteo vehicular en la vía de estudio jirón San Hernán se realizó en junio de 2019 y el estudio del terreno natural junto con los materiales a utilizar para la propuesta de diseño de pavimento de dicha vía se realizó en octubre y noviembre del 2020.

1.5. Limitaciones de la investigación

Para la presente investigación la limitación es el factor económico para realizar más ensayos a más combinaciones de material afirmado con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo pulverizado).

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Antecedentes nacionales e internacionales

2.1.1. Antecedentes internacionales

Burgos, N. (2008) realizó una investigación para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad de Chile. El objetivo general fue evaluar el comportamiento de distintos tipos de pavimentos flexibles y rígidos. El tipo de investigación fue descriptivo de campo mixto, cuya técnica utilizada fue la observación registrada en 2 instrumentos o fichas técnicas: uno para el registro del conteo de tránsito vehicular y el otro para registrar las características físicas.

Como resultado según el método AASHTO se obtuvo para el caso de pavimentos asfálticos 15 600 000 ejes equivalentes acumulados hasta la fecha y para el caso de los pavimentos de hormigón 21 350 000 aproximadamente. Finalmente, de esta investigación podemos concluir que al ejecutar una nueva construcción de una vía ya sea de pavimento flexible o pavimento rígido con iguales características nos resultaría mejor optar por la primera opción.

Morales, R. (2016) Realizó una investigación para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Don Vasco A. C. incorporado a la Universidad Nacional Autónoma de México. El objetivo general fue revisar una estructura de pavimento flexible para verificar si cumple con las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. El tipo de investigación es transversal descriptivo cuantitativo, cuya técnica fue la observación registrada en un instrumento o ficha técnica de conteo de aforo vehicular obteniendo un resultado de 268 vehículos por día. Se realizó el ensayo de valor relativo de soporte (VRS) del terreno natural y se obtuvo 2 valores de VRS, uno con material seco de 66.56% y otro con material saturado de 74.12%.

Los resultados de la propuesta de diseño tuvieron los siguientes espesores de capa:

subrasante 0 cm, subbase 25 cm, base hidráulica 25 cm y de carpeta asfáltica 5 cm. Por tanto, con esto se llega a la conclusión de que los espesores del tramo carretero existente no son los óptimos para este tipo de carretera “D” porque tiene una subrasante variable que no es necesaria, una subbase y base de 20 cm cada una que resulta ser deficientes y una carpeta asfáltica en la cual solamente colocaron doble riego de sello, siendo lo correcto haber colocado una carpeta asfáltica con espesor mínimo de 5 cm.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Contreras, K. y Herrera, V. (2015) realizaron una investigación para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Santa. El objetivo general fue mejorar el agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y sub-bases de estructuras de pavimentos; siendo uno de sus objetivos específicos determinar el CBR (Capacidad de soporte) del agregado reciclado y su combinación con agregados naturales.

El tipo de investigación fue experimental a partir de una muestra probabilística, cuya técnica fue la observación registrada en cuadros de especificaciones técnicas. Se realizó ensayos por separado al agregado natural, al agregado reciclado y a 3 diferentes combinaciones de ambos agregados. Determinaron que dichas muestras cumplen con las gradaciones tipo A y B del MTC.

Finalmente, los resultados del valor CBR fueron: agregado natural 120.82%, agregado reciclado 60.67% y una mejor combinación de 50% para ambos agregados con un valor CBR de 115.62%.

Zúñiga, O. (2018) realizó una investigación para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Señor de Sipán donde tuvo como objetivo diseñar un pavimento flexible. El tipo de investigación fue cuantitativo – cuasi experimental, cuya técnica fue la observación registrada. Se determinó un IMDA de 400 vehículos por día y un suelo con un valor CBR de 7.68%. El resultado de diseño de pavimento fue mejorar la subrasante con 15 cm de

pedraplén y 15 cm de arenilla, 15 cm de sub base, 15 cm de base y 5 cm de carpeta asfáltica.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Pavimento

Soporta las cargas del tránsito vehicular en un periodo de diseño y está conformado por varias capas que corresponden a carpeta de rodadura, base y subbase; cimentado sobre una capa escarificada y compactada llamada subrasante (Sánchez & Campagnoli, 2016).

2.2.2. Pavimento flexible

Está compuesto por una carpeta asfáltica apoyada sobre dos capas compactadas de suelo granular correspondiente a la base y subbase y estas apoyadas sobre una subrasante natural o mejorada (Sánchez & Campagnoli, 2016).

En las siguientes figuras, figura 2 y figura 3 se muestran estructuras y composiciones de un pavimento flexible.

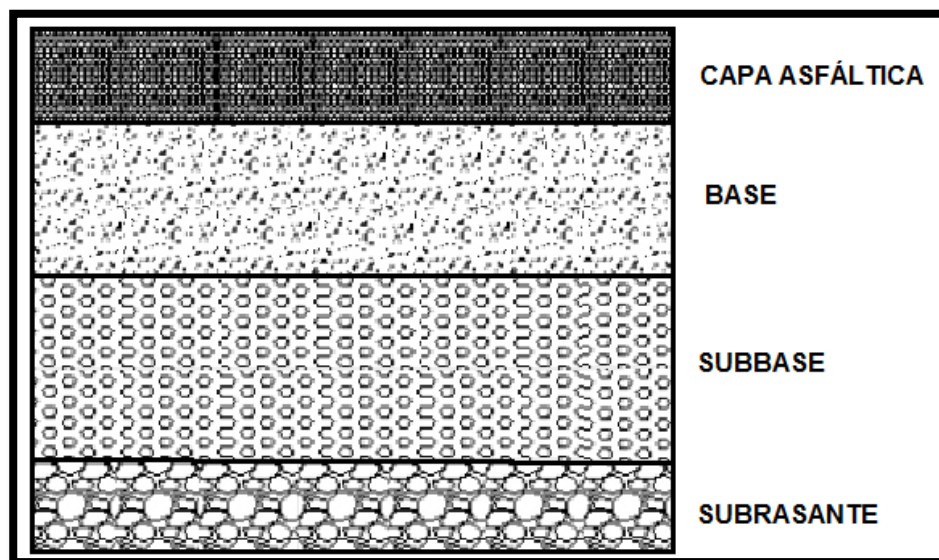


Figura 2. Conformación de pavimento flexible.

Fuente: Gonzales, D. (2018).

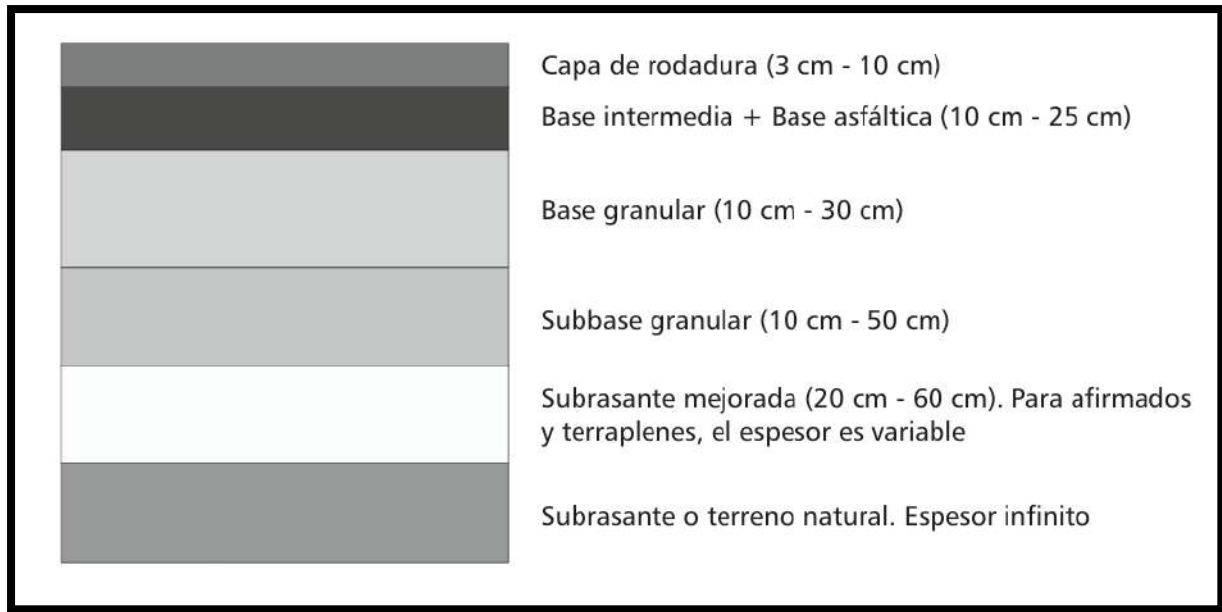


Figura 3. Perfil típico de una estructura de pavimento flexible.

Fuente: Rondón & Reyes. (2015).

2.2.3. Subrasante

Es una capa escarificada y compactada que se realiza antes de la construcción de la subbase del pavimento lo cual evita que el terraplén afecte la estructura del mismo. El espesor de las capas superiores disminuye si la subrasante es de buena calidad (Rondón & Reyes, 2015).

2.2.4. Suelo de fundación

El suelo está conformado de partículas orgánicas e inorgánicas que tienen propiedades que varían vectorialmente. El suelo tiene capas de diferentes estratos y su interpretación variará de acuerdo a los intereses de las diferentes profesiones. Para este caso el suelo, es suelo de fundación que soporta todas las cargas del tránsito vehicular transmitido a través de la estructura de pavimento (Sánchez & Campagnoli, 2016).

A continuación, en la tabla 1 se presenta la clasificación de suelos según el tamaño de partículas.

Tabla 1. Suelo según tamaño de partículas.


Dimensión granulométrica (mm)	suelo	
75.00 – 4.75	Grava	
4.75 – 0.075	Arena	
0.075 – 0.005	Limo	Material fino
< 0.005	Arcilla	

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 4.5, p.31. MTC.

2.2.5. Clasificación de suelos AASHTO

El Sistema de clasificación de suelos AASHTO (Americam Association of State Highway and Transportation Officials) traducido en español (Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte) se utiliza para clasificar los tipos de suelos utilizados en carreteras.

A continuación, la figura 4 presenta la clasificación de suelos según el sistema AASHTO.



Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)					
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7		
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6	
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:													
2 mm (N° 10)	máx. 50												
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	min. 51										
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)													
Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)													
LL: Límite de Líquido				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41	min. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11 ^(a)	min. 11 ^(b)	min. 11 ^(b)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos			
Estimación general del suelo como sub rasante	Exelente a bueno						Regular a insuficiente						

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5; es igual o menor que LL-30.
 (b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6; es mayor que LL-30.
 - Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4(5),A-7-5 (17), etc.
 $IG = (F-35) [0.2+0.005 ((LL-40))] +0.01 (F-15)(IP-10)$.

Figura 4. AASHTO clasificación de suelos.

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 4.10, p.34. MTC.

2.2.6. Clasificación de suelos SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se utiliza para clasificar casi todos los tipos de suelos utilizados en trabajos de geotecnia.

A continuación, la figura 5 presenta la clasificación de suelos SUCS.

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombres de grupo con el uso de pruebas de laboratorio ^a				Clasificación de suelos	
				Símbolo de grupo	Nombre de grupo ^b
Suelos de partículas gruesas Más del 50% retenido en la malla no. 200	Gravas Más del 50% de la fracción gruesa retenida en la malla no. 4	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW	Grava bien graduada ^f
		Menos del 5% de finos ^c	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^e$	GP	Grava mal graduada ^f
		Gravas con finos	Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa ^{f,g,h}
		Más del 12% de finos ^c	Los finos se clasifican como CL o CH	GC	Grava arcillosa ^{f,g,h}
	Arenas El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla no. 4	Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^e$	SW	Arena bien graduada ^f
		Menos del 5% de finos ^d	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^e$	SP	Arena mal graduada ^f
		Arena con finos	Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena limosa ^{g,h,i}
		Más del 12% de finos ^d	Los finos se clasifican como CL o CH	SC	Arena arcillosa ^{g,h,i}
Suelos de partículas finas El 50% o más pasa la malla no. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	inorgánicos	$PI > 7$ y se grafica en o arriba de la línea ^f "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad (ligera) ^{k,l,m}
			$PI < 4$ o se grafica debajo de la línea ^f "A"	ML	Limo ^{k,l,m}
		orgánicos	$\frac{\text{Límite líquido} - \text{secado en horno}}{\text{Límite líquido} - \text{no secado}} < 0.75$	OL	Arcilla orgánica ^{k,l,m,n} Limo orgánico ^{k,l,m,o}
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	inorgánicos	PI se grafica en o arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta ^{k,l,m}
			PI se grafica debajo de la línea "A"	MH	Limo orgánico ^{k,l,m}
		orgánicos	$\frac{\text{Límite líquido} - \text{secado en horno}}{\text{Límite líquido} - \text{no secado}} < 0.75$	OH	Arcilla orgánica ^{k,l,m,p} Limo orgánico ^{k,l,m,q}
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica, de color oscuro y con olor orgánico		PT	Turba	

^aBasado en el material que pasa por la malla de 75 mm (3 pulg).
^bSi la muestra de campo contiene guijarros o pedruzcos, o ambos, añada al nombre de grupo "con guijarros o pedruzcos, o ambos".
^cLas gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos duales: GW-GM grava bien graduada con limo; GW-GC grava bien graduada con arcilla; GP-GM grava mal graduada con limo; GP-GC grava mal graduada con arcilla.
^dLas arenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos duales: SW-SM arena bien graduada con limo; SW-SC arena bien graduada con arcilla; SP-SM arena mal graduada con limo; SP-SC arena mal graduada con arcilla.
^e $C_u = D_{60}/D_{10}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$
^fSi el suelo contiene $\geq 15\%$ de arena, añada "con arena" al nombre de grupo.
^gSi los finos se clasifican como CL-ML, use el símbolo dual GC-GM o SC-SM.
^hSi los finos son orgánicos, añada "con finos orgánicos" al nombre de grupo.
ⁱSi el suelo contiene $\geq 15\%$ de grava, añada "con grava" al nombre de grupo.
^jSi los límites de Atterberg se sitúan en el área sombreada, el suelo es una arcilla limosa CL-ML.
^kSi el suelo contiene 15 a 29% mayor de la malla no. 200, añada "con arena" o "con grava", el que sea predominante.
^lSi el suelo contiene $\geq 30\%$ mayor de la malla no. 200, predominantemente grava, añada "arenoso" al nombre de grupo.
^mSi el suelo contiene $\geq 30\%$ mayor de la malla no. 200, predominantemente grava, añada "gravoso" al nombre de grupo.
ⁿ $PI \geq 4$ y se grafica en o arriba de la línea "A".
^o $PI < 4$ o se grafica debajo de la línea "A".
^p PI se grafica en o arriba de la línea "A".
^q PI se grafica debajo de la línea "A".

Figura 5. SUCS clasificación de suelos.

Fuente: Braja M. (2006).

Después de presentar los sistemas de clasificación de suelos AASHTO y SUCS se expone en la siguiente tabla 2 la correlación que existe entre ambos sistemas antes mencionados.

Tabla 2. Tipos de suelos correlación AASHTO - SUCS.

Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 4.9, p.33. MTC.

2.2.7. Material reciclable

Es producto del reciclaje que se extrae de casi todos los materiales (Sánchez & Campagnoli, 2016).

2.2.8. Reciclaje

Acción de reciclar aplicando un proceso sobre un material cuyo objetivo es volver a utilizarlo reduciendo el consumo de recursos para minimizar la degradación del planeta (Sánchez & Campagnoli, 2016).

2.2.9. Ladrillo

Es un elemento de arcilla cocida en diferentes composiciones que se usa en la construcción de muros portantes de carga, muros de tabiquería, techos aligerados y cercos perimétricos (Ladrillos Pirámide, 2020).

2.2.10. Afirmado

Es una mezcla de material fino o arcilla, arena y piedra que se presenta en terreno de forma natural o se realiza de forma artificial para emplearlo en la base y subbase de pavimentos (Rondón & Reyes, 2015).

2.2.11. Análisis granulométrico

Es un ensayo que se hace a un suelo para calcular la proporción de cantidad de material que contiene en función de sus tamaños de partículas (Rondón & Reyes, 2015).

Este material debe de encontrarse dentro de uno de los tipos de gradación granulométrica de acuerdo a la siguiente tabla 3 según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

Tabla 3. Granulometría para material de subbase.

Tamiz	% que pasa		
	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"	100	---	---
1"	75 – 95	100	100
3/8"	40 – 75	50 – 85	60 -100
N°4	30 – 60	35 – 65	50 – 85
N°10	20 – 45	25 – 50	40 – 70
N°40	15 – 30	15 – 30	25 – 45
N°200	5 - 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Tabla 4. Norma CE.010 Pavimentos urbanos.

2.2.12. Limite liquido

Se da cuando un suelo contiene un cierto porcentaje de agua en el cual se encuentra al término del estado líquido y plástico pudiendo moldearse (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.13. Limite plástico

Ocurre cuando un suelo contiene la humedad más baja en lo cual pasa de estado plástico a semisólido y se rompe (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.14. Índice de plasticidad

Se obtiene de diferencia de humedad del límite líquido y plástico, indica que el suelo posee consistencia plástica (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.15. Contenido de humedad

Es la relación en porcentaje del peso de agua respecto al peso de los sólidos en una muestra de suelo (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.16. Material fino que pasa malla N°200

Material calculado producto lavar con agua a una muestra de agregado de peso conocido utilizando la malla N°200, secar y volver a pesar (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.17. Sales solubles en el suelo y agregados

Presencia de sulfatos y cloruros solubles en agua calculado a través de ensayos químicos con la finalidad de utilizar el agregado en la construcción de base o subbase de pavimento (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.18. Materia orgánica en el suelo y agregados

Consiste en determinar a través de ensayos químicos si un suelo tiene presencia de impurezas orgánicas (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.19. Partículas chatas y alargadas en agregados

Manifiesta la cantidad en porcentaje de partículas chatas y alargadas que contiene un agregado grueso con la finalidad de evaluarlo como material de base o subbase de pavimento

(Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.20. Caras fracturadas en agregados

Da a conocer la característica de un agregado grueso en porcentaje de partículas con una o más caras fracturadas, lo cual sirve para evaluar si el agregado es bueno para subbase de pavimento (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.21. Método proctor

Permite conocer el óptimo porcentaje de humedad que debe tener un suelo para lograr su máxima densidad seca al ser compactado (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.22. California bearing ratio (cbr)

El cbr determina la carga de soporte a 0.1 o 0.2 pulgadas de penetración en el suelo estudiado a su máxima densidad seca y se expresa en porcentaje respecto a su valor estándar (Chang, 2010).

El CBR indica en porcentaje la capacidad portante de carga de un suelo versus la capacidad portante de carga de una muestra de piedra partida (Rondón & Reyes, 2015).

2.2.23. Abrasión los ángeles

Mide el desgaste del agregado grueso ocasionado por la abrasión, impacto y trituración en un tambor que contiene esferas de acero (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.24. Equivalente de arena

Señala la cantidad referente de polvo, suelo arcilloso en agregados finos que pasan la malla N°4 (4.75 mm) (Manual de ensayo de materiales - MTC, 2014).

2.2.25. Norma CE 010 Pavimentos Urbanos – requisitos especiales de subbase

Especifica los requisitos de calidad que debe cumplir el afirmado que se va a utilizar en la construcción de subbase de un pavimento. A continuación, la tabla 4 presenta los requisitos

que exige la norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Tabla 4. Requisitos para subbase granular.

Ensayo	Requisito	Norma (NTP)
Límite líquido	25% máximo	339.129.1999
Índice de plasticidad	6% máximo	339.129.1999
Sales solubles totales	1% máximo	339.152.2002
Abrasión los ángeles	50% máximo	400.019:2002
Equivalente de arena	25% mínimo	339.146.2000
CBR	40% mínimo	339.145.1999

Fuente: Tabla 5. Norma CE.010 Pavimentos urbanos.

2.2.26. Tráfico vial

El tráfico vial es la cantidad de vehículos que transitan por un determinado punto o tramo de una vía de transporte lo cual es clave para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA) ya que permite determinar la cantidad de ejes equivalentes (EE) acumulados de 8.2tn en un periodo de tiempo, esto se traduce en la carga de diseño para la vía a construir de tal manera que el pavimento se diseñe para soportar en buenas condiciones cierto periodo de tiempo.

Para determinar el tráfico basta con realizar investigaciones puntuales por tramo en dos días, uno de los días tiene que ser de lunes a viernes y el otro un sábado (Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos, 2014).

2.2.27. Tasa anual de crecimiento de tránsito

Se define en correlación al crecimiento socio-económico, es decir el crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros se asocia con el aumento de población y el tránsito vehicular de carga con el producto bruto interno PBI. (Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos, 2014).

2.2.28. Periodo de diseño

Es la duración en años de vida útil que se estima para un pavimento de tal manera que dure y se mantenga en buenas condiciones, este tiempo suele ser 10 años o 20 años (Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos, 2014).

2.3. Definición de términos básicos

Pavimento urbano

Un pavimento urbano es la existencia de cualquier tipo de pavimento que se haya construido dentro del límite poblacional urbano (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos).

Granulometría

Es la cuantificación en función de sus proporciones de tamaño de los granos de un suelo para clasificarlo según una escala granulométrica (Rondón & Reyes, 2015).

California bearing ratio (CBR)

Es un ensayo para determinar la capacidad portante de un suelo para utilizarlo en la construcción de un pavimento (Rondón & Reyes, 2015).

Índice medio diario anual (IMDA)

Indica la cantidad de vehículos en promedio diario de un año que transitan por un determinado punto o tramo de una vía de transporte, indica la importancia de la vía y su factibilidad económica (Manual de carreteras, Diseño Geométrico, DG - 2018).

Capítulo III

Hipótesis y variables de investigación

3.1. Hipótesis principal

Hipótesis principal alternativa

El perfil estructural del pavimento flexible con material reciclable de la construcción se puede utilizar para el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.

Hipótesis principal nula

El perfil estructural del pavimento flexible con material reciclable de la construcción no se puede utilizar para el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.

3.2. Hipótesis secundarias

Hipótesis secundaria alternativa (1)

El IMDA es justificable para el diseño de pavimento flexible en el jirón San Hernán.

Hipótesis secundaria nula (1)

El IMDA no es justificable para el diseño de pavimento flexible en el jirón San Hernán.

Hipótesis secundaria alternativa (2)

Las propiedades físico químicas de sub rasante natural del jirón San Hernán es adecuada para cimentación de un pavimento flexible.

Hipótesis secundaria nula (2)

Las propiedades físico químicas de sub rasante natural del jirón San Hernán no es adecuada para cimentación de un pavimento flexible.

Hipótesis secundaria alternativa (3)

Las propiedades físico químicas de la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo de arcilla pulverizado para subbase de pavimento flexible en el jirón San Hernán cumple según norma.

Hipótesis secundaria nula (3)

Las propiedades físico químicas de la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo de arcilla pulverizado para subbase de pavimento flexible en el jirón San Hernán no cumple según norma.

3.3. Variables e indicadores

3.3.1. Variable principal

Pavimento flexible con material reciclable de la construcción.

3.3.2. Operacionalización de la variable

Diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción para el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.

Tabla 5. *Tabla de operacionalización de variable.*

Definición conceptual	Dimensión de la variable	Indicadores	Unidades de medida	Instrumento
Variable Principal	Vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán.	IMDA	(veh/día)	Formato de campo N°1
	Pavimento flexible con material reciclable de la construcción.	Propiedades físico químicas de la subrasante natural.	Contenido de humedad	(%)
Granulometría			(mm)	Ficha técnica de laboratorio
Está compuesto por una carpeta asfáltica apoyada sobre dos capas compactadas de suelo granular correspondiente a la base y subbase y estas apoyadas sobre una subrasante natural o mejorada (Sánchez & Campagnoli, 2016).	Propiedades físico químicas de la mezcla de material afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado).	Límite líquido - límite plástico	(%)	Ficha técnica de laboratorio
		Sales solubles	(%)	Ficha técnica de laboratorio
		Materia orgánica	descriptivo	Ficha técnica de laboratorio
		Proctor modificado	(gr/cm3)	Ficha técnica de laboratorio
		CBR.	(%)	Ficha técnica de laboratorio
		Contenido de humedad	(%)	Ficha técnica de laboratorio
		Granulometría	(mm)	Ficha técnica de laboratorio
		Limite líquido - limite plástico	(%)	Ficha técnica de laboratorio
		Material pasa malla N°200	(%)	Ficha técnica de laboratorio
		Sales solubles	(%)	Ficha técnica de laboratorio
		Materia orgánica	descriptivo	Ficha técnica de laboratorio
		Partículas chatas y alargadas	(%)	Ficha técnica de laboratorio
		Porcentaje de caras de fractura	(%)	Ficha técnica de laboratorio
		Proctor modificado	(gr/cm3)	Ficha técnica de laboratorio
CBR	(%)	Ficha técnica de laboratorio		
Abrasión los ángeles	(%)	Ficha técnica de laboratorio		
Equivalente de arena	(%)	Ficha técnica de laboratorio		

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV

Diseño de la investigación

4.1. Nivel o alcance

Es de tipo descriptivo de campo ya que “busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice” (Hernández, Fernández y Baptista, 2007, p.80).

En este caso en el jirón San Hernán se realizará el conteo vehicular para determinar la cantidad de vehículos que transitan por dicha vía y se ejecutará un estudio de mecánica de suelos del terreno natural de dicha vía para verificar las propiedades físico químicas de la capa de sub rasante.

Se tomará una muestra de material afirmado de préstamo de cantera y material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla), luego se realizará ensayos en laboratorio al afirmado y a la combinación con el material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla ya pulverizado) de tal manera que se logre determinar las propiedades físico químicas de una mezcla adecuada que cumpla con especificaciones técnicas según la norma CE.010 y poder así utilizarlo en la subbase del nuevo diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.

Esta investigación tendrá como entregables un formato de campo con el resultado de conteo vehicular de la vía de estudio y fichas técnicas o certificados con resultados de estudios realizados en laboratorio al material de suelo de terreno natural, afirmado, bloques de ladrillo pulverizado y de la combinación de estos dos últimos.

Los ensayos son según lo requerido y esto engloba en su totalidad ensayos de granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, material que pasa la malla N°200, contenido de sales solubles totales, materia orgánica en arena, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, proctor modificado, CBR, abrasión los ángeles y equivalente de

arena.

También se entregará el cálculo de diseño de la estructura del nuevo pavimento con sus respectivos planos en planta y sección transversal y adicionalmente se entregará un presupuesto con un cronograma de ejecución.

4.2. Diseño

“Plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación” (Hernández, Fernández y Baptista, 2007, p.120).

El diseño de esta investigación es no experimental de enfoque cuantitativo del tipo transversal porque los datos de campo y laboratorio serán tomados en un único tiempo (Hernández, Fernández y Baptista, 2007, p.151).

4.3. Población o universo investigado

Es un conjunto de todos los elementos que tienen las mismas características (Hernández, Fernández y Baptista, 2007).

La población o universo investigado consistió en un estudio de mecánica de suelos del terreno natural capa sub rasante, estudio de material afirmado de préstamo de cantera y material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) con el fin de combinarlo y realizar ensayos para determinar si la muestra cumple con las especificaciones técnicas de acuerdo a la norma CE.010 para utilizarlo en la subbase del nuevo pavimento flexible en el jirón San Hernán, urbanización Santa Luisa, distrito Los Olivos – Lima.

4.4. Muestra

Es un subgrupo de la población o universo del cual se extraen elementos que debe ser representativo del mismo (Hernández, Fernández y Baptista, 2007).

La muestra consistió en realizar un estudio de mecánica de suelos del terreno natural capa sub rasante de la vía jirón San Hernán y para esto se hizo 3 calicatas de donde se extrajo una cantidad de 240 kg de suelo de estrato natural. Para los materiales a emplear en la subbase de

pavimento, en el año 2019 se adquirió 70 kg de material afirmado de préstamo de cantera y 25 kg de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) de una obra de edificación en el distrito Los Olivos y en el año 2020 se adquirió 300 kg de material afirmado de préstamo de cantera y 80 kg de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) de dos obras de edificaciones del distrito Los Olivos con el fin de realizar ensayos al afirmado y en combinación con el ladrillo pulverizado.

4.5. Descripción de la muestra

La muestra es el material de los estratos de suelo encontrados en la ejecución de las calicatas lo cual viene a ser el material de sub rasante para el pavimento de la vía jirón San Hernán y también el material afirmado de préstamo de cantera que se utiliza para base o subbase y material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) este último pulverizado para luego combinarlo con el afirmado y ver si cumple con las especificaciones técnicas para subbase de pavimento flexible según la norma CE.010.

Para dar inicio a la determinación de la muestra más adecuada a utilizarse en la subbase de pavimentos, se realizará tres ensayos de granulometría a tres muestras en diferentes proporciones de material afirmado de préstamo de cantera versus material reciclable de la construcción tal como se indica en las siguientes tablas, tabla 6 y tabla 7.

Tabla 6. Muestras de material para ensayos de granulometría (2019).

Descripción de muestra	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de muestra: 600 gr.	95% (570 gr.)	85% (510 gr.)	70% (420 gr.)
Mezcla de material afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción) este último ya pulverizado.	material afirmado 5% (30 gr.) ladrillo pulverizado	material afirmado 15% (90 gr.) ladrillo pulverizado	material afirmado 30% (180 gr.) ladrillo pulverizado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Muestras de material para ensayos de granulometría (2020).

Descripción de muestra	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de muestra: 4000 gr.	80% (3200 gr.)	70% (2800 gr.)	60% (2400 gr.)
Mezcla de material afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción) este último ya pulverizado.	material afirmado 20% (800 gr.) ladrillo pulverizado	material afirmado 30% (1200 gr.) ladrillo pulverizado	material afirmado 40% (1600 gr.) ladrillo pulverizado

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Tipo de muestreo

Es de tipo no probabilístico ya que separar la muestra no depende de probabilidad sino más de las propias características de la investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2007). Por tanto, se realizó de manera intencionada de acuerdo al Manual de ensayo de

materiales del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).

4.7. Técnica e instrumento para recogida de datos

La técnica para recolección de datos conlleva hacer un plan detallado de lo que se va hacer para lograr los propósitos de cada objetivo específico (Hernández, Fernández y Baptista, 2007).

La técnica que se utilizará para recoger los datos de ensayos realizados al suelo de terreno natural (ensayos de granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, contenido de sales solubles totales, materia orgánica en arena, proctor modificado y CBR) será la observación registrada en diferentes fichas técnicas de laboratorio (ver anexos de 8 al 17 y 52).

La técnica que se utilizará para recoger los datos de ensayos realizados al material afirmado, bloques de ladrillo de arcilla pulverizado y a la mezcla de dichos materiales será la observación registrada en diferentes fichas técnicas de laboratorio (ver anexos de 3 al 6; 18 al 50 y 52) ensayos de granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, material que pasa la malla N°200, contenido de sales solubles totales, materia orgánica en arena, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, proctor modificado, CBR, abrasión los ángeles y equivalente de arena.

4.8. Unidades de investigación

La unidad de investigación para el suelo del terreno natural consistió en realizar ensayos de (análisis granulométrico, límites de consistencia y contenido de humedad) a los estratos de suelo encontrados en la ejecución de las calicatas; y ensayos de (contenido de sales solubles totales, materia orgánica en arena, proctor modificado y CBR) al estrato de suelo que conforma la capa de sub rasante del pavimento para verificar el tipo de suelo y sus propiedades físico químicas.

La unidad de investigación para el material de subbase de pavimento consistió en realizar

ensayos al material afirmado de préstamo de cantera y a la mezcla de este con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) con el fin de especificar si cumple con la norma CE.010.

Para el material afirmado de préstamo de cantera, los ensayos realizados fueron de granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, material que pasa la malla N°200, contenido de sales solubles totales, materia orgánica en arena, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, proctor modificado y CBR.

Para la mezcla de material afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) se realizó ensayos en 2 oportunidades; en el año 2019 se realizó ensayos de (análisis granulométrico, contenido de humedad, proctor modificado y CBR), luego en el año 2020 se realizó ensayos de (análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, material que pasa la malla N°200, contenido de sales solubles totales, materia orgánica en arena, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, proctor modificado, CBR, abrasión los ángeles y equivalente de arena).

La toma de cantidad de materiales para los ensayos, se basa en el Manual de ensayo de materiales, MTC – 2016. Una vez explicado los ensayos a realizarse se procede a presentar las unidades de investigación en las siguientes tablas: tabla 8, tabla 9, tabla 10 y tabla 11.

Tabla 8. Unidades de investigación, suelo de terreno natural.

Descripción	Ensayo	Norma ASTM/MTC	Numero	Peso
	Granulometría	D-422 / E 107	2	10 kg
Estrato de suelo natural encontrado en la ejecución de calicatas en la vía jirón San Hernán.	Límites de consistencia (LL, LP y IP)	D-4318 / E 110, 111	2	3 kg
	Contenido de humedad	D-2216 / E 108	2	3 kg
	Contenido de sales solubles totales	E 219	1	4 kg
Material de sub rasante para el pavimento.	Materia orgánica en arena	C-140 / E 213	1	4 kg
	Proctor modificado	D1557 / E 115	1	40 kg
	CBR	D-1883 / E 132	1	30 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Unidades de investigación, material afirmado de préstamo de cantera.

Descripción	Ensayo	Norma ASTM/MTC	Numero	Peso
Material afirmado de préstamo de cantera que se utiliza para base o subbase de pavimento. Cantera Yerba Buena (Unicon), Río seco, distrito Carabayllo – Lima.	Granulometría	D-422 / E 107	2	10 kg
	Límites de consistencia (LL, LP y IP)	D-4318 / E 110, 111	2	3 kg
	Contenido de humedad	D-2216 / E 108	2	3 kg
	material que pasa la malla N°200	C-117 / E 202	1	5 kg
	Contenido de sales solubles totales	E 219	1	4 kg
	Materia orgánica en arena	C-140 / E 213	1	4 kg
	Partículas chatas y alargadas	D-4791 / E 223	1	30 kg
	Caras fracturadas	D-5821 / E 210	1	30 kg
Proctor modificado	D1557 / E 115	1	40 kg	
	CBR	D-1883 / E 132	1	30 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Unidades de investigación a la mezcla de material afirmado con material reciclable de la construcción (2019).

Descripción	Ensayo	Norma ASTM/MTC	Numero	Peso
Mezcla de material afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción) este último ya pulverizado.	Granulometría	D-422 / E 107	3	600 gr.
	Contenido de humedad	D-2216 / E 108	1	595 gr.
	Proctor modificado	D1557 / E 115	4	6 kg.
	CBR	D-1883 / E 132	3	6 kg.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Unidades de investigación, mezcla de material afirmado con material reciclable de la construcción (2020).

Descripción	Ensayo	Norma ASTM/MTC	Numero	Peso
Material afirmado de préstamo de cantera que se utiliza para base o subbase de pavimento.	Granulometría	D-422 / E 107	2	10 kg
	Límites de consistencia (LL, LP y IP)	D-4318 / E 110, 111	2	3 kg
	material que pasa la malla N°200	C-117 / E 202	1	5 kg
	Contenido de sales solubles totales	E 219	1	4 kg
	Materia orgánica en arena	C-140 / E 213	1	4 kg
	Partículas chatas y alargadas	D-4791 / E 223	1	30 kg
	Caras fracturadas	D-5821 / E 210	1	30 kg
Cantera Yerba Buena (Unicon), Río seco, distrito Carabaylo – Lima.	Proctor modificado	D1557 / E 115	1	40 kg
	CBR	D-1883 / E 132	1	30 kg
	Abrasión los ángeles	MTC E 207	1	30 kg
	Equivalente de arena	D-2419 / E 114	1	5 kg

Fuente: Elaboración propia.

4.9. Matriz de consistencia

A continuación, la tabla 12 presenta la matriz de consistencia del diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción en el jirón San Hernán, Los Olivos, Lima - 2019.

Tabla 12. Matriz de consistencia.

Diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción en el jirón San Hernán, Los Olivos, Lima - 2019.				
Preguntas	Objetivos	Hipótesis	Alcance de investigación	Técnica o instrumento
Pregunta general	Objetivo general	Hipótesis general	Tipo de investigación	Técnica
¿Cómo es el perfil estructural de un pavimento flexible con material reciclable de la construcción para el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima?	Diseñar el perfil estructural de un pavimento flexible con material reciclable de la construcción para el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.	El perfil estructural del pavimento flexible con material reciclable de la construcción se puede utilizar para el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.	Investigación descriptiva de campo	Observación registrada no participativa. (Hernández, Fernández y Baptista, 2007).
Preguntas específicas	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		Instrumentos
¿Cuánto es el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima?	Determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.	El IMDA es justificable para el diseño de pavimento flexible en el jirón San Hernán.	Ensayo en campo (descriptivo)	Ficha técnica de campo (ver anexos 2 y 51)
¿Cuáles son las propiedades físico químicas de la sub rasante natural en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima?	Verificar las propiedades físico químicas de la sub rasante natural en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.	Las propiedades físico químicas de sub rasante natural del jirón San Hernán es adecuada para cimentación de un pavimento flexible.	Ensayos en laboratorio (descriptivo)	Fichas técnicas de laboratorio (ver anexos de 8 al 17 y 52)
¿Qué propiedades físico químicas tiene la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo de arcilla pulverizado para subbase de pavimento flexible en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima?	Especificar las propiedades físico químicas de la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo de arcilla pulverizado para subbase de pavimento flexible en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.	Las propiedades físico químicas de la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo de arcilla pulverizado para subbase de pavimento flexible en el jirón San Hernán cumple según norma.		Fichas técnicas de laboratorio (ver anexos de 3 al 6; 32 al 50 y 52)

Fuente: Elaboración propia.

4.10. Método

Para la presente investigación se realizará el conteo vehicular en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima; esto será durante 2 días tal como se indica en el (manual de carreteras RD N° 05-2013-MTC-14 sección suelos y pavimentos), en este caso se eligió lunes 17 de junio y sábado 22 de junio del año 2019 para determinar el IMDA de vehículos pesados que transitan por la vía mencionada.

Cabe resaltar que en el año 2019 se realizó un estudio a la mezcla de material afirmado con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) para utilizarlo en subbase de pavimentos lo cual debido a deficiencias en los estudios no fue suficiente para la investigación.

Por tanto, en el año 2020 se adquirirá nuevamente material afirmado de préstamo de cantera y se recogerá muestras de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) para realizar nuevos estudios al material afirmado y en su combinación con el material reciclable (ladrillo pulverizado) con el fin de determinar una mezcla adecuada que cumpla con las especificaciones técnicas para subbase de pavimento según la norma CE.010. Además, se realizará un estudio de mecánica de suelos de la vía jirón San Hernán, urbanización Santa Luisa, distrito Los Olivos – Lima.

El trabajo en campo consiste en realizar 3 calicatas en la vía de estudio, adquirir material afirmado para base o subbase y recoger muestras de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla).

La ejecución de las calicatas, la adquisición de material afirmado de préstamo de cantera y el recojo de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) será el día viernes 09 y sábado 10 de octubre del año 2020.

Las muestras de material extraído de las calicatas, el material afirmado de préstamo de cantera y el material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) se

transportarán hasta la provincia de Jaén del departamento de Cajamarca – Perú, esto es debido al estado de emergencia que se encuentra nuestro país ocasionado por la pandemia de coronavirus y al factor económico del investigador ya que en dicho año se encuentra viviendo en la provincia de Jaén.

Luego en base a los resultados de los ensayos por investigación propia se procederá a diseñar la estructura del pavimento flexible utilizando la metodología AASHTO 93 según el manual de carreteras sección suelos y pavimentos.

Capítulo V

Desarrollo de la tesis

5.1. Trabajo de campo y laboratorio (ensayos)

Se realizó el trabajo de campo y de laboratorio para determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima; verificar las propiedades físico químicas del suelo natural capa de sub rasante del pavimento de dicha vía y especificar las propiedades físico químicas de la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo de arcilla pulverizado para subbase de pavimento flexible de la vía antes mencionada.

5.1.1. Conteo de tránsito vehicular (2019)

Se procedió a realizar el conteo de tránsito vehicular durante dos días tal como sugiere el (manual de carreteras RD N° 05-2013-MTC-14) Sección Suelos y Pavimentos, los días que se realizó el conteo de tránsito vehicular fue lunes 17 y sábado 22 de junio del 2019 tal como se muestra en la figura 6 en la primera cuadra del jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima obteniéndose como resultado un promedio de los dos días, ver (anexo 2).



Figura 6. Investigador realizando el conteo vehicular en campo (2019).

Fuente: Elaboración propia.

En base a la cantidad de vehículos que se registró en los dos días se expone los resultados a manera de grafico en la figura 7 que se construyó con el Formato N°1 de conteo vehicular que se presenta en el anexo 2 y 51, ya que este es el promedio de los 2 días del conteo vehicular realizado el día 17 y 22 de junio del 2019 en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos, Lima, Lima.

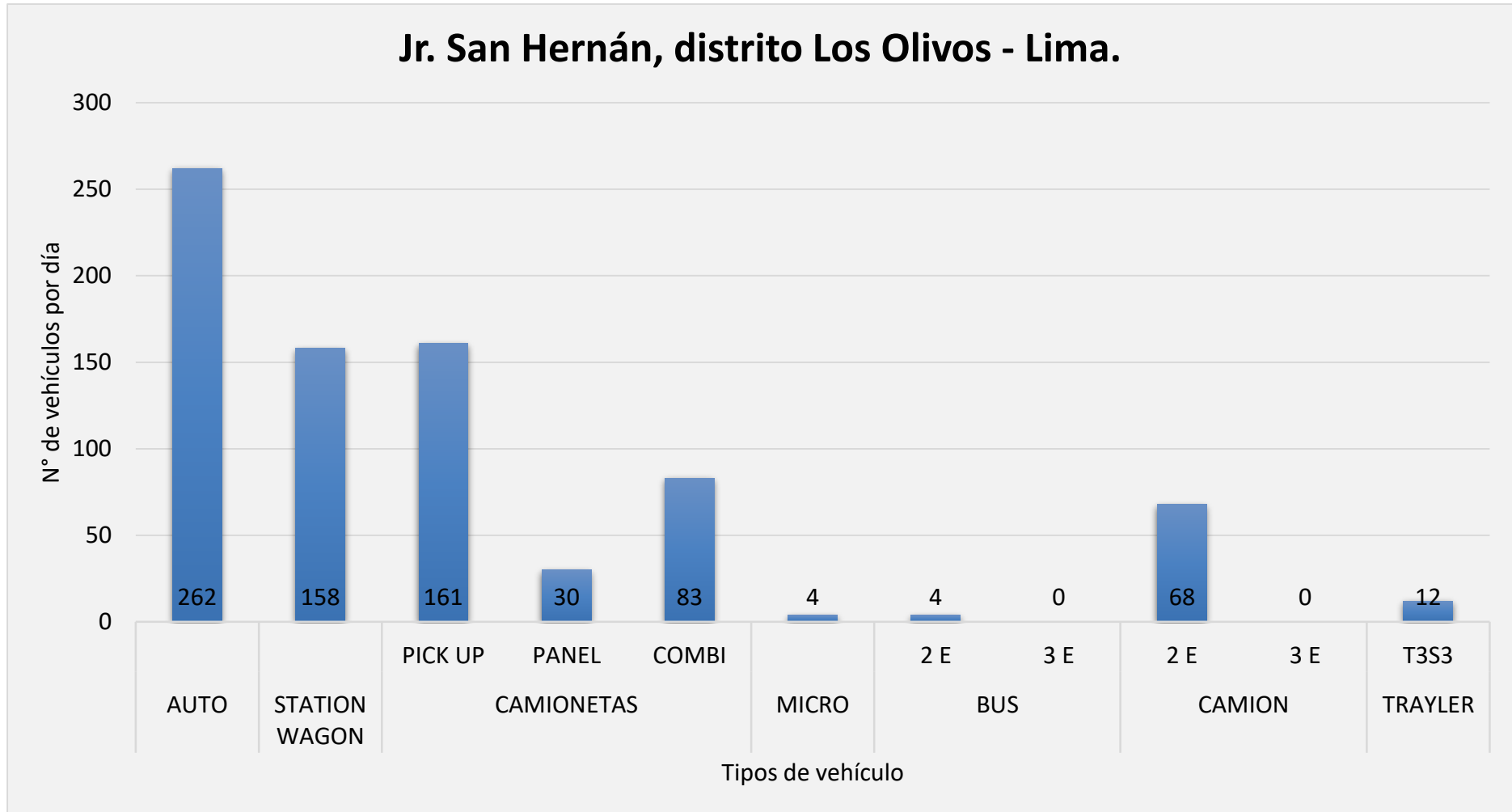


Figura 7. Gráfica representativa de conteo vehicular.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1. Toma y preparación de la muestra (2019)

La muestra de bloques de ladrillo fue recogida el día 22 de mayo en la obra de construcción de una vivienda unifamiliar ubicada en el Lote 127, Pasaje F, conjunto habitacional Cueto Fernandini, distrito de Los Olivos, Lima -Lima. Dicha muestra fue de 25 kg aproximadamente conformada por desechos de bloques de ladrillos de arcilla.



Figura 8. Toma de muestra bloques de ladrillos desechados de la construcción (2019).

Fuente: elaboración propia.

También el mismo día se recogió el material afirmado en el mismo lugar ya que dicha zona se encontraba en reparación del sistema de desagüe por la empresa Igesa SAC subcontratado por la entidad pública de Sedapal. Por tal razón había bastante material afirmado de préstamo de cantera acopiado en las calles; al ver este material decidí acercarme a los ingenieros que estaban allí presentes para pedirles que por favor me facilitaran una muestra de aproximadamente 70 kg y al mismo tiempo explicándoles que era estudiante de decimo ciclo de Ingeniería Civil en la Universidad Católica Sede Sapientiae y que necesitaba dicho material para realizar una investigación al mezclarlo con material reciclable de la construcción y utilizarlo en la subbase de un pavimento flexible.

La preparación de la muestra del material reciclable de la construcción lo realicé afuera del laboratorio de la Universidad Católica Sede Sapientiae. Utilicé una comba para triturar y pulverizar los bloques de ladrillos desechados y recogidos de la construcción.



Figura 9. Trituración de ladrillos de arcilla desechados de la construcción.

Fuente: elaboración propia.

Una vez terminado la pulverización del material reciclado de la construcción (bloques de ladrillos de arcilla) este quedó listo para ser utilizado. Se realizó tres mezclas de proporciones diferentes de material afirmado de préstamo de cantera con el material reciclado bloques de ladrillo desechados de la construcción ya pulverizado con el fin de realizar ensayos de análisis granulométrico por tamizado para luego identificar la muestra de proporción adecuada que cumpla según parámetros de la tabla 3 granulometría para subbase granular según la norma CE .010 Pavimentos urbanos. Las proporciones de las mezclas de material afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción) este último ya pulverizado, son las siguientes expuestas en la siguiente tabla 13.

Tabla 13. Proporciones (afirmado – ladrillo) ensayos granulométricos.

Descripción de muestra	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de muestra: 600 gr.	95% (570 gr.)	85% (510 gr.)	70% (420 gr.)
Mezcla de material afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción) este último ya pulverizado.	material afirmado	material afirmado	material afirmado
	5% (30 gr.)	15% (90 gr.)	30% (180 gr.)
	ladrillo pulverizado	ladrillo pulverizado	ladrillo pulverizado

Fuente: Elaboración propia.

Muestras realizadas con el fin de determinar la proporción de muestra adecuada para aplicar en la subbase de un diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción.

5.1.2. Análisis granulométrico por tamizado

Para realizar el ensayo granulométrico, el material de bloques de ladrillo pulverizado se volvió a apisonar con el molde de proctor para maximizar la pulverización de tal manera que el material esté lo más fino posible. Con respecto al material afirmado se extrajo una porción pequeña de material de los cuatro lados de la parba mayor de material afirmado ya que este era homogéneo, además se realizó un cuarteo de la porción extraída para de allí tomar porciones y mezclarlo con el material de bloques de ladrillo pulverizado. La siguiente figura 10 ilustra el procedimiento de mezcla para el ensayo granulométrico.



Figura 10. Bloques de ladrillo pulverizado y material afirmado.

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente se realizó tres ensayos de granulometría con las diferentes proporciones expuestas en la tabla anterior número 13, así también la siguiente figura 11 ilustra el procedimiento de los ensayos de análisis granulométrico realizado a las diferentes mezclas de material afirmado con el material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado).



Figura 11. Tamizado de la mezcla de material para el análisis granulométrico

Fuente: elaboración propia.

Después de haber realizado los ensayos granulométricos por tamizado según la norma ASTM D422/NTP 339.128 (ver anexo 3) se obtuvo los resultados de acuerdo a las mallas o

tamices según la tabla 3 de granulometría para material de subbase según norma CE 010.

Resultados de análisis de granulometría - muestra 1 (5% ladrillo pulverizado)

La muestra 1 está compuesta de 600 gramos y el 95% (570 gr.) es material afirmado y el otro 5% (30 gr.) es bloques de ladrillo pulverizado.

A continuación, la tabla 14 expone el resultado de granulometría de la muestra 1 según mallas requeridas de la norma CE 010 para material de subbase.

Tabla 14. Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 1.

mallas	Porcentaje que pasa (M-1)
3/8"	96.8
N°4	66.3
N°10	42.9
N°40	20.8
N°200	2.8

Fuente: Elaboración propia.

También en la tabla 15 se expone la comparación del resultado granulométrico de la muestra 1 con las gradaciones granulométricas para material de subbase según norma CE 010.

Tabla 15. Verificación de gradación granulométrica de la muestra 1.

Tamiz	% pasante			
	M-1	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"		100	---	---
1"		75 – 95	100	100
3/8"	96.8	40 – 75	50 – 85	60 -100
Nº4	66.3	30 – 60	35 – 65	50 – 85
Nº10	42.9	20 – 45	25 – 50	40 – 70
Nº40	20.8	15 – 30	15 – 30	25 – 45
Nº200	2.8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Elaboración propia.

Gradación de ensayo granulométrico de acuerdo a los parámetros de la norma CE .010 de Pavimentos Urbanos.

Tabla 4. Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular.

Como resultado la muestra 1 no cumple con ninguna de las curvas de gradaciones granulométricas para material de subbase según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Resultados de análisis de granulometría - muestra 2 (15% ladrillo pulverizado)

La muestra 2 está compuesta de 600 gramos y el 85% (510 gr.) es material afirmado y el otro 15% (90 gr.) es bloques de ladrillo pulverizado.

A continuación, la tabla 16 expone el resultado de granulometría de la muestra 2 según mallas requeridas de la norma CE 010 para material de subbase.

Tabla 16. Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 2.

mallas	Porcentaje que pasa (M-2)
3/8"	98.4
N°4	73.3
N°10	48.4
N°40	23.2
N°200	5.8

Fuente: Elaboración propia.

También en la tabla 17 se expone la comparación del resultado granulométrico de la muestra 2 con las gradaciones granulométricas para material de subbase según la norma CE 010.

Tabla 17. Verificación de gradación granulométrica de la muestra 2.

Tamiz	% pasante			
	M-2	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"		100	---	---
1"		75 – 95	100	100
3/8"	98.4	40 – 75	50 – 85	60 -100
N°4	73.3	30 – 60	35 – 65	50 – 85
N°10	48.4	20 – 45	25 – 50	40 – 70
N°40	23.2	15 – 30	15 – 30	25 – 45
N°200	5.8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Elaboración propia.

Gradación de ensayo granulométrico de acuerdo a los parámetros de la norma CE .010 de Pavimentos Urbanos.

Tabla 4. Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular.

Como resultado la muestra 2 no cumple con ninguna de las curvas de gradaciones

granulométricas para material de subbase según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Resultados de análisis de granulometría - muestra 3 (30% ladrillo pulverizado)

La muestra 3 está compuesta de 600 gramos y el 70% (420 gr.) es material afirmado y el otro 30% (180 gr.) es bloques de ladrillo pulverizado.

A continuación, la tabla 18 expone el resultado de granulometría de la muestra 3 según mallas requeridas de la norma CE 010 para material de subbase.

Tabla 18. Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 3.

mallas	Porcentaje que pasa (M-3)
3/8"	96.9
N°4	77.6
N°10	55.7
N°40	27.8
N°200	9.1

Fuente: Elaboración propia.

También en la tabla 19 se expone la comparación del resultado granulométrico de la muestra 3 con las gradaciones granulométricas para material de subbase según norma CE 010.

Tabla 19. Verificación de gradación granulométrica de la muestra 3.

Tamiz	% pasante			
	M-3	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2”		100	---	---
1”		75 – 95	100	100
3/8”	96.9	40 – 75	50 – 85	60 -100
Nº4	77.6	30 – 60	35 – 65	50 – 85
Nº10	55.7	20 – 45	25 – 50	40 – 70
Nº40	27.8	15 – 30	15 – 30	25 – 45
Nº200	9.1	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

Gradación de ensayo granulométrico de acuerdo a los parámetros de la norma CE .010 de Pavimentos Urbanos.

Tabla 4. Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular.

Como resultado la muestra 3 cumple con la gradación “D” de las curvas de gradaciones granulométricas para material de subbase según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Como resultado en el software Excel se realizó una representación gráfica de granulometría correspondiente a las tres muestras del material ensayado en el laboratorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae tal como se expone en el siguiente gráfico de la figura 12.

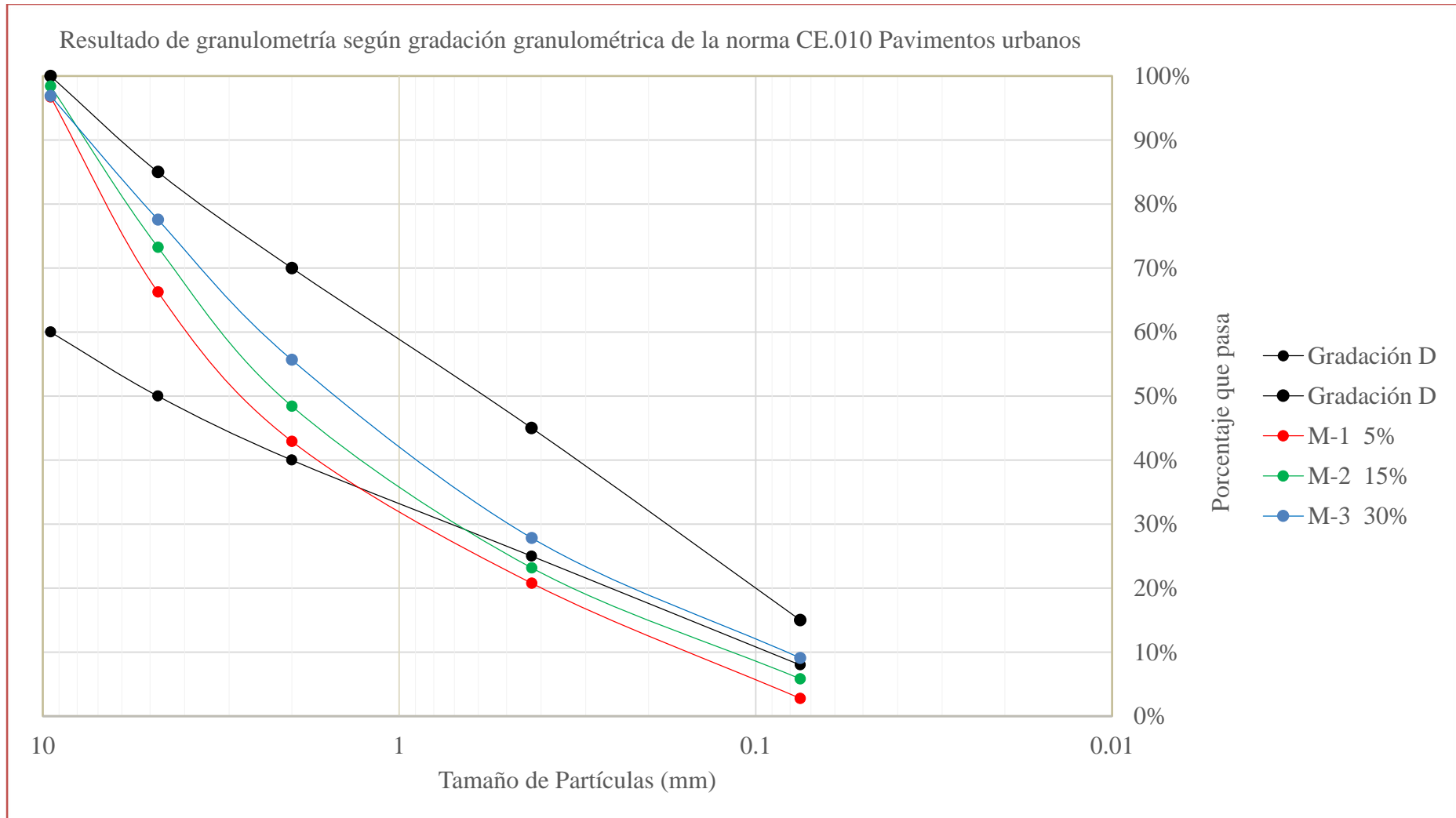


Figura 12. Curvas granulométricas de las tres diferentes muestras ensayadas (2019).

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado la muestra M-3 cumple con las especificaciones de la gradación D según norma CE.010.

5.1.3. Contenido de humedad

Una vez determinado que la muestra M-3 es la adecuada se realizó el ensayo de contenido de humedad. Este se realizó según la norma ASTM 2216/NTP 339.127 en el mismo laboratorio de la Universidad Católica Sede Sapientiae (ver anexo 4) obteniéndose un contenido de humedad equivalente a 1.88%.



Figura 13. Ensayo de contenido de humedad – mezcla afirmado y ladrillo pulverizado.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4. Proctor modificado

Luego en el laboratorio de la empresa Ingeocontrol se realizó la preparación y adecuación de 7 muestras de 6 kilogramos para ser utilizado en el ensayo de proctor modificado según norma ASTM D1557 y en el ensayo de CBR según norma ASTM D1883; todas estas muestras estaban mezclados con un porcentaje de peso 30% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado y 70% material afirmado de préstamo de cantera.



Figura 14. Preparación muestras para ensayo proctor modificado y cbr

Fuente: Elaboración propia.

De las siete muestras expuestas en la figura 14 se utilizó 4 de ellas en el ensayo proctor modificado ya que este ensayo requiere de 4 puntos como mínimo para construir la gráfica humedad versus densidad seca y las 3 muestras restantes se utilizaron en el ensayo CBR. Así mismo se realizó el ensayo de proctor modificado en el laboratorio de la empresa Ingeocontrol, tuve la suerte de que en la empresa me permitieran realizar el procedimiento del ensayo.



Figura 15. Procedimiento del ensayo proctor modificado.

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo como resultado una máxima densidad seca (MDS) igual a 2.058 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad igual a 8.60%. para revisar los resultados (ver anexo 5).

5.1.5. Cbr

Se realizó el ensayo CBR (valor relativo de soporte) según la norma ASTM D1883 (ver anexo 6) para determinar la capacidad portante de la mezcla de afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción) este último pulverizado; de tal manera que se verifique si la mezcla de material ensayado es adecuada para utilizarlo en subbase de pavimentos.

Como resultado de dicho ensayo se obtuvo un cbr igual a 78.2% compactado al 100% de su MDS resultando muy por encima del mínimo requerido para un material de subbase según la norma CE.010 pavimentos urbanos ya que exige un cbr 40%.

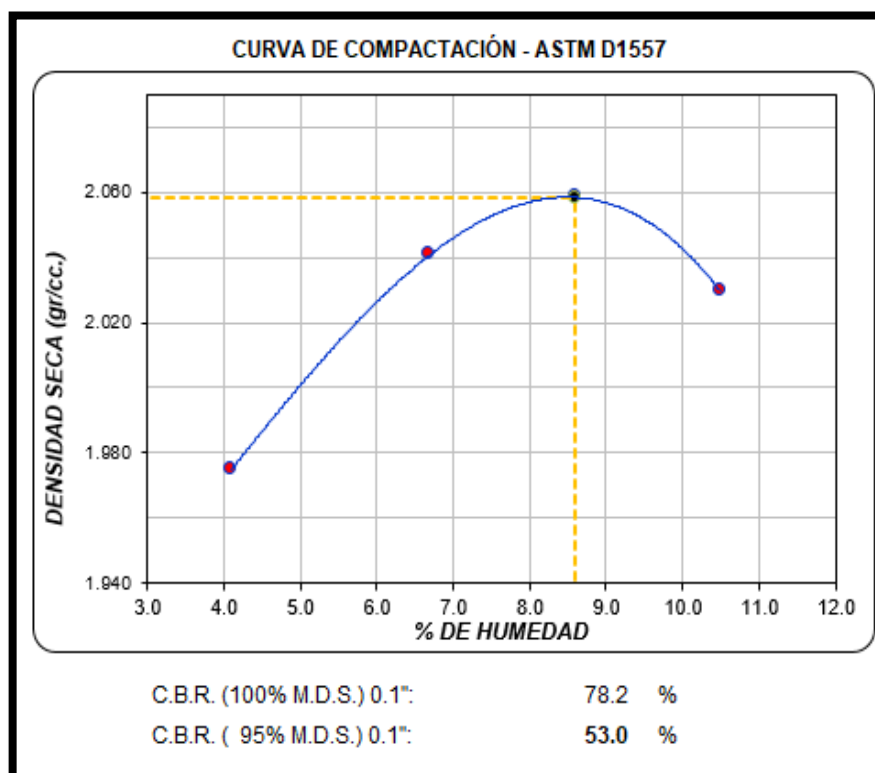


Figura 16. Valor de cbr.

Fuente: Elaboración propia

5.1.6. Ejecución de calicatas en el jirón San Hernán (2020)

Para llevar a cabo el estudio de suelos del terreno natural en el jirón San Hernán se solicitó permiso de autorización a la municipalidad distrital de Los Olivos el día jueves 08 de octubre

del año 2020 (ver anexo 7) para realizar 3 calicatas en la vía antes mencionada con el fin de verificar las propiedades físico químicas de la sub rasante natural.

Ubicación de calicatas en el jirón San Hernán

Las Calicatas se realizaron en las siguientes ubicaciones: la calicata N°1 se realizó en la cuadra 1 del jirón San Hernán empezando desde la Avenida Alfredo Mendiola en el lado izquierdo, la calicata N°2 se realizó en la cuadra 2 lado derecho del jirón San Hernán entre el jirón San Lino (Santa María) y el jirón San Ernesto y la calicata N°3 se realizó en la cuadra 4 lado derecho del jirón San Hernán entre el jirón San Rodolfo y la Avenida Santa Elvira.



Figura 17. Ubicación de calicatas realizadas en el jirón San Hernán (2020).

Fuente: Elaboración propia.

Calicata N°1 - jirón San Hernán

Las calicatas se ejecutaron el día viernes 09 de octubre del año 2020. Primero se realizó la calicata N°1 en el lado izquierdo de la cuadra 1 del jirón San Hernán entre la avenida Alfredo Mendiola y el jirón San Lino. La excavación que se realizó a esta calicata fue de 1.50 m de profundidad donde se verificó 3 capas de estratos según caracterización visual, en el primer estrato de 0.00 m a 0.30 m de profundidad se halló material granular gravoso que posiblemente haya sido de relleno, luego de 0.30 m a 1.25 m de profundidad se halló material arcilloso lo cual vendría a ser el suelo natural que conforma la capa de sub rasante del pavimento, y finalmente de 1.25 m a 1.50 m de profundidad se encontró material granular gravoso arcilloso, dicho estrato estaría muy por debajo de la capa sub rasante del pavimento.

En la excavación de esta calicata N°1 se tomó muestras de suelo del estrato 2 capa sub rasante y del estrato 3, además en esta calicata se encontró tubería de desagüe en la segunda capa de estrato arcilloso y gracias a que se excavó con cuidado no se afectó la tubería.



Figura 18. Calicata N°1 en la cuadra 1 del jirón San Hernán.

Fuente: Elaboración propia.

Calicata N°2 - jirón San Hernán

La calicata N°2 se realizó en el lado derecho de la cuadra 2 del jirón San Hernán entre el jirón San Lino y el jirón San Ernesto. La profundidad de excavación fue de 1.55 m en lo cual se verificó 3 capas de estratos según caracterización visual: en el primer estrato de 0.00 m a 0.30 m de profundidad se verificó material granular gravoso que posiblemente haya sido de relleno, luego de 0.30 m a 1.30 m se encontró material arcilloso igual que la calicata N°1 por lo que también se procedió a tomar una muestra de suelo en bolsa plástica para luego ponerlo dentro de un saco; finalmente de 1.30 m a 1.55 m de profundidad se encontró material granular gravoso arcilloso del cual también se recogió una muestra de suelo en bolsa plástica y se puso dentro de un saco, dicho estrato estaría muy por debajo de la capa sub rasante del pavimento.



Figura 19. Calicata N°2 en la cuadra 2 del jirón San Hernán.

Fuente: Elaboración propia.

Calicata N°3 - jirón San Hernán

La calicata N°3 se realizó en el lado derecho de la cuadra 4 del jirón San Hernán entre el

jirón San Rodolfo y la avenida Santa Elvira. La profundidad de excavación fue de 1.60 m en lo cual se verificó 2 capas de estratos según caracterización visual: en el primer estrato de 0.00 m a 0.30 m de profundidad se verificó material granular gravoso que posiblemente haya sido de relleno y de 0.30 m a 1.60 m de profundidad se halló material arcilloso igual que el estrato de capa sub rasante encontrado en la calicata N°1 y calicata N°2 por lo cual ya no se extrajo muestras de dicho estrato.



Figura 20. Calicata N°3 en la cuadra 4 del jirón San Hernán.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.7. Toma de muestra material afirmado (2020)

El mismo día viernes 09 de octubre que se realizó las calicatas también se adquirió el material granular (afirmado) para base o subbase de pavimentos gracias al apoyo de un Ingeniero Civil que estaba trabajando en la construcción de obras de tanques elevados o reservorios de agua cerca de la urbanización Santa Luisa, el Ingeniero que me facilitó el material afirmado dijo que el material era adquirido de la cantera Yerba Buena (Unicon) ubicado en el distrito de Carabayllo – Lima y que tenía un precio de S/. 40.00 el metro

cúbico. La cantidad de material adquirido para esta investigación fue 5 sacos que calculado en peso era unos 300 kg aproximadamente.

5.1.8. Toma de muestra de material reciclable de la construcción (2020)

También el día viernes 09 de octubre se adquirió material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) de una obra de construcción casa edificación ubicado en la calle 51, urbanización San Roque, distrito Los Olivos – Lima; con dirección de referencia a media cuadra de la calle Icaro. La cantidad de material que se tomó fue de unos 45 kg aproximadamente.



Figura 21. Obra N°1 recojo de material reciclable de la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

Luego el día sábado 10 de octubre se recogió más material reciclable de la construcción en otra obra de construcción casa edificación ubicado al costado del lote 30 en la calle Los Rosales de Pro, distrito Los Olivos – Lima, con dirección de referencia a 4 cuadras de la calle jirón San Hernán con la avenida Santa Elvira, entre la calle San Lorenzo y la calle 8. La cantidad de material que se tomó fue de unos 35 a 40 kg aproximadamente.



Figura 22. Obra N°2 recojo de material reciclable de la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.9. Traslado de muestras de materiales

Luego el mismo día sábado se llevó las muestras de suelo del terreno natural, el material afirmado y el material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) a la agencia Rubial de transporte de carga de la ciudad de Lima a la ciudad de Jaén donde se realizó los estudios en laboratorio a dichos materiales antes mencionados.

La cantidad de material transportado de Lima a Jaén fue de 620 kg aproximadamente conformado por 11 bultos en total de los cuales 4 bultos era de suelo de terreno natural extraído de las calicatas N°1 y N°2 de estratos capa sub rasante y capa inferior a la sub rasante, 5 bultos de afirmado de préstamo de cantera y 2 bultos de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla).



Figura 23. Traslado de material Lima - Jaén (2020).

Fuente: Elaboración propia.

5.1.10. Ensayo contenido de humedad - suelo natural y afirmado

El día miércoles 14 de octubre llegó el material a la ciudad de Jaén, ese mismo día se recogió y se llevó al laboratorio de la empresa Magma ubicado en la calle Lambayeque N° 170 – 172 en la ciudad de Jaén, al llegar se tomó muestras de suelo y se puso al horno a secar para luego ver la humedad de cada uno de los estratos de suelo de terreno natural de la calicata N°2 y material afirmado de préstamo de cantera.



Figura 24. Ensayo contenido de humedad del suelo natural y afirmado.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido de los ensayos de contenido de humedad fue de 8.35% para el

estrato 2 (capa de sub rasante), 7.33% para el estrato 3 (capa inferior al estrato 2) y 4.01% para el material afirmado de préstamo de cantera (ver anexos 8; 11 y 18).

Las muestras de estratos de suelo natural y material afirmado fueron esparcidas sobre costalillos; el estrato 2 y 3 extraído de las calicatas N°1 y N°2 se mezclaron ya que dichas calicatas tienen los mismos estratos según inspección visual denominándolo como suelo de calicata N°2.

5.1.11. Ensayo granulometría terreno natural

Luego se procedió a realizar los ensayos de granulometría a los estratos 2 y 3 de suelo natural (capa sub rasante y capa inferior a la capa sub rasante) según la norma MTC E 107. La siguiente figura 25 muestra al investigador realizando los ensayos de granulometría en el laboratorio Magma de la ciudad provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.



Figura 25. Ensayo granulométrico del suelo natural y afirmado.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.12. Ensayo de límites de consistencia terreno natural

Después de realizar los ensayos de granulometría se realizó los ensayos de límites de consistencia según normas MTC E 110, 111 para conocer el índice de plasticidad de los estratos 2 y 3 (capa sub rasante y capa inferior a esta) de la calicata N°2.



Figura 26. Ensayo limite líquido y limite plástico del suelo natural.

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó un índice de plasticidad valor de 7.55% para el estrato 2 capa sub rasante y un índice de plasticidad valor de 6.78% para el estrato 3 capa inferior a la sub rasante; para revisar los resultados (ver anexos 10 y 13).

Luego de haber realizado los ensayos de granulometría y límites de consistencia se clasifico cada estrato de suelo tal como se muestra en la siguiente figura 27 de perfiles estratigráficos de las 3 calicatas ya que tienen en común estratos de suelo de iguales características.

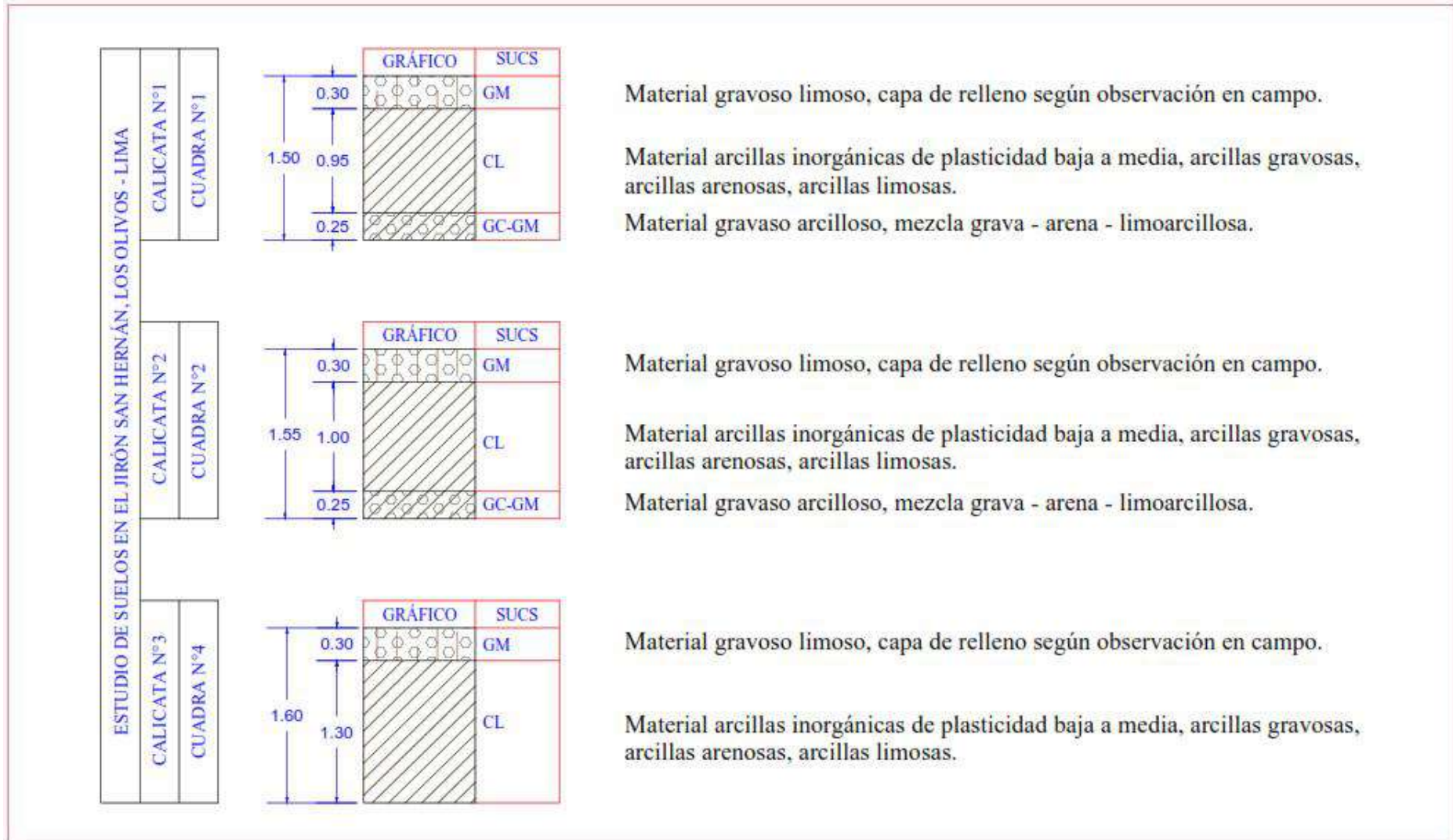


Figura 27. Perfil estratigráfico de calicatas realizadas en el jr. San Hernán.

Fuente: Elaboración propia.

El material de la primera capa de 0.00 m a 0.30 m de profundidad es igual en las 3 calicatas realizadas, dicho material no es de importancia debido a que no forma parte de la sub rasante del pavimento y se clasificó a simple inspección visual como material gravoso limoso (GM) según clasificación SUCS; el material del estrato 2 espesor de profundidad variable en cada calicata y que viene a ser la capa de sub rasante, se clasificó como material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arenosas y limosas; y el material del estrato 3 que se encontró en las 2 primeras calicatas, se clasificó como material gravoso arcilloso, mezcla de grava, arena, limos y arcillas. Para revisar los resultados de los ensayos de granulometría, límite plástico y límite líquido (ver anexos de 8 al 13).

5.1.13. Ensayo contenido de sales solubles (sub rasante)

Se realizó el ensayo químico de contenido de sales solubles al suelo estrato 2 capa sub rasante del pavimento según norma MTC E 219 para ver la cuantía de sales solubles. Para llevar a cabo dicho ensayo se preparó una muestra de 1 kg y se llevó hasta las instalaciones del laboratorio químico para que el especialista realice los ensayos.



Figura 28. Ensayos químicos.

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo como resultado que el estrato 2 capa sub rasante contiene 0.26% de sales; para

revisar el resultado (ver anexo 14).

Se hace saber que cuando se llevó la muestra de suelo natural estrato 2 capa sub rasante a las instalaciones del laboratorio químico, se llevó también las otras muestras de material afirmado y la combinación de material afirmado con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) tal como se muestra en la anterior figura 28.

5.1.14. Ensayo materia orgánica en arena (sub rasante)

Se realizó el ensayo químico cualitativo de materia orgánica en arena al suelo estrato 2 capa sub rasante del pavimento según norma MTC E 213 para determinar si el suelo de sub rasante contiene materia orgánica.

Para llevar a cabo dicho ensayo se preparó una muestra de 1 kg y se llevó hasta las instalaciones del laboratorio químico junto con las otras muestras de afirmado y la combinación de material afirmado con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) para que el especialista realice los ensayos tal como se muestra en la anterior figura 28 ya que dichas muestras de ensayo de materia orgánica en arena se llevaron junto con las muestras de ensayo de contenido de sales solubles.

Después de realizar el ensayo químico cualitativo de materia orgánica en arena al suelo de sub rasante se obtuvo como resultado que no existe presencia de materia orgánica en dicho suelo. para revisar el resultado de dicho ensayo antes mencionado (ver anexo 15).

5.1.15. Ensayo proctor modificado capa sub rasante

El ensayo de proctor modificado se realizó solamente al estrato 2 del terreno natural (capa sub rasante) según la norma MTC E 115 con la finalidad de determinar la densidad seca máxima y la humedad correspondiente para luego utilizarlo en el ensayo de cbr.

Se preparó 7 muestras de 6 kg cada una, 4 muestras se utilizaron en el ensayo de proctor modificado y las otras 3 en el ensayo de cbr.



Figura 29. Ensayo proctor modificado de la sub rasante - suelo natural.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo proctor modificado realizado al suelo capa sub rasante estrato 2 del terreno natural fue densidad seca máxima igual a 1.993 gr/cm³ a una humedad de 12.87%. Para revisar los resultados obtenidos del ensayo proctor modificado realizado al suelo de capa sub rasante estrato 2 del terreno natural (ver anexo 16).

5.1.16. Ensayo cbr capa sub rasante

El ensayo cbr se realizó al estrato 2 del terreno natural (capa sub rasante) según la norma MTC E 132 para determinar la capacidad portante de sub rasante del pavimento.



Figura 30. Ensayo cbr de la sub rasante - suelo natural.

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del ensayo de cbr realizado al estrato 2 del terreno natural (capa sub rasante) se obtuvo 2 valores a una penetración de 0.1 pulgadas, el primer valor 13.67% al 100% de su MDS y el segundo valor 10.20% al 95% de su MDS. Para revisar los resultados obtenidos del ensayo cbr realizado al estrato 2 del terreno natural (capa sub rasante), (ver anexo 17).

5.1.17. Ensayo granulometría (afirmado)

El ensayo de granulometría al material afirmado se llevó a cabo según norma MTC E 107 con la finalidad de ver si cumple con la gradación granulométrica para ser usado como material de subbase de pavimentos según norma CE 010 Pavimentos Urbanos. la siguiente figura 31 muestra al investigador realizando el cuarteo al material afirmado para realizar el ensayo de granulometría.



Figura 31. Ensayo granulometría y límites de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del material afirmado cumple con una de las gradaciones granulométricas gradación “B” para subbase de pavimento según norma CE 010. Para revisar el resultado granulométrico del material afirmado (ver anexo 19).

La siguiente tabla 20 expone el resultado del ensayo granulométrico realizado al material afirmado comparado con las gradaciones requeridas según norma CE 010.

Tabla 20. Verificación de gradación granulométrica de afirmado.

Tamiz	% pasante			
	afirmado	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"	100	100	---	---
1"	90.50	75 – 95	100	100
3/8"	64.65	40 – 75	50 – 85	60 -100
Nº4	54.82	30 – 60	35 – 65	50 – 85
Nº10	44.99	20 – 45	25 – 50	40 – 70
Nº40	22.76	15 – 30	15 – 30	25 – 45
Nº200	9.63	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

Luego de realizar el ensayo de granulometría al material afirmado se decidió modificar a dicho material lavándolo o tamizando por la malla - tamiz de una pulgada con dos intenciones, la primera que cumpla con una de las gradaciones tipo “C” o “D” según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos y la segunda que la cantidad de material pasante la malla 3/4 de pulgada aumente ya que el material con esa característica se utiliza para el ensayo de proctor y cbr que por criterio propio del investigador se tendrá un resultado más real acorde con la muestra. Para revisar el resultado del segundo ensayo granulométrico del afirmado modificado denominado material granular para base y/o subbase (ver anexo 21).

La siguiente tabla 21 expone el resultado del segundo ensayo realizado a la muestra de material afirmado (material granular para base y/o subbase) comparado con las gradaciones requeridas según norma CE 010.

Tabla 21. Verificación de gradación granulométrica material granular para subbase.

Tamiz	% pasante			
	afirmado	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2”	100	100	---	---
1”	100	75 – 95	100	100
3/8”	71.10	40 – 75	50 – 85	60 -100
Nº4	61.05	30 – 60	35 – 65	50 – 85
Nº10	49.97	20 – 45	25 – 50	40 – 70
Nº40	24.67	15 – 30	15 – 30	25 – 45
Nº200	10.15	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

El resultado del segundo ensayo realizado a la muestra de material afirmado (material granular para base y/o subbase) cumple con una de las gradaciones granulométricas gradación “C” para subbase de pavimento según norma CE 010.

5.1.18. Ensayo límites de consistencia (afirmado)

Se intentó realizar el ensayo de límites de consistencia al material afirmado (material granular para base y/o subbase) según norma MTC E 110, 111 con la finalidad de determinar si presenta límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad por debajo de lo permitido según norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que dicha norma especifica un valor de límite líquido igual 25% máximo y un valor de índice de plasticidad de 6% máximo.

A continuación, la siguiente figura 32 muestra el material fino del afirmado (material granular para base y/o subbase) tamizado por la malla Nº40 para el ensayo de límites de consistencia.



Figura 32. Ensayo límites de consistencia (afirmado).

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo de límites de consistencia realizado al material afirmado (material granular para base y/o subbase) no presenta ni límite líquido ni límite plástico y por tanto no tiene índice de plasticidad lo cual cumple según norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que dicha norma especifica valores máximos de 25% límite líquido y 6% índice de plasticidad. Para ver el resultado de límites de consistencia de dicho ensayo (ver anexo 20 y 22).

5.1.19. Ensayo material que pasa malla N°200 (afirmado)

Se realizó el ensayo de material que pasa la malla N°200 por lavado en agua al material afirmado (material granular para base y/o subbase) según norma MTC E 202 para cuantificar el material fino tales como arcillas, limos y materiales solubles en agua y ver si cumple según norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que dicha norma permite un valor máximo de 15% y no requiere dicho ensayo en particular ya que el valor permitido se basa en el ensayo de granulometría.



Figura 33. Ensayo material que pasa malla N°200 (afirmado).

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo material que pasa la malla N°200 realizado al material afirmado (material granular para base y/o subbase) fue un valor de 12.16% y cumple con lo requerido por la norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que el valor máximo que permite es de 15%. Para revisar el resultado del ensayo material que pasa la malla N°200 (ver anexo 23).

5.1.20. Ensayo contenido de sales solubles (afirmado)

Se realizó el ensayo de contenido de sales solubles al afirmado (material granular para base y/o subbase) según la norma MTC E 219 de donde se obtuvo como resultado un 0.14% de sales lo cual cumple con lo requerido por la norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que el valor máximo que permite es de 1%. Para revisar el resultado del ensayo de contenido de sales solubles en el material afirmado (material granular para base y/o subbase), (ver anexo 24).

5.1.21. Ensayo materia orgánica en arena (afirmado)

Se realizó el ensayo cualitativo de materia orgánica en arena al afirmado (material granular para base y/o subbase) según la norma MTC E 213 de donde se obtuvo como resultado que el material afirmado (material granular para base y/o subbase) no presenta materia orgánica; la norma CE 010 Pavimentos Urbanos no requiere dicho ensayo, pero como

el Manual de Carreteras si lo requiere para ser usado como material afirmado o material de subbase y base se realizó dicho ensayo. Para revisar el resultado del ensayo de contenido materia orgánica en arena realizado al material afirmado (material granular para base y/o subbase), (ver anexo 25).

5.1.22. Ensayo partículas chatas y alargadas (afirmado)

Se realizó el ensayo de determinación de partículas chatas y alargadas en agregado grueso del material afirmado (material granular para base y/o subbase) según norma MTC E 223.



Figura 34. Ensayo de partículas chatas y alargadas (afirmado).

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado se obtuvo 2% de partículas chatas y alargadas, la norma CE 010 Pavimentos Urbanos no requiere dicho ensayo, sin embargo, el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos si lo requiere, pero como no especifica el valor máximo permitido se ha tomado como referencia el valor de 20% máximo especificado en el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013. Por tanto, el resultado del

ensayo de partículas chatas y alargadas si cumple para ser utilizado en subbase de pavimentos. Para revisar el resultado del ensayo de partículas chatas y alargadas realizado al material afirmado (material granular para base y/o subbase), (ver anexo 26).

5.1.23. Ensayo caras fracturadas (afirmado)

Se realizó el ensayo de determinación de caras fracturadas en el agregado grueso del afirmado (material granular para base y/o subbase) según la norma MTC E 210; la norma CE 010 Pavimentos Urbanos no requiere dicho ensayo para material de subbase, pero si lo requiere para material de base y como también el Manual de Carreteras si lo requiere para ser usado como material afirmado o material de subbase y base se realizó dicho ensayo. En la siguiente figura 35 se muestra la cantidad de material que se utilizó para dicho ensayo.



Figura 35. Ensayo caras fracturadas (afirmado).

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo de determinación de caras fracturadas en el agregado grueso de afirmado (material granular para base y/o subbase) fue una cara fracturada 24.60%, dos o más caras fracturadas 75.23% y una o más caras fracturadas 99.83% lo cual cumple para base según norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que dicha norma específica valores mínimos 80% partículas con una cara fracturada y 40% con dos caras fracturadas; por tanto los valores obtenidos cumplen con lo requerido para material de base granular ya que estos se interpretan de la siguiente manera 75.23% con dos caras fracturadas y 99.83% partículas con una cara fracturada ya que este último valor sería la suma de partículas con dos caras fracturadas y una

cara fracturada. Para revisar el resultado de dicho ensayo (ver anexo 27).

5.1.24. Ensayo proctor modificado (afirmado)

Se realizó el ensayo proctor modificado al material afirmado (material granular para base y/o subbase) según la norma MTC E 115 con la finalidad de determinar la densidad seca máxima y la humedad correspondiente, para luego utilizarlo en el ensayo de cbr.

Se preparó 7 muestras de 6 kg cada una, 4 muestras fueron para realizar el ensayo de proctor modificado y las otras 3 para el ensayo de cbr.



Figura 36. Ensayo proctor modificado del material afirmado.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo proctor modificado realizado al material afirmado (material granular para base y/o subbase) fue densidad seca máxima igual a 2.375 gr/cm³ y 6.54% de humedad correspondiente. Para revisar los resultados obtenidos del ensayo proctor modificado realizado al material afirmado (material granular para base y/o subbase), (ver anexo 28).

5.1.25. Ensayo cbr (afirmado)

Se realizó el ensayo cbr al material afirmado (material granular para base y/o subbase) según la norma MTC E 132 para determinar la capacidad portante y ver si cumple con el valor de cbr mínimo requerido igual a 40% según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.



Figura 37. Ensayo cbr del material afirmado.

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del ensayo de cbr realizado al material afirmado (material granular para base y/o subbase) se obtuvo un valor cbr de 130.73% al 100% de su MDS de proctor modificado y 0.1 pulgadas de penetración requerido por norma.

Por tanto, el material afirmado (material granular para base y/o subbase) cumple para subbase según norma CE 010, e incluso también cumple para base granular ya que el valor mínimo de cbr para material de subbase granular es de 40% y para material de base granular es de 80%. Para revisar los resultados obtenidos del ensayo cbr al material afirmado (material granular para base y/o subbase), (ver anexo 29).

5.1.26. Pulverización ladrillo de arcilla reciclado de la construcción

Se realizó la pulverización del material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) con la finalidad de mezclarlo con el material afirmado y ver si cumple para subbase de pavimentos según norma CE 010.

Los bloques de ladrillo de arcilla reciclados de la construcción se pulverizaron utilizando combas y pisones de concreto, luego se tamizó por la malla N°4 y finalmente dicha muestra quedó lista para poder ser mezclado con el material afirmado (material granular para base y/o

subbase).

A continuación, se presenta la siguiente figura 38 donde muestra al investigador realizando la pulverización de los bloques de ladrillo de arcilla.



Figura 38. Pulverizado de bloques de ladrillo de arcilla.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.27. Ensayo granulometría (ladrillo pulverizado)

Se realizó el ensayo de granulometría al ladrillo pulverizado según la norma MTC E 107 con la finalidad de conocer la curva granulométrica de dicho material. Para ver el resultado del ensayo granulométrico realizado al ladrillo pulverizado (ver anexo 30).

La siguiente figura 39 presenta al investigador realizando el ensayo de granulometría al material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) ya pulverizado.



Figura 39. Ensayo granulometría (ladrillo pulverizado).

Fuente: Elaboración propia.

5.1.28. Ensayo límites de consistencia (ladrillo pulverizado)

Se intentó realizar el ensayo de límites de consistencia al material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) según norma MTC E 110, 111 para determinar si presenta límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.



Figura 40. Ensayo límites de consistencia (ladrillo pulverizado).

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo de límites de consistencia realizado al material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla ya pulverizado) no presenta ni límite líquido ni límite plástico y por tanto no tiene índice de plasticidad. Para ver el resultado de límites de

consistencia realizado al ladrillo pulverizado (ver anexo 31).

5.1.29. Ensayos granulometría (mezcla afirmado – ladrillo pulverizado)

Se decidió realizar 3 ensayos de granulometría en 3 diferentes proporciones de mezcla de material afirmado con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) según norma MTC E 107 para ver si dichas muestras cumplen con la gradación granulométrica para ser usado como material de subbase de pavimentos según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Las proporciones de las mezclas de material afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción) este último ya pulverizado, son las siguientes expuestas en la siguiente tabla 22.

Tabla 22. Proporciones de mezcla afirmado - ladrillo.

Descripción de muestra	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de muestra: 4000 gr.	80% (3200 gr.)	70% (2800 gr.)	60% (2400 gr.)
Mezcla de material afirmado de préstamo de cantera con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción) este último ya pulverizado.	material afirmado 20% (800 gr.) ladrillo pulverizado	material afirmado 30% (1200 gr.) ladrillo pulverizado	material afirmado 40% (1600 gr.) ladrillo pulverizado

Fuente: Elaboración propia.

Muestras realizadas con el fin de determinar la proporción de muestra adecuada para aplicar en la subbase de un diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción.

La siguiente figura 41 expone las muestras de material afirmado (material granular para base y/o subbase) mezclado con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) para luego realizar los ensayos de granulometría.



Figura 41. Muestras (afirmado - ladrillo pulverizado) granulometría.

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber preparado las 3 mencionadas muestras de material afirmado con ladrillo pulverizado se realizó los ensayos de granulometría según norma MTC E 107 para elegir la muestra adecuada de acuerdo a la granulometría de subbase requerida por la norma CE 010.

La siguiente figura 42 presenta al investigador realizando el ensayo de granulometría a la mezcla de material afirmado (material granular de base y/o subbase) con el material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado).



Figura 42. Ensayo granulometría mezcla afirmado y ladrillo pulverizado.

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber realizado los 3 ensayos granulometría a las 3 diferentes mezclas de material afirmado con el ladrillo pulverizado según la norma MTC E 107 se procede a exponer los resultados según la gradación granulométrica para material granular de subbase especificada por la norma CE 010 expuesto en el capítulo II de esta investigación. Para revisar los resultados de dichos ensayos antes mencionados (ver anexos 32; 34 y 36).

Resultados granulometría - muestra 1 (20% ladrillo pulverizado)

La muestra 1 está compuesta de 4000 gramos y el 80% (3200 gr.) es material afirmado (material granular de base y/o subbase) y el otro 20% (800 gr.) es material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado.

La siguiente tabla 23 expone el resultado de granulometría de la muestra 1 de acuerdo a las mallas requeridas según norma CE 010 para material de subbase.

Tabla 23. Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 1.

mallas	Porcentaje que pasa (M-1)
1"	100
3/8"	73.77
N°4	65.51
N°10	51.19
N°40	24.73
N°200	9.68

Fuente: Elaboración propia.

También en la tabla 24 se expone la comparación del resultado granulométrico de la muestra 1 con las gradaciones granulométricas para material de subbase según la norma CE 010.

Tabla 24. verificación de gradación granulométrica de la muestra 1.

Tamiz	% pasante			
	M-1	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"		100	---	---
1"	100	75 – 95	100	100
3/8"	73.77	40 – 75	50 – 85	60 -100
Nº4	65.51	30 – 60	35 – 65	50 – 85
Nº10	51.19	20 – 45	25 – 50	40 – 70
Nº40	24.73	15 – 30	15 – 30	25 – 45
Nº200	9.68	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

Gradación de ensayo granulométrico de acuerdo a los parámetros de la norma CE .010 de Pavimentos Urbanos.

Tabla 4. Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular.

Como resultado la muestra 1 no cumple con ninguna de las curvas de gradaciones granulométricas para material de subbase según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Resultados de análisis de granulometría - muestra 2 (30% ladrillo pulverizado)

La muestra 2 está compuesta de 4000 gramos y el 70% (2800 gr.) es material afirmado (material granular de base y/o subbase) y el otro 30% (1200 gr.) es material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado.

La siguiente tabla 25 expone el resultado de granulometría de la muestra 2 de acuerdo a las mallas requeridas según norma CE 010 para material de subbase.

Tabla 25. Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 2.

mallas	Porcentaje que pasa (M-2)
1"	100
3/8"	80.19
N°4	74.06
N°10	57.87
N°40	29.19
N°200	10.13

Fuente: Elaboración propia.

También en la tabla 26 se expone la comparación del resultado granulométrico de la muestra 2 con las gradaciones granulométricas para material de subbase según la norma CE 010.

Tabla 26. Verificación de gradación granulométrica de la muestra 2.

Tamiz	% pasante			
	M-2	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"		100	---	---
1"	100	75 – 95	100	100
3/8"	80.19	40 – 75	50 – 85	60 -100
N°4	74.06	30 – 60	35 – 65	50 – 85
N°10	57.87	20 – 45	25 – 50	40 – 70
N°40	29.19	15 – 30	15 – 30	25 – 45
N°200	10.13	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

Gradación de ensayo granulométrico de acuerdo a los parámetros de la norma CE .010 de Pavimentos Urbanos.

Tabla 4. Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular.

Como resultado la muestra 2 cumple con la gradación “D” de las curvas de gradaciones granulométricas para material de subbase según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Resultados de análisis de granulometría - muestra 3 (30% ladrillo pulverizado)

La muestra 3 está compuesta de 4000 gramos y el 60% (2400 gr.) es material afirmado (material granular de base y/o subbase) y el otro 40% (1600 gr.) es material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado.

La siguiente tabla 27 expone el resultado de granulometría de la muestra 3 de acuerdo a las mallas requeridas según norma CE 010 para material de subbase.

Tabla 27. Análisis granulométrico según requerimiento - muestra 3.

mallas	Porcentaje que pasa (M-3)
1”	100
3/8”	83.19
N°4	77.23
N°10	59.14
N°40	28.32
N°200	10.68

Fuente: Elaboración propia.

También en la tabla 28 se expone la comparación del resultado granulométrico de la muestra 3 con las gradaciones granulométricas para material de subbase según la norma CE 010.

Tabla 28. verificación de gradación granulométrica de la muestra 3.

Tamiz	% pasante			
	M-3	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2”		100	---	---
1”	100	75 – 95	100	100
3/8”	83.19	40 – 75	50 – 85	60 -100
N°4	77.23	30 – 60	35 – 65	50 – 85
N°10	59.14	20 – 45	25 – 50	40 – 70
N°40	28.32	15 – 30	15 – 30	25 – 45
N°200	10.68	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

Gradación de ensayo granulométrico de acuerdo a los parámetros de la norma CE .010 de Pavimentos Urbanos.

Tabla 4. Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular.

Como resultado la muestra 3 cumple con la gradación “D” de las curvas de gradaciones granulométricas para material de subbase según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Como resultado en el software Excel se realizó una representación gráfica de las curvas granulométricas de las tres muestras de mezcla material afirmado (material granular de base y/o subbase) con el material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado).

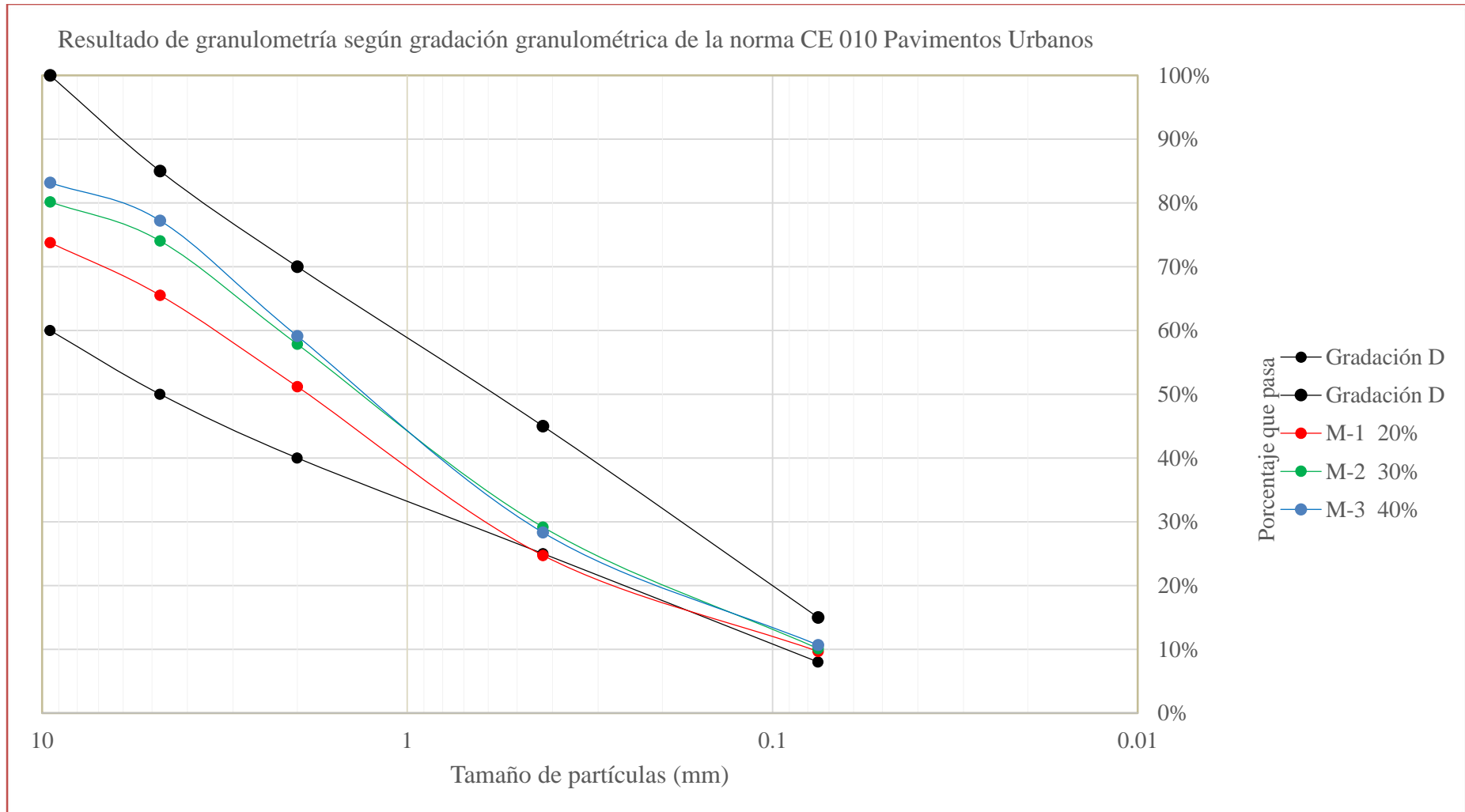


Figura 43. Curvas granulométricas de las tres diferentes muestras ensayadas.

Fuente: Elaboración propia (2019).

La muestra M-2 y la muestra M-3 cumplen con las especificaciones del rango granulométrico de la gradación D según la norma CE.010; por otro lado, se diría que la muestra M-2 no cumple ya que su curva granulométrica se sale del parámetro exigido.

5.1.30. Ensayos límites de consistencia (mezcla afirmado – ladrillo)

A pesar que los ensayos anteriores de límites de consistencia realizados al material afirmado (material granular para base y/o subbase) y al material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) no presentaron límites de consistencia; se intentó realizar este ensayo a las 3 diferentes mezclas de proporciones 20%, 30% y 40% ladrillo de arcilla pulverizado con 80%, 70% y 60% afirmado respectivamente según la norma MTC E 110, 111.

A continuación, la siguiente figura 44 muestra el material fino tamizado por la malla N°40 de las 3 diferentes combinaciones de mezcla de afirmado y ladrillo pulverizado para límites de consistencia.



Figura 44. Mezcla de afirmado y ladrillo pulverizado para límites de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo de límites de consistencia realizado a las 3 diferentes mezclas de proporciones 20%, 30% y 40% ladrillo de arcilla pulverizado con 80%, 70% y 60% afirmado respectivamente no presentan ni límite líquido ni límite plástico y por tanto no tienen índice de plasticidad por lo cual cumplen según norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que dicha norma específica valores máximos de 25% límite líquido y 6% índice de plasticidad. Para ver los resultados de límites de consistencia realizado a cada una de las muestras antes mencionadas (ver anexos 33; 35 y 37).

5.1.31. Muestras para proctor y cbr (afirmado y ladrillo pulverizado)

Después de realizar los ensayos de granulometría se decidió realizar el ensayo proctor modificado y el ensayo cbr a las muestras 2 y 3 del ensayo de granulometría ya que cumplieron con una de las gradaciones gradación “D” para ser usado como material de subbase de pavimentos según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Se preparó 2 muestras de cada mezcla de proporción para utilizarlo en los ensayos proctor modificado y cbr. Dichas muestras consistieron en mezclas de proporción 30% y 40% material reciclable de la construcción (boques de ladrillo de arcilla) pulverizado con 70% y 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) respectivamente.



Figura 45. Mezcla %afirmado y %ladrillo para ensayo proctor modificado y cbr.

Fuente: Elaboración propia.

Cada muestra consistió en 7 bolsas de material mezclado de 6 kg cada una, 4 bolsas fueron para el ensayo proctor modificado y 3 bolsas para el ensayo cbr.



Figura 46. Muestras %afirmado y %ladrillo para ensayo proctor modificado y cbr.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.32. Ensayo proctor modificado 70% afirmado y 30% ladrillo

Se realizó el ensayo de proctor modificado a la mezcla de 70% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 30% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según la norma MTC E 115 con la finalidad de determinar la densidad seca máxima y la humedad correspondiente, para luego utilizarlo en el ensayo de cbr.



Figura 47. Ensayo proctor modificado 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo proctor modificado realizado a la mezcla de 70% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 30% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado fue densidad seca máxima igual a 2.119 gr/cm³ y 9.30% de humedad correspondiente. Para revisar el resultado obtenido del ensayo proctor modificado realizado a dicha mezcla antes mencionada, (ver anexo 38).

5.1.33. Ensayo cbr 70% afirmado y 30% ladrillo

Se realizó el ensayo cbr a la mezcla de 70% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 30% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según la norma MTC E 132 para determinar la capacidad portante y ver si cumple con el valor de cbr mínimo requerido igual a 40% según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.



Figura 48. Ensayo cbr 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado.

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del ensayo de cbr realizado a la mezcla de 70% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 30% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado se obtuvo un valor cbr de 117.41% al 100% de su MDS a una penetración de 0.1 pulgadas requerido por la norma.

Por tanto, la mezcla de 70% material afirmado (material granular para base y/o subbase)

con 30% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado cumple para subbase según norma CE 010 e incluso también cumple para ser usado como material de base ya que el valor mínimo de cbr para material de subbase es de 40% y para material de base es de 80%. Para revisar el resultado obtenido del ensayo cbr realizado a dicha mezcla antes mencionada, (ver anexo 39).

5.1.34. Ensayo proctor modificado 60% afirmado y 40% ladrillo

Se realizó el ensayo de proctor modificado a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según la norma MTC E 115 con la finalidad de determinar la densidad seca máxima y la humedad correspondiente, para luego utilizarlo en el ensayo de cbr.



Figura 49. Ensayo proctor modificado 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo proctor modificado realizado a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado fue densidad seca máxima igual a

2.051 gr/cm³ y 9.87% de humedad correspondiente. Para revisar el resultado obtenido del ensayo proctor modificado realizado a dicha mezcla antes mencionada, (ver anexo 40).

5.1.35. Ensayo cbr 60% afirmado y 40% ladrillo

Se realizó el ensayo cbr a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según la norma MTC E 132 para determinar la capacidad portante y ver si cumple con el valor de cbr mínimo requerido igual a 40% según norma CE 010.



Figura 50. Ensayo cbr 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado.

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del ensayo de cbr realizado a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado se obtuvo un valor cbr de 109.49% al 100% de su MDS a una penetración de 0.1 pulgadas requerido por la norma.

Por tanto, la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado

cumple para subbase según norma CE 010 e incluso también cumple para ser usado como material de base ya que el valor mínimo de cbr para material de subbase es de 40% y para material de base es de 80%. Para revisar el resultado obtenido del ensayo cbr realizado a dicha mezcla antes mencionada, (ver anexo 41).

Una vez obtenido los resultados del ensayo cbr realizado a ambas muestras seleccionadas que cumplieron la gradación granulométrica y el valor de cbr según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos se procedió a seleccionar la muestra de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado para realizar los demás ensayos solicitados según norma CE 010 Pavimentos Urbanos y otros ensayos para material subbase sugeridos por el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos.

5.1.36. Ensayo material que pasa malla N°200 60% afirmado y 40% ladrillo

Se realizó el ensayo de material que pasa la malla N°200 por lavado en agua a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según norma MTC E 202 para cuantificar el material fino tales como arcillas, limos y materiales solubles en agua y ver si cumple según norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que dicha norma permite un valor máximo de 15% y no requiere dicho ensayo en particular ya que el valor permitido se basa en el ensayo de granulometría.



Figura 51. Ensayo material que pasa malla N°200 60% afirmado y 40% ladrillo.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo material que pasa la malla N°200 realizado a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado fue un valor de 11.80% y cumple con lo requerido por la norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que el valor máximo que permite es de 15%. Para revisar el resultado del ensayo material que pasa la malla N°200 realizado a dicha mezcla antes mencionada, (ver anexo 42).

5.1.37. Ensayo contenido de sales solubles 60% afirmado y 40% ladrillo

Se realizó el ensayo de contenido de sales solubles a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según la norma MTC E 219 de donde se obtuvo como resultado un 0.28% de sales lo cual cumple con lo requerido por la norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que el valor máximo que permite es de 1%. Para revisar el resultado del ensayo de contenido de sales solubles realizado a dicha mezcla antes mencionada, (ver anexo 43).

5.1.38. Ensayo materia orgánica en arena 60% afirmado y 40% ladrillo

Se realizó el ensayo cualitativo de materia orgánica en arena a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según la norma MTC E 213 de

donde se obtuvo como resultado que no presenta materia orgánica; la norma CE 010 Pavimentos Urbanos no requiere dicho ensayo, pero como el Manual de Carreteras si lo requiere para ser usado como material de subbase y base se realizó dicho ensayo. Para revisar el resultado del ensayo de materia orgánica en arena realizado a dicha mezcla antes mencionada, (ver anexo 44).

5.1.39. Ensayo partículas chatas y alargadas 60% afirmado y 40% ladrillo

Se realizó el ensayo de determinación de partículas chatas y alargadas en agregado grueso de la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según la norma MTC E 223.

Como resultado se obtuvo 2% de partículas chatas y alargadas igual que el valor obtenido del mismo ensayo realizado al material afirmado (material granular para base y/o subbase) ya que el ladrillo pulverizado es material fino y por tanto no interviene en dicho ensayo.

la norma CE 010 Pavimentos Urbanos no requiere dicho ensayo, sin embargo, el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos si lo requiere, pero como no especifica el valor máximo permitido se ha tomado como referencia el valor de 20% máximo especificado en el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013. Por tanto, el resultado del ensayo de partículas chatas y alargadas si cumple para ser utilizado en subbase de pavimentos; para revisar el resultado (ver anexo 45).

5.1.40. Ensayo caras fracturadas 60% afirmado y 40% ladrillo

Se realizó el ensayo de determinación de caras fracturadas en el agregado grueso de la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según la norma MTC E 210.

La norma CE 010 Pavimentos Urbanos no requiere dicho ensayo para material de subbase, pero si lo requiere para material de base y como también el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos si lo requiere para ser usado como material de subbase y base se realizó dicho ensayo.

El resultado del ensayo de determinación de caras fracturadas en el agregado grueso de la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado fue una cara fracturada 24.60%, dos o más caras fracturadas 75.23% y una o más caras fracturadas 99.83% lo cual cumple para base según norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que dicha norma especifica valores mínimos 80% partículas con una cara fracturada y 40% con dos caras fracturadas; por tanto los valores obtenidos cumplen con lo requerido para material de base granular ya que estos se interpretan de la siguiente manera 75.23% con dos caras fracturadas y 99.83% con una cara fracturada ya que este último valor sería la suma de partículas con dos caras fracturadas y una cara fracturada. Para revisar el resultado de dicho ensayo, (ver anexo 46).

5.1.41. Ensayo abrasión los ángeles 60% afirmado y 40% ladrillo

Se realizó 2 ensayos de abrasión los ángeles al agregado grueso de la mezcla 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según norma MTC E 207 para ver si cumple con la norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya dicha norma permite un valor máximo de 50%. El primer ensayo se realizó de acuerdo a los pesos y granulometría requerido para la gradación "B" y el segundo ensayo se realizó de acuerdo a los pesos y granulometría requerido para la gradación "D".

La siguiente figura 52 muestra al investigador realizando el ensayo de Abrasión Los Ángeles.



Figura 52. Ensayo abrasión los ángeles 60% afirmado y 40% ladrillo.

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo como resultado de los ensayos de abrasión los ángeles realizados a la mezcla 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado fueron 18% de desgaste para el ensayo realizado según la gradación “B” y 20% de desgaste para el ensayo realizado según la gradación “D”. por tanto, dicha mezcla antes mencionada cumple con la norma CE 010 Pavimentos Urbanos ya que el valor máximo que permite esta norma es de 50%.

Para revisar el resultado de los ensayos de abrasión los ángeles realizados a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado, (ver anexos 47 y 48).

5.1.42. Ensayo equivalente de arena 60% afirmado y 40% ladrillo

Se llevó a cabo el ensayo equivalente de arena a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según norma MTC E 114 para cuantificar la proporción relativa de arcillas, limos plásticos y polvo en el material que pasa el tamiz N°4

(4.75 mm) para ver si cumple con el valor mínimo de 25% según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.



Figura 53. Ensayo equivalente de arena 60% afirmado y 40% ladrillo.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del ensayo equivalente de arena realizado a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado fue un valor de 58% y cumple con lo requerido según norma CE 010 ya que requiere 25% como mínimo. Para revisar el resultado del ensayo equivalente de arena realizado a dicha mezcla antes mencionada, (ver anexo 49).

5.1.43. Ensayo 2 cbr 60% afirmado y 40% ladrillo

Se realizó un segundo ensayo de cbr a la mezcla seleccionada de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado según norma MTC E 132 para determinar la capacidad portante por segunda vez para tener mayor confiabilidad y confirmar que cumple con el valor de cbr igual a 40% mínimo requerido según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.



Figura 54. Ensayo 2 cbr 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado.

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del ensayo de cbr realizado a la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado se obtuvo un valor cbr de 108.16% al 100% de su MDS a 0.1 pulgadas de penetración requerido por la norma.

El valor de resultado del primer ensayo de cbr realizado a la misma muestra de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado fue igual a 109.49% por lo que se entiende que es casi igual que el valor cbr 108.16% obtenido en el segundo ensayo.

Por tanto, la mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado cumple para subbase y base según norma CE 010 ya el valor mínimo de cbr para material de subbase es de 40% y para material de base es de 80%. Para revisar el resultado obtenido del ensayo cbr realizado a dicha mezcla antes mencionada, (ver anexo 50).

5.2. Cálculo y diseño de la estructura de pavimento flexible

El cálculo y diseño para la estructura de pavimento se realizará en base a la metodología AASHTO 93 del Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos - 2014 del ministerio de

transportes y comunicaciones MTC. Para se determinará las características existentes de la vía, información obtenida de estudios realizados en la presente investigación (ver anexo 2; 17; 51 y 52) con la finalidad de diseñar la nueva estructura de pavimento de la vía urbana jirón San Hernán, distrito Los Olivos, Lima, Lima.

5.2.1. Características de la vía

Para realizar el cálculo diseño de la estructura del pavimento se debe determinar el tráfico vial. A continuación, se presenta las características con los respectivos cálculos para el nuevo diseño de pavimento correspondiente a la vía urbana jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.

5.2.2. Transito proyectado

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1} \dots \text{Ecuación (1)}.$$

T_n = Número de vehículos para el año proyectado.

T_o = Número de vehículos en la actualidad.

n = Años de vida útil proyectado.

r = Incremento anual del tránsito.

El incremento anual del tránsito se asocia al incremento del producto bruto interno PBI. En este caso será el promedio de los 20 años anteriores desde el año 1999 hasta el año 2018 tal como se muestra en la siguiente tabla 29.

Tabla 29. Producto bruto interno PBI.

Año	(variación porcentual)
1999	1.49
2000	2.69
2001	0.62
2002	5.45
2003	4.16
2004	4.96
2005	6.29
2006	7.53
2007	8.52
2008	9.14
2009	1.05
2010	8.45
2011	6.45
2012	5.95
2013	5.84
2014	2.39
2015	3.27
2016	4.04
2017	2.47
2018	3.99
Promedio 20 años	4.74

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú - BCRPData - Gerencia Central de Estudios Económicos

Según el conteo vehicular realizado en la vía urbana jirón San Hernán, distrito Los Olivos

- Lima., se registró dos tipos de vehículo pesado camión C2 y Camión T3S3 obteniéndose dos Índices Medio Diario Anual (IMDA) de 68 vehículos y 12 vehículos respectivamente.

Se expone el cálculo del tránsito proyectado para los dos tipos de vehículo pesado.

- Camión C2

$$Tn = 68(1 + 4.74/100)^{20-1}$$

$$Tn = 163.93$$

$$Tn = 164 \text{ veh/día}$$

$$To = 68 \text{ veh/día}$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$r = 4.74\%$$

- Camión T3S3

$$Tn = 12(1 + 4.74/100)^{20-1}$$

$$Tn = 28.93$$

$$Tn = 29 \text{ veh/día}$$

$$To = 12 \text{ veh/día}$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$r = 4.74\%$$

5.2.3. Factor de dirección y carril

El factor de dirección y el factor carril se basan en las características existentes o de la propuesta de diseño de la vía. Para este caso la vía urbana jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima., tiene las siguientes características: (una calzada, 2 sentidos y un carril por sentido).

La siguiente tabla 30 expone los factores respectivos para la vía de estudio.

Tabla 30. Factor direccional y factor carril para la vía jirón San Hernán.

Número de calzadas	sentidos	carriles	Factor direccional	Factor Carril	Factor ponderado
1	2	1	0.50	1.00	0.50

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 6.1, p.64. MTC.

Los valores a utilizar son:

- factor direccional = 0.5
- factor carril = 1

5.2.4. Ejes equivalentes

Los Ejes Equivalentes (EE) indican el factor destructivo de las distintas cargas que transmiten los ejes de los vehículos pesados lo cual deteriora la estructura de pavimento.

La tabla 31 expone las relaciones simplificadas de carga por eje para calcular Ejes Equivalentes (EE).

Tabla 31. Relación de cargas por eje - pavimentos flexibles.

Fórmula	Simbología de eje
$[P / 6.6] ^{4.0}$	EES1
$[P / 8.2] ^{4.0}$	EES2
$[P / 14.8] ^{4.0}$	EETA1
$[P / 15.1] ^{4.0}$	EETA2
$[P / 20.7] ^{3.9}$	EETR1
$[P / 21.8] ^{3.9}$	EETR2

Fuente: Manual de carreteras Sección suelos y pavimentos, cuadro 6.3, p.67. MTC.

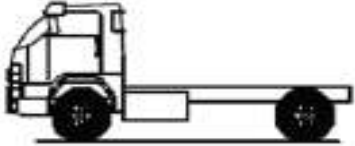
P = peso real por eje en toneladas



5.2.5. Factor vehículo pesado

Es un número calculado según los tipos de ejes que tenga un vehículo pesado. Para el cálculo de diseño de la estructura del pavimento que se propone se tomará las cargas de los vehículos pesados camión C2 y camión T3S3.

La siguiente tabla 32 presenta el factor vehículo camión C2 para un pavimento flexible donde se utilizó las formulas de la anterior tabla 31 determinándose un valor igual a **3.477**.

Tabla 32. Factor camión C2.

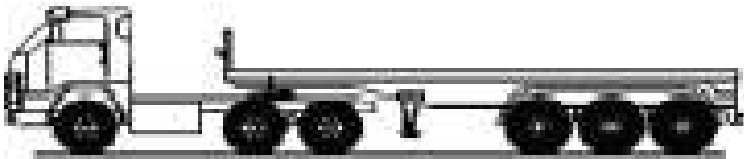





 <p>E1</p>	 <p>E2</p>
Fórmula: $EES1 = [P/6.6]^4$	Fórmula: $EES2 = [P/8.2]^4$
Peso: 7 tn	Peso 10 tn
Factor E.E.1.265	Factor E.E.2.212
Factor Total camión C2: 3.477	

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 6.5, p.69. MTC.

La siguiente tabla 33 presenta el factor vehículo camión T3S3 para un pavimento flexible donde se utilizó las formulas de la tabla 31 determinándose un valor igual a **3.758**.

Tabla 33. Factor camión T3S3.



		
Fórmula: $EES1=[P/6.6]^4$	Fórmula: $EETA2=[P/15.1]^4$	Fórmula: $EETR2=[P/21.8]^3 \cdot 3.9$
Peso: 7 tn	Peso 16 tn	Peso 23 tn
Factor E.E. 1.265	Factor E.E. 1.261	Factor E.E. 1.232
Factor Total camión T3S3: 3.758		

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 6.9, p.71. MTC.

5.2.6. Factor o coeficiente de ajuste por presión de neumático

El valor asumido para el cálculo de este diseño es igual a **1** que corresponde a una presión de contacto del neumático igual a 80 psi y un espesor de capa de rodadura de 90 mm tal como se presenta en la siguiente tabla 34.

Tabla 34. Coeficiente de tensión de la llanta del vehículo.

Tensión de neumático en psi							Grosor de carpeta asfáltica (mm)
80	90	100	110	120	130	140	90
1	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91	

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 6.13, p.73. MTC.

5.2.7. Factor de crecimiento acumulado

$$Factor\ Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \dots \text{Ecuación (2).}$$

r = incremento anual del tránsito

n = años de vida útil proyectado

$$Factor\ Fca = \frac{(1 + 4.74/100)^{20} - 1}{4.74/100}$$

$$Factor\ Fca = 32.17$$

Para determinar la cantidad de ejes equivalentes para los años proyectado se empleará la siguiente ecuación para cada tipo de vehículo.

$$Nrep\ de\ EE\ 8.2tn = \sum [EEdia_carril \times Fca \times 365]$$

La siguiente tabla 35 expone los parámetros y descripción de las variables que intervienen para determinar el número acumulado de EE de 8.2 tn, para el tiempo de diseño proyectado.

Tabla 35. Variables que intervienen en el N° EE para el tiempo de diseño.

Parámetros	Descripción
Nrep EE	N° acumulado EE
	EE para cada tipo de vehículo pesado
	EEdía-carril = IMDpi x Fd x Fc x Fvpi x Fpi
	donde:
EEdía-carril	IMDpi: Índice Medio Diario de vehículo elegido (i).
	Fd: Factor de dirección.
	Fc: Factor de carril.
	Fvpi: Factor vehículo pesado elegido (i).
	Fp: Factor de Presión de llantas.
Fca	Factor de crecimiento acumulado.
365	Días de un año.
\sum	Sumatoria de EE para todos los vehículos elegidos.

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, p.74. MTC.

El Nrep EE, es la sumatoria de EE de 8.2 tn correspondiente a los dos tipos de vehículos pesados de carga que se han registrado en el conteo vehicular los cuales son: camión C2 y

camión T3S3 (Trayler).

Camión C2

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi} \dots \text{Ecuación (3).}$$

$$EE_{\text{día-carril}} = 164 \times 0.5 \times 1 \times 3.477 \times 1$$

$$EE_{\text{día-carril}} = 285.11$$

$$N_{\text{rep EE}} = (EE_{\text{día_carril}} \times F_{ca} \times 365)$$

$$N_{\text{rep EE}} = (285.11 \times 32.17 \times 365)$$

$$N_{\text{rep EE}} = 3\ 347\ 776$$

Camión T3S3 (trayler)

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi}$$

$$EE_{\text{día-carril}} = 29 \times 0.5 \times 1 \times 3.758 \times 1$$

$$EE_{\text{día-carril}} = 54.49$$

$$N_{\text{rep EE}} = (EE_{\text{día_carril}} \times F_{ca} \times 365)$$

$$N_{\text{rep EE}} = (54.49 \times 32.17 \times 365)$$

$$N_{\text{rep EE}} = 639\ 824$$

Sumatoria de ejes equivalentes de los dos tipos de vehículos pesados de carga (Camión C2 + Camión T3S3)

$$N_{\text{rep EE}} = \sum (EE_{\text{día_carril}} \times F_{ca} \times 365)$$

$$N_{\text{rep EE}} = \sum (\text{Camión C2} + \text{Camión T3S3})$$

$$N_{\text{rep EE}} = \sum (3\ 347\ 776 + 639\ 824)$$

$$\mathbf{N_{\text{rep EE}} = 3\ 987\ 600}$$

5.2.8. Tipo de tráfico

Una vez obtenido el $N_{\text{rep EE}}$ se verifica a qué tipo de tráfico pertenece, para el presente caso se muestra el tipo de tráfico en la siguiente tabla 36.

Tabla 36. Tipo de tráfico en función del N° EE en el periodo de diseño.

Tipos Tráfico	Rangos de Tráfico
TP7	> 3'000,000 EE
	≤ 5'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 6.15, p.75. MTC.

El tipo de tráfico determinado es TP7 ya que:

$$3\,987\,600 > 3\,000\,000$$

$$3\,987\,600 < 5\,000\,000$$

5.2.9. Sub rasante

Existen 6 tipos de sub rasante en base al valor de CBR que mide la capacidad portante. La tabla 37 expone los tipos de sub rasante.

Tabla 37. Tipos de sub rasante.

Valor de CBR	Categorías de sub rasante
$CBR \geq 30\%$	Extraordinaria
$20\% \leq CBR < 30\%$	Muy buena
$10\% \leq CBR < 20\%$	Buena
$6\% \leq CBR < 10\%$	Regular
$3\% \leq CBR < 6\%$	Pobre
$CBR < 3\%$	Inadecuada

Fuente: Manual de carreteras - Sección suelos y pavimentos. cuadro 12.6, p.133. MTC.

El cbr del suelo natural de sub rasante obtenido del estudio de suelos realizado en el laboratorio Magma es de 10.20%, valor obtenido al 95% de su MDS a 0.1 pulgadas de penetración (ver anexo 17).

Por tanto, el tipo de sub rasante es (sub rasante buena) ya que:

$$10.20\% > 10\%$$

$$10.20\% < 20\%$$

A continuación, se muestra la fórmula de diseño principal para un pavimento flexible.

$$\log_{10}(w_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R)$$

– 8.07 ... Ecuación (4).

W18, es el Nrep EE para el tiempo de diseño proyectado.

5.2.10. Módulo de resiliencia

El módulo de resiliencia (MR) indica la rigidez del suelo de la sub rasante y para determinar su valor se utiliza la siguiente ecuación.

$$Mr (\text{psi}) = 2555 \times CBR^{0.64} \dots \text{Ecuación (5)}$$

A continuación, aplicamos la fórmula para calcular el MR de la sub rasante.

$$Mr (\text{psi}) = 2555 \times 10.20^{0.64}$$

$$Mr (\text{psi}) = 11295 \text{ psi}$$

5.2.11. Confiabilidad de la estructura

Indica la probabilidad de que la estructura se comporte de buena manera durante la cantidad de años de vida útil proyectado.

La confiabilidad se utiliza en la ecuación de diseño a través de un coeficiente estadístico basado en una desviación normal estándar (Z_r).

La siguiente tabla 38 especifica el valor recomendado de confiabilidad según el tráfico.

Tabla 38. Confiabilidad según el tráfico.

Trafico	EE acumulados		Nivel de confiabilidad (R)
TP7	3,000,001	5,000,000	85%

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 12.6, p.133. MTC.

El presente cálculo de diseño tendrá una confiabilidad del 85% ya que corresponde a un

tipo de tráfico TP7 según la anterior tabla 38.

5.2.12. Desviación estándar normal

Es un factor numérico que manifiesta que tan confiable es el diseño para el tipo de tráfico determinado.

La siguiente tabla 39 presenta el coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Z_r) respecto al tipo de tráfico identificado.

Tabla 39. Coeficiente estadístico.

Tráfico	Desviación estándar normal		
	EE acumulados		(Z_r)
TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 12.8, p.135.

El valor de coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Z_r) que se va a utilizar es de -1.036 ya que corresponde a un tipo de tráfico TP7 según la anterior tabla 39.

5.2.13. Desviación combinada (S_o)

Es un factor numérico en base a la posible variación del tránsito y otras variables o acontecimientos que interfieran en la funcionalidad del pavimento durante su vida útil. Se recomienda utilizar el valor de 0.45. (Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, MTC, 2014).

5.2.14. Índice de servicialidad

Es un valor numérico que va de 0 a 5 correspondiente a la calidad de servicio de transporte que ofrece una vía; cinco representa la mejor calidad de servicio y cero lo peor.

5.2.15. Valor de Servicio de inicio

Se da cuando recién se construye una vía y se pone al servicio de los usuarios. La tabla 40 presenta el índice de servicio inicial para el tipo de tráfico que se ha seleccionado.

Tabla 40. Índice de serviciabilidad inicial para el tráfico seleccionado.

Tráfico	EE acumulados		Índice de serviciabilidad inicial
			(PI)
TP7	3,000,001	5,000,000	4.00

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 12.10, p.137. MTC.

Para el presente cálculo de diseño se utilizará un índice de serviciabilidad inicial igual a 4.00 ya que este valor le corresponde al tipo de tráfico TP7.

5.2.16. Valor de Servicio final

Este valor se asigna a una vía deteriorada que requiere mejoramiento o reconstrucción total. La siguiente tabla 41 indica el índice de serviciabilidad final para el tipo de tráfico seleccionado.

Tabla 41. Índice de serviciabilidad final para el tráfico seleccionado.

Tráfico	EE acumulados		Índice de serviciabilidad final
			(PT)
TP7	3,000,001	5,000,000	2.50

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 12.11, p.138.

Para el presente cálculo de diseño se utilizará un índice de serviciabilidad final igual a 2.50 ya que este valor le corresponde al tipo de tráfico TP7.

5.2.17. Variación de serviciabilidad

Este valor se determina restando el valor de servicio de inicio menos el valor de servicio final que se han asignado al proyecto.

La tabla 42 presenta el índice de serviciabilidad para el tipo de tráfico elegido.

Tabla 42. Diferencial de serviciabilidad para el tráfico seleccionado.

Tráfico	EE acumulados		Diferencia de serviciabilidad (Δ PSI)
TP7	3,000,001	5,000,000	1.50

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 12.12, p.139. MTC.

Para el presente cálculo de diseño se utilizará una variación de serviciabilidad (Δ psi) igual a 1.50 ya que este valor le corresponde al tipo de tráfico TP7.

5.2.18. Número estructural requerido

Indica el espesor total de la estructura de pavimento flexible. En seguida se expone la ecuación a utilizar.

$$SN = (k_1 \cdot e_1) + (k_2 \cdot e_2 \cdot n_2) + (k_3 \cdot e_3 \cdot n_3) \dots \text{Ecuación (6)}$$

k_1 , k_2 y k_3 son valores estructurales que se asignan a las capas de un pavimento: carpeta asfáltica, base y subbase; mientras que e_1 , e_2 y e_3 son los espesores que se asignando a cada una de las capas en el mismo orden antes mencionado y por último n_2 y n_3 son valores que representan el nivel de drenaje para la base y subbase.

Para determinar el número SN adecuado se pueden hacer varias combinaciones lo cual depende del diseñador o proyectista. De tal manera que se evalúa que cumpla con lo requerido y que sea más económico de acuerdo al precio de los materiales según la zona. En la siguiente tabla 43 se presenta el coeficiente estructural para cada capa de la estructura de pavimento flexible.

Tabla 43. Valores estructurales de capa de pavimento.

Capa	Valor estructural	Recomendación
Carpeta asfáltica en caliente (k1)	0.170/cm	Para cualquier tráfico
Base (k2): CBR 80% mínimo, compactado al 100% de su máxima densidad seca	0.052/cm	Para Tráfico \leq 10'000,000 EE
Subbase (k3): CBR 40% mínimo, compactado al 100% de su máxima densidad seca	0.047/cm	Para cualquier tráfico

Fuente: Manual de carreteras - Sección suelos y pavimentos, cuadro 12.13, p.141. MTC.

Por tanto, los valores estructurales de capa de pavimento que se van a utilizar para el presente diseño son los expuestos en la anterior tabla 43.

La siguiente tabla 44 expone el plazo de tiempo que demora el agua en ser evacuada y su respectiva caracterización de drenaje.

Tabla 44. Tiempo y caracterización de drenaje.

Duración de evacuación de agua	Caracterización
El agua no evacua	Muy malo
1 mes	Malo
1 semana	Mediano
1 día	Bueno
2 horas	Excelente

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 12.14, p.142. MTC.

Para el presente diseño se ha asumido que el agua demora un día en ser evacuada de la base y subbase lo cual equivale a un drenaje bueno.

La siguiente tabla 45 expone el valor numérico de drenaje según el tiempo humedecido y caracterización del material de base y subbase de un pavimento.

Tabla 45. Valores de drenaje para bases y subbases de pavimento.

% tiempo humedecido				Caracterización
Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%	
1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00	Bueno

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, cuadro 12.15, p.142. MTC.

Para un drenaje bueno y tiempo de 5% a 25% que el pavimento permanece humedecido se le asigna un coeficiente de drenaje igual a 1 para la base y subbase.

5.2.19. Perfil estructural de pavimento flexible

Para determinar el perfil estructural de pavimento flexible, se considerará el mínimo espesor para cada capa recomendado por el MTC para el tráfico identificado expuesto en la siguiente tabla 46.

Tabla 46. Espesor mínimo recomendado de capa de rodadura y base granular.

N° EE	Tráfico	Capa de rodadura	Base
3,000,001	5,000,000	TP7	Carpeta Asfáltica en Caliente: 9 cm 20 cm

Fuente: Manual de carreteras - Sección suelos y pavimentos, cuadro 12.17, p.145.

5.2.20. Propuesta N°1 según tabla de recomendación del MTC.

Según recomendaciones del MTC el espesor mínimo para carpeta asfáltica es 4 cm y para base y subbase 15 cm.

Por lo tanto, se expone los espesores mínimos recomendados según el MTC para una vía con tipo de tráfico TP7.

Capa superficial = 9 cm

Base = 20 cm

Subbase = 15 cm

Una vez determinado los coeficientes estructurales (ki), coeficientes de drenaje (ni) y

espesores mínimos de las capas del pavimento (capa superficial, base y subbase) según la anterior tabla 46, se procede a realizar el cálculo del número estructural aplicando la ecuación 6 donde se obtiene un valor de SN igual a 3.275.

$$SN = (k_1 \cdot e_1) + (k_2 \cdot e_2 \cdot n_2) + (k_3 \cdot e_3 \cdot n_3) \dots \text{Ecuación (6)}$$

$$SN = (0.170/\text{cm}) \times (9\text{cm}) + (0.052/\text{cm}) \times (20\text{cm}) \times (1) + (0.047/\text{cm}) \times (15\text{cm}) \times (1)$$

$$SN = 3.275$$

5.2.21. SN para pavimento flexible - periodo de diseño 20 años

En la siguiente tabla 47 se presenta el número estructural (SN) requerido para el pavimento flexible en base al tipo de tráfico y de sub rasante.

Tabla 47. Números estructural requerido.

Valor de CBR de subrasante				Tráfico TP7
Regular	Buena	Muy Buena	Excelente	3'000,000 < N° Rep. EE ≤ 5'000,000
4.218	3.757	3.156	2.844	

Fuente: Manual de carreteras - Sección suelos y pavimentos, p.151.

Se requiere un número estructural (SN) igual a 3.757 debido a que este pavimento que se está diseñando corresponde a un tipo de tráfico TP7 y tiene una sub rasante buena con un cbr de 10.20%.

El SN calculado haciendo uso de los espesores de capa de pavimento según la tabla 46 de recomendaciones del MTC es igual a 3.275 siendo menor que el SN requerido igual a 3.757 según la tabla anterior, tabla 47.

Por lo tanto, dichos espesores de capas de la estructura de pavimento recomendados según la tabla 46 no son adecuados para la estructura de pavimento de la vía Jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.


5.2.22. Propuesta N°2 según catálogo de recomendaciones del MTC.

En la siguiente figura 55 se presenta perfiles estructurales para un tiempo proyectado de 20

años y para vías con tipo de tráfico Tp0 hasta Tp7 recomendado según el MTC.

Figura N° 12.8

EE		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000
CBR %	$M_{re} = 2555 \times CBR^{0.04}$	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	9 cm
		25 cm	28 cm	20 cm	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm	30 cm
CBR < 6%	≤ 8,040 psi (55.4 MPa)	(*)	(*)	15 cm	16 cm	16 cm	17 cm	23 cm	24 cm
		(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
≥ 6% CBR < 10%	> 8,040 psi (55.4 MPa) ≤ 11,150 psi (76.9 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	9 cm
		25 cm	28 cm	20 cm	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm	30 cm
				15 cm	16 cm	16 cm	17 cm	23 cm	24 cm
≥ 10% CBR < 20%	> 11,150 psi (76.9 MPa) ≤ 17,380 psi (119.8 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	10 cm
		20 cm	23 cm	26 cm	27 cm	7 cm	20 cm	23 cm	26 cm
							15 cm	15 cm	15 cm
≥ 20% CBR < 30%	> 17,380 psi (119.8 MPa) ≤ 22,530 psi (155.3 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	10 cm
		15 cm	16 cm	19 cm	19 cm	19 cm	23 cm	26 cm	28 cm
CBR ≥ 30%	> 22,530 psi (155.3 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	10 cm
		15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	18 cm	20 cm	22 cm



Carpeta Asfáltica en Caliente (CAC)
 Base Granular
 Subbase Granular

Figura 55. Catálogo perfiles estructurales de pavimento flexible (tiempo proyectado 20 años).

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, figura 12.8, p.161. MTC.

Según los perfiles referenciales de estructura de pavimento flexible expuesto en la anterior figura 55, para un tipo de tráfico TP7 y un valor CBR de sub rasante igual a 10.20% corresponde asignar la siguiente estructura de pavimento.

Capa superficial = 10 cm

Base = 26 cm

Subbase = 15 cm

Se procede a realizar el cálculo del número estructural aplicando la ecuación 6 donde se obtiene un valor de SN igual a 3.757 siendo el valor requerido según el tipo de sub rasante y tipo de tráfico descrito en la tabla 47.

$$SN = (k_1 \cdot e_1) + (k_2 \cdot e_2 \cdot n_2) + (k_3 \cdot e_3 \cdot n_3) \dots \text{Ecuación (6)}$$

$$SN = (0.170/\text{cm}) \times (10\text{cm}) + (0.052/\text{cm}) \times (26\text{cm}) \times (1) + (0.047/\text{cm}) \times (15\text{cm}) \times (1)$$

$$SN = 3.757$$

Una vez determinado las variables que involucra la fórmula de diseño principal para un pavimento flexible, se procede a realizar la verificación con la ecuación 4.

$$\text{Log}_{10}(w_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \text{log}_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\text{log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{1094}\right)}{0.4 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \text{log}_{10}(M_R) -$$

8.07 ... Ecuación (4).

Datos de variables:

$$M_r = 11295 \text{ psi}$$

$$Z_r = -1.036$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta \text{PSI} = 1.5$$

$$SN = 3.757$$

Verificación de la fórmula de diseño principal para un pavimento flexible.

$$\begin{aligned}
 & \text{Log}_{10}(3\ 987\ 600) \\
 &= (-1.036 \times 0.45) + 9.36 \log_{10}(3.757 + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{1.5}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(3.757 + 1)^{5.19}}} \\
 &+ 2.32 \log_{10}(11295) - 8.07
 \end{aligned}$$

Resultado:

$$6.60 < 6.66$$

El logaritmo del número de ejes equivalentes (EE) es menor al resultado de la segunda parte de la ecuación lo que indica que el SN calculado cumple ya que este debe ser igual o mayor.

Como resultado el perfil estructural del nuevo pavimento tendrá los siguientes espesores:

Capa superficial = 10 cm

Base = 26 cm

Subbase = 15 cm

5.2.23. Propuesta N°3 estructura del pavimento flexible según cálculo.

En esta propuesta se busca obtener un perfil estructural bien diseñado de tal manera que cumpla con el nivel de serviciabilidad en el periodo diseño; así como también se busca reducir el costo de inversión. Por lo tanto, para hacer esto posible se necesita que el logaritmo del número de ejes equivalentes (EE) sea menor o igual al resultado de la segunda parte de la ecuación, por lo cual se debe determinar el Número Estructural Requerido (SNR) ya que este está en función del espesor de estructura del pavimento.

Para determinar el SNR utilizamos los datos ya determinados y lo reemplazamos en la fórmula de diseño principal para un pavimento flexible.

Datos:

$$N_{rep\ EE} = 3\ 987\ 600$$

$$M_r = 11\ 295\ \text{psi}$$

$$Z_r = -1.036$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta \text{PSI} = 1.5$$

$$\text{SN} = ?$$

$$\text{Log}_{10}(w_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R)$$

– 8.07 ... Ecuación (4).

$$\text{Log}_{10}(3\,987\,600)$$

$$= (-1.036 \times 0.45) + 9.36 \log_{10}(\text{SNR} + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{1.5}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SNR} + 1)^{5.19}}}$$

$$+ 2.32 \log_{10}(11\,295) - 8.07$$

$$\text{SNR} = 3.672$$

Entonces para tener una estructura más económica que soporte 3 987 600 EE en el tiempo de diseño; se procede a hacer un ajuste en cada espesor de capa (carpeta superficial, base y subbase) de tal manera que el SNR calculado sea igual o mayor a 3.672.

A continuación, se muestra dos alternativas de espesores de capas de pavimento flexible que cumplen con el SNR calculado.

Alternativa 1

Capa superficial = 7.5 cm

Base = 24 cm

Subbase = 25 cm

$$\text{SN} = (k_1 \cdot e_1) + (k_2 \cdot e_2 \cdot n_2) + (k_3 \cdot e_3 \cdot n_3) \dots \text{Ecuación (6)}$$

$$\text{SN} = (0.170/\text{cm}) \times (7.5\text{cm}) + (0.052/\text{cm}) \times (24\text{cm}) \times (1) + (0.047/\text{cm}) \times (25\text{cm}) \times (1)$$

$$\text{SN} = 3.698$$

$$\text{SN} = 3.698 \geq \text{SNR} \geq 3.672 \quad \text{ok}$$

Verificación de SN mediante la fórmula de diseño principal para un pavimento flexible.

$$\text{Log}_{10}(w_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R)$$

– 8.07 ... Ecuación (4).

Datos de variables:

$$M_r = 11\,295 \text{ psi}$$

$$Z_r = -1.036$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta \text{PSI} = 1.5$$

$$SN = 3.698$$

Reemplazando datos:

$$\begin{aligned} & \text{Log}_{10}(3\,987\,600) \\ &= (-1.036 \times 0.45) + 9.36 \log_{10}(3.698 + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{1.5}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(3.698 + 1)^{5.19}}} \\ &+ 2.32 \log_{10}(11\,295) - 8.07 \end{aligned}$$

Resultado:

$$\mathbf{6.60 < 6.62 \quad \text{ok}}$$

El logaritmo del número de ejes equivalentes (EE) es menor al resultado de la segunda parte de la ecuación lo que indica que el SN calculado es correcto, ya que el resultado de la segunda parte de la ecuación debe ser igual o mayor al resultado de la primera parte que corresponde al logaritmo del número de ejes equivalentes (EE).

Alternativa 2

Capa superficial = 5 cm

Base = 30 cm

Subbase = 27 cm

$$SN = (k1.e1) + (k2.e2.n2) + (k3.e3.n3)... \text{ Ecuación (6)}$$

$$SN = (0.170/\text{cm}) \times (5\text{cm}) + (0.052/\text{cm}) \times (30\text{cm}) \times (1) + (0.047/\text{cm}) \times (27\text{cm}) \times (1)$$

$$SN = 3.679$$

$$SN = 3.679 \geq SNR \geq 3.672 \quad \text{ok}$$

Verificación de SN mediante la fórmula de diseño principal para un pavimento flexible.

$$\log_{10}(w_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R)$$

– 8.07 ... Ecuación (4).

Datos de variables:

$$M_r = 11\,295 \text{ psi}$$

$$Z_r = -1.036$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta \text{ PSI} = 1.5$$

$$SN = 3.679$$

Reemplazando datos:

$$\begin{aligned} & \log_{10}(3\,987\,600) \\ &= (-1.036 \times 0.45) + 9.36 \log_{10}(3.679 + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{1.5}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(3.679 + 1)^{5.19}}} \\ &+ 2.32 \log_{10}(11\,295) - 8.07 \end{aligned}$$

Resultado:

$$6.60 \leq 6.60 \quad \text{ok}$$

El logaritmo del número de ejes equivalentes (EE) es igual al resultado de la segunda parte de la ecuación lo que indica que el SN calculado es correcto, ya que el resultado de la segunda parte de la ecuación debe ser igual o mayor al resultado de la primera parte que corresponde al logaritmo del

número de ejes equivalentes (EE).

Decisión de mejor alternativa según cálculo

Se elige alternativa 2, aunque en comparación con la alternativa 1 en espesores de capas, es cierto que tiene 6 cm más de base y 2 cm más de subbase pero tiene 2.5 cm menos de capa superficial; por tanto esto representa una menor inversión ya que el metro cúbico de asfalto en caliente cuesta más de diez veces el metro cúbico de afirmado.

Como resultado se tiene la propuesta de espesores de capa mínimos para la estructura de pavimento flexible en la vía urbana (local) jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.

Capa superficial

Espesor: 5 cm

Tipo de capa superficial: Carpeta Asfáltica en Caliente

Base

Espesor: 30 cm

Tipo de material: material granular ($\text{CBR} \geq 80\%$)

Subbase

Espesor = 27 cm

Tipo de material: mezcla de material afirmado de cantera 60% y 40% material reciclable de la construcción, este último, bloques de ladrillo pulverizado. ($\text{CBR} \geq 40\%$)

La tabla 48 expone los parámetros mínimos que debe cumplir el diseño estructural de pavimento flexible de acuerdo a norma CE 010.

Tabla 48. Requisitos mínimos para un pavimento flexible según norma.

Pavimento flexible	
95 % de su MDS	
Sub-rasante	Espesor
	Vías locales y colectoras ≥ 250 mm
Sub-base	CBR ≥ 40 % al 100% MDS proctor modificado
Base	CBR ≥ 80 % al 100% MDS proctor modificado
Imprimación	≥ 5 mm
Espesor de carpeta asfáltica - vías locales	≥ 50 mm

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, tabla 30.

La estructura del nuevo pavimento cumple con los parámetros de la norma CE 010 ya que el espesor de la capa de rodadura del diseño propuesto para la vía urbana local es de 50 mm siendo igual al espesor mínimo según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

5.2.24. Perfil estructural definitivo

Para la construcción de la vía urbana (local) jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima se define los espesores mínimos en múltiplos de 5 cm ya que en nuestro país se acostumbra a trabajar de dicha manera. Estos espesores están basados en la alternativa 2 y por tanto como resultado definitivo se tiene los siguientes espesores mínimos para el perfil estructural de tal manera que se garantice la serviciabilidad y durabilidad del pavimento.

Capa superficial

Espesor: 5 cm

Tipo de capa superficial: Carpeta Asfáltica en Caliente

Base

Espesor: 30 cm

Tipo de material: material granular (CBR $\geq 80\%$)

Subbase

Espesor = 30 cm

Tipo de material: mezcla de material afirmado de cantera 60% y 40% material reciclable de la construcción, este último, bloques de ladrillo pulverizado. ($\text{CBR} \geq 40\%$)

Sub rasante

Espesor compactado: 25 cm al 95% de compactación de proctor modificado según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

Capítulo VI

Análisis costo / beneficio

6.1. Beneficios no financieros

En Lima Metropolitana en el caso del distrito Los Olivos existen vías urbanas en mal estado que presentan fallas de borde, transversales, desintegración, desprendimiento, fisuras, parches de asfalto desintegrándose, rajaduras en forma de polígono o conocido como piel de cocodrilo, ahuellamiento, baches, huecos y hundimientos tal como se muestra en el anexo 1 el caso del jr. San Hernán del distrito Los Olivos. Por tanto, frente a esta situación problemática se requiere un mejoramiento para beneficiar de forma directa a los habitantes de la zona otorgándoles una mejor calidad de servicio de transporte.

6.2. Evaluación del impacto social y/o ambiental

6.2.1. Impacto social

Este proyecto de investigación al ser ejecutado beneficiará a una población de 1875 habitantes ya que, según el INEI, la población estimada correspondientes al año 2017 del distrito Los Olivos era de 384 711 habitantes y tenía una densidad poblacional de 21 080 hab/km² lo cual ha facilitado el cálculo de población en el año 2020 expuesto en las siguientes tablas tabla 49, tabla 50 y tabla 51.

Tabla 49. población y densidad poblacional del distrito Los Olivos, año 2017.

Distrito Los Olivos (2017)	
Población	384 711 habitantes
Densidad	21 080 habitantes/km ²

Fuente: INEI, Provincia de Lima compendio estadístico 2017, p.29

Tabla 50. población calculada y densidad poblacional - distrito Los Olivos, año 2020.

Distrito Los Olivos (2020) – (factor de crecimiento poblacional 2%)	
Población	408 259 habitantes
Densidad	22 371 habitantes/km ²

Fuente: INEI, Provincia de Lima compendio estadístico 2017, p.61

Tabla 51. Cuantificación de población beneficiada con ejecución de proyecto.

Pavimentación jr. San Hernán, distrito Los Olivos	
Población	408 259 habitantes
Densidad	22 371 habitantes/km ²
Área beneficiada	419 m x 200 m = (83 800 m ²) = (0.0838 km ²)
Población beneficiada	1 875 habitantes

Fuente: elaboración propia.

6.2.2. Impacto ambiental

Este proyecto tiene un impacto ambiental positivo porque fomenta el reciclaje de materiales de desperdicio de la construcción, ya que se está utilizando los bloques de ladrillo de arcilla de desperdicio de la construcción de edificaciones para la construcción de subbase de un pavimento flexible, ubicado en la vía urbana jr. San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.

Los habitantes beneficiados o las personas que transiten por dicha vía disfrutarán de un mejor ambiente sin polvo y sin mucho ruido, lo cual contribuye al cuidado de la salud.

6.3. Evaluación económica – financiera

Con dicho proyecto se mejorará la situación comercial de las tiendas, bodegas, restaurantes, industrias y empresas que existen; por lo tanto, aumentará el percibimiento de los tributos de Sunat y el impuesto predial de la zona.

Una vez mencionado esto, también se requiere conocer la demanda de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) que se necesita para la construcción de la subbase del nuevo pavimento en el jirón San Hernán del distrito Los Olivos, así como también se requiere determinar la oferta de dicho material en el área del distrito Los Olivos.

6.3.1. Demanda de material reciclable de la construcción

Como ya se ha diseñado el perfil estructural de la estructura del pavimento en el jirón San Hernán se procede a calcular la demanda de material reciclable de la construcción para la subbase de dicho pavimento expuesto en las siguientes tablas, tabla 52, tabla 53 y tabla 54.

Tabla 52. Volumen de material compactado requerido en la subbase.

Subbase de estructura de pavimento en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima			
Longitud	Ancho	Espesor de capa	Volumen
419.07 m	7.60 m	0.30 m	955.48 m ³

Fuente: Elaboración propia.

El material demandado en volumen compactado para la subbase de la nueva estructura de pavimento en el jirón San Hernán es de 955.48 m³ y para su construcción se va a utilizar una mezcla de proporción en peso 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla ya pulverizado) seleccionado según los ensayos realizados a dicha mezcla de material expuesto en el capítulo V de esta investigación.

La máxima densidad seca (MDS) de la mezcla seleccionada es de 2.051 gr/cm³ que viene a ser lo mismo que 2.051 tn/m³. A continuación, en la siguiente tabla 53 se expone la cantidad en toneladas de cada material de la mezcla mencionada en el párrafo anterior.

Tabla 53. Peso de material requerido en la subbase.

Subbase de pavimento en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima				
Mezcla proporción en peso (60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado)				
Volumen total	MDS	Peso total	Afirmado	Ladrillo
955.48 m ³	2.051 tn/m ³	1959.69 tn	1175.81 tn	783.88 tn

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado se obtiene que se necesita 783.88 toneladas de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado para la construcción de la subbase del nuevo pavimento flexible en el jirón San Hernán, esta cantidad de peso es el 40 % del peso total de material a utilizar en la subbase de dicho pavimento.

Una vez determinado la cantidad en peso requerido de material afirmado y ladrillo pulverizado para la subbase del pavimento en el jirón San Hernán, se procede a realizar el cálculo en volumen de dichos materiales ya que la máxima densidad seca (MDS) de la mezcla de proporción en peso 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado es de 2.051 gr/cm³ y del material afirmado es de 2.375 gr/cm³ ambos obtenidos de los ensayos de proctor modificado expuesto en el capítulo V de esta investigación; dichas densidades sirven para calcular la máxima densidad seca del ladrillo pulverizado tal como se muestra a continuación.

MDS mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado: 2.051 gr/cm³ o 2.051 tn/m³

MDS afirmado: 2.375 gr/cm³ o 2.375 tn/m³

MDS ladrillo pulverizado: “X”

Calculando “X”

$$(60/100) * (2.375 \text{ gr/cm}^3) + (40/100) * (X) = 2.051 \text{ gr/cm}^3$$

$$1.425 \text{ gr/cm}^3 + 0.4X \text{ gr/cm}^3 = 2.051 \text{ gr/cm}^3$$

$$0.4X \text{ gr/cm}^3 = 2.051 \text{ gr/cm}^3 - 1.425 \text{ gr/cm}^3$$

$$0.4X = 0.626 \text{ gr/cm}^3$$

$$X = (0.626 \text{ gr/cm}^3) / (0.4)$$

$$X = 1.565 \text{ gr/cm}^3$$

Como resultado se obtiene que la MDS de los bloques de ladrillo de arcilla pulverizado es de 1.565 gr/cm³ o 1.565 tn/m³.

Por tanto, una vez determinado ambas densidades de los dos materiales de la mezcla seleccionada a utilizar, se presenta la siguiente tabla 45 con el volumen calculado de cada material.

Tabla 54. Materiales de subbase (volumen suelto).

Subbase de pavimento en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima						
materiales	Cantidad (tn)	MDS (tn/m ³)	Volumen compactado (m ³)	Factor esponjamiento	Volumen suelto (m ³)	(%)
Afirmado	1175.81	2.375	495.08	1.25	618.85	49.71
Ladrillo	783.88	1.565	500.88	1.25	626.10	50.29

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado se obtiene que se necesita 626.10 m³ de volumen suelto de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado para la construcción de la subbase del nuevo pavimento flexible en el jirón San Hernán, esta cantidad de volumen requerido representa un 50.29 % del volumen total de material a utilizar en la subbase de dicho pavimento.

6.3.2. Oferta de material reciclable de la construcción en el distrito Los Olivos

Después de determinar la demanda del material reciclable de la construcción que se necesita para la subbase del pavimento en el jirón San Hernán, se realiza la oferta de material

reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) desechados de la construcción de edificaciones de viviendas multifamiliares y viviendas unifamiliares en función de la cantidad de licencias de construcción otorgadas por la municipalidad del distrito Los Olivos – Lima.

A continuación, la tabla 55 expone el número de licencias de construcción otorgadas por la municipalidad distrital de Los Olivos en el año 2015.

Tabla 55. Licencias otorgadas por la municipalidad del distrito Los Olivos – Lima.

Municipalidad distrital Los Olivos (2015)				
Total	Viviendas unifamiliares	Viviendas multifamiliares	Fábricas industriales	Otros
70	14	53	2	1

Fuente: INEI, Provincia de Lima compendio estadístico 2017, p.357

Una vez expuesto la cantidad de licencias de construcción otorgadas por la municipalidad distrital de Los Olivos se tomó las licencias de viviendas multifamiliares y viviendas unifamiliares para realizar el cálculo de bloques de ladrillo de arcilla desperdiciados en la construcción de dichas viviendas.

A continuación, la tabla 56 expone la cantidad de desperdicio promedio asumido de ladrillos de arcilla tipo pandereta, king kong 18 huecos y techo 15 en una vivienda multifamiliar construida en el distrito Los Olivos con característica asumida de 12 m x 20 m o área de terreno 240 m² y construido el 70% (168 m²) dejando el 30% (72 m²) de área libre.

Tabla 56. Cantidad de desperdicio en una vivienda multifamiliar - distrito Los Olivos.

Vivienda multifamiliar de 6 pisos de 12 m x 20 m (área de terreno construida 168 m ²)				
Tipo de ladrillo utilizado	Cantidad utilizada (und)		Desperdicio	Desperdicio
	1 piso	6 pisos	(%)	(und)
Pandereta	8000	48000	20	9600
King kong 18 huecos	8000	48000	20	9600
Techo 15	1500	9000	15	1350

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de desperdicio en la construcción de una vivienda multifamiliar en el distrito Los Olivos es de 9600 unidades de ladrillos pandereta, 9600 unidades de ladrillos king kong 18 huecos y 1350 unidades de ladrillos techo 15.

A continuación, la tabla 57 expone la cantidad de desperdicio en toneladas de ladrillos de arcilla tipo pandereta, king kong 18 huecos y techo 15 en las 53 viviendas multifamiliares de referencia construidas en el año 2015 en el distrito Los Olivos.

Tabla 57. Desperdicio total en viviendas multifamiliares - distrito Los Olivos.

Vivienda multifamiliar (VM) de 6 pisos de 12 m x 20 m (área de terreno construida 168 m ²)				
Tipo de ladrillo utilizado	Cantidad desperdicio (und)		Peso unidad	Peso parcial
	1 (VM)	53 (VM)	(kg)	total (tn)
Pandereta	9600	508800	2.2	1119.36
King kong 18 huecos	9600	508800	2.8	1424.64
Techo 15	1350	71550	7.8	558.09
Total				3102.09 tn

Fuente: Elaboración propia.

El resultado en peso total de desperdicio de ladrillos de arcilla en la construcción de las 53 viviendas multifamiliares de referencia construidas en el año 2015 en el distrito Los Olivos es

de 3102.09 toneladas, lo cual sobrepasa la demanda de material reciclable (bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción) para la subbase del pavimento en el jirón San Hernán ya que dicha demanda es de 783.88 toneladas de ladrillo reciclado.

También a continuación la tabla 58 expone la cantidad de desperdicio promedio asumido de ladrillos de arcilla tipo pandereta, king kong 18 huecos y techo 15 en una vivienda unifamiliar construida en el distrito Los Olivos con característica asumida de 6 m x 20 m o área de terreno 120 m² y construido el 70% (84 m²) dejando el 30% (36 m²) de área libre.

Tabla 58. Cantidad de desperdicio en una vivienda unifamiliar - distrito Los Olivos.

Vivienda unifamiliar de 2 pisos de 6 m x 20 m (área de terreno construida 84 m ²)				
Tipo de ladrillo utilizado	Cantidad utilizada (und)		Desperdicio	Desperdicio
	1 piso	2 pisos	(%)	(und)
Pandereta	5000	10000	20	2000
King kong 18 huecos	5000	10000	20	2000
Techo 15	800	1600	15	240

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de desperdicio en la construcción de una vivienda unifamiliar en el distrito Los Olivos es de 2000 unidades de ladrillos pandereta, 2000 unidades de ladrillos king kong 18 huecos y 240 unidades de ladrillos techo 15.

A continuación, la tabla 59 muestra la cantidad de desperdicio en toneladas de ladrillos de arcilla tipo pandereta, king kong 18 huecos y techo 15 en las 14 viviendas unifamiliares de referencia construidas en el año 2015 en el distrito Los Olivos.

Tabla 59. Desperdicio total en viviendas unifamiliares - distrito Los Olivos.

Vivienda unifamiliar (VU) de 2 pisos de 6 m x 20 m (área de terreno construida 84 m ²)				
Tipo de ladrillo utilizado	Cantidad desperdicio (und)		Peso unidad	Peso parcial
	1 (VU)	14 (VU)	(kg)	total (tn)
Pandereta	2000	28000	2.2	61.6
King kong 18 huecos	2000	28000	2.8	78.4
Techo 15	240	3360	7.8	26.21
Total				166.21 tn

Fuente: Elaboración propia.

El resultado en peso total de desperdicio de ladrillos de arcilla en la construcción de las 14 viviendas unifamiliares de referencia construidas en el año 2015 en el distrito Los Olivos es de 166.21 toneladas.

Por tanto, la oferta de material reciclable de ladrillos de arcilla desechados de la construcción de viviendas multifamiliares y viviendas unifamiliares es de 3102.09 tn y 166.21 tn respectivamente haciendo un total de 3268.30 tn lo cual es más de 4 veces la demanda de material reciclable que se necesita para la subbase del nuevo pavimento en el jirón San Hernán ya que para su construcción tan solo se requiere 783.88 tn de bloques de ladrillo de arcilla desechados de la construcción.

Una vez determinado que hay suficiente oferta de material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) se presenta en la siguiente figura 56 el metrado del proyecto de pavimento flexible en el jr. San Hernán, distrito Los Olivos – Lima; como también en las figuras, figura 57 y figura 58 se presenta el presupuesto de la obra sin utilizar material reciclable de la construcción y el presupuesto de la obra utilizando material reciclable de la construcción de tal manera que se pueda apreciar la diferencia de costo. Se empleó el software Excel para realizar el metrado y el S10 para la elaborar los presupuestos.

METRADO									
Proyecto: PROPUESTA DE PAVIMENTO JR. SAN HERNÁN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.									
Cliente: Vilchez Olivera Michael Alexander									
Lugar: Los Olivos - Lima -Lima									
Fecha: 24/11/2020									
Item		Und	L (m)	a (m)	h(m)	# veces	# Elem	Factor	Metrado
01.00	OBRAS PROVISIONALES								
01.01	CARTEL DE OBRA (3.60 M X 2.40 M)	und					1.00		1.00
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB					1.00		1.00
01.03	CONTENEDOR DE ALMACEN	mes					2.00		2.00
01.04	BAÑO QUÍMICO	mes					2.00		2.00
02.00	SEGURIDAD Y SALUD LABORAL								
02.01	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GLB					1.00		1.00
02.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA	GLB					1.00		1.00
02.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB					1.00		1.00
02.04	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIA, SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	GLB					1.00		1.00
03.00	OBRAS PRELIMINARES								
03.01	NIVEL, TRAZO Y REPLANTEO	m2	423.00	7.60					3,214.80
03.02	NIVEL, TRAZO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	m2	423.00	7.60					3,214.80
03.03	CORTE DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE CON DISCO	ml	108.00						108.00
04.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
04.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO DE 2"	m2	419.07	7.60					3184.93
04.02	CORTE DE TERRENO CON MAQUINARIA HASTA NIVEL DE SUB RASANTE	m3	419.07	7.60	0.65				2,070.21
04.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DP=25Km.	m3	419.07	7.60	0.65			1.30	2,691.27
04.04	NIVELACIÓN DE BUZONES EXISTENTES	Und					3.00		3.00
05.00	PAVIMENTO FLEXIBLE								
05.01	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	419.07	7.60					3,184.93
05.02	SUB BASE GRANULAR e=0.30m	m2	419.07	7.60					3,184.93
05.03	BASE GRANULAR e=0.30m	m2	419.07	7.60					3,184.93
05.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	419.07	7.20					3,017.30
05.05	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE 2"	m2	419.07	7.20					3,017.30
05.06	GIBA DE ASFALTO	Und					1.00		1.00
06.00	SARDINELES SUMERGIDOS								
06.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA SARDINEL prof.=0.60, a=0.20m	m3	758.14	0.20	0.60				90.98
06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SARDINELES SUMERGIDOS	ml	758.14						758.14
06.03	SARDINELES SUMERGIDOS F'c=210 kg/cm2 0.20x0.60m	ml	758.14						758.14
07.00	SEÑALIZACIÓN								
07.01	SEÑALIZACIÓN DE LINEAS DISCONTINUAS E=0.10m	ml	314.30						314.30
07.02	SEÑALIZACIÓN DE LINEA CONTINUA E=0.10m	ml	419.07						419.07
07.03	SEÑALIZACIÓN CRUCES PEATONALES	m2	3.50	7.20			6.00		151.20
07.04	PINTURA EN SARDINELES	ml	758.14						758.14
08.00	VARIOS								
08.02	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	419.07	7.60					3,184.93

Figura 56. Metrado de obra de pavimento flexible.

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto					
Presupuesto	0203003	PAVIMENTACION JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA			
Subpresupuesto	001	JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA			
Cliente	Vilchez Olivera, Michael Alexander			Costo al	26/11/2020
Lugar	LIMA - LIMA - LOS OLIVOS				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				26,484.71
01.01	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,684.71	1,684.71
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gb	1.00	8,000.00	8,000.00
01.03	CONTENEDOR DE ALMACEN	mes	2.00	2,400.00	4,800.00
01.04	BAÑO QUIMICO	mes	2.00	6,000.00	12,000.00
02	SEGURIDAD Y SALUD LABORAL				5,131.00
02.01	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	gb	1.00	1,830.00	1,830.00
02.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA	gb	1.00	590.00	590.00
02.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	gb	1.00	800.00	800.00
02.04	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIA, SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	gb	1.00	1,911.00	1,911.00
03	OBRAS PRELIMINARES				6,000.82
03.01	NIVEL, TRAZO Y REPLANTEO	m2	3,214.80	0.37	1,189.48
03.02	NIVEL, TRAZO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	m2	3,214.80	1.65	5,304.42
03.03	CORTE DE PAVIMENTO ASFALTICO EXISTENTE CON DISCO	ml	108.00	0.99	108.92
04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				106,011.21
04.01	DEMOLUCIÓN DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2"	m2	3,184.93	3.07	9,777.74
04.02	CORTE DE TERRENO CON MAQUINARIA HASTA NIVEL DE SUB RASANTE	m3	2,070.21	7.61	15,754.30
04.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DP=25Km.	m3	2,691.27	29.67	79,848.98
04.04	NIVELACIÓN DE BUZONES EXISTENTES	und	3.00	209.73	629.19
05	PAVIMENTO FLEXIBLE				288,913.29
05.01	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	3,184.93	3.14	10,000.68
05.02	SUB-BASE GRANULAR e=0.30 m	m2	3,184.93	23.52	74,909.55
05.03	BASE GRANULAR e=0.30 m	m2	3,184.93	27.30	86,948.59
05.04	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	3,017.30	6.07	18,315.01
05.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	3,017.30	32.52	98,122.60
05.06	GIBA DE ASFALTO	und	1.00	616.86	616.86
06	SARDINELES SUMERGIDOS				45,004.20
06.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA SARDINEL <small>prof.=0.60, a=0.20m</small>	m3	90.98	33.76	3,071.48
06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SARDINELES SUMERGIDOS	ml	758.14	10.86	8,233.40
06.03	SARDINELES SUMERGIDOS <small>F_c=210 kg/cm² 0.20x0.60m</small>	ml	758.14	44.45	33,699.32
07	SEÑALIZACIÓN				20,204.51
07.01	SEÑALIZACIÓN DE LINEA CONTINUA E=0.10m	ml	419.07	6.84	2,866.44
07.02	SEÑALIZACIÓN DE LINEAS DISCONTINUAS E=0.10m	ml	314.30	10.89	3,422.73
07.03	SEÑALIZACIÓN CRUCES PEATONALES	m2	151.20	23.79	3,597.05
07.04	PINTURA EN SARDINELES	ml	758.14	13.61	10,316.29
08	VARIOS				541.44
08.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	3,184.93	0.17	541.44
	Costo Directo				498,891.16
	GASTOS GENERALES (10%)				49,889.12
	UTILIDAD (10%)				49,889.12
	SUBTOTAL				598,669.42
	IMPUESTO (IGV 18%)				107,760.50
	VALOR REFERENCIAL				706,429.92
	MONTO DE SUPERVISIÓN				30,000.00
	PRESUPUESTO TOTAL				736,429.92
	SON : SETECIENTOS TRENTISEIS MIL CUATROCIENTOS VEINTINUEVE Y 92/100 NUEVOS SOLES				

Figura 57. Presupuesto de la obra sin utilizar material reciclable de la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto					
Presupuesto:	0203004	PROPUESTA DE PAVIMENTO JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA			
Subpresupuesto:	001	PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN - JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA			
Cliente:	Vilchez Olivera, Michael Alexander			Costo al	26/11/2020
Lugar:	LIMA - LIMA - LOS OLIVOS				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				26,484.71
01.01	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,684.71	1,684.71
01.02	MÓVILIZACIÓN Y DESMÓVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00	8,000.00	8,000.00
01.03	CONTENEDOR DE ALMACEN	mes	2.00	2,400.00	4,800.00
01.04	BAÑO QUÍMICO	mes	2.00	6,000.00	12,000.00
02	SEGURIDAD Y SALUD LABORAL				5,131.00
02.01	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00	1,830.00	1,830.00
02.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	1.00	590.00	590.00
02.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	800.00	800.00
02.04	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIA, SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00	1,911.00	1,911.00
03	OBRAS PRELIMINARES				6,697.26
03.01	NIVEL, TRAZO Y REPLANTEO	m2	3,214.80	0.40	1,285.92
03.02	NIVEL, TRAZO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	m2	3,214.80	1.65	5,304.42
03.03	CORTE DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE CON DISCO	ml	108.00	0.99	106.92
04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				106,011.21
04.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO DE 2"	m2	3,184.93	3.07	9,777.74
04.02	CORTE DE TERRENO CON MAQUINARIA HASTA NIVEL DE SUB RASANTE	m3	2,070.21	7.61	15,754.30
04.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DP=250m.	m3	2,891.27	29.67	79,849.96
04.04	NIVELACIÓN DE BUZONES EXISTENTES	und	3.00	209.73	629.19
05	PAVIMENTO FLEXIBLE				264,898.92
05.01	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	3,184.93	3.14	10,000.68
05.02	SUB-BASE GRANULAR e=0.30 m	m2	3,184.93	19.75	62,902.37
05.03	BASE GRANULAR e=0.30 m	m2	3,184.93	23.53	74,941.40
05.04	IMPRIMACION ASFÁLTICA	m2	3,017.30	6.07	18,315.01
05.05	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	3,017.30	32.52	96,122.60
05.06	GIBA DE ASFALTO	und	1.00	616.86	616.86
06	SARDINELES SUMERGIDOS				45,004.20
06.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA SARDINEL prof=0.60, a=0.20m	m3	90.98	33.76	3,071.48
06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SARDINELES SUMERGIDOS	ml	758.14	10.86	8,233.40
06.03	SARDINELES SUMERGIDOS F _c =210 kg/cm ² 0.20x0.60m	ml	758.14	44.45	33,899.32
07	SEÑALIZACIÓN				20,204.51
07.01	SEÑALIZACIÓN DE LINEAS DISCONTINUAS E=0.10m	ml	314.30	10.89	3,422.73
07.02	SEÑALIZACIÓN DE LINEA CONTINUA E=0.10m	ml	419.07	6.84	2,866.44
07.03	SEÑALIZACIÓN CRUCES PEATONALES	m2	151.20	23.79	3,597.05
07.04	PINTURA EN SARDINELES	ml	758.14	13.61	10,318.29
08	VARIOS				541.44
08.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	3,184.93	0.17	541.44
	Costo Directo				474,973.25
	GASTOS GENERALES (10%)				47,497.33
	UTILIDAD (10%)				47,497.33
	SUBTOTAL				569,967.91
	IMPUESTO (IGV 18%)				102,594.22
	VALOR REFERENCIAL				672,562.13
	MONTO SUPERVISIÓN				30,000.00
	PRESUPUESTO TOTAL				702,562.13
	SON : SETECIENTOS DOS MIL QUINIENTOS SESENTIDOS Y 13/100 NUEVOS SOLES				

Figura 58. Presupuesto de la obra utilizando material reciclable de la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

El presupuesto de la obra sin utilizar material reciclable de la construcción es de S/. 736429.92 mientras que el presupuesto de la obra utilizando material reciclable de la construcción es de S/. 702562.13 dando un ahorro de S/. 33867.79 por lo tanto la propuesta de pavimento flexible utilizando material reciclable de la construcción es más económica.

Las siguientes figuras, figura 59 y figura 60 se presentan las fórmulas polinómicas de los dos presupuestos que servirán para reajustar el presupuesto a la fecha de ejecución ya que el presupuesto base corresponde al mes de noviembre del año 2020.

Fórmula Polinómica					
Presupuesto	0203003	PAVIMENTACION JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA			
Subpresupuesto	001	JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA			
Fecha Presupuesto	26/11/2020				
Moneda	NUEVOS SOLES				
Ubicación Geográfica	150117 LIMA - LIMA - LOS OLIVOS				
$K = 0.087*(Mr / Mo) + 0.294*(Mr / Mo) + 0.208*(Ar / Ao) + 0.205*(Ar / Ao) + 0.206*(Ir / Io)$					
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.087	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.294	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
3	0.208	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
4	0.205	100.000	A	13	ASFALTO
5	0.206	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Figura 59. Fórmula polinómica, obra sin utilizar material reciclable de la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

Fórmula Polinómica					
Presupuesto	0203004	PROPUESTA DE PAVIMENTO JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA			
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN - JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA			
Fecha Presupuesto	26/11/2020				
Moneda	NUEVOS SOLES				
Ubicación Geográfica	150117 LIMA - LIMA - LOS OLIVOS				
$K = 0.091*(Mr / Mo) + 0.307*(Mr / Mo) + 0.179*(Ar / Ao) + 0.215*(Ar / Ao) + 0.208*(Ir / Io)$					
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.091	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.307	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
3	0.179	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
4	0.215	100.000	A	13	ASFALTO
5	0.208	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Figura 60. Fórmula polinómica, obra utilizando material reciclable de la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo VII

Resultados, conclusiones y recomendaciones

7.1. Resultados

En este capítulo expone los resultados de la investigación lo cual corresponde a los estudios realizados en el año 2019 y 2020. Los resultados de estudios realizados en el 2019 corresponden a el conteo vehicular IMDA, granulometría de 3 muestras de mezcla de material en proporciones de 95%, 85% y 70% afirmado con 5%, 15% y 30% ladrillo pulverizado, contenido de humedad de la muestra seleccionada 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado, máxima densidad seca y optimo contenido de humedad de la muestra seleccionada y valor de cbr de la muestra seleccionada.

Los resultados de estudios llevados a cabo en el año 2020 corresponden a estudios del terreno natural del jirón San Hernán, estudios de material afirmado (material granular para base y/o subbase) de préstamo de cantera, estudios del material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado, estudios del material afirmado (material granular para base y/o subbase) de préstamo de cantera mezclado con el material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado para subbase de pavimento del jirón San Hernán, propuestas de perfil estructural y perfil estructural definitivo de pavimento flexible con material reciclable de la construcción en el jirón San Hernán.

Los resultados del estudio del terreno natural corresponden a contenido de humedad del estrato II (capa sub rasante) y estrato III capa inferior a la sub rasante, granulometría de los 2 estratos mencionados, límites de consistencia de los 2 estratos mencionados, sales solubles de la capa sub rasante, materia orgánica de la capa sub rasante, proctor modificado de la capa sub rasante y cbr de la capa sub rasante.

Los resultados del estudio de material afirmado (material granular para base y/o subbase) de préstamo de cantera corresponden a contenido de humedad, granulometría de afirmado,












granulometría afirmado (material granular para base y/o subbase), límites de consistencia de afirmado, material que pasa la malla N°200, sales solubles, materia orgánica, partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, proctor modificado y cbr.

Los resultados del estudio del material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado corresponden a granulometría y límites de consistencia.











Los resultados del estudio del material afirmado (material granular para base y/o subbase) de préstamo de cantera mezclado con el material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla) pulverizado corresponden a granulometría de 3 muestras de mezcla de material en proporciones de 80%, 70% y 60% afirmado con 20%, 30% y 40% ladrillo pulverizado, límites de consistencia de las 3 muestras de mezcla antes mencionadas, proctor modificado de 2 muestras de mezcla de material en proporciones de 70% y 60% afirmado con 30% y 40% ladrillo pulverizado, valor de cbr de las 2 muestras de mezcla antes mencionadas, material que pasa la malla N°200 de la mezcla de material seleccionada 60% afirmado con 40% ladrillo pulverizado, sales solubles de la mezcla de material seleccionada, materia orgánica de la mezcla de material seleccionada, partículas chatas y alargadas de la mezcla de material seleccionada, caras fracturadas de la mezcla de material seleccionada, abrasión los ángeles de la mezcla de material seleccionada, equivalente de arena de la mezcla de material seleccionada y valor II de cbr de la mezcla de material seleccionada.

7.1.1. Resultados de conteo vehicular en el jirón San Hernán (2019)

Tabla 60. Conteo vehicular de 6:00 am – 6:00 pm jr. San Hernán, Los Olivos – Lima (2019).












HORA	SENTIDO DE CARRIL	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		TRAYLER	TOTAL
													
6:00 am -	D	12	10	3	1	1			2			1	30
7:00 am	I	10	12	6	1	2			4				35
7:00 am -	D	10	15	6	1	7			5			1	45
8:00 am	I	9	12	7	2	6			1				37
8:00 am -	D	16	7	1	1	2			1			3	31
9:00 am	I	8	10	9	1	9			6				43
9:00 am -	D	3	2	4	2	4						1	16
10:00 am	I	7	5	8		1			5				26
10:00 am -	D	5	2	3	2	3			1				16
11:00 am	I	6	6	6	1	2			4				25
11:00 am -	D	10	3	4	2	5							24
12:00 pm	I	4	5	5		2			4				20
12:00 pm -	D	7	4	2	1	3			2				19
1:00 pm	I	8	4	6		4			5				27
1:00 pm -	D	9	2	5		1			1				18

Continuación de tabla 60.

HORA	SENTIDO DE CARRIL	AUTO 	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		TRAYLER	TOTAL
			WAGON 	PICK UP 	PANEL 	COMBI 	2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	T3S3 		
2:00 pm	I	3	1	3						1			8
2:00 pm -	D	9	2	8		5	1	1		2			28
3:00 pm	I	9	1	2		1		1		1			15
3:00 pm -	D	8	3	4	2	2				1		1	21
4:00 pm	I	10	2	2	1	2				2			19
4:00 pm -	D	4	4	3		1				2			14
5:00 pm	I	7	2	5	2					4		1	21
5:00 pm -	D	5	3	4		3	1						16
6:00 pm	I	5	5	8	1	2				3			24
TOTAL		184	122	114	21	68	2	2	0	57	0	8	578













Fuente: Elaboración propia.

Continuación de tabla 61.

HORA	SENTIDO DE CARRIL	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		TRAYLER	TOTAL
			WAGON 	PICK UP 	PANEL 	COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	T3S3 	
2:00 am -	D												0
3:00 am	I												0
3:00 am -	D												0
4:00 am	I												0
4:00 am -	D	4	4	3		1						1	13
5:00 am	I	7	2	5	2								16
5:00 am -	D	5	3	4		3	1		1			1	18
6:00 am	I	5	5	8	1	2			1				22
TOTAL		78	36	47	9	15	2	2	0	11	0	4	204

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62. Resultado IMDA - jr. San Hernán, Los Olivos – Lima (2019).

TIPO DE VEHÍCULO	AUTO	STATION			CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION		TRAYLER	TOTAL
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E	T3S3			
														
N° DE VEHÍCULOS POR DÍA	262	158	161	30	83	4	4	0	68	0	12		782	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63. cantidad y tipos de vehículo considerado para el proyecto de diseño.

Vehículos pesados considerados para el diseño	
Tipo	Cantidad
Camion 2E	68
Trayler T3S3	12

Fuente: Elaboración propia.

7.1.2. Resultados de granulometría – mezcla afirmado y ladrillo (2019)

Tabla 64. Resultado de granulometría – 95% afirmado y 5% ladrillo pulverizado (2019).

MALLAS	ABERTURA	Peso	% Parcial	% ACUMULADO	
	(mm)	Retenido	Retenido	RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	19.5	3.25%	3.25%	96.75%
Nº 4	4.750	183	30.50%	33.75%	66.25%
Nº 10	2.000	140	23.33%	57.08%	42.92%
Nº 20	0.850	84.5	14.08%	71.17%	28.83%
Nº 40	0.425	48.5	8.08%	79.25%	20.75%
Nº 60	0.250	33.5	5.58%	84.83%	15.17%
Nº 140	0.106	39	6.50%	91.33%	8.67%
Nº 200	0.075	35.5	5.92%	97.25%	2.75%
FONDO		16.5	2.75%	100.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65. Resultado de granulometría - 85% afirmado y 15% ladrillo pulverizado (2019).

MALLAS	ABERTURA	Peso Retenido (g)	% Parcial	% ACUMULADO	
	(mm)		Retenido	RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	9.5	1.6%	1.6%	98.4%
N° 4	4.750	151	25.2%	26.8%	73.3%
N° 10	2.000	149	24.8%	51.6%	48.4%
N° 20	0.850	103.5	17.3%	68.8%	31.2%
N° 40	0.425	48	8.0%	76.8%	23.2%
N° 60	0.250	41.5	6.9%	83.8%	16.3%
N° 140	0.106	33	5.5%	89.3%	10.8%
N° 200	0.075	29.5	4.9%	94.2%	5.8%
FONDO		35	5.8%	100.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66. Resultado de granulometría - 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).

MALLAS	ABERTURA	Peso	%	Parcial	% ACUMULADO	
	(mm)	Retenido (g)	Retenido	RETENIDO	QUE PASA	
3"	75.000					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500	18.5	3.1%	3.1%	96.9%	
N° 4	4.750	116	19.3%	22.4%	77.6%	
N° 10	2.000	131.5	21.9%	44.3%	55.7%	
N° 20	0.850	111	18.5%	62.8%	37.2%	
N° 40	0.425	56	9.3%	72.2%	27.8%	
N° 60	0.250	35	5.8%	78.0%	22.0%	
N° 140	0.106	42	7.0%	85.0%	15.0%	
N° 200	0.075	35.5	5.9%	90.9%	9.1%	
FONDO		54.5	9.1%	100.0%	0.0%	

Fuente: Elaboración propia.

7.1.3. Resultado de contenido de humedad 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019)

Tabla 67. Resultado contenido de humedad 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).

ID	Descripción	Unidad de medida	Muestra N° 1 (70% afirmado y 30% bloques de ladrillo pulverizado)
A	Peso del recipiente	(g)	131.5
B	Peso del recipiente + suelo húmedo	(g)	726.5
C	Peso del recipiente + suelo seco	(g)	715.5
D	Peso del agua contenida B - C	(g)	11
E	Peso del suelo seco C - A	(g)	584
F	Contenido de humedad (D/E)*100	(%)	1.88

Fuente: Elaboración propia.

7.1.4. Resultado de proctor modificado 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019)

Tabla 68. Resultado proctor modificado 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).

Ensayo de compactación - proctor modificado para CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Volumen Molde 2127 cm ³		Peso Molde 6282 gr			
Numero de ensayos		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,655	10,913	11,037	11,052
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,373	4,631	4,755	4,770
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.056	2.177	2.236	2.243
Recipiente Numero		0	0	0	0
Peso de la Tara	gr.	175.5	64.0	174.9	179.2
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	541.1	519.9	476.4	630.0
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	526.7	491.3	452.5	587.2
Peso del agua	gr.	14.4	28.6	23.9	42.8
Peso del suelo seco	gr.	351	427	278	408
Contenido de agua	%	4.1	6.7	8.6	10.5
Densidad Seca	gr/cc	1.975	2.041	2.058	2.030
<i>Densidad Máxima Seca: 2.05 gr/cm³.</i>		<i>Contenido Humedad Optima: 8.60 %</i>			

Fuente: Elaboración propia.

7.1.5. Resultado de cbr 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019)

Tabla 69. Resultado valor CBR 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).

Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 - Cálculo						
Molde N°	20		23		25	
N° capas	5		5		5	
N° golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	no saturado	saturado	no saturado	saturado	no saturado	saturado
Peso suelo + molde (gr.)	12,522		12,400		12,305	
Peso molde (gr.)	7,675		7,755		7,813	
Peso suelo compactado (gr.)	4,847		4,645		4,492	
Volumen del molde (cm ³)	2,124		2,130		2,122	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.282		2.181		2.117	
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.063		1.972		1.906	
	contenido de humedad					
Peso de tara (gr.)	186.2		180.8		112.2	
Tara + suelo húmedo (gr.)	523.6		433.3		489.6	
Tara + suelo seco (gr.)	491.2		409.1		452.0	
Peso de agua (gr.)	32.4		24.2		37.6	
Peso de suelo seco (gr.)	305		228.3		339.8	
Humedad (%)	10.6		10.6		11.1	

Continuación de tabla 69.

Ensayo de valor de soporte de california ASTM D1883 - Cálculo

Expansión: no expansivo

Penetración

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 20				Molde N° 23			Molde N° 25			
		Carga kg	kg/Cm ²	Corrección kg/cm ²	CBR %	Carga kg	kg/cm ²	Corrección CBR %	Carga kg	kg/cm ²	Corrección kg/cm ²	CBR %
0.025		33	1.6			41	2		27	1.3		
0.050		110	5.4			200	9.9		99	4.9		
0.075		256	12.7			452	22.4		233	11.5		
0.100	70.307	478	23.7	55	78.2	727	36	58.3	404	20	20	28.4
0.150		1128	55.8			1177	58.3		599	29.7		
0.200	105.460	1902	94.2	131	124.2	1615	80	83.4	885	43.8	48	45.5
0.300		3292	163			2383	118		1553	76.9		
0.400		4099	202.9			3049	151		2342	115.9		
0.500		5281	261.5			3643	180.4		2788	138.1		

Fuente: Elaboración propia.

7.1.6. Resultados de contenido de humedad suelo natural – jirón San Hernán (2020)

Tabla 70. Resultado contenido de humedad estrato II capa sub rasante (2020).

Contenido de humedad	
(MTC E-108 / ASTM D-2216)	
Muestra 1 – Estrato II (capa sub rasante)	
Ensayo	1
Recipiente N°	58
Tara (gr)	22.18
Tara + muestra húmeda (gr)	163.28
Tara + muestra seca (gr)	152.41
Peso del agua contenida (gr)	10.87
Peso de la muestra seca (gr)	130.23
Contenido de Humedad (%)	8.35
Contenido de Humedad Promedio (%)	8.35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71. Resultado contenido de humedad estrato III (2020).

Contenido de humedad	
(MTC E-108 / ASTM D-2216)	
Muestra 1 – Estrato III	
Ensayo	1
Recipiente N°	61
Tara (gr)	22.35
Tara + muestra húmeda (gr)	147.60
Tara + muestra seca (gr)	139.05
Peso del agua contenida (gr)	8.55
Peso de la muestra seca (gr)	116.70
Contenido de Humedad (%)	7.33
Contenido de Humedad Promedio (%)	7.33

Fuente: Elaboración propia.

7.1.7. Resultados de granulometría suelo natural – jirón San Hernán

(2020)

Tabla 72. Resultado de granulometría estrato II capa sub rasante (2020).

Análisis granulométrico por tamizado					
(MTC E-107 / ASTM D-422)					
Muestra 1 – Estrato II (capa sub rasante)					
Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje de Retenido		Porcentaje
ASTM	(mm)	Retenido (gr)	Parcial	Acumulado	que pasa
4"	101.600				
3 1/2"	88.900				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050	43	1.47	1.5	98.53
1/2"	12.700	57	1.95	3.42	96.58
3/8"	9.525	27	0.92	4.34	95.66
1/4"	6.350	43	1.47	5.81	94.19
N°4	4.760	37	1.27	7.08	92.92
N°8	2.360	12.99	2.41	9.5	90.51
N°10	2.000	4.03	0.75	10.2	89.76
N°16	1.190	12.81	2.38	12.6	87.38
N°20	0.834	9.52	1.77	14.4	85.61
N°30	0.600	9.93	1.85	16.2	83.76
N°40	0.420	13.07	2.43	18.7	81.33
N°50	0.300	21.06	3.91	22.6	77.42
N°80	0.177	35.84	6.66	29.2	70.76
N°100	0.149	14.36	2.67	31.9	68.09
N°200	0.075	52.75	9.80	41.7	58.29
-200	0.000	313.64	58.29	100.00	
		peso inicial: 2923.0 gr	peso fracción fino: 500.00 gr		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 73. Resultado de granulometría estrato III (2020).

Análisis granulométrico por tamizado					
(MTC E-107 / ASTM D-422)					
Muestra 1 – Estrato III					
Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje de Retenido		Porcentaje
ASTM	(mm)	Retenido (gr)	Parcial	Acumulado	que pasa
4"	101.600				
3 1/2"	88.900				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	304.0	6.82	6.82	93.18
3/4"	19.050	567.0	12.72	19.54	80.46
1/2"	12.700	676.0	15.16	34.70	65.30
3/8"	9.525	246.0	5.52	40.22	59.78
1/4"	6.350	257.0	5.77	45.99	54.02
N°4	4.760	107.0	2.40	48.39	51.61
N°8	2.360	192.84	4.33	52.71	47.29
N°10	2.000	37.11	0.83	53.54	46.46
N°16	1.190	103.12	2.31	55.86	44.14
N°20	0.834	85.76	1.92	57.78	42.22
N°30	0.600	106.55	2.39	60.17	39.83
N°40	0.420	140.28	3.15	63.32	36.68
N°50	0.300	201.69	4.52	67.84	32.16
N°80	0.177	270.82	6.08	73.92	26.08
N°100	0.149	82.29	1.85	75.76	24.24
N°200	0.075	236.45	5.30	81.07	18.93
-200	0.000	844.09	18.93	100	
peso inicial: 4458.0 gr					

Fuente: Elaboración propia.

7.1.8. Resultados de límites de consistencia suelo natural – jirón San Hernán (2020)

Tabla 74. Resultado límites de consistencia estrato II capa sub rasante (2020).

Límites de consistencia (MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)				
Muestra 1 – Estrato II (capa sub rasante)				
Determinación de límite líquido				
Descripción	Unidad	Muestras		
Nº capsula	ID	12	28	72
Tara + suelo humedo	(gr)	37.41	34.35	31.29
Tara + suelo seco	(gr)	31.28	28.99	26.62
Peso de agua	(gr)	6.13	5.36	4.67
Tara	(gr)	6.14	6.13	6.12
Peso del suelo seco	(gr)	25.14	22.86	20.50
Contenido de humedad	(%)	24.38	23.45	22.78
Numero de golpes		17	23	29
Determinación de límite plástico				
Descripción	Unidad	Muestras		
Nº tarro	ID	7		
Tara + suelo humedo	(gr)	14.31		
Tara + suelo seco	(gr)	13.29		
Tara	(gr)	6.78		
Peso del agua	(gr)	1.02		
Peso del suelo seco	(gr)	6.51		
Contenido de humedad	(%)	15.67		
Constantes físicas de la muestra				
Límite líquido (%)		23.22		
Límite plástico (%)		15.67		
Índice de plasticidad (%)		7.55		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 75. Resultado límites de consistencia estrato III (2020).

Límites de consistencia (MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)				
Muestra 1 – Estrato III				
Determinación de limite liquido				
Descripción	Unidad	Muestras		
Nº capsula	ID	3	71	72
Tara + suelo humedo	(gr)	34.40	31.47	28.52
Tara + suelo seco	(gr)	29.57	27.28	24.91
Peso de agua	(gr)	4.83	4.19	3.61
Tara	(gr)	6.59	6.58	6.57
Peso del suelo seco	(gr)	22.98	20.70	18.34
Contenido de humedad	(%)	21.02	20.24	19.68
Numero de golpes		18	24	30
Determinación de limite plástico				
Descripción	Unidad	Muestras		
Nº tarro	ID	1		
Tara + suelo humedo	(gr)	13.72		
Tara + suelo seco	(gr)	12.86		
Tara	(gr)	6.43		
Peso del agua	(gr)	0.86		
Peso del suelo seco	(gr)	6.43		
Contenido de humedad	(%)	13.37		
Constantes físicas de la muestra				
Limite liquido (%)		20.15		
Limite plástico (%)		13.37		
Índice de plasticidad (%)		6.78		

Fuente: Elaboración propia.

7.1.9. Resultado de sales solubles suelo natural – jirón San Hernán (2020)

Tabla 76. Resultado sales solubles capa sub rasante (2020).

Contenido de sales solubles		
(Norma MTC E-219)		
Muestra: suelo natural (capa sub rasante)		
(1) Peso de matraz	(gr)	43.9310
(2) Peso de matraz + agua + sal	(gr)	94.0613
(3) Peso de matraz + sal	(gr)	44.0613
(4) Peso de sal (3-1)	(gr)	0.13030
(5) Peso de agua (2-3)	(gr)	50.000
(6) Porcentaje de sales ($4/5*100$)	(%)	0.2606
(7) Cantidad de sales ppm ($6*10000$)	(ppm)	2606.00

Fuente: Elaboración propia.

7.1.10. Resultado de materia orgánica suelo natural – jirón San Hernán (2020)

Tabla 77. Resultado materia orgánica capa sub rasante (2020).

Materia orgánica en arena	
Método ASTM C-140 (MTC E 213)	
Muestra: suelo natural (capa sub rasante)	
Tipo ensayo	Resultado
Cualitativo	El color de líquido sobredrenante es menos oscuro que el color de referencia de la solución estándar, por lo tanto no acusa presencia de materia orgánica

Fuente: Elaboración propia.

7.1.11. Resultado de proctor modificado suelo natural – jirón San Hernán (2020)

Tabla 78. Resultado proctor modificado capa sub rasante (2020).

Relación densidad/humedad (proctor)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
Muestra: suelo natural (capa sub rasante)							
Muestra	Diámetro molde	6"	Volumen molde	2060	cm ³	N° capas	5
N° 1	Método	C	Peso molde	6994	gr	N° golpes	56 Glp
Ensayos N°			1	2	3	4	
Peso suelo + molde		gr.	11.392	11.499	11.642	11.665	
Peso suelo humedo compactado		gr.	4.398	4.505	4.648	4.671	
Peso volumetrico humedo		gr.	2.135	2.187	2.256	2.267	
Recipiente numero			13	8	16	7	
Peso suelo humedo + tara		gr.	106.33	113.51	103.79	110.23	
Peso suelo seco + tara		gr.	98.98	104.42	93.85	98.18	
Tara		gr.	18.10	18.54	18.64	18.64	
Peso del agua		gr.	7.35	9.09	9.94	12.05	
Peso del suelo seco		gr.	80.88	85.88	75.21	79.54	
Contenido de agua		%	9.09	10.58	13.22	15.15	
Densidad seca del suelo		gr/cc	1.957	1.978	1.993	1.969	
Resultados							
Densidad máxima seca			1.993 gr/cm ³	Humedad óptima (%)		12.87	

Fuente: Elaboración propia.

7.1.12. Resultado valor cbr suelo natural – jirón San Hernán (2020)

Tabla 79. Resultado cbr capa sub rasante (2020).

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra: suelo natural (capa sub rasante) Calculo del cbr												
Molde N°	14			15			16					
Capas N°	5			5			5					
Golpes por capa N°	56			25			12					
Condición de la muestra	No saturado		Saturado		No saturado		Saturado		No saturado		Saturado	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9641.0		9682.0		9593.0		9652.0		8743.0		8876.0	
Peso de molde (g)	4944.00		4944.00		4980.00		4980.00		4294.00		4294.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4697.00		4738.00		4613.00		4672.00		4449.00		4582.00	
Volumen del molde (cm3)	2104.92		2104.92		2123.06		2123.06		2094.07		2094.07	
Densidad húmeda (g/cm3)	2.231		2.251		2.173		2.220		2.125		2.188	
Tara (N°)	16		50		15		52		14		49	
Peso suelo húmedo + tara (g)	110.07		109.31		106.46		116.82		113.55		111.90	
Peso suelo seco + tara (g)	99.98		96.61		97.30		103.02		103.23		98.00	
Tara (g)	18.64		18.43		18.10		21.82		19.16		19.00	
Peso de agua (g)	10.09		12.52		9.16		13.80		10.32		13.90	
Peso de suelo seco (g)	81.34		78.18		79.20		81.20		84.07		79.00	
Contenido de humedad (%)	12.40		16.01		11.57		17.00		12.28		17.59	
Densidad seca (g/cm3)	1.985		1.940		1.948		1.881		1.892		1.861	
Expansión												
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión		
				mm	%		mm	%		mm	%	
24/10/20	15:30	0	11.72	0.000	0.000	7.17	0.000	0.000	4.18	0.000	0.000	
25/10/20	15:30	24	11.98	0.260	0.224	7.72	0.550	0.473	5.01	0.830	0.714	
26/10/20	15:30	48	12.12	0.400	0.344	7.84	0.670	0.576	5.20	1.020	0.877	
27/10/20	15:30	72	12.15	0.430	0.370	7.87	0.700	0.602	5.25	1.070	0.920	
28/10/20	15:30	96	12.16	0.440	0.378	7.90	0.730	0.628	5.31	1.130	0.972	

Continuación de tabla 79.

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra: suelo natural (capa sub rasante) Calculo del cbr														
Penetración														
Penetración		Carga	Molde N°		M-14		Molde N°		M-15		Molde N°		M-16	
		Stand.	Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		34.7	1.8			30.6	1.6			27.5	1.4		
1.270	0.050		86.7	4.4			63.2	3.2			52.0	2.6		
1.905	0.075		141.7	7.2			98.9	5.0			88.7	4.5		
2.540	0.100	70.31	188.6	9.6	-	13.7	162.1	8.3	-	11.7	140.7	7.2	-	10.2
3.810	0.150		229.4	11.7			202.9	10.3			191.7	9.8		
5.080	0.200	105.46	311.0	15.8	-	15.0	260.0	13.2	-	12.6	222.3	11.3	-	10.7
6.350	0.250		374.2	19.1			280.4	14.3			237.6	12.1		
7.620	0.300		434.4	22.1			326.3	16.6			289.6	14.8		
10.160	0.400		543.5	27.7			407.9	20.8			327.3	16.7		
12.700	0.500		636.3	32.4			477.2	24.3			385.5	19.6		

Fuente: Elaboración propia.

7.1.13. Resultado de contenido de humedad afirmado (2020)

Tabla 80. Resultado de contenido de humedad afirmado (2020).

Contenido de humedad	
(MTC E-108 / ASTM D-2216)	
Muestra 1 – afirmado	
Ensayo	1
Recipiente N°	42
Tara (gr)	31.25
Tara + muestra húmeda (gr)	243.49
Tara + muestra seca (gr)	235.30
Peso del agua contenida (gr)	8.19
Peso de la muestra seca (gr)	204.05
Contenido de Humedad (%)	4.01
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.01

Fuente: Elaboración propia.

7.1.14. Resultados de granulometría afirmado (2020)

Tabla 81. Resultado de granulometría afirmado (2020).

Análisis granulométrico por tamizado					
(MTC E-107 / ASTM D-422)					
Muestra 1 – afirmado					
Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje de Retenido		Porcentaje
ASTM	(mm)	Retenido (gr)	Parcial	Acumulado	que pasa
4"	101.600				
3 1/2"	88.900				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				100.0
1 1/2"	38.100	121.0	2.2	2.2	97.8
1"	25.400	399.0	7.33	9.53	90.5
3/4"	19.050	566.0	10.40	19.93	80.07
1/2"	12.700	568.0	10.44	30.37	69.63
3/8"	9.525	271.0	4.98	35.35	64.65
1/4"	6.350	352.0	6.47	41.82	58.18
N°4	4.760	183.0	3.36	45.18	54.82
N°8	2.360	72.63	7.96	53.1	46.86
N°10	2.000	17.02	1.87	55.0	44.99
N°16	1.190	64.17	7.04	62.1	37.95
N°20	0.834	49.77	5.46	67.5	32.49
N°30	0.600	45.15	4.95	72.5	27.54
N°40	0.420	43.62	4.78	77.2	22.76
N°50	0.300	41.51	4.55	81.8	18.21
N°80	0.177	35.91	3.94	85.7	14.27
N°100	0.149	10.03	1.10	86.8	13.17
N°200	0.075	32.32	3.54	90.4	9.63
-200	0.000	87.87	9.63	100.0	
		peso inicial: 5442.0 gr	peso fracción fino: 500 gr		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82. Resultado de granulometría afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).

Análisis granulométrico por tamizado					
(MTC E-107 / ASTM D-422)					
Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase)					
Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje de Retenido		Porcentaje
ASTM	(mm)	Retenido (gr)	Parcial	Acumulado	que pasa
4"	101.600				
3 1/2"	88.900				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.050	184.0	9.20	9.20	90.80
1/2"	12.700	304.0	15.20	24.40	75.60
3/8"	9.525	90.0	4.50	28.90	71.10
1/4"	6.350	128.0	6.40	35.30	64.70
N°4	4.760	73.0	3.65	38.95	61.05
N°8	2.360	73.31	8.95	47.9	52.10
N°10	2.000	17.46	2.13	50.0	49.97
N°16	1.190	63.32	7.73	57.8	42.24
N°20	0.834	50.40	6.15	63.9	36.09
N°30	0.600	47.77	5.83	69.7	30.26
N°40	0.420	45.82	5.59	75.3	24.67
N°50	0.300	42.60	5.20	80.5	19.47
N°80	0.177	35.87	4.38	84.9	15.09
N°100	0.149	9.70	1.18	86.1	13.91
N°200	0.075	30.77	3.76	89.9	10.15
-200	0.000	82.98	10.13	100.0	
		peso inicial: 2000.0 gr		peso fracción fino: 500.00 gr	

Fuente: Elaboración propia.

7.1.15. Resultados de límites de consistencia afirmado (2020)

Tabla 83. Resultado límites de consistencia afirmado (2020).

Límites de consistencia (MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)		
Muestra 1 – afirmado		
Determinación de límite líquido		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº capsula	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Peso de agua	(gr)	NO TIENE LIMITE LIQUIDO
Tara	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Numero de golpes		
Determinación de límite plástico		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº tarro	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Tara	(gr)	NO TIENE LIMITE PLÁSTICO
Peso del agua	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Constantes físicas de la muestra		
Límite líquido (%)		NP
Límite plástico (%)		NP
Índice de plasticidad (%)		NP

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84. Resultado límites de consistencia afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).

Límites de consistencia		
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)		
Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase)		
Determinación de limite liquido		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº capsula	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Peso de agua	(gr)	NO TIENE LIMITE LIQUIDO
Tara	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Numero de golpes		
Determinación de limite plástico		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº tarro	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Tara	(gr)	NO TIENE LIMITE PLÁSTICO
Peso del agua	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Constantes físicas de la muestra		
Limite liquido (%)		NP
Limite plástico (%)		NP
Índice de plasticidad (%)		NP

Fuente: Elaboración propia.

**7.1.16. Resultado de material que pasa la malla N°200 – afirmado
(material granular para base y/o subbase), (2020)**

Tabla 85. Resultado material que pasa la malla N°200 - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).

Ensayo material que pasa malla N°200		
Método ASTM C-117 (MTC E 202)		
Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase)		
	Tamaño nominal máximo del material	4.76 mm
A	Peso inicial del material seco sin lavar	2500.00 gr
B	Peso del material lavado	2196.00 gr
C	Peso del material que pasa la malla 200 (a-b)	304.00 gr
D	Porcentaje del material que pasa la malla 200 ($c*100/a$)	12.16 %
E	Especificación	15 % máximo
F	Cumple con la especificación?	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

7.1.17. Resultado de sales solubles afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020)

Tabla 86. Resultado sales solubles - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).

Contenido de sales solubles		
(Norma MTC E-219)		
Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase)		
(1) Peso de matraz	(gr)	41.8232
(2) Peso de matraz + agua + sal	(gr)	91.893
(3) Peso de matraz + sal	(gr)	41.8933
(4) Peso de sal (3-1)	(gr)	0.0701
(5) Peso de agua (2-3)	(gr)	50.000
(6) Porcentaje de sales (4/5*100)	(%)	0.1401
(7) Cantidad de sales ppm (6*10000)	(ppm)	1401.00

Fuente: Elaboración propia.

7.1.18. Resultado de materia orgánica afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020)

Tabla 87. Resultado materia orgánica - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).

Materia orgánica en arena	
Método ASTM C-140 (MTC E 213)	
Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase)	
Tipo ensayo	Resultado
Cualitativo	El color de líquido sobredrenante es menos oscuro que el color de referencia de la solución estándar, por lo tanto no acusa presencia de materia orgánica

Fuente: Elaboración propia.

7.1.19. Resultado de partículas chatas y alargadas afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020)

Tabla 88. Resultado partículas chatas y alargadas - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).

Determinación de partículas chatas, alargadas, y partículas chatas y alargadas en agregado grueso													
MTC E 223 (ASTM D - 4791)													
Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase)													
Tamiz (pulg)	Material Abertura (mm)	Agregado grueso			"partículas Chatas"		"partículas Alargadas"		"partículas Chatas y alargadas"		Partículas ni chatas ni alargadas		
		Peso (g)	Retiene (%)	Pasa (%)	Peso (g)	(%)	Peso (g)	(%)	Peso (g)	(%)	Peso (g)	(%)	
3"	76.200												
2"	50.800												
1 1/2"	38.100												
1"	25.400			100.00									
3/4"	19.050	1042.00	20.84	79.16	12.00	0.35	630.00	18.46	29.00	0.85	371.00	10.87	
1/2"	12.700	1544.00	30.88	48.28	16.00	0.47	885.00	25.93	24.00	0.70	619.00	18.14	
3/8"	9.525	827.00	16.54	31.74	4.00	0.12	355.00	10.40	14.00	0.41	454.00	13.30	
1/4"	6.350	981.00	19.62	12.12	32.00		1870.00		67.00		1444.00		
N°4	4.760	606.00	12.12										
Peso total de la muestra		5000.0											
Peso de la muestra de ensayo (retenido acumulado en 3/8")		3413.0									Relación Dimensional		1 : 3
Resultados (promedio ponderado)													
Partículas chatas					1%								
Partículas alargadas					55%								
Partículas chatas y alargadas					2%								
Partículas ni chatas ni alargadas					42%								

Fuente: Elaboración propia.

7.1.20. Resultado de caras fracturadas afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020)

Tabla 89. Resultado caras fracturadas - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).

Determinación de caras fracturadas ASTM D 5821 - Norma MTC E- 210 Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase)						
A.- Con una cara fracturada						
Tamaño del agregado	A	B	C	D	E	
Pasa	Retenido	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C*D)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	2000.0				
1"	3/4"	1500.0	472.0	31.5	50.0	1573.3
3/4"	1/2"	1200.0	229.0	19.1	40.0	763.3
1/2"	3/8"	300.0	37.0	12.3	10.0	123.3
Total		5000.0			100.0	2460.0
Porcentaje con una cara fracturada (E/D) %					Total	24.60%
B.- con dos o más caras fracturadas						
Tamaño del agregado	A	B	C	D	E	
Pasa	Retenido	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C*D)
2"	1 1/2"	2000.0				
1 1/2"	1"	1500.0	1024.0	68.3	50.0	3413.3
1"	3/4"	1200.0	970.0	80.8	40.0	3233.3
3/4"	1/2"	300.0	263.0	87.7	10.0	876.7
1/2"	3/8"	5000.0			100.0	7523.3
Total						
Porcentaje con dos o más Caras Fracturadas (E/D) %					Total	75.23%
Porcentaje con una o más Caras Fracturadas					Total	99.83%
A	Peso de muestra					
B	Peso del material con cara fracturada					
C	% de caras fracturadas					
D	% Retenido parcial gradación original					
E	Promedio de caras fracturadas					

Fuente: Elaboración propia.

7.1.21. Resultado de proctor modificado afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020)

Tabla 90. Resultado proctor modificado - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).

Relación densidad/humedad (proctor)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase)							
Muestra	Diámetro molde	6"	Volumen molde	2060	cm ³	N° capas	5
N° 1	Método	C	Peso molde	6994	gr	N° golpes	56 Glp
Ensayos N°			1	2	3	4	
Peso suelo + molde		gr.	11.866	11.983	12.173	12.146	
Peso suelo humedo compactado		gr.	4.872	4.989	5.179	5.152	
Peso volumetrico humedo		gr.	2.365	2.422	2.514	2.501	
Recipiente numero			53	30	61	46	
Peso suelo humedo + tara		gr.	173.65	152.77	239.41	163.26	
Peso suelo seco + tara		gr.	169.48	146.87	226.98	152.87	
Tara		gr.	21.75	17.80	22.35	19.63	
Peso del agua		gr.	4.17	5.90	12.43	10.39	
Peso del suelo seco		gr.	147.73	129.07	204.63	133.24	
Contenido de agua		%	2.82	4.57	6.07	7.80	
Densidad seca del suelo		gr/cc	2.300	2.316	2.370	2.320	
Resultados							
Densidad máxima seca			2.375 gr/cm ³	Humedad óptima (%)		6.54	

Fuente: Elaboración propia.

7.1.22. Resultado valor cbr afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020)

Tabla 91. Resultado cbr - afirmado (material granular para base y/o subbase), (2020).

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase) Calculo del cbr											
Molde N°	11			12			13				
Capas N°	5			5			5				
Golpes por capa N°	56			25			12				
Condición de la muestra	No saturado		Saturado		No saturado		Saturado		No saturado		Saturado
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10188.0		10172.0		10158.0		10142.0		9953.0		9962.0
Peso de molde (g)	4880.00		4880.00		4893.00		4983.00		4964.00		4964.00
Peso del suelo húmedo (g)	5308.00		5292.00		5175.00		5159.00		4989.00		4998.00
Volumen del molde (cm3)	2104.90		2104.90		2104.94		2104.94		2086.78		2086.78
Densidad húmeda (g/cm3)	2.522		2.514		2.459		2.451		2.391		2.395
Tara (N°)	8		58		17		30		4		46
Peso suelo húmedo + tara (g)	150.29		188.87		145.77		167.52		147.81		172.99
Peso suelo seco + tara (g)	142.37		176.95		138.11		156.82		140.15		161.62
Tara (g)	18.54		22.18		18.47		17.80		18.82		19.63
Peso de agua (g)	7.92		11.92		7.66		10.70		7.66		11.37
Peso de suelo seco (g)	123.83		154.77		119.64		139.02		121.33		141.99
Contenido de humedad (%)	6.40		7.70		6.40		7.70		6.31		8.01
Densidad seca (g/cm3)	2.370		2.334		2.311		2.276		2.249		2.218
Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/10/20	15:30	0	14.28	0.000	0.000	6.40	0.000	0.000	6.72	0.000	0.000
25/10/20	15:30	24	14.29	0.010	0.009	6.45	0.050	0.043	6.73	0.010	0.009
26/10/20	15:30	48	14.30	0.020	0.017	6.47	0.070	0.060	6.74	0.020	0.017
27/10/20	15:30	72	14.31	0.030	0.026	6.48	0.080	0.069	6.75	0.030	0.026
28/10/20	15:30	96	14.31	0.030	0.026	6.49	0.090	0.077	6.76	0.040	0.034

Continuación de tabla 91.

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra 1 – afirmado (material granular para base y/o subbase) Calculo del cbr														
Penetración														
Penetración		Carga	Molde N°		M-14		Molde N°		M-15		Molde N°		M-16	
		Stand.	Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		148.9	7.6			130.5	6.7			111.1	5.7		
1.270	0.050		375.3	19.1			263.1	13.4			197.8	10.1		
1.905	0.075		708.7	36.2			496.6	25.3			372.2	19.0		
2.540	0.100	70.31	1147.2	58.5	91.9	130.7	803.5	41.0	64.3	91.4	602.7	30.7	48.2	68.6
3.810	0.150		2085.3	106.4			1460.2	74.5			1095.2	55.9		
5.080	0.200	105.46	2949.0	150.4	180.2	170.8	2063.9	105.3	126.1	119.5	1547.9	79.0	94.6	89.7
6.350	0.250		3673.0	187.4			2570.7	131.1			1928.3	98.4		
7.620	0.300		4553.0	232.3			3187.6	162.6			2391.2	122.0		
10.160	0.400		5454.5	278.2			3817.8	194.8			2863.4	146.1		
12.700	0.500		6261.1	319.4			4382.8	223.6			3287.6	167.7		

Fuente: Elaboración propia.

7.1.23. Resultado de granulometría - bloques de ladrillo de arcilla pulverizado (2020)

Tabla 92. Resultado granulometría de bloques de ladrillo de arcilla pulverizado (2020).

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422)					
Muestra 1 – bloques de ladrillo de arcilla pulverizado					
Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje de Retenido		Porcentaje
ASTM	(mm)	Retenido (gr)	Parcial	Acumulado	que pasa
4"	101.600				
3 1/2"	88.900				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°4	4.760				100.00
N°8	2.360	89.22	17.84	17.84	82.16
N°10	2.000	22.19	4.44	22.28	77.72
N°16	1.190	69.33	13.87	36.15	63.85
N°20	0.834	45.40	9.08	45.23	54.77
N°30	0.600	37.81	7.56	52.79	47.21
N°40	0.420	35.80	7.16	59.95	40.05
N°50	0.300	37.52	7.50	67.45	32.55
N°80	0.177	37.53	7.51	74.96	25.04
N°100	0.149	11.85	2.37	77.33	22.67
N°200	0.075	33.92	6.78	84.11	15.89
-200	0.000	79.43	15.89	100.00	
peso inicial: 500.0 gr					

Fuente: Elaboración propia.

7.1.24. Resultado de límites de consistencia - bloques de ladrillo de arcilla pulverizado (2020)

Tabla 93. Resultado límites de consistencia de bloques de ladrillo de arcilla pulverizado (2020).

Límites de consistencia (MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318) Muestra 1 – bloques de ladrillo de arcilla pulverizado Determinación de límite líquido		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº capsula	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Peso de agua	(gr)	NO TIENE LIMITE LIQUIDO
Tara	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Numero de golpes		
Determinación de límite plástico		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº tarro	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Tara	(gr)	NO TIENE LIMITE PLÁSTICO
Peso del agua	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Constantes físicas de la muestra		
Límite líquido (%)		NP
Límite plástico (%)		NP
Índice de plasticidad (%)		NP

Fuente: Elaboración propia.

7.1.25. Resultados de granulometría mezcla de afirmado y ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 94. Resultado granulometría mezcla 80% afirmado y 20% ladrillo pulverizado (2020).

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422)					
Muestra 1 – 80% afirmado y 20% ladrillo pulverizado					
Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje de Retenido		Porcentaje
ASTM	(mm)	Retenido (gr)	Parcial	Acumulado	que pasa
4"	101.600				
3 1/2"	88.900				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.050	417.0	10.43	10.43	89.57
1/2"	12.700	442.0	11.05	21.48	78.52
3/8"	9.525	190.0	4.75	26.23	73.77
1/4"	6.350	213.0	5.33	31.56	68.44
N°4	4.760	117.0	2.93	34.49	65.51
N°8	2.360	89.75	11.76	46.3	53.75
N°10	2.000	19.53	2.56	48.8	51.19
N°16	1.190	67.48	8.84	57.7	42.35
N°20	0.834	48.36	6.34	64.0	36.01
N°30	0.600	44.50	5.83	69.8	30.18
N°40	0.420	41.63	5.45	75.3	24.73
N°50	0.300	40.20	5.27	80.5	19.46
N°80	0.177	35.37	4.63	85.2	14.83
N°100	0.149	9.67	1.27	86.4	13.56
N°200	0.075	29.59	3.88	90.3	9.68
-200	0.000	73.92	9.66	100.0	
		peso inicial: 4000.0 gr	peso fracción fino: 500.00 gr		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95. Resultado granulometría mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2020).

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422)					
Muestra 2 – 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado					
Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje de Retenido		Porcentaje
ASTM	(mm)	Retenido (gr)	Parcial	Acumulado	que pasa
4"	101.600				
3 1/2"	88.900				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.050	398.0	9.95	9.95	90.05
1/2"	12.700	247.0	6.18	16.13	83.87
3/8"	9.525	147.0	3.68	19.81	80.19
1/4"	6.350	159.0	3.98	23.79	76.21
N°4	4.760	86.0	2.15	25.94	74.06
N°8	2.360	94.62	14.02	40.0	60.04
N°10	2.000	14.63	2.17	42.1	57.87
N°16	1.190	65.33	9.68	51.8	48.19
N°20	0.834	46.29	6.86	58.7	41.33
N°30	0.600	41.86	6.20	64.9	35.13
N°40	0.420	40.10	5.94	70.8	29.19
N°50	0.300	40.01	5.93	76.7	23.26
N°80	0.177	46.41	6.87	83.6	16.39
N°100	0.149	10.31	1.53	85.1	14.86
N°200	0.075	31.92	4.73	89.9	10.13
-200	0.000	68.52	10.15	100.0	
		peso inicial: 4000.0 gr	peso fracción fino: 500.00 gr		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 96. Resultado granulometría mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107 / ASTM D-422)					
Muestra 3 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado					
Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje de Retenido		Porcentaje
ASTM	(mm)	Retenido (gr)	Parcial	Acumulado	que pasa
4"	101.600				
3 1/2"	88.900				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.050	328.0	8.20	8.20	91.80
1/2"	12.700	245.0	6.13	14.33	85.67
3/8"	9.525	99.0	2.48	16.81	83.19
1/4"	6.350	143.0	3.58	20.39	79.61
N°4	4.760	95.0	2.38	22.77	77.23
N°8	2.360	95.15	14.70	37.5	62.53
N°10	2.000	21.95	3.39	40.9	59.14
N°16	1.190	67.71	10.46	51.3	48.68
N°20	0.834	47.94	7.40	58.7	41.28
N°30	0.600	42.67	6.59	65.3	34.69
N°40	0.420	41.24	6.37	71.7	28.32
N°50	0.300	39.24	6.06	77.7	22.26
N°80	0.177	36.40	5.62	83.4	16.64
N°100	0.149	9.99	1.54	84.9	15.10
N°200	0.075	28.63	4.42	89.3	10.68
-200	0.000	69.08	10.67	100.0	
		peso inicial: 4000.0 gr	peso fracción fino: 500.00 gr		

Fuente: Elaboración propia.

7.1.26. Resultados de límites de consistencia mezcla de afirmado y ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 97. Resultado límites de consistencia mezcla 80% afirmado y 20% ladrillo pulverizado (2020).

Límites de consistencia (MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318) Muestra 1 – 80% afirmado y 20% ladrillo pulverizado Determinación de límite líquido		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº capsula	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Peso de agua	(gr)	NO TIENE LIMITE LIQUIDO
Tara	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Numero de golpes		
Determinación de límite plástico		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº tarro	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Tara	(gr)	NO TIENE LIMITE PLÁSTICO
Peso del agua	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Constantes físicas de la muestra		
Límite líquido (%)		NP
Límite plástico (%)		NP
Índice de plasticidad (%)		NP

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 98. Resultado límites de consistencia mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2020).

Límites de consistencia		
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)		
Muestra 2 – 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado		
Determinación de limite liquido		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº capsula	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Peso de agua	(gr)	NO TIENE LIMITE LIQUIDO
Tara	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Numero de golpes		
Determinación de limite plástico		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº tarro	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Tara	(gr)	NO TIENE LIMITE PLÁSTICO
Peso del agua	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Constantes físicas de la muestra		
Limite liquido (%)		NP
Limite plástico (%)		NP
Índice de plasticidad (%)		NP

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 99. Resultado límites de consistencia mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Límites de consistencia		
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)		
Muestra 3 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado		
Determinación de limite liquido		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº capsula	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Peso de agua	(gr)	NO TIENE LIMITE LIQUIDO
Tara	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Numero de golpes		
Determinación de limite plástico		
Descripción	Unidad	Muestras
Nº tarro	ID	
Tara + suelo humedo	(gr)	
Tara + suelo seco	(gr)	
Tara	(gr)	NO TIENE LIMITE PLÁSTICO
Peso del agua	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Contenido de humedad	(%)	
Constantes físicas de la muestra		
Limite liquido (%)		NP
Limite plástico (%)		NP
Índice de plasticidad (%)		NP

Fuente: Elaboración propia.

7.1.27. Resultados de proctor modificado - mezcla de afirmado y ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 100. Resultado proctor modificado - mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2020).

Relación densidad/humedad (proctor)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
Muestra 1 – 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado							
Muestra	Diámetro molde	6"	Volumen molde	2060	cm ³	N° capas	5
N° 1	Método	C	Peso molde	6994	gr	N° golpes	56 Glp
Ensayos N°			1	2	3	4	
Peso suelo + molde		gr.	11.382	11.539	11.697	11.753	
Peso suelo humedo compactado		gr.	4.388	4.545	4.703	4.759	
Peso volumetrico humedo		gr.	2.130	2.206	2.283	2.310	
Recipiente numero			6	8	5	3	
Peso suelo humedo + tara		gr.	122.35	120.67	111.94	126.59	
Peso suelo seco + tara		gr.	117.52	113.89	104.72	116.53	
Tara		gr.	18.73	18.54	18.83	18.98	
Peso del agua		gr.	4.83	6.78	7.22	10.06	
Peso del suelo seco		gr.	98.79	95.35	85.89	97.55	
Contenido de agua		%	4.89	7.11	8.41	10.31	
Densidad seca del suelo		gr/cc	2.031	2.060	2.106	2.094	
Resultados							
Densidad máxima seca			2.119 gr/cm ³	Humedad óptima (%)		9.30	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 101. Resultado proctor modificado - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Relación densidad/humedad (proctor)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
Muestra 2 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado							
Muestra	Diámetro molde	6"	Volumen molde	2060	cm3	Nº capas	5
Nº 1	Método	C	Peso molde	6994	gr	Nº golpes	56 Glp
Ensayos Nº			1	2	3	4	
Peso suelo + molde		gr.	11.337	11.472	11.636	11.650	
Peso suelo humedo compactado		gr.	4.343	4.478	4.642	4.656	
Peso volumetrico humedo		gr.	2.108	2.174	2.253	2.260	
Recipiente numero			17	16	14	13	
Peso suelo humedo + tara		gr.	125.73	115.07	121.04	103.64	
Peso suelo seco + tara		gr.	120.28	108.45	111.91	94.72	
Tara		gr.	18.47	18.64	19.16	18.10	
Peso del agua		gr.	5.45	6.62	9.13	8.92	
Peso del suelo seco		gr.	101.81	89.81	92.75	76.62	
Contenido de agua		%	5.35	7.37	9.84	11.64	
Densidad seca del suelo		gr/cc	2.001	2.025	2.051	2.025	
Resultados							
Densidad máxima seca			2.051 gr/cm3	Humedad óptima (%)			9.87

Fuente: Elaboración propia.

7.1.28. Resultados valor cbr – mezcla afirmado y ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 102. Resultado cbr - mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2020).

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra 1 – 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado Calculo del cbr											
Molde N°	2		11		12						
Capas N°	5		5		5						
Golpes por capa N°	56		25		12						
Condición de la muestra	No saturado		Saturado		No saturado		Saturado		No saturado		Saturado
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9819.0		9886.0		9029.0		9005.0		9466.0		9542.0
Peso de molde (g)	4980.00		4980.00		4294.00		4294.00		4880.00		4880.00
Peso del suelo húmedo (g)	4839.00		4906.00		4735.00		4711.00		4586.00		4662.00
Volumen del molde (cm3)	2123.06		2123.06		2094.07		2094.07		2104.90		2104.90
Densidad húmeda (g/cm3)	2.279		2.311		2.261		2.219		2.179		2.215
Tara (N°)	54		10		51		68		57		65
Peso suelo húmedo + tara (g)	143.74		144.54		131.68		150.42		202.89		155.49
Peso suelo seco + tara (g)	134.80		132.77		121.51		137.82		188.81		141.63
Tara (g)	18.99		18.73		17.86		15.40		21.76		19.78
Peso de agua (g)	8.94		11.77		10.17		12.60		14.08		13.86
Peso de suelo seco (g)	115.81		114.04		103.65		122.42		167.05		121.85
Contenido de humedad (%)	7.72		10.32		9.81		10.29		8.43		11.37
Densidad seca (g/cm3)	2.116		2.095		2.059		2.040		2.009		1.989
Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/10/20	15:30	0	15.15	0.000	0.000	6.42	0.000	0.000	4.85	0.000	0.000
25/10/20	15:30	24	15.18	0.030	0.026	6.45	0.030	0.026	4.88	0.030	0.026
26/10/20	15:30	48	15.20	0.050	0.043	6.45	0.030	0.026	4.89	0.040	0.034
27/10/20	15:30	72	15.21	0.060	0.052	6.46	0.040	0.034	4.90	0.050	0.043
28/10/20	15:30	96	15.21	0.060	0.052	6.46	0.040	0.034	4.90	0.050	0.043

Continuación de tabla 102.

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra 1 – 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado Calculo del cbr														
Penetración														
Penetración		Carga	Molde N°		M-14		Molde N°		M-15		Molde N°		M-16	
		Stand.	Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		123.4	6.3			108.1	5.5			94.8	4.8		
1.270	0.050		231.5	11.8			162.1	8.3			121.3	6.2		
1.905	0.075		497.6	25.4			348.7	17.8			262.1	13.4		
2.540	0.100	70.31	878.0	44.8	82.6	117.4	614.9	31.4	57.8	82.2	460.9	23.5	43.4	61.7
3.810	0.150		1688.7	86.1			1283.8	65.5			988.1	50.4		
5.080	0.200	105.46	2496.3	127.3	161.3	152.9	1747.8	89.2	112.9	107.1	1311.4	66.9	84.7	80.4
6.350	0.250		3303.9	168.5			2312.7	118.0			1734.5	88.5		
7.620	0.300		3951.4	201.6			2766.5	141.1			2075.1	105.9		
10.160	0.400		4849.8	247.4			3394.6	173.2			2546.2	129.9		
12.700	0.500		5325.0	271.6			3727.1	190.1			2795.1	142.6		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 103. Resultado cbr - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra 2 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado Calculo del cbr												
Molde N°	13			15			16					
Capas N°	5			5			5					
Golpes por capa N°	56			25			12					
Condición de la muestra	No saturado		Saturado		No saturado		Saturado		No saturado		Saturado	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9671.0		9697.0		9633.0		9745.0		8647.0		8956.00	
Peso de molde (g)	4964.00		4964.00		4980.00		4980.00		4294.00		4294.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4707.00		4733.00		4653.00		4765.00		4353.00		4662.00	
Volumen del molde (cm3)	2086.78		2086.78		2123.06		2123.06		2094.07		2094.07	
Densidad húmeda (g/cm3)	2.256		2.268		2.192		2.283		2.079		2.226	
Tara (N°)	64		13		68		64		4		65	
Peso suelo húmedo + tara (g)	147.31		105.03		135.66		138.98		129.74		142.15	
Peso suelo seco + tara (g)	135.69		95.81		124.58		124.47		122.46		126.23	
Tara (g)	19.59		18.10		15.40		19.59		18.82		19.78	
Peso de agua (g)	11.62		9.22		11.08		14.51		7.28		15.92	
Peso de suelo seco (g)	116.10		77.71		109.18		104.88		103.64		106.45	
Contenido de humedad (%)	10.01		11.86		10.15		13.83		7.02		14.96	
Densidad seca (g/cm3)	2.050		2.028		1.990		1.972		1.942		1.937	
Expansión												
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión		
				mm	%		mm	%		mm	%	
24/10/20	15:30	0	14.79	0.000	0.000	6.62	0.000	0.000	3.71	0.000	0.000	
25/10/20	15:30	24	14.82	0.030	0.026	6.63	0.010	0.009	3.73	0.020	0.017	
26/10/20	15:30	48	14.83	0.040	0.034	6.64	0.020	0.017	3.74	0.030	0.026	
27/10/20	15:30	72	14.84	0.050	0.043	6.64	0.020	0.017	3.75	0.040	0.034	
28/10/20	15:30	96	14.85	0.060	0.052	6.64	0.020	0.017	3.75	0.040	0.034	

Continuación de tabla 103.

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra 2 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado Calculo del cbr														
Penetración														
Penetración		Carga	Molde N°		M-14		Molde N°		M-15		Molde N°		M-16	
		Stand.	Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		160.1	8.2			127.5	6.5			95.9	4.9		
1.270	0.050		292.7	14.9			264.1	13.5			197.8	10.1		
1.905	0.075		498.6	25.4			455.8	23.3			341.6	17.4		
2.540	0.100	70.31	788.2	40.2	77.0	109.5	661.8	33.8	65.9	93.7	496.6	25.3	49.4	70.2
3.810	0.150		1539.8	78.5			1309.3	66.8			982.0	50.1		
5.080	0.200	105.46	2297.4	117.2	149.3	141.6	1952.8	99.6	127.5	120.9	1464.3	74.7	95.6	90.6
6.350	0.250		3055.1	155.8			2597.2	132.5			1947.7	99.4		
7.620	0.300		3615.9	184.5			3073.4	156.8			2305.6	117.6		
10.160	0.400		4556.1	232.4			3872.9	197.6			2905.2	148.2		
12.700	0.500		5365.8	273.7			4561.2	232.7			3421.2	174.5		

Fuente: Elaboración propia.

**7.1.29. Resultado de material que pasa la malla N°200 – mezcla
60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020)**

Tabla 104. Resultado material que pasa la malla N°200 - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Ensayo material que pasa malla N°200		
Método ASTM C-117 (MTC E 202)		
Muestra 1 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado		
	Tamaño nominal máximo del material	4.76 mm
A	Peso inicial del material seco sin lavar	2500.00 gr
B	Peso del material lavado	2205.00 gr
C	Peso del material que pasa la malla 200 (a-b)	295.00 gr
D	Porcentaje del material que pasa la malla 200 ($c*100/a$)	11.80 %
E	Especificación	15 % máximo
F	Cumple con la especificación?	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

**7.1.30. Resultado de sales solubles – mezcla 60% afirmado y 40%
ladrillo pulverizado (2020)**

Tabla 105. Resultado sales solubles - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Contenido de sales solubles		
(Norma MTC E-219)		
Muestra 1 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado		
(1) Peso de matraz	(gr)	42.9310
(2) Peso de matraz + agua + sal	(gr)	93.071
(3) Peso de matraz + sal	(gr)	43.0714
(4) Peso de sal (3-1)	(gr)	0.1404
(5) Peso de agua (2-3)	(gr)	50.000
(6) Porcentaje de sales (4/5*100)	(%)	0.2808
(7) Cantidad de sales ppm (6*10000)	(ppm)	2808.00

Fuente: Elaboración propia.

7.1.31. Resultado de materia orgánica - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 106. Resultado materia orgánica - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Materia orgánica en arena	
Método ASTM C-140 (MTC E 213)	
Muestra 1 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado	
Tipo ensayo	Resultado
Cualitativo	El color de líquido sobredrenante es menos oscuro que el color de referencia de la solución estándar, por lo tanto no acusa presencia de materia orgánica

Fuente: Elaboración propia.

7.1.32. Resultado de partículas chatas y alargadas - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 107. Resultado partículas chatas y alargadas - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Determinación de partículas chatas, alargadas, y partículas chatas y alargadas en agregado grueso														
MTC E 223 (ASTM D - 4791)														
Muestra 1 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado														
Material		Agregado grueso			"partículas Chatas"		"partículas Alargadas"		"partículas Chatas y alargadas"		Partículas ni chatas ni alargadas			
Tamiz (pulg)	Abertura (mm)	Peso (g)	Retiene (%)	Pasa (%)	Peso (g)	(%)	Peso (g)	(%)	Peso (g)	(%)	Peso (g)	(%)		
3"	76.200													
2"	50.800													
1 1/2"	38.100													
1"	25.400			100.00										
3/4"	19.050	1042.00	20.84	79.16	12.00	0.35	630.00	18.46	29.00	0.85	371.00	10.87		
1/2"	12.700	1544.00	30.88	48.28	16.00	0.47	885.00	25.93	24.00	0.70	619.00	18.14		
3/8"	9.525	827.00	16.54	31.74	4.00	0.12	355.00	10.40	14.00	0.41	454.00	13.30		
1/4"	6.350	981.00	19.62	12.12	32.00		1870.00		67.00		1444.00			
N°4	4.760	606.00	12.12											
Peso total de la muestra		5000.0												
Peso de la muestra de ensayo (retenido acumulado en 3/8")		3413.0									Relación Dimensional		1 : 3	
Resultados (promedio ponderado)														
Partículas chatas						1%								
Partículas alargadas						55%								
Partículas chatas y alargadas						2%								
Partículas ni chatas ni alargadas						42%								

Fuente: Elaboración propia.

7.1.33. Resultado de caras fracturadas - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 108. Resultado caras fracturadas - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Determinación de caras fracturadas						
ASTM D 5821 - Norma MTC E- 210						
Muestra 1 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado						
A.- Con una cara fracturada						
Tamaño del agregado	A	B	C	D	E	
Pasa	Retenido	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C*D)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	2000.0				
1"	3/4"	1500.0	472.0	31.5	50.0	1573.3
3/4"	1/2"	1200.0	229.0	19.1	40.0	763.3
1/2"	3/8"	300.0	37.0	12.3	10.0	123.3
Total		5000.0			100.0	2460.0
Porcentaje con una cara fracturada (E/D) %				Total	24.60%	
B.- con dos o más caras fracturadas						
Tamaño del agregado	A	B	C	D	E	
Pasa	Retenido	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C*D)
2"	1 1/2"	2000.0				
1 1/2"	1"	1500.0	1024.0	68.3	50.0	3413.3
1"	3/4"	1200.0	970.0	80.8	40.0	3233.3
3/4"	1/2"	300.0	263.0	87.7	10.0	876.7
1/2"	3/8"	5000.0			100.0	7523.3
Total						
Porcentaje con dos o más Caras Fracturadas (E/D) %				Total	75.23%	
Porcentaje con una o más Caras Fracturadas				Total	99.83%	
A	Peso de muestra					
B	Peso del material con cara fracturada					
C	% de caras fracturadas					
D	% Retenido parcial gradación original					
E	Promedio de caras fracturadas					

Fuente: Elaboración propia.

7.1.34. Resultados de abrasión los ángeles - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 109. Resultado abrasión los ángeles - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Abrasión los ángeles										
(MTC E-207 / NTP 400.019, 400.020)										
Muestra 1 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado										
Método		Pesos y granulometrías requeridos				Pesos y granulometrías empleados				
Pasa tamiz	Retiene tamiz	A	B	C	D	A	B	C	D	
1 1/2"	1"	1250 ± 25								
1"	3/4"	1250 ± 25								
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500.0			
1/2"	3/8"	1251 ± 10	2500 ± 10				2500.0			
3/8"	1/4"			2500 ± 10						
1/4"	N°4			2500 ± 10						
N°4	N°8				5000 ± 10					
Peso total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		5000.0			
N° de esferas		12	11	8	6					
Peso de las esferas (c/u)		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445					
		Peso retenido en la malla N° 12 (gr)					4088.0			
		Peso que pasa en la malla N° 12 (gr)					912.0			
		% Desgate					18			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 110. Resultado 2 abrasión los ángeles - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Abrasión los ángeles									
(MTC E-207 / NTP 400.019, 400.020)									
Muestra 1 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado									
Método		Pesos y granulometrías requeridos				Pesos y granulometrías empleados			
Pasa tamiz	Retiene tamiz	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10						
1/2"	3/8"	1251 ± 10	2500 ± 10						
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	N°4			2500 ± 10					
N°4	N°8				5000 ± 10				5000.0
Peso total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10				5000 ± 10
N° de esferas		12	11	8	6				
Peso de las esferas (c/u)		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445				
		Peso retenido en la malla N° 12 (gr)							4017.0
		Peso que pasa en la malla N° 12 (gr)							983.0
		% Desgaste							20

Fuente: Elaboración propia.

7.1.35. Resultado de equivalente de arena - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 111. Resultado equivalente de arena - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Equivalente de arena de suelos y agregados finos				
MTC E 114 - ASTM D 2419				
Muestra 1 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado				
Tamaño máximo de la muestra: Malla N° 4 (4.75 mm.)				
Probeta N°		1	2	3
Hora de entrada a saturación		15:15	15:17	15:19
Hora de salida de saturación (más 10")		15:25	15:27	15:29
Hora de entrada a decantación		15:27	15:29	15:31
Hora de salida de decantación (más 20")		15:47	15:49	15:51
Altura máxima de material fino	pulg.	12.5	12.4	14.5
Altura máxima de la arena	pulg.	7.5	7.6	7.5
Equivalente de Arena	%	60.0	61.3	51.7
Promedio Equivalente de Arena:		58.0 %		

Fuente: Elaboración propia.

7.1.36. Resultado 2 valor cbr - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020)

Tabla 112. Resultado cbr 2 - mezcla 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado (2020).

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra 2 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado Calculo del cbr											
Molde N°	15			16			11				
Capas N°	5			5			5				
Golpes por capa N°	56			25			12				
Condición de la muestra	No saturado		Saturado		No saturado		Saturado		No saturado		Saturado
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9675.0		9722.0		9625.0		9792.0		8774.0		8956.0
Peso de molde (g)	4964.00		4964.00		4980.00		4980.00		4294.00		4294.00
Peso del suelo húmedo (g)	4711.00		4758.00		4645.00		4812.00		4480.00		4662.00
Volumen del molde (cm3)	2086.78		2086.78		2123.06		2123.06		2094.07		2094.07
Densidad húmeda (g/cm3)	2.258		2.280		2.188		2.306		2.139		2.226
Tara (N°)	62		12		67		66		3		65
Peso suelo húmedo + tara (g)	145.23		106.21		136.12		139.21		130.16		142.15
Peso suelo seco + tara (g)	133.94		95.78		124.76		122.35		120.04		126.13
Tara (g)	22.94		15.93		16.33		16.42		18.98		19.78
Peso de agua (g)	11.29		10.23		11.36		16.86		10.12		15.92
Peso de suelo seco (g)	111.00		79.85		108.43		105.93		101.06		106.45
Contenido de humedad (%)	10.17		12.81		10.48		15.92		10.01		14.96
Densidad seca (g/cm3)	2.049		2.021		1.980		1.955		1.945		1.937
Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/10/20	15:30	0	14.79	0.000	0.000	6.62	0.000	0.000	3.71	0.000	0.000
25/10/20	15:30	24	14.82	0.030	0.026	6.63	0.010	0.009	3.73	0.020	0.017
26/10/20	15:30	48	14.83	0.040	0.034	6.64	0.020	0.017	3.74	0.030	0.026
27/10/20	15:30	72	14.84	0.050	0.043	6.64	0.020	0.017	3.75	0.040	0.034
28/10/20	15:30	96	14.85	0.060	0.052	6.64	0.020	0.017	3.75	0.040	0.034

Continuación de tabla 112.

Relación soporte california - cbr (MTC E-132 / ASTM D-1883) Muestra 2 – 60% afirmado y 40% ladrillo pulverizado Calculo del cbr														
Penetración														
Penetración		Carga	Molde N°		M-14		Molde N°		M-15		Molde N°		M-16	
		Stand.	Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (kgf)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		374.2	19.1			280.4	14.3			196.8	10.0		
1.270	0.050		833.1	42.5			628.1	32.0			439.5	22.4		
1.905	0.075		1197.2	61.1			898.4	45.8			629.2	32.1		
2.540	0.100	70.31	1490.8	76.1	-	108.2	1149.2	58.6	-	83.4	953.4	48.6	-	69.2
3.810	0.150		1866.1	95.2			1400.1	71.4			980.0	50.0		
5.080	0.200	105.46	2382.1	121.5	-	115.2	1858.9	94.8	-	89.9	1552.0	79.2	-	75.1
6.350	0.250		2768.5	141.2			2259.7	115.3			1907.9	97.3		
7.620	0.300		2978.6	151.9			2666.6	136.0			2226.0	113.6		
10.160	0.400		3384.5	172.6			3173.4	161.9			2512.6	128.2		
12.700	0.500		3812.7	194.5			3458.9	176.4			2847.1	145.2		

Fuente: Elaboración propia.

7.1.37. Resultado de perfil estructural

El perfil estructural está compuesto por tres capas y deben cumplir como característica principal lo siguiente.

Capa superficial: carpeta asfáltica en caliente

Base: CBR \geq 80%

Subbase: CBR \geq 40% - 60% afirmado (material granular para base y/o subbase) y 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado)

Propuesta N°2 Estructura del pavimento flexible según catálogo de recomendaciones del MTC.

Capa superficial = 10 cm

Base = 26 cm

Subbase = 15 cm

Propuesta N°3 estructura del pavimento flexible según cálculo optimizado.

Alternativa 1

Capa superficial = 7.5 cm

Base = 24 cm

Subbase = 25 cm

Alternativa 2

Capa superficial = 5 cm

Base = 30 cm

Subbase = 27 cm

Decisión de mejor alternativa según cálculo

Se elige alternativa 2, aunque en comparación con la alternativa 1 en espesores de capas, es cierto que tiene 6 cm más de base y 2 cm más de subbase pero tiene 2.5 cm menos de capa

superficial; por tanto esto representa una menor inversión ya que el metro cúbico de asfalto en caliente cuesta más de diez veces el metro cúbico de afirmado.

Perfil estructural definitivo

Para la construcción de la vía urbana (local) jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima se define los espesores mínimos en múltiplos de 5 cm ya que en nuestro país se acostumbra a trabajar de dicha manera. Estos espesores están basados en la alternativa 2 y por tanto como resultado definitivo se tiene los siguientes espesores mínimos para el perfil estructural.

Capa superficial: 5 cm

(carpeta asfáltica en caliente)

Base: 30 cm

CBR \geq 80% se recomienda (60% afirmado y 40% bloques de ladrillo de arcilla pulverizado)

Subbase: 30 cm

CBR \geq 40% (60% afirmado y 40% bloques de ladrillo de arcilla pulverizado)

Subrasante: 25 cm

Al 95% de compactación de proctor modificado según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

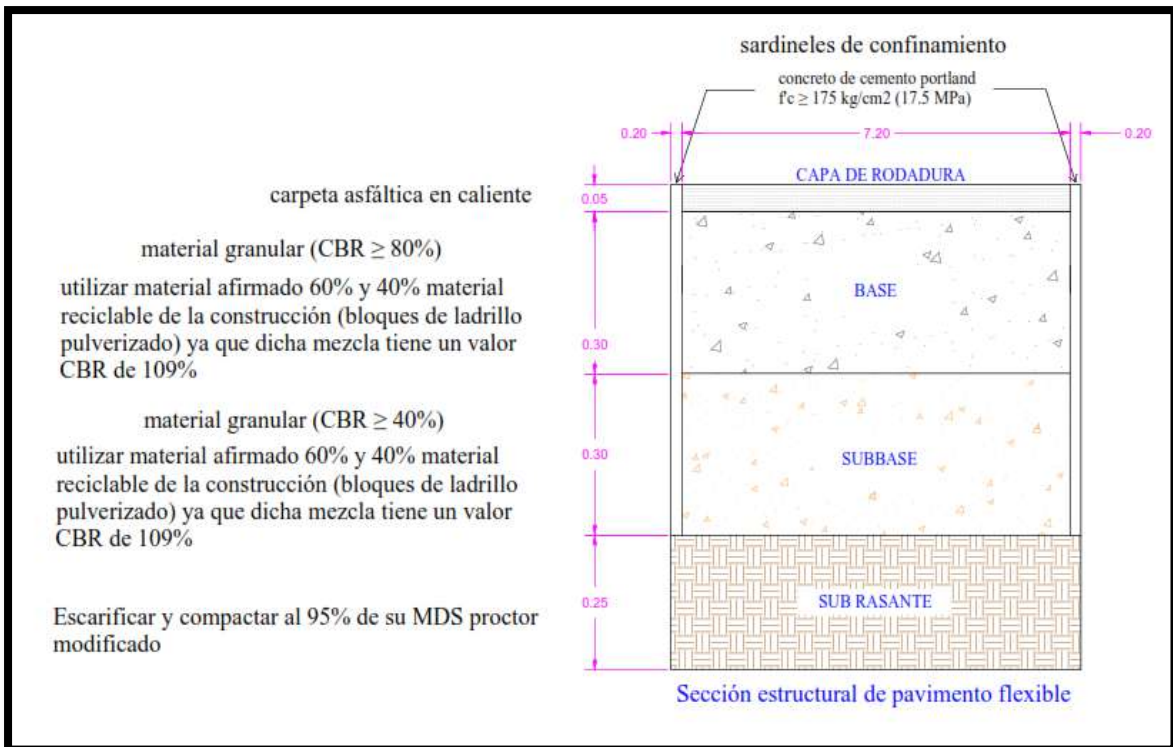


Figura 61. Perfil estructural de pavimento flexible.

Fuente: Elaboración propia.

7.2. Discusión

Tabla 113. Cuadro comparativo y discusión de la investigación.

Objetivos	Antecedentes	Bases Teóricas	Normas	Resultados	Comentarios
<p>OG: Diseñar el perfil estructural de un pavimento flexible con material reciclable de la construcción para el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.</p>	<p>(Burgos, N. 2008) Evaluó el comportamiento de distintos tipos de pavimentos flexibles y rígidos y según la metodología AASHTO determinó que dura más la primera opción.</p>	<p>(Sánchez, F. & Campagnoli, S. 2016) Está compuesto por una carpeta asfáltica apoyada sobre dos capas compactadas de suelo granular correspondiente a la base y subbase y estas apoyadas sobre una subrasante natural o mejorada.</p>	<p>Metodología AASHTO 93 según el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos del MTC. Norma técnica CE.010 Pavimentos Urbanos del RNE</p>	<p>Capa superficial: 5 cm (carpeta asfáltica en caliente), Base: 30 cm CBR \geq 80%, Subbase: 30 cm CBR \geq 40% (60% afirmado y 40% bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) y Subrasante: 25 cm al 95% de compactación de proctor modificado según norma CE 010 Pavimentos Urbanos.</p>	<p>El método de diseño es el mismo del antecedente y el resultado cumple con la norma.</p>
<p>OE1: Determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.</p>	<p>(Zúñiga, O. 2018) Diseñó una estructura de pavimento flexible para vías urbanas en la cual determinó un IMDA de 400 vehículos por día.</p>	<p>(Manual de Carreteras DG-2018) Indica la cantidad de vehículos en promedio diario de un año que transitan por un determinado tramo de una vía de transporte.</p>	<p>Guía formato de campo de conteo vehicular – MTC.</p>	<p>El IMDA es de 782 vehículos pero vehículos pesados considerados para el diseño es de 68 vehículos Camión 2E y 12 vehículos Traylor T3S3.</p>	<p>El resultado de IMDA de vehículos es mayor que el antecedente.</p>

Continuación de tabla 113.

Objetivos	Antecedentes	Bases Teóricas	Normas	Resultados	Comentarios
<p>OE2: Verificar las propiedades físico químicas de la sub rasante natural en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.</p>	<p>Morales, R. (2016) revisó una estructura de pavimento flexible donde realizó un ensayo de valor relativo de soporte (VRS) o cbr del terreno natural y obtuvo 2 valores de 66.56% con material seco y 74.12% con material saturado.</p>	<p>(Rondón, H. & Reyes, F. 2015) Es una capa escarificada y compactada que se realiza antes de la construcción de la subbase del pavimento lo cual evita que el terraplén afecte la estructura del pavimento.</p>	<p>Ensayos de contenido de humedad (MTC E 108), granulometría (MTC E 107) límites de consistencia - LL, LP, IP (MTC E 110, 111), contenido de sales solubles (MTC E 219), materia orgánica en arena (MTC E 213), proctor modificado (MTC E 115) y cbr (MTC E 132).</p>	<p>Ensayos de suelo subrasante: contenido de humedad 8.35%, granulometría suelo tipo CL, LL = 23.22, LP = 15.67, IP = 7.55, contenido de sales solubles 0.26%, no contiene materia orgánica en arena, proctor modificado (1.993 gr/cm³ - 12.87%) y cbr 10.20% al 95% de su MDS.</p>	<p>El resultado de valor cbr del terreno natural es menor que del antecedente pero es bueno como sub rasante</p>
<p>OE3: Especificar las propiedades físico químicas de la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo pulverizado para subbase de pavimento flexible en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos - Lima.</p>	<p>Contreras, K. y Herrera, V. (2015) mejoraron el agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y sub-bases de estructuras de pavimentos donde lo combinaron con agregado natural en 50% y obtuvieron un valor CBR de 115.62%.</p>	<p>(Rondón, H. & Reyes, F. 2015) el afirmado está compuesto por una mezcla de fino o arcilla, arena y piedra que se presenta en terrenos de forma natural o se realiza de forma artificial para emplearlos en la construcción de bases y subbases de carreteras y vías urbanas.</p>	<p>Ensayos de granulometría (MTC E 107) límites de consistencia - LL, LP, IP (MTC E 110, 111), material que pasa la malla N° 200 (MTC E 202), contenido de sales solubles (MTC E 219), materia orgánica en arena (MTC E 213), partículas chatas y alargadas (MTC E 223), caras fracturadas (MTC E 210), proctor modificado (MTC E 115), cbr (MTC E 132), abrasión los ángeles (MTC E 207) y Equivalente de arena (MTC E 114).</p>	<p>Ensayos de mezcla afirmado con ladrillo pulverizado: granulometría AASHTO: A-1-b y SUCS: SP-SM (gradación "D" - CE 010 Pavimentos Urbanos), LL = NP, LP = NP, IP = NP, material que pasa la malla N° 200 11.80%, contenido de sales solubles 0.28%, no contiene materia orgánica en arena, partículas chatas y alargadas 2%, una o más caras fracturadas 75.23%, dos o más caras fracturadas 99.83%, proctor modificado (2.051 gr/cm³ - 9.87%), dos cbr 109.49% y 108.16% al 100% de su MDS, 2 abrasión los ángeles 18% y 20% y equivalente de arena 58%.</p>	<p>El resultado del valor cbr del material utilizado es menor que el antecedente, pero cumple muy bien con lo exigido según norma.</p>

Fuente: Elaboración propia.

7.3. Conclusiones

1. El perfil estructural de pavimento flexible para el jirón San Hernán diseñado según la metodología AASHTO 93 es carpeta asfáltica 5 cm, base 30 cm y subbase 30 cm.
2. El IMDA de vehículos pesados es 68 camiones 2E y 12 trailers T3S3 según el conteo vehicular mediante un formato del MTC.
3. El suelo del terreno natural del jirón San Hernán es bueno como material de sub rasante para la construcción de un pavimento.
4. La mezcla adecuada de material afirmado (material granular para base y/o subbase) con material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) es de 60% y 40% respectivamente y cumple con todas las especificaciones requeridas según norma CE 010 Pavimentos Urbanos para emplearlo en subbase de pavimentos.

7.4. Recomendaciones

1. Usar material reciclable de la construcción para construir el pavimento flexible en el jirón San Hernán, distrito Los Olivos – Lima.
2. Hacer uso del formato de conteo vehicular del MTC.
3. Utilizar el mismo suelo del terreno natural como capa sub rasante para lo cual se debe escarificar una capa de 25 cm y compactar al 95 % de su MDS.
4. Utilizar en la subbase y base del nuevo pavimento una mezcla de 60% material afirmado (material granular para base y/o subbase) con 40% material reciclable de la construcción (bloques de ladrillo de arcilla pulverizado) ya que cumple con todas las especificaciones requeridas según norma CE 010 Pavimentos Urbanos para ser utilizado como material de subbase y base de pavimentos.

Bibliografía

- Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). (J. Enrique Callejas, Ed.) México, México: Grupo Editorial Patria.
- BCRP (2019). *Producto bruto interno*. Obtenido de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM04863AA/html/1999/2018/>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). (O. Fernández Palma, Ed.) Colombia, Colombia: Pearson.
- Braja, M. (2006). *Principios de Ingeniería de Cimentaciones* (Quinta ed.). México: Thomson.
- Burgos, N. G. (2008). Comparación de varias estructuras de pavimentos flexibles y rígidos, sector Palpaico - La Trampilla. *Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil*. Santiago de Chile, Chile.
- Chang, L. (19 de octubre de 2010). *Definición CBR*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://es.scribd.com/doc/39665584/DEFINICION-CBR>
- Contreras, K. B., & Herrera, V. A. (2015). mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimento en Nuevo Chimbote - Santa - Ancash. *Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Santa*. Ancash, Perú.
- El Comercio. (26 de agosto de 2017). *El Comercio*. (J. P. León, Editor) Recuperado el 3 de abril de 2019, de Sucesos: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/>
- González, D. E. (2018). Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito. *Tesis para obtener el Título de Ingeniero Constructor, Universidad Andrés Bello, Facultad de Ingeniería, Ingeniería en construcción*, 20. Santiago de

Chile, Chile.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2007; 2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). (J. Mares Chacón, Ed.) México, México: Mc Graw Hi. Recuperado el 10 de abril de 2019

Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI. (2017). *Sistema Estadístico Nacional, provincia de Lima, Compendio Estadístico 2017*. Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de ensayo de materiales* (2016 ed.). Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Informe de Visión de Desarrollo de la Infraestructura Vial*. digital pdf, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <http://www.cip.org.pe/publicaciones/2018/vision-de-desarrollo-de-la-infraestructura-vial.pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos R. D. N°10 – 2014 – MTC/14*. Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Lima, Perú.

Morales, R. E. (2016). Revisión de la estructura de pavimento flexible en el tramo carretero Parangaricutiro - antiguo pueblo de San Juan Nuevo del Km 5+000 al Km 8+000 en la localidad de San Juan Nuevo. *Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad Don Vasco A. C. Incorporación N° 8727-15 a la Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela de Ingeniería Civil*. México, México.

Piramide, L. (s.f.). *Ladrillos Piramide*. Recuperado el 03 de mayo de 2020, de <https://www.ladrillospiramide.com/productos/>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2017). *Norma CE.010 Pavimentos Urbanos*. Lima,

Perú.

Rondón, H. A., & Reyes, F. A. (2015). *Pavimentos Materiales, construcción y diseño* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado el 02 de Junio de 2020, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioucssp/reader.action?docID=4422274&ppg=1>

Sánchez, F., & Campagnoli, S. X. (2016). *Pavimentos Asfálticos de Carreteras*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Zuñiga, O. (2018). Diseño de pavimento flexible. *Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil*. Chiclayo, Perú.

Anexos

Anexo 1. Fotos de la problemática en el jirón San Hernán (2019).



Figura 62. Pavimento con bache transversal Jr. San Hernán cuadra 1.

Fuente: Elaboración propia



Figura 63. Pavimento con fisuras y desintegración Jr. San Hernán cuadra 1.

Fuente: Elaboración propia



Figura 64. Pavimento con parches y desintegración Jr. San Hernán cuadra 1.

Fuente: Elaboración propia



Figura 65. Pavimento con rompe muelle desintegrado Jr. San Hernán cuadra 2.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 66. Pavimento con falla en forma de polígono Jr. San Hernán cuadra 2.

Fuente: Elaboración propia



Figura 67. Pavimento con falla de borde y desprendimiento Jr. San Hernán cuadra 3.

Fuente: Elaboración propia



Figura 68. Pavimento con baches y ahuellamiento Jr. San Hernán cuadra 3.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 69. Pavimento con hundimiento Jr. San Hernán cuadra 3.

Fuente: Elaboración propia



Figura 70. Pavimento con falla de borde Jr. San Hernán cuadra 4.

Fuente: Elaboración propia



Figura 71. Pavimento deteriorado y hueco Jr. San Hernán cuadra 4.


Fuente: Elaboración propia













Figura 72. Pavimento deteriorado Jr. San Hernán cuadra 4 con Av. Santa Elvira.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Conteo vehicular en el jirón San Hernán (2019).

	INSTRUMENTO 5 FACULTAD DE INGENIERÍA
	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.
Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera Objetivo: Determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, urbanización Santa Luisa, distrito Los Olivos, Lima, Lima. Tramo de la vía urbana: Cuadra N°1 - Jirón San Hernán Fecha: 22/06/2019	

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

HORA	SENTIDO DE CARRIL	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		TRAYLER	TOTAL
				PICK UP 	PANEL 	COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	T3S3 	
6:00 am - 7:00 am	D	12	10	3	1	1				2		1	30
	I	10	12	6	1	2				4			35
7:00 am - 8:00 am	D	10	15	6	1	7				5		1	45
	I	9	12	7	2	6				1			37
8:00 am - 9:00 am	D	16	7	1	1	2				1		3	31
	I	8	10	9	1	9				6			43
9:00 am - 10:00 am	D	3	2	4	2	4						1	16
	I	7	5	8		1				5			26
10:00 am - 11:00 am	D	5	2	3	2	3				1			16
	I	6	6	6	1	2				4			25
11:00 am - 12:00 pm	D	10	3	4	2	5							24
	I	4	5	5		2				4			20
12:00 pm - 1:00 pm	D	7	4	2	1	3				2			19
	I	8	4	6		4				5			27
1:00 pm - 2:00 pm	D	9	2	5		1				1			18
	I	3	1	3						1			8
2:00 pm - 3:00 pm	D	9	2	8		5	1	1		2			28
	I	9	1	2		1		1		1			15
3:00 pm - 4:00 pm	D	8	3	4	2	2				1		1	21
	I	10	2	2	1	2				2			19
4:00 pm - 5:00 pm	D	4	4	5		1				2			14
	I	7	2	5	2					4		1	21
5:00 pm - 6:00 pm	D	5	3	4		3	1						16
	I	5	5	8	1	2				3			24
TOTAL		184	122	114	21	68	2	2	0	57	0	8	578

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ENCUESTADOR : Michael Alexander Vilchez Olivera



 FIRMA
 DNI: 76969505



CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.

Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera

Objetivo: Determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, urbanización Santa Luisa, distrito Los Olivos, Lima, Lima.

Tramo de la vía urbana: Cuadra N°1 - Jirón San Hernán

Fecha: 22/06/2019

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

HORA	SENTIDO DE CARRIL	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TRAYLER 	TOTAL
				PICK UP 	PANEL 	COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 		
6:00 pm - 7:00 pm	D	6	6	3		1				2		1	20
	I	3	1	3						1			8
7:00 pm - 8:00 pm	D	9	2	8			1	1		2		1	25
	I	9	1	2		1		1		1			15
8:00 pm - 9:00 pm	D	8	3	4	2	2				1			20
	I	10	2	2	1	2							17
9:00 pm - 10:00 pm	D	4	2	2		1				1			10
	I	3	1	2	1	1							8
10:00 pm - 11:00 pm	D	3	3	1									7
	I	2	1		1					1			5
11:00 pm - 12:00 am	D												
	I												
12:00 am - 1:00 am	D												
	I												
1:00 am - 2:00 am	D												
	I												
2:00 am - 3:00 am	D												
	I												
3:00 am - 4:00 am	D												
	I												
4:00 am - 5:00 am	D	4	4	3		1						1	13
	I	7	2	5	2								16
5:00 am - 6:00 am	D	5	3	4		3	1			1		1	18
	I	5	5	8	1	2				1			22
TOTAL		78	36	47	9	15	2	2	0	11	0	4	204

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ENCUESTADOR : Michael Alexander Vilchez Olivera

FIRMA
DNI: 76969505



CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.

INSTRUMENTO 5
FACULTAD DE INGENIERÍA

Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera

Objetivo: Determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, urbanización Santa Luisa, distrito Los Olivos, Lima, Lima.

Tramo de la vía urbana: Cuadra N°1 - Jirón San Hernán

Fecha: 22/06/2019

RESULTADOS DE CONTEO VEHICULAR (IMDA)

TIPO DE VEHÍCULO	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TRAYLER	TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	T3S3 	
Nº DE VEHÍCULOS POR DÍA	262	158	161	30	83	4	4	0	68	0	12	782


VEHÍCULOS PESADOS CONSIDERADOS PARA EL DISEÑO	
TIPO	CANTIDAD
CAMION 2E	68
TRAYLER T3S3	12

Fuente: elaboración propia

ENCUESTADOR : Michael Alexander Vilchez Olivera

FIRMA
DNI: 76969505

Aenxo 3. Granulometría de 3 mezclas de afirmado con ladrillo pulverizado (2019).

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
		GUÍA DE ENSAYO		
		SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
		ASTM D 422 / NTP 339.128		
NOMBRE:	Michael Alexander Vilchez Olivera	LABORATORIO: N° 1 "ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS 1"		
FECHA DE ENSAYO:	04-06-19	CALICATA: / Muestra	M-1	
HORA DE INICIO Y SALIDA	HI: 3:30PM HS: 6:00PM	PROFUNDIDAD:		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PESO INICIAL SECO (g) : _____ Corrección por humedad: (Peso humedo / (1+(CH/100)))

PESO LAVADO Y SECO (g) : _____ PESO INICIAL HUMEDO (g) 600.00

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	19.5	3.25	3.25	96.75
1/4"	6.250	120.0	20.00	23.25	76.75
N° 4	4.750	63.0	10.50	33.75	66.25
N° 10	2.000	140.0	23.33	57.08	42.92
N° 20	0.850	81.5	14.00	71.17	28.83
N° 40	0.425	48.5	8.08	79.25	20.75
N° 60	0.250	33.5	5.58	84.83	15.17
N° 140	0.106	39.0	6.50	91.33	8.67
N° 200	0.075	31.5	5.25	97.25	2.75
FONDO		16.5	2.75	100.00	0.00

LÍMITE LÍQUIDO % _____ D10= _____ G= _____

LÍMITE PLÁSTICO % _____ D30= _____ S= _____


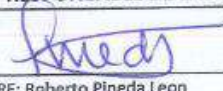
INDICE DE PLASTICIDAD % _____ D60= _____ F= _____


CLASIFICACIÓN AASHTO _____ TM= 1/2"

CLASIFICACIÓN SUCS _____

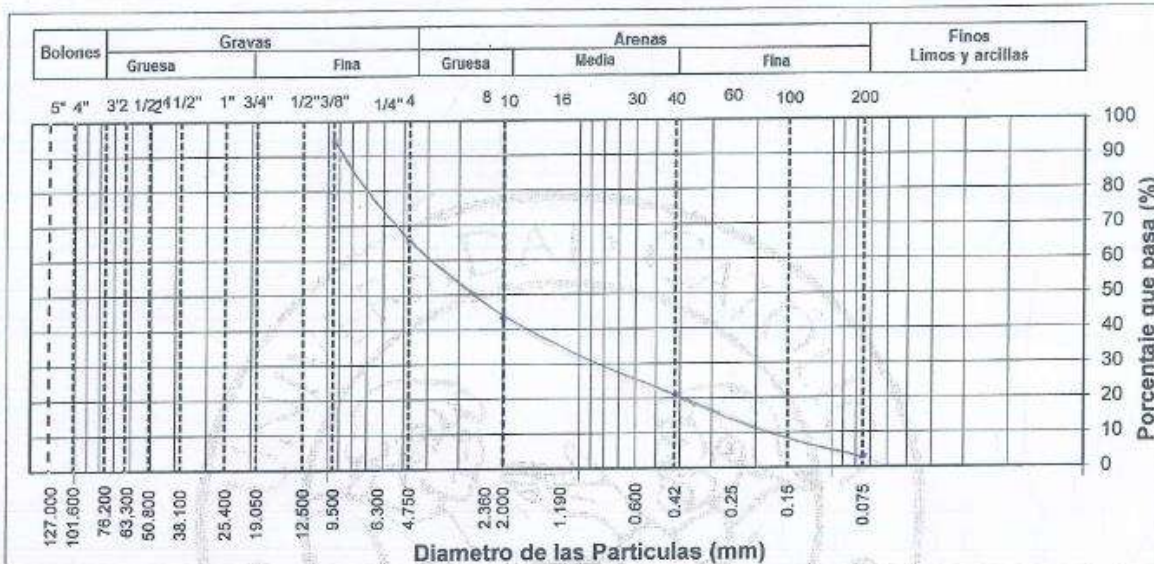
NOMBRE DE GRUPO _____

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Pablo Castillo Martínez	NOMBRE: Roberto Pineda Leon	NOMBRE:
FECHA: 04-06-19	FECHA: 10/06/2019	FECHA:

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	GUÍA DE ENSAYO		
	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
	ASTM D 422 / NTP 339.128		
NOMBRE:	Michael Alexander Vitchez Olivera	LABORATORIO N° 1:	"ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS 1"
FECHA DE ENSAYO:	04-06-19	CALICATA:	Muestra H-I
HORA DE INICIO Y SALIDA	HI: 3:30 Pm HS: 6:00 Pm	PROFUNDIDAD:	

CURVA GRANULOMÉTRICA




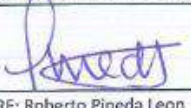
La cantidad mínima de especimen de material seleccionado como representativo de la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:


Diametro Nominal de las Partículas (mm, pulg.)	Masa Mínima (g)	
76.2 mm	3"	5000
50.8 mm	2"	4000
38.1 mm	1 1/2"	3000
25.4 mm	1"	2000
19.00 mm	3/4"	1000
9.5 mm	3/8"	500

NOTA:

- * La clasificación de las partículas mayores que 75 um (ret. en el tamiz 200) se efectua por tamizado, en tanto que la determinación de las partículas menores que 75 um se realiza mediante un proceso de sedimentación
- * De la porción del suelo que pasa el tamiz 2.00 (N° 10) según se establece en la NTP 339.090, se toman aproximadamente 115 g si se trata de suelos arenosos y 65 g cuando son suelos limosos o arcillosos

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Pablo Casilla Martínez	NOMBRE: Roberto Pineda Leon	NOMBRE:
FECHA: 04-06-19	FECHA: 10/06/2019	FECHA:

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	GUÍA DE ENSAYO		
	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
	ASTM D 422 / NTP 339.128		
NOMBRE:	Michael Alexander Vilchez Olivera	LABORATORIO: N° 1 "ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS 1"	
FECHA DE ENSAYO:	04-06-19	CALICATA: / Muestra	M-2
HORA DE INICIO Y SALIDA	HI: 3:30 Pm HS: 6:00 Pm	PROFUNDIDAD:	


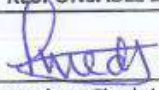
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO


PESO INICIAL SECO (g) : _____ Corrección por humedad: (Peso humedo / (1+(CH/100))
 PESO LAVADO Y SECO (g) : _____ PESO INICIAL HUMEDO (g) 600.00

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	7.5	1.58	1.58	98.42
1/4"	6.250	14.0	15.67	17.25	82.75
N°4	4.750	15.0	9.50	26.75	73.25
N°10	2.000	149.0	24.83	51.58	48.42
N°20	0.850	103.5	17.25	68.83	31.17
N°40	0.425	48.0	8.00	76.83	23.17
N°60	0.250	41.5	6.92	83.75	16.25
N°140	0.106	33.0	5.50	89.25	10.75
N°200	0.075	27.5	4.58	94.17	5.83
FONDO		35.0	5.83	100.00	0.00

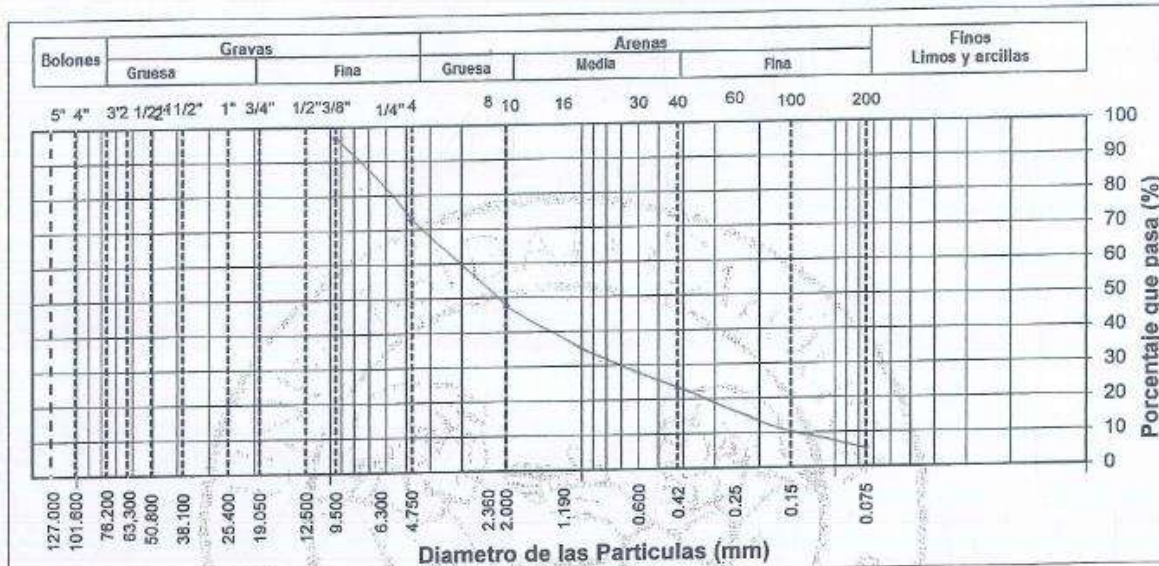
LÍMITE LÍQUIDO % _____ D10= _____ G= _____
 LÍMITE PLÁSTICO % _____ D30= _____ S= _____
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD % _____ D60= _____ F= _____
 CLASIFICACIÓN AASHTO _____ TM= 1/2"
 CLASIFICACIÓN SUCS _____
 NOMBRE DE GRUPO _____

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Pablo Castillo Martínez	NOMBRE: Roberto Pineda Leon	NOMBRE:
FECHA: 04-06-19	FECHA: 10/06/2019	FECHA:

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	GUÍA DE ENSAYO		
	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
	ASTM D 422 / NTP 339.128		
NOMBRE:	Michael Alexander Vilchez Olivera	LABORATORIO N° 1:	"ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS 1"
FECHA DE ENSAYO:	04-06-19	CALICATA:	M-2
HORA DE INICIO Y SALIDA	HI: 3:30pm HS: 6:00pm	PROFUNDIDAD:	

CURVA GRANULOMÉTRICA



La cantidad mínima de especimen de material seleccionado como representativo de la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:



Díámetro Nominal de las Partículas (mm, pulg)	Masa Mínima (g)	
76.2 mm	3"	5000
50.8 mm	2"	4000
38.1 mm	1 1/2"	3000
25.4 mm	1"	2000
19.00 mm	3/4"	1000
9.5 mm	3/8"	500

NOTA:


* La clasificación de las partículas mayores que 75 µm (ret. en el tamiz 200) se efectúa por tamizado, en tanto que la determinación de las partículas menores que 75 µm se realiza mediante un proceso de sedimentación

* De la porción del suelo que pasa el tamiz 2.00 (N° 10) según se establece en la NTP 339.090, se toman aproximadamente 115 g si se trata de suelos arenosos y 65 g cuando son suelos limosos o arcillosos

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Paolo Castillo Martínez	NOMBRE: Roberto Pineda Leon	NOMBRE:
FECHA: 04-06-19	FECHA: 10/06/2019	FECHA:



	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	GUÍA DE ENSAYO		
	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
	ASTM D 422 / NTP 339.128		
NOMBRE:	Michael Alexander Vildoz Olivera	LABORATORIO: N° 1 "ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS 1"	
FECHA DE ENSAYO:	04-06-19	CALICATA: / Muestra	11-3
HORA DE INICIO Y SALIDA	HI: 3:30 PM HS: 6:00 PM	PROFUNDIDAD:	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO


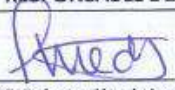
PESO INICIAL SECO (g) : _____ Corrección por humedad: (Peso húmedo / (1+(CH/100)))
 PESO LAVADO Y SECO (g) : _____ PESO INICIAL HUMEDO (g) 600.00


MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	18.5	3.08	3.08	96.92
1/4"	6.250	72.5	12.08	15.17	84.83
N°4	4.750	43.5	7.25	22.42	77.58
N°10	2.000	131.5	21.92	44.33	55.67
N°20	0.850	117	19.50	62.83	37.17
N°40	0.425	56	9.33	72.17	27.83
N°60	0.250	35	5.83	78.00	22.00
N°140	0.106	42	7.00	85.00	15.00
N°200	0.075	35.5	5.92	90.92	9.08
FONDO		54.5	9.08	100.00	0.00

LÍMITE LÍQUIDO % _____
 LÍMITE PLÁSTICO % _____
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD % _____
 CLASIFICACIÓN AASHTO _____
 CLASIFICACIÓN SUCS _____
 NOMBRE DE GRUPO _____

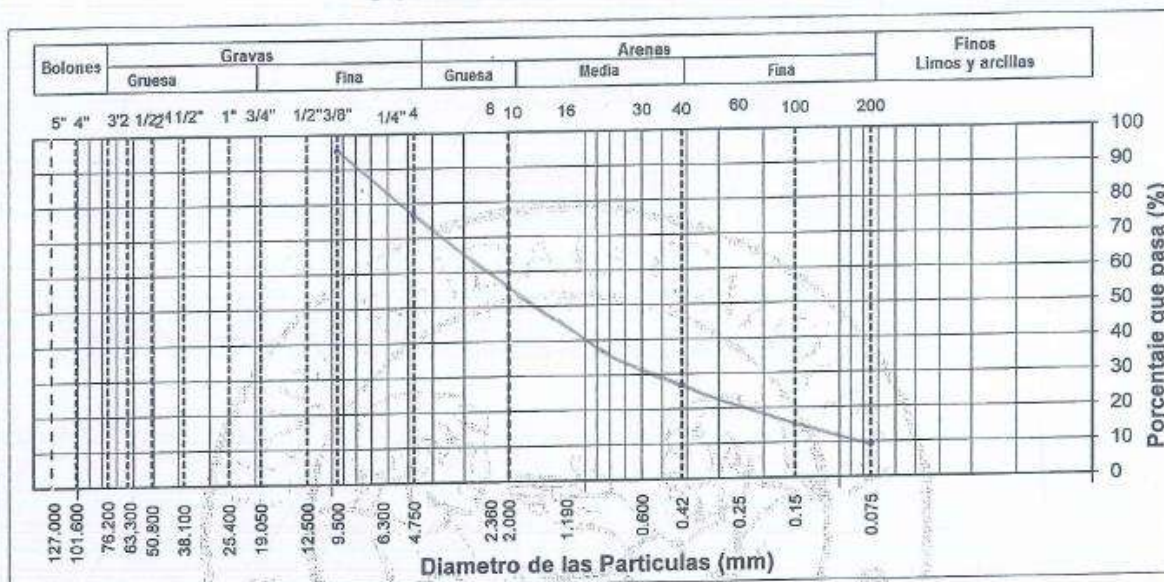
D10= _____ G= _____
 D30= _____ S= _____
 D60= _____ F= _____
 TM= 1/2"

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Pablo Castillo Martínez	NOMBRE: Roberto Pineda Leon	NOMBRE:
FECHA: 04-06-19	FECHA: 10/06/2019	FECHA:

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	GUÍA DE ENSAYO 2		
	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
	ASTM D 422 / NTP 339.128		
NOMBRE:	Michael Alexander Vilchez Olivera	LABORATORIO N° 1:	"ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS 1"
FECHA DE ENSAYO:	04-06-19	CALICATA:	Muestra
HORA DE INICIO Y SALIDA	HI: 3:30pm HS: 6:00pm	PROFUNDIDAD:	

CURVA GRANULOMÉTRICA




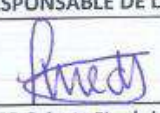
La cantidad mínima de especimen de material seleccionado como representativo de la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:

Diametro Nominal de las Partículas (mm, pulg)	Masa Minima (g)	
76.2 mm	3"	5000
50.8 mm	2"	4000
38.1 mm	1 1/2"	3000
25.4 mm	1"	2000
19.00 mm	3/4"	1000
9.5 mm	3/8"	500


NOTA:

- * La clasificación de las partículas mayores que 75 µm (ret. en el tamiz 200) se efectúa por tamizado, en tanto que la determinación de las partículas menores que 75 µm se realiza mediante un proceso de sedimentación
- * De la porción del suelo que pasa el tamiz 2.00 (N° 10) según se establece en la NTP 339.090, se toman aproximadamente 115 g si se trata de suelos arenosos y 65 g cuando son suelos limosos o arcillosos

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Pablo Castillo Marín	NOMBRE: Roberto Pineda Leon	NOMBRE:
FECHA: 04-06-19	FECHA: 10/06/2019	FECHA:

**Aenxo 4. Contenido de humedad mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado
(2019).**

 UCSS	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	GUÍA DE ENSAYO		
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO		
	ASTM D 2216 / NTP 339.127		
NOMBRE:	Michael Alexander Vilchez Olivera	LABORATORIO: N° 1 "ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS 1"	
FECHA DE ENSAYO:	04-06-19	CALICATA / Muestra	M-1
HORA DE INICIO Y SALIDA:	HI: 3:30Pm HS: 6:00Pm	PROFUNDIDAD	

NOTA:

La cantidad mínima de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:

Tamaño Máximo Nominal de agregados pulg.	Masa mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a ± 0.1 %
N°10	20 g
N°4	100 g
3/8"	500 g
3/4"	2.5 kg
1 1/2"	10 kg
3"	50 kg

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	
A	Peso del Recipiente	(g)	131.5		
B	Peso del Recipiente + Suelo húmedo	(g)	726.5		
C	Peso del Recipiente + Suelo seco	(g)	415.5		
D	Peso del agua contenida (B) - (C)	(g)	11		
E	Peso del Suelo seco (C) - (A)	(g)	584		PROMEDIO
F	Contenido de humedad (D) / (E) * 100	(%)	1.88%		


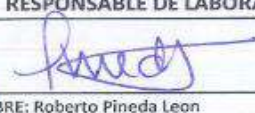
Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente formula:


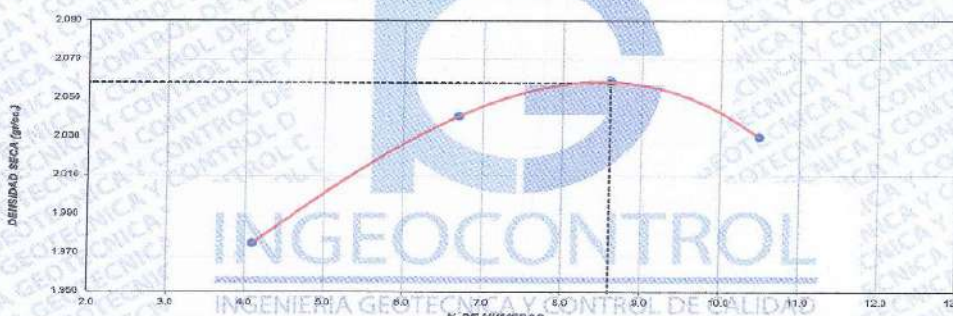


$$w = (\text{Peso de agua}^*) / (\text{Peso de suelo seco al horno}) \times 100$$

Peso de agua*: la pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Pablo Castillo Martinez	NOMBRE: Roberto Pineda Leon	NOMBRE:
FECHA: 05-06-19	FECHA: 10/06/2019	FECHA:

Aenxo 5. Proctor modificado mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).




	FORMATO		Código	AE-PO-16	
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		Versión	01	
			Fecha	30-04-2018	
			Página	1 de 3	
Proyecto	: Diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción para vías urbanas en el área metropolitana de Lima.			Registro N°: IGC19-LEM-233-01	
Propietario	: Michael Alexander Vilchez Olivera			Muestreado por: Solicitante	
Código del Proyecto	: ---			Ensayado por: B. Melgar	
Ubicación de Proyecto	: Jr San Ramón Urb. Sta Luisa Dto Los Olivos, Lima - Lima			Fecha de Ensayo: 10/6/2019	
Material	: Reciclado			Turno: Diurno	
Identificación	: ---			Profundidad: ---	
Procedencia	: ---			Norte: ---	
N° de Muestra	: M-1			Este: ---	
Progresiva	: ---			Cota: ---	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Volumen Molde		2127	cm ³		
Peso Molde		6262	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS					
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1	2	3	4
Contenido de agua	%	2.056	2.177	2.236	2.243
Densidad Seca	gr/cc	4.1	6.7	8.6	10.5
		1.975	2.041	2.058	2.030
Densidad Máxima Seca:		2.058 gr/cm ³ .		Contenido Humedad Óptima: 8.60 %	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA					
					
OBSERVACIONES:					
* Muestra provista e identificada por el solicitante					
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL					
INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		CCC - LEM	
Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:
	M:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:		
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com					

Aenzo 6. Cbr mezcla 70% afirmado y 30% ladrillo pulverizado (2019).


	FORMATO		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción para vías urbanas en el área metropolitana de Lima.		Registro N°:	IGC19-LEM-233-01
Propietario	: Michael Alexander Vilchez Olivera		Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Jr San Hernán Urb. Sta Luisa Dto Los Olivos, Lima - Lima		Fecha de Ensayo:	14/6/2019
Material	: Reciclado		Turno:	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad:	--- m
Procedencia	: ---		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: ---		Cota:	---

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883									
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)									
Molde N°	20		23		25				
Número de capas	5		5		5				
Número de golpes	66		25		10				
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO			
Peso suelo + molde (gr.)	12,522		12,400		12,305				
Peso molde (gr.)	7,675		7,795		7,813				
Peso suelo compactado (gr.)	4,847		4,645		4,492				
Volumen del molde (cm³)	2,124		2,130		2,122				
Densidad húmeda (gr/cm³)	2,282		2,181		2,117				
Densidad Seca (gr/cm³)	2,053		1,972		1,908				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Peso de tara (gr.)	186,2		180,3		112,2				
Tara + suelo húmedo (gr.)	523,6		453,3		469,6				
Tara + suelo seco (gr.)	481,9		408,4		452,0				
Peso de agua (gr.)	32,4		24,2		37,6				
Peso de suelo seco (gr.)	305,0		228,3		339,8				
Humedad (%)	10,6		10,6		11,1				
EXPANSIÓN									
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0,01"	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %		
NO EXPANSIVO									
PENETRACIÓN									
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 20				Molde N° 23		Molde N° 25	
		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		33	1,6			41	2,0	27	1,3
0.050		110	5,4			200	9,9	99	4,9
0.075		256	12,7			452	22,4	233	11,5
0.100	70.307	478	23,7	55,0	78,2	727	36,0	404	20,0
0.150		1128	55,8			1177	58,3	589	29,7
0.200	105.480	1902	94,2	131,0	124,2	1815	90,0	885	43,8
0.300		3282	163,0			2363	118,0	1553	76,9
0.400		4998	249,9			3049	151,0	2242	115,9
0.500		6281	314,1			3643	182,2	2788	138,1

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	COC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:	 Jory G. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	

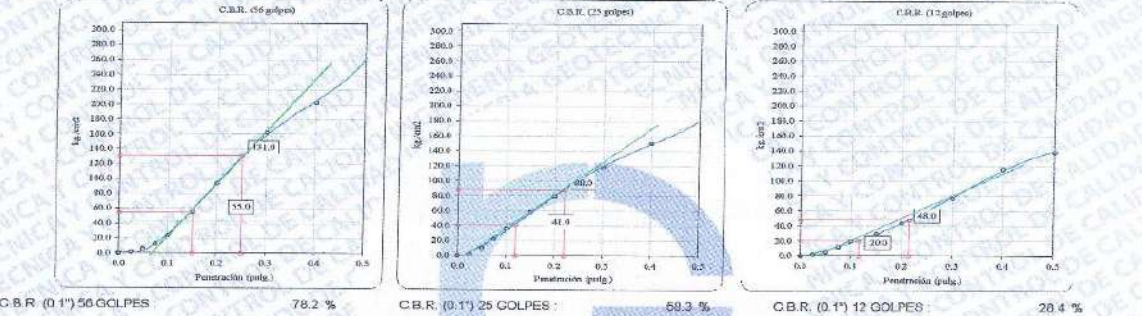
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO	Código	AE-FO-16
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción para vías urbanas en el área metropolitana de Lima. Propietario : Michael Alexander Vilchez Olivera Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Jr San Hernán Urb. Sta Luisa Dto Los Olivos, Lima - Lima Materia : Reciclado	Registro N°: IGC19-LEM-233-01 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : B. Melgar Fecha de Ensayo: 14/6/2019 Turno: Diurno
Identificación : --- Procedencia : --- N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Profundidad: --- m Norte: --- Este: --- Cota: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 2.058 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.955 gr./cm³
 Óptimo Contenido de Humedad : 8.60 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 78.2 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 53.0 %	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 124.2 % C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 75.0 %
---	--

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Neerli C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.	D:
	M:		M:
	A:		A:
		COC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.	D:
			M:
			A:

Anexo 7. Permiso de la municipalidad distrital Los Olivos – Lima para realizar estudio de suelos en el jirón San Hernán (2020).

Solicito permiso a la municipalidad distrital Los Olivos para realizar 3 calicatas el día viernes 09 de octubre.

Los Olivos 07 de octubre del 2020

Ing. Esteban Felizardo Monzón Fernández

Gerente de Gestión de Desarrollo Urbano – Municipalidad distrital Los Olivos

Ing. Esteban Felizardo Monzón Fernández, permítame saludarle, mi nombre es Michael Alexander Vilchez Olivera identificado con N° DNI: 76969505, Bachiller de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae. Le escribo para solicitarle permiso para realizar 3 calicatas el día viernes 09 de octubre en la vía jirón San Hernán Urb. Santa Luisa del distrito Los Olivos con el fin de realizar un estudio del suelo para levantar las observaciones realizadas a mi tesis que tiene como título "Diseño de pavimento flexible con material reciclable de la construcción en el jirón San Hernán, Los Olivos, Lima – 2019."

Las calicatas que quiero realizar serán de 80 cm x 80 cm de ancho x 1.5 m de profundidad y lo realizaré a un costado de la vía, es decir en el área de jardines, entre el sardinel y la vereda, trataré de ver el lugar adecuado donde no perjudique y subsanaré la excavación.

Atentamente:

Michael Alexander Vilchez Olivera

DNI: 76969505

Michael Alexander Vilchez Olivera

Correo: vilchezoliveramichael@gmail.com

Celular: 941 925 217





MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS OLIVOS
GERENCIA DE GESTIÓN DEL DESARROLLO URBANO

"Año de la Universalización de la Salud"

GERENCIA DE GESTIÓN DEL DESARROLLO URBANO

AUTORIZACION PROVISIONAL No. 10-2020- MDLO/GGDU

La Municipalidad Distrital de Los Olivos a través de la Gerencia de Gestión del Desarrollo Urbano, otorga la presente Autorización Municipal a **Michael Alexander Vilchez Olivera** identificado con D.N.I. **76969505**, Bachiller de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Sedes Sapientae, para efectuar 3 calicatas de medidas 0.80m.x 0.80m y 1.50m de profundidad; **sobre el área de jardín en la vía del Jirón San Hernán de la Urb. Santa Luisa**, que comprende 4 cuadras, en el Distrito de Los Olivos; a fin concluir el estudio de Tesis "**Diseño de Pavimento Flexible con material reciclable de la Construcción en el jirón San Hernán, Los Olivos, Lima -2019**".

Para la validez de este permiso municipal se deberá cumplir con los siguientes puntos:

1. Las calicatas se efectuarán sobre terreno natural, sin afectación de pavimento rígido y/o flexible.
2. Las 03 calicatas deberán cerrarse concluida la extracción de muestras.

La presente **Autorización es** por un plazo de 30 días.

Se expide el presente documento a solicitud de Michael Alexander Vilchez Olivera I D.N.I. 76969505 según mediante Documento Simple N° E-15001-2020

Los Olivos, 08 de Octubre del 2020



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS OLIVOS
GERENCIA DE GESTIÓN DEL DESARROLLO URBANO



ING. ESTEBAN MONZON FERNANDEZ
GERENTE DE GESTIÓN DEL DESARROLLO URBANO

Anexo 8. Contenido de humedad estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216 / NTP 339.127)			
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019		
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA	TCO. RESPONSABLE:	: J. Soberón H.
ESTRUCTURA	: SUELO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO	ING. RESPONSABLE:	: L. Meléndez T.
CALICATA	: C-02		
PK / MUESTRA	: M 01 - ESTRATO II	PROF.:	: 0.30 - 1.30m
		FECHA EJECUCIÓN:	: 14/10/2020
DATOS DE LA MUESTRA			
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :			
	ENSAYO N°	1	
Recipiente N°		58	
Tara (gr)		22.18	
Tara + muestra húmeda (gr)		163.28	
Tara + muestra seca (gr)		152.41	
Peso del agua contenida (gr)		10.87	
Peso de la muestra seca (gr)		130.23	
Contenido de Humedad (%)		8.35	
Contenido de Humedad Promedio (%)		8.35	
OBSERVACIONES:			

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58725

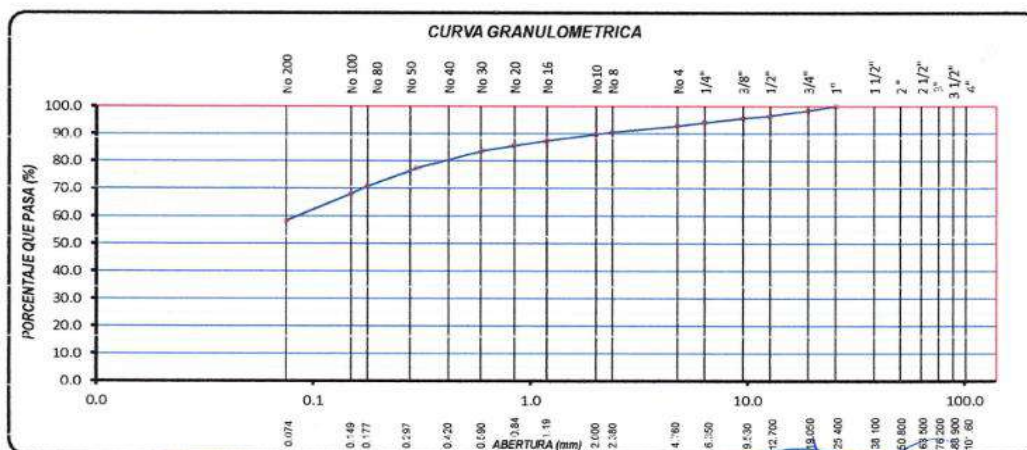
Anexo 9. Granulometría estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422 / NTP 339.128)							
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA						
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019						
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
ESTRUCTURA	: SUELO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
CALICATA	: C-02			FECHA MUESTREO: 15/10/2020			
PK / MUESTRA	: M 01 - ESTRATO II PROF.: 0.30 - 1.30m			FECHA EJECUCIÓN: 17/10/2020			
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica	Descripción de la Muestra
ASTM			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Sub Rasante
3 1/2"	88.900						CARACTERÍSTICAS
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						% Grava = 7.1 %
1 1/2"	38.100						% Arena = 34.6 %
1"	25.400				100.00		% Fino N°200 = 58.3 %
CLASIFICACION							
3/4"	19.050	43.0	1.47	1.5	98.53		Limite Liquido : 23.22
1/2"	12.700	57.0	1.95	3.42	96.58		Limite Plastico : 15.67
3/8"	9.525	27.0	0.92	4.34	95.66		Indice de Plasticidad : 7.55
1/4"	6.350	43.0	1.47	5.81	94.19		CLASIFICACION AASHTO : A-4 (4)
No. 4	4.760	37.0	1.27	7.08	92.92		CLASIFICACION SUCS : CL
No. 8	2.360	12.99	2.41	9.5	90.51		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
No. 10	2.000	4.03	0.75	10.2	89.76		
No. 16	1.190	12.81	2.38	12.6	87.38		
No. 20	0.834	9.52	1.77	14.4	85.61		
No. 30	0.600	9.93	1.85	16.2	83.76		
No. 40	0.420	13.07	2.43	18.7	81.33		PESO DEL MATERIAL
No. 50	0.300	21.06	3.91	22.6	77.42		
No. 80	0.177	35.84	6.66	29.2	70.76		Peso Inicial (gr) : 2923.0
No. 100	0.149	14.36	2.67	31.9	68.09		Peso Fracción Fino (gr) : 500.00
No. 200	0.075	52.75	9.80	41.7	58.29		
-200		313.64	58.29	100.0			



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 LUIS G. MELÉNDEZ TUESTA
 ING. RESPONSABLE CIP 59129

Anexo 10. Límites de consistencia estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2000@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA				
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019				
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
ESTRUCTURA	: SUELO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
CALICATA	: C-02			FECHA MUESTREO: 15-10-2020	
PK / MUESTRA	: M 01 - ESTRATO II		PROF.: 0.30 - 1.30m		FECHA EJECUCIÓN: 17-10-2020
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	12	28	72	
TARA + SUELO HÚMEDO	(g)	37.41	34.35	31.29	
TARA + SUELO SECO	(g)	31.28	28.99	26.62	
PESO DE AGUA	(g)	6.13	5.36	4.67	
TARA	(g)	6.14	6.13	6.12	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.14	22.86	20.50	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.38	23.45	22.78	
NUMERO DE GOLPES		17	23	29	
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	7			
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	14.31			
TARA + SUELO SECO	(g.)	13.29			
TARA	(g.)	6.78			
PESO DEL AGUA	(g.)	1.02			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	6.51			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.67			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO (%)	23.22				
LIMITE PLASTICO (%)	15.67				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.55				
OBSERVACIONES:					

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERÓN HERRELLA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. DEPARTAMENTO DE SUELOS

Anexo 11. Contenido de humedad estrato III suelo natural - jirón San Hernán (2020).




OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)			
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019		
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA,	TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H.
ESTRUCTURA	: SUELO NATURAL	ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.
CALICATA	: C-02		
PK / MUESTRA	: M 02 - ESTRATO III	PROF.: 1.30 - 1.55m	FECHA EJECUCIÓN: 14/10/2020
DATOS DE LA MUESTRA			
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :			
	ENSAYO N°	1	
Recipiente N°		61	
Tara (gr)		22.35	
Tara + muestra húmeda (gr)		147.60	
Tara + muestra seca (gr)		139.05	
Peso del agua contenida (gr)		8.55	
Peso de la muestra seca (gr)		116.70	
Contenido de Humedad (%)		7.33	
Contenido de Humedad Promedio (%)		7.33	
OBSERVACIONES:			

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN-HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58 421

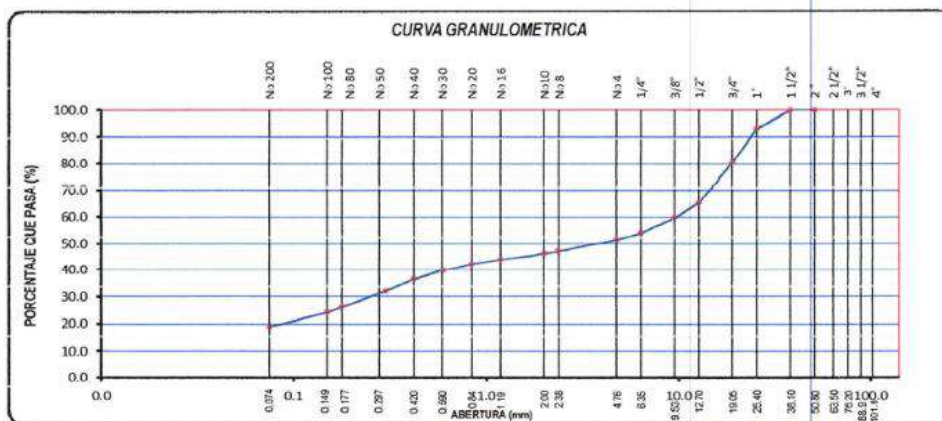
Anexo 12. Granulometría estrato III suelo natural - jirón San Hernán (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESISTA	MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA						
TESIS	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019						
UBICACIÓN	JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
ESTRUCTURA	SUELO NATURAL			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
CALICATA	C-02			FECHA MUESTREO: 15/10/2020			
PK / MUESTRA	M 02 - ESTRATO III PROF.: 1.30 - 1.55m			FECHA EJECUCIÓN: 17/10/2020			
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Terreno Natural	Descripción de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Terreno Natural
3 1/2"	88.900						
3"	76.200						CARACTERISTICAS
2 1/2"	63.500						% Grava = 48.39 %
2"	50.800						% Arena = 32.68 %
1 1/2"	38.100				100.00		% Fino N°200 = 18.93 %
1"	25.400	304.0	6.82	6.82	93.18		CLASIFICACION
3/4"	19.050	567.0	12.72	19.54	80.46		Limite Liquido : 20.151
1/2"	12.700	676.0	15.16	34.70	65.30		Limite Plastico : 13.375
3/8"	9.525	246.0	5.52	40.22	59.78		Indice de Plasticidad : 6.777
1/4"	6.350	257.0	5.77	45.99	54.02		CLASIFICACION AASHTO : A-2-4 (0)
No. 4	4.760	107.0	2.40	48.39	51.61		CLASIFICACION SUCS : GC-GM
No. 6	2.360	192.84	4.33	52.71	47.29		Gravas arcillosas, mezcla grava-arena-limo arcillosa
No. 10	2.000	37.11	0.03	50.54	46.46		
No. 16	1.190	103.12	2.31	55.86	44.14		
No. 20	0.834	85.76	1.92	57.78	42.22		
No. 30	0.600	106.55	2.39	60.17	39.83		
No. 40	0.420	140.28	3.15	63.32	36.68		PESO DEL MATERIAL
No. 50	0.300	201.69	4.52	67.84	32.16		Peso Inicial (gr) : 4458.0
No. 60	0.177	270.82	6.08	73.92	26.08		
No. 100	0.149	82.29	1.85	75.76	24.24		
No. 200	0.075	236.45	5.30	81.07	18.93		
-200		844.09	18.93	100.00			



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis C. Meléndez Tuesta
 LUIS C. MELÉNDEZ TUESTA
 ING. RESPONSABLE - CIP 56721

Anexo 13. Límites de consistencia estrato III suelo natural - jirón San Hernán (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magna_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA				
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019				
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
ESTRUCTURA	: SUELO NATURAL			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
CALICATA	: C-02			FECHA MUESTREO: 15-10-2020	
PK / MUESTRA	: M 02 - ESTRATO III		PROF.: 1.30 - 1.55m		FECHA EJECUCIÓN: 17-10-2020
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	3	71	72	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	34.40	31.47	28.52	
TARA + SUELO SECO	(g)	29.57	27.28	24.91	
PESO DE AGUA	(g)	4.83	4.19	3.61	
TARA	(g)	6.59	6.58	6.57	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	22.98	20.70	18.34	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.02	20.24	19.68	
NUMERO DE GOLPES		18	24	30	
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	1			
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	13.72			
TARA + SUELO SECO	(g.)	12.86			
TARA	(g.)	6.43			
PESO DEL AGUA	(g.)	0.86			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	6.43			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	13.37			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO (%)	20.15				
LIMITE PLASTICO (%)	13.37				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.78				
OBSERVACIONES:					

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez
Luis G. Meléndez Trujillo
ING. RESPONSABLE (CIP 54177)

Anexo 14. Sales solubles estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA				
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019				
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.				
FECHA	: 03 DE NOVIEMBRE DEL 2020				
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES (NORMA MTC E-219)					
MATERIAL	: SUELO NATURAL DE SUB RASANTE				
CALICATA	C-02				
(1) Peso de matraz	43.9310				
(2) Peso de matraz + agua + sal	94.0613				
(3) Peso de matraz + sal	44.0613				
(4) Peso de sal (3-1)	0.13030				
(5) Peso de agua (2-3)	50.000				
(6) Porcentaje de sales (4/5)*100	0.2606				
(7) Cantidad de Sales ppm (6*10000)	2606.00				
OBSERVACIONES:					
Muestra proporcionada por el Tesista.					

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE / CIP 58124

Anexo 15. Materia orgánica estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019		
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRICTO LOS OLIVOS - LIMA.		
FECHA	: 03 DE NOVIEMBRE DEL 2020		
ENSAYO DE MATERIA ORGANICA EN ARENA (NORMA ASTM-C-140 - MTC E-213)			
MATERIAL	: SUELO NATURAL DE SUBRASANTE		
CALICATA	: C-02 - ESTRATO II		
DESCRIPCIÓN	ENSAYO	RESULTADO	NORMA TÉCNICA
MATERIA ORGANICA EN ARENA	CUALITATIVO	EL COLOR DEL LIQUIDO SOBRENADANTE, ES MENOS OSCURO QUE EL COLOR DE REFERENCIA DE LA SOLUCIÓN ESTÁNDAR, POR LO TANTO NO ACUSA PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA.	ASTM - C 140 - MTC E - 213
OBSERVACIONES:			
Muestra proporcionada por el Tesista.			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
JUANITO H. SOBLETON HERRERA
ING. RESPONSABLE CIP 38121

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 38121

Anexo 16. Proctor modificado estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magna_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTA		: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA					
TESIS		: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019					
UBICACIÓN		: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
ESTRUCTURA		: SUELO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
CALICATA		: C-02			FECHA MUESTREO: 19/10/2020		
PK / MUESTRA		: M 01 - ESTRATO II			FECHA EJECUCIÓN: 20/10/2020		
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	6"	Volumen Molde	2060	m3.	N° de capas	5
	Método	C	Peso Molde	6994	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	11,392	11,499	11,542	11,665		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,398	4,505	4,648	4,671		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,135	2,187	2,256	2,267		
Recipiente Numero		13	8	16	7		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	106.33	113.51	103.79	110.23		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	98.98	104.42	93.85	98.18		
Tara	gr.	18.10	18.54	18.64	18.64		
Peso del agua	gr.	7.35	9.09	9.94	12.05		
Peso del Suelo Seco	gr.	80.88	85.88	75.21	79.54		
Contenido de agua	%	9.09	10.58	13.22	15.15		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.957	1.978	1.993	1.969		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		1.993	(gr/cm3)	Humedad óptima		12.87	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							
<p>The graph plots Dry Density (gr/cc) on the y-axis (ranging from 1.950 to 2.000) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 8.0 to 16.0). A blue curve shows the relationship, with a peak at approximately 1.993 gr/cc and 12.87% moisture content. A horizontal dashed red line is drawn at the peak density, and a vertical dashed red line is drawn at the peak moisture content.</p>							

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juan H. Soberón Herrera
JUAN H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE (CIP 16291)

Anexo 17. Cbr estrato II suelo natural - jirón San Hernán (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTA		MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA													
TESIS		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019													
UBICACIÓN		JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.										TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
ESTRUCTURA		SUELO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO										ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
CALICATA		C-02										FECHA MUESTREO: 19/10/2020			
PK / MUESTRA		M 01 - ESTRATO II										FECHA EJECUCIÓN: 24/10/2020			
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	14			15			16								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9641.0		9682.0		9593.0		9652.0		8743.0		8876.0				
Peso de molde (g)	4944.00		4944.00		4980.00		4980.00		4294.00		4294.00				
Peso del suelo húmedo (g)	4697.00		4738.00		4613.00		4672.00		4449.00		4582.00				
Volumen del molde (cm ³)	2104.92		2104.92		2123.06		2123.06		2094.07		2094.07				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.231		2.251		2.173		2.220		2.125		2.188				
Tara (N°)	16		50		15		52		14		49				
Peso suelo húmedo + tara (g)	110.07		109.13		106.46		116.82		113.55		111.90				
Peso suelo seco + tara (g)	99.98		96.61		97.30		103.02		103.23		98.00				
Tara (g)	18.64		18.43		18.10		21.82		19.16		19.00				
Peso de agua (g)	10.09		12.52		9.16		13.80		10.32		13.90				
Peso de suelo seco (g)	81.34		78.18		79.20		81.20		84.07		79.00				
Contenido de humedad (%)	12.40		16.01		11.57		17.00		12.28		17.59				
Densidad seca (g/cm ³)	1.985		1.940		1.948		1.881		1.892		1.861				
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
24/10/20	15:30	0	11.72	0.000	0.000	7.17	0.000	0.000	4.18	0.000	0.000				
25/10/20	15:30	24	11.98	0.260	0.224	7.72	0.550	0.473	5.01	0.830	0.714				
26/10/20	15:30	48	12.12	0.400	0.344	7.84	0.670	0.576	5.20	1.020	0.877				
27/10/20	15:30	72	12.15	0.430	0.370	7.87	0.700	0.602	5.25	1.070	0.920				
28/10/20	15:30	96	12.16	0.440	0.378	7.9	0.730	0.628	5.31	1.130	0.972				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-14		MOLDE N°		M-15		MOLDE N°		M-16	
		STAND.		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		34.7	1.8			30.6	1.6			27.5	1.4			
1.270	0.050		86.7	4.4			63.2	3.2			52.0	2.6			
1.905	0.075		141.7	7.2			98.9	5.0			88.7	4.5			
2.540	0.100	70.31	188.6	9.6	-	13.7	162.1	8.3	-	11.7	140.7	7.2	-	10.2	
3.810	0.150		229.4	11.7			202.9	10.3			191.7	9.8			
5.080	0.200	105.46	311.0	15.8	-	15.0	260.0	13.2	-	12.6	222.3	11.3	-	10.7	
6.350	0.250		374.2	19.1			280.4	14.3			237.6	12.1			
7.620	0.300		434.4	22.1			326.3	16.6			289.6	14.8			
10.160	0.400		543.5	27.7			407.9	20.8			327.3	16.7			
12.700	0.500		636.3	32.4			472.2	24.3			385.5	19.6			

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

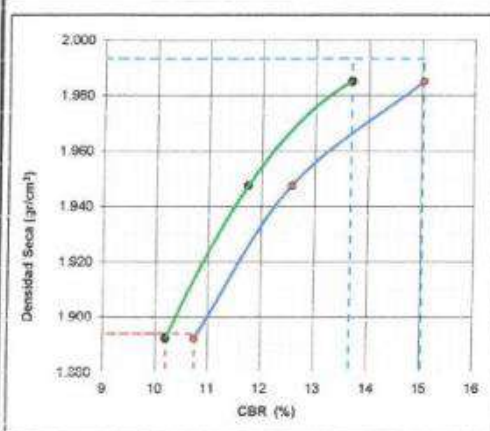
MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LILIA G. MELÉNDEZ TUESTA
ING. ESPECIALISTA EN CBR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR	
(MTC E-132 / ASTM D-1883)	
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRICTO LOS OLIVOS - LIMA
ESTRUCTURA	: SUELO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO
CALICATA	: C-02
PK / MUESTRA	: M 01 - ESTRATO II
TCO RESPONSABLE:	J. Soberón H.
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.
FECHA MUESTREO:	18/10/2020
FECHA EJECUCIÓN:	28/10/2020

DATOS DE LA MUESTRA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



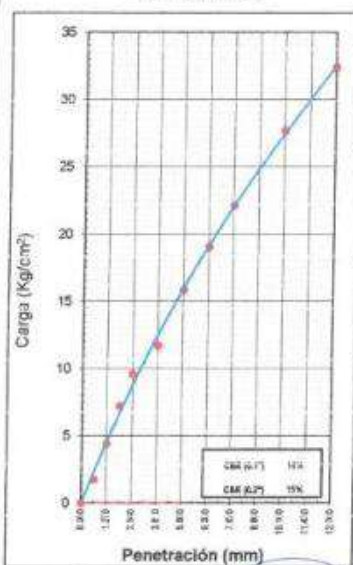
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-190
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.993
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.87
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.894

RESULTADOS:

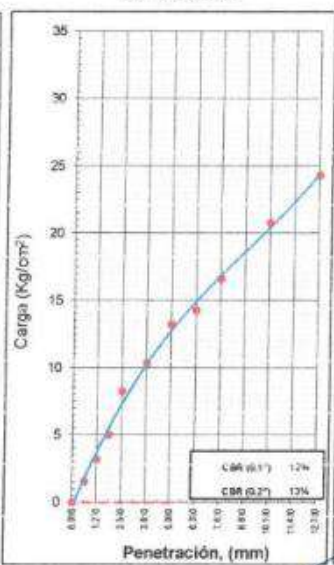
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 13.67 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 10.20 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 15.02 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 10.75 %

OBSERVACIONES:

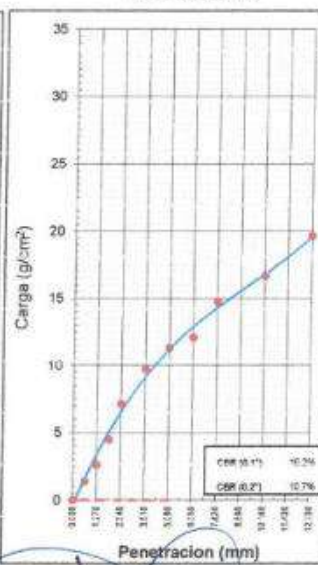
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 JUAN P. H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Luis O. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE (CP 3897)

Anexo 18. Contenido de humedad afirmado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																																							
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)																																							
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA																																						
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019																																						
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.	TCO. RESPONSABLE:	: J. Soberón H.																																				
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICON) - RIO SECO - CARABAYLLO - L	ING. RESPONSABLE:	: L. Meléndez T.																																				
MATERIAL	: PARA AFIRMADO																																						
MUESTRA	: M 01	FECHA EJECUCIÓN:	: 14/10/2020																																				
DATOS DE LA MUESTRA																																							
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>1</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>42</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)</td> <td>31.25</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>243.49</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra seca (gr)</td> <td>235.30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>8.19</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>204.05</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>4.01</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="3">4.01</td> </tr> </tbody> </table>				ENSAYO N°	1			Recipiente N°	42			Tara (gr)	31.25			Tara + muestra húmeda (gr)	243.49			Tara + muestra seca (gr)	235.30			Peso del agua contenida (gr)	8.19			Peso de la muestra seca (gr)	204.05			Contenido de Humedad (%)	4.01			Contenido de Humedad Promedio (%)	4.01		
ENSAYO N°	1																																						
Recipiente N°	42																																						
Tara (gr)	31.25																																						
Tara + muestra húmeda (gr)	243.49																																						
Tara + muestra seca (gr)	235.30																																						
Peso del agua contenida (gr)	8.19																																						
Peso de la muestra seca (gr)	204.05																																						
Contenido de Humedad (%)	4.01																																						
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.01																																						
OBSERVACIONES:																																							

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
JUAN TOH. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE (MP 38121)

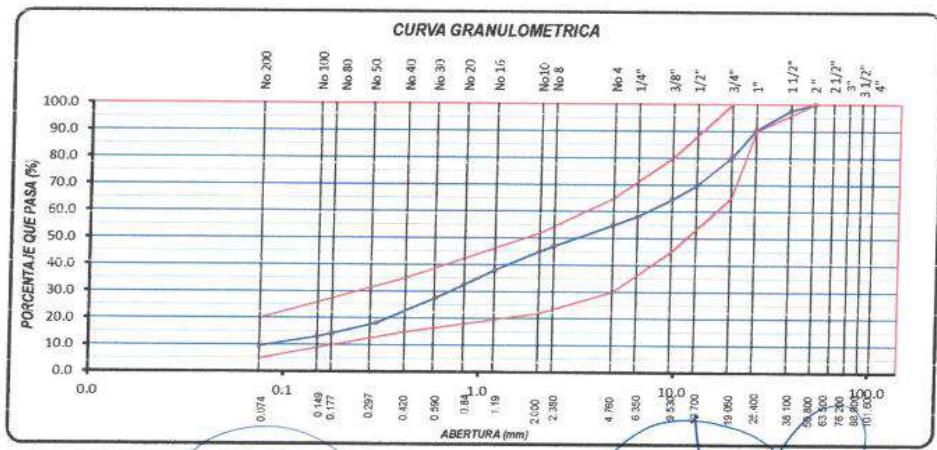
Anexo 19. Granulometría afirmado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
 HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
 E-mail: magma_sar2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)	
TESISTA	MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA
TESIS	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019
UBICACIÓN	JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA
CANTERA	YERBA BUENA (UNICON) - RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA
MATERIAL	PARA AFIRMADO
MUESTRA	M 01
TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón F.
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.
FECHA MUESTREO:	16/10/2020
FECHA EJECUCIÓN:	17/10/2020

DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Material de Relleno, Afirmado	Descripcion de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Material para Afirmado - Gradación "A-1"
3 1/2"	89.900						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0	100	% Grava = 45.2 %
1 1/2"	38.100	121.0	2.2	2.2	97.8		% Arena = 45.2 %
1"	25.400	399.0	7.33	9.5	90.5	90	% Fino N°200 = 9.6 %
3/4"	19.050	566.0	10.40	19.93	80.07	65	
1/2"	12.700	568.0	10.44	30.37	69.63		
3/8"	9.525	271.0	4.98	35.35	64.65	45	Limite Liquido : NP
1/4"	6.350	352.0	6.47	41.82	58.18	80	Limite Plastico : NP
No. 4	4.760	183.0	3.36	45.18	54.82	30	Indice de Plasticidad : NP
No. 8	2.360	72.63	7.96	53.1	46.86	65	CLASIFICACION AASHTO : A-1-a (0)
No. 10	2.000	17.02	1.87	55.0	44.99	22	CLASIFICACION SUCS : SP-SM
No. 16	1.190	64.17	7.04	62.1	37.95	52	
No. 20	0.834	49.77	5.46	67.5	32.49		Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningun fino - Arenas limosas mezcla de arena-limo
No. 30	0.600	45.15	4.05	72.5	27.54		
No. 40	0.420	43.62	4.78	77.2	22.76	16	
No. 50	0.300	41.51	4.55	81.8	18.21	35	
No. 80	0.177	35.91	3.94	85.7	14.27		
No. 100	0.148	10.03	1.10	86.8	13.17		
No. 200	0.075	32.32	3.54	90.4	9.63	5	
-200		87.87	9.63	100.0		20	



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 JUANITO P. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 LUIS G. MELÉNDEZ TUESTA
 ING. RESPONSABLE - CIP 38121

Anexo 20. Limites de consistencia afirmado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		
LIMITES DE CONSISTENCIA		
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)		
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA	
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019	
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.	
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICON) - RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA	
MATERIAL	: PARA AFIRMADO	
MUESTRA	: M 01	
TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 16-10-2020 FECHA EJECUCIÓN: 17-10-2020		
DATOS DE LA MUESTRA		
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS
Nº CAPSULA	ID	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	
TARA + SUELO SECO	(g)	
PESO DE AGUA	(g)	NO PLÁSTICO
TARA	(g)	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	
NUMERO DE GOLPES		
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS
Nº TARRO	ID	
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	
TARA + SUELO SECO	(g.)	NO PLÁSTICO
TARA	(g.)	
PESO DEL AGUA	(g.)	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		
LIMITE LIQUIDO (%)	NP	
LIMITE PLASTICO (%)	NP	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP	
OBSERVACIONES:		

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO F. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez T. J.
ING. RESPONSABLE

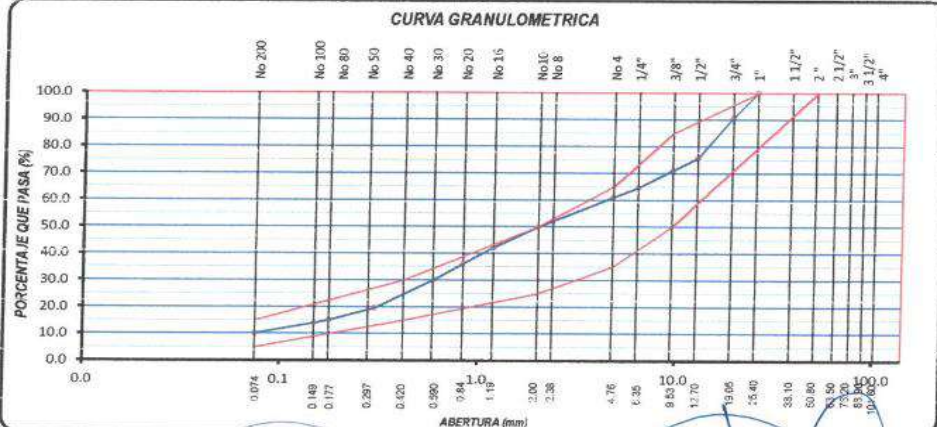
Anexo 21. Granulometría (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESISTA	MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA						
TESIS	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019						
UBICACIÓN	JR SAN HERNAN - DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H			
CANTERA	YERBA BUENA (UNICON) - RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL	MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE			FECHA MUESTREO: 22/10/2020			
MUESTRA	M 01			FECHA EJECUCIÓN: 22/10/2020			
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Base Granular	Descripción de la Muestra
4"	101.600						Material Granular para Base y/o sub Base
3 1/2"	95.900						CARACTERISTICAS % Grava = 39.0 % % Arena = 50.9 % % Fino N°200 = 10.2 %
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0	100	CLASIFICACION
3/4"	19.050	184.0	9.20	9.20	90.80		Limite Liquido : NP
1/2"	12.700	304.0	15.20	24.40	75.60		Limite Plastico : NP
3/8"	9.525	90.0	4.50	28.90	71.10	50 85	Indice de Plasticidad : NP
1/4"	6.350	128.0	6.40	35.30	64.70		CLASIFICACION AASHTO : A-1-a (0)
No. 4	4.760	73.0	3.65	38.95	61.05	35 65	CLASIFICACION SUCS : SP-SM
No. 8	2.360	73.31	8.95	47.9	52.10		Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino - Arenas limosas mezcla de arena-limo
No. 10	2.000	17.46	2.13	50.0	49.97	25 50	
No. 16	1.190	83.32	7.73	57.8	42.24		
No. 20	0.834	50.40	6.15	63.9	36.09		
No. 30	0.600	47.77	5.83	69.7	30.23		
No. 40	0.420	45.82	5.59	75.3	24.67	15 30	PESO DEL MATERIAL Peso Inicial (gr) : 2000.0 Peso Fracción Fino (gr) : 500.00
No. 50	0.300	42.80	5.20	80.5	19.47		
No. 80	0.177	35.87	4.38	84.9	15.09		
No. 100	0.149	9.70	1.18	86.1	13.91		
No. 200	0.075	30.77	3.76	89.9	10.15	5 15	
-200		82.98	10.13	100.0			



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 36221

Anexo 22. Límites de consistencia (afirmado) material granular para base y/o subbase
(2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2008@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		
LÍMITES DE CONSISTENCIA		
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)		
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA	
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019	
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRICTO LOS OLIVOS - LIMA	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) - RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA	ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.
MATERIAL	: MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE	FECHA MUESTREO: 22-10-2020
MUESTRA	: M 01	FECHA EJECUCIÓN: 22-10-2020
DATOS DE LA MUESTRA		
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS
Nº CAPSULA	ID	
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	
TARA + SUELO SECO	(g.)	
PESO DE AGUA	(g.)	NO PLÁSTICO
TARA	(g.)	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	
NUMERO DE GOLPES		
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS
Nº TARRO	ID	
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	
TARA + SUELO SECO	(g.)	NO PLÁSTICO
TARA	(g.)	
PESO DEL AGUA	(g.)	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		
LIMITE LIQUIDO (%)		NP
LIMITE PLASTICO (%)		NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)		NP
OBSERVACIONES:		

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tugata
ING. RESPONSABLE (CIP 38124)

Anexo 23. Material que pasa malla N°200 (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

ENSAYO MATERIAL QUE PASA MALLA No. 200		
Método ASTM C-117		
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA	
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019	
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA	T.C.O. RESPONSABLE: J. Soberón H.
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICON) - RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA	ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.
MATERIAL	: MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE	FECHA MUESTREO: 30/10/2020
MUESTRA	: M 01	FECHA EJECUCIÓN: 31/10/2020
	TAMAÑO MINAL MÁXIMO DEL MATERIAL	4.76 mm
A	PESO INICIAL DEL MATERIAL SECO SIN LAVAR	2500.00 gr
B	PESO DEL MATERIAL LAVADO	2196.00 gr
C	PESO DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (A-B)	304.00 gr
D	PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (C*100/A)	12.16 %
E	ESPECIFICACIÓN	15 %
F	CUMPLE CON LA ESPECIFICACIÓN....?	SI CUMPLE
Observaciones: Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.		

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez
Luis G. Meléndez Tuesta
TÉCNICO LABORATORISTA

Anexo 24. Sales solubles (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA																																																
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019																																																
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.																																																
FECHA	: 03 DE NOVIEMBRE DEL 2020																																																
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES (NORMA MTC E-219)																																																	
MATERIAL	: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE DE PAVIMENTO (AFIRMADO)																																																
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>AFIRMADO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1) Peso de matraz</td> <td>41.8232</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(2) Peso de matraz + agua + sal</td> <td>91.893</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(3) Peso de matraz + sal</td> <td>41.8933</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(4) Peso de sal (3-1)</td> <td>0.0701</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(5) Peso de agua (2-3)</td> <td>50.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(6) Porcentaje de sales (4/5)*100</td> <td>0.1401</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(7) Cantidad de Sales ppm (6*10000)</td> <td>1401.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCIÓN	AFIRMADO					(1) Peso de matraz	41.8232					(2) Peso de matraz + agua + sal	91.893					(3) Peso de matraz + sal	41.8933					(4) Peso de sal (3-1)	0.0701					(5) Peso de agua (2-3)	50.000					(6) Porcentaje de sales (4/5)*100	0.1401					(7) Cantidad de Sales ppm (6*10000)	1401.00				
DESCRIPCIÓN	AFIRMADO																																																
(1) Peso de matraz	41.8232																																																
(2) Peso de matraz + agua + sal	91.893																																																
(3) Peso de matraz + sal	41.8933																																																
(4) Peso de sal (3-1)	0.0701																																																
(5) Peso de agua (2-3)	50.000																																																
(6) Porcentaje de sales (4/5)*100	0.1401																																																
(7) Cantidad de Sales ppm (6*10000)	1401.00																																																
OBSERVACIONES:																																																	
Muestra proporcionada por el Tesista.																																																	

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUAN L. H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuéstia
ING. RESPONSABLE - CIP 58321

Anexo 25. Materia orgánica (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019		
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.		
FECHA	: 03 DE NOVIEMBRE DEL 2020		
ENSAYO DE MATERIA ORGANICA EN ARENA (NORMA ASTM-C-140 - MTC E-213)			
MATERIAL	: MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO)		
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA		
DESCRIPCIÓN	ENSAYO	RESULTADO	NORMA TÉCNICA
MATERIA ORGANICA EN ARENA	CUALITATIVO	EL COLOR DEL LIQUIDO SOBRENADANTE, ES MENOS OSCURO QUE EL COLOR DE REFERENCIA DE LA SOLUCIÓN ESTÁNDAR, POR LO TANTO NO ACUSA PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA.	ASTM - C 140 - MTC E - 213
OBSERVACIONES:			
Muestra proporcionada por el Tesista.			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
JUAN P. H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE, CIP 58121

Anexo 26. Partículas chatas y alargadas (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sac2006@yuloo.vu

TESISTA : MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.									
TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019		ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.									
UBICACIÓN : JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA		FECHA EJECUCIÓN: 02/11/2020									
CANTERA : YERBA BUENA (UNICOM) - RID SECO - CARABAYILLO - LIMA											
MATERIAL : MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE											
MUESTRA : M 01											
DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS, ALARGADAS, Y PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO MTC E 223 (ASTM D - 4791)											
MATERIAL	AGREGADO GRUESO		PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTICULAS NI CHATAS, ALARGADAS		
	PESO (A) (g)	RETIENE (C) (%)	PASA (%)	PESO (E) (g)	PESO (F) (g)	(%)	PESO (G) (g)	(%)	PESO (H) (g)	(%)	
3"			100.00								
2"											
1 1/2"											
1"											
3/4"	1,042.00	20.84	79.16	12.00	630.00	18.46	29.00	0.85	371.00	10.87	
1/2"	1,544.00	30.88	48.28	16.00	885.00	25.93	24.00	0.70	619.00	18.14	
3/8"	827.00	16.54	31.74	4.00	355.00	10.40	14.00	0.41	454.00	13.30	
1/4"	981.00	19.62	12.12	32.00							
Nº 04	606.00	12.12			1873.00		67.00		1444.00		
Peso Total de la Muestra (B)		5 000.0									
Peso de la Muestra de Ensayo (D) (Retenido acumulado en 3/8")		3 413.0									
RESULTADOS (Promedio Ponderado)											
PARTICULAS CHATAS		1 %								Relación Dimensional 1 : 3	
PARTICULAS ALARGADAS		55 %									
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		2 %									
PARTICULAS NI CHATAS NI ALARGADAS		42 %									
Fórmulas: Partículas Chatas / Alargadas ó Partículas Chatas y Alargadas (%) = $\left[\left(\frac{E}{A} \times 100 \right) \times \left(\frac{A}{D} \times 100 \right) \right] / 100$ Donde: A Peso retenido en cada tamiz B Peso Total de la Muestra Agregado Granular C % Retenido en la muestra total D Peso de la Muestra de Ensayo (Retenido 3/8")											

MAGMA S.A. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ING. RESPONSABLE: LUIS G. MELÉNDEZ T. MESTIA

MAGMA S.A. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ING. RESPONSABLE: JOHANNY SOBERÓN HERRERA TECNICO LABORATORISTA

**Anexo 27. Caras fracturadas (afirmado) material granular para base y/o subbase
(2020).**



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS ASTM D 5821 - Norma MTC E- 210						
TESISTA		: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA				
TESIS		: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019				
UBICACIÓN		: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA				
CANTERA		: YERBA BUENA (UNICON) - RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
MATERIAL		: MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MUESTRA		: M 01			FECHA EJECUCIÓN: 02/11/2020	
A.- CON UNA CARA FRACTURADA						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C*D)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	2000.0				
1"	3/4"	1500.0	472.0	31.5	50.0	1573.3
3/4"	1/2"	1200.0	229.0	19.1	40.0	763.3
1/2"	3/8"	300.0	37.0	12.3	10.0	123.3
TOTAL		5000.0			100.0	2460.0
Porcentaje con una Cara Fracturada (E/D) %					TOTAL	24.60 %
B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C*D)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	2000.0				
1"	3/4"	1500.0	1024.0	68.3	50.0	3413.3
3/4"	1/2"	1200.0	970.0	80.8	40.0	3233.3
1/2"	3/8"	300.0	263.0	87.7	10.0	876.7
TOTAL		5000.0				7523.3
Porcentaje con dos o más Caras Fracturadas (E/D) %					TOTAL	75.23 %
Porcentaje con una o más Caras Fracturadas					TOTAL	99.83 %
A Peso de Muestra B Peso del Material con Cara Fracturada C % de Caras Fracturadas D % Retenido Parcial Graduacion Original E Promedio de Caras Fracturadas						
OBSERVACIONES:						
Los valores recomendables son: Partículas con una cara fracturada min: 85% Partículas con dos caras fracturadas min: 60%						

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58421

**Anexo 28. Proctor modificado (afirmado) material granular para base y/o subbase
(2020).**



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTA		: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA					
TESIS		: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019					
UBICACIÓN		: JR SAN HERNAN DISTrito LOS OLIVOS - LIMA			TCO RESPONSABLE: J. Soberón H.		
CANTERA		: YERBA BUENA (UNICON) - RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
MATERIAL		: MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE			FECHA MUESTREO: 20/10/2020		
MUESTRA		: M 01			FECHA EJECUCIÓN: 21/10/2020		
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	6"	Volumen Molde	2060	m3.	N° de capas	5
	Método	C	Peso Molde	6994	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.		11,866	11,983	12,173	12,146	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		4,872	4,989	5,179	5,152	
Peso Volumetrico Humedo	gr.		2,365	2,422	2,514	2,501	
Recipiente Numero			53	30	61	46	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		173.65	152.77	239.41	163.26	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		169.48	146.87	226.98	152.87	
Tara	gr.		21.75	17.80	22.35	19.63	
Peso del agua	gr.		4.17	5.90	12.43	10.39	
Peso del Suelo Seco	gr.		147.73	129.07	204.63	133.24	
Contenido de agua	%		2.82	4.57	6.07	7.80	
Densidad Seca del Suelo	gr/cc		2.300	2.316	2.370	2.320	
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca			2.375	(gr/cm3)	Humedad óptima		6.54
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA SAC / LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 38121

Anexo 29. Cbr (afirmado) material granular para base y/o subbase (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

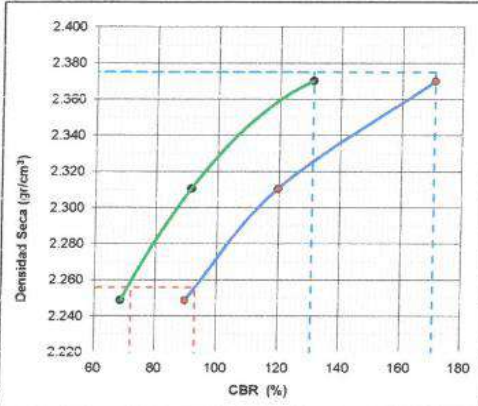
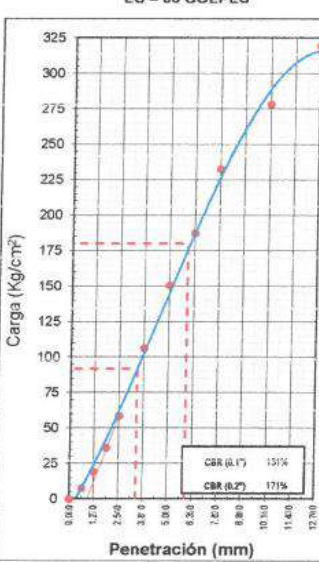
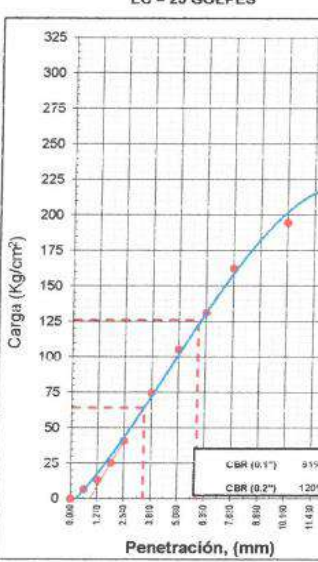
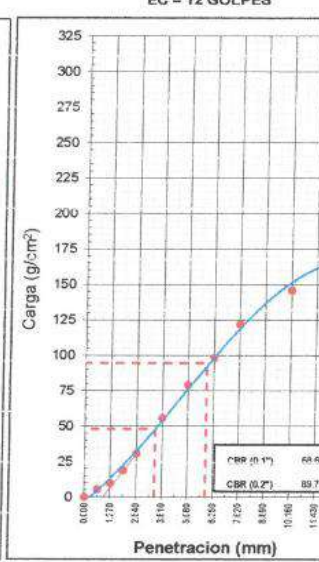
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTA		MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA													
TESIS		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019													
UBICACIÓN		JIR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA										ICO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
CANTERA		YERBA BUENA (UNICON) - RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA										ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL		MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE										FECHA MUESTREO: 20/10/2020			
MUESTRA		M 01										FECHA EJECUCIÓN: 24/10/2020			
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	11			12			13								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10188.0		10172.0		10158.0		10142.0		9953.0		9962.0				
Peso de molde (g)	4880.00		4880.00		4983.00		4983.00		4964.00		4964.00				
Peso del suelo húmedo (g)	5308.00		5292.00		5175.00		5159.00		4989.00		4998.00				
Volumen del molde (cm ³)	2104.90		2104.90		2104.94		2104.94		2086.78		2086.78				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.522		2.514		2.459		2.451		2.391		2.395				
Tara (N°)	8		58		17		30		4		46				
Peso suelo húmedo + tara (g)	150.29		188.87		145.77		167.52		147.81		172.99				
Peso suelo seco + tara (g)	142.37		176.95		138.11		156.82		140.15		161.62				
Tara (g)	18.54		22.18		18.47		17.80		18.82		19.63				
Peso de agua (g)	7.92		11.92		7.66		10.70		7.66		11.37				
Peso de suelo seco (g)	123.83		154.77		119.64		139.02		121.33		141.99				
Contenido de humedad (%)	6.40		7.70		6.40		7.70		6.31		8.01				
Densidad seca (g/cm ³)	2.370		2.334		2.311		2.276		2.249		2.218				
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
24/10/20	15:30	0	14.28	0.000	0.000	6.40	0.000	0.000	6.72	0.000	0.000				
25/10/20	15:30	24	14.29	0.010	0.009	6.45	0.050	0.043	6.73	0.010	0.009				
26/10/20	15:30	48	14.30	0.020	0.017	6.47	0.070	0.060	6.74	0.020	0.017				
27/10/20	15:30	72	14.31	0.030	0.026	6.48	0.080	0.069	6.75	0.030	0.026				
28/10/20	15:30	96	14.31	0.030	0.026	6.49	0.090	0.077	6.76	0.040	0.034				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-11		MOLDE N°		M-12		MOLDE N°		M-13	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		148.9	7.6			130.5	6.7			111.1	5.7			
1.270	0.050		375.3	19.1			263.1	13.4			197.8	10.1			
1.905	0.075		708.7	36.2			496.6	25.3			372.2	19.0			
2.540	0.100	70.31	1147.2	58.5	91.9	130.7	803.6	41.0	64.3	91.4	602.7	30.7	48.2	68.6	
3.810	0.150		2085.3	106.4			1460.2	74.5			1095.2	55.9			
5.080	0.200	105.46	2949.0	150.4	180.2	170.8	2063.9	105.3	126.1	119.5	1547.9	79.0	94.6	89.7	
6.350	0.250		3673.0	187.4			2570.7	131.1			1928.3	98.4			
7.620	0.300		4553.0	232.3			3187.6	162.6			2391.2	122.0			
10.160	0.400		5454.5	278.2			3817.8	194.8			2863.4	146.1			
12.700	0.500		6261.1	319.4			4382.8	223.6			3287.6	167.7			
OBSERVACIONES :															

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CM 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)																			
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA																		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019																		
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA																		
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICON) - RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA																		
MATERIAL	: MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE																		
MUESTRA	: M 01																		
TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.																			
ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.																			
FECHA MUESTREO: 20/10/2020																			
FECHA EJECUCIÓN: 28/10/2020																			
DATOS DE LA MUESTRA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 2.375</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 6.54</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 2.250</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 130.73 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 72.00 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 170.83 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 93.00 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.375	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.54	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.250	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 130.73 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 72.00 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 170.83 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 93.00 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.375																		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.54																		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.250																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 130.73 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 72.00 %																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 170.83 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 93.00 %																		
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	
																			
OBSERVACIONES:																			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE

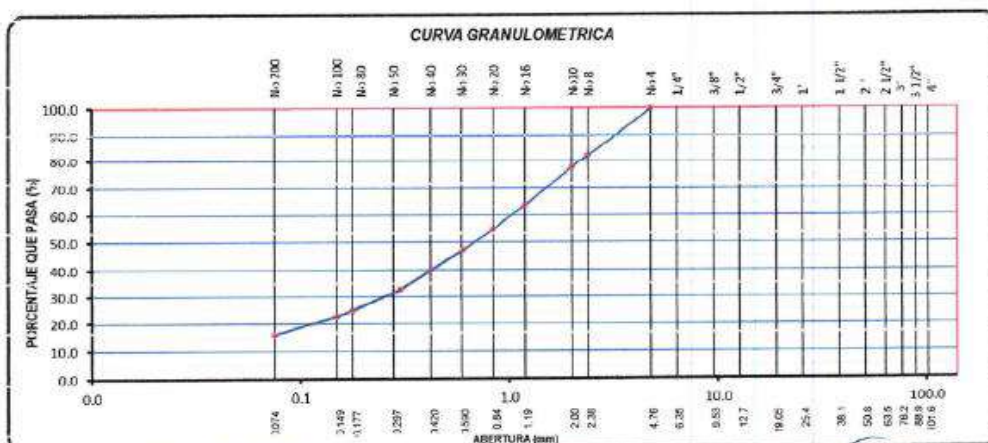
Anexo 30. Granulometría ladrillo reciclado pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-42)							
TESISTA	MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA						
TEMA	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019						
UBICACIÓN	JIRÓN SAN HERNÁN - DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA				T.C.O. RESPONSABLE	J. Soberón H.	
PROCEDENCIA	MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA				ING. RESPONSABLE	L. Meléndez T.	
MATERIAL	BLOQUES DE LADRILLO PULVERIZADO				FECHA MUESTREO	16/10/2020	
PK/CAL/ MSTR.	M 01				FECHA EJECUCIÓN	17/10/2020	
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Terreno Natural	Descripción de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						
3 1/2"	88.900						
3"	76.200						CARACTERÍSTICAS
2 1/2"	63.500						% Grava = %
2"	50.800						% Arena = 84,11 %
1 1/2"	38.100						% Fino N°200 = 15,89 %
1"	25.400						CLASIFICACION
3/4"	19.050						Límite Líquido : NP
1/2"	12.700						Límite Plástico : NP
3/8"	9.525						Índice de Plasticidad : NP
1/4"	6.350						CLASIFICACION AASHTO : A-1-b (0)
No. 4	4.750				100.00		
No. 8	2.360	89.22	17.84	17.84	82.16		CLASIFICACION SUCS : SM
No. 10	2.000	22.19	4.44	22.28	77.72		
No. 16	1.190	69.33	13.87	36.15	63.85		
No. 20	0.834	45.40	9.08	45.23	54.77		<i>Arenas limosas mezcla de arena-limo</i>
No. 30	0.600	37.81	7.56	52.79	47.21		
No. 40	0.420	35.80	7.16	59.95	40.05		
No. 50	0.300	37.52	7.50	57.45	42.55		PESO DEL MATERIAL
No. 60	0.177	37.53	7.51	74.96	25.04		Peso. Inicial (gr) : 500.0
No. 100	0.149	11.85	2.37	77.33	22.67		
No. 200	0.075	33.92	6.78	84.11	15.89		
-200		79.43	15.89	100.00			



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tristán
INGENIERO RESPONSABLE - CP 38126

Anexo 31. Límites de consistencia ladrillo reciclado pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		
LÍMITES DE CONSISTENCIA		
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)		
TESISTA	MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA	
TESIS	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019	
UBICACIÓN	JIR SAN HERNAN, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA. TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
PROCEDENCIA	MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL	BLOQUES DE LADRILLO PULVERIZADO. FECHA MUESTREO: 16-10-2020	
PKICAL/MSTR.	M 01. FECHA EJECUCIÓN: 17-10-2020	
DATOS DE LA MUESTRA		
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS
Nº CAPSULA	ID	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	NO PLÁSTICO
TARA + SUELO SECO	(g)	
PESO DE AGUA	(g)	
TARA	(g)	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	
NUMERO DE GOLPES		
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS
Nº TARRO	ID	
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	NO PLÁSTICO
TARA + SUELO SECO	(g.)	
TARA	(g.)	
PESO DEL AGUA	(g.)	
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		
LIMITE LIQUIDO (%)	NP	
LIMITE PLASTICO (%)	NP	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP	
OBSERVACIONES:		

MACMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MACMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58121

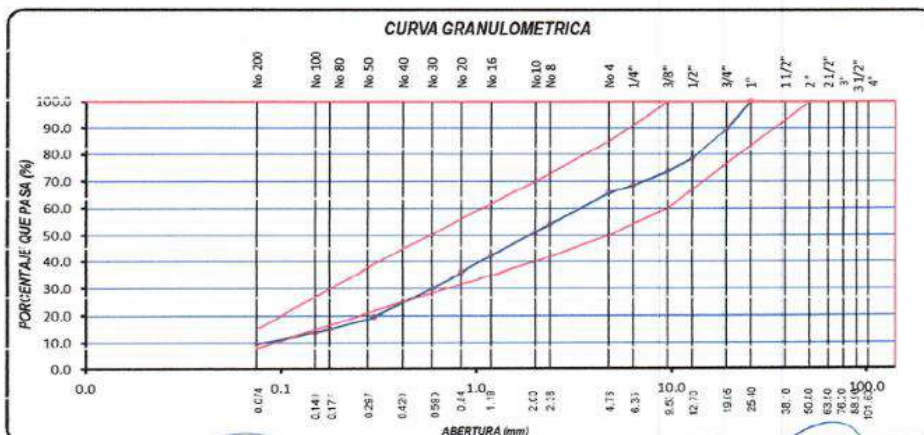
Anexo 32. Granulometría 80% afirmado 20% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESISTA		MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA					
TESIS		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019					
UBICACION		UR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.	
CANTERA		YERBA BUENA (UNICIÓN) RIO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.	
MATERIAL		GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 80% Y MAT LADRILLO 20%)				FECHA MUESTREO: 26/10/2020	
MUESTRA		M 01				FECHA EJECUCION: 27/10/2020	
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que	Espec. Técnica	Descripción de la Muestra
ASTM	(mm.)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Materia de Retenido, Afirmado	
4"	101.600						Material de Gradación "D"
3 1/2"	88.900						CARACTERÍSTICAS
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0	100	CLASIFICACION
3/4"	19.050	417.0	10.43	10.43	89.57		Limite Líquido : NP
1/2"	12.700	442.0	11.05	21.48	78.52		Limite Plástico : NP
3/8"	9.525	190.0	4.75	26.23	73.77	60 100	Indice de Plasticidad : NP
1/4"	6.350	213.0	5.33	31.56	68.44		CLASIFICACION AASHTO : A-1-b (0)
No. 4	4.760	117.0	2.93	34.49	65.51	60 85	CLASIFICACION SUCS : SP-SM
No. 8	2.380	89.75	11.76	46.3	53.75		Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino - Arenas limosas mezcla de arena-limo
No. 10	2.000	19.53	2.56	48.8	51.19	40 70	
No. 16	1.190	87.48	8.84	57.7	42.35		
No. 20	0.834	48.36	6.34	64.0	36.01		PESO DEL MATERIAL
No. 30	0.600	44.50	5.83	69.8	30.18		
No. 40	0.420	41.63	5.45	75.3	24.73	25 45	
No. 50	0.300	40.20	5.27	80.5	19.46		
No. 80	0.177	35.37	4.63	85.2	14.83		
No. 100	0.149	9.87	1.27	86.4	13.56		Peso Inicial (gr) : 4000.0
No. 200	0.075	29.59	3.88	90.3	9.68	8 15	Peso Fracción Fino (gr) : 500.00
-200		73.92	9.66	100.0			



MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE CIP 58121

Anexo 33. Límites de consistencia 80% afirmado 20% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)			
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019		
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA .		
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA		
MATERIAL	: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 80% Y MAT. LADRILLO 20%)		
MUESTRA	: M 01	FECHA MUESTREO:	26-10-2020
		FECHA EJECUCIÓN:	27-10-2020
DATOS DE LA MUESTRA			
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº CAPSULA	ID		
TARA + SUELO HUMEDO	(g)		
TARA + SUELO SECO	(g)		
PESO DE AGUA	(g)		
TARA	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		
NUMERO DE GOLPES			
NO PLÁSTICO			
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº TARRO	ID		
TARA + SUELO HUMEDO	(g)		
TARA + SUELO SECO	(g)		
TARA	(g)		
PESO DEL AGUA	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		
NO PLÁSTICO			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA			
LIMITE LIQUIDO (%)		NP	
LIMITE PLASTICO (%)		NP	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)		NP	
OBSERVACIONES:			

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIF 38421

Anexo 34. Granulometría 70% afirmado 30% ladrillo pulverizado (2020).

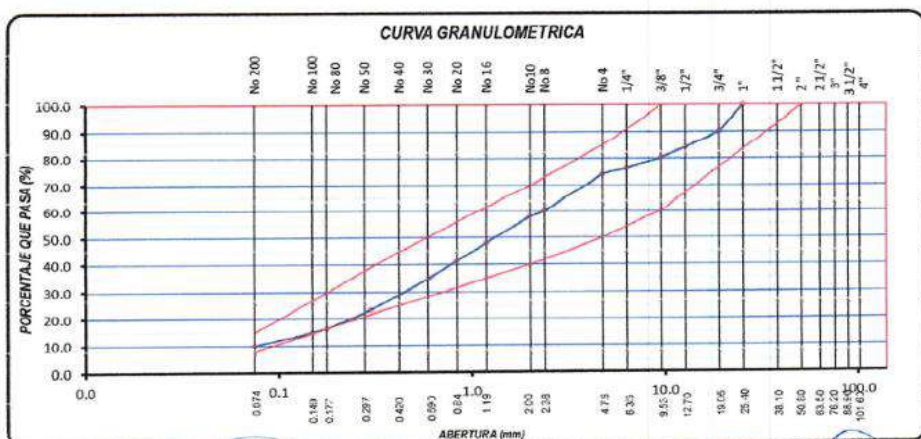


OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)			
TESISTA	MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		
TESIS	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019		
UBICACIÓN	JIRÓN SAN HERNÁN, DISTRITO LOS OLIVOS, LIMA.	TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H.
CANTERA	YERBA BUENA (UNICIÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA	ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.
MATERIAL	GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 70% Y MAT. LADRILLO 30%)	FECHA MUESTREO:	26/10/2020
MUESTRA	M 01	FECHA EJECUCIÓN:	27/10/2020

DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Material de Relleno, Afirmado	Descripción de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Material para Base y/o Sub Base
3 1/2"	88.900						Material de Gradación "D"
3"	76.200						CARACTERÍSTICAS
2 1/2"	63.500						% Grava = 25.9 %
2"	50.800						% Arena = 63.9 %
1 1/2"	38.100						% Fino N°200 = 10.1 %
1"	25.400				100.0	100	CLASIFICACION
3/4"	19.050	396.0	9.95	9.95	90.05		Límite Líquido : NP
1/2"	12.700	247.0	6.18	16.13	83.87		Límite Plástico : NP
3/8"	9.525	147.0	3.68	19.81	80.19	60 100	Índice de Plasticidad : NP
1/4"	6.350	159.0	3.98	23.79	76.21		CLASIFICACION AASHTO : A-1-D (0)
No. 4	4.760	86.0	2.15	25.94	74.06	80 85	CLASIFICACION SUCS : SP-SM
No. 8	2.360	94.62	14.02	40.0	60.04		
No. 10	2.000	14.63	2.17	42.1	57.87	40 70	
No. 16	1.190	65.33	9.66	51.8	48.19		
No. 20	0.834	46.29	6.86	58.7	41.33		Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocas o ningún fino - Arenas limosas mezcla de arena-llmo
No. 30	0.600	41.86	6.20	64.9	35.13		
No. 40	0.420	40.10	5.94	70.8	29.19	25 45	
No. 50	0.300	40.01	5.93	76.7	23.26		PESO DEL MATERIAL
No. 80	0.177	46.41	6.87	83.6	16.39		Peso Inicial (gr) : 4000.0
No. 100	0.149	10.31	1.53	85.1	14.86		Peso Fracción Fino (gr) : 500.00
No. 200	0.075	31.92	4.73	89.9	10.13	8 15	
-200		66.52	10.15	100.0			



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón H.
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez T.
 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE - CIP 58121

Anexo 35. Límites de consistencia 70% afirmado 30% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)	
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA
MATERIAL	: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 70% Y MAT. LADRILLO 30%)
MUESTRA	: M 01
FECHA MUESTREO: 26-10-2020 FECHA EJECUCIÓN: 27-10-2020	
DATOS DE LA MUESTRA	
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Nº CAPSULA	ID
TARA + SUELO HUMEDO	(g)
TARA + SUELO SECO	(g)
PESO DE AGUA	(g)
TARA	(g)
PESO DEL SUELO SECO	(g)
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)
NUMERO DE GOLPES	
NO PLÁSTICO	
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Nº TARRO	ID
TARA + SUELO HUMEDO	(g.)
TARA + SUELO SECO	(g.)
TARA	(g.)
PESO DEL AGUA	(g.)
PESO DEL SUELO SECO	(g.)
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)
NO PLÁSTICO	
<p style="text-align: center;">CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES</p>	
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLASTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP
OBSERVACIONES:	

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP: 38121

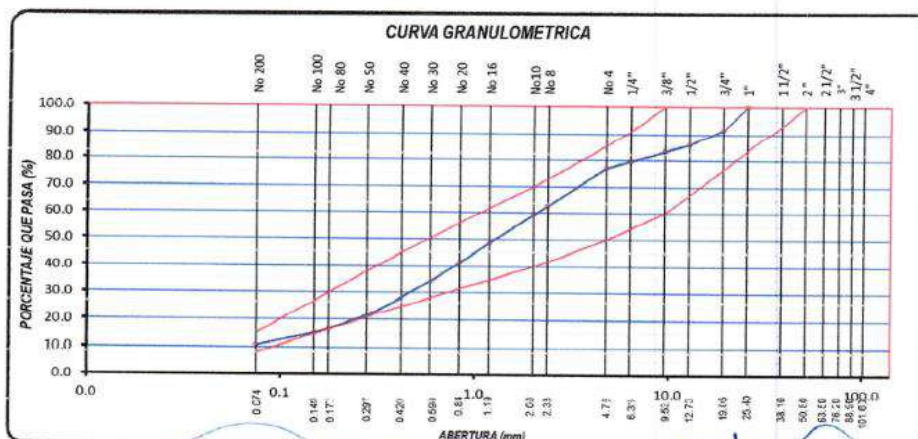
Anexo 36. Granulometría 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422)							
TESISTA	MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA						
TESIS	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019						
UBICACIÓN	JR SAN HERNAN DISTRICTO LOS OLIVOS - LIMA			TCO. RESPONSABLE: J. Cobarrón I.			
CANTERA	YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL MUESTRA	GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)			FECHA MUESTREO: 26/10/2020			
	M 01			FECHA EJECUCIÓN: 27/10/2020			
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica Material de Relleno, Afirmado	Descripción de la Muestra
ASTM			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Material para Base y/o Sub Base
3 1/2"	88.900						Material de Gradación "D"
3"	76.200						CARACTERÍSTICAS
2 1/2"	63.500						% Grava = 22.8 %
2"	50.800						% Arena = 66.6 %
1 1/2"	38.100						% Fino N°200 = 10.7 %
1"	25.400				100.0	100	CLASIFICACION
3/4"	19.050	328.0	8.20	8.20	91.80		Limite Liquido : NP
1/2"	12.700	245.0	6.13	14.33	85.67		Limite Plastico : NP
3/8"	9.525	99.0	2.49	16.81	83.19	60 100	Indice de Plasticidad : NP
1/4"	6.350	143.0	3.58	20.39	79.61		CLASIFICACION AASHTO : A-1-b (0)
No. 4	4.760	95.0	2.38	22.77	77.23	60 85	CLASIFICACION SUCS : SP-SM
No. 8	2.360	95.15	14.70	37.5	62.53		Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningun fino - Arenas limosas mezcla de arena-limo
No. 10	2.000	21.95	3.39	40.9	59.14	40 70	
No. 16	1.190	67.71	10.46	51.3	48.68		
No. 20	0.834	47.94	7.40	58.7	41.28		
No. 30	0.600	42.67	6.59	65.3	34.69		PESO DEL MATERIAL
No. 40	0.420	41.24	6.37	71.7	28.32	25 45	
No. 50	0.300	39.24	6.06	77.7	22.26		Peso Inicial (gr) : 4000.0
No. 80	0.177	36.40	5.62	83.4	16.64		Peso Fracción Fino (gr) : 500.00
No. 100	0.149	9.99	1.54	84.9	15.10		
No. 200	0.075	28.63	4.42	89.3	10.68	0 15	
-200		69.06	10.67	100.0			



MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Luis G. Meléndez T. Muestra
 ING. RESPONSABLE - CIP 58121

Anexo 37. Límites de consistencia 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)			
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019		
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRICTO LOS OLIVOS - LIMA		
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA		
MATERIAL	: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)		FECHA MUESTREO: 26-10-2020
MUESTRA	: M 01		FECHA EJECUCIÓN: 27-10-2020
DATOS DE LA MUESTRA			
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº CAPSULA	ID		
TARA + SUELO HUMEDO	(g)		
TARA + SUELO SECO	(g)		
PESO DE AGUA	(g)	NO PLÁSTICO	
TARA	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		
NUMERO DE GOLPES			
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº TARRO	ID		
TARA + SUELO HUMEDO	(g)		
TARA + SUELO SECO	(g)	NO PLÁSTICO	
TARA	(g)		
PESO DEL AGUA	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA			
LÍMITE LIQUIDO (%)		NP	
LÍMITE PLASTICO (%)		NP	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		NP	
OBSERVACIONES:			

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Duesta
Luis G. Meléndez Duesta
ING RESPONSABLE / CIP 58121

Anexo 38. Proctor modificado 70% afirmado 30% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTA		: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA					
TESIS		: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019					
UBICACIÓN		: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
CANTERA		: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
MATERIAL		: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 70% Y MAT. LADRILLO 30%)			FECHA MUESTREO: 28/10/2020		
MUESTRA		: M 01			FECHA EJECUCIÓN: 29/10/2020		
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde Método	6"	Volumen Molde	2060	m3.	N° de capas	5
		C	Peso Molde	6994	gr.	N° de golpes	56Gip.
ENSAYOS N°			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.		11,382	11,539	11,697	11,753	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		4,388	4,545	4,703	4,759	
Peso Volumetrico Humedo	gr.		2.130	2.206	2.283	2.310	
Recipiente Numero			6	8	5	3	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		122.35	120.67	111.94	126.59	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		117.52	113.89	104.72	116.53	
Tara	gr.		18.73	18.54	18.83	18.98	
Peso del agua	gr.		4.83	6.78	7.22	10.06	
Peso del Suelo Seco	gr.		98.79	95.35	85.89	97.55	
Contenido de agua	%		4.89	7.11	8.41	10.31	
Densidad Seca del Suelo	gr/cc		2.031	2.060	2.106	2.094	
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca			2.119	(gr/cm3)	Humedad óptima		9.30
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
JUAN TOH. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 88121

Anexo 39. Cbr 70% afirmado 30% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS														
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR														
(MTC E-132 / ASTM D-1883)														
TESISTA		MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA												
TESIS		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019												
UBICACIÓN		JR SAN HERNAN DISTRICTO LOS OLIVOS - LIMA										TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
CANTERA		YERBA BUENA (UNICIÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA										ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
MATERIAL		GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 70% Y MAT LADRILLO 30%)										FECHA MUESTREO: 28/10/2020		
MUESTRA		M 01										FECHA EJECUCIÓN: 29/10/2020		
DATOS DE LA MUESTRA														
CALCULO DEL CBR														
Molde N°	2			11			12							
Capas N°	5			5			5							
Golpes por capa N°	56			25			12							
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9819.0	9886.0		9029.0	9005.0		9486.0	9542.0						
Peso de molde (g)	4980.00	4980.00		4294.00	4294.00		4880.00	4880.00						
Peso del suelo húmedo (g)	4839.00	4906.00		4735.00	4711.00		4586.00	4662.00						
Volumen del molde (cm ³)	2123.06	2123.06		2094.07	2094.07		2104.90	2104.90						
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.279	2.311		2.261	2.219		2.179	2.215						
Tara (N°)	54	10		51	68		57	65						
Peso suelo húmedo + tara (g)	143.74	144.54		131.68	150.42		202.89	155.49						
Peso suelo seco + tara (g)	134.80	132.77		121.51	137.82		188.81	141.63						
Tara (g)	18.99	18.73		17.86	15.40		21.76	19.78						
Peso de agua (g)	8.94	11.77		10.17	12.60		14.08	13.86						
Peso de suelo seco (g)	115.81	114.04		103.65	122.42		167.05	121.85						
Contenido de humedad (%)	7.72	10.32		9.81	10.29		8.43	11.37						
Densidad seca (g/cm ³)	2.116	2.095		2.059	2.040		2.009	1.989						
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
29/10/20	15:30	0	15.15	0.000	0.000	6.42	0.000	0.000	4.85	0.000	0.000	0.000	0.000	
30/10/20	15:30	24	15.18	0.030	0.026	6.45	0.030	0.026	4.88	0.030	0.026	0.030	0.026	
31/10/20	15:30	48	15.20	0.050	0.043	6.45	0.030	0.026	4.89	0.040	0.034	0.040	0.034	
01/11/20	15:30	72	15.21	0.060	0.052	6.46	0.040	0.034	4.9	0.050	0.043	0.050	0.043	
02/11/20	15:30	96	15.21	0.060	0.052	6.46	0.040	0.034	4.9	0.050	0.043	0.050	0.043	
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-11		MOLDE N°		M-12	
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		123.4	6.3			108.1	5.5			94.8	4.8		
1.270	0.050		231.5	11.8			162.1	8.3			121.3	6.2		
1.905	0.075		497.6	25.4			348.7	17.8			262.1	13.4		
2.540	0.100	70.31	878.0	44.8	82.6	117.4	614.9	31.4	57.8	82.2	480.9	23.5	43.4	61.7
3.810	0.150		1688.7	86.1			1283.8	65.5			988.1	50.4		
5.080	0.200	105.46	2496.3	127.3	161.3	152.9	1747.8	89.2	112.9	107.1	1311.4	66.9	84.7	80.4
6.350	0.250		3303.9	168.5			2312.7	118.0			1734.5	88.5		
7.620	0.300		3951.4	201.6			2766.5	141.1			2075.1	105.9		
10.160	0.400		4849.8	247.4			3394.6	173.2			2546.2	129.9		
12.700	0.500		5325.0	271.6			3727.1	190.1			2795.1	142.6		
OBSERVACIONES:														

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE CIP 58121

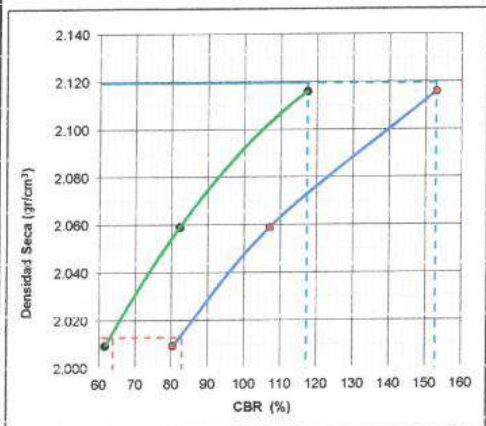


OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
 HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
 E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)	
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA
MATERIAL	: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 70% Y MAT. LADRILLO 30%)
MUESTRA	: M 01
TCO. RESPONSABLE:	J. Saborón H.
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.
FECHA MUESTREO:	28/10/2020
FECHA EJECUCIÓN:	02/11/2020

DATOS DE LA MUESTRA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

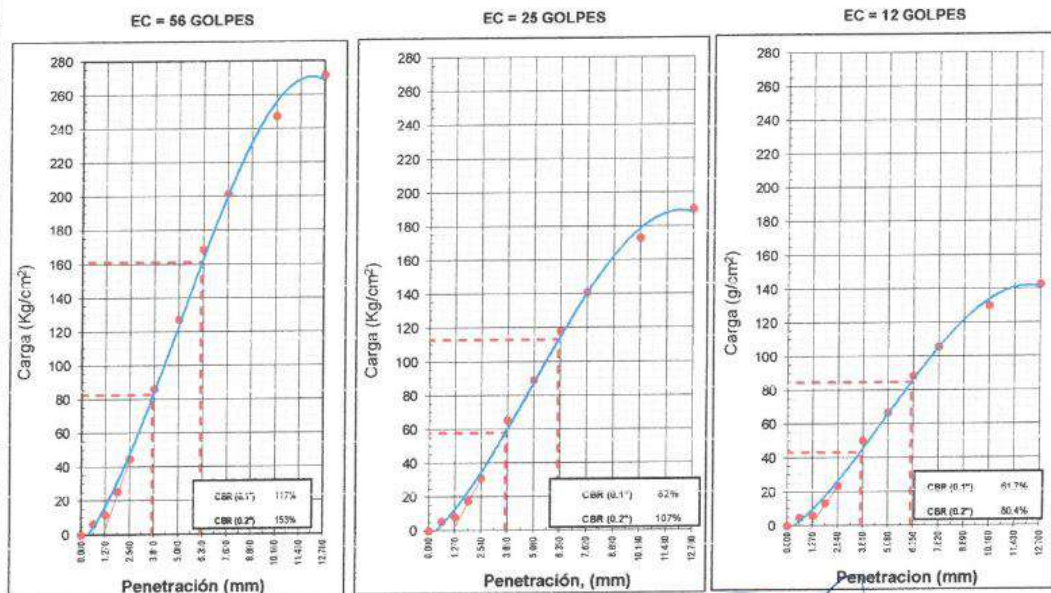


METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.119
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.30
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.013

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	117.41	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	63.85	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	152.94	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	82.85	%

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES:

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE CIP. 58121

Anexo 40. Proctor modificado 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
TESISTA	MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA						
TESIS	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN. LOS OLIVOS.LIMA - 2019						
UBICACIÓN	JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
CANTERA	YERBA BUENA (UNICIÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL	GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)			FECHA MUESTREO: 28/10/2020			
MUESTRA	M 01			FECHA EJECUCIÓN: 29/10/2020			
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	6"	Volumen Molde	2060	m3.	N° de capas	5
	Método	C	Peso Molde	6994	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	11,337	11,472	11,636	11,650		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,343	4,478	4,642	4,656		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,108	2,174	2,253	2,260		
Recipiente Numero		17	18	14	13		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	125.73	115.07	121.04	103.64		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	120.28	108.45	111.91	94.72		
Tara	gr.	18.47	18.64	19.16	18.10		
Peso del agua	gr.	5.45	6.62	9.13	8.92		
Peso del Suelo Seco	gr.	101.81	89.81	92.75	76.62		
Contenido de agua	%	5.35	7.37	9.84	11.64		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	2.001	2.025	2.051	2.025		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		2.051	(gr/cm3)	Humedad óptima		9.87	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 28121

Anexo 41. Cbr 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



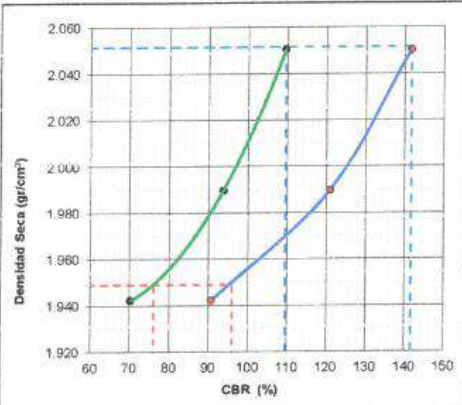
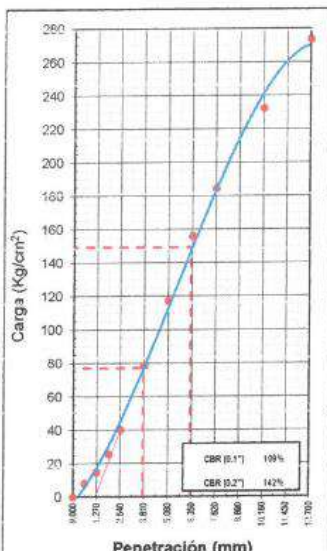
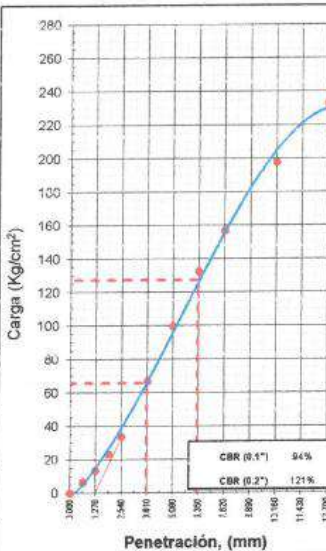
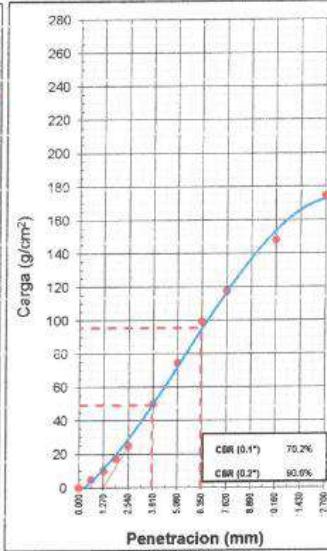
OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTA		MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA													
TESIS		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019													
UBICACIÓN		JIR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA										TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
CANTERA		YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA										ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL		GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)										FECHA MUESTREO: 28/10/2020			
MUESTRA		M 01										FECHA EJECUCIÓN: 29/10/2020			
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	13			15			16								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO				
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9671.0	9697.0		9633.0	9745.0		8847.0	8956.0							
Peso de molde (g)	4964.00	4964.00		4980.00	4980.00		4294.00	4294.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4707.00	4733.00		4653.00	4765.00		4353.00	4662.00							
Volumen del molde (cm ³)	2086.78	2086.78		2123.06	2123.06		2094.07	2094.07							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.256	2.268		2.192	2.283		2.079	2.226							
Tara (N°)	64	13		68	64		4	65							
Peso suelo húmedo + tara (g)	147.31	105.03		135.66	138.98		129.74	142.15							
Peso suelo seco + tara (g)	135.69	95.81		124.58	124.47		122.46	126.23							
Tara (g)	19.59	18.10		15.40	19.59		18.82	19.78							
Peso de agua (g)	11.62	9.22		11.08	14.51		7.28	15.92							
Peso de suelo seco (g)	116.10	77.71		109.18	104.88		103.64	106.45							
Contenido de humedad (%)	10.01	11.86		10.15	13.83		7.02	14.96							
Densidad seca (g/cm ³)	2.050	2.028		1.990	1.972		1.942	1.937							
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
29/10/20	15:30	0	14.79	0.000	0.000	6.62	0.000	0.000	3.71	0.000	0.000				
30/10/20	15:30	24	14.82	0.030	0.026	6.63	0.010	0.009	3.73	0.020	0.017				
31/10/20	15:30	48	14.83	0.040	0.034	6.64	0.020	0.017	3.74	0.030	0.026				
01/11/20	15:30	72	14.84	0.050	0.043	6.64	0.020	0.017	3.75	0.040	0.034				
02/11/20	15:30	96	14.85	0.060	0.052	6.64	0.020	0.017	3.75	0.040	0.034				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-13		MOLDE N°		M-15		MOLDE N°		M-16	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		160.1	8.2			127.5	6.5			95.9	4.9			
1.270	0.050		282.7	14.9			264.1	13.5			197.8	10.1			
1.905	0.075		498.6	25.4			455.8	23.3			341.6	17.4			
2.540	0.100	70.31	788.2	40.2	77.0	109.5	661.8	33.8	65.9	93.7	496.6	25.3	49.4	70.2	
3.810	0.150		1539.8	78.5			1309.3	66.8			982.0	50.1			
5.080	0.200	105.46	2297.4	117.2	149.3	141.6	1852.8	99.6	127.5	120.9	1464.3	74.7	95.6	90.6	
6.350	0.250		3055.1	155.8			2597.2	132.5			1947.7	98.4			
7.620	0.300		3615.9	184.5			3073.4	156.8			2305.6	117.6			
10.160	0.400		4556.1	232.4			3872.9	197.6			2905.2	148.2			
12.700	0.500		5365.8	273.7			4561.2	232.7			3421.2	174.5			
OBSERVACIONES:															

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez
Luis G. Meléndez Pineda
ING. RESPONSABLE (CP 58121)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)																			
TESISTA : MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA																			
TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019																			
UBICACIÓN : JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.																		
CANTERA : YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA	ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.																		
MATERIAL : GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)	FECHA MUESTREO: 28/10/2020																		
MUESTRA : M 01	FECHA EJECUCIÓN: 02/11/2020																		
DATOS DE LA MUESTRA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 2.051</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 9.87</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.949</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">RESULTADOS:</th> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: right;">= 109.49 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: right;">= 76.00 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="text-align: right;">= 141.59 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="text-align: right;">= 96.00 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.051	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.87	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.949	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 109.49 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 76.00 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 141.59 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 96.00 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.051																		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.87																		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.949																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 109.49 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 76.00 %																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 141.59 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 96.00 %																		
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	
																			

OBSERVACIONES:

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
Luis G. Meléndez T. Ayta
ING. RESPONSABLE - CIP 58421

**Anexo 42. Material que pasa malla N°200 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado
(2020).**



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

ENSAYO MATERIAL QUE PASA MALLA No. 200		
Método ASTM C-117		
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA	
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019	
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.	
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.
MATERIAL	: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)	ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.
MUESTRA	: M 01	FECHA EJECUCIÓN: 03/11/2020
	TAMAÑO MINAL MÁXIMO DEL MATERIAL	4.76 mm
A	PESO INICIAL DEL MATERIAL SECO SIN LAVAR	2500.00 gr
B	PESO DEL MATERIAL LAVADO	2205.00 gr
C	PESO DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (A-B)	295.00 gr
D	PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (C*100/A)	11.80 %
E	ESPECIFICACIÓN	15 %
F	CUMPLE CON LA ESPECIFICACIÓN....?	SI CUMPLE
Observaciones: Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.		

MAGMA SAC LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58121

Anexo 43. Sales solubles 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA																																																
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019																																																
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.																																																
FECHA	: 03 DE NOVIEMBRE DEL 2020																																																
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES (NORMA MTC E-219)																																																	
MATERIAL	: COMBINACIÓN DE MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)																																																
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>COMBINACION</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1) Peso de matraz</td> <td>42.9310</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(2) Peso de matraz + agua + sal</td> <td>93.071</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(3) Peso de matraz + sal</td> <td>43.0714</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(4) Peso de sal (3-1)</td> <td>0.1404</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(5) Peso de agua (2-3)</td> <td>50.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(6) Porcentaje de sales (4/5)*100</td> <td>0.2808</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(7) Cantidad de Sales ppm (6*10000)</td> <td>2808.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCIÓN	COMBINACION					(1) Peso de matraz	42.9310					(2) Peso de matraz + agua + sal	93.071					(3) Peso de matraz + sal	43.0714					(4) Peso de sal (3-1)	0.1404					(5) Peso de agua (2-3)	50.000					(6) Porcentaje de sales (4/5)*100	0.2808					(7) Cantidad de Sales ppm (6*10000)	2808.00				
DESCRIPCIÓN	COMBINACION																																																
(1) Peso de matraz	42.9310																																																
(2) Peso de matraz + agua + sal	93.071																																																
(3) Peso de matraz + sal	43.0714																																																
(4) Peso de sal (3-1)	0.1404																																																
(5) Peso de agua (2-3)	50.000																																																
(6) Porcentaje de sales (4/5)*100	0.2808																																																
(7) Cantidad de Sales ppm (6*10000)	2808.00																																																
OBSERVACIONES:																																																	
Muestra proporcionada por el Tesista.																																																	

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis Q. Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE CIP 58126

Anexo 44. Materia orgánica 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN : SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019		
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.		
FECHA	: 03 DE NOVIEMBRE DEL 2020		
ENSAYO DE MATERIA ORGANICA EN ARENA (NORMA ASTM-C-140 - MTC E-213)			
MATERIAL	: COMBINACIÓN DE MATERIAL GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. : LADRILLO 40%)		
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA : CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA		
DESCRIPCIÓN	ENSAYO	RESULTADO	NORMA TÉCNICA
MATERIA ORGANICA EN ARENA	CUALITATIVO	EL COLOR DEL LIQUIDO SOBRENADANTE, ES MENOS OSCURO QUE EL COLOR DE REFERENCIA DE LA SOLUCIÓN ESTÁNDAR, POR LO TANTO NO ACUSA PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA.	ASTM - C 140 - MTC E - 213
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Tesista.			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIR-48121

Anexo 45. Partículas chatas y alargadas 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

TESISTA : MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019 UBICACIÓN : JR. SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA CANTERA : YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA MATERIAL : GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%) MUESTRA : M 01 TCO. RESPONSABLE: I. Soberón H. ING. RESPONSABLE: Meléndez T. FECHA EJECUCIÓN: 03/11/2020											
DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS, ALARGADAS, Y PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO											
MTC E 223 (ASTM D - 4791)											
MATERIAL	AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTICULAS NI CHATAS NI ALARGADAS	
	PESO (A) (g)	RETENE (C) (%)	PASA (%)	PESO (E) (g)	(%)	PESO (F) (g)	(%)	PESO (G) (g)	(%)	PESO (H) (g)	(%)
3"			100.00								
2"											
1 1/2"											
1"											
3/4"	1,042.00	20.84	79.16	12.00	0.35	630.00	18.46	29.00	0.85	371.00	10.87
1/2"	1,544.00	30.88	48.28	16.00	0.47	885.00	25.93	24.00	0.70	519.00	15.14
3/8"	827.00	16.54	31.74	4.00	0.12	355.00	10.40	14.00	0.41	454.00	13.30
1/4"	981.00	19.62	12.12	32.00		1870.00		67.00		1444.00	
Nº 04	606.00	12.12									
Peso Total de la Muestra (B)	5 000.0										
Peso de la Muestra de Ensayo (D) (Retenido acumulado en 3/8")	3 413.0										
RESULTADOS (Promedio Ponderado)											
PARTICULAS CHATAS											1 %
PARTICULAS ALARGADAS											55 %
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS											2 %
PARTICULAS NI CHATAS NI ALARGADAS											42 %
Fórmulas: $\text{Partículas Chatas / Alargadas ó Partículas Chatas y Alargadas (\%)} = \left[\left(\frac{E}{A} \times 100 \right) \times \left(\frac{A}{D} \times 100 \right) \right] / 100$											
Donde: A Peso retenido en cada tamiz B Peso Total de la Muestra Agregado Granular C % Retenido en la muestra total D Peso de la Muestra de Ensayo (Retenido 3/8")											
Relación Dimensional 1 : 3											
MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS LUIS G. MELÉNDEZ TUSI ING. RESPONSABLE CP 3871											

Anexo 46. Caras fracturadas 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS						
ASTM D 5821 - Norma MTC E- 210						
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA					
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019					
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.					
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA					
MATERIAL	: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)					
MUESTRA	: M 01			FECHA EJECUCIÓN: 03/11/2020		
A.- CON UNA CARA FRACTURADA						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C*D)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	2000.0				
1"	3/4"	1500.0	472.0	31.5	50.00	1573.3
3/4"	1/2"	1200.0	229.0	19.1	40.00	763.3
1/2"	3/8"	300.0	37.0	12.3	10.00	123.3
TOTAL		5000.0				2460.0
Porcentaje con una Cara Fracturada (E/D) %				TOTAL	24.60 %	
B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C*D)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	2000.0				
1"	3/4"	1500.0	1024.0	68.3	50.00	3413.3
3/4"	1/2"	1200.0	970.0	80.8	40.00	3233.3
1/2"	3/8"	300.0	263.0	87.7	10.00	876.7
TOTAL		5000.0				7523.3
Porcentaje con dos o más Caras Fracturadas (E/D) %				TOTAL	75.23 %	
Porcentaje con una o más Caras Fracturadas				TOTAL	99.83 %	
A Peso de Muestra B Peso del Material con Cara Fracturada C % de Caras Fracturadas D % Retenido Parcial Gradacion Original E Promedio de Caras Fracturadas						
OBSERVACIONES:						
Los valores recomendables son:						
Partículas con una cara fracturada min: 85%						
Partículas con dos caras fracturadas min: 60%						

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G Meléndez Tuesti
ING RESPONSABLE / CIP 58121

Anexo 47. Abrasion los angeles I 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS									
ABRACION LOS ANGELES									
(MTC E-207 / NTP 400.019, 400.020)									
TESISTA		: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA							
TESIS		: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019							
UBICACIÓN		: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
CANTERA		: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL		: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)				FECHA MUESTREO: 02/11/2020			
MUESTRA		: M 01				FECHA EJECUCIÓN: 03/11/2020			
DATOS DE LA MUESTRA									
METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500.0		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500.0		
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	Nº 4			2500 ± 10					
Nº 4	Nº 8				5000 ± 10				
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000.0			
Nº de Esferas		12	11	8	6				
Peso de las Esferas (C/U)		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445				
		Peso Retenido en la malla Nº 12 (gr.)				4,088			
		Peso que pasa en la malla Nº 12 (gr.)				912.0			
		% Desgate				18			
OBSERVACIONES :									

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
J. Soberón
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58121

Anexo 48. Abrasion los angeles II 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS									
ABRACION LOS ANGELES									
(MTC E-207 / NTP 400.019, 400.020)									
TESISTA		: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA							
TESIS		: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS - LIMA - 2019							
UBICACIÓN		: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.				TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
CANTERA		: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL		: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)							
MUESTRA		: M 01				FECHA MUESTREO: 02/11/2020 FECHA EJECUCIÓN: 03/11/2020			
DATOS DE LA MUESTRA									
METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
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"	Nº 4			2500 ± 10					
Nº 4	Nº 6				5000 ± 10				5000.0
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10				5000 ± 25
Nº de Esferas		12	11	8	6				
Peso de las Esferas (C/U)		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445				
		Peso Retenido en la malla Nº 12 (gr.)							4,017
		Peso que pasa en la malla Nº 12 (gr.)							983.0
		% Desgaste							20
OBSERVACIONES:									

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 38121

Anexo 49. Equivalente de arena 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS				
EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS				
MTC E 114 - ASTM D 2419				
TESISTA	: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA			
TESIS	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN. LOS OLIVOS - LIMA - 2019			
UBICACIÓN	: JR SAN HERNAN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.			
CANTERA	: YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA			
MATERIAL	: GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)			
MUESTRA	: M 01	FECHA EJECUCIÓN: 03/11/2020		
DATOS DE LA MUESTRA				
Tamaño máximo de la muestra : Malla N° 4 (4.75 mm.)				
	Probeta N°	1	2	3
Hora de entrada a saturación		15:15	15:17	15:19
Hora de salida de saturación (mas 10")		15:25	15:27	15:29
Hora de entrada a decantación		15:27	15:29	15:31
Hora de salida de decantación (mas 20")		15:47	15:49	15:51
Altura máxima de material fino	pulg.	12.5	12.4	14.5
Altura máxima de la arena	pulg.	7.5	7.6	7.5
Equivalente de Arena	%	60.0	61.3	51.7
Promedio Equivalente de Arena :		58.0 %		

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58121

Anexo 50. Cbr II 60% afirmado 40% ladrillo pulverizado (2020).



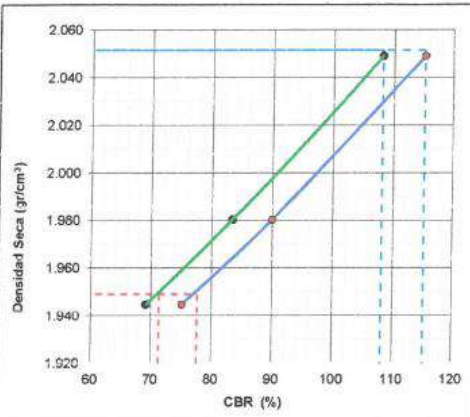
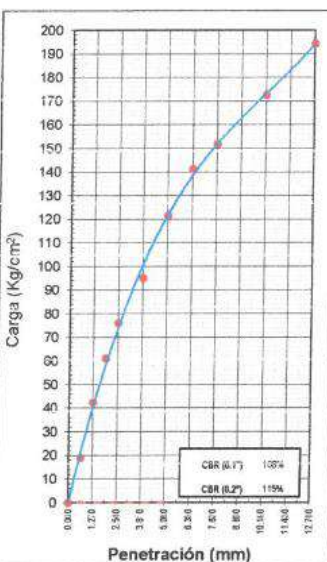
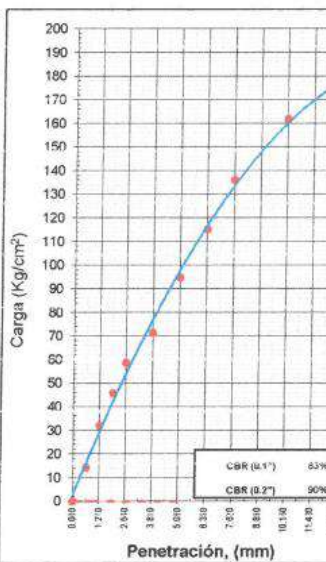
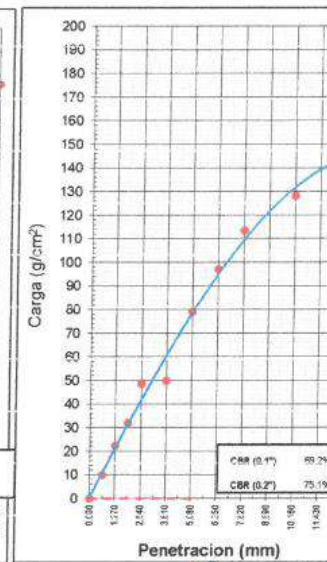
OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS															
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR															
(MTC E-132 / ASTM D-1883)															
TESISTA		MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA													
TESIS		DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019													
UBICACIÓN		JR SAN HERNAN - DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA.										TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
CANTERA		YERBA BUENA (UNICIÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA										ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
MATERIAL		GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)										FECHA MUESTREO: 04/11/2020			
MUESTRA		M 01										FECHA EJECUCIÓN: 05/11/2020			
DATOS DE LA MUESTRA															
CALCULO DEL CBR															
Molde N°	15			16			11								
Capas N°	5			5			5								
Golpes por capa N°	56			25			12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9675.0	9722.0		9628.0	9792.0		8774.0	8958.0							
Peso de molde (g)	4964.00	4964.00		4980.00	4980.00		4294.00	4294.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4711.00	4758.00		4645.00	4812.00		4480.00	4662.00							
Volumen del molde (cm ³)	2086.78	2086.78		2123.06	2123.06		2094.07	2094.07							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.258	2.280		2.188	2.306		2.138	2.226							
Tara (N°)	62	12		67	66		3	65							
Peso suelo húmedo + tara (g)	145.23	106.01		136.12	139.21		130.16	142.15							
Peso suelo seco + tara (g)	133.94	95.78		124.76	122.35		120.04	126.23							
Tara (g)	22.94	15.93		16.33	16.42		18.98	19.78							
Peso de agua (g)	11.29	10.23		11.36	16.86		10.12	15.92							
Peso de suelo seco (g)	111.00	79.85		108.43	105.93		101.06	106.45							
Contenido de humedad (%)	10.17	12.81		10.48	15.92		10.01	14.96							
Densidad seca (g/cm ³)	2.049	2.021		1.980	1.955		1.945	1.937							
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
05/11/20	15:30	0	14.79	0.000	0.000	6.62	0.000	0.000	3.71	0.000	0.000	0.000	0.000		
06/11/20	15:30	24	14.82	0.030	0.026	6.63	0.010	0.009	3.73	0.020	0.017	0.020	0.017		
07/11/20	15:30	48	14.83	0.040	0.034	6.64	0.020	0.017	3.74	0.030	0.026	0.030	0.026		
08/11/20	15:30	72	14.84	0.050	0.043	6.64	0.020	0.017	3.75	0.040	0.034	0.040	0.034		
09/11/20	15:30	96	14.85	0.060	0.052	6.64	0.020	0.017	3.75	0.040	0.034	0.040	0.034		
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-15		MOLDE N°		M-16		MOLDE N°		M-11	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		374.2	19.1			280.4	14.3			196.8	10.0			
1.270	0.050		833.1	42.5			628.1	32.0			439.5	22.4			
1.905	0.075		1197.2	61.1			898.4	45.8			629.2	32.1			
2.540	0.100	70.31	1490.8	76.1	-	108.2	1149.2	58.6	-	83.4	953.4	48.6	-	69.2	
3.810	0.150		1866.1	95.2			1400.1	71.4			980.0	50.0			
5.080	0.200	105.46	2382.1	121.5	-	115.2	1858.9	94.8	-	89.9	1552.0	79.2	-	75.1	
6.350	0.250		2768.5	141.2			2259.7	115.3			1907.9	97.3			
7.620	0.300		2978.6	151.9			2666.6	136.0			2226.0	113.6			
10.160	0.400		3384.5	172.6			3173.4	161.9			2512.6	128.2			
12.700	0.500		3812.7	194.5			3458.9	176.4			2847.1	145.2			
OBSERVACIONES :															

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
J. Soberón
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
L. Meléndez
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE C/P 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																							
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)																							
TESISTA :	MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA																						
TESIS :	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019																						
UBICACIÓN :	JR SAN HERNÁN DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA																						
CANTERA :	YERBA BUENA (UNICÓN) RÍO SECO - CARABAYLLO - LIMA Y MATERIAL RECICLABLE DE LA																						
MATERIAL :	GRANULAR PARA BASE Y/O SUB BASE (AFIRMADO 60% Y MAT. LADRILLO 40%)																						
MUESTRA :	M 01																						
TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H.																						
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.																						
FECHA MUESTREO:	04/11/2020																						
FECHA EJECUCIÓN:	09/11/2020																						
DATOS DE LA MUESTRA																							
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																							
 <p>Densidad Seca (g/cm³)</p> <p>CBR (%)</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>:</td> <td>AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>:</td> <td>2.051</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>:</td> <td>9.87</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>:</td> <td>1.949</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 108.16 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 71.35 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 115.22 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 77.60 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	2.051	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.87	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.949	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 108.16 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 71.35 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 115.22 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 77.60 %
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180																					
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	2.051																					
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.87																					
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.949																					
RESULTADOS:																							
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 108.16 %																						
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 71.35 %																						
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 115.22 %																						
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 77.60 %																						
EC = 66 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																					
 <p>Carga (Kg/cm²)</p> <p>Penetración (mm)</p> <p>CBR (0.1") 100%</p> <p>CBR (0.2") 115%</p>	 <p>Carga (Kg/cm²)</p> <p>Penetración (mm)</p> <p>CBR (0.1") 83%</p> <p>CBR (0.2") 90%</p>	 <p>Carga (g/cm²)</p> <p>Penetración (mm)</p> <p>CBR (0.1") 80.2%</p> <p>CBR (0.2") 75.1%</p>																					
OBSERVACIONES:																							


MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE - CIP 58121

Anexo 51. Validación de instrumentos (2019).

	INSTRUMENTO 1 FACULTAD DE INGENIERÍA
	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.
Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera	
Objetivo: Determinar las propiedades granulométricas de la mezcla de material afirmado con bloques de ladrillo pulverizado para la subbase del pavimento flexible.	
Fecha:	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 / NTP 339.128

Peso inicial seco (g) : _____ Corrección por humedad: (peso humedo/(1+(CH/100))
 Peso lavado seco (g) : _____ Peso inicial humedo (g) : _____

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
N° 4	4.750				
N° 10	2.000				
N° 20	0.850				
N° 40	0.425				
N° 60	0.250				
N° 140	0.106				
N° 200	0.075				
FONDO					

Fuente: Manual de ensayo de materiales - MTC (p.44)



TM=

Validado por:


 Carlos Manuel Segura Pérez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 32385


 VICTOR JOSUE
 JUSCAMAITA ARTEAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 148658


 EMELI ALTAMIRANO PARDO
 ING. CIVIL
 R. CIP. 126850

 	INSTRUMENTO 2 FACULTAD DE INGENIERÍA
	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.
Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera	
Objetivo: Determinar la capacidad portante de la mezcla seleccionada de material afirmado con bloques de ladrillo pulverizado.	
Fecha:	

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO ASTM D 2216/ NTP 339.127

NOTA: La cantidad mínima de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la siguiente

TABLA 1: CANTIDAD MÍNIMA HUMEDA DE LA MUESTRA	
Tamaño mínimo nominal de agregados (pulg)	masa mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 0.1\%$
N°10	20 g
N°4	100 g
3/8"	500 g
3/4"	2.5 kg
1 1/2"	10 kg
3"	50 kg

Fuente: Manual de ensayo de materiales - MTC (p.50)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA N°1
A	Peso del recipiente	(g)	
B	Peso del recipiente + suelo húmedo	(g)	
C	Peso del recipiente + suelo seco	(g)	
D	Peso del agua contenida B - C	(g)	
E	Peso del suelo seco C - A	(g)	
F	Contenido de humedad (D/E)*100	(%)	

CÁLCULOS

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente formula:

$$W = ((\text{peso de agua}^*) / (\text{peso de suelo seco al horno})) \times 100$$


peso de agua*: la perdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua

Validado por:


 Carlos Manuel Segura Pérez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 32385


 VICTOR JOSUE
 JUSCAMAITA ARTEAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 148658


 EMELI ALTAMIRANO PARDO
 ING. CIVIL
 R. CIP. 126850

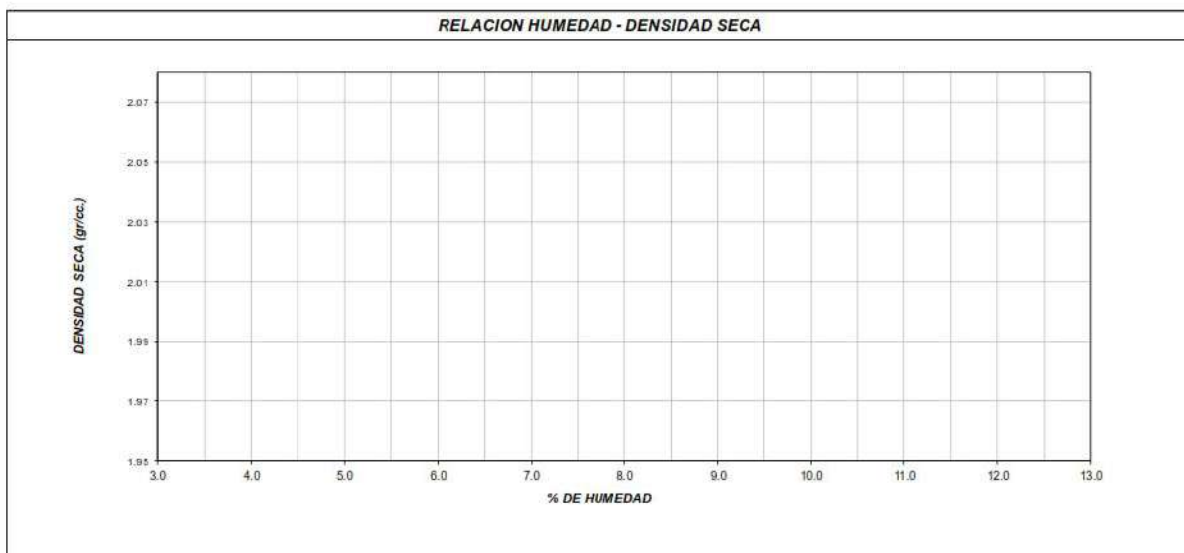
	CARRERA:	INGENIERÍA CIVIL	INSTRUMENTO 3 FACULTAD DE INGENIERÍA
	TESIS:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.	
Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera			
Objetivo: Determinar la capacidad portante de la mezcla seleccionada de material afirmado con bloques de ladrillo pulverizado.			
Fecha:			

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	cm ³
Peso Molde	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.					
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.					
Peso Volumetrico Humedo	gr.					
Recipiente Numero						
Peso de la Tara	gr.					
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.					
Peso Suelo Seco + Tara	gr.					
Peso del agua	gr.					
Peso del suelo seco	gr.					
Contenido de agua	%					
Densidad Seca	gr/cc					


Densidad Máxima Seca:	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	%
------------------------------	----------------------	----------------------------------	---



Fuente: elaboración propia

Validado por:

 Carlos Manuel Segura Pérez INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 32385	 VÍCTOR JOSUE JUSCAMAITA ARTEAGA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 148658	 EMELI ALTAMIRANO PARDO ING. CIVIL R. CIP. 126850
---	--	---

	INSTRUMENTO 4 FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CARRERA:	INGENIERÍA CIVIL
	TESIS:	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.
Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera		
Objetivo: Determinar la capacidad portante de la mezcla seleccionada de material afirmado con bloques de ladrillo pulverizado.		
Fecha:		

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°													
Número de capas													
Número de golpes													
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO			
Peso suelo + molde (gr.)													
Peso molde (gr.)													
Peso suelo compactado (gr.)													
Volumen del molde (cm ³)													
Densidad húmeda (gr./cm ³)													
Densidad Seca (gr./cm ³)													
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)													
Tara + suelo húmedo (gr.)													
Tara + suelo seco (gr.)													
Peso de agua (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)													
Humedad (%)													
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 0				Molde N° 0				Molde N° 0			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025													
0.050													
0.075													
0.100													
0.150													
0.200													
0.300													
0.400													
0.500													

Validado por:






 Carlos Manuel Segura Pérez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 125845


 VICTOR JOSUÉ
 JUSCAMAITA ARTEAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 148658


 EMELI ALTAMIRANO PARDO
 ING. CIVIL
 R. CIP. 126850

	INSTRUMENTO 5 FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.	
Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera Objetivo: Determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, urbanización Santa Luisa, distrito Los Olivos, Lima, Lima. Tramo de la vía urbana: Cuadra N°1 - Jirón San Hernán Fecha:	

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

HORA	SENTIDO DE CARRIL	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		TRAYLER	TOTAL
				PICK UP 	PANEL 	COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	T3S3 	
6:00 am - 7:00 am	D												
	I												
7:00 am - 8:00 am	D												
	I												
8:00 am - 9:00 am	D												
	I												
9:00 am - 10:00 am	D												
	I												
10:00 am - 11:00 am	D												
	I												
11:00 am - 12:00 pm	D												
	I												
12:00 pm - 1:00 pm	D												
	I												
1:00 pm - 2:00 pm	D												
	I												
2:00 pm - 3:00 pm	D												
	I												
3:00 pm - 4:00 pm	D												
	I												
4:00 pm - 5:00 pm	D												
	I												
5:00 pm - 6:00 pm	D												
	I												
TOTAL													

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ENCUESTADOR : Michael Alexander Vilchez Olivera

FIRMA
DNI: 76969505

Validado por:


 Carlos Manuel Sojura Pérez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 32385


 VICTOR JOSUE
 JUSCAMAITA ARTEAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 148658


 EMELI ALTAMIRANO PARDO
 ING. CIVIL
 R. CIP. 126850

	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.	INSTRUMENTO 5 FACULTAD DE INGENIERÍA
Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera Objetivo: Determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, urbanización Santa Luisa, distrito Los Olivos, Lima, Lima. Tramo de la vía urbana: Cuadra N°1 - Jirón San Hernán Fecha:		

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

HORA	SENTIDO DE CARRIL	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TRAYLER 	TOTAL
				PICK UP 	PANEL 	COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 		
6:00 pm - 7:00 pm	D												
	I												
7:00 pm - 8:00 pm	D												
	I												
8:00 pm - 9:00 pm	D												
	I												
9:00 pm - 10:00 pm	D												
	I												
10:00 pm - 11:00 pm	D												
	I												
11:00 pm - 12:00 am	D												
	I												
12:00 am - 1:00 am	D												
	I												
1:00 am - 2:00 am	D												
	I												
2:00 am - 3:00 am	D												
	I												
3:00 am - 4:00 am	D												
	I												
4:00 am - 5:00 am	D												
	I												
5:00 am - 6:00 am	D												
	I												
TOTAL													

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ENCUESTADOR : Michael Alexander Vilchez Olivera

FIRMA
DNE: 76969505

Validado por:


 Carlos Manuel Sagura Pérez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 32385


 VICTOR JOSUE
 JUSCAMAITA ASTEAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 148658


 EMELI ALTAMIRANO PARDO
 ING. CIVIL
 R. CIP. 126850



INSTRUMENTO 5
FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.












Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera

Objetivo: Determinar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos pesados que transitan por el jirón San Hernán, urbanización Santa Luisa, distrito Los Olivos, Lima, Lima.

Tramo de la vía urbana: Cuadra N°1 - Jirón San Hernán

Fecha:

RESULTADOS DE CONTEO VEHICULAR (IMDA)

TIPO DE VEHÍCULO	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TRAYLER	TOTAL
			PICK UP 	PANEL 	COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	T3S3 	
Nº DE VEHÍCULOS POR DÍA												

VEHÍCULOS PESADOS CONSIDERADOS PARA EL DISEÑO	
TIPO	CANTIDAD
CAMION 2E	
TRAYLER T3S3	

Fuente: elaboración propia

ENCUESTADOR : Michael Alexander Vilchez Olivera

FIRMA
DNI: 76969505



Validado por:


Carlos Manuel Segura Pérez
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 32385


VICTOR JOSUE
JUSCAMAITA ASTEGA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 148658


EMELI ALTAMIRANO PARDO
ING. CIVIL
R. CIP. 126850

Anexo 52. Validación de instrumentos (2020).

 		INSTRUMENTO 1 FACULTAD DE INGENIERÍA			
		CARRERA: INGENIERÍA CIVIL TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.			
Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera Material: Fecha:					
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422)					
DATOS DE LA MUESTRA					
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que pasa
			Parcial	Acumulado	
4"	101.600				
3 1/2"	88.900				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
No. 4	4.760				
No. 8	2.360				
No. 10	2.000				
No. 16	1.190				
No. 20	0.834				
No. 30	0.600				
No. 40	0.420				
No. 50	0.300				
No. 60	0.250				
No. 80	0.177				
No. 100	0.149				
No. 200	0.075				
-200	0.000				

Validado por:


 Juan Alberto Cambres M...
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 169290


 SANDOVAL FERNÁNDEZ ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 369397



 Dante Michael Abad Falla
 CIP: 244309
 INGENIERO CIVIL

UCSS

INSTRUMENTO 2
FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRON SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.

Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera

Materia: _____

Fecha: _____

CONTENIDO DE HUMEDAD
(MTC E-108 / ASTM D-2216)

DATOS DE LA MUESTRA

ENSAYO N°	
Recipiente N°	
Tara (gr)	
Tara + muestra húmeda (gr)	
Tara + muestra seca (gr)	
Peso del agua contenida (gr)	
Peso de la muestra seca (gr)	
Contenido de Humedad (%)	
Contenido de Humedad Promedio (%)	

Validado por:


Juan Alberto Calvezas Moreb
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 169790


 ROBERTO FERNANDO ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 REG. SIP. N° 163257


 DANTE MICHAEL ABADE PALLA
 CIP: 244309
 INGENIERO CIVIL

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

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

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	
LIMITE PLASTICO (%)	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	

Validado por:


Juan Alberto Contreras Moreno
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 169290


 SANDOVAL FERNANDEZ ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. No 169297



Dante Michael Abad Palla
 CIP: 244309
 INGENIERO CIVIL

INSTRUMENTO 4
FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.

Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera

Material:

Fecha:

ENSAYO MATERIAL QUE PASA MALLA No. 200

Método ASTM C-117 (MTC E 202)


	TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL MATERIAL	4.76 mm
A	PESO INICIAL DEL MATERIAL SECO SIN LAVAR	gr
B	PESO DEL MATERIAL LAVADO	gr
C	PESO DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (A-B)	gr
D	PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (C*100/A)	%
E	ESPECIFICACIÓN	
F	CUMPLE CON LA ESPECIFICACIÓN?	15 % máximo

Validado por:


Juan Alberto Cuavetas Morúa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 149290


 GABRIEL FERNANDEZ ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 14189287


 Dante Michael Abad Fialta
 CIP. 244309
 INGENIERO CIVIL



UCSS

INSTRUMENTO 5
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.

Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera

Material:

Fecha:

**CONTENIDO DE SALES SOLUBLES
(NORMA MTC E-219)**


MUESTRA:	(g)
(1) Peso de matraz	(g)
(2) Peso de matraz + agua + sal	(g)
(3) Peso de matraz + sal	(g)
(4) Peso de sal (3-1)	(g)
(5) Peso de agua (2-3)	(g)
(6) Porcentaje de sales (4/5*100)	(%)
(7) Cantidad de sales ppm (6*10000)	(ppm)

Validado por:


Juan Alberto Cordero Moreno
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 159290


 SALVADOR FERRANDEZ ESPINOSA
 INGENIERO CIVIL
 R.O.C. CIP. N°169297


 DANTE MICHAEL ABADE PACHA
 CIP: 244309
 INGENIERO CIVIL

 <p>INSTRUMENTO 6 FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA: INGENIERÍA CIVIL TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.</p>	
Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera Material: Fecha:	
Tipo ensayo	Materia orgánica en arena Método: ASTM C-140 (MTC E 213)
cualitativo	Resultado


Validado por:


Juan Alberto Contreras Moreno
INGENIERO CIVIL
CIP. 169290


Daniel Espinoza
INGENIERO CIVIL
PREG. CIP. N° 159287



Daniel Michael Abad Palta
CIP: 244309
INGENIERO CIVIL



UCSS

INSTRUMENTO 7

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECTIFICABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL BARRIO SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LDMA - 2019.

Material: Bachiller-Michael Alexander Vilchez Obvera
Fecha:

DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS, ALARGADAS Y PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO
MTC E 223 (ASTM D - 4791)

TAMIZ (mm)	MATERIAL Absoluta (mm)	AGREGADO GRUESO		PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTICULAS NI CHATAS NI ALARGADAS	
		PESO (A) (g)	RETENCION (C) (%)	PASA (%)	PESO (E) (g)	PESO (F) (g)	PESO (G) (g)	PESO (H) (g)	PESO (I) (g)	PESO (J) (g)	
3"	76,200										
2"	50,800										
1 1/2"	38,100										
1"	25,400										
3/4"	19,050										
1/2"	12,700										
3/8"	8,750										
1/4"	6,350										
Nº 04	4,760										
Peso Total de la Muestra (B)											
Peso de la Muestra de Ensayo (D) (Retenido acumulado en 3.8")											

RESULTADOS (Promedio Ponderado)

PARTICULAS CHATAS	
PARTICULAS ALARGADAS	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	
PARTICULAS NI CHATAS NI ALARGADAS	


Relacion Dimensional: 1 : 3

$$\text{Partículas Chatas y Alargadas } (\%) = \left[\left(\frac{E}{A} \times 100 \right) + \left(\frac{D}{B} \times 100 \right) \right] / 100$$

Donde:


- A: Peso retenido en cada tamiz
- B: Peso Total de la Muestra Agregado Granular
- C: % Retenido en la muestra total
- D: Peso de la Muestra de Ensayo (Retenido 3.8")

Validado por:





Juan Alberto Contreras Morán
INGENIERO CIVIL
CIP. 169290

Validado por:



Dante Michael Abad Falta
INGENIERO CIVIL
CIP. 244309
INGENIERO CIVIL

INSTRUMENTO 8
FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
 TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.

Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera
 Material:
 Fecha:

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS
ASTM D 5821 - Norma MTC E- 210

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C*D)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
TOTAL						

Porcentaje con una Cara Fracturada (E/D) % TOTAL %

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C*D)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
TOTAL						

Porcentaje con dos o más Caras Fracturadas (E/D) % TOTAL %

Porcentaje con una o más Caras Fracturadas TOTAL %

A	Peso de Muestra
B	Peso del Material con Cara Fracturada
C	% de Caras Fracturadas
D	% Retenido Parcial Gradacion Original
E	Promedio de Caras Fracturadas


Validado por:


 Juan Alberto Contreras Norero
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 169290


 SANDOVAL FERNANDEZ ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 169297



 Dante Michael Abad Falla
 CIP: 244309
 INGENIERO CIVIL



UCSS

INSTRUMENTO 9
FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
TESIS:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.

Bachiller: Michael Alexander Vilchez Oliveira
Material:
Fecha:

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Muestra N° 1	Diámetro Molde Método	DATOS DE LA MUESTRA		volumen molde peso molde	m ³ gr.	N° de capas N° de golpes
		1	2			
ENSAYOS N°						
Peso Suelo + Molde		gr.				
Peso Suelo Humedo Compactado		gr.				
Peso Volumétrico Humedo		gr.				
Receptivo Numero						
Peso Suelo Humedo + Tara		gr.				
Peso Suelo Seco + Tara		gr.				
Tara		gr.				
Peso del agua		gr.				
Peso del Suelo Seco		gr.				
Contenido de agua		%				
Densidad Seca del Suelo		gr/cc				
RESULTADOS						
Densidad Máxima Seca		(gr/cm ³)				Humedad óptima (%)



Juan Alberto Cacerenas Moreno
INGENIERO CIVIL
CIP. 169390



Daniel Michael Abad Padin
INGENIERO CIVIL
CIP. 244309

INSTRUMENTO 11
FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL JIRÓN SAN HERNÁN, LOS OLIVOS, LIMA - 2019.

Bachiller: Michael Alexander Vilchez Olivera

Material: _____

Fecha: _____

ABRASION LOS ANGELES
(MTC E-207 / NTP 400.019, 400.020)

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
		A	B	C	D	A	B	C	D
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ								
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10						
1/2"	3/8"	1251 ± 10	2500 ± 10						
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	N° 4			2500 ± 10					
N° 4	N° 8								
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10				
N° de Esferas		12	11	8	6				
Peso de las Esferas (C/U)		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445				
		Peso Retenido en la malla N° 12 (gr.)							
		Peso que pasa en la malla N° 12 (gr.)							
		% Desgale							

Validado por:

Juan Alberto Contreras Moreno
INGENIERO CIVIL
CSP. 169290

Donat Michael Abad Pantoja
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 182287



Anexo 53. Análisis de precios unitarios - pavimento normal – jirón San Hernán (2020).

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	0203003	PAVIMENTACION JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA				Fecha presupuesto	26/11/2020
Subpresupuesto	001	JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA					
Partida	01.01	CARTEL DE OBRA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : und			1,684.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	16.0000	22.94	367.04	
0101010005	PEON	hh	2.0000	32.0000	16.39	524.48	
						891.52	
	Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		0.1920	30.00	5.76	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.3400	22.00	29.48	
0218020001	PERNO HEXAGONAL	und		9.0000	1.10	9.90	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		54.2700	8.50	461.30	
02310500010003	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und		3.0000	20.00	60.00	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		1.0000	40.00	40.00	
						606.44	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	891.52	26.75	
0301220001	CAMION PLATAFORMA	km		1.0000	160.00	160.00	
						186.75	
Partida	01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			8,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0203010006	VIAJE TERRESTRE	vje		2.0000	1,000.00	2,000.00	
02030100060002	VIAJE TERRESTRE DE IDA (EN CAMA BAJA)	vje		2.0000	3,000.00	6,000.00	
						8,000.00	
Partida	01.03	CONTENEDOR DE ALMACEN					
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			2,400.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
03013500010008	CONTENEDOR DE ALMACENES	dia	60.0000	60.0000	40.00	2,400.00	
						2,400.00	
Partida	01.04	BAÑO QUIMICO					
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			6,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0247180001	BAÑO QUIMICO	und		2.0000	3,000.00	6,000.00	
						6,000.00	
Partida	02.01	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			1,830.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
0306010001	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	est		1.0000	1,830.00	1,830.00	
						1,830.00	
Partida	02.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			590.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
0306010002	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA	est		1.0000	590.00	590.00	
						590.00	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203003 PAVIMENTACION JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA
 Subpresupuesto 001 JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA Fecha presupuesto 26/11/2020

Partida	03.03	CORTE DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE CON DISCO						
Rendimiento	m/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : ml			0.99	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	22.94	0.46		
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.0050	16.39	0.08		
						0.54		
	Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0100	9.00	0.09		
						0.09		
	Equipos							
0301000017	CORTADORA DE CONCRETO, INCLUYE DISCO	hm	1.0000	0.0200	17.00	0.34		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.54	0.02		
						0.36		
Partida	04.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO DE 2"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : m2			3.07	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	0.0200	18.14	0.36		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0400	16.39	0.66		
						1.02		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.02	0.05		
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	2.0000	0.0100	200.00	2.00		
						2.05		
Partida	04.02	CORTE DE TERRENO CON MAQUINARIA HASTA NIVEL DE SUB RASANTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m3			7.61	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0040	24.38	0.10		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	22.94	0.46		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0400	18.14	0.73		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0400	16.39	0.66		
						1.95		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.95	0.06		
03011800020003	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6D	hm	1.0000	0.0200	280.00	5.60		
						5.66		
Partida	04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DP=25Km.						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 720.0000	EQ. 720.0000	Costo unitario directo por : m3			29.67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0222	18.14	0.40		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0222	16.39	0.36		
						0.76		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.76	0.02		
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	1.0000	0.0111	200.00	2.22		
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	8.0000	0.0889	300.00	26.67		
						28.91		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203003 PAVIMENTACION JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA
 Subpresupuesto 001 JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA Fecha presupuesto 26/11/2020

Partida 04.04 NIVELACION DE BUZONES EXISTENTES

Rendimiento und/DIA MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : und 209.73

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	22.94	45.88
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	1.0000	18.14	18.14
0101010005	PEON	hh	2.0000	4.0000	16.39	65.56
						129.58
Materiales						
0207030002	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.1100	50.00	5.50
0207030003	ARENA GRUESA	m3		0.1100	40.00	4.40
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	9.00	0.05
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.0000	22.00	44.00
0240180006	ACERO CORRUGADO Fy 4200kg/cm2 Grado 60	kg		10.0000	2.62	26.20
						80.15

Partida 05.01 CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE

Rendimiento m2/DIA MO. 1,450.0000 EQ. 1,450.0000 Costo unitario directo por : m2 3.14

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0110	22.94	0.25
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0110	18.14	0.20
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0110	16.39	0.18
						0.63
Materiales						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0250	9.00	0.23
						0.23
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.63	0.02
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	día	1.0000	0.0007	80.00	0.06
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0055	220.00	1.21
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0055	180.00	0.99
						2.28

Partida 05.02 SUB-BASE GRANULAR e=0.30 m

Rendimiento m2/DIA MO. 1,600.0000 EQ. 1,600.0000 Costo unitario directo por : m2 23.52

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0010	24.38	0.02
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	0.0200	22.94	0.46
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	0.0200	18.14	0.36
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0400	16.39	0.66
						1.50
Materiales						
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		0.3750	40.00	15.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	9.00	0.14
						15.14
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.50	0.08
03010400030002	MOTOBOMBA 3" (7 HP)	día	2.0000	0.0013	80.00	0.10
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	2.0000	0.0100	220.00	2.20
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	2.0000	0.0100	180.00	1.80
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	3.0000	0.0150	180.00	2.70
						6.88

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203003 PAVIMENTACION JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA
 Subpresupuesto 001 JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA Fecha presupuesto 26/11/2020

Partida	06.03	SARDINELES SUMERGIDOS F'c=210 kg/cm2 0.20x0.60m					
Rendimiento	ml/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : ml			44.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	0.1280	22.94	2.94	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.14	0.58	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1280	16.39	2.10	
5.62							
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.1250	12.00	1.50	
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-lm3			0.1320	280.00	36.96	
38.46							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.62	0.17	
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	1.0000	0.0040	50.00	0.20	
0.37							
Partida	07.01	SEÑALIZACIÓN DE LINEA CONTINUA E=0.10m					
Rendimiento	ml/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : ml			6.84
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0320	22.94	0.73	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0640	16.39	1.05	
1.78							
Materiales							
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.0600	50.76	3.05	
0240080015	SOLVENTE DE PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0700	13.80	0.97	
0240180005	MICROESFERAS DE VIDRIO DROP-ON	kg		0.0300	4.41	0.13	
4.15							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.78	0.05	
0301010043	EQUIPO DE PINTURA PARA TRAFICO	hm	2.0000	0.0320	26.88	0.86	
0.91							
Partida	07.02	SEÑALIZACIÓN DE LINEAS DISCONTINUAS E=0.10m					
Rendimiento	ml/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : ml			10.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	22.94	1.84	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1600	16.39	2.62	
4.46							
Materiales							
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.0600	50.76	3.05	
0240080015	SOLVENTE DE PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0700	13.80	0.97	
0240180005	MICROESFERAS DE VIDRIO DROP-ON	kg		0.0300	4.41	0.13	
4.15							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.46	0.13	
0301010043	EQUIPO DE PINTURA PARA TRAFICO	hm	2.0000	0.0800	26.88	2.15	
2.28							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203003 PAVIMENTACION JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA
 Subpresupuesto 001 JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA Fecha presupuesto 26/11/2020

Partida 07.03 SENALIZACIÓN CRUCES PEATONALES							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2			23.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	22.94	4.59	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.6000	16.39	9.83	
							14.42
Materiales							
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.1200	50.76	6.09	
02400800150001	SOLVENTE XILOL	gal		0.0500	13.80	0.69	
0240180005	MICROESFERAS DE VIDRIO DROP-ON	kg		0.1500	4.41	0.66	
							7.44
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.42	0.43	
0301120004	EQUIPO APLICADOR DE TERMOPLASTICO	hm	2.0000	0.2000	7.50	1.50	
							1.93
Partida 07.04 PINTURA EN SARDINELES							
Rendimiento	ml/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : ml			13.61
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	5.0000	0.1000	22.94	2.29	
0101010005	PEON	hh	10.0000	0.2000	16.39	3.28	
							5.57
Materiales							
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.1250	50.76	6.35	
0240080015	SOLVENTE DE PINTURA DE TRAFICO	gal		0.1000	13.80	1.38	
02400800150001	SOLVENTE XILOL	gal		0.0100	13.80	0.14	
							7.87
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.57	0.17	
							0.17
Partida 08.01 LIMPIEZA FINAL DE OBRA							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,200.0000	EQ. 3,200.0000	Costo unitario directo por : m2			0.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0050	16.39	0.08	
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.0000	0.0025	22.94	0.06	
							0.14
Equipos							
0301050005	BARREDORA MECANICA	hm	1.0000	0.0025	10.00	0.03	
							0.03

**Anexo 54. Análisis de precios unitarios - pavimento propuesto – jirón San Hernán
(2020).**

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0203004	PROPUESTA DE PAVIMENTO JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA						
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN - JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA					Fecha presupuesto	26/11/2020
Partida	01.01	CARTEL DE OBRA						
Rendimiento	und/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : und			1,684.71	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	16.0000	22.94	367.04		
0101010005	PEON	hh	2.0000	32.0000	16.39	524.48		
						891.52		
	Materiales							
0207030001	HORMIGON	m3		0.1920	30.00	5.76		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.3400	22.00	29.48		
0218020001	PERNO HEXAGONAL	und		9.0000	1.10	9.90		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		54.2700	8.50	461.30		
02310500010003	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und		3.0000	20.00	60.00		
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		1.0000	40.00	40.00		
						606.44		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	891.52	26.75		
0301220001	CAMION PLATAFORMA	km		1.0000	160.00	160.00		
						186.75		
Partida	01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			8,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
0203010006	VIAJE TERRESTRE	vje		2.0000	1,000.00	2,000.00		
02030100060002	VIAJE TERRESTRE DE IDA (EN CAMA BAJA)	vje		2.0000	3,000.00	6,000.00		
						8,000.00		
Partida	01.03	CONTENEDOR DE ALMACEN						
Rendimiento	mes/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : mes			2,400.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Equipos							
03013500010008	CONTENEDOR DE ALMACENES	dia		60.0000	40.00	2,400.00		
						2,400.00		
Partida	01.04	BAÑO QUIMICO						
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			6,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
0247180001	BAÑO QUIMICO	und		2.0000	3,000.00	6,000.00		
						6,000.00		
Partida	02.01	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			1,830.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Equipos							
0306010001	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	est		1.0000	1,830.00	1,830.00		
						1,830.00		
Partida	02.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			590.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Equipos							
0306010002	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA	est		1.0000	590.00	590.00		
						590.00		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	PROPUESTA DE PAVIMENTO JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA		Fecha presupuesto	26/11/2020		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN - JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA					
Partida	02.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			800.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0306010003	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	est		1.0000	800.00	800.00	800.00
Partida	02.04	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIA, SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			1,911.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0306010004	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIA, SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	est		1.0000	1,911.00	1,911.00	1,911.00
Partida	03.01	NIVEL, TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,500.0000	EQ. 3,500.0000	Costo unitario directo por : m2			0.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0091	16.39	0.15	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0023	22.94	0.05	0.20
	Materiales						
0213010002	YESO EN BOLSAS DE 18 KG	bol		0.0050	17.78	0.09	
0240180006	ACERO CORRUGADO Fy 4200kg/cm2 Grado 60	kg		0.0139	2.62	0.04	
0247180002	CORDEL GRUESO (ROLLO DE 200m)	und		0.0010	31.36	0.03	0.16
	Equipos						
0301000016	ESTACIÓN TOTAL CON EQUIPOS Y ACCESORIOS	hm	1.0000	0.0023	15.00	0.03	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.20	0.01	0.04
Partida	03.02	NIVEL, TRAZO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2			1.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	16.39	0.52	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	22.94	0.37	0.89
	Materiales						
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.2000	2.50	0.50	
0247180002	CORDEL GRUESO (ROLLO DE 200m)	und		0.0010	31.36	0.03	0.53
	Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0160	9.00	0.14	
0301000014	MIRAS	dia	1.0000	0.0020	32.00	0.06	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.89	0.03	0.23

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203004 PROPUESTA DE PAVIMENTO JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN - JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA Fecha presupuesto 26/11/2020

Partida	04.04	NIVELACION DE BUZONES EXISTENTES						
Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : und			209.73	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	22.94	45.88		
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	1.0000	18.14	18.14		
0101010005	PEON	hh	2.0000	4.0000	16.39	65.56		
							129.58	
Materiales								
0207030002	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.1100	50.00	5.50		
0207030003	ARENA GRUESA	m3		0.1100	40.00	4.40		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	9.00	0.05		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.0000	22.00	44.00		
0240180006	ACERO CORRUGADO Fy 4200kg/cm2 Grado 60	kg		10.0000	2.62	26.20		
							80.15	
Partida	05.01	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,450.0000	EQ. 1,450.0000	Costo unitario directo por : m2			3.14	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0110	22.94	0.25		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0110	18.14	0.20		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0110	16.39	0.18		
							0.63	
Materiales								
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0250	9.00	0.23		
							0.23	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.63	0.02		
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	dia	1.0000	0.0007	80.00	0.06		
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0055	220.00	1.21		
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0055	180.00	0.99		
							2.28	
Partida	05.02	SUB-BASE GRANULAR e=0.30 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : m2			19.75	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0010	24.38	0.02		
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	0.0200	22.94	0.46		
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	0.0200	18.14	0.36		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0400	16.39	0.66		
							1.50	
Materiales								
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		0.1864	40.00	7.46		
0207040002	BLOQUES DE LADRILLO PULVERIZADO	m3		0.1886	20.00	3.77		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	9.00	0.14		
							11.37	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.50	0.08		
03010400030002	MOTOBOMBA 3" (7 HP)	dia	2.0000	0.0013	80.00	0.10		
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	2.0000	0.0100	220.00	2.20		
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	2.0000	0.0100	180.00	1.80		
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	3.0000	0.0150	180.00	2.70		
							6.88	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203004 PROPUESTA DE PAVIMENTO JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCION - JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA Fecha presupuesto 26/11/2020

Partida	05.03 BASE GRANULAR e=0.30 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,100.0000	EQ. 1,100.0000	Costo unitario directo por : m2			23.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0015	24.38	0.04	
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	0.0291	22.94	0.67	
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	0.0291	18.14	0.53	
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0582	16.39	0.95	
							2.19
Materiales							
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		0.1864	40.00	7.46	
0207040002	BLOQUES DE LADRILLO PULVERIZADO	m3		0.1886	20.00	3.77	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	9.00	0.14	
							11.37
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.19	0.11	
03010400030002	MOTOBOMBA 3" (7 HP)	dia	2.0000	0.0018	80.00	0.14	
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	2.0000	0.0145	220.00	3.19	
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	2.0000	0.0145	180.00	2.61	
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	3.0000	0.0218	180.00	3.92	
							9.97
Partida	05.04 IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			6.07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0008	24.38	0.02	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0080	22.94	0.18	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0080	16.39	0.13	
							0.33
Materiales							
0201040002	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0200	6.00	0.12	
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		0.3200	14.30	4.58	
							4.70
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.33	0.02	
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	1.0000	0.0040	174.00	0.70	
03013900050001	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.	hm	1.0000	0.0040	80.00	0.32	
							1.04
Partida	05.05 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 760.0000	EQ. 760.0000	Costo unitario directo por : m2			32.52
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0021	24.38	0.05	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0211	22.94	0.48	
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0842	16.39	1.38	
							1.91
Materiales							
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.0600	410.50	24.63	
							24.63
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.91	0.10	
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	1.0000	0.0105	220.00	2.31	
0301190003	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T	hm	1.0000	0.0105	160.00	1.68	
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0105	180.00	1.89	
							5.98

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203004 PROPUESTA DE PAVIMENTO JR. SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLABLE DE LA CONSTRUCCIÓN - JR. Fecha presupuesto 26/11/2020
 SAN HERNAN, URB. SANTA LUISA II ETAPA, DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA - LIMA

Partida	07.03	SEÑALIZACION CRUCES PEATONALES						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000			Costo unitario directo por : m2		23.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	22.94	4.59		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.6000	16.39	9.83		
						14.42		
	Materiales							
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.1200	50.76	6.09		
02400800150001	SOLVENTE XILOL	gal		0.0500	13.80	0.69		
0240180005	MICROESFERAS DE VIDRIO DROP-ON	kg		0.1500	4.41	0.66		
						7.44		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.42	0.43		
0301120004	EQUIPO APLICADOR DE TERMOPLASTICO	hm	2.0000	0.2000	7.50	1.50		
						1.93		
Partida	07.04	PINTURA EN SARDINELES						
Rendimiento	ml/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000			Costo unitario directo por : ml		13.61
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	5.0000	0.1000	22.94	2.29		
0101010005	PEON	hh	10.0000	0.2000	16.39	3.28		
						5.57		
	Materiales							
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.1250	50.76	6.35		
0240080015	SOLVENTE DE PINTURA DE TRAFICO	gal		0.1000	13.80	1.38		
02400800150001	SOLVENTE XILOL	gal		0.0100	13.80	0.14		
						7.87		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.57	0.17		
						0.17		
Partida	08.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,200.0000	EQ. 3,200.0000			Costo unitario directo por : m2		0.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0050	16.39	0.08		
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.0000	0.0025	22.94	0.06		
						0.14		
	Equipos							
0301050005	BARREDORA MECANICA	hm	1.0000	0.0025	10.00	0.03		
						0.03		

**Anexo 55. Cuestionario entrevista realizado a un ingeniero civil residente de obra
(2020).**

Cuestionario

Fecha: 03/03/20

Nombre del Entrevistado: YONNIS GREGORIO MANTOZA SUAREZ

Empresa o Comunidad: JOYMO BILIMA BONAVENTURA.

Objetivo: Determinar la cantidad de material reciclable de bloques de ladrillo.

Preguntas:

1. ¿Qué cantidad o porcentaje de bloques de ladrillo son desechados como residuos?

20 %

2. ¿Qué hacen con los residuos de bloques de ladrillo que sobran de la construcción?

SE ELIMINA COMO DESMONTE.

3. ¿Dónde acopian los residuos de bloques de ladrillo?

EN OBRA Y LUEGO AL ELIMINANDO A
RELLENOS SANITARIOS

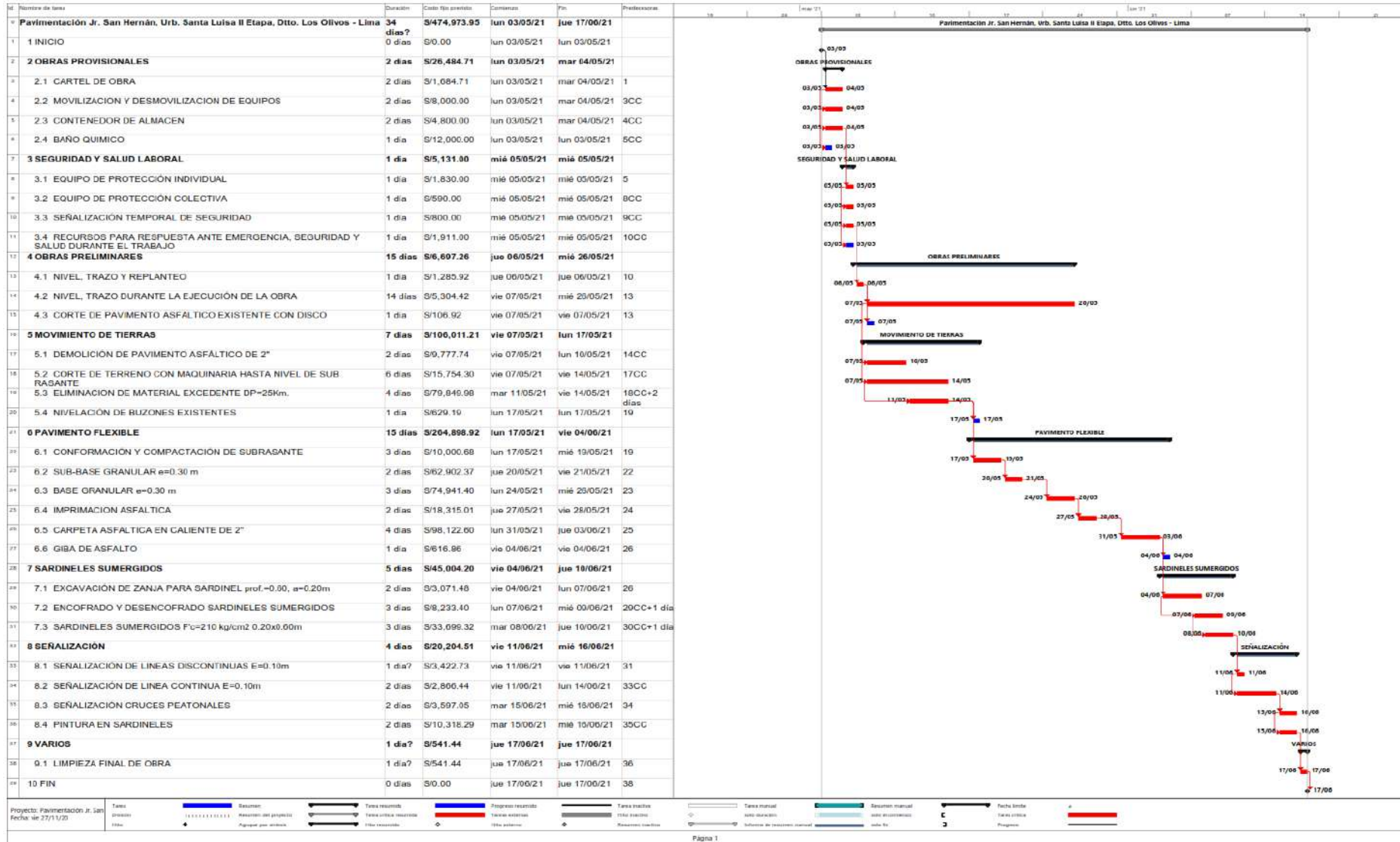
4. ¿Cuánto paga por tonelada o metro cubico para desalojar el material sobrante como
residuos de la construcción?

350 por $20,00 \text{ m}^3$. el metro^3 ESTARIA 17,50 SOLES

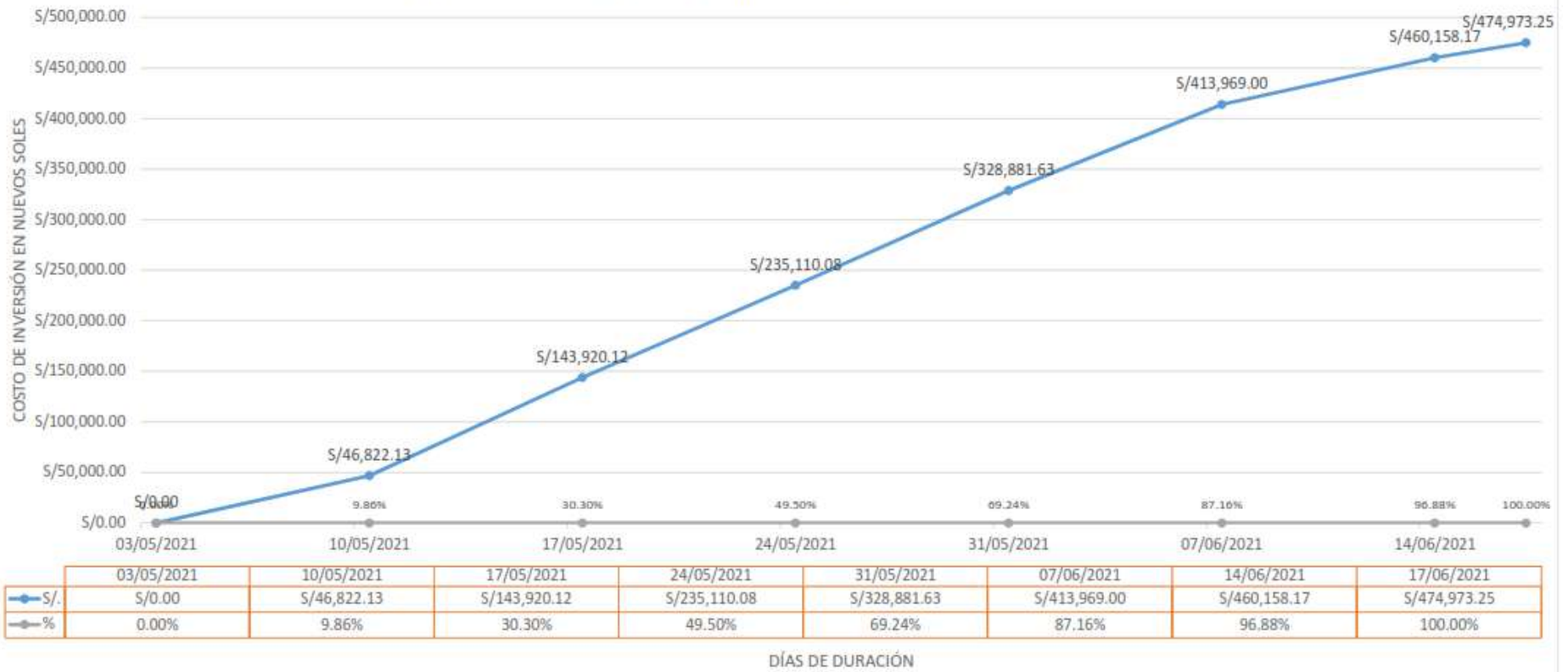
5. ¿Estaría usted dispuesto a formar alianza o estrategia para el desalojo de los bloques de
ladrillo?

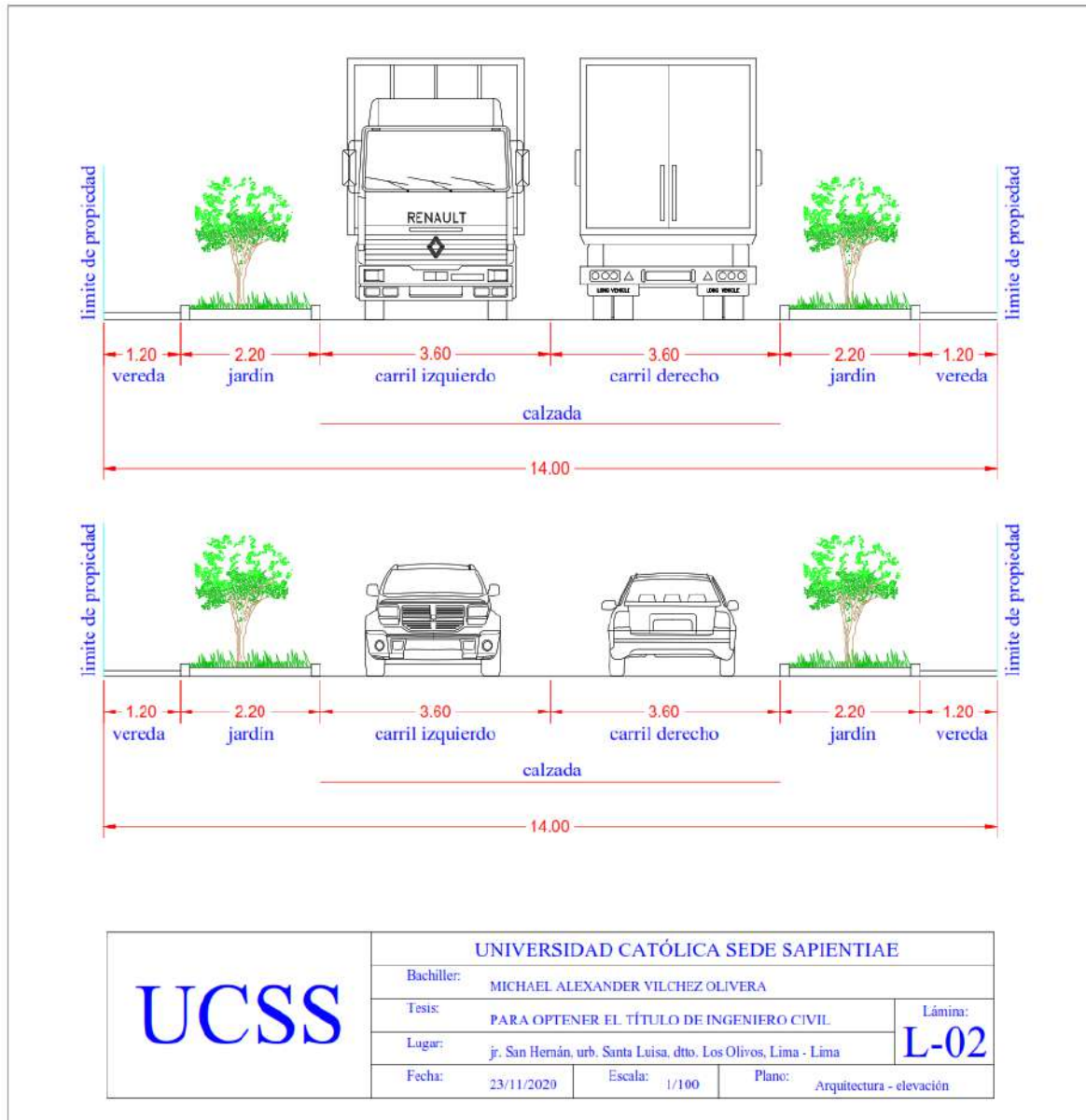
Si.

Anexo 56. Cronograma de ejecución y curva S de avance programado – pavimentación jirón San Hernán.

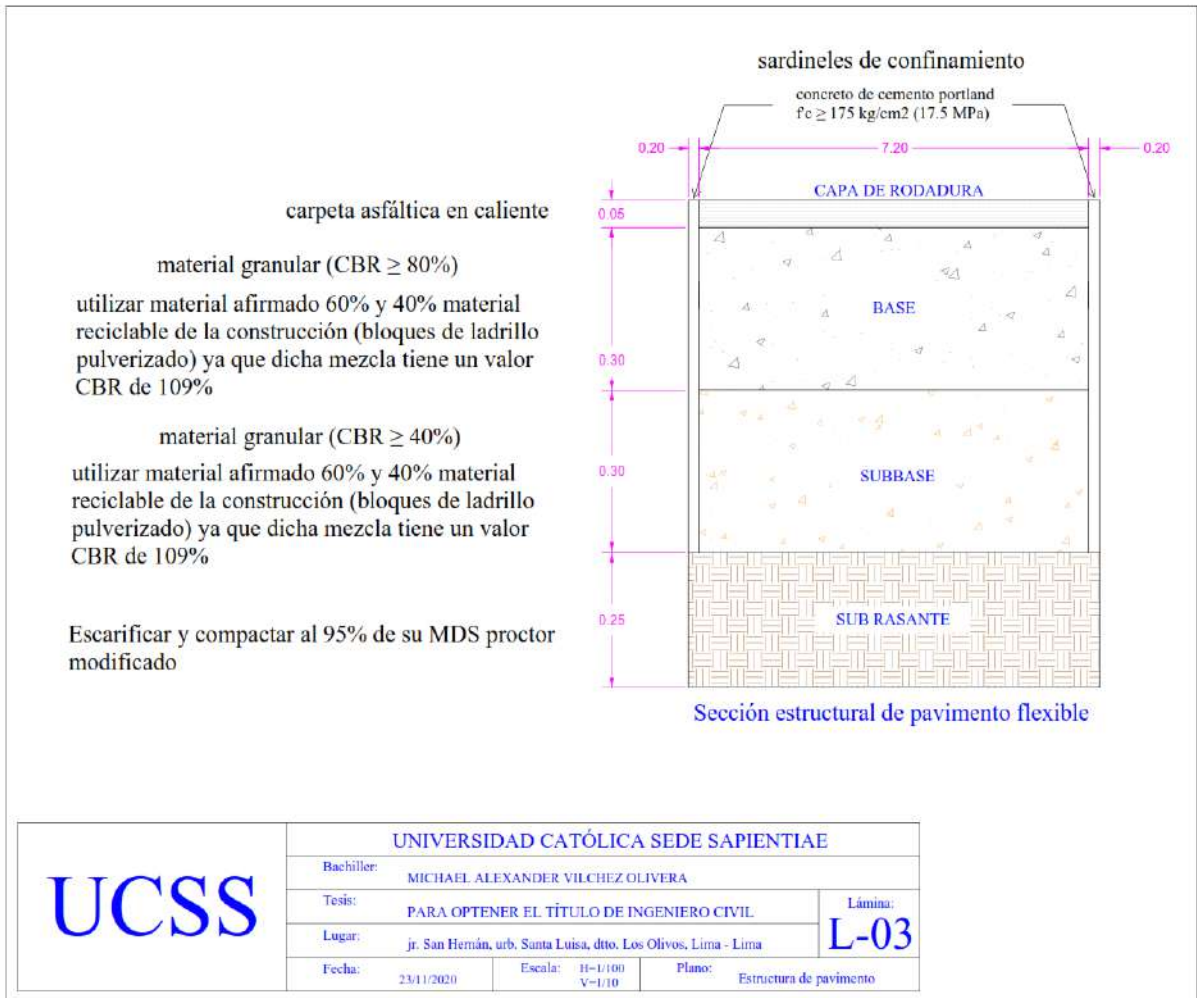


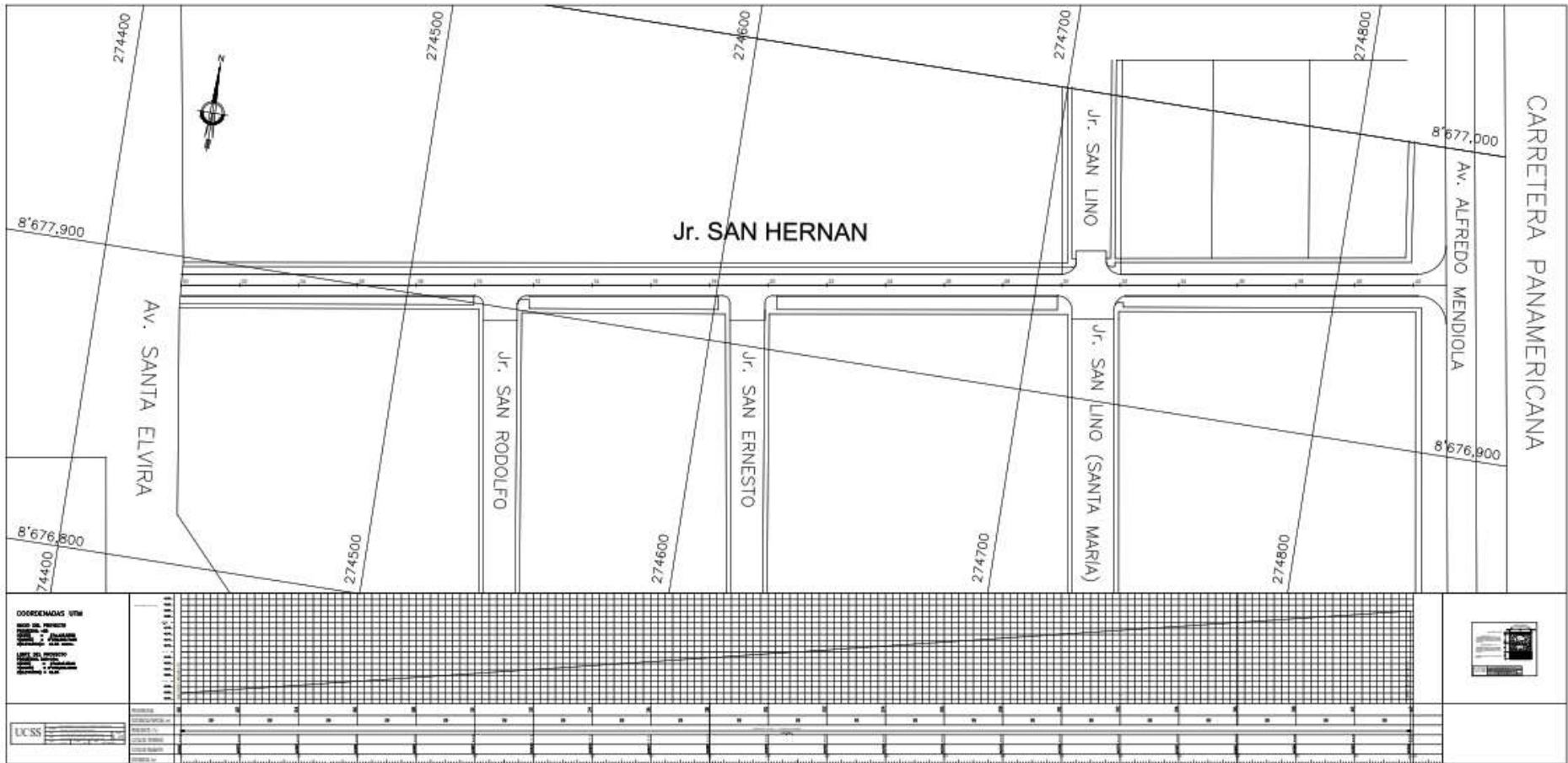
CURVA S DE AVANCE PROGRAMADO (costo directo)
Pavimentación Jr. San Hernán Urb. Santa Luisa II Etapa, Los Olivos - Lima - Lima





UCSS	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDE SAPIENTIAE		
	Bachiller: MICHAEL ALEXANDER VILCHEZ OLIVERA		
	Tests: PARA OPTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL		Lámina:
	Lugar: jr. San Hernán, urb. Santa Luisa, dpto. Los Olivos, Lima - Lima		L-02
	Fecha: 23/11/2020	Escala: 1/100	Plano: Arquitectura - elevación





PLANTA PERFIL