

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA
COMPRENDIDA ENTRE LOS DISTRITOS DE FERREÑAFE
Y MESONES MURO, 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

DEYSI SOLEDAD CAJO GOMEZ

ASESOR

CARLOS RAFAEL TAFUR JIMÉNEZ

<https://orcid.org/0000-0003-0119-8234>

Chiclayo, 2021

**EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA
COMPRENDIDA ENTRE LOS DISTRITOS DE FERREÑAFE
Y MESONES MURO, 2020**

PRESENTADA POR:

DEYSI SOLEDAD CAJO GOMEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Héctor Augusto Gamarra Uceda
PRESIDENTE

Luis Quiroz Quiñones
SECRETARIO

Carlos Rafael Tafur Jiménez
VOCAL

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a la mujer que amo tanto y me llena de orgullo, mi madre Carmen, por ser la razón de mi esfuerzo y superación diaria, por la paciencia y confianza depositada en mí en el desarrollo de la tesis y a lo largo de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la sabiduría y fortaleza necesaria para no desistir en el logro de mis objetivos.

A mis padres, Carmen y Mario, por el apoyo incondicional y las palabras de aliento en todo el proceso de la investigación y de la carrera.

A mis hermanos, Gabriela y Cesar, por el cariño y la compañía ofrecidas en largas noches de estudio.

A mi asesor por todos los conocimientos impartidos.

ÍNDICE

RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes del problema	16
2.2. Bases Teórico Científicas.....	18
2.2.1. Pavimentos	18
2.2.2. Estudio de tráfico	20
2.2.3. Evaluación superficial	23
2.2.3.1. Pavement Condition Index (PCI) – ASTM D6433	23
2.2.3.1.1 Factores Evaluados	24
2.2.3.1.2 Muestreo y unidades de muestra	26
2.2.3.1.3 Daños superficiales.....	28
2.2.3.1.4 Cálculo del PCI.....	41
2.2.3.1.5 Intervención de acuerdo al PCI	43
2.2.4. Evaluación estructural	44
2.2.4.1. Suelos.....	44
2.2.4.2. Caracterización de la subrasante	44
2.2.4.3. Descripción de suelos	45
2.2.4.4. Ensayo de laboratorio	53
2.2.4.5. Ensayos especiales	55
III. MATERIALES Y MÉTODOS	58
a. Tipo y nivel de investigación	58
b. Diseño de investigación	58

c.	Población, muestra, muestreo.....	58
d.	Criterios de selección	60
e.	Operacionalización de variables.....	60
f.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
g.	Procedimientos	62
h.	Plan de procesamiento y análisis de datos	64
i.	Matriz de consistencia.....	65
j.	Consideraciones éticas	65
IV.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	67
4.1.	Datos generales de la carretera en estudio	67
4.1.1.	Ubicación de la carretera.....	67
4.1.2.	Clasificación de la carretera	67
4.1.3.	Características de la carretera.....	67
4.2.	Estudio de tráfico de la carretera Ferreñafe – Mesones muro.....	67
4.3.	Evaluación superficial.....	68
4.3.1.	Identificación de fallas	68
4.3.1.1.	Resultado de la Unidad de Muestra (U1).....	69
4.3.1.2.	Resultado de la Unidad de Muestra (U6).....	69
4.3.1.3.	Resultado de la Unidad de Muestra (U11).....	70
4.3.1.4.	Resultado de la Unidad de Muestra (U16).....	71
4.3.1.5.	Resultado de la Unidad de Muestra (U21).....	72
4.3.1.6.	Resultado de la Unidad de Muestra (U26).....	73
4.3.1.7.	Resultado de la Unidad de Muestra (U36).....	74
4.3.1.8.	Resultado de la Unidad de Muestra (U41).....	74
4.3.1.9.	Resultado de la Unidad de Muestra (U56).....	75

4.3.1.10.	Resultado de la Unidad de Muestra (U61)	76
4.3.1.11.	Resultado de la Unidad de Muestra (U66)	76
4.3.1.12.	Resultado de la Unidad de Muestra (U71)	77
4.3.1.13.	Resultado de la Unidad de Muestra (U76)	78
4.3.1.14.	Resultado de la Unidad de Muestra (U81)	78
4.3.1.15.	Resultado de la Unidad de Muestra (U86)	79
4.3.1.16.	Resultado de la Unidad de Muestra (U91)	79
4.3.1.17.	Resultado de la Unidad de Muestra (U96)	80
4.3.1.18.	Resultado de la Unidad de Muestra (U101)	81
4.3.1.19.	Resultado de la Unidad de Muestra (U106)	81
4.3.1.20.	Resultado de la Unidad de Muestra (U111)	82
4.3.1.21.	Resultado de la Unidad de Muestra (U116)	82
4.3.1.22.	Resultado de la Unidad de Muestra (U121)	83
4.3.1.23.	Resultado de la Unidad de Muestra (U126)	83
4.3.1.24.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U12).....	84
4.3.1.25.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U13).....	84
4.3.1.26.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U19).....	85
4.3.1.27.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U38).....	86
4.3.1.28.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U39).....	86
4.3.1.29.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U49).....	87
4.3.1.30.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U67).....	88
4.3.1.31.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U78).....	88
4.3.1.32.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U83).....	89
4.3.1.33.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U98).....	90
4.3.1.34.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U112).....	90

4.3.1.35.	Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U128).....	91
4.3.2.	Toda la sección.....	92
4.4.	Aplicación del método PCI en el tramo de estudio.....	94
4.4.1.	Valor PCI por unidad de muestra.....	94
4.4.2.	Valor PCI en la sección.....	95
4.5.	Evaluación estructural.....	97
4.5.1.	Ubicación del registro exploratorio.....	97
4.5.2.	Ensayos de laboratorio.....	98
4.5.2.1.	Análisis granulométrico por tamizado.....	98
4.5.2.2.	Límites de Atterberg.....	99
4.5.2.3.	Clasificación de suelos.....	100
4.5.2.4.	Contenido de humedad.....	101
4.5.2.5.	Contenido de sales solubles.....	102
4.5.2.6.	Proctor modificado.....	102
4.5.2.7.	CBR.....	103
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	105
VI.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	110
VII.	CONCLUSIONES.....	113
VIII.	RECOMENDACIONES.....	115
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
X.	ANEXOS.....	118

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Factores de Distribución Direccional y de Carril.....	21
Tabla 2. Factores de crecimiento para cálculo de EE.	22
Tabla 3. Relación de Cargas por eje para determinar EE.....	23
Tabla 4. Clases de daños	25
Tabla 5. Longitudes de unidades de muestreo	26
Tabla 6. Profundidad de huecos	36
Tabla 7. Tipo de intervención	43
Tabla 8. Número de calicatas para la exploración de suelos.....	44
Tabla 9. Número de ensayos Mr y CBR	45
Tabla 10. Perfil de calicatas - Clasificación AASHTO.....	46
Tabla 11. Perfil de calicatas - Clasificación SUCS.....	46
Tabla 12. Clasificación de suelos según tamaño de partículas	47
Tabla 13. Clasificación de suelos según índice de plasticidad.....	47
Tabla 14. Clasificación de suelos según equivalente de arena.....	48
Tabla 15. Clasificación de suelos según el índice de grupo.....	49
Tabla 16. Clasificación de suelos - AASHTO	50
Tabla 17. Clasificación de suelos - SUCS.....	51
Tabla 18. Categorías de subrasante	52
Tabla 19. Correlación entre la clasificación del suelo y el Mr.....	52
Tabla 20. Operacionalización de variables	61
Tabla 21. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	62
Tabla 22. Matriz de consistencia.....	65
Tabla 23. Tráfico actual por tipo de vehículo	68
Tabla 24. Resumen de fallas por unidad de muestra.....	92
Tabla 25. Porcentaje de las fallas incidentes.....	93
Tabla 26. Extensión fallas con mayor incidencia.....	93
Tabla 27. Resumen PCI de Unidades de Muestra.....	94
Tabla 28. Cálculo de PCI en la sección.....	96
Tabla 29. Ubicación de calicatas.....	98
Tabla 30. Material existente (base y sub-base)	98

Tabla 31. Material existente (subrasante)	99
Tabla 32. Límites de Atterberg (Base y sub-base)	99
Tabla 33. Límites de Atterberg (Subrasante)	100
Tabla 34. Clasificación de suelos (Base y sub-base)	100
Tabla 35. Clasificación de suelos (Subrasante).....	101
Tabla 36. Contenido de humedad (Base, sub-base y subrasante)	101
Tabla 37. Contenido de sales (Base, subbase y subrasante).....	102
Tabla 38. Próctor modificado (Base y sub-base)	102
Tabla 39. Proctor modificado (Subrasante).....	103
Tabla 40. CBR (Base, sub-base y subrasante)	103
Tabla 41. Intervención de acuerdo a la condición del pavimento.	106
Tabla 42. Registro de perforación de la vía	107
Tabla 43. Requerimiento de agregado fino	108
Tabla 44. Requerimiento de CBR para base y sub-base	109
Tabla 45. Clasificación de CBR para subrasante.	109

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Índice de escala Método PCI.....	24
Ilustración 2. Piel de cocodrilo: L, M y H.....	29
Ilustración 3 . Exudación del asfalto: L, M y H	29
Ilustración 4. Fisuras en bloques: L, M y H.....	30
Ilustración 5. Abultamientos y hundimientos: L, M y H	31
Ilustración 6. Corrugaciones: L, M y H	31
Ilustración 7. Depresiones: L, M y H.....	32
Ilustración 8. Grieta de borde: L, M y H.....	33
Ilustración 9.Grieta de reflexión de juntas: L, M y H	33
Ilustración 10. Desnivel Carril/Berma: L, M y H	34
Ilustración 11. Fisuras longitudinales y transversales: L, M y H.....	35
Ilustración 12. Baches y zanjas separadas: L, M y H.....	35
Ilustración 13. Agregados pulidos.....	36
Ilustración 14. Huecos: L, M y H.....	37
Ilustración 15. Cruce de vía Férrea: L, M y H	37
Ilustración 16. Ahuellamiento: L, M y H.....	38
Ilustración 17. Desplazamiento: L, M y H.....	39
Ilustración 18. Fisuras parabólicas: L, M y H.....	39
Ilustración 19. Hinchamiento: L, M y H.....	40
Ilustración 20. Desprendimiento de agregados: L, M y H	41
Ilustración 21. Gráfico valores deducidos.....	42
Ilustración 22. Ubicación de la vía en estudio	67
Ilustración 23. Densidad de fallas U1	69
Ilustración 24. Densidad de fallas U6	70
Ilustración 25. Densidad de fallas U11	71
Ilustración 26. Densidad de fallas U16	72
Ilustración 27. Densidad de fallas U21	73
Ilustración 28. Densidad de fallas U26	73
Ilustración 29. Densidad de fallas U36	74
Ilustración 30. Densidad de fallas U41	75

Ilustración 31. Densidad de fallas U56	75
Ilustración 32. Densidad de fallas U61	76
Ilustración 33. Densidad de fallas U66	77
Ilustración 34. Densidad de fallas U71	77
Ilustración 35. Densidad de fallas U76	78
Ilustración 36. Densidad de falla U81	78
Ilustración 37. Densidad de falla U86	79
Ilustración 38. Densidad de falla U91	80
Ilustración 39. Densidad de falla U96	80
Ilustración 40. Densidad de falla U101	81
Ilustración 41. Densidad de falla U106	81
Ilustración 42. Densidad de falla U111	82
Ilustración 43. Densidad de falla U116	82
Ilustración 44. Densidad de falla U121	83
Ilustración 45. Densidad de falla U126	83
Ilustración 46. Densidad de falla U12	84
Ilustración 47. Densidad de falla U13	85
Ilustración 48. Densidad de falla U19	85
Ilustración 49. Densidad de falla U38	86
Ilustración 50. Densidad de falla U39	87
Ilustración 51. Densidad de falla U49	87
Ilustración 52. Densidad de falla U67	88
Ilustración 53. Densidad de falla U78	89
Ilustración 54. Densidad de falla U83	89
Ilustración 55. Densidad de falla U98	90
Ilustración 56. Densidad de falla U112	91
Ilustración 57. Densidad de falla U128	91
Ilustración 58. Clasificación del PCI en toda la sección	95
Ilustración 59. Perfil propuesto del subdren lateral	111
Ilustración 60. Proyección del dren existente	111

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar superficial y estructuralmente el pavimento flexible de la carretera Ferreñafe – Mesones Muro. Además, se pretende identificar el Índice Medio Diario Anual (IMDa), los tipos de fallas existentes, niveles de severidad y extensión de las mismas, evaluación por el método PCI, evaluación estructural mediante ensayos destructivos (calicatas) y planteamiento de propuestas de intervención. La estrategia metodológica utilizada consta de 4 fases. Primero se efectuó el estudio de tráfico en un periodo de 7 días, posteriormente se hizo la evaluación de daños superficiales mediante el método mencionado, luego se realizó la evaluación estructural mediante calicatas, finalizando con el planteamiento de propuestas de intervención de acuerdo a las evaluaciones realizadas. Después de haber realizado esta investigación se encontró que a lo largo de toda la carretera el IMDa es de 368 veh/día y los vehículos que transitan con mayor frecuencia son los camiones 3E (volquetes). Además, existe presencia de fallas estructurales, como piel de cocodrilo en un 97% y grietas longitudinales en 46%. En los ensayos realizados, resultó que el material de la base y sub-base es grava arcillosa y su índice de plasticidad es alto según la EG2013. La subrasante presenta arcillas con plasticidad media. Finalmente, el CBR de la base y sub-base oscila entre 56 y 60, lo cual solo cumple con la sub-base y para la subrasante, es menor al 6% lo que indica que el suelo es malo e inadecuado. Por lo que se propone aislar el pavimento del terreno de cultivo mediante un subdren lateral o proyectar un dren existente. Del mismo modo, se plantea mejorar base y sub-base con un estabilizador (cal o cemento) o colocar una capa de over a nivel de subrasante, para evitar efectos de capilaridad y que las arcillas migren a las capas superiores.

Palabras claves: Evaluación, superficial, estructural, método PCI, calicatas, propuestas de intervención.

ABSTRACT

The main objective of this research is to evaluate superficially and structurally the flexible pavement of the Ferreñafe - Mesones Muro highway. In addition, the Annual Average Daily Index (IMDa), the types of existing failures, levels of severity and extension of the same, evaluation by the PCI method, structural evaluation through destructive tests (pits) and proposal of intervention will be identified. The methodological strategy used consists of 4 phases. First, the traffic study was carried out in a period of 7 days, then the surface damage was evaluated using the aforementioned method, then the structural evaluation was carried out using pits, ending with the proposal of intervention proposals according to the evaluations carried out. . After having carried out this investigation, it was found that along the entire highway the ADI is 368 vehicles / day and the vehicles that transit most frequently are 3E trucks (dump trucks). In addition, there is the presence of structural failures, such as crocodile skin in 97% and longitudinal cracks in 46%. In the tests carried out, it turned out that the material of the base and sub-base is clayey gravel and its plasticity index is high according to EG2013. The subgrade presents clays with medium plasticity. Finally, the CBR of the base and sub-base ranges between 56 and 60, which only complies with the sub-base and for the subgrade, it is less than 6%, which indicates that the soil is bad and inadequate. Therefore, it is proposed to isolate the pavement from the farmland by means of a lateral sub-rail or project an existing drain. In the same way, it is proposed to improve the base and sub-base with a stabilizer (lime or cement) or place a layer of over at the subgrade level, to avoid capillarity effects and that the clays migrate to the upper layers.

Keywords: Evaluation, superficial, structural, PCI method, test pits, intervention proposal.

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis es de tipo cuasi-experimental y su nivel de investigación es descriptiva, puesto que, surge a partir de situaciones ya existentes en su ambiente natural y solo se ha limitado a medirlo. Por tal motivo, se pretende evaluar superficial y estructuralmente el pavimento mediante la inspección visual y el análisis de las características físico-mecánicas, respectivamente. Estas evaluaciones se realizarán en la carretera que conecta los distritos de Ferreñafe y Manuel Mesones Muro (Anexo 1), debido a que se encuentra en deficiente condición de transitabilidad vehicular, lo que provoca gran malestar, inseguridad e incomodidad en los usuarios de la vía, principalmente en los transportistas ya que tienen que cubrir gastos sobrevalorados en la reparación de sus unidades vehiculares.

Por otro lado, Manuel Mesones Muro está entrando en un auge a nivel de turismo, lo que implica que la carretera que lleva a dicho distrito debe estar en aptas condiciones para los turistas que se trasladarán por medio de ella.

Como consecuencia de este estudio se pretende brindar propuestas de intervención con el único fin de mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular. Además, los estudios y aportes brindados en esta tesis quedan expuestos para que un futuro se tome como referencia por otros investigadores interesados en temas afines. Del mismo modo, para dar a conocer a los pobladores el estado actual de la carretera y a partir de ello, se incite a las autoridades a ejecutar la propuesta planteada, ya que se puede suponer que los daños existentes son severos.

Esta investigación busca evaluar los daños superficiales y la condición estructural de la infraestructura vial en estudio. Asimismo, se estimará el IMDa de la carretera y se identificará el tipo, severidad y la extensión de los daños existentes, concluyendo con el cálculo del valor del PCI. Del mismo modo, se evaluará la condición estructural del pavimento mediante ensayos destructivos (calicatas) con el fin de reconocer sus propiedades físico-mecánicas y así plantear propuestas de intervención en base a la información recopilada.

La población son los 4.515 Km de carretera, dividiéndose en 38 unidades de muestra para la evaluación superficial y para la estructural, 9 calicatas a nivel de base, sub-base y subrasante.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

En el 2019, Choque [1] en su investigación evaluó y comparó la aplicación de los métodos PCI y el Manual de Carreteras – Mantenimiento y Conservación Vial del MTC en la carretera Emp. PE-3S – Atuncolla mediante la inspección visual del pavimento para la identificación de la clase, severidad y cantidad de fallas, haciendo uso de herramientas como, odómetro manual, reglas y wincha para así determinar el estado en que se encuentra el pavimento en términos de serviciabilidad e integridad estructural. Según su estudio comprobó que el método PCI es más analítico en cuanto a la evaluación de la muestra, dado que posee siete escalas, 19 tipos de daños y los niveles de severidad se encuentran bien detallados a diferencia del Manual del MTC.

De acuerdo a los cálculos realizados por el método PCI, la vía evaluada se ubicó en la escala de malo a muy malo, sin embargo, por Manual del MTC, el deterioro superficial fue de regular con tendencia a bueno.

En el 2019, Solis y Vallejos [2] también evaluaron el pavimento flexible y el estado situacional en que se encuentra la Av. Chinchaysuyo tramo Paseo Yortuque, distrito de La Victoria, utilizando el método PCI para proponer su rehabilitación. Después de haber realizado la evaluación de dicha vía se determinó que el estado del pavimento fue muy bueno, teniendo un índice de condición de pavimento de 76, el cual fue aplicado en un total de 90 unidades de muestra. A demás se realizó 3 calicatas para evaluar el estado estructural, concluyendo que la subrasante era pobre, puesto que el valor del CBR era de 4.4%. Por otro lado, el agregado grueso del material de la base tenía un bajo contenido de sales y buena resistencia al desgaste debido al ensayo de abrasión Los Ángeles. La carpeta asfáltica variaba de espesor y no cumplía con el mínimo de 7cm por ser una vía arterial.

A partir de esta evaluación se planteó propuestas de rehabilitación de acuerdo a los daños encontrados, como también se estimó la propuesta económica para así mejorar la estructura del pavimento y por ende la transitabilidad.

En el 2018, Tacza y Rodríguez [3] en su investigación propusieron alternativas de intervención que ayuden a mejorar la condición operacional del pavimento flexible del corredor de Javier Prado,

utilizando la técnica de inspección visual para identificar las fallas sin manipular la zona de estudio y luego procesarlas de acuerdo al método PCI.

Al desarrollar su estudio, encontraron 8 fallas con mayor incidencia a los cuales se plantearon distintas medidas de intervención. Las fallas encontradas en mayor porcentaje fueron las grietas de piel de cocodrilo y las longitudinales y transversales, para los que se plantearon alternativas de intervención como sellado superficial, bacheo profundo y sellado de grietas, respectivamente. Cabe mencionar que las intervenciones propuestas son en base a una evaluación preliminar de las posibles causas que dan origen a las fallas existentes en el pavimento.

En términos generales, el valor del PCI para la vía en estudio equivale a 57, lo que significa que se encuentra como una zona óptima de rehabilitación.

En el 2018, Alfaro [4] determinó el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. La Cultura Distrito Laredo en la provincia de Trujillo, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Según su metodología, primero hizo un estudio de tráfico para determinar el tipo de vehículo predominante y después realizó la inspección visual para el cálculo del índice de condición del pavimento.

Se concluyó que los camiones y combis fueron los vehículos con mayor predominancia en un 30% y que las fallas encontradas con mayor frecuencia fueron la peladura y los baches con niveles de severidad bajo y alto. En cuanto a la depresión, esta fue la falla con mayor extensión.

Sin embargo, la condición del tramo evaluado fue buena, a pesar de las fallas descritas, puesto que, por la magnitud aún no representan un gran problema en la vía.

En el 2017, Rivas y Vargas [5] aplicaron la metodología PCI en el pavimento de la Av. Domingo Orué en Surquillo – Lima, elaborando un inventario de fallas. Cabe recalcar que es un pavimento mixto y como consecuencia del estudio realizado se determinará técnicas de rehabilitación que contenga presupuesto y cronograma correspondientes.

Según la evaluación realizada, identificaron 9 tipos de fallas en el pavimento flexible y 7 en el pavimento rígido los cuales tienen los 3 niveles de severidad.

A nivel general, el Índice de Condición de Pavimento de toda la vía fue de 37.03, es decir, se encuentra en mal estado, por lo que se determinó técnicas de rehabilitación como bacheo

superficial, profundo y sellado de grietas teniendo un costo de S/.1'291'907.93 y un plazo de ejecución de 36 días.

En el 2016, Hiliquén [6] en su investigación demostró el Método de Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para evaluar el estado del pavimento de la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay. La metodología utilizada fue la siguiente: Primero evaluó el pavimento mediante el método del PCI, que implica el cálculo de las unidades de muestreo regidos a distintos parámetros arrojados en grafico de curvas. Después se realizó la medición de las deflexiones con la viga Benkelman que posteriormente fueron evaluadas y analizadas.

Según la evaluación realizada se concluyó que tanto por el método PCI como por la evaluación deflectométrica el pavimento se encuentra en pésimas condiciones y necesita ser rehabilitado para que cumpla su nivel de servicio y no genere ningún tipo de malestar en el usuario.

2.2.Bases Teórico Científicas

2.2.1.Pavimentos

Según Montejo [7] el pavimento está formado por un conjunto de capas horizontales apoyadas en una subrasante y tienen como función principal resistir y distribuir esfuerzos de las cargas repetidas originadas por el tránsito durante el periodo para el que fue diseñado. La composición de dichas capas debe ser de material granular compactado, de acuerdo a lo especificado en el Manual de Carreteras [8].

2.2.1.1.Tipos de pavimentos

a) Pavimento flexible: Según el Manual de Carreteras [8] este tipo de pavimento está compuesto de 2 capas granulares (sub-base y base) y una superficie de rodadura bituminosa. Esta superficie puede ser de dos tipos:

- En frío: Tratamiento superficial bicapa, mortero asfáltico, micro pavimento en frío, macadam asfáltico, carpetas de mezcla asfáltica en frío, etc.
- En caliente: Mezcla asfáltica en caliente de espesor variable.

b) Pavimento semirrígido: Está compuesto por una capa de concreto con un espesor de material bituminoso sobre una base tratada de cemento y cal. Dentro de estos se ha considerado al adoquín.

c) Pavimento rígido: Está compuesto por una losa de concreto de cemento hidráulico y una sub-base granular.

2.2.1.2.Evaluación de pavimentos

Según Montejo [7] la evaluación de pavimentos consiste en la determinación del estado actual presente tanto en la superficie como en la estructura del mismo, para de esta manera se pueda proponer las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las que se prolongar la vida útil de los pavimentos. Por tal motivo, elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre, es muy importante. Asimismo, pues permite conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie y en la estructura actual del pavimento. A partir de esta evaluación se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto y las mejoras que le pueden aplicar ya sea por medio de una mejoramiento o rehabilitación, cualquiera sea el caso, brindando al usuario una óptima serviciabilidad.

2.2.1.3.Tipos de evaluación

a) Evaluación superficial

Este tiene por objetivo el reconocimiento de la calidad de la superficie y el estado general de la condición del pavimento, considerando todos los factores que intervienen de forma negativa a la serviciabilidad, seguridad y costos en los usuarios de las vías. Existen 3 tipos de deficiencias:

- Fallas superficiales
- Rugosidad
- Pérdida de fricción

Para detectar estas deficiencias, específicamente de fallas superficiales, la inspección visual es una de las técnicas más utilizadas, se puede llevar a cabo teniendo un itinerario y anotando las irregularidades encontradas, clasificarlas según el tipo y nivel de severidad para luego procesarlas mediante algún método estandarizado.

b) Evaluación estructural

Este tiene por objetivo verificar la capacidad estructural del pavimento para soportar cargas de tránsito a lo largo de su vida útil. Se debe tener en cuenta que a niveles altos de agrietamientos y deformaciones representa un mayor deterioro del pavimento.

Para este tipo de evaluación existen 2 formas de realizarlo, la primera es mediante ensayos destructivos, el cual altera la composición del pavimento existente. Dentro de los más utilizados tenemos:

- Excavación de calicatas, evalúa de forma real las propiedades de los materiales del pavimento como espesores, CBR, clasificación, humedad y densidad de las capas.
- Extracción de testigos, evalúa de forma efectiva los espesores y propiedades mecánicas de resistencias de capas cementadas ya sea de hormigón o asfalto.
- Placa de carga, evalúa la capacidad de soporte de cada una de las capas del pavimento.
- Penetrómetro Dinámico de Cono, evalúa mediante la penetración de una sonda en forma de cono para un determinado número de golpes, el cual se relaciona con las propiedades del CBR.

La segunda es a través de ensayos no destructivos, el cual permite evaluar la capacidad estructural del pavimento sin alterar su composición. Estos son determinados a través de la medición de deflexiones y estimaciones empíricas. Dentro de estos ensayos tenemos:

- Viga Benkelman
- Deflectómetro Lacroix
- Dynaflect
- Falling Weight Deflectometer (FWD)

Los resultados de evaluación pueden tener diversas conclusiones como detectar las fallas y determinar sus causas, establecer zonas donde el pavimento se puede conservar o rehabilitar, determinar la necesidad de una evaluación tipo estructural para diseñar los refuerzos, en caso sea necesario.

2.2.2. Estudio de tráfico

De acuerdo a lo que especifica el Manual de Carreteras [8] el estudio de tráfico provee el índice medio anual (IMDA) para cada tramo vial en materia de estudio. Además de la demanda se deberá conocer la clasificación por tipo de vehículo, asimismo se tomará información del MTC de las

estaciones existentes de peaje, la demanda por Carga por Eje y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (Camiones y ómnibus) que tiene una relación directa con el deterioro del pavimento.

Con respecto a la información levantada, se hará un estudio de proyección de la demanda para establecer el número de ejes equivalentes de diseño del pavimento para un periodo de análisis.

2.2.2.1. Factor direccional y factor carril

El primer factor está referido a la relación del número de vehículos pesados que circulan en un sentido de tráfico, definidos después del conteo de tráfico. En cuanto al segundo factor, se expresa como la relación del carril que recibe mayor número de EE.

La norma establece algunas relaciones las cuales se muestran a continuación:

Tabla 1. Factores de Distribución Direccional y de Carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 6.1

2.2.2.2. Tasas de crecimiento

$$T_n = T_o (1+r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

T_o = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = Período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento

Este parámetro es estadístico y está relacionado al crecimiento socio-económico y poblacional expresada por el PBI. Por lo general, estas tasas varían entre 2 y 6%. La norma establece una tabla para seleccionar el factor de crecimiento acumulado considerando la tasa anual de crecimiento y el período de análisis.

Tabla 2. Factores de crecimiento para cálculo de EE.

Período de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 6.2

2.2.2.3. Número de repeticiones (EE)

Según AASHTO considera que un EE es el efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 Tm de peso y neumáticos a la presión

de 80 lbs/in², es decir, es el factor destructivo de las distintas cargas sobre la estructura del pavimento. Para el cálculo de este parámetro se utilizará la recomendada por AASHTO'93 (Tabla N°03), dependiendo los ejes de los vehículos y tipo de pavimento.

Tabla 3. Relación de Cargas por eje para determinar EE

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{s,2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 6.3

2.2.3. Evaluación superficial

2.2.3.1. Pavement Condition Index (PCI) – ASTM D6433

Según la norma [9] el método PCI permite establecer el deterioro superficial a través de un indicador numérico que oscila desde entre cero y cien, teniendo en cuenta que el primero hace referencia a un pavimento en mal estado y el segundo a uno en buenas condiciones, como lo indica la Fig. N° 1. Este índice numérico, fue desarrollado por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos, siendo aprobado por el APWA, para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este. El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un análisis visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño.

En términos generales, la evaluación superficial del pavimento asfáltico mediante el método PCI se determina por 3 etapas fundamentales, la primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican y se recolectan los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos, la segunda pertenece al registro de los daños en formatos adecuados, y en la última etapa se procesa la información y se establece el estado de cada sección del pavimento. Cabe

resaltar que esta norma indica el procedimiento para elegir las unidades de muestra de manera aleatoria.

Fuente: Pavement Condition Index (PCI), Rating Scale, and Suggested Colors

Ilustración 1. Índice de escala Método PCI

	Standard PCI™ Rating Scale	Suggested Colors
100	Good	Dark Green
85	Satisfactory	Light Green
70	Fair	Yellow
55	Poor	Light Red
40	Very Poor	Medium Red
25	Serious	Dark Red
10	Failed	Dark Grey
0		

2.2.3.1.1 Factores Evaluados

Según el Manual de Inventarios [10] y el ASTM [9], indican 3 factores para la evaluación de pavimentos, el primero corresponde al clase de daño, el segundo es la severidad y el último es la extensión, los cuales se detallarán a continuación:

- Clase de daños

Según esta norma existen 19 clases de daños detallados en la tabla N°01, los cuales están contenidos en pavimentos flexibles y semirrígidos.

Tabla 4. Clases de daños

NRO	FALLAS	UNIDADES
1	Grieta Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación de Asfalto	m ²
3	Grietas de contracción (en bloque)	m ²
4	Elevaciones y Hundimiento	m ^l
5	Corrugaciones (encalaminado)	m ²
6	Depresiones	m ²
7	Grieta de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel calzada-Hombrillo	m
10	Fisuras longitudinales y transversales	m
11	Baches y zanjas reparadas	m ²
12	Agregado Pulidos	m ²
13	Huecos	No
14	Acceso y salidas a puentes, rejilla de drenaje, líneas	m ²
15	Ahuellamientos	m ²
16	Deformación por empuje	m ²
17	Grietas de deslizamientos	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Disgregación y desintegración	m ²

Fuente: Pavement management for Airports, roads and parking lots M.Y. Shahin 1994

- Severidad de los daños

La severidad está relacionada con la calidad de tránsito presente en dicha vía, por lo que se puede clasificar en:

- Bajo (Low), en este nivel se perciben pequeñas vibraciones en el vehículo, a velocidad normal, sin generar inseguridad.
- Medio (Medium), para este nivel se perciben vibraciones significativas en el vehículo, que generan sensación de incomodidad e inseguridad.

- Alto (High), este nivel representa excesivas vibraciones en el vehículo, que es necesario disminuir la velocidad para no provocar molestia e inseguridad en los usuarios.

- Extensión de los daños

El último factor está referido al área o longitud afectada por cada tipo de deterioro, según lo que estipulado por la norma. De acuerdo al tipo de pavimento del cual se esté ejecutando la evaluación, se detallará el formato que corresponda.

2.2.3.1.2 Muestreo y unidades de muestra

Según el ASTM [9], ha establecido cálculos para la elección de unidades de muestra que garantice un nivel de confiabilidad del 95%. Previo a esto, se debe identificar el área de estudio que será evaluado, para luego dividir el tramo en secciones fundamentado en criterios de diseño, tráfico y condición del pavimento.

A. Determinación de longitud de unidad de muestreo

Para la estimación de longitudes el ASTM [9] presenta una relación con el ancho de calzada, el cual se evidencia en la Tabla 5.

Tabla 5. Longitudes de unidades de muestreo

LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO	
ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTREO (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3	31.5

Fuente: ASTM D6433

B. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

Según el ASTM [9] se debe considerar un 95% de confiabilidad para la determinación de unidades de muestreo. Para esto, se recurre a la estadística y se determina el número mínimo de

unidades de muestra “n” a ser inspeccionadas en una sección, el cual se calcula empleando ecuación mostrada y redondeando el valor de “n” al próximo número entero mayor.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

Donde:

n = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N = Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

E = Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e=5%)

σ = Desviación estándar del PCI entre las unidades.

En cuanto a la desviación estándar, según el método PCI se estima un valor inicial de 10 para pavimentos asfálticos. Posteriormente se calculará el valor de la desviación estándar real, en base a los valores de PCI de las unidades de muestra inspeccionadas utilizando la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_s)^2}{(n - 1)}}$$

Donde:

n = Número mínimo de unidades de muestra inspeccionadas.

PCI_i = Valor del PCI de las unidades inspeccionadas.

PCI_s = Valor del PCI de la sección.

Con el valor real de este parámetro, se vuelve a calcular el número mínimo de muestras a ser inspeccionadas. En caso este valor sea mayor de las unidades ya inspeccionadas, se debe seleccionar muestras al azar con el fin de cumplir con el mínimo número requerido de muestras.

C. Selección de las unidades del muestreo para inspección

Después de haber definido el número de unidades de muestra a ser estudiadas, se calcula el intervalo de espaciamiento de las unidades, utilizando el muestreo al azar mediante la fórmula siguiente, redondeada al número entero menor.

$$i = \frac{N}{n}$$

Dónde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número total de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, redondeado al número inferior.

El procedimiento es el siguiente, con el número que arroja el “i” se podrá elegir al azar la primera muestra. Después de ello, se le sumará a la anterior el intervalo de muestreo para conseguir la nueva muestra. Repetir el proceso sistemáticamente hasta cumplir con todo el tramo en estudio.

D. Selección de unidades de muestreo adicionales

Estas unidades adicionales solo deben implementarse cuando las fallas encontradas no son representativas. En este caso, el usuario debe escoger muestras aleatorias que aún no han sido consideradas.

2.2.3.1.3 Daños superficiales

1) Piel de cocodrilo

Según ASTM [9] este tipo de daño es llamada también grietas de fatiga y ocurre principalmente en la capa de rodadura asfáltica bajo la acción reiterada de cargas de tránsito. Estas grietas trascienden en un inicio como grietas longitudinales similares y luego se van interconectando y van formando polígonos semejantes a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m. Este daño se encuentra considerado como estructural.

- Niveles de severidad

L: Son mallas grandes (> 0.5m) relacionadas a grietas capilares y longitudinales que se desarrollan en forma paralela y ninguna está interconectada. Es decir, no presenta ninguna rotura de material a lo largo de los lados de la grieta.

M: Son mallas medianas (entre 0.3 y 0.5m) y estas presentan descascaramiento.

H: Son mallas pequeñas (< 0.3m) y están bien definidas, los bordes se encuentran descascarados.

- Extensión

Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados. En caso haya 2 o 3 niveles de severidad en una misma área, escoger el nivel más crítico.

Ilustración 2. Piel de cocodrilo: L, M y H



2) Exudación del asfalto

Según ASTM [9] este tipo de falla se forma a través de una capa del material bituminoso en la zona superficial del pavimento. La exudación es una película de material bituminoso y es originada por el exceso de asfalto en la mezcla o de un sellante asfáltico. El proceso de exudación no es variable durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

- Niveles de severidad

L: La exudación solo ha ocurrido en un ligero. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

M: El asfalto se pega a los zapatos y vehículos.

H: La exudación es notorio y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos.

- Extensión

Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados. En caso se contabilice la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de los agregados.

Ilustración 3 . Exudación del asfalto: L, M y H



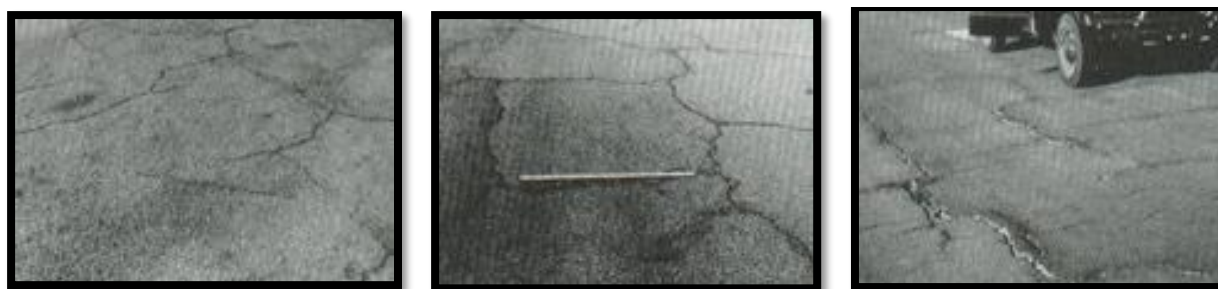
3) Fisuras en bloque o grietas de contracción de bloque

Según ASTM [9] las fisuras en bloque son grietas conectadas que desmenuzan el pavimento en tramos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los periodos de temperatura diario.

Este tipo de daño se diferencia de la piel de cocodrilo, porque los pedazos son más pequeños con muchos lados y ángulos agudos. También, en el caso de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas continuas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

- Niveles de severidad
 - L:** Grietas de 10 mm
 - M:** Grietas de 10mm a 30mm
 - H:** Grietas mayores a 30mm
- Extensión
 - Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados. En caso de que algún área evaluada tenga diferente severidad, se debe anotar por separado.

Ilustración 4. Fisuras en bloques: L, M y H



4) Elevaciones (abultamientos) y hundimientos

Según ASTM [9] son pequeños desplazamientos con sentido hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Estos difieren de los desplazamientos (Falla N°16), pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las desviaciones y desplazamientos que ocurren sobre áreas grandes del pavimento, provocan fuertes depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones”.

- Niveles de severidad

L: Los abultamientos tienen una altura menor a 10mm y los hundimientos una profundidad no mayor a 20 mm

M: Abultamientos entre 10 y 20 mm y los hundimientos oscilan entre 20 y 40mm

H: Abultamientos tienen una altura > 20 mm y los hundimientos > 40 mm

- Extensión

Se mide en pies cuadrados o metros lineales. En caso los hundimientos aparezcan en dirección al flujo de tránsito y están espaciados a menos de 3m el daño se llama corrugación. Siempre aparece en combinación con una grieta.

Ilustración 5. Abultamientos y hundimientos: L, M y H



5) Corrugaciones

Según ASTM [9] las corrugaciones son una serie de crestas y concavidades de longitud menor a 3.0 m que ocurren a intervalos bastante regulares. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción de los vehículos combinada con una carpeta o una base inestables.

- Niveles de severidad

L: Originan calidad de tránsito de baja severidad.

M: Originan calidad de tránsito de severidad media.

H: Originan calidad de tránsito de severidad alta.

- Extensión

Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada.

Ilustración 6. Corrugaciones: L, M y H

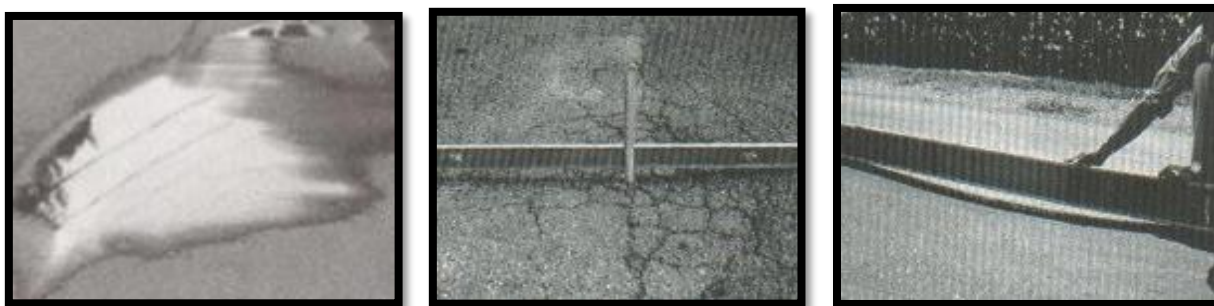


6) Depresiones

Según ASTM [9] son áreas limitadas en la superficie del pavimento con niveles levemente más bajos que el pavimento a su alrededor. En muchos casos, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta.

- Niveles de severidad
 - L:** 13 a 25 mm
 - M:** 25 a 51 mm
 - H:** Mas 51 mm
- Extensión
 - Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada.

Ilustración 7. Depresiones: L, M y H



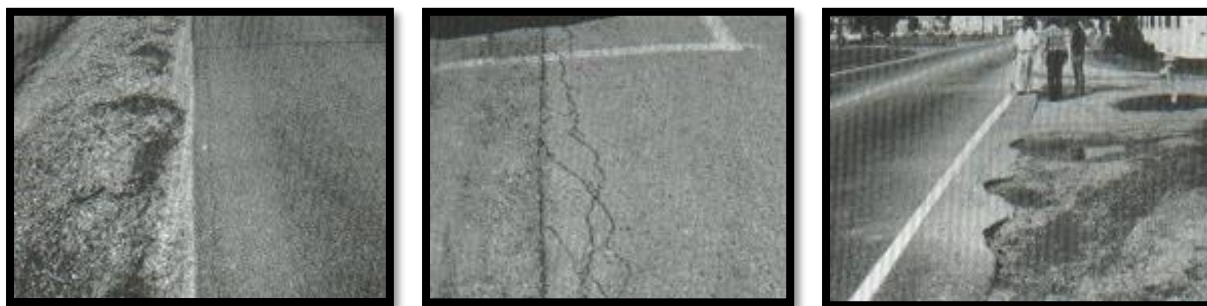
7) Grieta de borde

Según ASTM [9] esta falla se precipita por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento debido a condiciones climáticas, por fallo de la compactación y confinamiento de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento o por un drenaje inadecuado y básicamente es paralelo o se encuentra a una distancia de 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

- Niveles de severidad
 - L:** Abertura menores a 10 mm
 - M:** Abertura entre 10 y 30 mm
 - H:** Aberturas mayores a 30 mm
- Extensión

Se mide en metros lineales. En caso existieran varias fisuras cercanas se reportará el área total afectada en metros cuadrados.

Ilustración 8. Grieta de borde: L, M y H



8) Grieta de reflexión de juntas

Según ASTM [9] este daño ocurre únicamente en pavimentos asfálticos fundados sobre pavimentos rígidos y no tiene relación directa con las cargas. No se incluyen fisuras de reflexión que puedan prevenir de otro tipo de subcapas, ya que estos se registran bajo fisuramiento longitudinal y/o transversal (Falla N°10). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarillada.

- Niveles de severidad
 - L:** Grieta sin relleno de ancho menos que 10 mm
 - M:** Grietas sin relleno con ancho entre 10 y 76 mm
 - H:** Cualquier grieta de alta severidad, rellena o no.

- Extensión

Se mide en metros lineales (m). En caso exista diferentes niveles de severidad se deben registrar por separado.

Ilustración 9. Grieta de reflexión de juntas: L, M y H



9) Desnivel carril/berma

Según ASTM [9] el desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpeta en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

- Niveles de severidad
 - L:** Diferencia de elevación entre el borde y la berma está entre 25 y 51 mm
 - M:** Diferencia de elevación está entre 51 y 102 mm
 - H:** La diferencia es mayor que 102 mm
- Extensión
 - Se mide en pies lineales o metros lineales.

Ilustración 10. Desnivel Carril/Berma: L, M y H



10) Fisuras longitudinales y transversales

Según ASTM [9] las fisuras longitudinales están relacionada a la fatiga y son consideradas parte de las fallas estructurales. Son discontinuas y únicas al inicio, evolucionan rápidamente hacia una fisuración continua y muchas veces ramificada. En cuanto a las transversales, son fracturas del pavimento cerca al eje de vía.

- Niveles de severidad
 - L:** Fisura con un ancho menor a 1 mm
 - M:** Fisura sin pérdida de material de ancho mayor a 1 mm
 - H:** Fisura con pérdida de material de ancho mayor a 1 mm
- Extensión
 - Se mide en pies lineales o metros lineales.

Ilustración 11. Fisuras longitudinales y transversales: L, M y H



11) Baches y zanjas separadas

Según ASTM [9] un parche es un defecto en el área de pavimento, la cual ha sido sustituida con material nuevo para reparar el existente. Se debe tomar en cuenta que un área parchada y su área adyacente no se comporta tan bien como la sección original de pavimento.

- Niveles de severidad
 - L:** El parche está en buena condición
 - M:** El parche está parcialmente deteriorado.
 - H:** El parche está deteriorado.
- Extensión

Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados. En caso más de una zona tenga diferentes niveles de severidad entonces se registrará por separado.

Ilustración 12. Baches y zanjas separadas: L, M y H



12) Agregados pulidos

Según ASTM [9] este daño es causado por las aplicaciones repetitivas del tráfico. Cuando el agregado superficial se torna blanda al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando el área afectada es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo.

- Niveles de severidad
Solo se debe considerar el grado de pulimento, si es significativo podrá contabilizarse como daño.
- Extensión
Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados.

Ilustración 13. Agregados pulidos



13) Huecos

Según ASTM [9] los huecos tienen diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón y se consideran como pequeñas depresiones en la superficie del pavimento. Comúnmente tienen bordes agudos y lados verticales cerca de su parte superior. Su crecimiento se acelera por la acumulación en su interior. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición.

- Niveles de severidad

Tabla 6. Profundidad de huecos

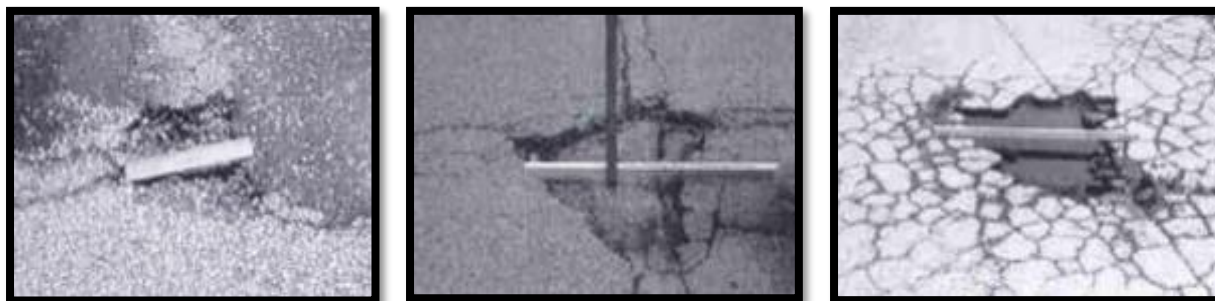
PROF. MÁX. DEL HUECO	DIAMETRO MEDIO (mm)		
	102-203 mm	203-457 mm	457-762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 a mm	M	M	H

Fuente: ASTM D6433

- Extensión

La extensión se mide contando la cantidad de huecos según su severidad, en determinada sección.

Ilustración 14. Huecos: L, M y H



14) Cruce de vía férrea – acceso y salida a puentes, rejilla de drenaje

Según ASTM [9] los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

- Niveles de severidad
La calidad de tránsito se ve afectado según el grado de severidad.
- Extensión
Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados. En caso no afecte la calidad de tránsito esta no debe registrarse.

Ilustración 15. Cruce de vía Férrea: L, M y H



15) Ahuellamiento

Según ASTM [9] esta falla está referida a la depresión en la superficie de las huellas de las ruedas y se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del

ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua.

- Niveles de severidad
 - L:** 6 a 13 mm
 - M:** 13 a 25 mm
 - H:** Mayor a 25 mm
- Extensión

Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados. En caso de la profundidad media del daño se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo.

Ilustración 16. Ahuellamiento: L, M y H



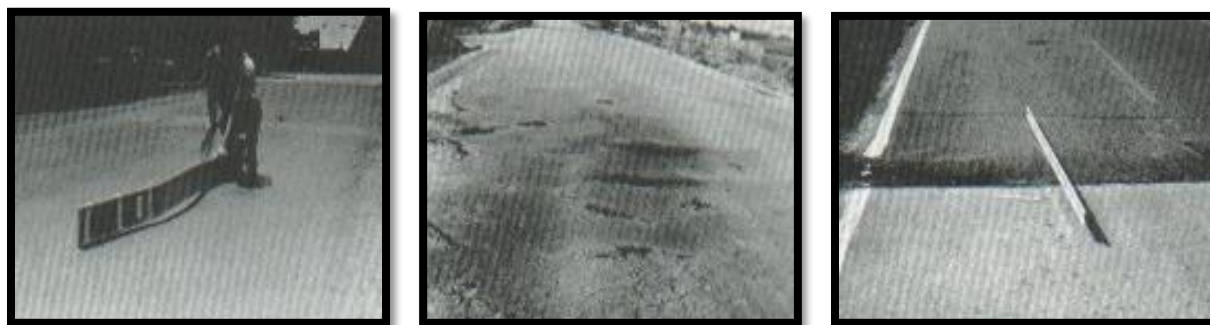
16) Deformación por empuje (desplazamiento)

Según ASTM [9] el desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

- Niveles de severidad
 - L:** Menores a 20 mm
 - M:** Entre 20 y 40 mm
 - H:** Mayor a 40 mm
- Extensión

Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados.

Ilustración 17. Desplazamiento: L, M y H



17) Fisuras parabólicas o de deslizamiento

Según ASTM [9] las fisuras parabólicas por deslizamiento (slippage) son ranuras en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento.

- Niveles de severidad
 - L:** Menores a 10 mm
 - M:** Entre 10 y 40 mm
 - H:** Mayor a 40 mm
- Extensión

Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados. En caso que existan más de un nivel de severidad en una sección, se toma la más desfavorable.

Ilustración 18. Fisuras parabólicas: L, M y H



18) Hinchamiento

Según ASTM [9] este tipo de falla se caracteriza por un pandeo cóncavo de la superficie del pavimento, con una onda de longitud mayor a 3 cm. Este tipo de falla va acompañada de una grieta superficial y es ocasionado por el congelamiento de la subrasante o por la presencia de suelos expansivos.

- Niveles de severidad
Según el grado de severidad se ve afectado el transito del tramo a evaluar.
- Extensión
Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados.

Ilustración 19. Hinchamiento: L, M y H



19) Desprendimiento de agregados

Según ASTM [9] este tipo de falla está relacionado al quebranto de la superficie del pavimento debido a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas del agregado. Esto puede significar 2 cosas, la primera es que esta se haya endurecido de forma considerada o que la mezcla sea de una mala calidad. Otro factor es que los vehículos sean tipo oruga.

- Niveles de severidad
 - L:** Los agregados de la superficie del pavimento se han perdido parcialmente y algunas áreas del pavimento se han deprimido.
 - M:** La textura superficial del pavimento es moderadamente rugosa y ahuecada.
 - H:** En este nivel se han perdido en su totalidad los agregados o el ligante. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10 mm y profundidades menores que 13 mm
En áreas mayores a las indicadas se consideran como huecos.
- Extensión

Se mide en pies cuadrados o metros cuadrados. En caso que existan más de un nivel de severidad en una sección, se toma la más desfavorable.

Ilustración 20. Desprendimiento de agregados: L, M y H



2.2.3.1.4 Cálculo del PCI

A. Unidades de muestra

Después de haber recolectado los datos en la inspección de campo, se procede al cálculo del PCI, el cual está especificado en la norma ASTM D 6433. Para este proceso se dividió en cuatro etapas las cuales serán detalladas a continuación:

- Primera etapa: Cálculo de Valores deducidos

Según [9] después de haber identificado y cuantificado el daño y la severidad de la misma se debe obtener el porcentaje de afectación de la unidad de muestra para cada tipo de daño de severidad baja, media o alta, a este procedimiento se le llama densidad de daño. Con estos valores porcentuales y con la ayuda de las curvas de “Valor deducido del daño” del Anexo 4 se logra obtener el Valor deducido (VD) para cada tipo de daño, de acuerdo a la severidad que presenta.

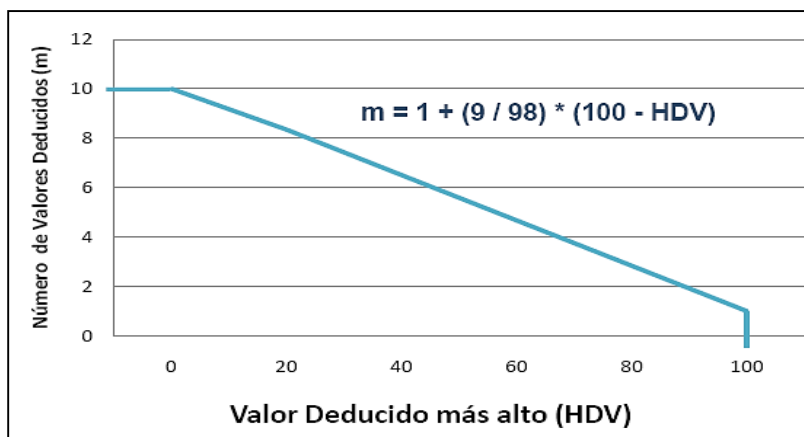
- Segunda etapa: Cálculo del número admisible de valores

Existen 2 posibilidades:

- Si existe a lo mucho un valor deducido mayor a 2 evaluado en la primera etapa se usa el valor deducido total.
- Si existen valores mayores a 2 se debe ordenar de mayor a menor los valores deducidos en la primera etapa y determinar el “Número máximo de valores deducidos (m)” con la ecuación que se muestra a continuación para convertirse en el nuevo número de valores deducidos.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Ilustración 21. Gráfico valores deducidos



Fuente: Pavement management for Airports, roads and parking lots M.Y.Shahin 1994

- Tercera etapa: Cálculo del número máximo corregido de valores

Según [9] este valor se determina mediante un proceso reiterado y consiste en establecer el número de valores deducidos mayores que 2.0 que se denomina “*q*” (cantidad de datos), para luego se determina el valor deducido total que se obtiene al sumar todos los valores individuales. Para para obtener el VDC (Valor Deducido Corregido) se debe recurrir a la gráfica del Anexo 5, se debe repetir el procedimiento de tal forma que cada iteración se reduzca a 2.0 el dato de menor valor de los que hayan superado el valor deducido de 2.0 (condición inicial o anterior) que junto al valor deducido total que no cambiará de valor (siempre será el valor inicial) se debe ingresar a la gráfica y tomar el valor correspondiente de CDV. Una vez que el valor sea igual a 2 se detendrá la iteración. Una vez obtenidos todos los valores de CDV se tomará el mayor y este será el Máximo valor deducido corregido.

- Cuarta etapa: Cálculo del PCI

Para hallar el índice de condición del pavimento (PCI) se hace uso del máximo valor

deducido mediante la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - MaxVDC$$

B. Toda la sección

A partir de los datos obtenidos de todas las unidades de muestreo escogidas de forma aleatoria, entonces se calcula el PCI de toda la sección como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra inspeccionadas.

$$PCIs = PCIri = \frac{\sum_{i=1}^n (PCIri * Ari)}{\sum_{i=1}^n Ari}$$

Donde:

PCIr = PCI ponderado del área de unidades de muestra inspeccionadas en forma aleatoria.

PCIri = PCI de la unidad de muestra aleatoria “i”.

Ari = área de la unidad de muestra aleatoria “i”.

n = número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

2.2.3.1.5 Intervención de acuerdo al PCI

De acuerdo a las fallas encontradas se puede estimar diferentes acciones a realizar en relación a los valores calculados por el método PCI.

Tabla 7. Tipo de intervención

PCI	ESTADO	INTERVENCIÓN
0-30	Malo	Reconstrucción
31-70	Regular	Rehabilitación
71-100	Bueno	Mantenimiento

Fuente: Google académico

2.2.4. Evaluación estructural

2.2.4.1. Suelos

Según el Manual de Suelos [8] la exploración de suelos es muy importante para la evaluación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento y esto está relacionado con calicatas o pozos exploratorios. En cuanto al tamaño y tipo de calicata va a depender de los ensayos que se pretenden efectuar y del porcentaje de partículas gruesas que posee cada estrato. Con estas muestras obtenidas, se efectuarán ensayos de laboratorio y finalmente esos datos serán procesados en gabinete, asimismo se determinará un perfil estratigráfico con un espesor no menor a 1.50m

2.2.4.2. Caracterización de la subrasante

La evaluación realizada mediante la excavación de calicatas de 1.50m de profundidad, permite determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante y el número mínimo por kilómetro estará de acuerdo a la Tabla N°5, referido al número de calicatas para exploración de suelos según el IMDA.

Tabla 8. Número de calicatas para la exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.1

A. Registros de excavación

Según el Manual [8] en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser referenciadas de acuerdo al número y profundidad, para ser colocadas en bolsas de polietileno y ser llevadas al laboratorio. Por otro lado, se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada estrato, sus características de gradación y la compacidad de cada uno de los materiales. En el laboratorio se harán ensayos para la subrasante como el Modulo de Resiliencia (Mr) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones, de acuerdo a lo estipulado por la tabla N° 6, referente al número de ensayos Mr y CBR.

Tabla 9. Número de ensayos Mr y CBR

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.2

2.2.4.3. Descripción de suelos

De acuerdo a los ensayos realizados se hará la clasificación correspondiente al suelo encontrado de acuerdo al AASHTO y SUCS mostrados en las tablas siguientes:

Tabla 10. Perfil de calicatas - Clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: Simbología AASHTO

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.3

Tabla 11. Perfil de calicatas - Clasificación SUCS

	Gravas bien mezcladas arena, grava con poca o nada de material fino, variación en tamaños granulados.		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja.
	Gravas mal graduadas, mezcla de arena-grava con poca nada de material fino.		Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcillosas.
	Gravas limosas mezclas de grava arena limosa.		Limas orgánicas y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limas arcillosas con ligera plasticidad.
	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla grava con material fino contenido apreciable de material fino.		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o mediana, arcillas grasas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas magras.
	Arenas bien graduadas, arenas con grava, poca o nada de material fino. Arenas limpias poco o nada, amplia variación en tamaños granulados y cantidades de partículas en tamaño intermedios.		Limas orgánicas y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad.
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias.		Lima inorgánicas suelos finos granosos o limosas, micáceas o diatomáceas, limas elásticas.
	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad, arcillas grasas.		
	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limas orgánicas.		
	Turba, suelos considerablemente orgánicos.		

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.4

Las propiedades a tomar en cuenta son las siguientes:

a) Granulometría

Según [11] la granulometría tiene por objetivo determinar la contribución de agregado grueso y fino, mediante una serie de tamices de diferentes aberturas para ser clasificados en función a su tamaño, como se muestra a continuación:

Tabla 12. Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.5

b) Plasticidad

Esta propiedad está relacionada con el grado de estabilidad que tiene los suelos sin llegar a disgregarse, por tanto, involucra únicamente la proporción de agregado fino determinados por los límites de Atteberg. Este analiza el comportamiento del suelo en relación al contenido de humedad, clasificándolos en líquido, plástico o sólido. En cuanto al límite líquido (LL) ocurre cuando el suelo puede moldearse, es decir, pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y para el límite plástico (LP) sucede lo contrario. Para el límite de contracción, el suelo pasa de estado semisólido a sólido y comienza a perder humedad. Además, se debe conocer que el índice de plasticidad resulta de la diferencia entre LL y LP para ser clasificados de la siguiente manera:

Tabla 13. Clasificación de suelos según índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.6

c) Equivalente de arena

Según el Manual [8] esta propiedad es la proporción respectiva del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos o agregados finos. Los resultados obtenidos son rápidos y fáciles de efectuar y parecidos a los límites de Atteberg, pero con menor precisión. El valor es un indicativo de la plasticidad del suelo:

Tabla 14. Clasificación de suelos según equivalente de arena

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.7

d) Índice de grupo

El Manual [8] conceptualiza esta característica como un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de grupo de un suelo se define mediante la fórmula:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

a = F-35 (F = Fracción del % que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Comprendido entre 1 y 40.

b = F-15 (F = Fracción del % que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Comprendido entre 1 y 40.

c = LL – 40 (LL = límite líquido). Comprendido entre 0 y 20.

d = IP-10 (IP = índice plástico). Comprendido entre 0 y 20

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice \geq a 20, un suelo no utilizable para caminos.

Tabla 15. Clasificación de suelos según el índice de grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.8

e) Humedad Natural

Según [8] Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten. La determinación de la humedad natural (ensayo MTC EM 108) permitirá comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo (ensayo MTC EM 132). Sí la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, el Proyectista propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Sí la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado.

f) Clasificación de suelos

Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, relacionado a la granulometría, plasticidad e índice de grupos. Para el método AASHTO (Tabla 16) y para el Sistema Unificado –SUCS (Tabla 17), se detalla a continuación:

Tabla 16. Clasificación de suelos - AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm 0.5 mm 0.08 mm	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25	mín. 50 máx. 10	máx. 35	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
Límites Atterberg límite de líquido índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 40	mín. 40	máx. 40	mín. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	mín. 40	mín. 40
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno							De pasable a malo				

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.11

Tabla 17. Clasificación de suelos - SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2487						
Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio			Clasificación de suelos			
			Símbolo de grupo	Nombre del grupo		
Suelos de partículas gruesas mas del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada	
			$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada	
	Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200		IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa	
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa	
	Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200		Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien graduada con limo	
			Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla	
			Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal graduada con limo	
			Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC	Grava mal graduada con arcilla	
	Arenas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200		$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
				$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
		Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200		IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
				IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
		Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
				Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
Suelos de partículas finas El 50% o mas pasa la malla No. 200	Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad	
			IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad	
	Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno ----- < 0.75 limite liquido - no secado	OL	Arcilla orgánica Limo orgánico	
		Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
	IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"		MH	Limo de alta plasticidad		
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica de color oscuro	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno ----- < 0.75 limite liquido - no secado	OH	Arcilla orgánica Limo orgánica	
				PT	Turba	

Fuente: Google académico

g) Ensayo CBR

Luego de haber clasificado el suelo, se elaborará un perfil estratigráfico para todo el tramo en estudio, para luego realizar el ensayo del CBR, el cual dará el valor soporte o resistencia del suelo al 95% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 2.54 mm Para la obtención de este valor, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- En sectores donde exista más de 6 registros de CBR, el valor será determinado como el promedio del total de los valores analizados.
- En aquellos sectores donde haya menos de 6 registros de CBR, se tendrán en cuenta 2 criterios; el primero es que si los valores son parecidos se calcule el valor promedio y el segundo es que si los valores son diferentes se tome el valor más bajo.

Tabla 18. Categorías de subrasante

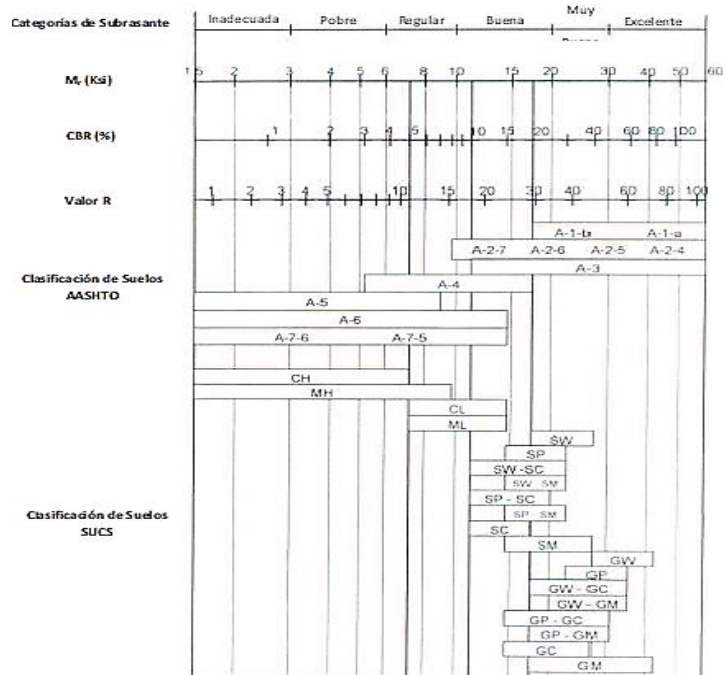
Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, cuadro 4.10

Para obtener el Módulo Resiliente a partir del CBR, se empleará la siguiente ecuación que correlaciona el Mr – CBR, obtenida de la Tabla N° 13 extraída del documento que forma parte de MEPDG Mechanistic - Empirical Pavement Design Guide – AASHTO interim 2008:

$$Mr(\text{psi}) = 2555 * CBR^{0.64}$$

Tabla 19. Correlación entre la clasificación del suelo y el Mr



Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos, figura 4.1

h) Ensayo del Módulo Resiliente

Este ensayo constituye una propiedad elástica de los suelos, reconociéndose ciertas características no lineales. Para ejecutar el Módulo Resiliente se utilizará la norma MTC E 128 (AASHTO T274)

2.2.4.4. Ensayo de laboratorio

a) ASTM D-422 Análisis Granulométrico por Tamizado

Según el Manual de Ensayos [11] y el MTC E 107 consideran un agregado grueso si la muestra queda retenida en el tamiz N°4 (abertura: 4.76mm), por el contrario, aquella que pase este tamiz pertenece a un agregado fino, siempre y cuando no sea menor al de N°200 (abertura: 0.047mm). En caso la fracción de muestra pase esta gradación, los datos se determinarán por sedimentación.

Para calcular el porcentaje del material retenido sobre cada tamiz, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Así se calcula hasta el porcentaje más fino. Para determinar el % que pasa se hace de la siguiente manera:

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

b) ASTM D-4318 Límite líquido y límite plástico

Según el Manual de Ensayos [11] y el MTC E 110 este ensayo se utiliza para caracterizar las fracciones de grano fino, es decir, para medir las cantidades de materia orgánica en el suelo. Para determinar el LL se utiliza la siguiente formula:

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121} \quad \circ \quad LL = kW^n$$

Donde:

N= Número de golpes requeridos para cerrar contenido de humedad

W^n = Contenido de humedad del suelo

K = Factor que depende del número de golpes.

Según el MTC E 111, el límite plástico está relacionado a la humedad más baja, es decir, cuando se pueden formar barritas de suelo de 1/8" con la palma de la mano sin que estas se destruyan y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

Para determinar el índice de plasticidad se hace la diferencia entre límite líquido y plástico.

c) ASTM D-2216 Contenido de humedad (W)

Según el Manual [11] y el MTC E 108, el contenido de humedad (%) de un suelo resulta de la relación entre el peso del agua presente en el suelo y el de las partículas sólidas. Esto se calcula con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

M_{cws} = Peso del contenedor + suelo húmedo (gr)

M_{cs} = Peso del contenedor + suelo secado al horno (gr)

M_c = Peso del contenedor (gr)

M_w = Peso del agua (gr)

M_s = Peso partículas sólidas (gr)

d) Contenido Sales Solubles Totales MTC - E219

Según el Manual [11] el contenido de sales soluble totales resulta de someter una muestra del

agregado pétreo a continuos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la extracción total de las sales. La presencia de estas también es detectada por reactivos químicos. Esto se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Sales solubles (\%)} = \frac{1}{\frac{C \times A}{D \times B} - 1} \times 100$$

Donde:

A= Masa de la muestra secada al horno

B= Volumen de la muestra después del cambio de líquidos sobrenadantes con el agua destilada.

C=Volumen aforado de alícuota entre 50 y 100 ml de la muestra homogenizada.

D=Masa de la alícuota cristalizada en el horno.

2.2.4.5. Ensayos especiales

a) ASTM D-1883 California Bearing Ratio

Según el Manual [11] y el MTC E 132, este ensayo se realiza para determinar el índice de resistencia de suelo denominado valor de soporte, bajo un suelo preparado en el laboratorio en condiciones de humedad y densidad óptima.

Para los cálculos se debe tener en cuenta:

- Humedad de compactación, en el que se estima el porcentaje de agua que hay que añadir al suelo para que alcance la humedad prefijada, este se calcula de la siguiente manera:

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

Donde:

H= Humedad prefijada

h= Humedad natural

- Densidad o peso unitario, se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo.
- Agua absorbida, se efectúa utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde a partir del peso seco de la muestra y el peso húmedo antes y después de la inmersión.
- Presión de penetración, dibujada en la curva a partir de datos de prueba obtenidos del Penetrómetro para obtener presiones reales.
- Expansión, se expresa en porcentaje y es calculada por la diferencia de las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión.

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L2 - L1}{127} \times 100$$

Donde:

L1= Lectura inicial en mm

L2= Lectura final en mm

b) ASTM D-1557 Próctor Modificado

Según el Manual [11] y el MTC E 115, la compactación de suelos mediante este ensayo se realiza para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco. Existen 3 métodos de acuerdo a la gradación del material. Para el cálculo respectivo se debe dibujar la curva de compactación, ayudado de la curva de saturación al 100% con los datos registrados y después lo siguiente:

- Contenido de humedad
- Peso unitario seco, primero se calcula la densidad húmeda, seca y finalmente el Peso Unitario Seco.

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

Donde:

ρ_w = Densidad húmeda compactado (Mg/m³)

M_t = Masa del espécimen húmedo + molde (Kg)

Mmd = Masa de molde (Kg)

Mw = Volumen de molde (m³)

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

Donde:

Pd = Densidad seca compactado (Mg/m³)

W = Contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 9,807 P_d$$

Donde:

Yd = Peso unitario seco compactado

c) ASTM D-2419 Equivalente de Arena

Según en Manual [11] y el MTC E 114, los resultados de este ensayo corresponde a un valor empírico a la cantidad relativa, fineza y carácter de material arcilloso presente en la muestra, es decir, permite limitar la cantidad permisible de finos arcillosos en los agregados. Este valor se calcula como la relación entre las lecturas de arena y arcilla multiplicado por 100, para convertirlo en porcentaje. En caso haya más de un valor, promediarlo. Se debe tomar en cuenta que los valores reportados son números enteros, si al efectuar resulta un número decimal, redondearlo al inmediato superior.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

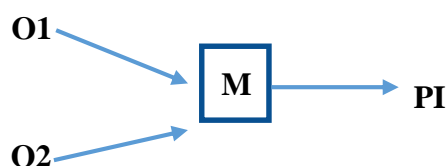
a. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación de acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis es de carácter cuasi experimental, puesto que se hará ensayos de laboratorio y pruebas de campo.

Con respecto al nivel de estudio de la investigación es descriptiva, debido a que no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes en su ambiente natural, en la realidad. La variable independiente ya ha ocurrido, solo se ha limitado a medirlo. Por lo tanto, no hubo manipulación por parte del investigador ni asignación al azar.

b. Diseño de investigación

El diseño de investigación es de tipo transeccional porque se han descrito las variables en función a los datos recolectados en un tiempo determinado, para analizar su incidencia en un momento dado.



Donde:

- O= Observaciones y pruebas de campo.
- O1: Daños superficiales del pavimento flexible de la carretera.
- O2: Características físicas y mecánicas de la estructura del pavimento.
- M = Muestra
- M = Pavimento flexible de la Carretera en estudio.
- PI = Propuesta de intervención.

c. Población, muestra, muestreo

Esta investigación consta de dos variables medibles, la primera es la evaluación de los daños superficiales mediante el método PCI y la segunda es la evaluación de las características físicas y mecánicas de la estructura del pavimento mediante ensayos de laboratorio aplicados a las calicatas. Por consiguiente, sólo la población es la misma para ambos casos.

- **Población:** Pavimento flexible de la carretera Ferreñafe – Manuel A. Mesones Muro del K0+680 hasta el K5+195.

- **Muestra de estudio y muestreo:**

A. Método PCI (ASTM D-6433)

- ✓ Determinación de unidades de muestreo

Longitud de carretera = 4515 m

Ancho de calzada = 6.60 m

Longitud de la unidad de muestreo = 35.00 m

- ✓ Cantidad de unidades de muestreo

El área total del tramo en estudio es de 29799.00 m², y cada muestra tiene un área de 231.00 m², haciendo un cálculo se determina 129 unidades de muestra.

- ✓ Determinación de unidades de muestreo para evaluación

Para la determinación de las unidades de muestreo se toma un número aleatorio y representativo de unidades de muestreo con una confiabilidad de 95% y un error admisible de $\pm 5\%$ del promedio verdadero. Para que estos valores estadísticos se cumplan, el número mínimo de muestras “n” a ser inspeccionadas se calcula con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

Reemplazando los valores especificados anteriormente se tiene:

$$n = \frac{129 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (129 - 1) + 10^2} = 14.33 = 14$$

Sabiendo que el número mínimo de muestreo es 14 y que en total se tiene 129 muestras, se calculará el intervalo de muestreo.

$$i = \frac{n}{m} = \frac{129}{14} = 9$$

Según los cálculos realizados de acuerdo a la norma, el muestreo es cada 9 unidades de muestra, sin embargo, decidí evaluarlo en un intervalo de 5 muestras para obtener información cercana a la realidad. Por tanto, mi primera muestra aleatoria será la U1 y las siguientes serán U6, U11, U16, U21, U26, U31, U36, U41, U46, U51, U56, U61, U66, U71, U76, U81, U86, U91, U96, U101, U106, U111, U116, U121, U126, con un total de 26 muestras por evaluar.

B. Pruebas de campo (Calicatas)

Según la normativa el número de calicatas está en función del tipo de carretera, por lo que se hará el estudio de tráfico para determinar su cantidad. Cabe recalcar, que si es necesario se realizará una calicata adicional en zonas críticas para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la estructura del pavimento.

d. Criterios de selección

Para evaluar las unidades de muestra exigidas por el método PCI, se hizo uso de los cálculos estipulados por la norma, el cual dio como resultado 14 unidades de muestra, sin embargo, a mi criterio no era una muestra representativa para los 4.515 Km, por lo que consideré disminuir el intervalo a la 5, con el fin de aumentar a 29 el número de muestras y así haya resultados cercanos a la realidad y con un alto nivel de confiabilidad.

De igual forma sucede en las pruebas de campo ya que, en el Manual de Carreteras, en la sección de Suelos, en el cuadro 4.1 establece el número de calicatas de acuerdo al IMDa, pero a criterio se realizarán calicatas en las zonas más críticas, después de haber evaluado superficialmente el pavimento en estudio.

e. Operacionalización de variables

Tabla 20. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	RANGOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: Evaluación superficial	Método PCI	Clase de daños	Adimensional	Grieta piel de cocodrilo, Exudación de asfalto, grietas de contracción, elevaciones y hundimientos, corrugaciones, depresiones, grieta de borde, grietas de reflexión, desnivel de clazada, grietas longitudinales y transversales, baches y zanjas reparadas, Agregados pulidos, Huecos, Acceso y salida de puentes, ahuellamiento, deformación por empuje, grietas de deslizamiento, hinchamiento, Disgregación y desintegración.
		Niveles de severidad	Adimensional	L Bajo M Medio H Alto
		Extensión de los daños	m ²	-
		Valor del PCI	Adimensional	0-10 Fallado 10 - 25 Muy malo 25 - 40 Malo 40 - 55 Regular 55 - 70 Bueno 70 - 85 Muy bueno 85 - 100 Excelente
VARIABLE INDEPENDIENTE: Evaluación estructural	Ensayos destructivos (calicatas)	IMDa Análisis Granulométrico Contenido de Humedad Limite Líquido Limite Plastico Clasificación SUCS Proctor Modificado CBR	Veh/día % % % % Adimensional MDS y OCH %	- ASTM D-422 ASTM D-2216 ASTM D-4318 ASTM D-4318 ASTM D-2487 ASTM D-1557 ASTM D-1883
VARIABLE DEPENDIENTE: Propuesta de intervención	Evaluaciones realizadas	Resultados de los daños superficiales encontrados en el pavimento Resultados de las propiedades físicas y mecánicas del pavimento	Adimensional	Mantenimiento Rehabilitación Reconstrucción

Elaboración propia

f. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 21. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

MÉTODOS	TÉCNICAS	ELEMENTOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
MÉTODO PCI	Inspección visual	Tipos de falla	Hojas de registro de datos, galería de fotos.
		Cantidad de los tipos de falla	Wincha métrica, regla para nivel, regla metálica y plano de la carretera.
		Severidad de los tipos de falla	
	Evaluación	Valores reducidos	El programa excel para plasmar los gráficos y el programa word para redactar el informe.
		Número máximo admisible	
		Máximo valor deducido corregido	
		Valor del PCI	
ENSAYO DESTRUCTIVO (calicatas)	Evaluación	Características físicas y mecánicas de la estructura del pavimento.	Ensayos de laboratorio.
PROPUESTA DE INTERV.	Análisis	Resultados del método PCI	El programa Excel para determinar la condición del pavimento.
		Resultados de las propiedades físicas y mecánicas de pavimento.	El programa Excel para determinar los resultados de los ensayos

Elaboración propia

g. Procedimientos

Teniendo en cuenta que no existe información de la carretera, según la constancia emitida por la municipalidad distrital de “Manuel Antonio Mesones Muro”, en la fase preliminar se realizará el estudio de tráfico en un periodo de 7 días, en la parte inicial y final de la carretera.

1. FASE INICIAL: Evaluación de daños superficiales

Etapa 1: Reconocimiento e identificación del tramo en estudio

La carretera en evaluación es Ferreñafe – Manuel A. Mesones Muro de 4.515Km de longitud y 6.60 m de calzada.

Según el muestreo indicado por la norma, constará de 29 muestras de estudio de 6.60 de ancho de calzada y 35.00 metros de longitud, que serán especificados en el plano. El intervalo para la elección de un tramo a estudiar es cada 5 muestras.

Etapa 2: Recolección de datos

En esta etapa se procederá a identificar el tipo, el grado de severidad y la cantidad de la falla que presenta el pavimento flexible de la carretera en estudio, detallándolo en la hoja de campo (Anexo 3) y haciendo uso de una wincha métrica, una regla metálica para medición de los daños existentes y un plano de distribución señalando cada unidad de muestra.

Con respecto a las medidas de seguridad, la persona encargada para los trabajos de campo contará con un chaleco reflectante. Además, se tomarán fotos de las fallas encontradas para evidenciar la información.

Etapa 3: Procesamiento de datos

Después de haber detallado los tipos, severidad y extensión de fallas existentes, se procesará la información con ayuda del programa Excel que consta de 4 pasos:

- 1° Paso: Cálculo de valores deducidos; este valor está en función de la densidad de falla y se obtiene en la gráfica según el tipo de falla.
- 2° Paso: Cálculo del número admisible de valores deducidos; este cálculo depende si los valores deducidos son mayores o menores que 2.
- 3° Paso: Cálculo del máximo valor corregido; este valor se determina mediante un proceso iterativo.
- 4° Paso: Cálculo del PCI; este valor está en función del máximo valor deducido.

Etapa 4: Análisis de datos

En esta etapa se analiza los datos calculados en la etapa anterior y se concluye en forma general la condición del pavimento flexible de la carretera en estudio.

2. FASE INTERMEDIA: Evaluación estructural

Etapa 1: Identificación de los puntos de excavación de las calicatas.

El número de calicatas dependerá del IMDa de la carretera, según la norma. En caso haya zonas críticas identificadas por la evaluación superficial, se realizará una calicata adicional para su estudio respectivo. Estos estarán especificados en el plano correspondiente.

Etapa 2: Procesamiento de datos

Después de la excavación de dichas muestras, se obtendrá los espesores de la conformación del pavimento y las propiedades físicas-mecánicas según [8] en el que especifica los ensayos de laboratorio a realizar con la muestra extraída. Además, estos datos serán contrastados de acuerdo a la misma norma, para su posterior análisis.

Etapa 3: Análisis de datos

En esta etapa se analiza los datos registrados en la etapa anterior y se concluye en forma detallada las condiciones de la estructura del pavimento, contrastados con el Manual de Carreteras.

3. FASE FINAL: Propuesta de intervención

Etapa 1: Recopilación de resultados

En esta etapa se recopilará los resultados obtenidos en las fases anteriores, tanto en la evaluación superficial como la estructural, con el objetivo de encontrar las causas que provocaron dichas fallas e identificar el tipo de intervención que más se ajusta al problema.

Etapa 2: Desarrollo de la propuesta

Finalmente se desarrollará de forma conceptual el proceso constructivo de la propuesta haciendo uso del Manual de Conservación Vial.

h. Plan de procesamiento y análisis de datos

En términos generales, el plan de procesamiento para ambas evaluaciones inicia con el reconocimiento de la zona, seguido de la recolección y registro de datos en cada unidad de muestra del pavimento y finaliza con el análisis de datos. Para esta última, se realiza de acuerdo a los siguientes pasos:

Paso 1: Tener registro de la información

Paso 2: Organizar la información

Paso 3: Pasar la información a una hoja electrónica

Paso 4: Realizar los cálculos necesarios

Paso 5: Interpretar los resultados

i. Matriz de consistencia

Tabla 22. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA	
TÍTULO	Evaluación superficial y estructural del pavimento flexible de la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro, 2020
OBJETIVO GENERAL	Evaluar superficial y estructuralmente el pavimento flexible de la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<input type="checkbox"/> Estimar el IMDa de la carretera Ferreñafe – Mesones Muro <input type="checkbox"/> Identificar los tipos de falla existentes en la carretera Ferreñafe – Mesones Muro según la clasificación de la norma ASTM D6433. <input type="checkbox"/> Determinar los niveles de severidad y extensión de fallas en el tramo de estudio. <input type="checkbox"/> Evaluar superficialmente los daños en el pavimento mediante el método PCI. <input type="checkbox"/> Evaluar estructuralmente la conformación del pavimento mediante ensayos destructivos (calicatas) <input type="checkbox"/> Plantear propuestas de intervención de acuerdo a las evaluaciones realizadas.
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	¿En qué estado superficial y estructural se encuentra la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro?
HIPÓTESIS	El estado actual de la carretera comprendida entre los distritos Ferreñafe y Mesones Muro presenta severos daños superficiales y las características físico-mecánicas de la estructura del pavimento se encuentran en malas condiciones.

Elaboración propia

j. Consideraciones éticas

1. Ética en la toma y procesamiento de datos

En el presente estudio, los datos tomados en campo y aquellos obtenidos en laboratorio, serán registrados con total transparencia, sin ninguna muestra de alteración. Por otro lado, se tendrá en cuenta la exactitud al realizar los cálculos, haciendo uso del criterio del investigador.

2. Ética en la redacción del informe

El código deontológico [12], en el artículo 106 nos expresa “Los ingenieros, al explicar su trabajo, méritos o emitir opiniones sobre temas de ingeniería, actuarán con seriedad y convicción, cuidando de no crear conflictos de intereses, esforzándose por ampliar el conocimiento del público a cerca de la ingeniería y de los servicios que presta a la sociedad” lo que implica, que debemos conocer y cumplir esta normativa a cabalidad, ya que así lo indica nuestra profesión.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Datos generales de la carretera en estudio

4.1.1. Ubicación de la carretera

La carretera en estudio se encuentra ubicada al este de la provincia de Ferreñafe y conecta los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro.

Ilustración 22. Ubicación de la vía en estudio



Fuente: Google Earth Pro

4.1.2. Clasificación de la carretera

- Según SINAC: LA – 113 (Red vial departamental o regional)
- Según la demanda: Carretera de Tercera Clase

4.1.3. Características de la carretera

- Longitud: 4.515 Km
- Ancho de calzada: 6.60 m
- Ancho de carril: 3.30m (doble sentido)
- Berma: Ancho variable

4.2. Estudio de tráfico de la carretera Ferreñafe – Mesones muro

Este estudio se realizó en un periodo de 7 días, del 21 al 27 de septiembre por 24 horas para identificar el tipo de vehículo que transita con más frecuencia por esta vía y el índice medio diario anual (IMDA), mostrados en la siguiente tabla 23.

Tabla 23. Tráfico actual por tipo de vehículo

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD (veh/día)	Distribución (%)
<i>Automovil</i>	24	6.52
<i>Station Wagon</i>	19	5.16
<i>Camioneta</i>	7	1.90
<i>Vehículo ligero (Mototaxi)</i>	125	33.97
<i>Camión 2E</i>	48	13.04
<i>Camión 3E</i>	137	37.23
<i>Camión 4E</i>	3	0.82
<i>Trayler 3T3</i>	5	1.36
IMDA (veh/día)	368	100.00

Elaboración propia

Como se puede apreciar, el tipo de vehículo que transita con mayor frecuencia por esta vía es el camión 3E, el comúnmente denominado “volquete”, para el traslado de agregados fino y grueso traídos desde la cantera “Tres Tomas” hasta los diferentes lugares del departamento. Asimismo, los vehículos ligeros “mototaxis”, para la movilización de pobladores de Ferreñafe a Mesones Muro y viceversa.

El IMDA llegó a un total de 368 veh/día, considerándose como una carretera de tercera clase según el Manual de Carreteras [8].

4.3. Evaluación superficial

4.3.1. Identificación de fallas

Para la aplicación de este método, se identificó y cuantificó las fallas existentes en el pavimento flexible de la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones mediante el método PCI, de acuerdo a la norma ASTM D-6433 para luego determinar la condición de la misma.

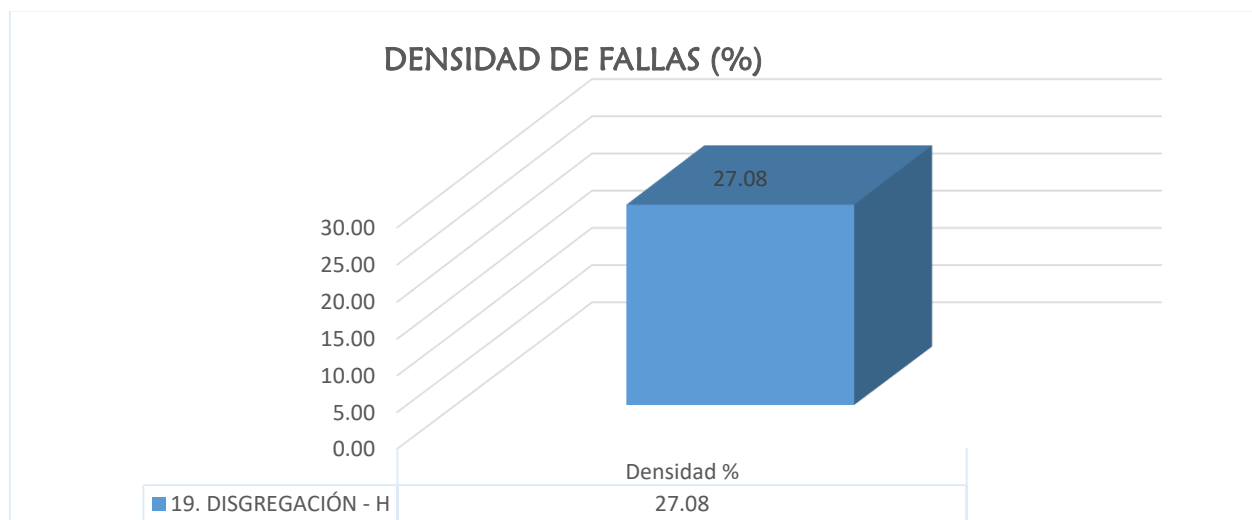
Para ello se determinó el muestreo, llegando a un total de 129 unidades de muestra, de las cuales 26 (U1, U6, U11, U16, U21, U26, U31, U36, U41, U46, U51, U56, U61, U66, U71, U76, U81, U86, U91, U96, U101, U106, U111, U116, U121, U126) fueron evaluadas de forma aleatoria y 12 (U12, U13, U19, U38, U39, U49, U67, U78, U83, U98, U112, U128) de forma adicional, haciendo un total de 38 muestras, con el fin de tener resultados cercanas a la realidad. Cabe

mencionar que en tres muestras aleatorias (U31, U46, U51) no se registró ningún tipo de falla. Asimismo, cada unidad de muestra tiene una longitud de 35.00 m y un ancho de calzada de 6.60 m, teniendo un área de 231 m². A continuación, se muestran los resultados de cada unidad de muestra evaluada de forma aleatoria:

4.3.1.1. Resultado de la Unidad de Muestra (U1)

La falla existente en esta muestra es la disgregación de agregados de severidad alta. Esta falla es la que más afecta al pavimento ya que tiene una densidad de 27.08% y está asociada a la pérdida de material ligante y agregados, por lo que es considerado un daño de carácter superficial a consecuencia de la escasa gradación de los agregados pétreos y/o material bituminoso, la deficiencia en el proceso constructivo, la fractura de partículas de agregados debido a la compactación o tráfico vehicular.

Ilustración 23. Densidad de fallas U1



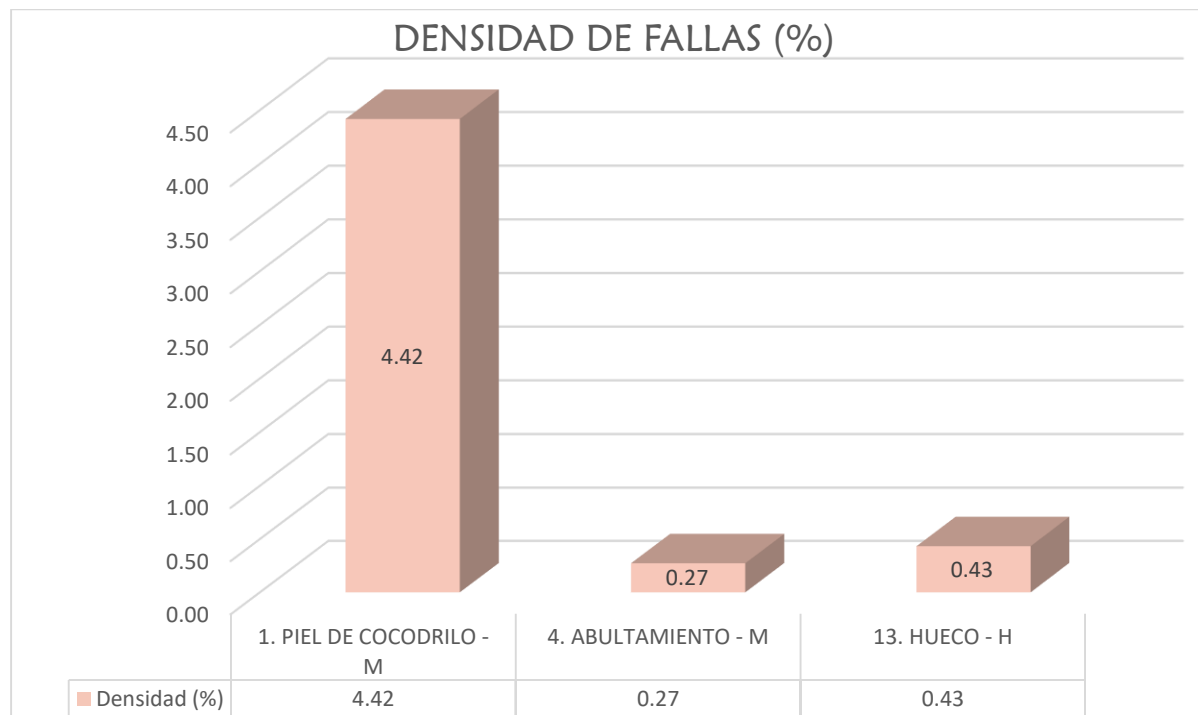
Elaboración propia

4.3.1.2. Resultado de la Unidad de Muestra (U6)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo de severidad media. Además, se encontró falla de abultamiento con severidad media. Por último, se observó la presencia de un hueco de severidad alta. De acuerdo al gráfico mostrado, la falla que más afecta al pavimento es la piel de cocodrilo con una densidad de 4.42% debido a la severidad y la incidencia en la sección. Cabe mencionar que esta falla se considera de carácter estructural, debido al

inadecuado diseño de espesores y resistencia del pavimento frente a las repeticiones de carga y la baja resistencia a la fatiga producto de la deficiente calidad de los materiales.

Ilustración 24. Densidad de fallas U6



Elaboración propia

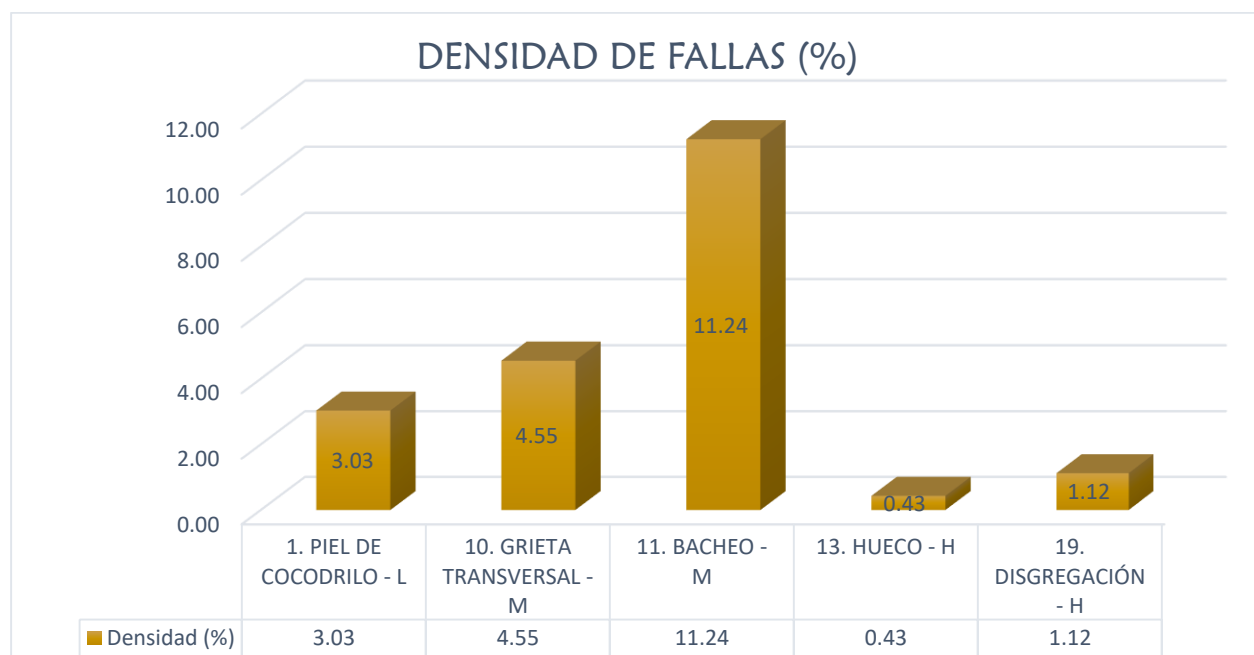
4.3.1.3. Resultado de la Unidad de Muestra (U11)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo de severidad baja. Además de grietas transversales de severidad media. Asimismo, se registró un parche de severidad media. Por último, se observó la presencia de un hueco y disgregación de agregados de severidad alta. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es el bacheo y es producto de los siguientes factores:

- Reparación de daños que han alcanzado niveles de severidad altos.
- Corrección de reparaciones defectuosas a lo largo de su vida útil.

Después de esta falla, continúa la grieta transversal con una densidad de 4.55 % debido al escaso espesor del pavimento frente a cargas vehiculares y retracción de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad.

Ilustración 25. Densidad de fallas U11



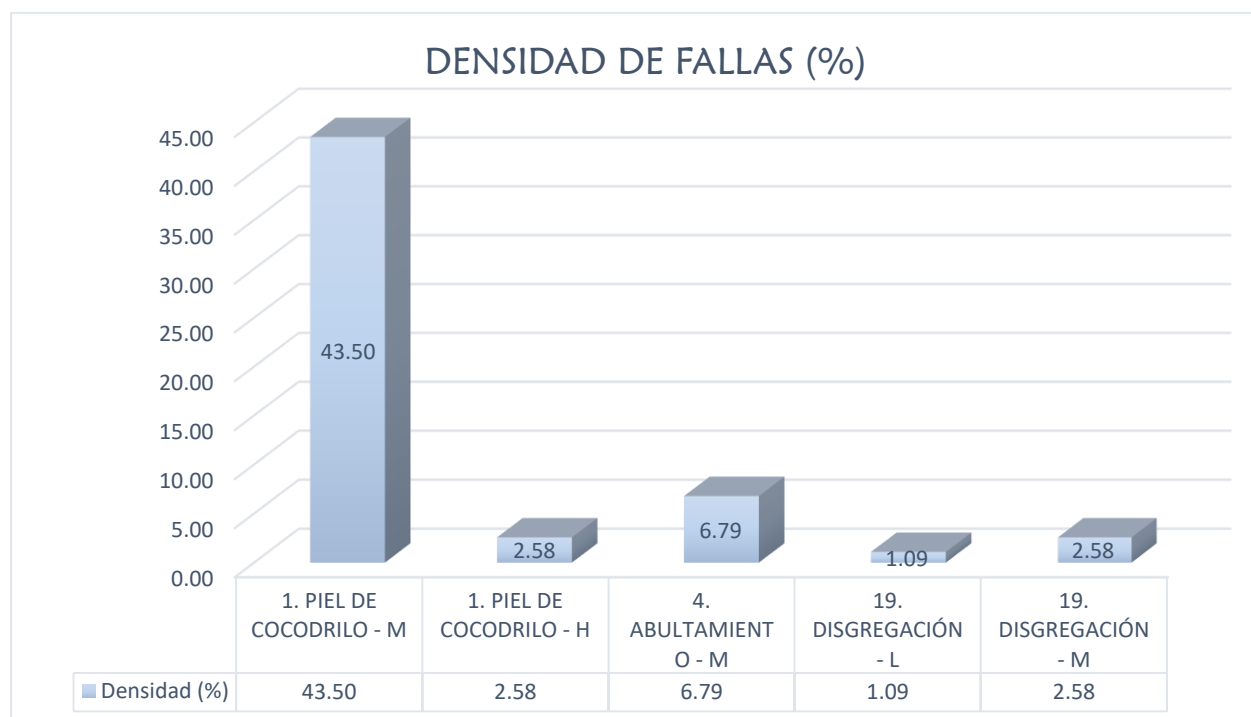
Elaboración propia

4.3.1.4. Resultado de la Unidad de Muestra (U16)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo de severidad media y alta. Además de grietas transversales de severidad media y alta. Asimismo, se registró abultamientos de severidad media. Por último, se observó la presencia de disgregación de agregados de severidad baja y media. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo con una densidad de 43.50%, seguido del abultamiento con una densidad de 6.79%. Cabe mencionar que ambos daños son considerados de carácter estructural.

En el caso del abultamiento, se produce por el deficiente tratamiento de los cambios volumétricos de la arcilla durante la construcción y compactación de terraplenes o por la contaminación de materiales en las capas del pavimento.

Ilustración 26. Densidad de fallas U16



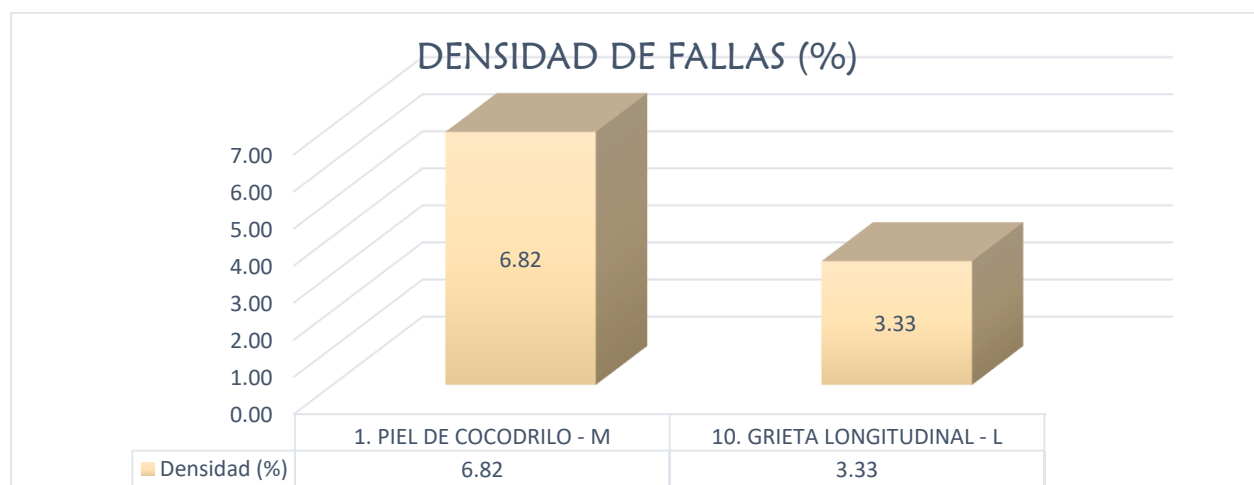
Elaboración propia

4.3.1.5. Resultado de la Unidad de Muestra (U21)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo de severidad media. Además de grietas longitudinales de severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo con una densidad de 6.82%, seguido de la grieta longitudinal con 3.33%. Cabe mencionar que ambos daños son considerados de carácter estructural.

En el caso de la grieta longitudinal, se produce por fatiga de la mezcla asfáltica debido a repeticiones de carga, también por el incorrecto proceso constructivo durante la colocación de la mezcla asfáltica o por la contracción de la misma.

Ilustración 27. Densidad de fallas U21

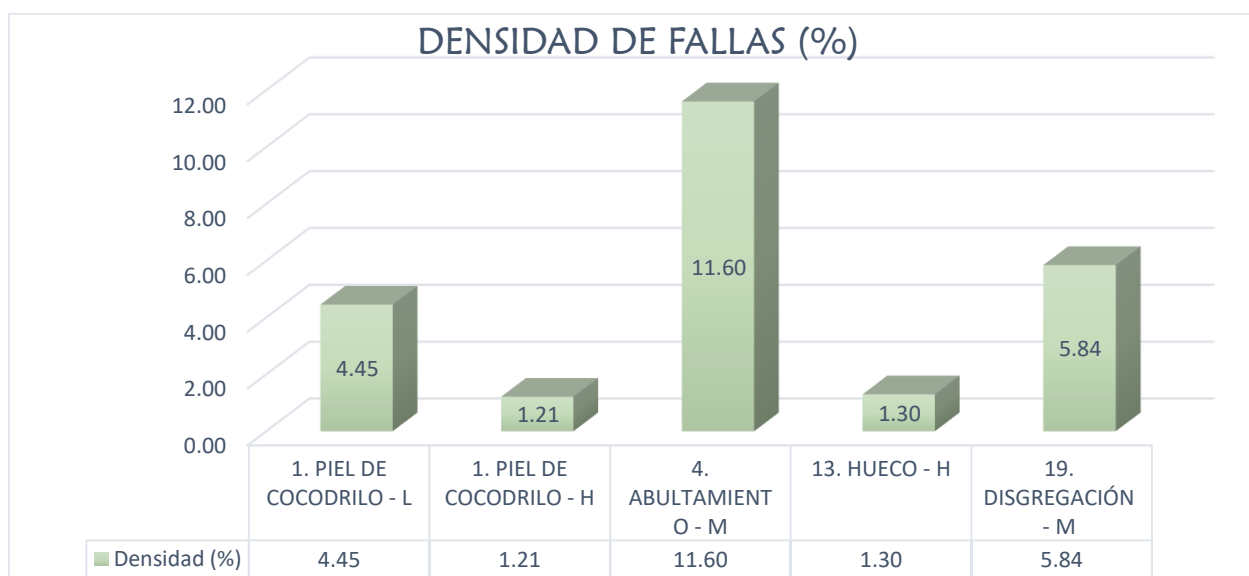


Elaboración propia

4.3.1.6. Resultado de la Unidad de Muestra (U26)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo con severidad baja y alta. Además de abultamiento y disgregación con severidad media. Por último, se observaron huecos de severidad alta. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es el abultamiento con una densidad de 11.60%, seguido de la disgregación y piel de cocodrilo, con una densidad de 5.84% y 4.45%, respectivamente. Cabe mencionar que la mayoría son considerados de carácter estructural, excepto la disgregación.

Ilustración 28. Densidad de fallas U26



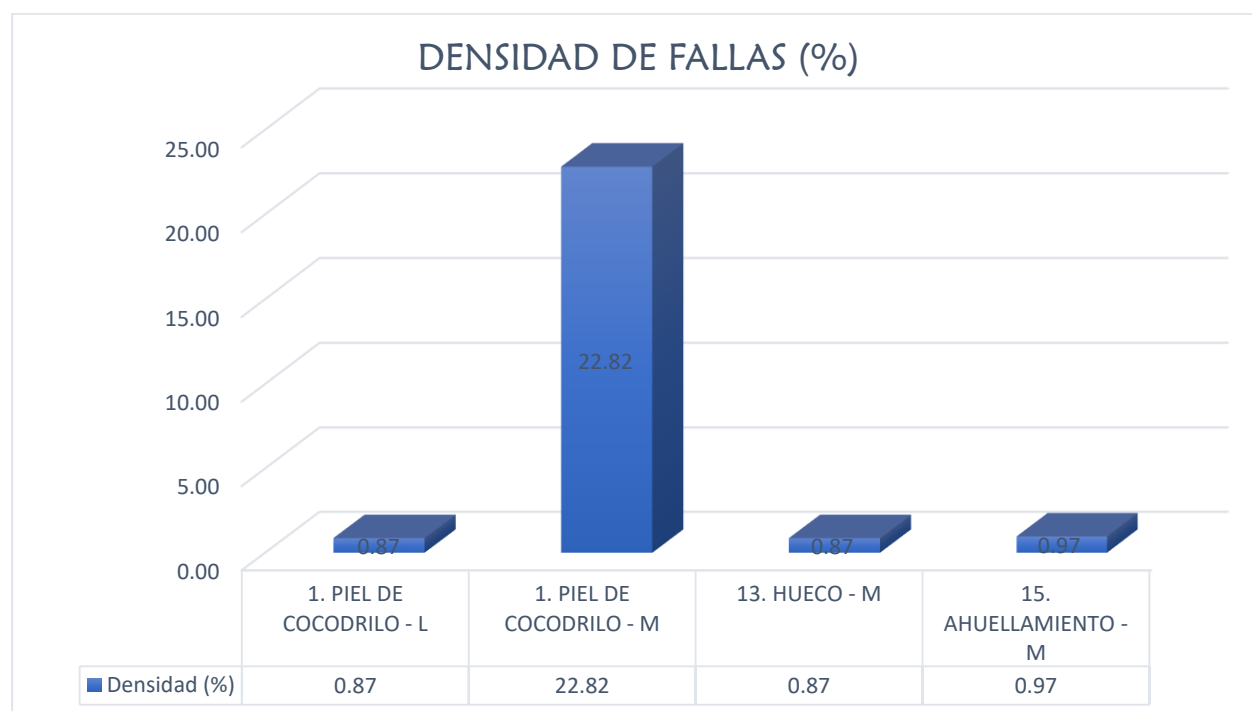
Elaboración propia

4.3.1.7. Resultado de la Unidad de Muestra (U36)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo con severidad baja y media. Además de hueco y ahuellamiento con severidad media. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo con una densidad de 22.82%, seguido del ahuellamiento con una densidad de 0.97%. Cabe mencionar que ambos daños son considerados de carácter estructural.

El ahuellamiento es a causa de la inadecuada estabilidad tanto en las mezclas asfálticas por deficiente compactación, como en las capas del pavimento por mala calidad de los materiales. Además del inadecuado diseño de los espesores del pavimento para resistir las solicitudes de tránsito.

Ilustración 29. Densidad de fallas U36

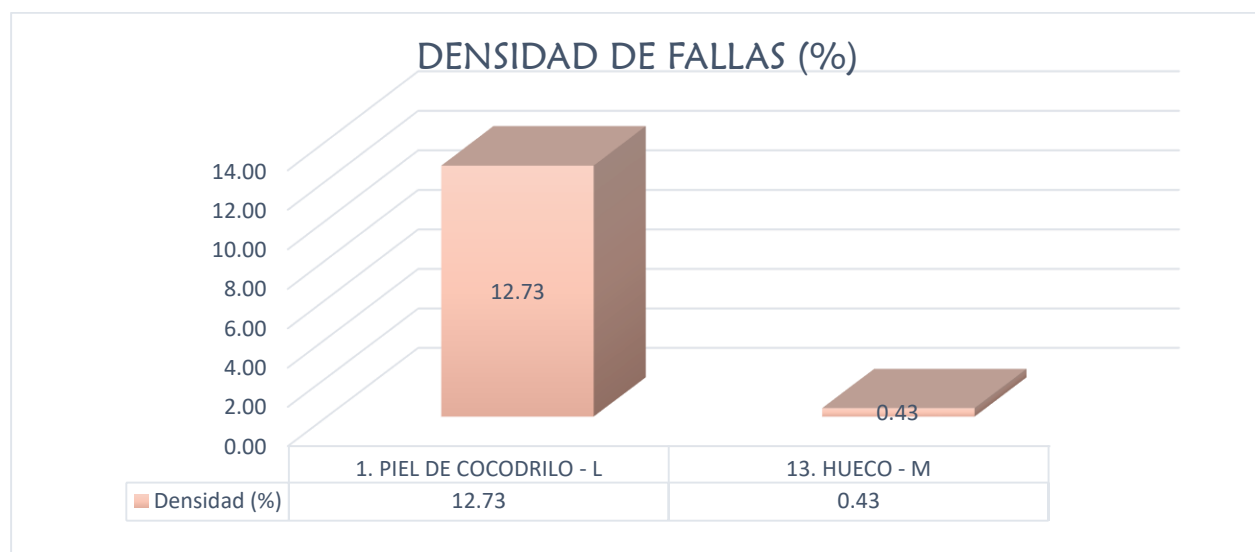


Elaboración propia

4.3.1.8. Resultado de la Unidad de Muestra (U41)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo con severidad baja y los huecos con severidad media. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo con una densidad de 12.73%. Cabe mencionar que este daño es de carácter estructural.

Ilustración 30. Densidad de fallas U41

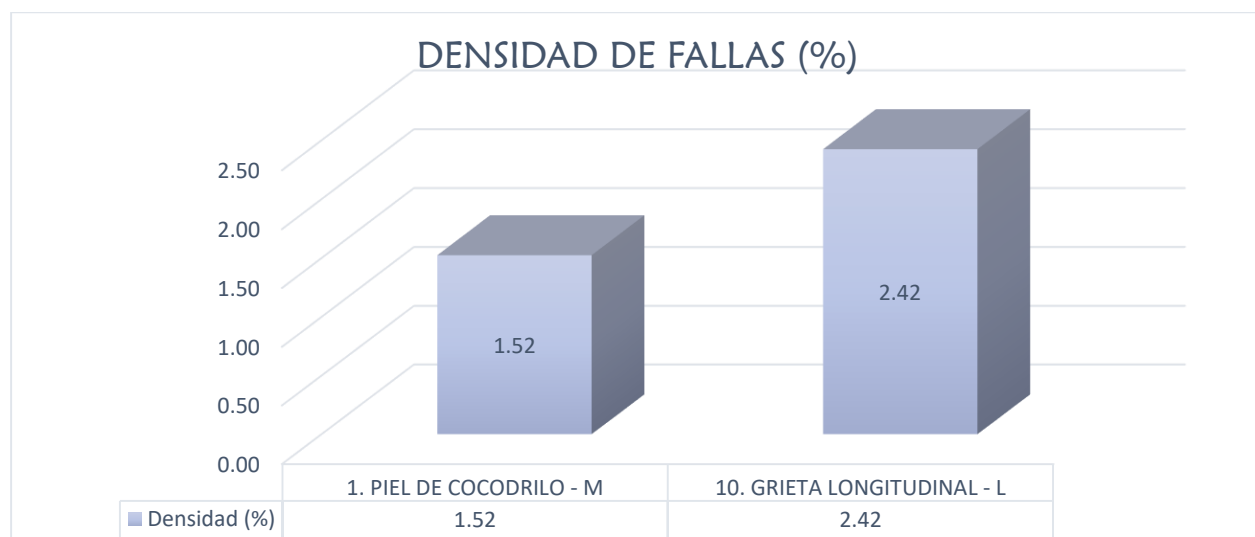


Elaboración propia

4.3.1.9. Resultado de la Unidad de Muestra (U56)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo con severidad media y las grietas longitudinales con severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la grieta longitudinal con una densidad de 2.42%. Cabe mencionar que este daño es de carácter estructural.

Ilustración 31. Densidad de fallas U56



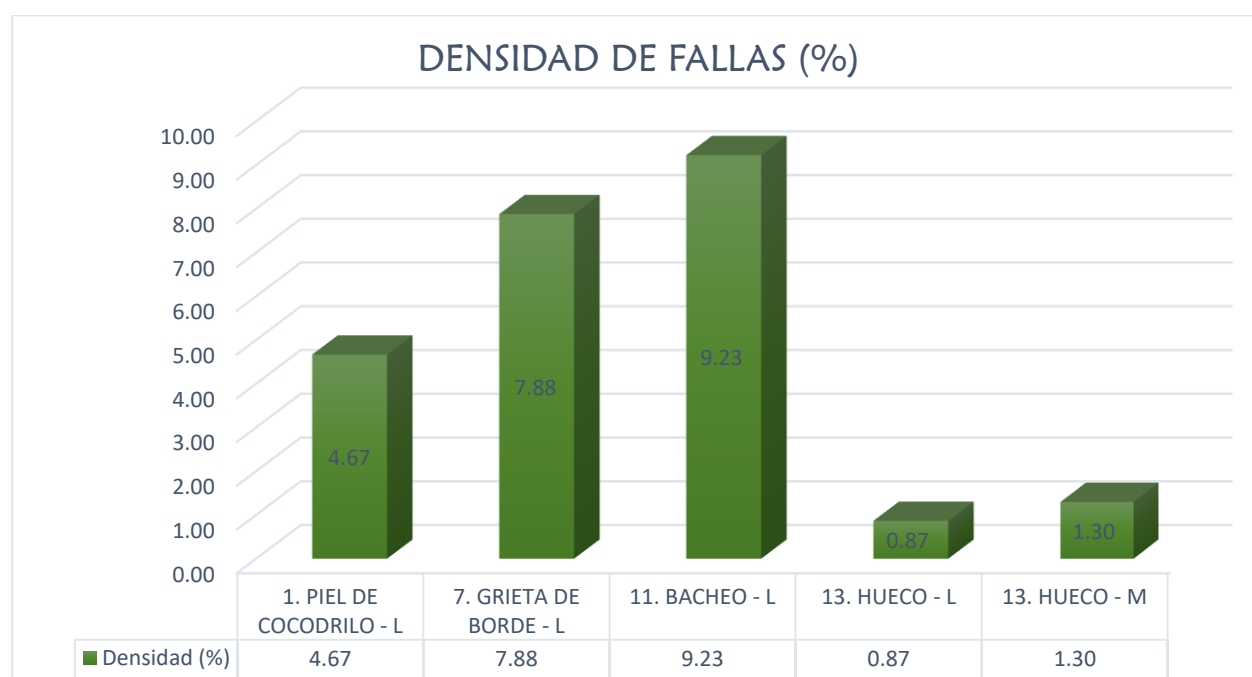
Elaboración propia

4.3.1.10. Resultado de la Unidad de Muestra (U61)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es el bacheo, piel de cocodrilo, grieta de borde y hueco con severidad baja. Además de huecos con severidad media. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es el bacheo con una densidad de 9.23%. Cabe mencionar que este daño es de carácter estructural puesto que fueron realizados en la reparación de daños severos existentes o en la corrección de reparaciones defectuosas.

Además, la grieta de borde y la piel de cocodrilo contribuyen al mal estado de esa sección con densidades de 7.88% y 4.67%, respectivamente.

Ilustración 32. Densidad de fallas U61



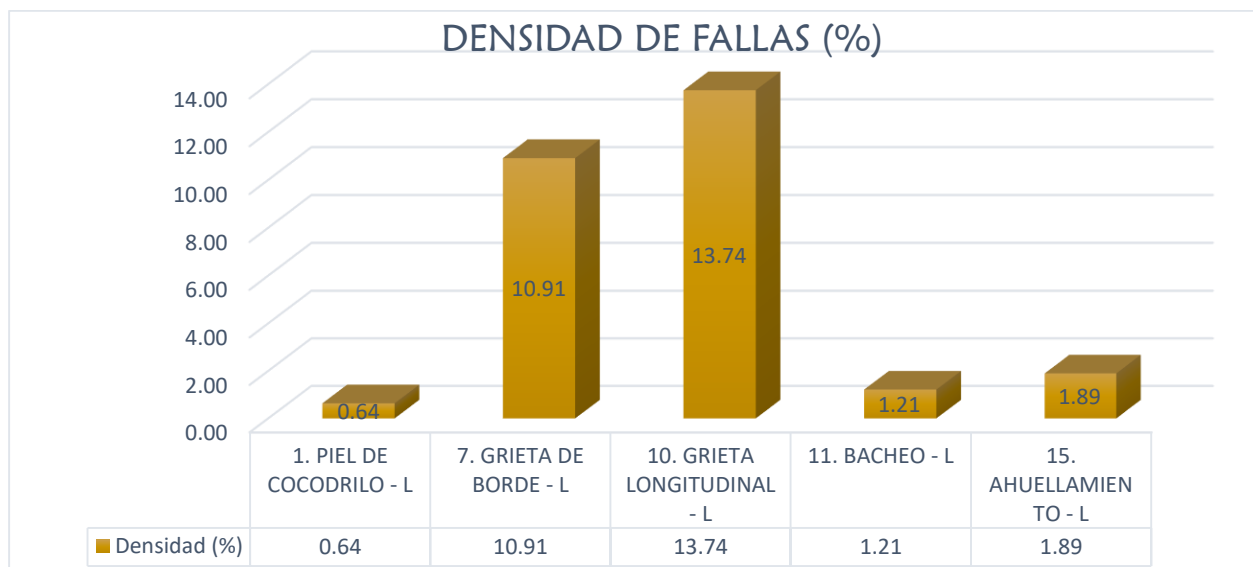
Elaboración propia

4.3.1.11. Resultado de la Unidad de Muestra (U66)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo, la grieta de borde, la grieta longitudinal, bacheo y ahuellamiento, todas con severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la grieta longitudinal con una densidad de 13.74%, seguido de la grieta de borde con una densidad 10.91%.

Cabe mencionar que estos daños son de carácter estructural, en el caso de las grietas de borde son causados por la existencia de vegetación cerca al borde del pavimento y por el drenaje pobre.

Ilustración 33. Densidad de fallas U66

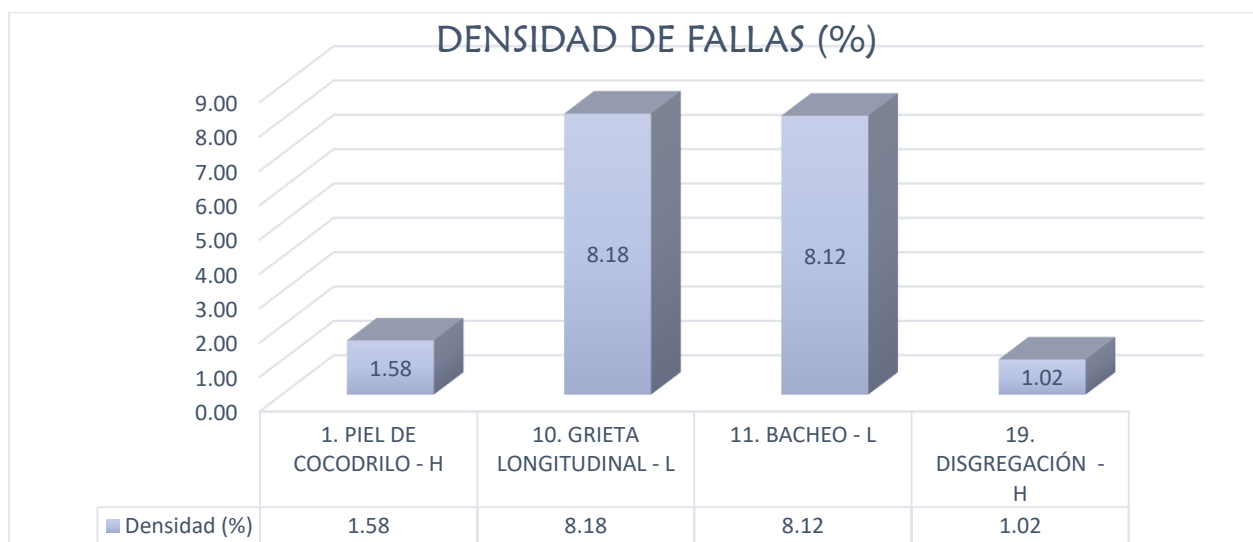


Elaboración propia

4.3.1.12. Resultado de la Unidad de Muestra (U71)

Una de las fallas existentes en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo y la disgregación de agregados, ambas con severidad alta. Además de la grieta longitudinal y bacheo con severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la grieta longitudinal, seguido del bacheo con una densidad de 8.18% y 8.12%, respectivamente. Cabe mencionar que estos daños son de carácter estructural.

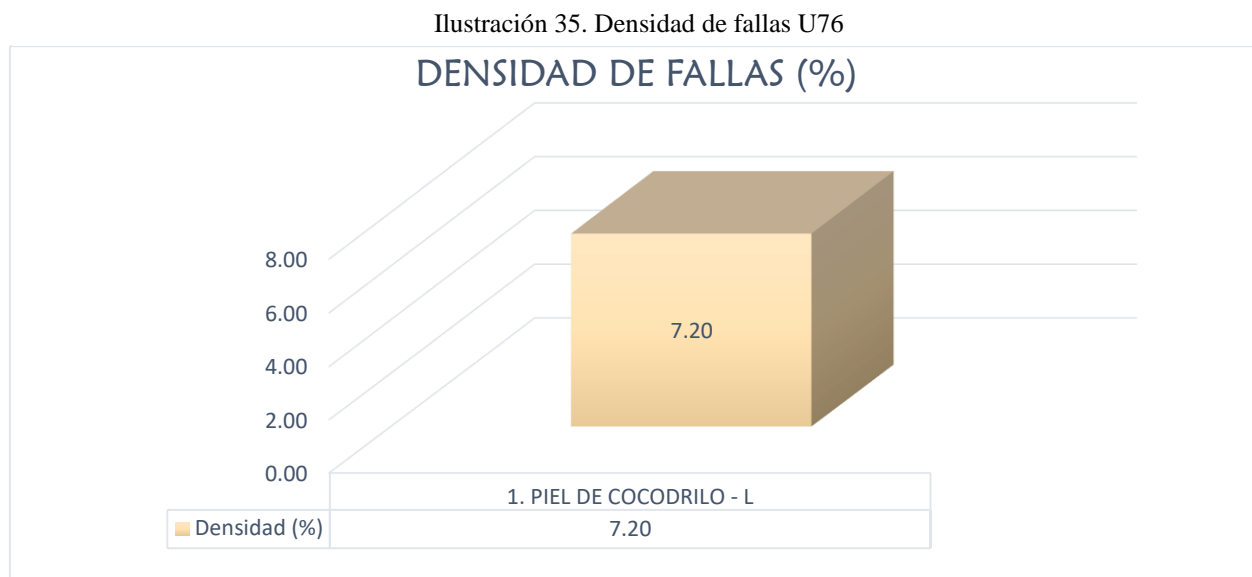
Ilustración 34. Densidad de fallas U71



Elaboración propia

4.3.1.13.Resultado de la Unidad de Muestra (U76)

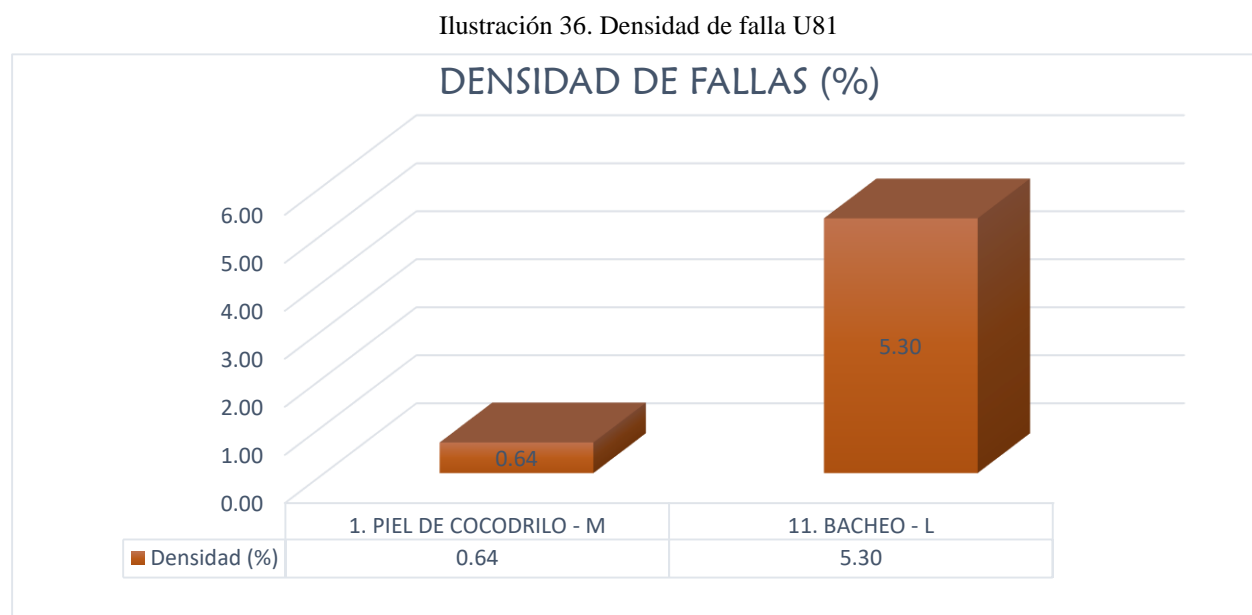
La falla existente en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo, de severidad baja con una densidad de 7.20%



Elaboración propia

4.3.1.14.Resultado de la Unidad de Muestra (U81)

La falla existente en esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo, de severidad media y bacheo de severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es el bacheo con una densidad de 5.30%.

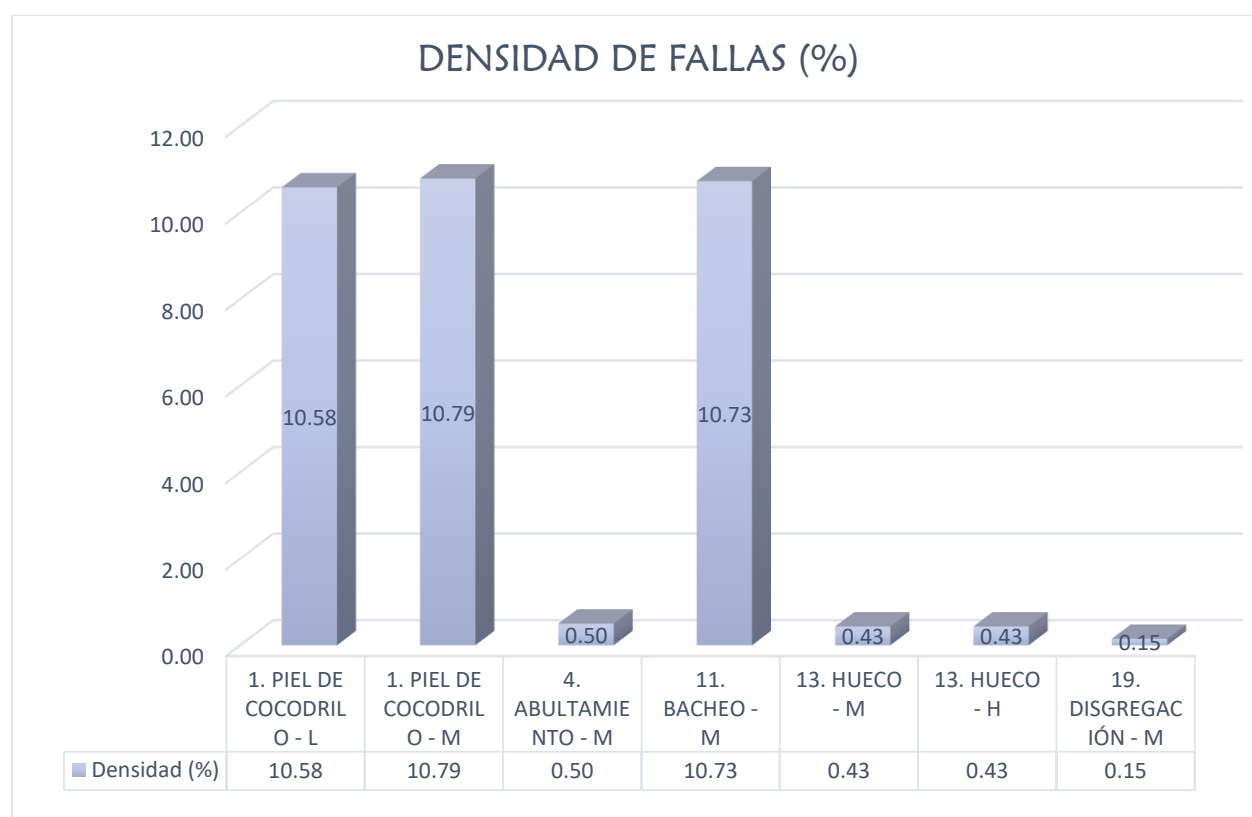


Elaboración propia

4.3.1.15. Resultado de la Unidad de Muestra (U86)

En esta sección se encontraron diferentes tipos de falla como piel de cocodrilo con severidad baja y media, bacheo y disgregación con severidad media y huecos de severidad media y alta. De acuerdo al gráfico mostrado, uno de los daños con mayor incidencia fue la piel de cocodrilo con severidad media y una densidad de 10.79%, seguido del bacheo y piel de cocodrilo con severidad baja con densidades de 10.73% y 10.58%, respectivamente.

Ilustración 37. Densidad de falla U86

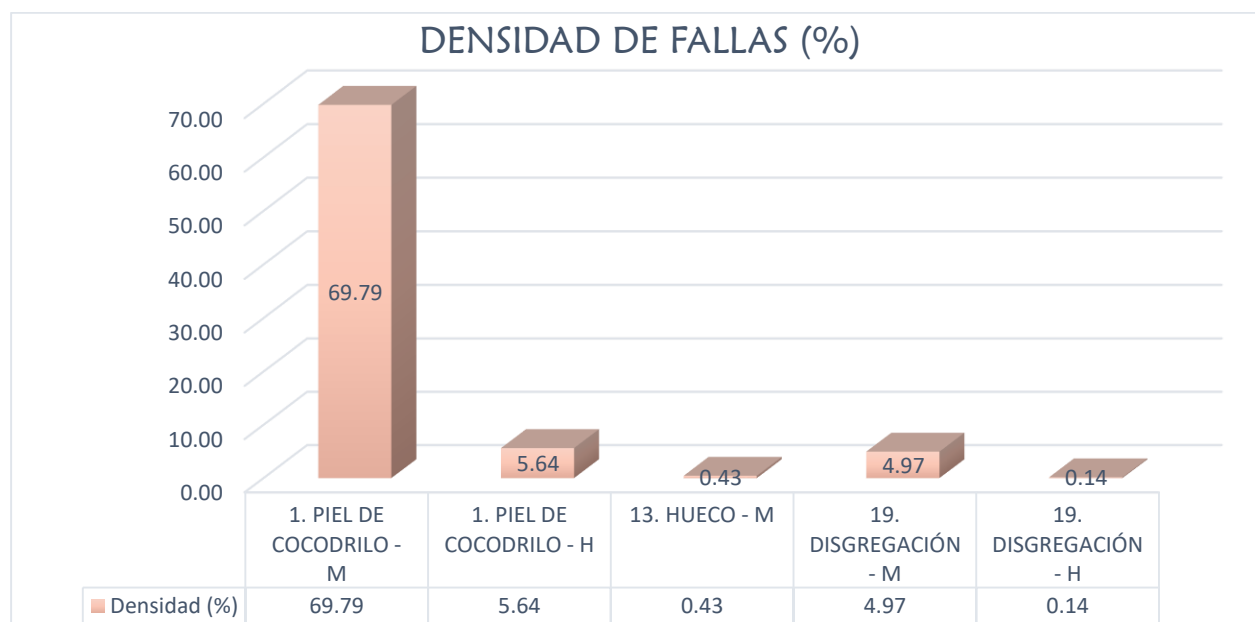


Elaboración propia

4.3.1.16. Resultado de la Unidad de Muestra (U91)

En esta sección se encontraron diferentes tipos de falla como piel de cocodrilo y disgregación con severidades media y alta y huecos con severidad media. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia fue la piel de cocodrilo con severidad media y una densidad de 69.79%.

Ilustración 38. Densidad de falla U91

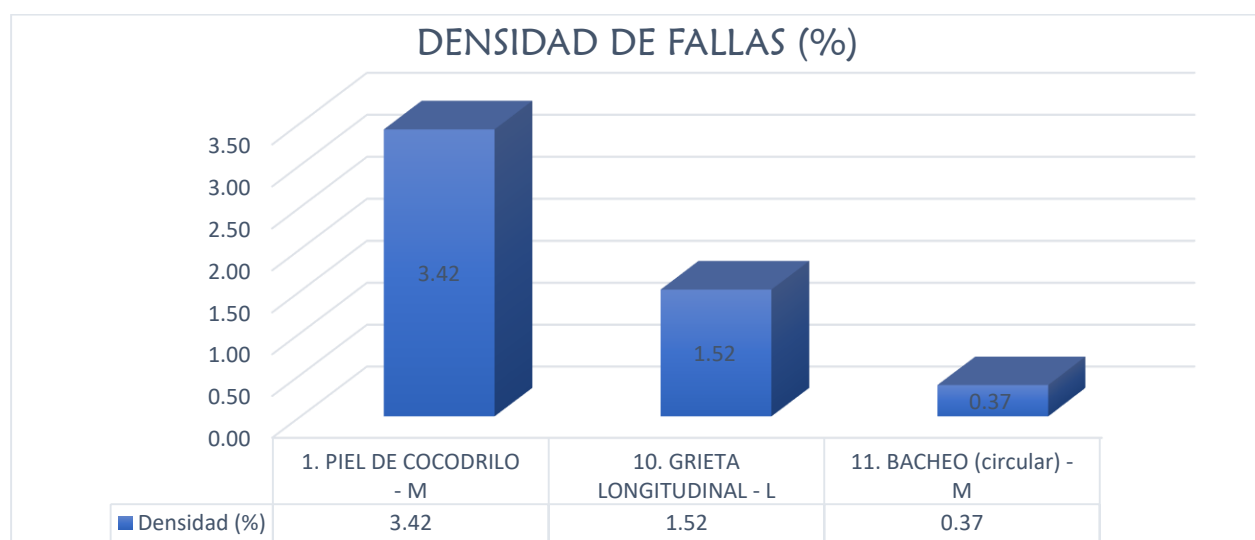


Elaboración propia

4.3.1.17. Resultado de la Unidad de Muestra (U96)

En esta sección se encontraron diferentes tipos de falla como piel de cocodrilo y bacheo con severidad media y grietas longitudinales con severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia fue la piel de cocodrilo con severidad media y una densidad de 3.42%.

Ilustración 39. Densidad de falla U96

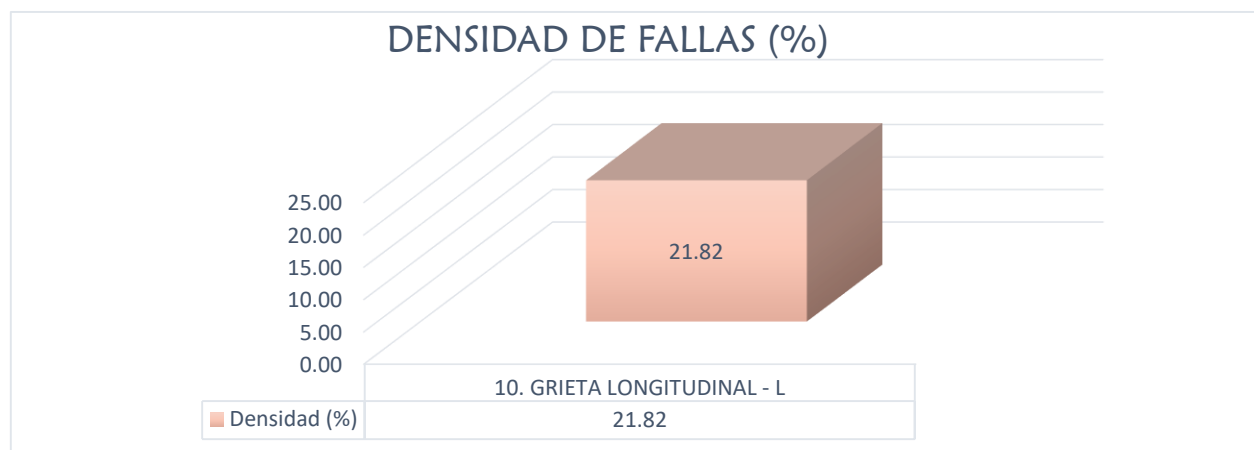


Elaboración propia

4.3.1.18.Resultado de la Unidad de Muestra (U101)

En esta sección se encontró grietas longitudinales con severidad baja y una densidad de 21.8%, lo que significa que esta sección está siendo afectada por la repetición de cargas vehiculares, ocasionando fatiga de las capas asfálticas.

Ilustración 40. Densidad de falla U101

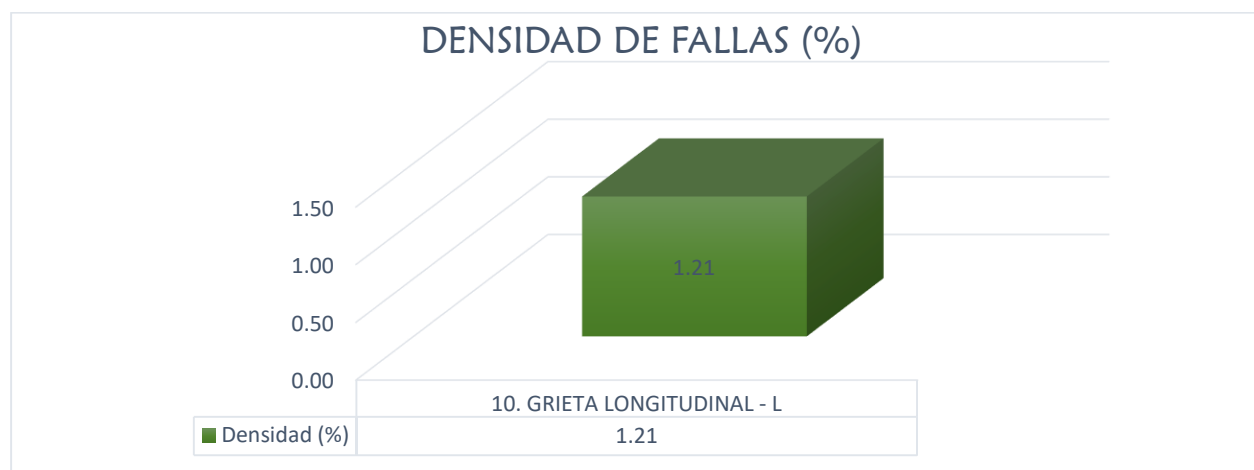


Elaboración propia

4.3.1.19.Resultado de la Unidad de Muestra (U106)

En esta sección se encontró grietas longitudinales con severidad baja y una densidad de 1.21%, lo que indica que aún se puede intervenir en esta falla para evitar severidades altas.

Ilustración 41. Densidad de falla U106

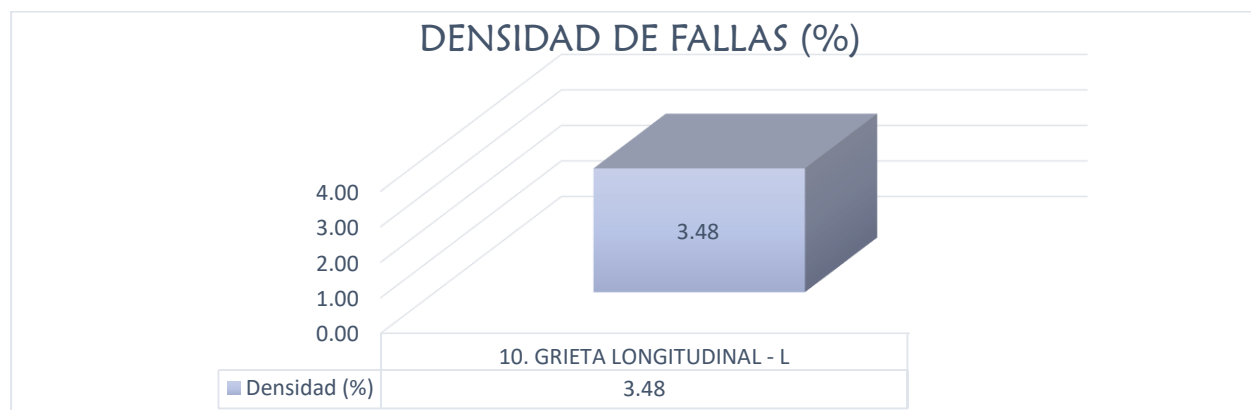


Elaboración propia

4.3.1.20. Resultado de la Unidad de Muestra (U111)

En esta sección se encontró grietas longitudinales con severidad baja y una densidad de 3.48%, lo que indica que aún se puede intervenir en esta falla para evitar severidades altas.

Ilustración 42. Densidad de falla U111

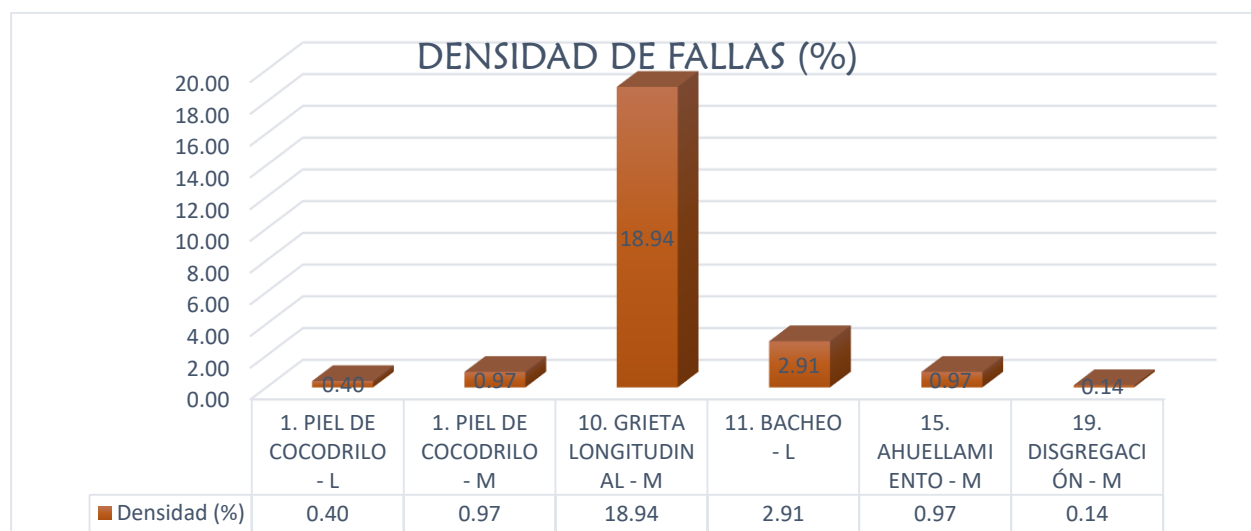


Elaboración propia

4.3.1.21. Resultado de la Unidad de Muestra (U116)

En esta sección se encontraron diferentes tipos de falla como piel de cocodrilo con severidad baja y media, grietas longitudinales, ahuellamiento y disgregación con severidad media y bacheo con severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia fue la grieta longitudinal con severidad media y una densidad de 18.94%.

Ilustración 43. Densidad de falla U116

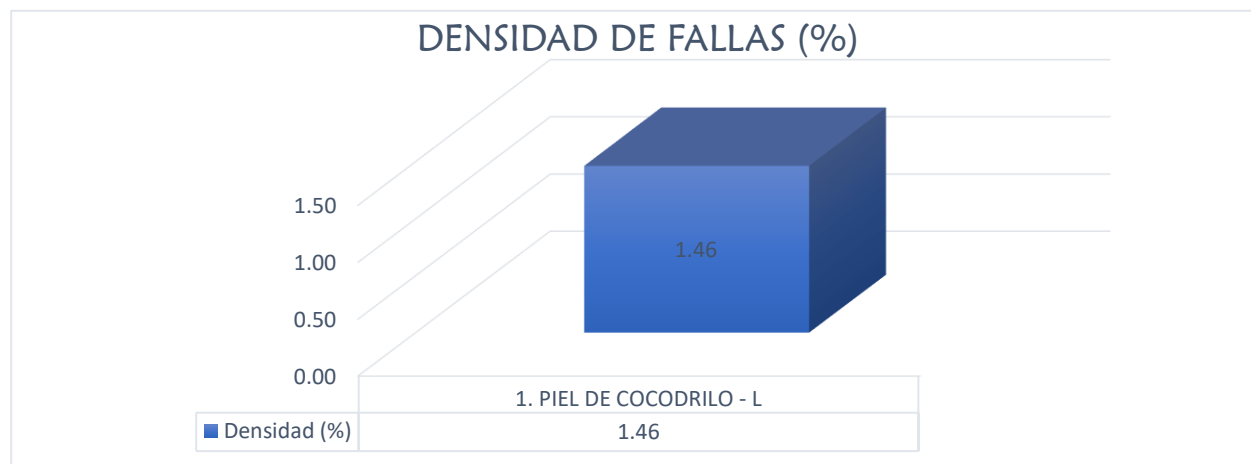


Elaboración propia

4.3.1.22. Resultado de la Unidad de Muestra (U121)

En esta sección se encontró piel de cocodrilo con severidad baja y una densidad de 1.46%, lo que significa que no genera daños significativos en el pavimento.

Ilustración 44. Densidad de falla U121

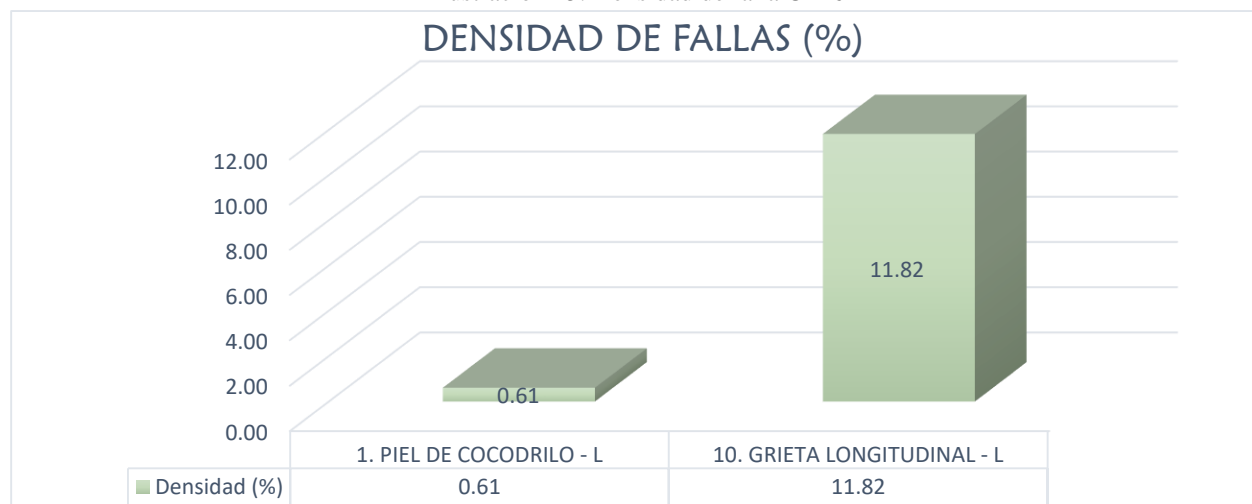


Elaboración propia

4.3.1.23. Resultado de la Unidad de Muestra (U126)

En esta sección se encontró daños de piel de cocodrilo y grieta longitudinal con severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la grieta longitudinal con una densidad de 11.82%, producto de repeticiones de carga por parte de los volquetes.

Ilustración 45. Densidad de falla U126



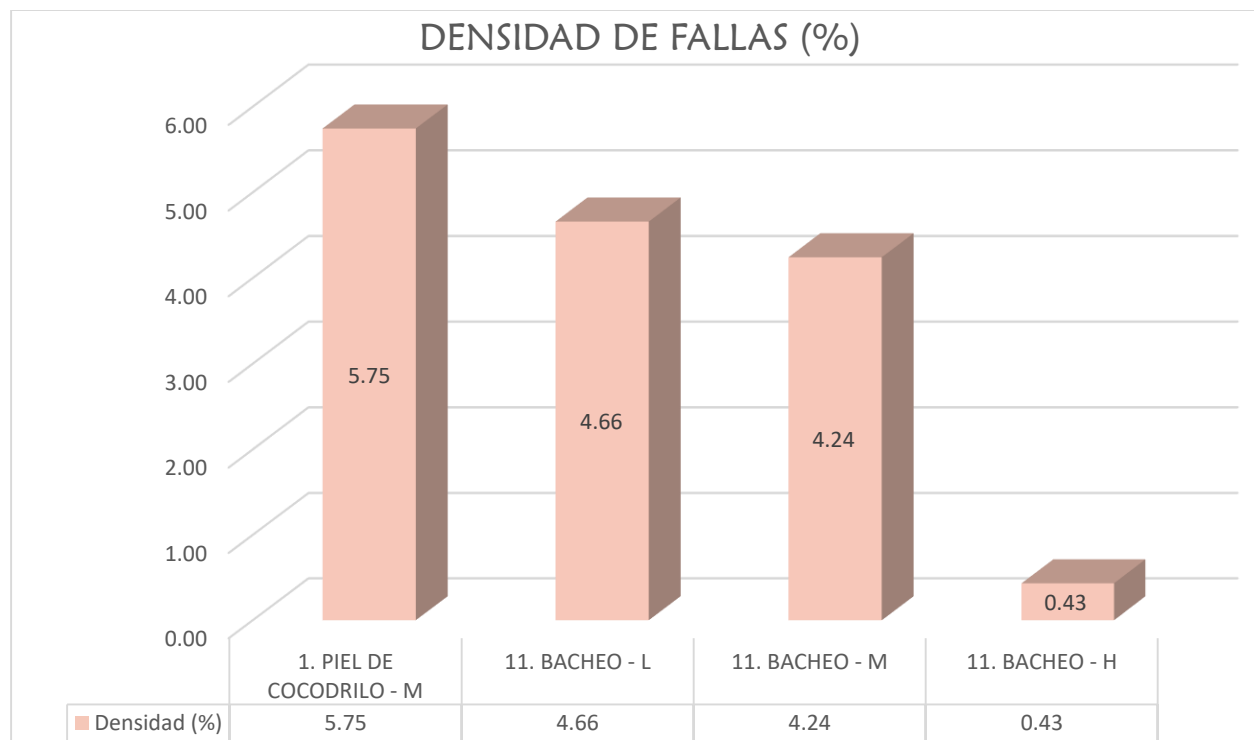
Elaboración propia

Además de las unidades evaluadas aleatoriamente se consideró muestras adicionales, las cuales se detallan a continuación:

4.3.1.24. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U12)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo con severidad media y bacheo con severidad baja, media y alta. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo con una densidad de 5.75% y considerada como una falla de carácter estructural.

Ilustración 46. Densidad de falla U12

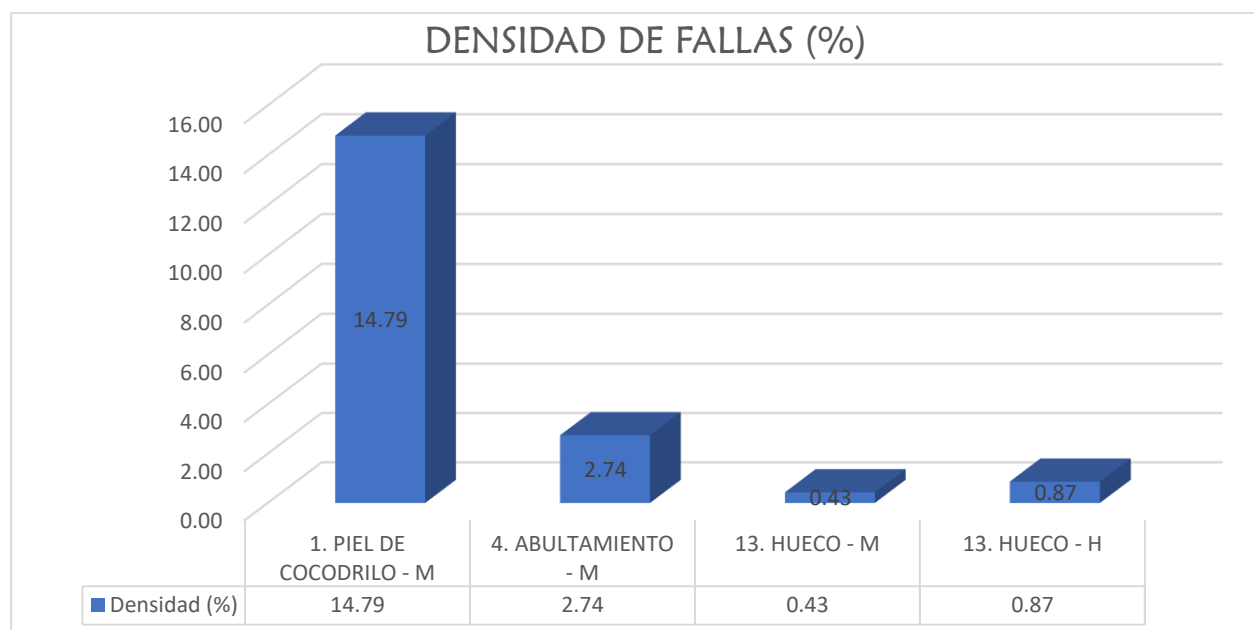


Elaboración propia

4.3.1.25. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U13)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo, abultamiento con severidad media y huecos con severidad media y alta. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo con una densidad de 14.79%, al igual que en la sección anterior.

Ilustración 47. Densidad de falla U13

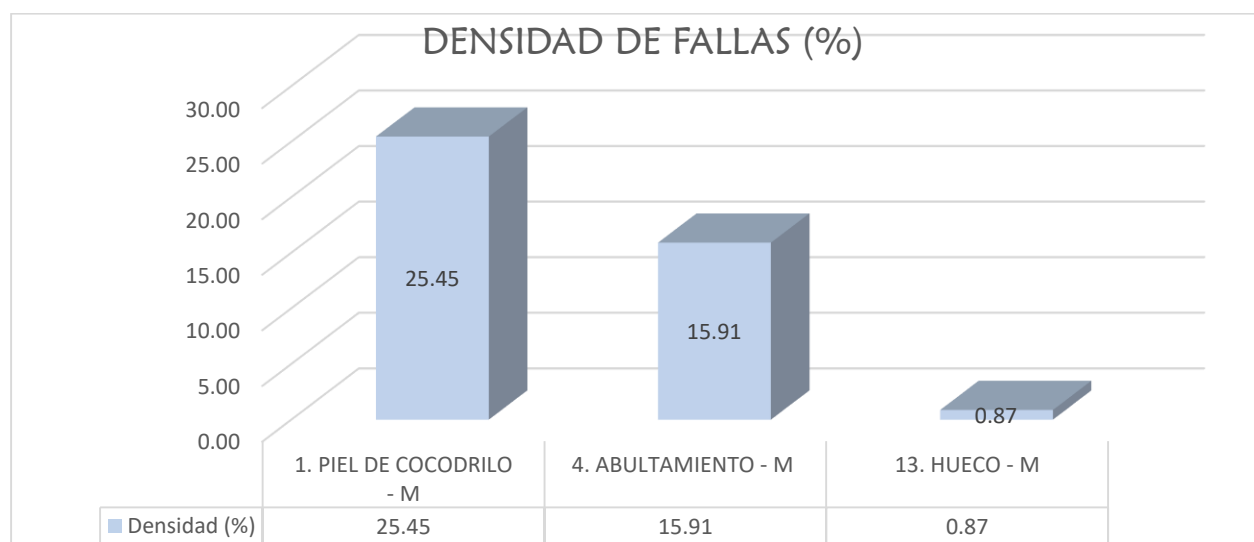


Elaboración propia

4.3.1.26. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U19)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo, abultamiento y hueco con severidad media. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo con una densidad de 25.45%, seguido del abultamiento con 15.9%.

Ilustración 48. Densidad de falla U19

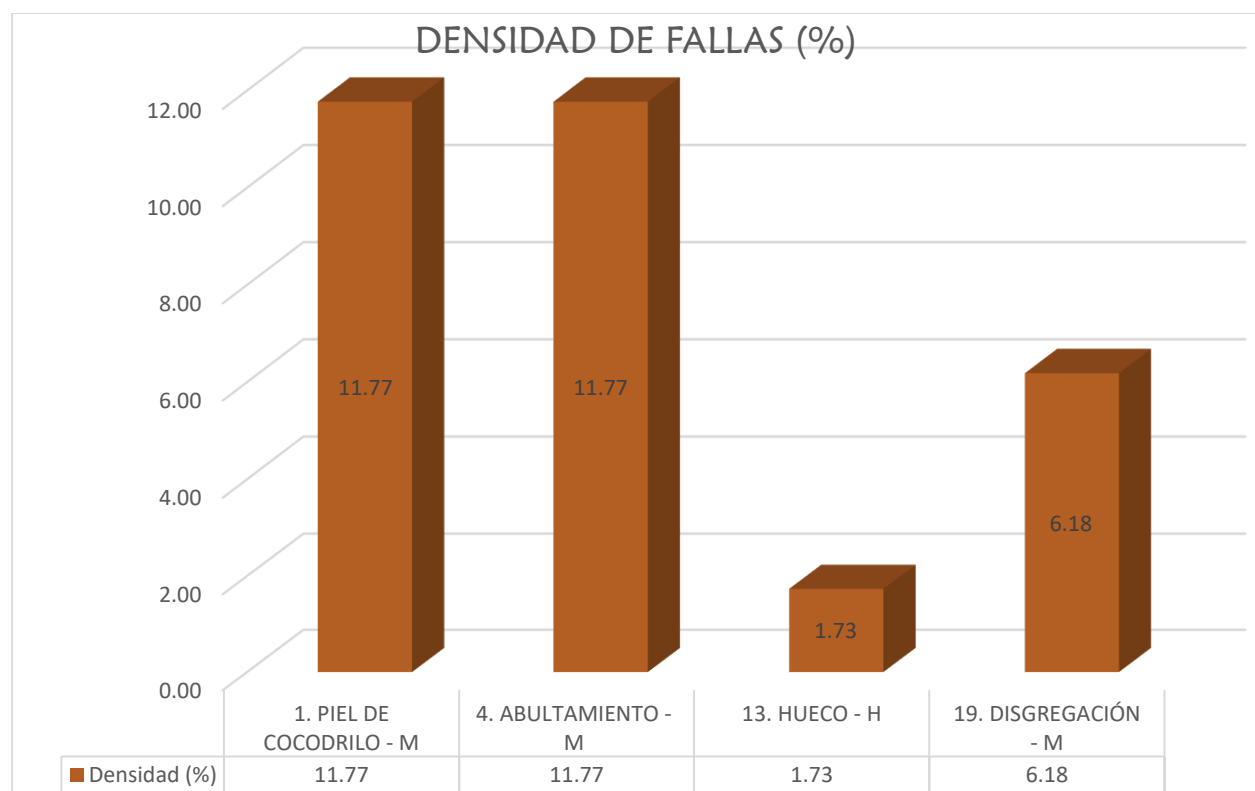


Elaboración propia

4.3.1.27. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U38)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo, abultamiento y disgregación con severidad media. Además de huecos con severidad alta. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo y abultamientos con una densidad de 11.17% para ambos casos. Estas fallas son de carácter estructural a consecuencia de la fatiga de las capas del pavimento.

Ilustración 49. Densidad de falla U38

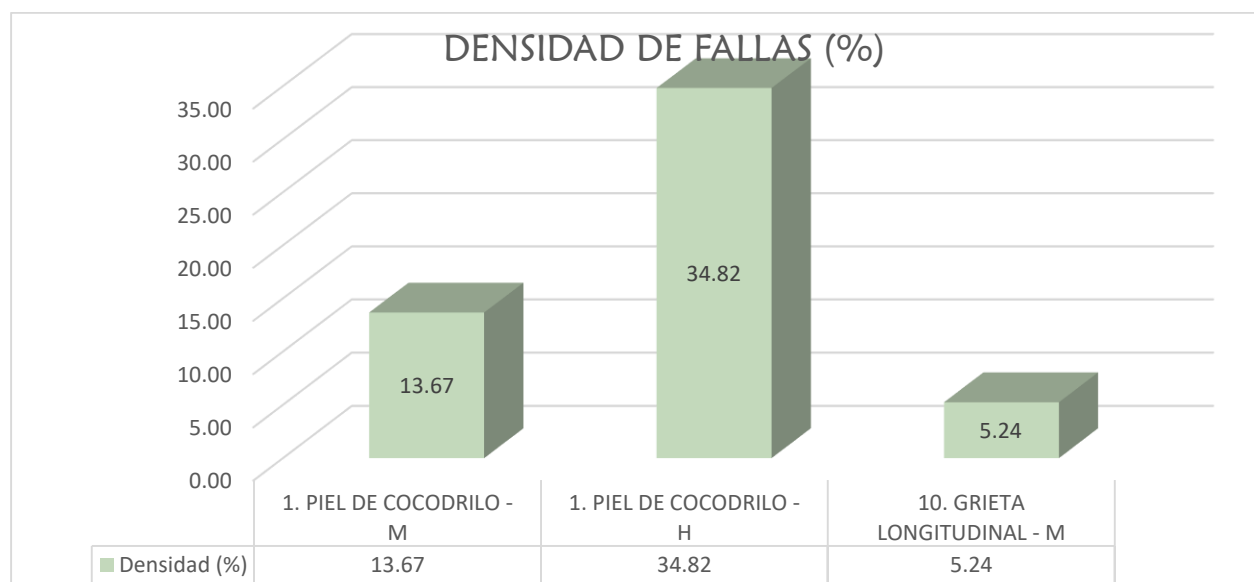


Elaboración propia

4.3.1.28. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U39)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo con severidad media y alta, grieta longitudinal con severidad media. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo con una densidad de 34.82%. Esta falla es de carácter estructural a consecuencia de la fatiga de las capas del pavimento.

Ilustración 50. Densidad de falla U39

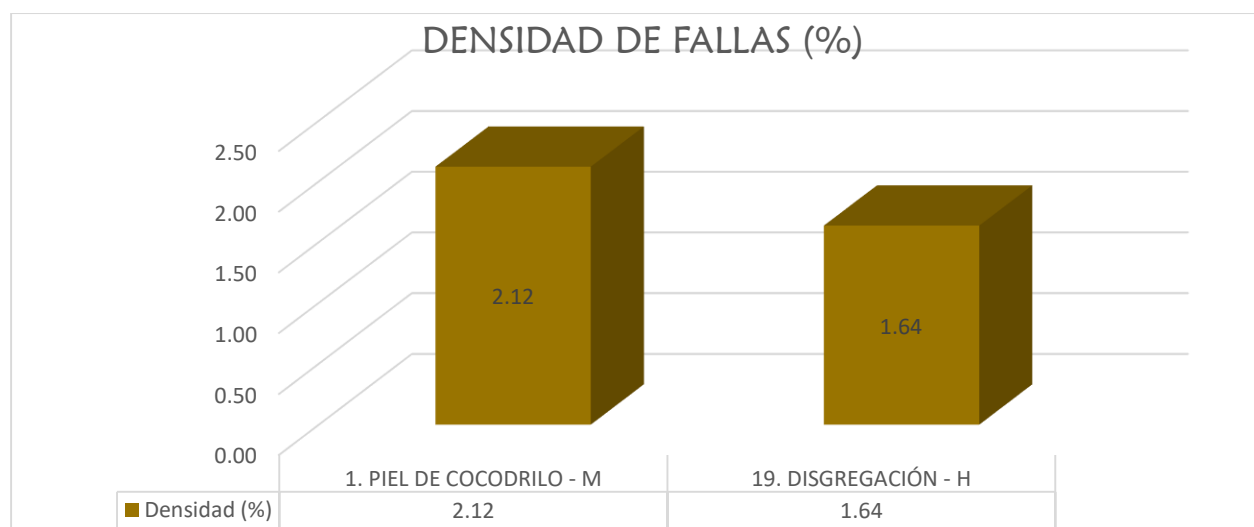


Elaboración propia

4.3.1.29. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U49)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo con severidad media y disgregación con severidad alta. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la piel de cocodrilo con una densidad de 2.12%.

Ilustración 51. Densidad de falla U49

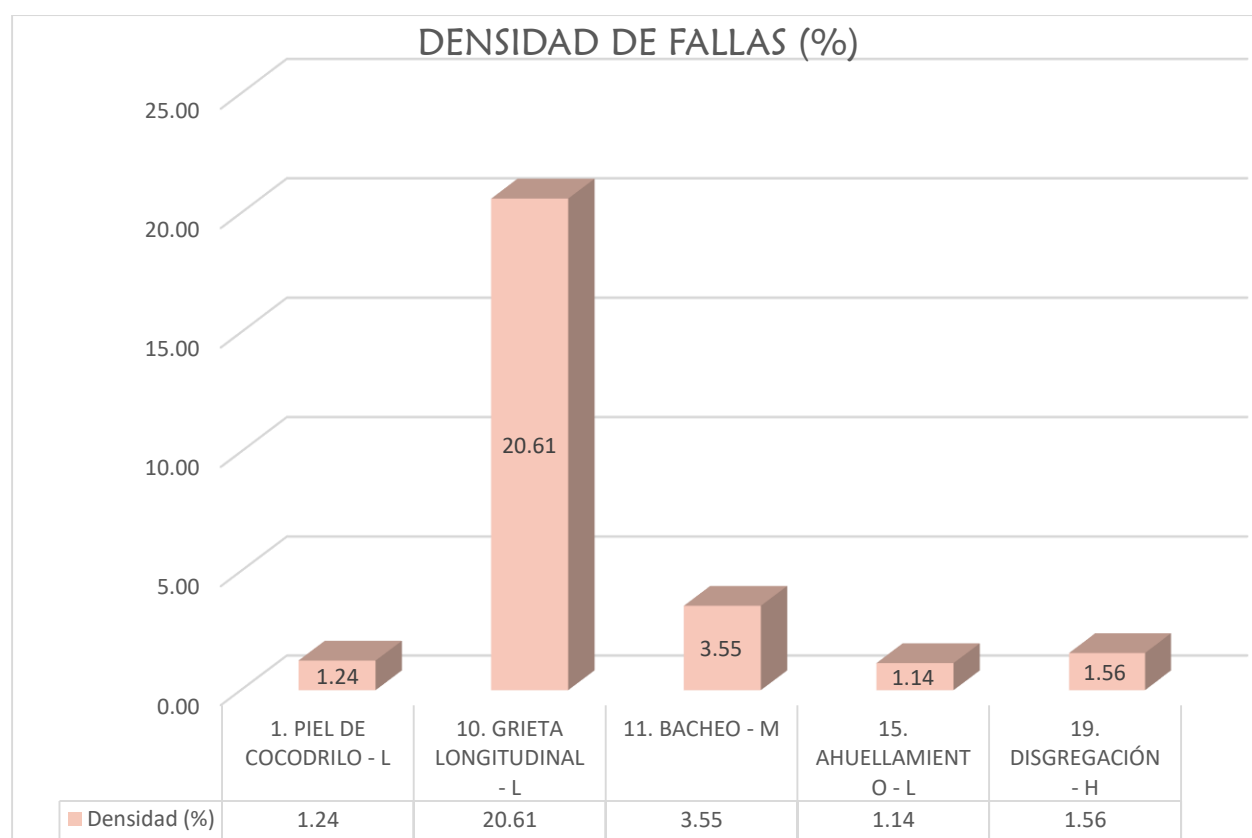


Elaboración propia

4.3.1.30. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U67)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo, grieta longitudinal y ahuellamiento con severidad baja. Además, se observó bacheo con severidad media y disgregación con severidad alta. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es la grieta longitudinal con una densidad de 20.61%, debido a la repetición de cargas vehiculares superior a lo permitido.

Ilustración 52. Densidad de falla U67

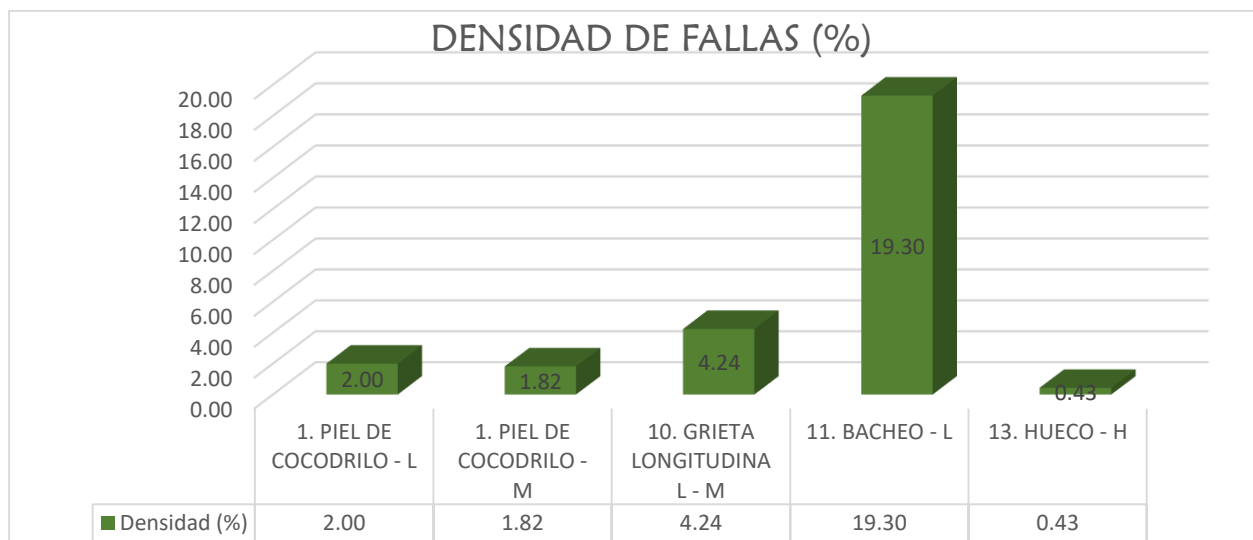


Elaboración propia

4.3.1.31. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U78)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo con severidad baja y media, grieta longitudinal con severidad media, bacheo con severidad baja y hueco con severidad alta. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia es el bacheo con una densidad de 19.30% indicando la insuficiencia estructural del pavimento.

Ilustración 53. Densidad de falla U78

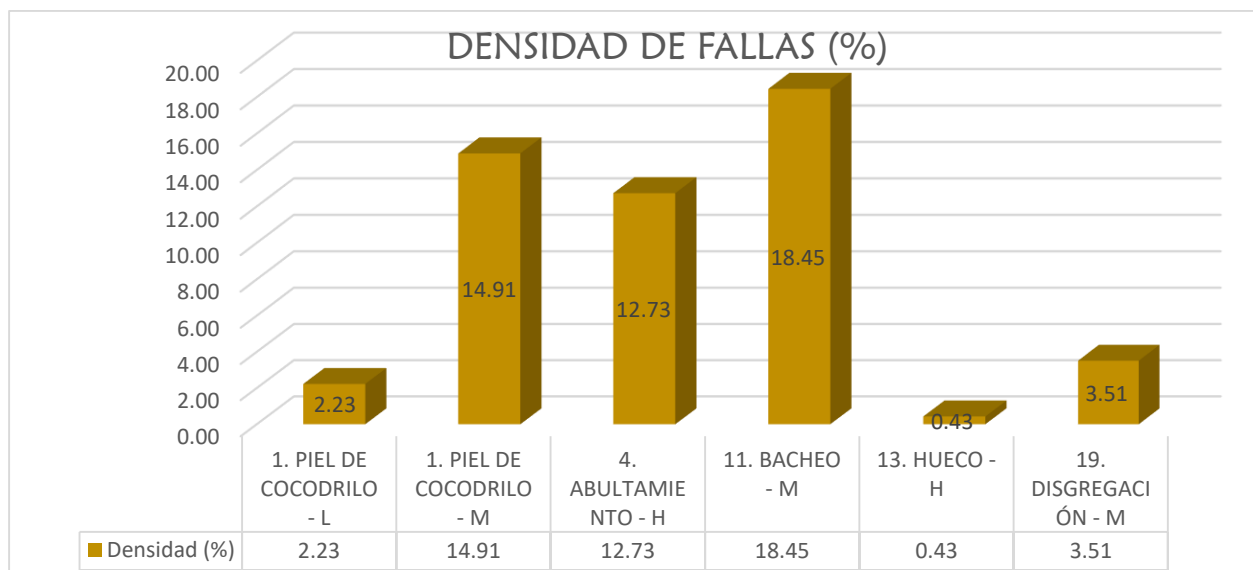


Elaboración propia

4.3.1.32. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U83)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo con severidad baja y media, abultamiento y hueco con severidad alta, bacheo y disgregación con severidad media. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia en el pavimento es el bacheo con una densidad de 18.45%, seguido de la piel de cocodrilo (m) y abultamiento con densidades de 14.91% y 12.73%, respectivamente.

Ilustración 54. Densidad de falla U83

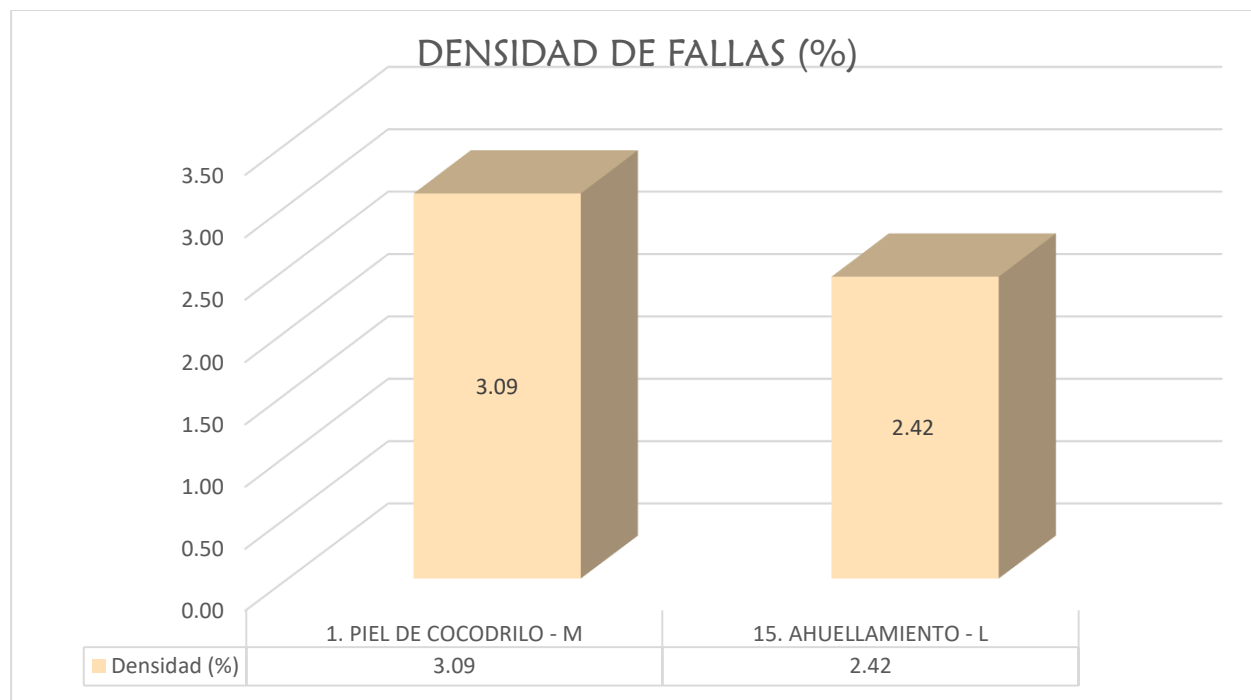


Elaboración propia

4.3.1.33.Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U98)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo con severidad media y ahuellamiento con severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia en el pavimento es la piel de cocodrilo con una densidad de 3.09%. Sin embargo, al ser un bajo porcentaje no afecta la funcionalidad del pavimento.

Ilustración 55. Densidad de falla U98

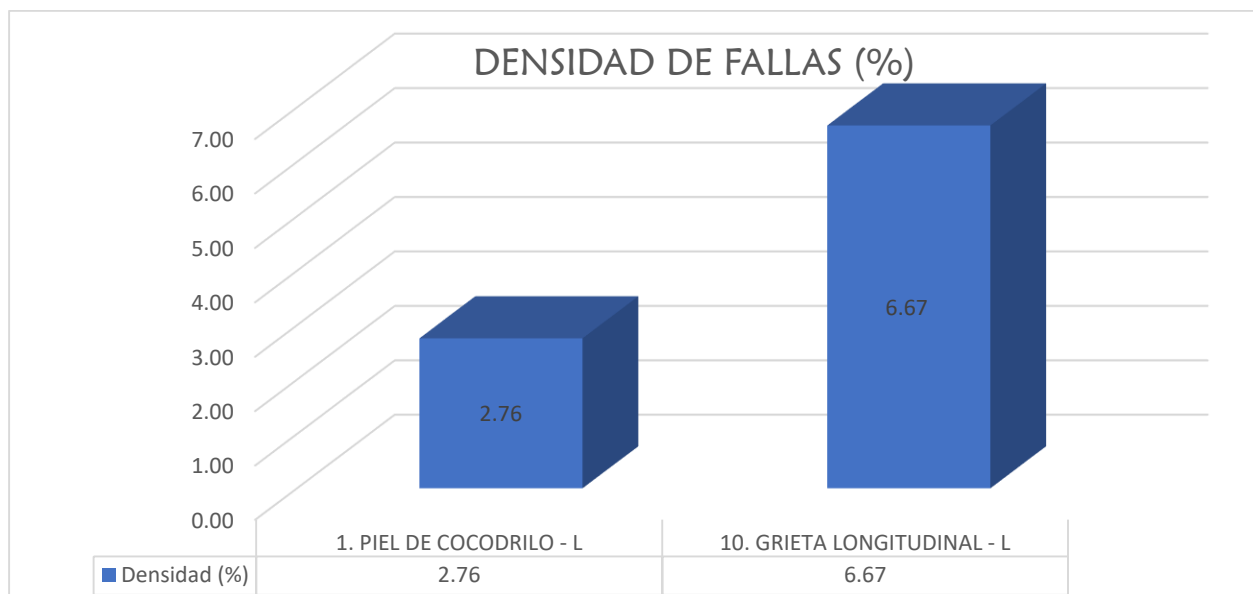


Elaboración propia

4.3.1.34.Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U112)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo con severidad media y grieta longitudinal con severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia en el pavimento es grieta longitudinal con una densidad de 6.67%. Sin embargo, al ser un bajo porcentaje no afecta la funcionalidad del pavimento.

Ilustración 56. Densidad de falla U112

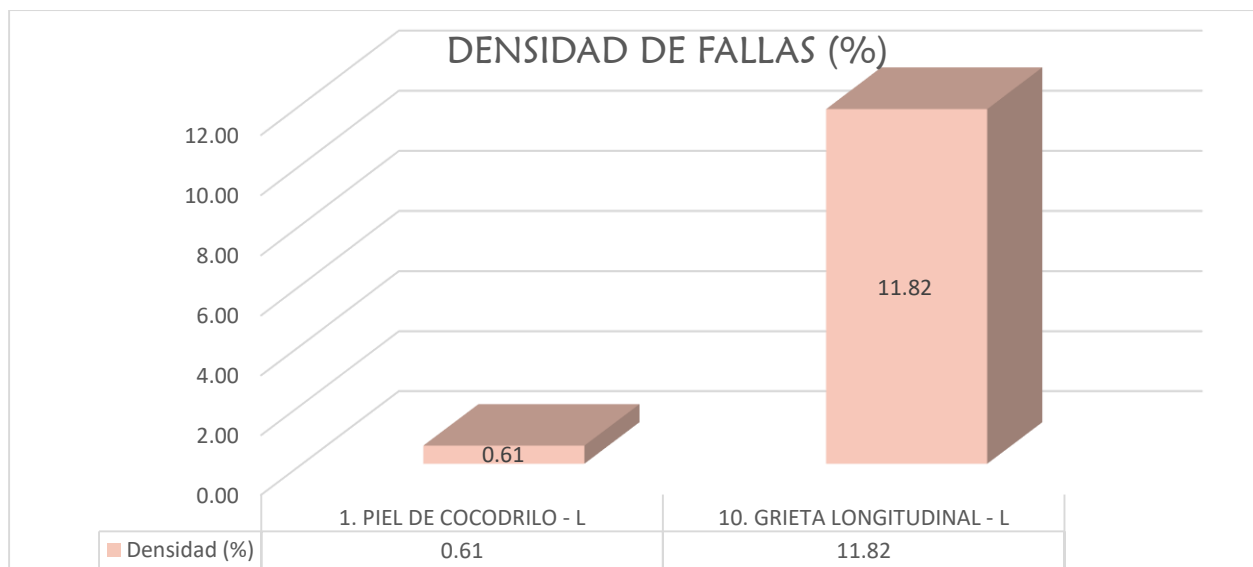


Elaboración propia

4.3.1.35. Resultado de la Unidad de Muestra Adicional (U128)

En esta sección se encontró daños como piel de cocodrilo y grieta longitudinal con severidad baja. De acuerdo al gráfico mostrado, el daño con mayor incidencia en el pavimento es la grieta longitudinal con una densidad de 11.82%.

Ilustración 57. Densidad de falla U128



Elaboración propia

4.3.2. Toda la sección

En la tabla 24 se muestra el resumen de los daños encontrados a largo de toda la sección, concluyendo que solo existieron 8 tipos de falla, tales como, piel de cocodrilo (PC), abultamientos y hundimientos (AH), grietas de borde (GB), grietas longitudinales y transversales (GLT), parcheo (PA), huecos (HU), ahuellamiento (A) y disgregación de agregados (DA).

Tabla 24. Resumen de fallas por unidad de muestra

CARRETERA FERREÑAFE - MESONES MURO									
Unidades de muestra	Progresiva (Km)	Fallas existentes							
		1 (PC)	4 (AH)	7 (GB)	10 (GLT)	11 (PA)	13 (HU)	15 (A)	19 (DA)
U1	0+680 - 0+715	-	-	-	-	-	-	-	SI
U6	0+855 - 0+890	SI	SI	-	-	-	SI	-	-
U11	1+030 - 1+065	SI	-	-	SI	SI	SI	-	SI
U12	1+065 - 1+100	SI	-	-	-	SI	-	-	-
U13	1+100 - 1+135	SI	SI	-	-	-	SI	-	-
U16	1+205 - 1+240	SI	SI	-	-	-	-	-	SI
U19	1+310 - 1+345	SI	SI	-	-	-	SI	-	-
U21	1+380 - 1+415	SI	-	-	SI	-	-	-	-
U26	1+555 - 1+590	SI	-	-	-	-	SI	-	SI
U36	1+905 - 1+940	SI	-	-	-	-	SI	SI	-
U38	1+975 - 2+010	SI	SI	-	-	-	SI	-	SI
U39	2+010 - 2+045	SI	-	-	SI	-	-	-	-
U41	2+080 - 2+115	SI	-	-	-	-	SI	-	-
U49	2+360 - 2+365	SI	-	-	-	-	-	-	SI
U56	2+605 - 2+640	SI	-	-	SI	-	-	-	-
U61	2+780 - 2+815	SI	-	SI	-	SI	SI	-	-
U66	2+955 - 2+990	SI	-	SI	SI	SI	-	SI	-
U67	2+990 - 3+025	SI	-	-	SI	SI	-	SI	SI
U71	3+130 - 3+165	SI	-	-	SI	SI	-	-	SI
U76	3+305 - 3+340	SI	-	-	-	-	-	-	-
U78	3+375 - 3+410	SI	-	-	SI	SI	SI	-	-
U81	3+480 - 3+515	SI	-	-	-	SI	-	-	-
U83	3+550 - 3+585	SI	SI	-	-	SI	SI	-	SI
U86	3+655 - 3+690	SI	SI	-	-	SI	SI	-	SI
U91	3+830 - 3+865	SI	-	-	-	-	SI	-	SI
U96	4+005 - 4+040	SI	-	-	SI	SI	-	-	-
U98	4+075 - 4+110	SI	-	-	-	-	-	SI	-
U101	4+180 - 4+215	-	-	-	SI	-	-	-	-
U106	4+355 - 4+390	-	-	-	SI	-	-	-	-
U111	4+530 - 4+565	-	-	-	SI	-	-	-	-
U112	4+575 - 4+610	SI	-	-	SI	-	-	-	-
U116	4+705 - 4+740	SI	-	-	SI	SI	-	SI	-
U121	4+880 - 4+915	SI	-	-	-	-	-	-	-
U126	5+055 - 5+090	SI	-	-	SI	-	-	-	-
U128	5+125 - 5+160	SI	-	-	SI	-	-	-	-

Elaboración propia

Además, en la tabla 25 se estima el porcentaje de fallas según del total de muestras levantadas, considerando que el 97% de muestras tienen daños tipo piel de cocodrilo, el 46% daños tipo grietas longitudinales, transversales y un 37% de huecos.

Tabla 25. Porcentaje de las fallas incidentes

	TIPO DE FALLA	UNIDAD	CANTIDAD
1	PIEL DE COCODRILO	m2	97%
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2	20%
7	GRIETA DE BORDE	ml	6%
10	GRIETA LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ml	46%
11	PARCHEO	m2	34%
13	HUECOS	und	37%
15	AHUELLAMIENTO	m2	14%
19	DISGREGACIÓN DE AGREGADOS	m2	31%

Elaboración propia

A partir de ello, en la tabla 26 se muestra la extensión de las fallas con mayor incidencia. Para el caso de piel de cocodrilo, fueron las grietas con aberturas entre 1 y 3 mm, que se extendieron en 596.11 m² y para las grietas longitudinales y transversales, fueron aquellas con aberturas menores a 10 mm, entendiéndose en 246.30 ml.

Tabla 26. Extensión fallas con mayor incidencia

N°	Falla	Severidad	Extensión	
1	PC	L	128.14	m2
	PC	M	596.11	m2
	PC	H	105.84	m2
10	GLT	L	246.30	ml
	GLT	M	76.15	ml
	GLT	H	0.00	ml

Elaboración propia

4.4. Aplicación del método PCI en el tramo de estudio

4.4.1. Valor PCI por unidad de muestra

Después de haber identificado las fallas en el pavimento de cada unidad de muestra y la densidad de cada una de ellas, se procedió a calcular el valor del PCI de acuerdo al método, para clasificar el estado actual de la carretera. Todo esto se detallará en la siguiente tabla:

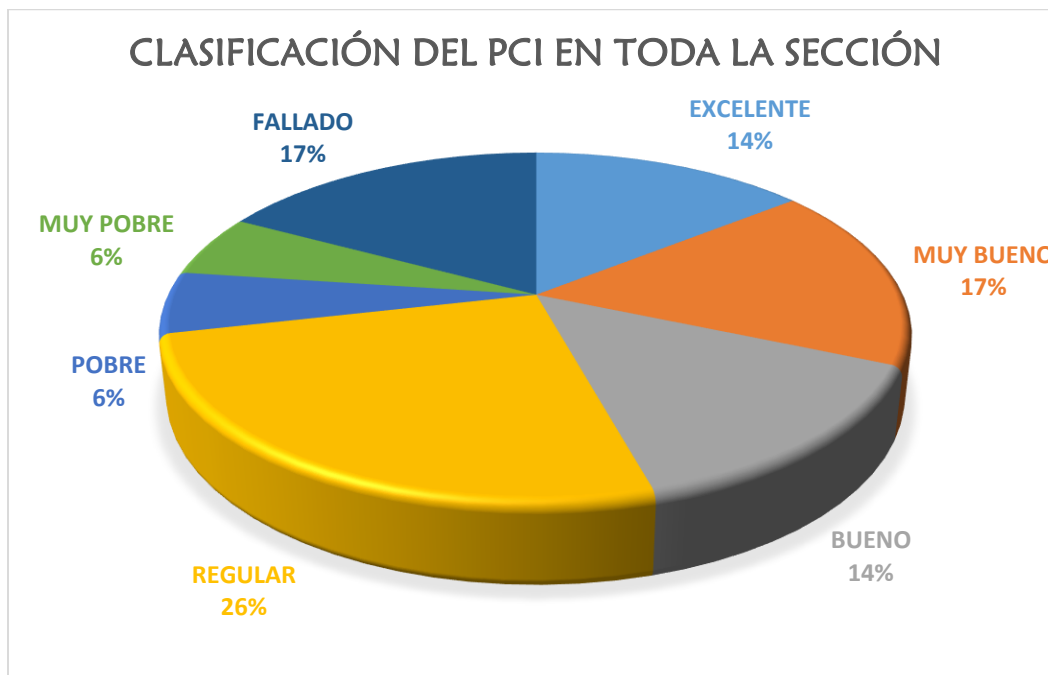
Tabla 27. Resumen PCI de Unidades de Muestra

CARRETERA FERREÑAFE - MESONES MURO				
Unidades de muestra	Progresiva (Km)	Área (m2)	PCI (ri)	Clasificación
U1	0+680 - 0+715	231	49	REGULAR
U6	0+855 - 0+890	231	43	REGULAR
U11	1+030 - 1+065	231	53	REGULAR
U12	1+065 - 1+100	231	51	REGULAR
U13	1+100 - 1+135	231	26	POBRE
U16	1+205 - 1+240	231	12	MUY POBRE
U19	1+310 - 1+345	231	16	MUY POBRE
U21	1+380 - 1+415	231	56	BUENO
U26	1+555 - 1+590	231	5	FALLADO
U36	1+905 - 1+940	231	33	POBRE
U38	1+975 - 2+010	231	8	FALLADO
U39	2+010 - 2+045	231	8	FALLADO
U41	2+080 - 2+115	231	50	REGULAR
U49	2+360 - 2+365	231	71	MUY BUENO
U56	2+605 - 2+640	231	73	MUY BUENO
U61	2+780 - 2+815	231	45	REGULAR
U66	2+955 - 2+990	231	79	MUY BUENO
U67	2+990 - 3+025	231	64	BUENO
U71	3+130 - 3+165	231	54	REGULAR
U76	3+305 - 3+340	231	70	BUENO
U78	3+375 - 3+410	231	40	REGULAR
U81	3+480 - 3+515	231	78	MUY BUENO
U83	3+550 - 3+585	231	4	FALLADO
U86	3+655 - 3+690	231	6	FALLADO
U91	3+830 - 3+865	231	4	FALLADO
U96	4+005 - 4+040	231	62	BUENO
U98	4+075 - 4+110	231	73	MUY BUENO
U101	4+180 - 4+215	231	88	EXCELENTE
U106	4+355 - 4+390	231	98	EXCELENTE
U111	4+530 - 4+565	231	97	EXCELENTE
U112	4+575 - 4+610	231	73	MUY BUENO
U116	4+705 - 4+740	231	55	REGULAR
U121	4+880 - 4+915	231	86	EXCELENTE
U126	5+055 - 5+090	231	83	BUENO
U128	5+125 - 5+160	231	88	EXCELENTE

Elaboración propia

Según el total de muestras evaluadas el 26% corresponden a un estado regular y el 17% a un estado fallado, como se muestra a continuación:

Ilustración 58. Clasificación del PCI en toda la sección



Elaboración propia

4.4.2. Valor PCI en la sección

Después del cálculo establecido por la norma, el valor de PCI para las muestras aleatorias es de 55.37, clasificando al pavimento entre regular. Por otro lado, en las muestras adicionales se obtuvo un valor de 43.50, clasificándola como regular, tal como se muestra en la tabla 28.

Tabla 28. Cálculo de PCI en la sección

CARRETERA FERREÑAFE - MESONES MURO					L = 4515 m	Ac = 6.6 m
MUESTRAS ALEATORIAS						
Unidades de muestra	Progresiva (Km)	Área (m2)	PCI (ri)	Clasificación	Área x PCI (ri)	PCI(r)
U1	0+680 - 0+715	231	49	REGULAR	11319	55.61
U6	0+855 - 0+890	231	43	REGULAR	9933	
U11	1+030 - 1+065	231	53	REGULAR	12243	
U16	1+205 - 1+240	231	12	MUY POBRE	2772	
U21	1+380 - 1+415	231	56	BUENO	12936	
U26	1+555 - 1+590	231	5	FALLADO	1155	
U36	1+905 - 1+940	231	33	POBRE	7623	
U41	2+080 - 2+115	231	50	REGULAR	11550	
U56	2+605 - 2+640	231	73	MUY BUENO	16863	
U61	2+780 - 2+815	231	45	REGULAR	10395	
U66	2+955 - 2+990	231	79	MUY BUENO	18249	
U71	3+130 - 3+165	231	54	REGULAR	12474	
U76	3+305 - 3+340	231	70	BUENO	16170	
U81	3+480 - 3+515	231	78	MUY BUENO	18018	
U86	3+655 - 3+690	231	6	FALLADO	1386	
U91	3+830 - 3+865	231	4	FALLADO	924	
U96	4+005 - 4+040	231	62	BUENO	14322	
U101	4+180 - 4+215	231	88	EXCELENTE	20328	
U106	4+355 - 4+390	231	98	EXCELENTE	22638	
U111	4+530 - 4+565	231	97	EXCELENTE	22407	
U116	4+705 - 4+740	231	55	REGULAR	12705	
U121	4+880 - 4+915	231	86	EXCELENTE	19866	
U126	5+055 - 5+090	231	83	BUENO	19173	
MUESTRAS ADICIONALES						
Unidades de muestra	Progresiva (Km)	Área (m2)	PCI (ai)	Clasificación	Área x PCI (ai)	PCI (a)
U12	1+065 - 1+100	231	51	REGULAR	11781	43.50
U13	1+100 - 1+135	231	26	POBRE	6006	
U19	1+310 - 1+345	231	16	MUY POBRE	3696	
U38	1+975 - 2+010	231	8	FALLADO	1848	
U39	2+010 - 2+045	231	8	FALLADO	1848	
U49	2+360 - 2+365	231	71	MUY BUENO	16401	
U67	2+990 - 3+025	231	64	BUENO	14784	
U78	3+375 - 3+410	231	40	REGULAR	9240	
U83	3+550 - 3+585	231	4	FALLADO	924	
U98	4+075 - 4+110	231	73	MUY BUENO	16863	
U112	4+575 - 4+610	231	73	MUY BUENO	16863	
U128	5+125 - 5+160	231	88	EXCELENTE	20328	

Elaboración propia

Debido a la presencia de muestras aleatorias y adicionales, la norma [9] establece una fórmula para el cálculo del PCI de la sección:

$$PCI_s = (PCI_r (A - \sum_{i=1}^m A_{ai}) + PCI_a (\sum_{i=1}^m A_{ai})) / A$$

donde:

PCI_a = PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales,

PCI_{ai} = PCI de la unidad de muestra adicional i ,

A_{ai} = área de la unidad de muestra adicional i ,

A = área de la sección,

m = número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas, y

PCI_s = PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

PCI r =	55.61
PCI a =	43.50
A =	29799.00 m ²
Aad =	2772.00 m ²

PCI s =	54.48
REGULAR	

De acuerdo al cálculo realizado, el estado superficial de la carretera comprendida entre Ferreñafe y Mesones Muro se encuentra en estado regular debido a la severidad de las fallas, específicamente, por la presencia de piel de cocodrilo con una extensión de 830.10 m² y grietas longitudinales con una extensión de 322.5 ml.

4.5. Evaluación estructural

Para evaluar la condición estructural del pavimento y complementar la evaluación superficial se hicieron ensayos destructivos (calicatas). A continuación, se detalla la ubicación y los ensayos de laboratorio realizados.

4.5.1. Ubicación del registro exploratorio

Se evaluaron un total de 9 calicatas y la cantidad fue determinada de acuerdo a la norma [8]. En la tabla 29 se especifica las progresivas referente al plano de la carretera (Anexo 4.1) y la ubicación de acuerdo a las unidades de muestra realizadas para la evaluación superficial.

Tabla 29. Ubicación de calicatas

CALICATA	PROGRESIVA	UBICACIÓN
C1	0+715	Al final de la unidad de muestra U1
C2	1+215	En medio de la unidad de muestra U16
C3	1+590	Al final de la unidad de muestra U26
C4	2+115	Al final de la unidad de muestra U41
C5	2+780	Al inicio de la unidad de muestra U61
C6	3+215	En medio de la unidad de muestra U76
C7	3+830	Al inicio de la unidad de muestra U91
C8	4+355	Al inicio de la unidad de muestra U106
C9	5+055	Al inicio de la unidad de muestra U126

Elaboración propia

Cabe mencionar que las exploraciones se hicieron de forma alternada, iniciándose por el costado del carril derecho, luego izquierdo y así sucesivamente.

4.5.2. Ensayos de laboratorio

Las exploraciones en campo de cada calicata se hicieron a una profundidad de 0.00 a 0.35m para base, sub-base y de 0.35m a 1.50m para la subrasante. Los ensayos realizados fueron, el análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg, clasificación de suelos, humedad natural, próctor modificado y CBR, de acuerdo a la norma correspondiente. (Anexo 4.2)

4.5.2.1. Análisis granulométrico por tamizado

Se realizó de acuerdo a la norma ASTM D4-22. A continuación, se presenta los % de material existente en cada calicata, a nivel de base, subbase y subrasante.

Tabla 30. Material existente (base y sub-base)

CALICATA	% DE MATERIAL - BASE Y SUB-BASE		
	Grava	Arena	Arcillas y limos
C1	65.40	5.80	28.80
C2	64.30	7.00	28.70
C3	65.20	6.50	28.30
C4	67.00	6.00	27.00
C5	71.40	6.80	21.80
C6	68.00	7.20	24.80
C7	66.10	5.90	28.00
C8	73.00	6.10	20.90
C9	64.80	6.50	28.70

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

Tabla 31. Material existente (subrasante)

CALICATA	% DE MATERIAL - SUBRASANTE		
	Grava	Arena	Arcillas y limos
C1	6.11	38.94	54.95
C2	0.73	12.28	86.99
C3	0.04	25.79	74.17
C4	3.28	27.55	69.17
C5	0.25	16.18	83.57
C6	6.11	38.94	84.51
C7	6.75	21.55	71.70
C8	1.01	38.71	60.28
C9	0.26	45.57	54.17

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

Como se puede observar, en la tabla 30 el material de base y sub-base está conformado por grava en más del 50% y en la tabla 31, se observa que el material que mayor predomina en la subrasante es la arcilla con más del 60%.

4.5.2.2. Límites de Atterberg

Se realizó de acuerdo a la norma ASTM D4318, a nivel de base, sub-base y subrasante. A continuación, se presenta, el límite líquido, plástico y el índice de plasticidad de cada calicata.

Tabla 32. Límites de Atterberg (Base y sub-base)

CALICATA	LIMITES DE ATTERBERG - BASE Y SUB-BASE		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C1	18.11	11.60	6.51
C2	17.13	11.14	5.99
C3	16.58	10.50	6.08
C4	18.41	11.40	7.01
C5	17.50	10.47	7.03
C6	16.95	10.10	6.85
C7	17.83	11.60	6.23
C8	17.58	10.73	6.85
C9	18.86	11.87	6.99

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

Tabla 33. Límites de Atterberg (Subrasante)

CALICATA	LÍMITES DE ATTERBERG - SUBRASANTE		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C1	27.14	18.46	8.68
C2	37.09	22.63	14.46
C3	27.63	18.41	9.22
C4	39.54	17.01	22.53
C5	30.79	19.73	11.06
C6	37.62	19.60	18.02
C7	32.55	19.77	12.78
C8	28.82	16.89	11.93
C9	26.55	17.72	8.83

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

De acuerdo a los datos calculados, en la tabla 32, el índice de plasticidad de la base y sub-base es alto, según lo recomendado por el EG2013. En la tabla 33, la mayoría de muestras en la subrasante presentan plasticidad media, debido a la presencia de humedad y arcillas.

4.5.2.3. Clasificación de suelos

Se realizó de acuerdo a la norma ASTM D2487, con la finalidad de descubrir el comportamiento del suelo, haciendo uso de la granulometría y la plasticidad.

Tabla 34. Clasificación de suelos (Base y sub-base)

CALICATA	CLASIFICACIÓN - BASE Y SUBBASE	
	SUCS	AASHTO
C1	GC	A2 - 4
C2	GC	A2 - 4
C3	GC	A2 - 4
C4	GC	A2 - 4
C5	GC	A2 - 4
C6	GC	A2 - 4
C7	GC	A2 - 4
C8	GC	A2 - 4
C9	GC	A2 - 4

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

Tabla 35. Clasificación de suelos (Subrasante)

CALICATA	CLASIFICACIÓN - SUBRASANTE	
	SUCS	AASHTO
C1	CL	A - 4
C2	CL	A - 6
C3	CL	A - 4
C4	CL	A - 6
C5	CL	A - 6
C6	CL	A - 6
C7	CL	A - 6
C8	CL	A - 6
C9	CL	A - 4

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

En la tabla 34, el suelo de la base y sub-base según SUCS es grava arcillosa, al igual que para AASHTO, la mayoría de las muestras corresponden a un suelo A2 – 4 (gravas y arenas arcillosas). Por otro lado, en la tabla 35, la subrasante presenta suelo con arcilla de baja plasticidad, al igual que para AASHTO, la mayoría de las muestras corresponden a un suelo A – 6 (suelo arcilloso)

4.5.2.4. Contenido de humedad

Se realizó de acuerdo a la norma ASTM D2216, con la finalidad de conocer la humedad natural del suelo y así evaluar la resistencia de la subrasante. Este valor es comparado con la humedad optima, obtenida del ensayo del Proctor.

Tabla 36. Contenido de humedad (Base, sub-base y subrasante)

CALICATA	HUMEDAD (%)	
	BASE Y SUB-BASE	SUBRASANTE
C1	5.41	11.56
C2	4.89	19.01
C3	5.44	18.94
C4	6.02	23.38
C5	5.47	22.23
C6	5.06	21.05
C7	5.87	12.44
C8	6.05	21.58
C9	5.39	13.00

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

4.5.2.5. Contenido de sales solubles

Se realizó de acuerdo a la norma MTC E219, con la finalidad de conocer el % de sales presentes en los agregados.

Tabla 37. Contenido de sales (Base, subbase y subrasante)

CALICATA	SALES (%)	
	BASE Y SUB-BASE	SUBRASANTE
C1	0.12	0.20
C2	0.11	0.20
C3	0.10	0.18
C4	0.12	0.20
C5	0.12	0.20
C6	0.10	0.18
C7	0.10	0.17
C8	0.11	0.20
C9	0.10	0.16

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

Como se puede observar en la tabla 37, el contenido de sales de la base y sub-base es bajo a diferencia de la subrasante.

4.5.2.6. Proctor modificado

Se realizó de acuerdo a la norma ASTM D1557, con la finalidad de conocer la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH) del suelo.

Tabla 38. Próctor modificado (Base y sub-base)

CALICATA	PROCTOR MODIFICADO - BASE Y SUB-BASE	
	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C1	2.47	4.67
C2	2.42	5.03
C3	2.59	4.26
C4	3.01	5.12
C5	2.52	5.44
C6	2.69	4.78
C7	2.83	5.25
C8	2.65	4.96
C9	2.60	5.16

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

Tabla 39. Proctor modificado (Subrasante)

CALICATA	PROCTOR MODIFICADO - SUBRASANTE	
	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C1	1.82	14.68
C2	1.84	12.90
C3	1.80	15.19
C4	1.79	15.90
C5	1.83	13.41
C6	1.81	14.05
C7	1.82	13.61
C8	1.80	13.24
C9	1.83	14.84

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

En este ensayo, a medida que se encuentra el contenido óptimo de humedad con una adecuada energía de compactación se consigue reducir el volumen de poros y así aumentar la densidad. En este caso, al hacer la comparación del contenido óptimo de humedad con la humedad natural, para ambos casos es mayor lo que indica que el material presente está saturado y debe ser reemplazado.

4.5.2.7. CBR

Se realizó de acuerdo a la norma ASTM D1883, con la finalidad de conocer el valor de soporte del suelo, considerando el 95% de la máxima densidad seca realizado por el ensayo Proctor Modificado.

Tabla 40. CBR (Base, sub-base y subrasante)

CALICATA	CBR AL 95% DE LA MDS	
	BASE Y SUB-BASE	SUBRASANTE
C1	43.20	4.95
C2	42.80	5.95
C3	44.40	5.20
C4	45.50	6.20
C5	43.60	5.65
C6	46.10	5.10
C7	43.60	5.60
C8	45.04	5.40
C9	43.25	4.90

Fuentes: EMS Laboratorio Linus

Como se puede observar en la tabla 40, el valor del CBR para la base y sub-base oscila entre 56 y 60, siendo un parámetro que solo cumple con la sub-base. En cuanto a la subrasante, es menor al 6% lo que indica que el suelo es malo e inadecuado.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La carretera en evaluación es la que conecta los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro. De acuerdo al levantamiento planimétrico con GPS la longitud de la vía es de 4.515 Km, el que se especifica en el plano de ubicación (Anexo 1). El estudio de la vía empieza en la progresiva 0+680m y termina en el Km 5+195m.

La investigación inició con el conteo vehicular en la progresiva 1+030m, con dirección al este, especificado en el plano de la carretera. Según dicho estudio, los vehículos que transitan con mayor frecuencia son los camiones 3E, además el IMDA resultó 368 veh/día, clasificándola como una carretera de tercera clase, según el Manual de Carreteras [8]. Con ese dato se determinó el número de calicatas para la evaluación estructural de la vía.

Con respecto a la evaluación superficial por el método PCI, a lo largo de toda la carretera existe la presencia de piel de cocodrilo con las 3 severidades. Sin embargo, aquellas que tienen aberturas entre 1 y 3 mm son las que más predominan, por ende, es el que más hace daño al pavimento flexible.

Tomando como referencia el Manual de Inventarios Viales [10], este daño es de carácter estructural debido a la fatiga de las capas asfálticas producto a la repetición de cargas y a la subrasante en malas condiciones. La primera se sustenta al observar que la carretera no está diseñada para vehículos pesados, puesto que, al inicio de la carretera restringen el paso a este tipo de vehículo (camiones 3E), lo que indica que esa vía no está diseñada para ese tipo de cargas. La segunda se sustenta en las exploraciones de campo, pues el suelo es arcilloso, lo que significa que la subrasante está en malas condiciones.

Otra falla existente son las grietas longitudinales y transversales con aberturas menores a 10 mm, de carácter estructural y producida por el mal diseño de los espesores del pavimento y la mala condición de la subrasante.

A continuación, en la tabla 41 se muestran las condiciones de cada unidad de muestra y su respectiva intervención de acuerdo a las fallas existentes. El planteamiento de las propuestas de solución se realizará en el siguiente capítulo.

Tabla 41. Intervención de acuerdo a la condición del pavimento.

CARRETERA FERREÑAFE - MESONES MURO			
Unidades de muestra	Progresiva (Km)	Clasificación	Intervención
U1	0+680 - 0+715	REGULAR	Rehabilitación
U6	0+855 - 0+890	REGULAR	Rehabilitación
U11	1+030 - 1+065	REGULAR	Rehabilitación
U12	1+065 - 1+100	REGULAR	Rehabilitación
U13	1+100 - 1+135	POBRE	Reconstrucción
U16	1+205 - 1+240	MUY POBRE	Reconstrucción
U19	1+310 - 1+345	MUY POBRE	Reconstrucción
U21	1+380 - 1+415	BUENO	Mantenimiento
U26	1+555 - 1+590	FALLADO	Reconstrucción
U36	1+905 - 1+940	POBRE	Reconstrucción
U38	1+975 - 2+010	FALLADO	Reconstrucción
U39	2+010 - 2+045	FALLADO	Reconstrucción
U41	2+080 - 2+115	REGULAR	Rehabilitación
U49	2+360 - 2+395	MUY BUENO	Mantenimiento
U56	2+605 - 2+640	MUY BUENO	Mantenimiento
U61	2+780 - 2+815	REGULAR	Rehabilitación
U66	2+955 - 2+990	MUY BUENO	Mantenimiento
U67	2+990 - 3+025	BUENO	Mantenimiento
U71	3+130 - 3+165	REGULAR	Rehabilitación
U76	3+305 - 3+340	BUENO	Mantenimiento
U78	3+375 - 3+410	REGULAR	Rehabilitación
U81	3+480 - 3+515	MUY BUENO	Mantenimiento
U83	3+550 - 3+585	FALLADO	Reconstrucción
U86	3+655 - 3+690	FALLADO	Reconstrucción
U91	3+830 - 3+865	FALLADO	Reconstrucción
U96	4+005 - 4+040	BUENO	Mantenimiento
U98	4+075 - 4+110	MUY BUENO	Mantenimiento
U101	4+180 - 4+215	EXCELENTE	Mantenimiento
U106	4+355 - 4+390	EXCELENTE	Mantenimiento
U111	4+530 - 4+565	EXCELENTE	Mantenimiento
U112	4+575 - 4+610	MUY BUENO	Mantenimiento
U116	4+705 - 4+740	REGULAR	Rehabilitación
U121	4+880 - 4+915	EXCELENTE	Mantenimiento
U126	5+055 - 5+090	BUENO	Mantenimiento
U128	5+125 - 5+160	EXCELENTE	Mantenimiento

Elaboración propia

En cuanto a la evaluación estructural se hicieron exploraciones de campo (calicatas), para determinar las propiedades físicas y mecánicas del paquete estructural del pavimento (base, sub-

base y subrasante). En la tabla 42 se muestra el registro de perforación, la profundidad y espesores de cada capa según [13] a lo largo de la vía.

Tabla 42. Registro de perforación de la vía

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	ESPEORES
C1	0+715		
C2	1+215		
C3	1+590	0.00 - 0.05m	Carpeta = 5 cm
C4	2+115	0.05 - 0.20m	Base = 15 cm
C5	2+780	0.20 - 0.35m	Sub-base = 15 cm
C6	3+215	0.35 - 1.50 m	Subrasante
C7	3+830		
C8	4+355		
C9	5+055		

Elaboración propia

La exploración se hizo a cielo abierto en el tramo de estudio y la ubicación de cada una de ellas está en relación a las unidades de muestra de la evaluación superficial especificado en la tabla 29, cerca de las fallas existentes. La calicata C1 se realizó donde existe disgregación de agregados, C2 y C3 donde existe piel de cocodrilo, ahuellamiento y disgregación de agregados, C4 donde existe piel de cocodrilo y huecos, C5 donde existe piel de cocodrilo, grieta de borde, parcheo y huecos, C6 donde solo existe piel de cocodrilo, C7 donde existe piel de cocodrilo, huecos y disgregación de agregados, C8 donde existe grietas longitudinales y C9 donde existe grietas longitudinales y piel de cocodrilo.

Cabe mencionar que todas las calicatas se hicieron a profundidad de 1.50 m según norma y se encontró 2" de carpeta asfáltica, 6" de base, 6" de sub-base y en ninguna de ellas hubo presencia de napa freática. Además, el material granular de base y sub-base fue el mismo.

De acuerdo a los estudios realizados por el laboratorio Linux [13], las capas de base y sub-base presentan material granular arcilloso y la subrasante presenta suelo arcilloso inorgánico de mediana plasticidad y según la clasificación Aashto del Manual de Suelos [8], C1, C3 Y C9 son suelos limosos y el resto suelos arcillosos, considerándose como malo.

A continuación, se presenta la tabla 43, donde se hace un comparativo de la gradación del material granular realizado en laboratorio con los requerimientos de la norma [14] (Especificaciones Técnicas para la construcción de carreteras EG-2013)

Tabla 43. Requerimiento de agregado fino

ENSAYO	CALICATA	NORMA	REQUERIMIENTOS DE ALTITUD		RESULTADO DE LABORATORIO	OBSERVACIÓN
			<3000 msnm	≥3000 msnm		
Índice plástico	C1	MTC E 111	4 % max	2% min	6.51	No cumple
	C2				5.99	No cumple
	C3				6.08	No cumple
	C4				7.01	No cumple
	C5				7.03	No cumple
	C6				6.85	No cumple
	C7				6.23	No cumple
	C8				6.85	No cumple
	C9				6.99	No cumple
Sales solubles	C1	MTC E 219	0.5 % max	0.5 % max	0.12	Si cumple
	C2				0.11	Si cumple
	C3				0.10	Si cumple
	C4				0.12	Si cumple
	C5				0.12	Si cumple
	C6				0.10	Si cumple
	C7				0.10	Si cumple
	C8				0.11	Si cumple
	C9				0.10	Si cumple
Durabilidad sulfato de magnesio	-	MTC E 209	---	15%	No es necesario	

Fuente: Especificaciones técnicas para la construcción de Carreteras EG2013

De acuerdo a los requerimientos de la norma, por encontrarnos en una zona menor a 3000 msnm, el índice de plasticidad debe ser menor al 4%, lo cual no cumple para ninguna muestra, debido a los altos valores del límite líquido. Esto indica que hay presencia de arcillas, por lo tanto, al hacer contacto con el agua se expanden y se reflejan como grietas en la capa de rodadura.

Con respecto a las sales solubles, el suelo se encuentra en un rango moderado, es por esto que la zona es netamente agrícola.

En la tabla 44 se muestra los requerimientos de CBR para base y sub-base.

Tabla 44. Requerimiento de CBR para base y sub-base

ENSAYO	CALICATA	MDS (gr/cm ³)	PENETRACIÓN CBR	%MDS	CBR (%)	REQUERIMIENTOS		OBSERVACIÓN	
						Base	Sub-base	Base	Sub-base
CBR (Base y sub- base)	C1	2.47			75.48			No cumple	Si cumple
	C2	2.42			74.75			No cumple	Si cumple
	C3	2.59			77.68			No cumple	Si cumple
	C4	3.01			79.70			No cumple	Si cumple
	C5	2.52	0.1"	100%	78.89	80%	40%	No cumple	Si cumple
	C6	2.69			75.58			No cumple	Si cumple
	C7	2.83			76.22			No cumple	Si cumple
	C8	2.65			77.02			No cumple	Si cumple
	C9	2.60			78.97			No cumple	Si cumple

Fuente: Especificaciones técnicas para la construcción de Carreteras EG2013

Como se puede observar, los requerimientos para la base es 80% como mínimo, lo que indica que no cumple con ese parámetro. Sin embargo, para la sub-base sí cumple. Es decir, el material granular de la carretera no está en condiciones utilizarse como base.

A continuación, en la tabla 45 se muestra la clasificación de CBR para la subrasante.

Tabla 45. Clasificación de CBR para subrasante.

ENSAYO	CALICATA	MDS (gr/cm ³)	PENETRACIÓN CBR	%MDS	CBR (%)	OBSERVACION
CBR (Subrasante)	C1	1.82			4.95	Pobre
	C2	1.84			5.95	Pobre
	C3	1.80			5.20	Pobre
	C4	1.79			6.20	Regular
	C5	1.83	0.1"	95%	5.65	Pobre
	C6	1.81			5.10	Pobre
	C7	1.82			5.60	Pobre
	C8	1.80			5.40	Pobre
	C9	1.83			4.90	Pobre

Fuente: Especificaciones técnicas para la construcción de Carreteras EG2013

Como se puede observar, el valor de CBR para la subrasante al 95% de la máxima densidad seca con una penetración de 1", para la mayoría de las exploraciones está entre el rango 3 a 6% lo que indica que es una subrasante pobre, excepto en la calicata 4 que sobrepasa el 6% convirtiéndola en regular. En general el promedio es 5.44, convirtiéndola en subrasante inadecuada.

VI. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación superficial, en un inicio se pensó plantear propuestas de intervención de acuerdo a las fallas encontradas en cada unidad de muestra. Sin embargo, al realizar la evaluación estructural mediante los ensayos de laboratorio de cada calicata se encontraron dos factores determinantes para la estabilización o cambio total de la carpeta. La primera está referida al tipo de material y la capacidad de soporte de la subrasante, pues se encontró un suelo arcilloso y una subrasante con un CBR entre 3% y 6%, clasificándose como inadecuada, que necesariamente debió realizarse una estabilización. Sin embargo, según los estudios obtenidos en laboratorio no se ha realizado ningún tipo de estabilización previa, antes de colocar el paquete estructural del pavimento. La segunda está referida a los altos índices de plasticidad y límite líquido de la base y sub-base, excediendo en poco más del 50% de límite máximo permitido según norma, lo que indica que el contenido de humedad es alto. Además, que el material de la subrasante ha contaminado en el material granular con arcillas.

Como se observa, estos factores se convierten en problema cuando hay presencia de agua. En este caso, debido a la filtración del agua producto de los terrenos adyacentes utilizados para fines agrícolas, generalmente para el cultivo de arroz, maíz, tubérculos y frutas, a lo largo de todo el año, donde se hace uso de grandes cantidades de agua para su riego. Siendo este el causal del aumento del contenido de humedad ya que está presente por grandes periodos.

Este análisis se toma como base para sustentar la presencia de fallas tipo piel de cocodrilo y grietas longitudinales al largo de la vía, ya que, al combinar la arcilla con agua, esta se expande, altera su volumen y genera grietas las cuales se van evidenciando en la superficie.

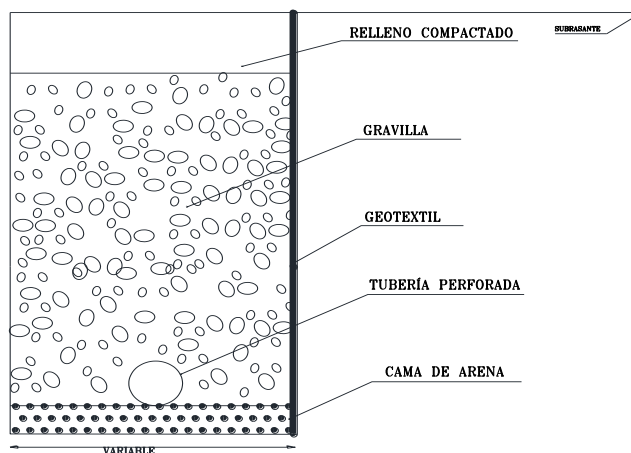
Por tal motivo, se plantean 2 propuestas de solución, la primera es para evitar la filtración del agua de riego hacia la carpeta de pavimento y la segunda es para mejorar el pavimento existente.

PROPUESTA 1: En esta propuesta se plantea 2 alternativas para evitar que el agua utilizada en el riego filtre a las capas del pavimento, como son:

- Alternativa 1: Se propone aislar el pavimento del terreno de cultivo por medio de un sistema de drenaje lateral, el cual estará conformado por una capa de arena, una tubería perforada,

una capa de gravilla (3/4") y un geotextil cubriendo la pared del pavimento, como se muestra a continuación:

Ilustración 59. Perfil propuesto del subdren lateral



Elaboración propia

- Alternativa 2: Se propone proyectar el dren existente ubicado en LA-691 Ferreñafe – Lambayeque, paralelo a la vía de estudio para deprimir el agua producto del riego. Eso implicaría mover el inicio del dren existente a un punto cercano al distrito de Mesones Muro, como se muestra en la ilustración 60.

Ilustración 60. Proyección del dren existente



Fuente: Google Earth Pro

PROPUESTA 2: En esta propuesta se plantea 2 alternativas para mejorar el pavimento existente, de acuerdo a los resultados de laboratorio.

- Alternativa 1: Mejorar la base y sub-base de la carpeta estructural existente con cal o cemento, de acuerdo a lo recomendado por el Manual de Suelos. Además, se debe colocar una capa anticontaminante de 10 cm para evitar que la arcilla presente en la subrasante migre a la capa superior estabilizada.
- Alternativa 2: Cambiar toda la carpeta del pavimento y colocar una capa de 0.30 m de piedra over, a nivel de subrasante, para controlar la napa freática producto del riego y mejorar el suelo. Además, colocar una capa anticontaminante de 10 cm, a nivel de piedra over, para evitar efectos de capilaridad o contaminación de arcillas a las capas superiores.

Para elegir la propuesta idónea se sugiere considerar el estudio realizado en esta investigación, como punto partida para el diseño definitivo del mismo. Como también, evaluar los recursos económicos para su construcción y mantenimiento, ya que, al ser una vía departamental y estar bajo resguardo del Gobierno Regional y Local, su capacidad económica es limitada. Igualmente, considerar aspectos ambientales y la condición de estructuras existentes cerca a la vía.

VII. CONCLUSIONES

Se evaluó superficial y estructuralmente la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro, el cual tiene una longitud de 4.515 Km y una calzada de 6.60m. El IMDA de la vía en estudio fue de 368 veh/día, clasificándola como una carretera de tercera clase, según el Manual de Carreteras [8]. Los vehículos que transitan con mayor frecuencia son los camiones 3E, los denominados “volquetes”, en un 37.23%

Según la evaluación superficial, las fallas existentes son de tipo piel de cocodrilo, grietas longitudinales, huecos, parcheo, disgregación de agregados, abultamientos y hundimientos, ahuellamiento y grieta de borde con un 97%, 46%, 37%, 34%, 31%, 20%, 14% y 6% respectivamente, de acuerdo a las muestras levantadas.

Dentro de todas las fallas, las que presentan mayor incidencia son la falla piel de cocodrilo y grietas longitudinales. La primera presenta 128.14 m² de severidad baja, 596.11 m² de severidad media y 105.84 m² de severidad alta, es decir, las que tienen aberturas entre 1 y 3 mm son las que más predominan, por ende, es el que más hace daño al pavimento. La segunda falla presenta 246.30 ml de severidad baja y 76.15 ml de severidad media, es decir, predomina aquellas con aberturas menores a 10 mm. Ambas son de carácter estructural y son producidas por la inadecuada condición de la subrasante.

Aplicando el método PCI, se concluye que la vía se encuentra en un estado regular con un índice de PCI de 54.48, es decir, el 50% se encuentra en buen estado y el resto en mal estado.

Por otro lado, para la evaluación estructural del pavimento se hicieron 9 calicatas a una profundidad de 1.50 en el que se evaluó las propiedades físico-mecánicas de los materiales a nivel de base, sub-base y subrasante. En la exploración se observó 2” de carpeta asfáltica, 6” de base y 6” de sub-base. Además, no hubo presencia de napa freática y se encontró que el material de la base es la misma que la sub-base.

Para la base y sub-base, según el análisis granulométrico, hay predominancia de gravas en más del 50%, el índice de plasticidad es alto, al igual que el contenido de humedad, sobrepasando

el 4% establecido por la norma EG 2013. Asimismo, la clasificación de suelos por Aashto es A2-4 correspondiente a grava arcillosa. El valor del CBR oscila entre 56 y 60, siendo un parámetro que solo cumple con la sub-base.

Para la subrasante, la presencia de arcillas es mayor al 50%, presenta plasticidad media, según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, debido al alto contenido de humedad. Asimismo, la clasificación de suelos por Aashto es A-6 correspondiente a un suelo arcilloso, de color marrón claro y oscuro. El valor de CBR es menor al 6% lo que indica que el suelo es malo e inadecuado.

Para ambas capas, la humedad natural es mayor que el contenido óptimo de humedad lo que indica que el material presente está saturado y debe ser reemplazado.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas no es posible dar propuestas de intervención por tramos ya que la subrasante es inadecuada, con presencia de arcillas y los índices de plasticidad son altos, en consecuencia, se plantea 2 propuestas.

La propuesta 1 es para evitar la filtración del agua de riego al pavimento mediante dos alternativas, la primera es aislar el pavimento del terreno de cultivo mediante un sistema de drenaje lateral (Ilustración 59) y la segunda es proyectar el dren existente ubicado en LA-691 Ferreñafe – Lambayeque (Ilustración 60), paralelo a la vía de estudio.

La propuesta 2 es para mejorar el pavimento existente de acuerdo a los resultados de laboratorio mediante 2 alternativas, la primera consiste en mejorar base y sub-base con un estabilizador (cal o cemento), seguido de una capa anticontaminante de 10 cm y la segunda en colocar una capa de piedra over a nivel de subrasante, seguido de una capa anticontaminante de 10 cm, para evitar efectos de capilaridad y que las arcillas migren a las capas superiores.

A partir de ello, se realizó el presupuesto considerando el drenaje lateral y el mejoramiento de la carretera con piedra over, llegando a un total de S/. 9,875,375.60 (Nueve millones ochocientos setenta y cinco mil trescientos setenta y cinco con 60/100 nuevos soles), el cual se detalla en el anexo 5.

VIII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda evaluar económica, técnica y ambientalmente las propuestas planteadas en esta investigación, para elegir la más idónea.

En caso de construir la carretera, se recomienda utilizar los materiales provenientes de la Cantera Tres Tomas, debido a la proximidad de la vía, siempre y cuando estos cumplan con los requerimientos mínimos de la norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Se recomienda evaluar las demás alternativas propuestas, ya que, al realizar el presupuesto para la reconstrucción total, mejoramiento y drenaje lateral es mucho mayor a la de una carretera convencional, ya que esta se valoriza entre 800 mil y 1 millón de soles por kilómetro. Sin embargo, al considerar la propuesta planteada llega a un total de 2 millones por kilómetro, convirtiéndola en poco factible.

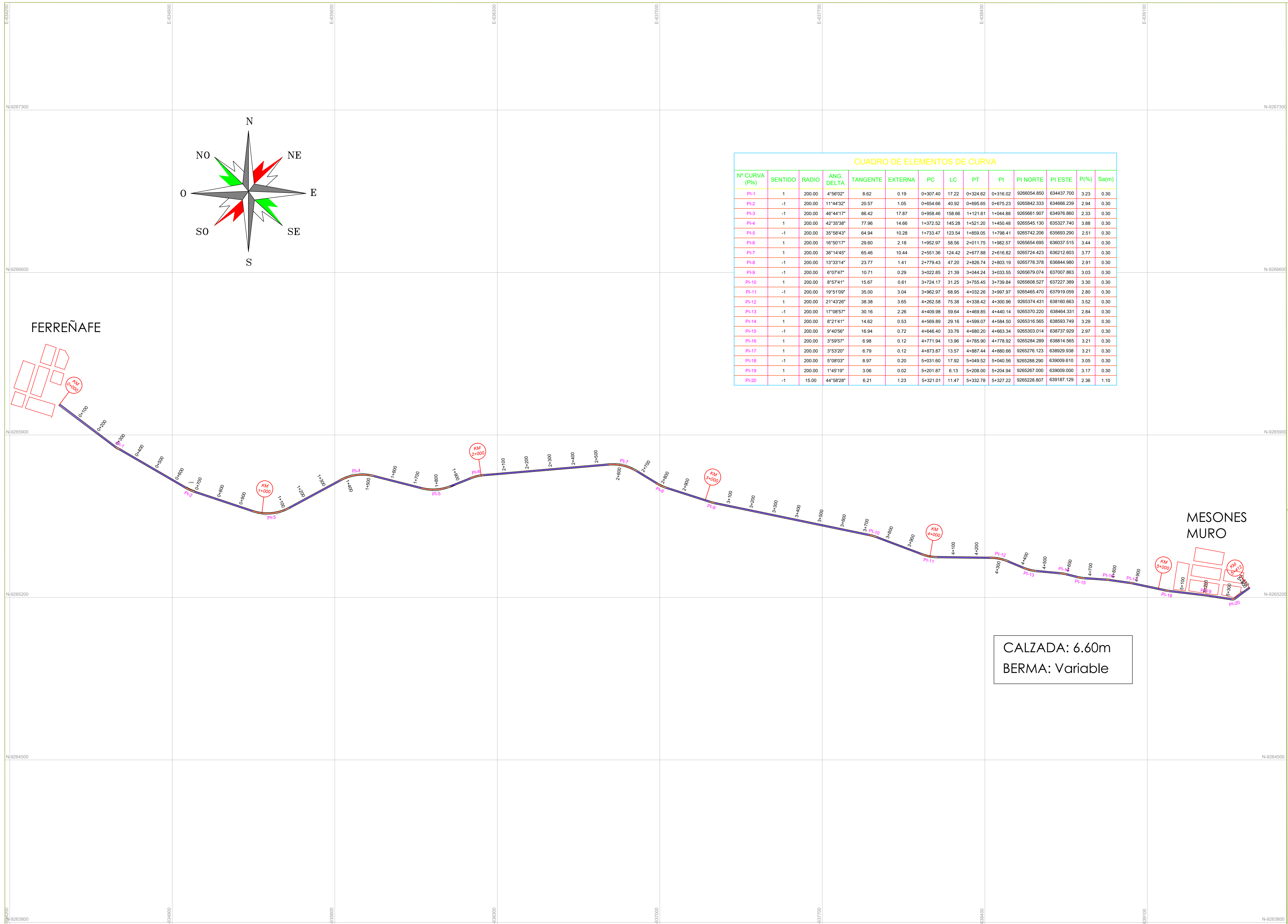
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. A. Choque Palacios, «Estudio comparativo del método PCI y el Manual de Conservación Vial MTC en la evaluación Superficial del pavimento flexible, tramo Emp PE-3S-Atuncolla, 2017.,» Puno, 2019.
- [2] K. E. Solis Burga y J. H. Vallejos Montenegro, «Estudio y evaluación del pavimento flexible ubicada en la Av. Chinchaysuyo del tramo del paseo Yortuque empleando el método PCI y propuesta de rehabilitación del pavimento flexible.,» Pimentel, 2019.
- [3] E. B. Tacza Herrera y B. O. Rodríguez Paez, «Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado.,» Lima, 2018.
- [4] L. A. Alfaro Carrasco, «Evaluación del deterioro del pavimento con el método del índice de condición del pavimento en la Av. Cultura, distrito de Laredo, provincia de Trujillo, 2018.,» Trujillo, 2018.
- [5] A. V. Rivas Montaldo y C. J. Vargas Nadal, «Aplicación de la metodología PCI para minimizar costos y tiempo de rehabilitación del pavimento de Avenida Domingo Orué, Surquillo-Lima.,» Lima, 2017.
- [6] M. L. Hiliquén Brañez, «Evaluación del estado de conservación del pavimento utilizando el método PCI, en la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016.,» Tacna, 2016.
- [7] A. Montejo Fonseca, Ingeniería de Pavimentos, Colombia: Agora, 2002.
- [8] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos", Lima, 2013.
- [9] ASTM D6433, «Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys». United States.
- [10] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Inventarios Viales, Lima, 2015.
- [11] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Ensayo de Materiales, Lima, 2016.
- [12] Colegio de Ingenieros del Perú, Código deontológico, Lima, 2012.
- [13] L. L. E.I.R.L., «Evaluación superficial y estructural del pavimento flexible de la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro,» 2020.

- [14] M. d. T. y. C. Especificaciones técnicas para la construcción de carreteras EG-2013, Lima, 2013.
- [15] M. C. Hanco, «Youtube,» CCIC "CENTRO DE CAPACITACIÓN EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN", 7 4 2020. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=hPfQHUrHNQ4>. [Último acceso: 28 05 2020].
- [16] «Standard practice for roads and parking lots pavement condition index».
- [17] «Decreto Supremo 012-2013 "Decreto Supremo que aprueba la actualización del de clasificación de rutas del SINAC"». 22 Setiembre 2013.
- [18] H. O. Campos Vargas, «Estudio definitivo de la carretera Mesones Muro Km 0+00 - Huanabal - Dos caminos Km 5+200, distrito de Manuel Mesones Muro - Ferreñafe - Lambayeque 2017,» 2017.

X. ANEXOS

ANEXO 1: UBICACIÓN DEL PROYECTO




CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
N° CURVA (Pis)	SENTIDO	RADIO	ANG. DELTA	TANGENTE	EXTERNA	PC	LC	PT	PI	PI NORTE	PI ESTE	P(%)	Sa(m)
PK1	1	200.00	4°56'02"	8.62	0.19	0+307.40	17.22	0+324.62	0+316.02	9266054.850	634437.700	3.23	0.30
PK2	-1	200.00	11°14'32"	20.57	1.05	0+554.66	40.92	0+695.65	0+675.23	9265842.333	634666.239	2.94	0.30
PK3	-1	200.00	46°44'17"	86.42	17.87	0+958.46	158.66	1+121.61	1+044.88	9265661.907	634976.860	2.33	0.30
PK4	1	200.00	42°38'38"	77.96	14.66	1+372.52	145.28	1+521.20	1+450.48	9265545.130	635327.740	3.88	0.30
PK5	-1	200.00	30°58'43"	64.94	10.28	1+733.47	123.54	1+859.05	1+798.41	9265742.206	635693.290	2.51	0.30
PK6	1	200.00	16°50'17"	29.60	2.18	1+952.97	58.58	2+011.75	1+962.57	9265654.695	636037.515	3.44	0.30
PK7	1	200.00	36°14'49"	65.46	10.44	2+551.36	124.42	2+677.88	2+616.62	9265724.423	636312.803	3.77	0.30
PK8	-1	200.00	13°35'14"	23.77	1.41	2+779.43	47.20	2+826.74	2+803.19	9265724.423	636544.860	2.91	0.30
PK9	-1	200.00	6°17'41"	10.71	0.29	3+022.85	21.39	3+044.24	3+033.55	9265679.074	637107.363	3.03	0.30
PK10	1	200.00	6°17'41"	15.67	0.61	3+724.17	31.25	3+755.45	3+739.84	9265668.527	637227.389	3.30	0.30
PK11	-1	200.00	18°51'09"	35.00	3.04	3+862.97	68.95	4+032.28	3+997.97	9265445.470	637919.059	2.80	0.30
PK12	1	200.00	21°14'29"	38.38	3.65	4+262.58	75.39	4+338.42	4+300.96	9265374.431	638165.683	3.52	0.30
PK13	-1	200.00	17°05'57"	30.16	2.26	4+469.98	59.64	4+529.07	4+440.14	9265374.431	638464.331	2.84	0.30
PK14	1	200.00	8°21'41"	14.62	0.63	4+569.89	29.16	4+599.07	4+584.50	9265316.565	638593.749	3.29	0.30
PK15	-1	200.00	9°40'56"	16.94	0.72	4+648.40	33.76	4+682.20	4+663.34	9265303.014	638737.209	2.97	0.30
PK16	1	200.00	3°59'07"	6.98	0.12	4+771.04	13.86	4+785.90	4+778.92	9265284.289	638814.565	3.21	0.30
PK17	1	200.00	3°53'20"	6.79	0.12	4+873.87	13.57	4+887.44	4+880.66	9265276.123	638929.938	3.21	0.30
PK18	-1	200.00	5°38'03"	8.97	0.20	5+031.60	17.92	5+049.52	5+040.56	9265288.290	639009.610	3.05	0.30
PK19	1	200.00	1°45'19"	3.06	0.02	5+201.87	6.13	5+208.00	5+204.94	9265267.000	639009.000	3.17	0.30
PK20	-1	15.00	44°58'28"	6.21	1.23	5+321.01	11.47	5+332.78	5+327.22	9265228.607	639187.129	2.36	1.10

CALZADA: 6.60m
 BERMA: Variable



PLANO DE UBICACION

ESCALA: 1 : 10000



ASIGNATURA:
TESIS II

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

PLANO:
CARRETERA FERREÑAFE - MESONES MURO

PROYECTO:
EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	DISTRITO: FERREÑAFE	PROVINCIA: FERREÑAFE
ALUMNA: DEYSI CAJO GÓMEZ		
FECHA: 11/20	ESCALA: INDICADA	

LAMINA:
C-01

ANEXO 2: ESTUDIO DE TRÁFICO

1. GENERALIDADES

LEYENDA:

Tramo de Estudio:	Carretera Ferreñafe - Mesones Muro
Departamento:	Lambayeque
Provincia:	Ferreñafe
Distrito:	Ferreñafe
Fecha de Estudio de Tráfico:	Setiembre 2020

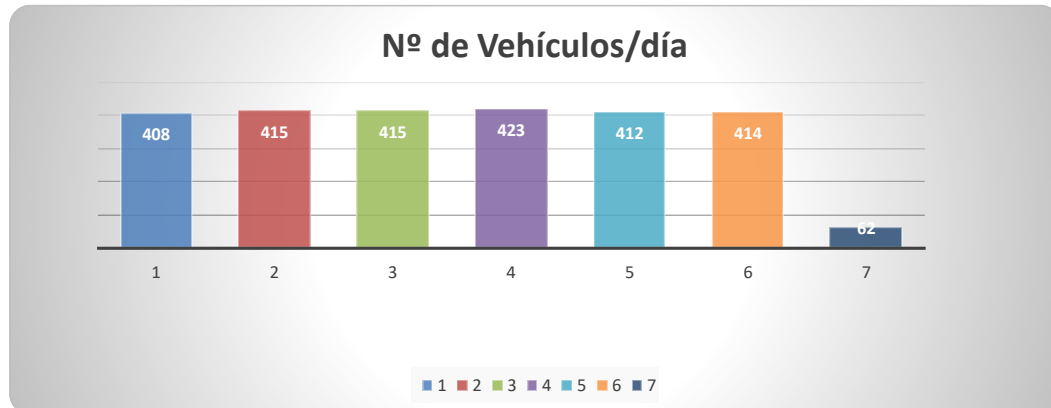
1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Resultados de los conteo de tráfico:

Mes: **Septiembre**

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil	21	25	24	36	36	22	1
Station Wagon	19	22	19	22	22	20	7
Camioneta	6	6	6	6	6	10	5
Vehículos Ligeros	138	137	135	135	135	135	42
Camión 2E	61	60	51	55	55	55	2
Camión 3E	156	158	173	162	151	165	2
Camión 4E	3	3	3	3	3	3	2
Trayler 3T3	5	5	5	5	5	5	2
TOTAL	408	415	415	423	412	414	62



Nota: Conteo de 7 días de 24 horas

ii) Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros:	1.021323	39	MOCCE
F.C.E. Vehículos pesados:	0.995038		

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum_{7} V_i$$

Donde:
 IMD_s = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
 IMD_a = Índice Medio Anual
 V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
 FC = Factores de Corrección Estacional

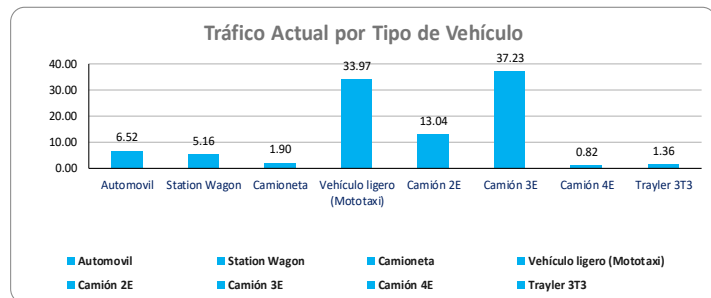
Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automovil	21	25	24	36	36	22	1	163	23	1.021323	24
Station Wagon	19	22	19	22	22	20	7	129	18	1.021323	19
Camioneta	6	6	6	6	6	10	5	46	7	1.021323	7
Vehículo ligero	138	137	135	135	135	135	42	857	122	1.021323	125
Camión 2E	61	60	51	55	55	55	2	337	48	0.995038	48
Camión 3E	156	158	173	162	151	165	2	964	138	0.995038	137
Camión 4E	3	3	3	3	3	3	2	21	3	0.995038	3
Trayler	5	5	5	5	5	5	2	32	5	0.995038	5
TOTAL	408	415	415	423	412	414	62	2549	364		368

2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD (veh/día)	Distribución (%)
Automovil	24	6.52
Station Wagon	19	5.16
Camioneta	7	1.90
Vehículo ligero (Mototaxi)	125	33.97
Camión 2E	48	13.04
Camión 3E	137	37.23
Camión 4E	3	0.82
Trayler 3T3	5	1.36
IMDA (veh/día)	368	100.00

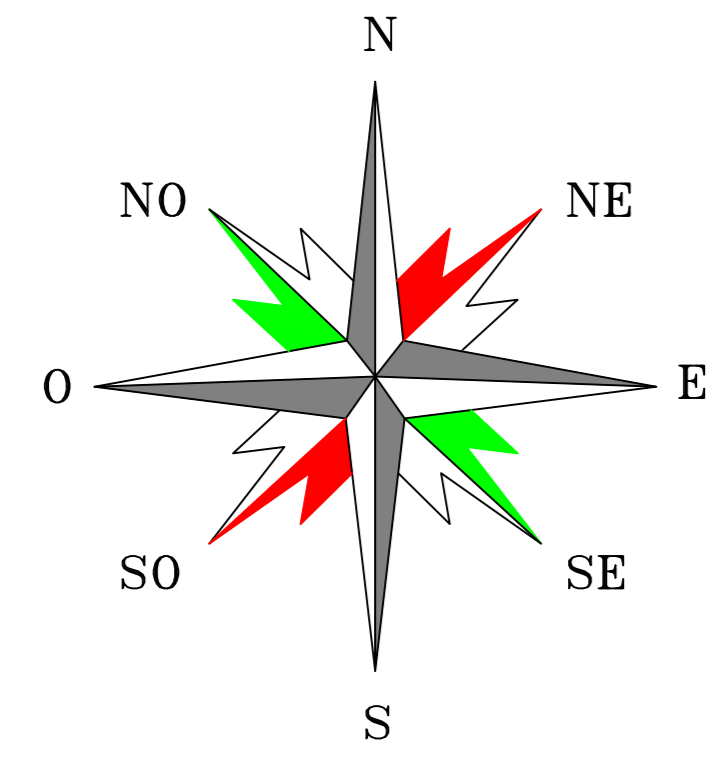


ANEXO 3: MÉTODO PCI

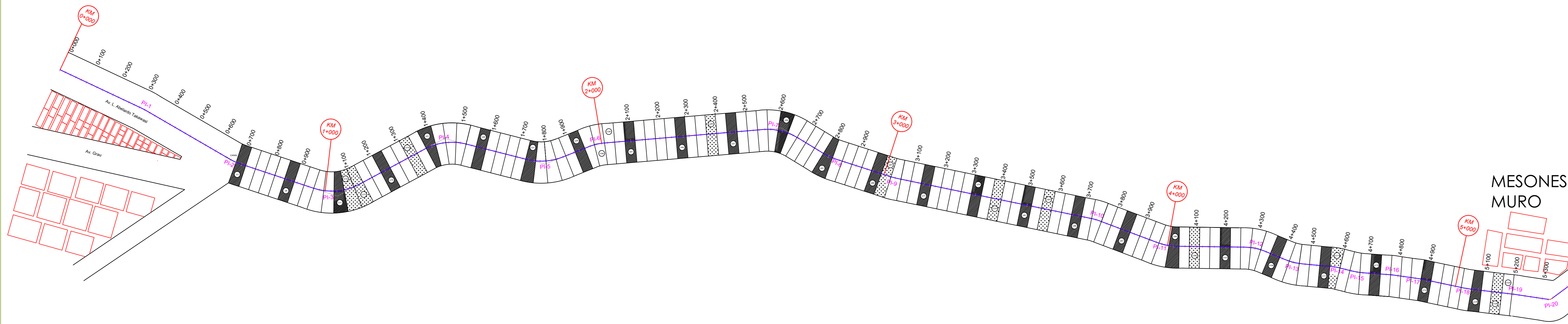
ANEXO 3.1. CATÁLOGO DE FALLAS

N°	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					L	M	H
					Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Severidad de grietas	s<1 mm	1 mm<s<mm	s>3mm
				Interconexión	Baja	Definida	Bien definida
				Descascaramientos	NP	Ligero	Bien definida
				Desprendimientos	NP	NP	Bien definida
2	Exudación	EX	m2	Grado de exudación	Ligero	Medio	Intenso
				El asfalto se pega en las ruedas del vehículo y zapatos.	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	Severidad de grietas que definen los bloques	s<10mm	10mm<s<76mm	s>76mm
4	Abultamiento y hundimientos	AH	m2	Severidad de tránsito	Baja	Media	Alta
5	Corrugación	CO	m2	Severidad de tránsito	Baja	Media	Alta
6	Depresión	DE	m2	Severidad de tránsito	13mm<s<25mm	25mm<s<50mm	s>50mm
7	Grieta de borde	GB	m	Fragmentación o desprendimiento	NP	Poco definido	Bien definida
				Severidad	s<10mm	10mm<s<76mm	s>76mm
				Agrietamiento	Bajo	Medio	Severo
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m	Grieta con/ sin relleno	s<10mm	10mm<s<76mm	s>76mm
9	Desnivel de carril/berma	DC	m	Elevación entre el borde del pavimentos y la berma	25mm<s<50mm	50mm<s<100mm	s>100mm
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m	Severidad de las grietas	s<10mm	10mm<s<76mm	s>76mm
11	Bacheo o zanjas reparadas	PA	m2	Condición de parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Deteriorado
12	Pulimiento de agregados	PU	m2	Grado de pulimiento deberá ser significativo para ser considerado como defecto.	No definido	No definido	No definido
13	Huecos	HU	Unid	Huecos con diámetro menor a 762 mm	100mm<D<200mm	100mm<D<200mm	450mm<D<750mm
					13mm<H<15mm	H>50mm	25mm<H<50mm
					100mm<D<200mm	200mm<D<450mm	450mm<D<750mm
					25mm<H<50mm	25mm<H<50mm	H>50mm
					200mm<D<450mm	200mm<D<450mm	
					13mm<H<15mm	H>50mm	
	450mm<D<750mm						
	13mm<H<15mm						
14	Cruce de vía férrea	CV	m2	Calidad de tránsito	Baja	Mediana	Alta
15	Ahuellamiento	A	m2	Profundidad media del ahuellamiento	6mm<s<13mm	13mm<s<25mm	s>25mm
16	Desplazamiento	DP	m2	Calidad de tránsito	s<20mm	20mm<s<40mm	s>40mm
17	Fisuras parabólicas	FP	m2	Ranuras en forma de media luna creciente	s<10mm	10mm<s<40mm	s>40mm
18	Hinchamiento	HI	m2	Calidad de tránsito	Baja	Mediana	Alta
19	Desprendimiento de agregados	DA	m2	Condición del agregado	Los agregados del pavimento se han perdido parcialmente.	La textura del pavimento es rugosa y ahuecada	Se ha perdido en su totalidad los agregados y el ligante. (D<10mm y H<13mm)

ANEXO 3.2. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA



FERREÑAFE



MUESTRAS ALEATORIAS		
UNIDADES DE MUESTRA	PROGRESIVA (Km)	AREA (m2)
U1	0+680 - 0+715	231.00
U6	0+855 - 0+890	231.00
U11	1+030 - 1+065	231.00
U16	1+205 - 1+240	231.00
U21	1+380 - 1+415	231.00
U26	1+555 - 1+590	231.00
U36	1+905 - 1+940	231.00
U41	2+080 - 2+115	231.00
U56	2+605 - 2+640	231.00
U61	2+780 - 2+815	231.00
U66	2+955 - 2+990	231.00
U71	3+130 - 3+165	231.00
U76	3+305 - 3+340	231.00
U81	3+480 - 3+515	231.00
U86	3+655 - 3+690	231.00
U91	3+830 - 3+865	231.00
U96	4+005 - 4+040	231.00
U101	4+180 - 4+215	231.00
U106	4+355 - 4+390	231.00
U111	4+530 - 4+565	231.00
U116	4+705 - 4+740	231.00
U121	4+880 - 4+915	231.00
U126	5+055 - 5+090	231.00
MUESTRAS ADICIONALES		
U12	1+065 - 1+100	231.00
U13	1+100 - 1+135	231.00
U19	1+310 - 1+345	231.00
U38	1+975 - 2+210	231.00
U39	2+210 - 2+245	231.00
U49	2+360 - 2+395	231.00
U67	2+990 - 3+025	231.00
U78	3+375 - 3+410	231.00
U83	3+550 - 3+585	231.00
U98	4+075 - 4+110	231.00
U112	4+575 - 4+610	231.00
U128	5+125 - 5+160	231.00

LEYENDA

MUESTRAS ALEATORIAS:	
MUESTRAS ADICIONALES:	

UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA

ESCALA: 1 : 10000



ASIGNATURA:
TESIS II

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL			
PLANO: CARRETERA FERREÑAFE - MESONES MURO			
PROYECTO: EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	DISTRITO: FERREÑAFE	PROVINCIA: FERREÑAFE	LAMINA: C-02
ALUMNA: DEYSI CAJO GÓMEZ			
FECHA: 11/20	ESCALA: INDICADA		

ANEXO 3.3. EXPLORACIÓN EN CAMPO (GALERÍA DE FOTOS)

- U1



- U6



- U11



- U12



- U13



- U16



- U19



- U21



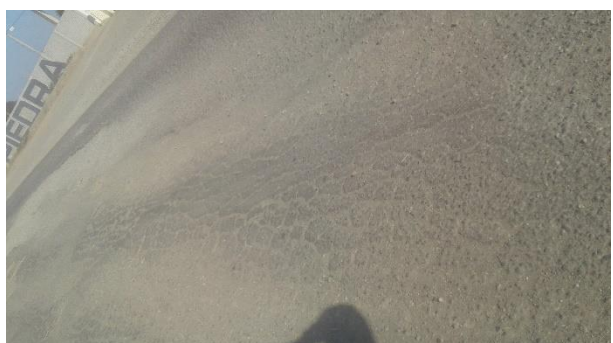
- U26



- U36



- U38



- U39



- U49



- U56



- U61



- U66



- U67



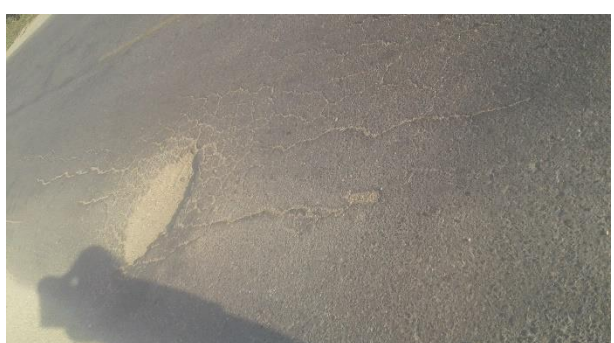
- U71



- U76



- U78



- U81



- U83



- U86





- U91



- U96



- U98



- U101



- U106





- U111





- U116




ANEXO 3.4. MÉTODO PCI PARA CADA UNIDAD DE MUESTRA.

1	 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO FLEXIBLE						
INFORMACIÓN GENERAL					FOTOGRAFÍA			
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTORA: Deysi Cajo Gómez FECHA: 08 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U1 ABCISA INICIAL: 0+680 ABCISA FINAL: 0+715 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2								
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml			
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2			
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und			
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2			
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2			
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2			
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2			
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2			
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2			
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
19. DISGREGACIÓN	m2	H	1	1.5		1.5	0.65	-
19. DISGREGACIÓN	m2	H	8.2	5.3		43.46	18.81	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
19. DISGREGACIÓN - H	m2	H	44.96	19.46	59	59	1	
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						4.77		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
59						59	1	59

HDV	59
PCI	41
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

2		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO FLEXIBLE						
INFORMACIÓN GENERAL					FOTOGRAFÍA			
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTORA: Deysi Cajo Gómez FECHA: 08 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U6 ABCISA INICIAL: 0+855 ABCISA FINAL: 0+890 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2								
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml			
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2			
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und			
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2			
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2			
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2			
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2			
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2			
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2			
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	2.4	0.7		1.68	0.73	-
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	5.5	1.55		8.525	3.69	-
4. ABULTAMIENTO	m2	M	0.45	1.4		0.63	0.27	-
13. HUECO	und	H	0.7		0.06	1	0.43	.
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	10.205	4.42	38	82	3	
4. ABULTAMIENTO - M	m2	M	0.63	0.27	5			
13. HUECO - H	und	H	1	0.43	39			
$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						6.60		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
39	38	5				82	3	53
39	38	2				79	2	52
39	2	2				43	1	57

HDV	57
PCI	43
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTORA: Deysi Cajo Gómez FECHA: 10 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U11 ABCISA INICIAL: 1+030 ABCISA FINAL: 1+065 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
10. GRIETA TRANSVERSAL	ml	M	0.8			0.8	0.35	..
10. GRIETA TRANSVERSAL	ml	M	5.5			5.5	2.38	..
10. GRIETA TRANSVERSAL	ml	M	4.2			4.2	1.82	.
11. BACHEO	m2	M	11.8	2.2		25.96	11.24	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	5.6	1.25		7	3.03	.
13. HUECO	und	H	0.52		0.03	1	0.43	.
19. DISGREGACIÓN	m2	H	3.7	0.7		2.59	1.12	.
								.

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	7	3.03	21		
10. GRIETA TRANSVERSAL - M	ml	M	10.5	4.55	10		
11. BACHEO - M	und	M	25.96	11.24	31		
13. HUECO - H	m2	H	1	0.43	5		
19. DISGREGACIÓN - H	m2	H	2.59	1.12	17		
						84	5
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						7.34	

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
31	21	17	10	5		84	5	44
31	21	17	10	2		81	4	46
31	21	17	2	2		73	3	47
31	21	2	2	2		58	2	43
31	2	2	2	2		39	1	39

HDV	47
PCI	53
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

4



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

PAVIMENTO FLEXIBLE

INFORMACIÓN GENERAL

CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro**EJECUTORA:** Deysi Cajo Gómez**FECHA:** 10 de agosto del 2020**UNIDAD DE MUESTRA:** U16**ABCISA INICIAL:** 1+205**ABCISA FINAL:** 1+240**ÁREA DEL TRAMO (m2):** 231.00 m2

FOTOGRAFÍA



TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
4. ABULTAMIENTO	m2	M	9.8	1.6		15.68	6.79	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	33	2.8		92.4	40.00	..
19. DISGREGACIÓN	m2	L	1.4	1.8		2.52	1.09	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	H	3.5	1.7		5.95	2.58	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	7.7	1.05		8.085	3.50	.
19. DISGREGACIÓN	m2	M	3.5	1.7		5.95	2.58	.

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	100.485	43.50	67	155	5
1. PIEL DE COCODRILO - H	m2	H	5.95	2.58	43		
4. ABULTAMIENTO - M	m2	M	15.68	6.79	33		
19. DISGREGACIÓN - L	m2	L	2.52	1.09	2		
19. DISGREGACIÓN - M	m2	M	5.95	2.58	10		


$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

4.03

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
67	43	33	10	0.06		153.1	5	79
67	43	33	10	2		155	4	86
67	43	33	2	2		147	3	88
67	43	2	2	2		116	2	80
67	2	2	2	2		75	1	75

HDV	88
PCI	12
CLASIFICACIÓN	
MUY POBRE	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 10 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U21</p> <p>ABCISA INICIAL: 1+380</p> <p>ABCISA FINAL: 1+415</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	17.5	0.9		15.75	6.82	..
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	7.7			7.7	3.33	..


VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	15.75	6.82	42	44	2
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	7.7	3.33	2		
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						6.33	

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS								VDT	Q	CDV
42	2							44	2	33
42	2							44	1	44

HDV	44
PCI	56
CLASIFICACIÓN	
BUENO	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 12 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U26</p> <p>ABCISA INICIAL: 1+555</p> <p>ABCISA FINAL: 1+590</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
13. HUECO	und	H	0.5/0.45		0.03/0.035	2	0.87	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	5.6	1.05		5.88	2.55	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	H	2.8	1		2.8	1.21	.
13. HUECO	und	H	0.7		0.04	1	0.43	.
4. ABULTAMIENTO	m2	M	7.5	1.8		13.5	5.84	---
19. DISGREGACIÓN	m2	M	7.5	1.8		13.5	5.84	---
4. ABULTAMIENTO	m2	M	7	1.9		13.3	5.76	
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	6.3	0.7		4.41	1.91	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	10.29	4.45	25	200	4
1. PIEL DE COCODRILO - H	m2	H	2.8	1.21	33		
4. ABULTAMIENTO - M	m2	M	26.8	11.60	69		
13. HUECO - H	und	H	3	1.30	58		
19. DISGREGACIÓN - M	m2	M	13.5	5.84	15		
m = $1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_1)$						3.85	

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS				VDT	Q	CDV
69	58	33	21.25	181.3	4	95
69	58	33	2	162	3	94
69	58	2	2	131	2	87
69	2	2	2	75	1	75

HDV	95
PCI	5
CLASIFICACIÓN	
FALLADO	

8



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

PAVIMENTO FLEXIBLE

INFORMACIÓN GENERAL

CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro**EJECUTOR:** Deysi Cajo Gómez**FECHA:** 12 de agosto del 2020**UNIDAD DE MUESTRA:** U36**ABCISA INICIAL:** 1+905**ABCISA FINAL:** 1+940**ÁREA DEL TRAMO (m2):** 231.00 m2

FOTOGRAFÍA



TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	7	0.9		2	0.87	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	3.85	0.6		2.31	1.00	..
15. AHUELLAMIENTO	m2	M	5.6	0.4		2.24	0.97	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	22.4	1.3		29.12	12.61	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	22.4	0.5		11.2	4.85	---
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	22.4	0.45		10.08	4.36	---
13. HUECO	und	M	0.4		0.04	1	0.43	
13. HUECO	und	M	0.2		0.035	1	0.43	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	2	0.87	10	114	4
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	52.71	22.82	57		
13. HUECO - M	m2	M	2	0.87	29		
15. AHUELLAMIENTO - M	m2	M	2.24	0.97	18		
					$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$		4.95

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS								VDT	Q	CDV
57	29	18	10					114	4	66
57	29	18	2					106	3	67
57	29	2	2					90	2	65
57	2	2	2					63	1	63

HDV	67
PCI	33
CLASIFICACIÓN	
POBRE	

INFORMACIÓN GENERAL

FOTOGRAFÍA

CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro

EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez

FECHA: 14 de agosto del 2020

UNIDAD DE MUESTRA: U41

ABCISA INICIAL: 2+080

ABCISA FINAL: 2+115

ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2



TIPOS DE FALLAS

Nº	Descripción	Unidad	Cantidad	Detalle	Unidad
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	10.5	2.8		29.4	12.73	..
13. HUECO	und	M	0.2		0.03	1	0.43	..

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	29.4	12.73	48	68	2
13. HUECO - M	und	M	1	0.43	20		


$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

5.78

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS								VDT	Q	CDV
48	20							68	2	50
48	2							50	1	50

HDV	50
PCI	50
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 17 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U56</p> <p>ABCISA INICIAL: 2+605</p> <p>ABCISA FINAL: 2+640</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	4.4	0.8		3.52	1.52	..
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	5.6			5.6	2.42	..

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	3.52	1.52	25	28	2
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	5.6	2.42	3		

$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

7.89

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
25	3					28	2	20
25	2					27	1	27

HDV	27
PCI	73
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	

INFORMACIÓN GENERAL

CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro**EJECUTOR:** Deysi Cajo Gómez**FECHA:** 17 de agosto del 2020**UNIDAD DE MUESTRA:** U61**ABCISA INICIAL:** 2+780**ABCISA FINAL:** 2+815**ÁREA DEL TRAMO (m2):** 231.00 m2

FOTOGRAFÍA



TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	9.8	1.1		10.78	4.67	..
7. GRIETA DE BORDE	ml	L	6.3			6.3	2.73	..
7. GRIETA DE BORDE	ml	L	11.9			11.9	5.15	.
13. HUECO	und	M	0.44/0.32/ 0.22		0.03/0.035/ 0.035	3	1.30	.
13. HUECO	und	L	0.18/0.10		0.03/0.015	2	0.87	---
11. BACHEO	m2	L	7	0.9		6.3	2.73	---
11. BACHEO	m2	L	3.15	2.1		6.615	2.86	
11. BACHEO	m2	L	3	2.8		8.4	3.64	


VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	10.78	4.67	25	97	5
7. GRIETA DE BORDE - L	ml	L	18.2	7.88	3		
11. BACHEO - L	m2	L	21.315	9.23	15		
13. HUECO - L	und	L	2	0.87	18		
13. HUECO - M	und	M	3	1.30	36		
$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						6.88	

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
36	25	18	15	3		97	5	51
36	25	18	15	2		96	4	55
36	25	18	2	2		83	3	54
36	25	2	2	2		67	2	50
36	2	2	2	2		44	1	44

HDV	55
PCI	45
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 17 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U66</p> <p>ABCISA INICIAL: 2+955</p> <p>ABCISA FINAL: 2+990</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
7. GRIETA DE BORDE	ml	L	25.2			25.2	10.91	..
15. AHUELLAMIENTO	m2	L	17.5	0.25		4.375	1.89	..
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	6.9			6.9	2.99	.
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	8.4			8.4	3.64	.
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	3.15			3.15	1.36	---
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	2.45	0.6		1.47	0.64	---
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	13.3			13.3	5.76	
11. BACHEO	m2	L	3.5	0.8		2.8	1.21	



VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	1.47	0.64	8	46	5
7. GRIETA DE BORDE - L	ml	L	25.2	10.91	7		
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	31.75	13.74	9		
11. BACHEO - L	m2	L	2.8	1.21	10		
15. AHUELLAMIENTO - L	m2	L	4.375	1.89	12		
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						9.08	



CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS								VDT	Q	CDV
12	10	9	8	7				46	5	20
12	10	9	8	2				41	4	21
12	10	9	2	2				35	3	20
12	10	2	2	2				28	2	20
12	2	2	2	2				20	1	20



HDV	21
PCI	79
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	

15	 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO FLEXIBLE						
INFORMACIÓN GENERAL					FOTOGRAFÍA			
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTORA: Deysi Cajo Gómez FECHA: 19 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U71 ABCISA INICIAL: 3+130 ABCISA FINAL: 3+165 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2								
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml			
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2			
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und			
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2			
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2			
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2			
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2			
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2			
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2			
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
1. PIEL DE COCODRILO	m2	H	2.1	1		2.1	0.91	..
11. PARCHE	m2	L	4.4	1.4		6.16	2.67	..
19. DISGREGACIÓN	m2	H	1.75	1.35		2.36	1.02	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	H	1.4	1.1		1.54	0.67	.
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	18.9			18.9	8.18	.
11. BACHEO	m2	L	10.5	1.2		12.6	5.45	.
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
1. PIEL DE COCODRILO - H	m2	H	3.64	1.58	37	73	4	
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	18.9	8.18	5			
11. BACHEO - L	m2	L	18.76	8.12	14			
19. DISGREGACIÓN -H	m2	H	2.36	1.02	17			
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						6.79		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
37	17	14	5			73	4	42
37	17	14	2			70	3	46
37	17	2	2			58	2	43
37	2	2	2			43	1	44

HDV	46
PCI	54
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

16		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO FLEXIBLE						
INFORMACIÓN GENERAL					FOTOGRAFÍA			
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 19 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U76 ABCISA INICIAL: 3+305 ABCISA FINAL: 3+340 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2								
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml			
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2			
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und			
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2			
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2			
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2			
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2			
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2			
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2			
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	1.05	0.65		0.6825	0.30	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	8.4	0.7		5.88	2.55	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	6.3	1.6		10.08	4.36	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	16.6425	7.20	30	30	1	
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						7.43		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
30						30	1	30

HDV	30
PCI	70
CLASIFICACIÓN	
BUENO	

17	 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO FLEXIBLE						
INFORMACIÓN GENERAL		FOTOGRAFÍA						
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 19 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U81 ABCISA INICIAL: 3+480 ABCISA FINAL: 3+515 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2								
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml			
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2			
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und			
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2			
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2			
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2			
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2			
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2			
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2			
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
11. BACHEO	m2	L	9.8	1.25		12.25	5.30	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	4.2	0.35		1.47	0.64	..
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	1.47	0.64	19	31	2	
11. BACHEO - L	m2	L	12.25	5.30	12			
$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						8.44		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
19	12					31	2	22
19	2					21	1	21

HDV	22
PCI	78
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	

INFORMACIÓN GENERAL

FOTOGRAFÍA

CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro**EJECUTOR:** Deysi Cajo Gómez**FECHA:** 21 de agosto del 2020**UNIDAD DE MUESTRA:** U86**ABCISA INICIAL:** 3+655**ABCISA FINAL:** 3+690**ÁREA DEL TRAMO (m2):** 231.00 m2

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES


Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	7.7	0.85		6.545	2.83	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	7.25	0.9		6.525	2.82	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	2.8	1		2.8	1.21	..
11. BACHEO	m2	M	1.4	3.2		4.48	1.94	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	1.4	1.8		2.52	1.09	..
11. BACHEO	m2	M	14	1.45		20.3	8.79	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	14	1.15		16.1	6.97	..
19. DISGREGACIÓN	m2	M	2.3	0.15		0.345	0.15	..
4. ABULTAMIENTO	m2	M	2.1	0.55		1.155	0.50	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	6.3	1		6.3	2.73	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	2.8	1		2.8	1.21	---
13. HUECO	und	H	0.75		0.05	1	0.43	---
13. HUECO	und	M	0.45		0.035	1	0.43	
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	5.25	1.1		5.775	2.50	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q	
1. PIEL DE COCODRILO - L		m2	L	24.445	10.58	37	208		6	
1. PIEL DE COCODRILO - M		m2	M	24.92	10.79	54				
4. ABULTAMIENTO - M		m2	M	1.155	0.50	9				
11. BACHEO - M		m2	M	24.78	10.73	38				
13. HUECO - M		und	M	1	0.43	18				
13. HUECO - H		und	H	1	0.43	47				
19. DISGREGACIÓN - M		m2	M	0.345	0.15	5				
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							5.22			
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								VDT	Q	CDV
54	47	38	37	18	4.18			198.18	6	90
54	47	38	37	18	2			196	5	93
54	47	38	37	2	2			180	4	94
54	47	38	2	2	2			145	3	87
54	47	2	2	2	2			109	2	76
54	2	2	2	2	2			64	1	64

HDV	94
PCI	6
CLASIFICACIÓN	
FALLADO	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES											
Falla				Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
1. PIEL DE COCODRILO - M				m2	M	161.21	69.79	74	179	4	
1. PIEL DE COCODRILO - H				m2	H	13.02	5.64	65			
13. HUECO - M				und	M	1	0.43	19			
19. DISGREGACIÓN - M				m2	M	11.49	4.97	13			
19. DISGREGACIÓN - H				m2	H	0.33	0.14	8			
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$									3.39		
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									VDT	Q	CDV
74	65	19	5.07						163.07	4	89
74	65	19	2						160	3	96
74	65	2	2						143	2	93
74	2	2	2						80	1	80

HDV	96
PCI	4
CLASIFICACIÓN	
FALLADO	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 21 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U96</p> <p>ABCISA INICIAL: 4+005</p> <p>ABCISA FINAL: 4+040</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	3.5			3.5	1.52	..
11. BACHEO (circular)	m2	M	1.05			0.8655	0.37	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	5.1	1.55		7.905	3.42	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	7.905	3.42	34	41	3
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	3.5	1.52	1		
11. BACHEO (circular) - M	m2	M	0.865	0.37	6		



$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

7.06



CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS							VDT	Q	CDV
34	6	1					41	3	25
34	6	2					42	2	33
34	2	2					38	1	38


HDV	38
PCI	62
CLASIFICACIÓN	
BUENO	

21	 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO								
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								
		PAVIMENTO FLEXIBLE								
INFORMACIÓN GENERAL						FOTOGRAFÍA				
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 24 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U101 ABCISA INICIAL: 4+180 ABCISA FINAL: 4+215 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2										
TIPOS DE FALLAS										
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml					
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2					
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und					
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2					
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2					
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2					
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2					
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2					
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2					
FALLAS EXISTENTES										
	Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD	
10.	GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	16.8			16.8	7.27	..	
10.	GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	33.6			33.6	14.55	..	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
	Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q		
10.	GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	50.4	21.82	12	12	1		
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							9.08			
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS							VDT	Q	CDV	
12							12	1	12	

HDV	12
PCI	88
CLASIFICACIÓN	
EXCELENTE	

22	 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO							
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							
		PAVIMENTO FLEXIBLE							
INFORMACIÓN GENERAL						FOTOGRAFÍA			
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 24 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U106 ABCISA INICIAL: 4+355 ABCISA FINAL: 4+390 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2									
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml				
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2				
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2				
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und				
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2				
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2				
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2				
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2				
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2				
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2				
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD	
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	2.8			2.8	1.21	..	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q		
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	2.8	1.21	2	2	1		
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						10.00			
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV	
2						2	1	2	

HDV	2
PCI	98
CLASIFICACIÓN	
EXCELENTE	

INFORMACIÓN GENERAL					FOTOGRAFÍA				
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 24 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U111 ABCISA INICIAL: 4+530 ABCISA FINAL: 4+565 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2									
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml				
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2				
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2				
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und				
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2				
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2				
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2				
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2				
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2				
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2				
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD	
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	2.45			2.45	1.06	..	
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	5.6			5.6	2.42	..	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q		
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	8.05	3.48	3	3	1		
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						9.91			
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV	
3						3	1	3	

HDV	3
PCI	97
CLASIFICACIÓN	
EXCELENTE	

INFORMACIÓN GENERAL

FOTOGRAFÍA

CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro
EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez
FECHA: 24 de agosto del 2020
UNIDAD DE MUESTRA: U116
ABCISA INICIAL: 2+705
ABCISA FINAL: 4+740
ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2



TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
11. BACHEO	m2	L	8.4	0.8		6.72	2.91	..
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	M	10.5			10.5	4.55	..
19. DISGREGACIÓN	m2	M	1.6	0.2		0.32	0.14	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	2.05	0.45		0.9225	0.40	.
15. AHUELLAMIENTO	m2	M	0.9	2.5		2.25	0.97	---
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	0.9	2.5		2.25	0.97	---
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	M	33.25			33.25	14.39	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	0.9225	0.40	5	80	6
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	2.25	0.97	20		
10. GRIETA LONGITUDINAL - M	ml	M	43.75	18.94	25		
11. BACHEO - L	m2	L	6.72	2.91	6		
15. AHUELLAMIENTO - M	m2	M	2.25	0.97	19		
19. DISGREGACIÓN - M	m2	M	0.32	0.14	5		


$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

7.89


CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS							VDT	Q	CDV
25	20	19	6	5	5		80	6	38
25	20	19	6	5	2		77	5	40
25	20	19	6	2	2		74	4	42
25	20	19	2	2	2		70	3	45
25	20	2	2	2	2		53	2	40
25	2	2	2	2	2		35	1	35

HDV	45
PCI	55
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

INFORMACIÓN GENERAL					FOTOGRAFÍA				
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 24 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U121 ABCISA INICIAL: 4+880 ABCISA FINAL: 4+915 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2									
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml				
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2				
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2				
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und				
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2				
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2				
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2				
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2				
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2				
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2				
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD	
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	3.5	0.6		2.1	0.91	..	
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	1.6	0.8		1.28	0.55	..	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q		
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	3.38	1.46	14	14	1		
$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						8.90			
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							VDT	Q	CDV
14							14	1	14

HDV	14
PCI	86
CLASIFICACIÓN	
EXCELENTE	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 24 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U126</p> <p>ABCISA INICIAL: 5+055</p> <p>ABCISA FINAL: 5+090</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	7.7			7.7	3.33	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	1.75	0.8		1.4	0.61	..
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	19.6			19.6	8.48	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	1.4	0.61	7	22	2
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	27.3	11.82	15		

$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

8.81


CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
15	7					22	2	16
15	2					17	1	17


HDV	17
PCI	83
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES											
Falla				Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q
1. PIEL DE COCODRILO - M				m2	M	13.3	5.75	40	84		4
11. BACHEO - L				m2	L	10.8	4.66	10			
11. BACHEO - M				m2	M	9.8	4.24	20			
11. BACHEO - H				m2	H	1.0	0.43	14			
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$									6.51		
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									VDT	Q	CDV
40	20	14	10						84	4	48
40	20	14	2						76	3	49
40	20	2	2						64	2	47
40	2	2	2						46	1	46

HDV	49
PCI	51
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

INFORMACIÓN GENERAL				FOTOGRAFÍA				
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTORA: Deysi Cajo Gómez FECHA: 10 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U13 ABCISA INICIAL: 1+100 ABCISA FINAL: 1+135 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2								
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml			
2	Exudación	m2	11	Bacheo	m2			
3	Grietas de contracción	m2	12	Agregados pulidos	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und			
5	Corrugación	m2	14	Cruce ferrocarril	m2			
6	Depresión	m2	15	Ahuellamiento	m2			
7	Grietas de borde	ml	16	Deformación por empuje	m2			
8	Grietas de reflexión de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2			
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2			
			19	Disgregación / desprendimiento	m2			
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
4. ABULTAMIENTO	m2	M	2.1	0.7		1.47	0.64	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	16.8	0.8		13.44	5.82	..
4. ABULTAMIENTO	m2	M	6.95	0.7		4.865	2.11	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	11.2	1.85		20.72	8.97	.
13. HUECO	und	H	0.70/0.60		0.035/0.08	2	0.87	.
13. HUECO	und	M	0.4		0.03	1	0.43	.
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	34.16	14.79	40	130	4	
4. ABULTAMIENTO - M	m2	M	6.335	2.74	20			
13. HUECO - M	und	M	1	0.43	20			
13. HUECO - H	und	H	2	0.87	50			
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						5.59		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
50	40	20	20			130	4	74
50	40	20	2			112	3	70
50	40	2	2			94	2	67
50	2	2	2			56	1	56

HDV	74
PCI	26
CLASIFICACIÓN	
POBRE	

INFORMACIÓN GENERAL					FOTOGRAFÍA				
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 10 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U19 ABCISA INICIAL: 1+310 ABCISA FINAL: 1+345 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2									
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml				
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2				
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2				
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und				
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2				
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2				
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2				
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2				
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2				
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2				
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD	
4. ABULTAMIENTO	m2	M	17.5	2.1		36.75	15.91	..	
13. HUECO	und	M	0.30/0.35		0.025/0.03	2	0.87	..	
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	16.8	3.5		58.8	25.45		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q		
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	58.8	25.45	59	138	3		
4. ABULTAMIENTO - M	m2	M	36.75	15.91	51				
13. HUECO - M	und	M	2	0.87	28				
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						4.77			
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							VDT	Q	CDV
59	51	28					138	3	84
59	51	2					112	2	78
59	2	2					63	1	63

HDV	84
PCI	16
CLASIFICACIÓN	
MUY POBRE	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTORA: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 10 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U38</p> <p>ABCISA INICIAL: 1+975</p> <p>ABCISA FINAL: 2+010</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
13. HUECO	und	H	0.70/0.65/0.50/0.45		0.05/0.045/0.05/0.04	4	1.73	..
4. ABULTAMIENTO	m2	M	7.25	3.75		27.188	11.77	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	7.25	3.75		27.188	11.77	.
19. DISGREGACIÓN	m2	M	2.1	2.1		4.41	1.91	.
19. DISGREGACIÓN	m2	M	2.8	0.5		1.4	0.61	.
19. DISGREGACIÓN	m2	M	7.7	1.1		8.47	3.67	.

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	27.1875	11.77	49	188	4
4. ABULTAMIENTO - M	m2	M	27.1875	11.77	42		
13. HUECO - H	und	H	4	1.73	64		
19. DISGREGACIÓN - M	m2	M	14.28	6.18	33		


$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

4.31


CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
42	64	49	9.9			164.9	4	90
42	64	49	2			157	3	92
42	64	2	2			110	2	76
42	2	2	2			48	1	48

HDV	92
PCI	8
CLASIFICACIÓN	
FALLADO	

INFORMACIÓN GENERAL					FOTOGRAFÍA				
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTORA: Deysi Cajo Gómez FECHA: 10 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U39 ABCISA INICIAL: 2+010 ABCISA FINAL: 2+045 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2									
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml				
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2				
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2				
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und				
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2				
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2				
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2				
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2				
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2				
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2				
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD	
1. PIEL DE COCODRILO	m2	H	19.15	4.2		80.43	34.82	..	
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	M	3.5			3.5	1.52	..	
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	16.4	1.2		19.68	8.52	.	
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	7	1.7		11.9	5.15	.	
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	M	7			7	3.03	.	
10. GRIETA TRANSVERSAL	ml	M	1.6			1.6	0.69	.	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	Q		
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	31.58	13.67	49	150	2		
1. PIEL DE COCODRILO - H	m2	H	80.43	34.82	90				
10. GRIETA LONGITUDINAL - M	ml	M	12.1	5.24	11				
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						1.92			
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV	
90	45.08					135.08	2	89	
90	2					92	1	92	

HDV	92
PCI	8
CLASIFICACIÓN	
FALLADO	

INFORMACIÓN GENERAL				FOTOGRAFÍA					
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 14 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U49 ABCISA INICIAL: 2+360 ABCISA FINAL: 2+395 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2									
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml				
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2				
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2				
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und				
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2				
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2				
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2				
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2				
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2				
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2				
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD	
19. DISGREGACIÓN	m2	H	3.5	1.4		4.9	2.12	..	
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	4.2	0.9		3.78	1.64	..	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q		
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	4.9	2.12	22	41	2		
19. DISGREGACIÓN - H	m2	H	3.78	1.64	19				
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						8.16			
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV	
22	19					41	2	29	
22	2					24	1	24	

HDV	29
PCI	71
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 12 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U67</p> <p>ABCISA INICIAL: 2+990</p> <p>ABCISA FINAL: 3+025</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	12.6			12.6	5.45	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	2.3	1.25		2.875	1.24	..
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	L	35			35	15.15	.
11. BACHEO	m2	M	9.1	0.9		8.19	3.55	.
15. AHUELLAMIENTO	m2	L	10.5	0.25		2.625	1.14	---
19. DISGREGACIÓN	m2	H	1.95	1.85		3.6075	1.56	---

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	2.875	1.24	11	69	5
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	47.6	20.61	12		
11. BACHEO - M	m2	M	8.19	3.55	19		
15. AHUELLAMIENTO - L	m2	L	2.625	1.14	9		
19. DISGREGACIÓN - H	m2	H	3.6075	1.56	18		


$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$$

8.44

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
19	18	12	11	9		69	5	35
19	18	12	11	2		62	4	36
19	18	12	2	2		53	3	34
19	18	2	2	2		43	2	32
19	2	2	2	2		27	1	27

HDV	36
PCI	64
CLASIFICACIÓN	
BUENO	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 19 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U78</p> <p>ABCISA INICIAL: 3+375</p> <p>ABCISA FINAL: 3+410</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudación	m2	11	Bacheo	m2
3	Grietas de contracción	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugación	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresión	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformación por empuje	m2
8	Grietas de reflexión de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregación / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
BACHEO	m2	L	15.4	2.8		43.12	18.67	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	15.4	0.3		4.62	2.00	..
11. BACHEO	m2	L	2.1	0.7		1.47	0.64	.
13. HUECO	und	H	0.65		0.05	1	0.43	.
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	3	1.4		4.2	1.82	---
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	M	9.8			9.8	4.24	---

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	4.62	2.00	11	103	5
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	4.2	1.82	28		
10. GRIETA LONGITUDINAL - M	ml	M	9.8	4.24	5		
11. BACHEO - L	m2	L	44.59	19.30	21		
13. HUECO - H	und	H	1	0.43	38		
$m = \frac{1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_1)}{100}$						6.69	


CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS								VDT	Q	CDV
38	28	21	11	5				103	5	60
38	28	21	11	2				100	4	58
38	28	21	2	2				91	3	59
38	28	2	2	2				72	2	54
38	2	2	2	2				46	1	46


HDV	60
PCI	40
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla				Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L				m2	L	5.145	2.23	11	225	4
1. PIEL DE COCODRILO - M				m2	M	34.44	14.91	51		
4. ABULTAMIENTO - H				m2	H	29.4	12.73	75		
11. BACHEO - M				m2	M	42.63	18.45	39		
13. HUECO - H				und	H	1	0.43	38		
19. DISGREGACIÓN - M				m2	M	8.11	3.51	11		
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$									3.30	
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								VDT	Q	CDV
75	51	39	11.4					176.4	4	94
75	51	39	2					167	3	96
75	51	2	2					130	2	86
75	2	2	2					81	1	81

HDV	96
PCI	4
CLASIFICACIÓN	
FALLADO	

INFORMACIÓN GENERAL					FOTOGRAFÍA			
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 21 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U98 ABCISA INICIAL: 4+075 ABCISA FINAL: 4+110 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2								
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml			
2	Exudacion	m2	11	Parcheo	m2			
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und			
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2			
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2			
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2			
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2			
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2			
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2			
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
15. AHUELLAMIENTO	m2	L	3.5	1.6		5.6	2.42	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	5.1	1.4		7.14	3.09	..
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
1. PIEL DE COCODRILO - M	m2	M	7.14	3.09	34	69	2	
15. AHUELLAMIENTO - L	m2	L	5.6	2.42	35			
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						6.97		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
25	3					28	2	20
25	2					27	1	27

HDV	27
PCI	73
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	

INFORMACIÓN GENERAL	FOTOGRAFÍA
<p>CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro</p> <p>EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez</p> <p>FECHA: 24 de agosto del 2020</p> <p>UNIDAD DE MUESTRA: U112</p> <p>ABCISA INICIAL: 4+575</p> <p>ABCISA FINAL: 4+610</p> <p>ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2</p>	

TIPOS DE FALLAS

1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml
2	Exudacion	m2	11	Parqueo	m2
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2

FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
10. GRIETA LONGITUDINAL	m2	L	15.4			15.4	6.67	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	L	4.55	1.4		6.37	2.76	..

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	6.37	2.76	20	25	2
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	15.4	6.67	5		


$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

8.35

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS								VDT	Q	CDV
20	5							25	2	14
20	2							22	1	27

HDV	27
PCI	73
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	

INFORMACIÓN GENERAL				FOTOGRAFÍA				
CARRETERA: Ferreñafe - Manuel Antonio Mesones Muro EJECUTOR: Deysi Cajo Gómez FECHA: 24 de agosto del 2020 UNIDAD DE MUESTRA: U128 ABCISA INICIAL: 5+125 ABCISA FINAL: 5+160 ÁREA DEL TRAMO (m2): 231.00 m2								
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Grietas longitudinales y transversales	ml			
2	Exudacion	m2	11	Parqueo	m2			
3	Grietas de contraccion	m2	12	Agregados pulidos	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	ml	13	Huecos	und			
5	Corrugacion	m2	14	Cruce ferrocarril	m2			
6	Depresion	m2	15	Ahuellamiento	m2			
7	Grietas de borde	ml	16	Deformacion por empuje	m2			
8	Grietas de reflexion de junta	ml	17	Grietas de desplazamiento	m2			
9	Desnivel carril / berma	ml	18	Hinchamiento	m2			
			19	Disgregacion / desprendimiento	m2			
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	Densidad %	VD
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	M	7.7			7.7	3.33	..
1. PIEL DE COCODRILO	m2	M	1.75	0.8		1.4	0.61	..
10. GRIETA LONGITUDINAL	ml	M	19.6			19.6	8.48	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	Q	
1. PIEL DE COCODRILO - L	m2	L	1.4	0.61	6	16	2	
10. GRIETA LONGITUDINAL - L	ml	L	27.3	11.82	10			
$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$						9.27		
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	CDV
10	6					16	2	11
10	2					12	1	12

HDV	12
PCI	88
CLASIFICACIÓN	
EXCELENTE	

ANEXO 3.5. PCI PARA TODA LA SECCIÓN

CARRETERA FERREÑAFE - MESONES MURO						L = 4515 m	Ac = 6.6 m
MUESTRAS ALEATORIAS							
Unidades de muestra	Progresiva (Km)	Área (m2)	PCI (ri)	Clasificación	Área x PCI (ri)	PCI(r)	
U1	0+680 - 0+715	231	49	REGULAR	11319	55.61	
U6	0+855 - 0+890	231	43	REGULAR	9933		
U11	1+030 - 1+065	231	53	REGULAR	12243		
U16	1+205 - 1+240	231	12	MUY POBRE	2772		
U21	1+380 - 1+415	231	56	BUENO	12936		
U26	1+555 - 1+590	231	5	FALLADO	1155		
U36	1+905 - 1+940	231	33	POBRE	7623		
U41	2+080 - 2+115	231	50	REGULAR	11550		
U56	2+605 - 2+640	231	73	MUY BUENO	16863		
U61	2+780 - 2+815	231	45	REGULAR	10395		
U66	2+955 - 2+990	231	79	MUY BUENO	18249		
U71	3+130 - 3+165	231	54	REGULAR	12474		
U76	3+305 - 3+340	231	70	BUENO	16170		
U81	3+480 - 3+515	231	78	MUY BUENO	18018		
U86	3+655 - 3+690	231	6	FALLADO	1386		
U91	3+830 - 3+865	231	4	FALLADO	924		
U96	4+005 - 4+040	231	62	BUENO	14322		
U101	4+180 - 4+215	231	88	EXCELENTE	20328		
U106	4+355 - 4+390	231	98	EXCELENTE	22638		
U111	4+530 - 4+565	231	97	EXCELENTE	22407		
U116	4+705 - 4+740	231	55	REGULAR	12705		
U121	4+880 - 4+915	231	86	EXCELENTE	19866		
U126	5+055 - 5+090	231	83	BUENO	19173		
MUESTRAS ADICIONALES							
Unidades de muestra	Progresiva (Km)	Área (m2)	PCI (ai)	Clasificación	Área x PCI (ai)	PCI (a)	
U12	1+065 - 1+100	231	51	REGULAR	11781	43.50	
U13	1+100 - 1+135	231	26	POBRE	6006		
U19	1+310 - 1+345	231	16	MUY POBRE	3696		
U38	1+975 - 2+010	231	8	FALLADO	1848		
U39	2+010 - 2+045	231	8	FALLADO	1848		
U49	2+360 - 2+365	231	71	MUY BUENO	16401		
U67	2+990 - 3+025	231	64	BUENO	14784		
U78	3+375 - 3+410	231	40	REGULAR	9240		
U83	3+550 - 3+585	231	4	FALLADO	924		
U98	4+075 - 4+110	231	73	MUY BUENO	16863		
U112	4+575 - 4+610	231	73	MUY BUENO	16863		
U128	5+125 - 5+160	231	88	EXCELENTE	20328		

PCI r = 55.61
 PCI a = 43.50
 A = 29799.00 m2
 Aad = 2772.00 m2

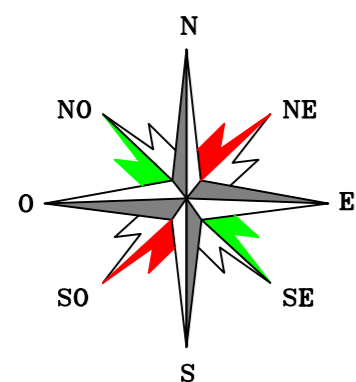
PCI s = 54.48
REGULAR

$$PCI_s = (PCI_r(A - \sum_{i=1}^m A_{ai}) + PCI_a(\sum_{i=1}^m A_{ai})) / A$$

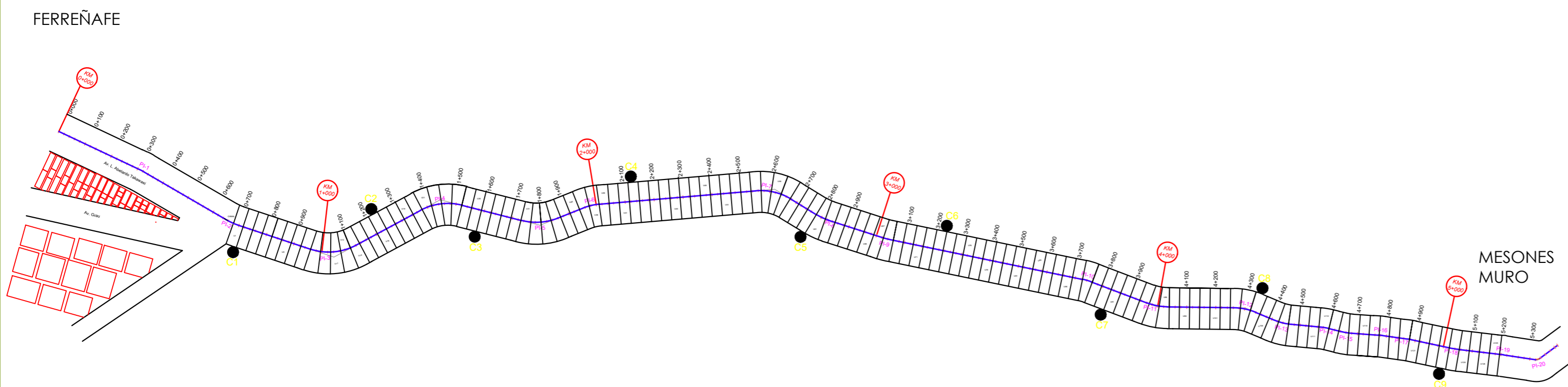
donde:
 PCI_s = PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales,
 PCI_r = PCI de la unidad de muestra adicional i ,
 A_{ai} = área de la unidad de muestra adicional i ,
 A = área de la sección,
 m = número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas, y
 PCI_a = PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

ANEXO 4: EXPLORACIÓN EN CAMPO

ANEXO 4.1: UBICACIÓN DE CALICATAS



EXPLORACIÓN DE CAMPO		
CALICATAS	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
C1	9265829.00	634689.00
C2	9265546.00	635299.00
C3	9265663.00	636041.00
C4	9265746.00	636518.00
C5	9265688.00	636994.00
C6	9265555.00	637478.00
C7	9265442.00	637963.00
C8	9265359.00	638450.00
C9	9265269.00	638940.00



LEYENDA

CALICATAS:

UBICACIÓN DE CALICATAS

ESCALA: 1 : 10000

<p>ASIGNATURA: TESIS I</p>	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL			LAMINA: C-03
	PLANO: CARRERA FERREÑAFE - MESONES MURO			
	PROYECTO: EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	DISTRITO: FERREÑAFE	PROVINCIA: FERREÑAFE	
	ALUMNA: DEYSI CAJO GÓMEZ			
FECHA: 11/20		ESCALA: INDICADA		

ANEXO 4.2: INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
AMBIENTAL

INFORME DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE
SUELOS



ASIGNATURA: Seminario de Tesis II

ALUMNA: Cajo Gómez Deysi Soledad

FERREÑAFE 2020

Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	2
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN.....	7
1. GENERALIDADES.....	8
1.1. Objeto de estudio.....	8
1.2. Ubicación de la carretera en estudio	8
1.3. Investigación de campo.....	8
1.4. Ensayos de laboratorio.....	10
2. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	11
2.1. Análisis granulométrico por tamizado AASHTO T88.....	11
2.1.1. Definición	11
2.1.2. Objeto de estudio.....	11
2.1.3. Equipos y materiales	11
2.1.4. Número de tamices recomendados.....	11
2.1.5. Muestra	12
2.1.6. Procedimiento.....	12
2.1.7. Fotos del ensayo.....	13
2.2. Contenido de Humedad ASTM 2216.....	14
2.2.1. Definición	14
2.2.2. Objeto de estudio.....	14
2.2.3. Equipos y materiales	14
2.2.4. Procedimiento.....	15
2.2.5. Fotos del ensayo.....	15
2.3. Contenido de sales solubles MTC E219.....	16
2.3.1. Definición	16
2.3.2. Objeto de estudio.....	16
2.3.3. Equipos y materiales	16
2.3.4. Procedimiento.....	16
2.4. Límites de Atterberg ASTM D4318.....	17
2.4.1. Definición	17

2.4.2.	Objeto de estudio.....	17
2.4.3.	Límite líquido.....	17
2.4.3.1.	Equipo y material	18
2.4.3.2.	Procedimiento	18
2.4.3.3.	Fotos del ensayo.....	18
2.4.4.	Límite plástico	20
2.4.4.1.	Equipo y material	20
2.4.4.2.	Procedimiento	20
2.4.4.3.	Fotos del ensayo.....	20
2.5.	Clasificación de Suelos AASHTO M 145, ASTM D 2487	22
2.5.1.	Definición	22
	Clasificación (S.U.C.S.)	22
2.5.2.	Objetivos	23
2.6.	Proctor Modificado AASHTO T 180	23
2.6.1.	Definición	23
2.6.2.	Objetivos	24
2.6.3.	Equipos y materiales	24
2.6.4.	Procedimiento	24
2.6.5.	Fotos del ensayo.....	25
2.7.	California Bearing Ratio (CBR) AASHTO T 193.....	28
2.7.1.	Definición	28
2.7.2.	Objeto de estudio.....	28
2.7.3.	Equipos y materiales	28
2.7.4.	Procedimiento	29
2.7.4.1.	Para la expansión:	29
2.7.4.2.	Para la penetración:	30
2.7.5.	Fotos del ensayo.....	30
3.	CÁLCULOS.....	33
3.1.	CALICATA N°1	33
3.2.	CALICATA N°2	46
3.3.	CALICATA N°3	59
3.4.	CALICATA N°4	72

3.5.	CALICATA N°5	85
3.6.	CALICATA N°6	98
3.7.	CALICATA N°7	111
3.8.	CALICATA N°8	124
3.9.	CALICATA N°9	136
4.	RESULTADOS	149
5.	CONCLUSIONES	153
6.	RECOMENDACIONES	154
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155
8.	ANEXOS	156
8.1.	Documentos del laboratorio de suelos – LINUS EIRL	156

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal dar a conocer las propiedades físico-mecánicas a nivel de subrasante, base y sub-base de la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro de 4.515 Km mediante calicatas, con el fin de dar un diagnóstico del estado estructural de la vía y así plantear propuestas de solución. En la exploración de campo se hizo un total de 9 calicatas, de acuerdo al Manual de Carreteras. Los ensayos realizados en cada una de ellas son la humedad natural, determinación de sales, análisis granulométrico, límites de Atteberg, próctor modificado y CBR, según su norma correspondiente, las cuales se detallarán en el presente informe.

ABSTRACT

The main objective of this research is to present the physical-mechanical properties at the subgrade, base and sub-base level of the road between the districts of Ferreñafe and Mesones Muro of 4,515 km through pits in order to give a diagnosis of the structural state of the road and thus propose solution proposals. In the field exploration, a total of 9 pits were made, according to the Highway Manual. The tests carried out in each one of them are natural humidity, determination of salts, granulometric analysis, Atteberg limits, modified proctor and CBR, according to their corresponding standard, which will be detailed in this report.

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo se ha dado gran importancia a la realización de estudios de suelos en zonas de cualquier tipo, estos estudios son fundamentales a la hora de poder hacer diseños de estructuras o edificaciones que se construirán en el lugar.

El presente trabajo tiene el propósito de realizar una exploración de campo, mediante calicatas, para conocer las propiedades físico-mecánicas del pavimento flexible de la carretera comprendida entre los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro.

La metodología seguida para la ejecución del estudio de suelos, comprende básicamente una investigación de campo a lo largo de toda la vía, mediante la ejecución de prospecciones de exploración (calicatas), se busca conocer las características de las capas del pavimento, para lo cual se obtendrán muestras representativas y en cantidades suficientes para ser sometidas a ensayos de laboratorio.

El trabajo realizado nos ayudara a saber cómo se encuentra actualmente las capas del pavimento, para luego plantear propuestas de solución, en caso se necesite.

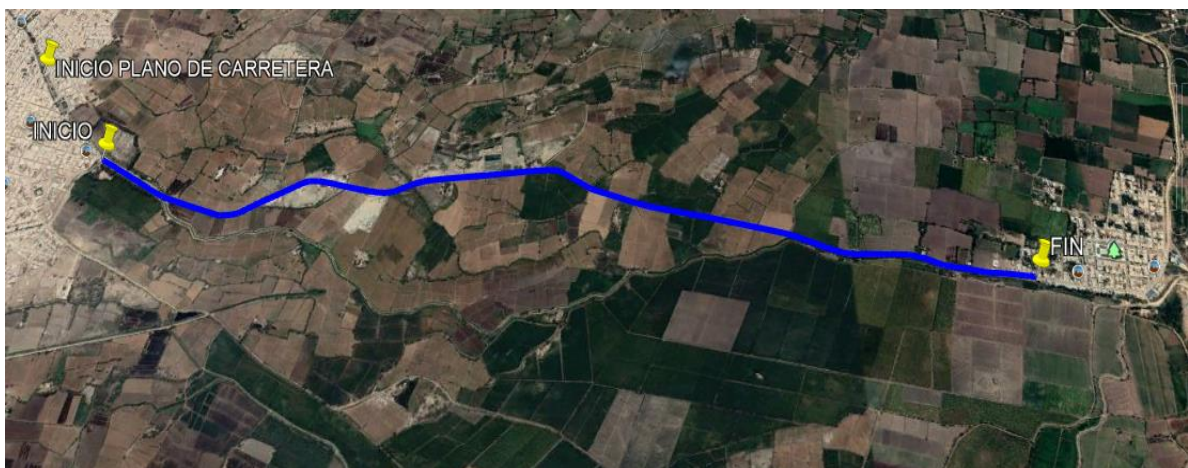
1. GENERALIDADES

1.1. Objeto de estudio

Conocer las características físico mecánicas de y el comportamiento de los suelos con el propósito de evaluar estructuralmente las capas del pavimento y así determinar su condición actual.

1.2. Ubicación de la carretera en estudio

La carretera en estudio se encuentra ubicada al este de la provincia de Ferreñafe y conecta los distritos de Ferreñafe y Mesones Muro, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque.



Fuente: Google Earth Pro

1.3. Investigación de campo

Este trabajo de campo se realizó con la finalidad de determinar las propiedades físicas y mecánicas de las capas del pavimento, mediante la exploración de campo, el cual fue realizado el 28 de setiembre del presente año. Se extrajo un aproximado de 50 Kg, el cual 30 Kg fue de subrasante y 30 Kg de base y sub-base, habiéndose ejecutado (09) calicatas a cielo abierto; distribuidas de acuerdo al Manual de Carreteras, es decir, cada 500 m y de forma alternada para aproximarnos al diagnóstico adecuado del estado de las capas del pavimento.

La profundidad alcanzada para cada calicata fue de 1.50m. Los primeros 0.35m corresponden a la base, sub-base y el resto a la subrasante.

A continuación, se especifica las coordenadas de cada calicata a lo largo de toda la vía.

CALICATA	COORDENADAS
C-1	634689.00 m E - 9265829.00 m S
C-2	635299.00 m E - 9265546.00 m S
C-3	636041.00 m E - 9265663.00 m S
C-4	636518.00 m E - 9265746.00 m S
C-5	636994.00 m E - 9265688.00 m S
C-6	637478.00 m E - 9265555.00 m S
C-7	637963.00 m E - 9265442.00 m S
C-8	638450.00 m E - 9265359.00 m S
C-9	638940.00 m E - 9265269.00 m S

Fuente: Propia



Fuente: Google Earth Pro

1.4. Ensayos de laboratorio

Estos ensayos son el análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg, clasificación de suelos, humedad natural, próctor modificado y CBR. Cabe mencionar que el material de la base y sub-base fue la misma, por lo que se hicieron los ensayos correspondientes de acuerdo a norma. Todo esto se realizó en el laboratorio Linus. La secuencia y fechas de ejecución de los ensayos fue la siguiente:

ACTIVIDAD	Setiembre				Octubre													
	26	28	29	30	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16
EXPLORACIÓN DE CAMPO																		
Extracción de calicatas		■																
ENSAYOS DE LABORATORIO																		
Contenido de humedad			■															
Límites de atterberg			■															
Granulometría por tamizado			■															
Clasificación de suelos			■															
Próctor Modificado				■			■			■				■				
CBR				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Propia

Por la coyuntura, los días que asistí a laboratorio fueron el 28, 29 y 30 de Setiembre, 3, 8 y 16 de octubre. Además de estar presente en la extracción de calicatas.

2. ENSAYOS DE LABORATORIO

2.1. Análisis granulométrico por tamizado AASHTO T88

2.1.1. Definición

Se denomina granulometría a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

2.1.2. Objeto de estudio

- La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.
- Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

2.1.3. Equipos y materiales

- Juego de tamices
- Balanza
- Recipiente en forma de lavadero
- Brocha
- Varilla
- Espátulas
- Libretas de apuntes
- Escobilla

2.1.4. Número de tamices recomendados

TAMIZ (ASTM)	ABERTURAS (mm)	TIPO DE SUELOS
(2")	50.00mm	GRAVA
(1,1/2")	38.20mm	
(1")	25.40mm	
(3/4")	19.10mm	
(1/2")	12.70mm	
(3/8")	9.525mm	
(1/4")	6.300mm	
(#4)	4.760mm	
(#6)	3.360mm	

(#8)	2.380mm	ARENA GRUESA
(#10)	2.000mm	
(#12)	1.680mm	ARENA MEDIA
(#16)	1.190mm	
(#20)	0.850mm	
(#30)	0.590mm	
(#40)	0.420mm	
(#50)	0.297mm	
(#60)	0.250mm	
(#70)	0.210mm	ARENA FINA
(#80)	0.180mm	
(#100)	0.149mm	
(#200)	0.075mm	

2.1.5. Muestra

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

2.1.6. Procedimiento

- Se reduce por cuarteo una cantidad de muestra levemente superior a la mínima recomendada. Se seca el material ya sea al aire a temperatura ambiente, o bien dentro de un horno. Cuando esté seca, pesar y registrar dicha cantidad como el peso total.
- Se pesa la muestra en un recipiente aproximadamente de una cantidad de: 200 a 500gr. en suelos arenosos y de 1 a 5kg. para suelos gravosos.
- A continuación, se deposita el material en el tamiz superior del juego de tamices, los que deberán encontrarse limpios y ordenados en forma decreciente desde el

tamiz 1" hasta el tamiz N° 200. El juego deberá contar de una tapa en la parte superior y una bandeja de residuos en la inferior.

- Se agitará en forma circular y de un lado a otro para que las partículas pasen las mallas, con una brocha se ayudara cuando queden poca cantidad en los tamices.
- Para finalizar se pesa las fracciones retenidas por cada malla, teniendo precaución y cuidado, se registró sus pesos y obtuvimos los porcentajes retenidos parciales referidos al peso inicial total de la muestra.

2.1.7. Fotos del ensayo





2.2. Contenido de Humedad ASTM 2216

2.2.1. Definición

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

2.2.2. Objeto de estudio

- La determinación o contenido de humedad, obteniendo un porcentaje promedio (%) en cada una de las calicatas.

2.2.3. Equipos y materiales

- Horno de secado
- Balanza digital
- Recipientes

- Guantes

2.2.4. Procedimiento

- Para este trabajo de cálculo se hizo en el laboratorio de suelos con una muestra representativa, este ensayo tiene el fin de conocer qué porcentaje de humedad tiene nuestra calicata.
- Primero se toma una tara y se pone encima de la balanza electrónica, luego tomamos una muestra representativa que también se pesa junto con la tara, obteniéndose así el peso de la muestra húmeda más la tara.
- Después la muestra húmeda más la tara se pone al horno durante un periodo de 24 horas, y al transcurrir ese periodo de tiempo establecido se procede a sacar la muestra más la tara dejando en un periodo de tiempo para que enfríe, ya que si lo pesamos tal como está (caliente) se obtendrá un peso mayor.
- Finalmente, después de haber transcurrido ese periodo de tiempo para que enfriase la muestra se procede a sacar los cálculos que se mostraran a continuación en la pequeña tabla de resumen de cálculos.

2.2.5. Fotos del ensayo



2.3. Contenido de sales solubles MTC E219

2.3.1. Definición

Un suelo es salino cuando tiene un exceso de sales solubles, cuyos iones en la solución del suelo impiden la ejecución de ciertas obras.

2.3.2. Objeto de estudio

- La determinación del contenido de sales solubles en el suelo.

2.3.3. Equipos y materiales

- Horno de secado
- Balanza digital
- Tarro
- Agua destilada
- Guantes

2.3.4. Procedimiento

- Primero se pesa 100 gr de muestra del material fino pasada por el tamiz N° 10 y colocar en un recipiente.
- En otro recipiente colocar 100 ml de agua destilada
- Vaciar la muestra pesada al recipiente con agua destilada
- Se deja reposar por 24 hr hasta que la muestra se asiente.
- Después extraer con una jeringa 10 ml de agua, colocar en una tara, pesar y colocar al horno.
- Finalmente sacar del horno y volver a pesar.

2.4. Límites de Atterberg ASTM D4318

2.4.1. Definición

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación expresado como porcentaje del peso del agua en una masa de suelo, al peso de las partículas sólidas. Para medir la plasticidad de las arcillas, Atterberg hizo ver que la plasticidad no era una propiedad permanente de las arcillas sino circunstancial y que dependía de su contenido de agua.

A las arcillas y a los suelos finos, se les puede dar una consistencia semilíquida mezclándolos con agua. Cuando este contenido de humedad se reduzca por evaporación volveremos a mezclar la muestra obtendremos un material plástico; si el contenido de humedad se reduce aún más el material se hace semisólido y se rompe o desmorona cuando se deforma. El campo dentro el cual el suelo tiene consistencia plástica se llama estado plástico. La separación de estos estados no es muy definida es por lo que se ha ideado procedimientos tipos para su separación.

El límite líquido es el contenido de agua tal que, para un material dado, fija la división entre el estado casi líquido y el plástico.

El límite plástico es el contenido de agua que limita el estado plástico del estado semisólido resistente.

El Índice Plástico es la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

2.4.2. Objeto de estudio

- La determinación del límite líquido y el límite plástico.

2.4.3. Límite líquido

Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como material plástico

Se ha considerado en laboratorio que para una humedad determinar la masa de suelo húmedo colocado en un recipiente en forma de cápsula de bronce separada en dos partes por la acción de una herramienta, para hacer una ranura-patrón y deja caer sobre la altura de 1 cm., sufra después de dejarla caer 25 veces, obteniendo una falla o cierre en las paredes de la anura en una longitud de 12.7 mm.

2.4.3.1. Equipo y material

- Copa de Casagrande
- Ranurador
- Envase para mezclado
- Taras metálicas
- Horno
- Balanza electrónica

2.4.3.2. Procedimiento

- Se verifica que la altura de la cuchara de Casagrande del límite líquido que se va a utilizar sea igual a 1cm con ayuda del rasgador.
- Mezclamos aproximadamente 100g de la muestra con agua destilada de preferencia, y con la ayuda de una espátula lo mezclamos hasta que adopte una consistencia uniforme.
- Se coloca una porción de la muestra mezclada en la copa de Casagrande con un espesor máximo de 1cm y se hace una ranura de 2mm.
- Se acciona la copa a razón de 2 golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la parte inferior del talud de la ranura se cierre a 1.27 cm.
- Cuando se ha contenido un valor consistente del número de golpes, comprendido entre 6 y 35 golpes, tomamos 10 a 50g de suelo aproximadamente, de la zona próxima a la ranura cerrada y determinamos su contenido de humedad.
- Se repite el procedimiento anterior para las demás muestras.
- Graficamos el contenido de humedad y los números de golpes correspondientes, los primeros como ordenadas y el segundo como abscisas.

2.4.3.3. Fotos del ensayo



2.4.4. Límite plástico

Es el contenido de agua del material en el límite inferior de su estado plástico. La prueba consiste en formar cilindros de suelo de 3 mm. De diámetro, estos se doblan y presionan formando una pastilla que vuelve a rolarse hasta que ocurra el desmoronamiento y agrietamiento del mismo.

2.4.4.1. Equipo y material

- Capsula
- Espátula
- Vidrio áspero de 30cm x 30cm
- Taras metálicas
- Horno
- Balanza electrónica

2.4.4.2. Procedimiento

- Tomamos 15g de la muestra anterior.
- Rólese la muestra húmeda sobre una plancha de vidrio con la mano, hasta alcanzar un diámetro de 3mm.
- Se repite el procedimiento anterior hasta que el cilindro presente señales de desmoronamiento y agrietamiento al alcanzar el diámetro de 3mm.
- Al llegar al límite señalado, se determina el contenido de humedad de una parte del cilindro correspondiente.
- Se hicieron los intentos y no se pudo realizarlo ya que nuestro suelo era arenoso.

2.4.4.3. Fotos del ensayo





2.5. Clasificación de Suelos AASHTO M 145, ASTM D 2487

2.5.1. Definición

Clasificación (S.U.C.S.).

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), que fue desarrollado por Casagrande. Es importante correlacionar las diferentes propiedades de los suelos con los grupos de un sistema de clasificación de éstos. Podemos realizar esta clasificación mediante los resultados que se obtienen en ensayos de Granulometría Y Plasticidad.

Según S.U.C.S. se tiene inicialmente 2 grandes tipos de suelo, granulares y finos. Donde los granulares son los que más del 50% de la muestra se queda retenido en la malla N° 200 y se consideran suelos finos cuando más del 50% pasa la malla N° 200.

Este sistema de clasificación de los suelos fue desarrollado por Casagrande, sirve para la identificación y obtención de sus propiedades físicas, tiene gran aplicación para estudios de cimentaciones de taludes, etc. Este sistema cubre los suelos gruesos y finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores de dicha malla y las finas menores.

Un suelo se considera grueso si más del 50 % de sus partículas son gruesas y finos, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.

A continuación, se describe los grupos:

➤ GRUPO GW Y SW

Son suelos bien graduados y con pocos finos o limpios por completo. Las partículas finas no deben ser mayores al 5 % en peso, el coeficiente de uniformidad debe ser mayor a 4 y el coeficiente de curvatura entre 1 y 3.

➤ GRUPO GP Y SP

Estos son mal graduados, con similares características al anterior. Las partículas finas no deben ser mayores al 5 % en peso, el coeficiente de uniformidad debe ser mayor a 4 y el coeficiente de curvatura entre 1 y 3.

➤ GRUPO GM Y SM

En este grupo el contenido de finos afecta las características de resistencia y esfuerzo, deformación y capacidad de drenaje libre de la fracción gruesa, el contenido de finos que pasan por la malla 200 es mayor al 12 %.

➤ GRUPO GC Y SC

Con características similares al anterior grupo. En este grupo el contenido de finos afecta las características de resistencia y esfuerzo, deformación y la capacidad de drenaje libre, el contenido de finos que pasan por la malla 200 debe estar entre 5% y 12%.

2.5.2. Objetivos

- Determinar las características del suelo según el sistema unificado de clasificación de los suelos.
- Realizar un perfil estratigráfico que especifique el tipo de suelo al que pertenece cada estrato.

2.6. Proctor Modificado AASHTO T 180

2.6.1. Definición

Según el Manual [11] y el MTC E 115, la compactación de suelos mediante este ensayo se realiza para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco. Existen 3 métodos de acuerdo a la gradación del material. Para el cálculo respectivo se debe dibujar la curva de compactación, ayudado de la curva de saturación al 100% con los datos registrados y después lo siguiente:

- Contenido de humedad
- Peso unitario seco, primero se calcula la densidad húmeda, seca y finalmente el Peso Unitario Seco.

2.6.2. Objetivos

Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

2.6.3. Equipos y materiales

- Molde de 6" de diámetro interior, a cada molde se le acopla un collarín de 2" de alto.
- Pisón manual
- Balanza
- Horno de secado
- Tamices
- Regla
- Herramientas de mezcla

2.6.4. Procedimiento

- Usar aproximadamente 20 kg. Añadir las cantidades requeridas de agua, para el caso de subrasante se le añade 3% y para afirmado 2%.
- Luego dividimos el material en partes a cada cual se le aplicará el ensayo.
- Tomamos una porción del material y se le agrega agua a la mezcla y lo revolvemos con el cucharón y con la mano para lograr uniformidad. Esto se asemeja al trabajo de la motoniveladora en el campo
- Para Proctor modificado se toma 4 muestras de 5 Kg.
- Agregarle 3%, 6%, 9% y 12% de agua del total del peso de la muestra, removerlo hasta quedar la muestra totalmente uniforme en humedad dando un indicador que está lista para realizar el primer punto de compactación.

- Agregar en el molde cilíndrico una pequeña capa de suelo, dar 25 golpes con martillo en forma circular, repitiendo el proceso con 5 capas.
- Sobre la mesa de trabajo se coloca una bolsa de yute (no de papel porque absorbe el agua) y se le saca la corona del molde. Con ayuda de una espátula y un cuchillo se procedió a enrasar y al respectivo pesaje de esta muestra.
- Si aparece una piedra grande que deje vacío al enrasar se saca y se rellena.
- Esto se asemeja al trabajo que hacen los ayudantes del maquinista en el campo limpiándole el paso de piedras grandes.
- Al retirar el anillo en cada uno de los 3 moldes y con un cuchillo se recorta la muestra al ras con el borde.
- Una vez pesado se sacó muestra para hallar el contenido de humedad y se colocó en cápsula de aluminio.
- Se toma una muestra pequeña (gramos) de la capa más alta y se deposita en una cápsula para hallar el contenido de humedad.
- Con este contenido de humedad determinamos la densidad seca a partir de la densidad húmeda.

2.6.5. Fotos del ensayo







2.7. California Bearing Ratio (CBR) AASHTO T 193

2.7.1. Definición

Según el Manual [11] y el MTC E 132, este ensayo se realiza para determinar el índice de resistencia de suelo denominado valor de soporte, bajo un suelo preparado en el laboratorio en condiciones de humedad y densidad óptima.

El CBR (California Bearing Ratio) se obtiene como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón una profundidad de 0.1 pulgadas en una muestra de suelo y el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, la misma profundidad de 0.1 pulgadas, en una muestra patrón de piedra triturada.

2.7.2. Objeto de estudio

- El objetivo esencial para realizar éste ensayo es el de determinar la máxima resistencia de un suelo que está sometido a esfuerzos cortantes, además evaluar la calidad relativa del suelo para ser usado como sub-rasante, sub-base y base de pavimentos.

2.7.3. Equipos y materiales

- Moldes cilíndricos de acero de 6" de diámetro interior, a cada molde se le acopla un collarín de 2" de alto y base perforada.
- Un martillo de 10 LIBRAS (4.54Kg) y una altura de caída de 18".
- Un disco separador.
- Un cuchillo para enrasar el material al molde.
- Plato y vástago: el plato tiene perforaciones a distancias iguales.
- Trípode y extensómetro: para medir la expansión del material, se emplea un extensómetro con aproximación a 0.001", montado sobre un trípode
- Pesas de sobrecarga, se emplean una pesa anular y varias pesas cortas
- En la expansión solo se emplean 3 moldes cilíndrico.
- La muestra es nueva, no se debe utilizar la misma con la cual se realizó el ensayo de compactación
- Dos papeles filtro, en cada molde

- Un pistón cilíndrico de 3" cuadradas de sección circular y de longitud suficiente para poder pasar a través de las pesas y penetrar el suelo hasta $\frac{1}{2}$ "
- Aparato para aplicar carga: se utiliza una prensa manual que está especialmente diseñada de tal forma que permite aplicar la carga a una velocidad de 0.05 pulg/min.
- Generalmente estos aparatos llevan anillos calibrados.

2.7.4. Procedimiento

2.7.4.1. Para la expansión:

- Tomamos material seco que pase por la malla N° 4 (para suelos finos) y se le agrega el contenido de agua necesaria para que obtenga la máxima densidad seca y lo revolvemos con el cucharón y con la mano para lograr uniformidad.
- Se coloca una pesa en la base y luego un papel filtro, el cual para luego poner el suelo en 5 capas y compactar con los golpes que le tocan por anillo (56, 25, 12) con el próctor modificado.
- Luego se escaba y se retira el anillo superior, y se enrasa hasta dejar una superficie lisa.
- Se coloca un papel filtro sobre la superficie enrasada y se coloca la base metálica perforada y se voltea la muestra.
- Sobre la superficie libre se coloca otro papel filtro y se montará el platillo con el vástago fijo.
- Sobre el platillo se colocará las pesas de plomo. Estas representan el peso de las capas superiores del pavimento. La sobrecarga mínima es de 10 libras equivalente a un pavimento de 5" de espesor.
- El trípode con el cuadrante medidor de deformaciones se coloca sobre el canto del molde y se ajusta el vástago de la placa perforada. Se registra la lectura de la esfera y se quita el trípode.
- Con las pesas de sobrecarga se sumergen los moldes en un tanque de agua, se coloca el trípode con el extensómetro montado y se deja en saturación por 4 días. Se anotan las lecturas para controlar el hinchamiento cada 24 horas. Después de sumergida la muestra durante cuatro días se debe drenar está secándola y posteriormente volteándola y sujetando el platillo y las pesas durante 15 minutos.
- Se remueve el disco, las pesas y el papel filtro, y se pesan las muestras.

2.7.4.2. Para la penetración:

- Se colocan las pesas metálicas anulares de plomo. El molde con la muestra y la sobrecarga se coloca debajo del pistón de la prensa de carga aplicando una carga de asiento de 10 libras.
- Se coloca el molde sobre el soporte de carga del gato (en la prensa) y se ajusta de manera que el pistón esté centrado con la muestra.
- Se tienen dos extensómetros: uno nos da valores de carga (superior) y el otro nos da los valores de deformación (inferior). Este último se calibra en cero.
- La penetración del pistón es a velocidad constante (aprox. 5 centésimos de pulgada por minuto).
- La penetración máxima en la muestra es de $\frac{1}{2}$ pulgada. La lectura de deformación es de un cuarto de pulgada por minuto y el otro paralelamente va marcando la carga.
- Las lecturas se dan cada: 0.64 mm; 1.27 mm; 1.91 mm; 2.54 mm; 3.18 mm; 3.81mm; 4.45 mm; 5.08 mm; 7.62 mm; 10.16 mm, 12.70 mm.
- Si la lectura correspondiente a cada penetración va progresando y la lectura de carga se repite significa que la muestra ya fallo, el pistón simplemente penetra sin que encuentre resistencia. Un suelo que es malo no ofrece resistencia, en cambio un suelo que es bueno ofrece resistencia hasta la última lectura.
- El proceso de lectura se repite con cada una de las dos muestras restantes.
- La constante de la maquina es: $9.879527126 \times \text{lectura} + 88.85960411$.
- Se determina los valores de la carga ya corregidos para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración con lo que obtendremos los valores de C.B.R. Para lo cual se divide las cargas entre la carga patrón (1000 y 1500 lbs/plg²), luego se multiplica cada relación por 100 para obtener un porcentaje.
- El índice de C.B.R se obtuvo como un porcentaje del esfuerzo que se requiere para hacer penetrare el pistón hasta la misma profundidad de una muestra patrón de piedra triturada.
- Una vez obtenidos los valores se grafica la curva densidad seca vs. CBR. El valore correspondiente al 95% del Proctor nos dará el valor del CBR.
- Se grafican los datos obtenidos de carga-penetración.

2.7.5. Fotos del ensayo





3. CÁLCULOS

3.1. CALICATA N°1

Esta calicata se realizó al lado derecho de la vía. Sus coordenadas son 634689.00 m - 9265829.00 m



PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	REPRESENTACIÓN	
-0.05	Carpeta asfáltica	MAT. EXISTENTE	
-0.20	Base		
-0.35	Sub-base		
-1.50	Clasificación Aashto: A-6 (11) Arcillas inorgánicas con mediana plasticidad. LL= 37.62 LP=19.60 IP=18.02 %Humedad= 21.05% %Sales= 0.18% MDS= 1.81 gr/cm3 OCH=14.05% CBR 95%=5.1%	M-1	

➤ Contenido de humedad y determinación de sales

<u>HUMEDAD NATURAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C1
	C1 - M1
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	409
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	125.26
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	120.84
3.- PESO DEL AGUA	4.42
4.- PESO RECIPIENTE	39.15
5.- PESO SUELO SECO	81.69
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.41%

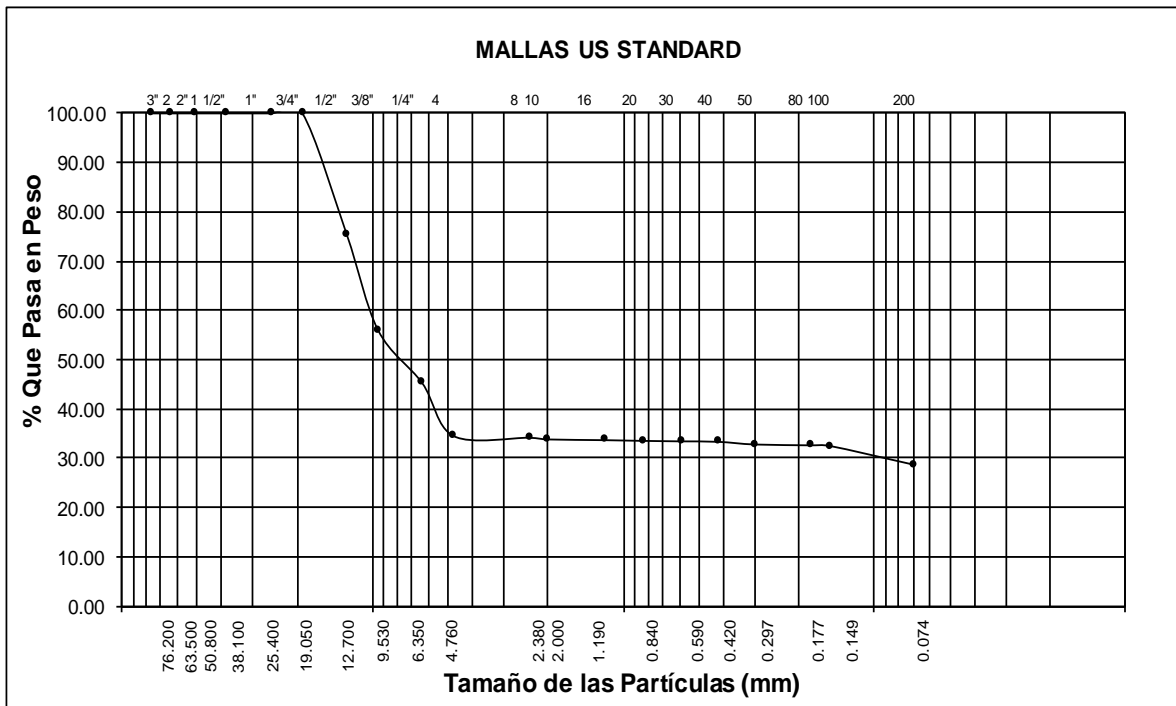
<u>DETERMINACION DE LA SAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C1
	C1 - M1
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	287
(1) PESO DEL TARRO	23.14
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.57
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.15
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.42
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.12%

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C1
	C1 - M1
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	408
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	114.70
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	106.81
3.- PESO DEL AGUA	7.89
4.- PESO RECIPIENTE	38.56
5.- PESO SUELO SECO	68.25
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	11.56%

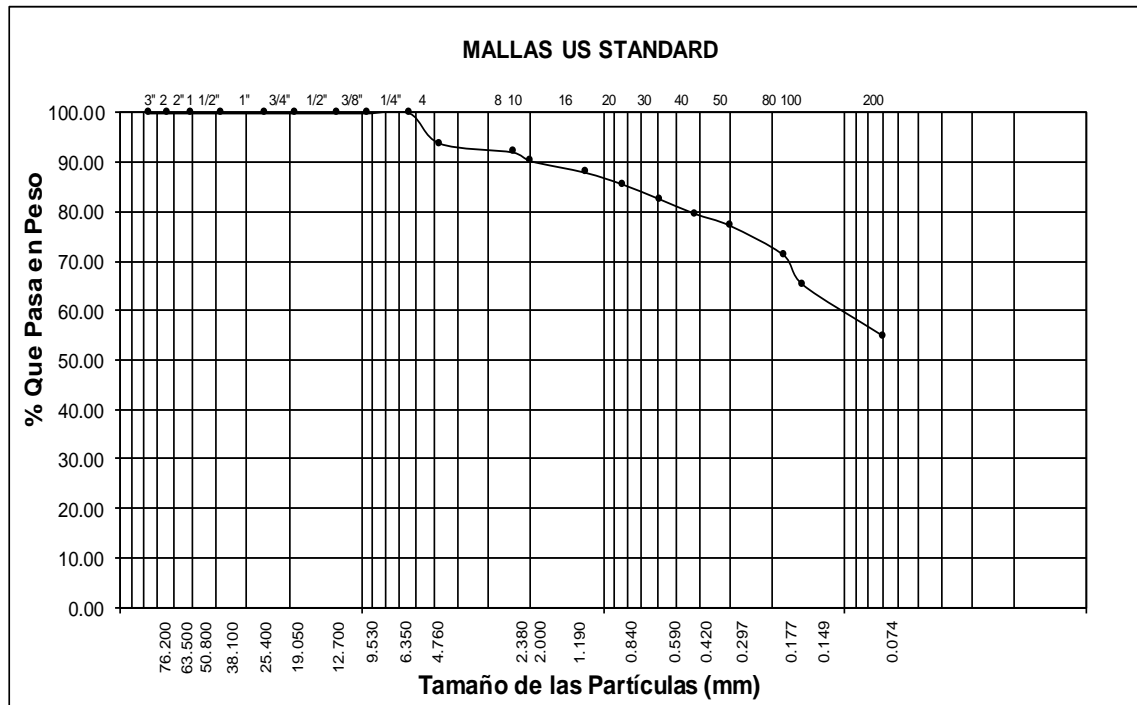
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C1
	C1 - M1
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	286
(1) PESO DEL TARRO	22.17
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	27.24
(3) PESO TARRO SECO + SAL	22.18
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.06
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.20%

➤ Granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C1				MUESTRA Nº C1 - M1			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00		
3/4"	19.05	---	---	---	100.00		L.L. : 18.11
1/2"	12.70	245.00	24.50	24.50	75.50		L.P. : 11.60
3/8"	9.53	194.22	19.42	43.92	56.08		I.P. : 6.51
1/4"	6.35	---	---	43.92	56.08		CLASIFICACION
Nº 04	4.76	214.75	21.48	65.40	34.60		AASHTO : A2-4 0
Nº 08	2.38	---	---	65.40	34.60		
Nº 10	2.00	6.84	0.68	66.08	33.92		
Nº 16	1.19	---	---	66.08	33.92		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	2.91	0.29	66.37	33.63		
Nº 30	0.59	---	---	66.37	33.63		0.00 - 0.35
Nº 40	0.42	1.92	0.19	66.56	33.44		
Nº 50	0.30	5.45	0.55	67.11	32.89		
Nº 80	0.18	---	---	67.11	32.89		
Nº 100	0.15	3.25	0.33	67.43	32.57		
Nº 200	0.07	37.70	3.77	71.20	28.80		
<Nº 200		287.96	28.80	100.00	0.00		
Peso Inicial		1000.00					

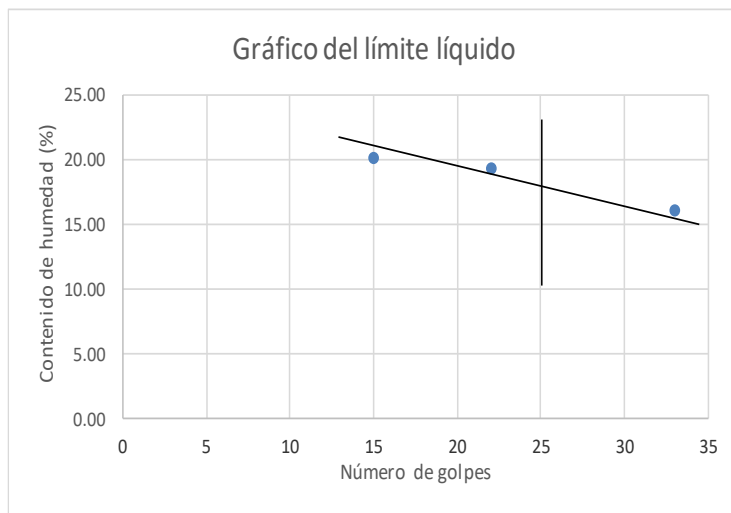


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C1				MUESTRA Nº C1 - M1			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		#IREF!
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00		L.L. : 27.14
3/4"	19.05	---	---	---	100.00		L.P. : 18.46
1/2"	12.70	---	---	---	100.00		I.P. : 8.68
3/8"	9.53	---	---	---	100.00		CLASIFICACION
1/4"	6.35	---	---	---	100.00		AASHTO : A - 4 (4)
Nº 04	4.76	12.23	6.12	6.12	93.89		
Nº 08	2.38	---	---	6.12	93.89		
Nº 10	2.00	7.13	3.57	9.68	90.32		
Nº 16	1.19	---	---	9.68	90.32		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	9.34	4.67	14.35	85.65		
Nº 30	0.59	---	---	14.35	85.65		0.35 -1.50
Nº 40	0.42	11.96	5.98	20.33	79.67		
Nº 50	0.30	4.87	2.44	22.77	77.24		
Nº 80	0.18	---	---	22.77	77.24		
Nº 100	0.15	23.90	11.95	34.72	65.29		
Nº 200	0.07	20.67	10.34	45.05	54.95		
<Nº 200		109.90	54.95	100.00	0.00		
Peso Inicial		200.00					



➤ Límites de Atterberg

CALICATA N°		CALICATA C1			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C1 - M1			---		
PROFUNDIDAD		0.00 - 0.35			---		
Número de golpes		33	22	15	---	---	
1. Recipiente N°		411	445	406	---	---	
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	47.38	60.23	56.20	---	---	
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	46.23	56.99	53.06	---	---	
4. Peso de la Tara	(gr)	39.07	40.17	37.51	---	---	
5. Peso del agua	(gr)	1.15	3.25	3.14	---	---	
6. Peso del suelo seco	(gr)	7.16	16.82	15.55	---	---	
7. Humedad	(%)	16.03	19.30	20.19	---	---	
LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C1			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C1 - M1			---		
1. Recipiente N°		427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	50.08	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	49.00	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.08	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.31	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	11.60	---	---	---	---	---



MUESTRA		
L.L.	18.11	
L.P.	11.60	
I.P.	6.51	

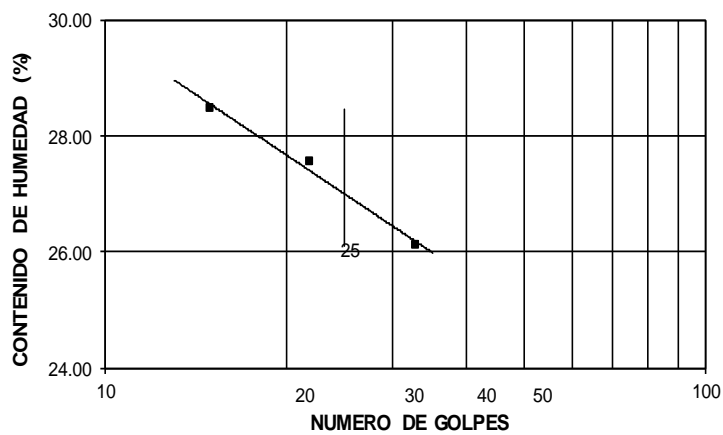
CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	GM-GC	A - 2 - 4 (0)

CALICATA N°	CALICATA C1			---		
MUESTRA N°	MUESTRA C1 - M1			---		
PROFUNDIDAD	0.35 -1.50			---		
Número de golpes	33	22	15	---	---	---
1. Recipiente N°	411	406	445	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	54.36	59.75	57.68	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	51.19	54.97	53.79	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	39.07	37.51	40.17	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	3.17	4.78	3.89	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	12.12	17.46	13.62	---	---	---
7. Humedad (%)	26.16	27.35	28.56	---	---	---

LIMITE PLASTICO

CALICATA N°	CALICATA C1			---		
MUESTRA N°	MUESTRA C1 - M1			---		
1. Recipiente N°	427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	52.01	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	50.09	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.92	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	10.40	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	18.46	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



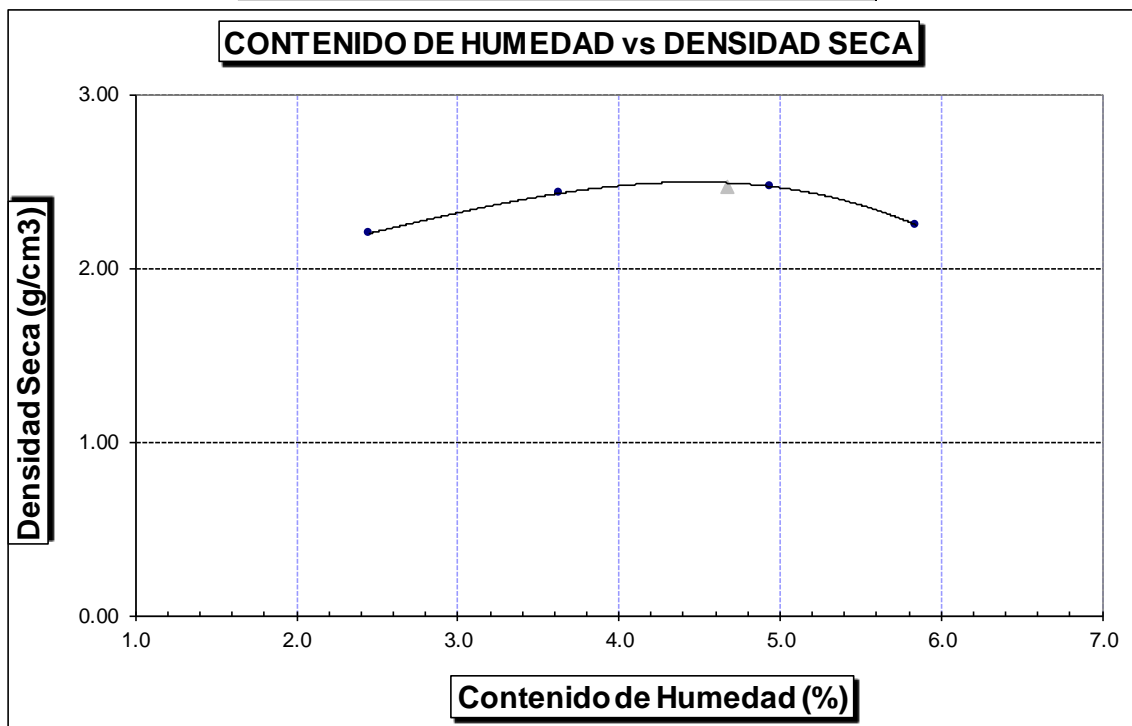
MUESTRA	
L.L.	27.14
L.P.	18.46
I.P.	8.68

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	CL	A - 4 (4)

➤ Próctor Modificado

PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	7363	7916	8060	7629
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4613	5166	5310	4879
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.250	2.520	2.590	2.380
- Recipiente N°		518	444	439	502
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	59.58	59.00	61.72	66.98
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	58.72	57.72	59.82	64.67
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37	25.11
- Peso de Agua	(g)	0.86	1.28	1.90	2.31
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.14	35.26	38.45	39.56
- Contenido de agua	(%)	2.45	3.63	4.94	5.84
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.20	2.43	2.47	2.25

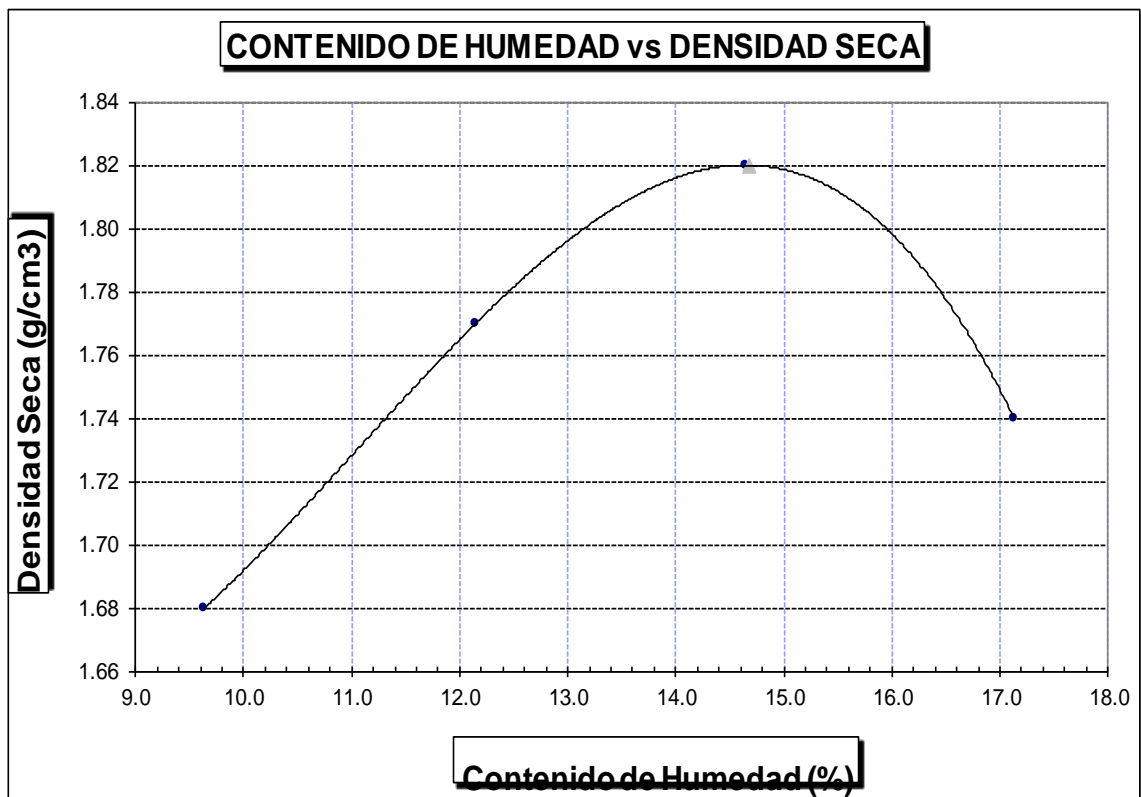
Máxima Densidad Seca : **2.47 gr/cm³**
 Optimo Contenido de Humedad: **4.67 %**



PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	6522	6830	7035	6932
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3772	4080	4285	4182
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.840	1.990	2.090	2.040
- Recipiente N°		518	444	439	502
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	64.62	62.33	65.58	71.27
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	61.01	58.01	59.93	64.52
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37	25.11
- Peso de Agua	(g)	3.61	4.32	5.65	6.75
- Peso de Suelo Seco	(g)	37.43	35.55	38.56	39.41
- Contenido de agua	(%)	9.64	12.15	14.65	17.13
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.68	1.77	1.82	1.74

Máxima Densidad Seca : **1.82 gr/cm³**
 Optimo Contenido de Humedad: **14.68 %**

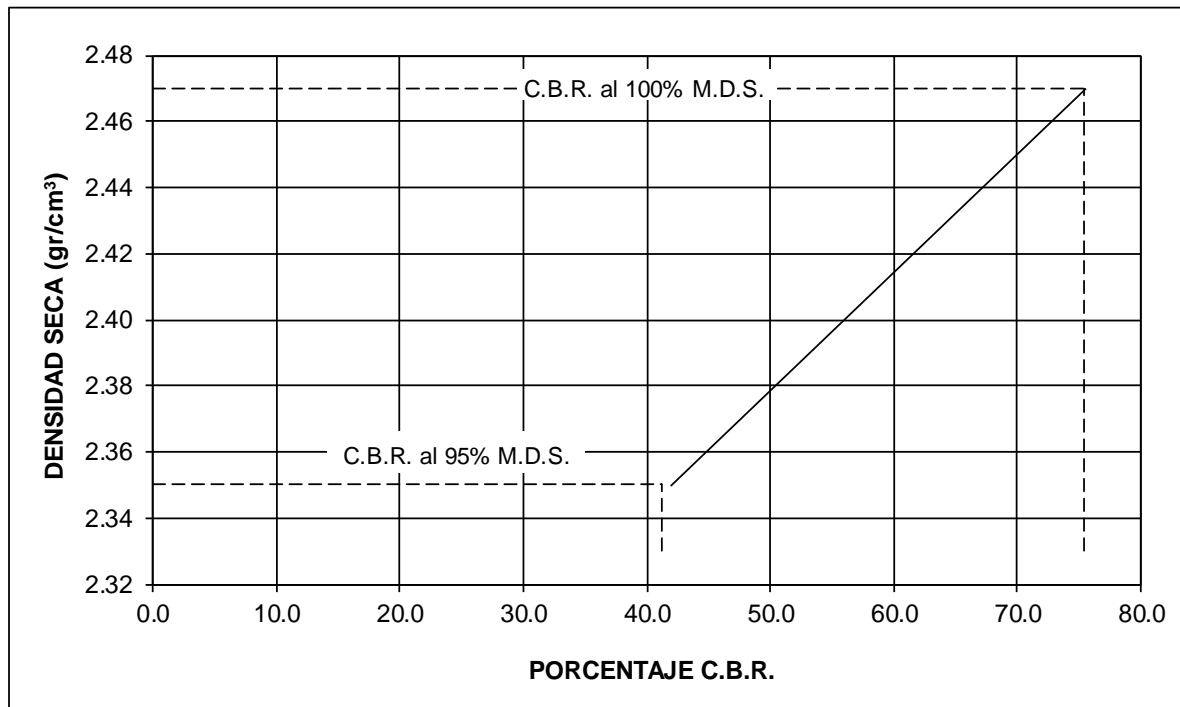
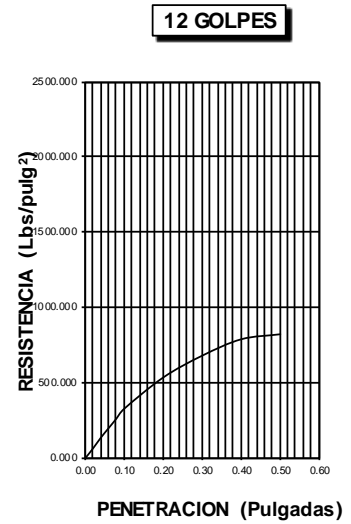
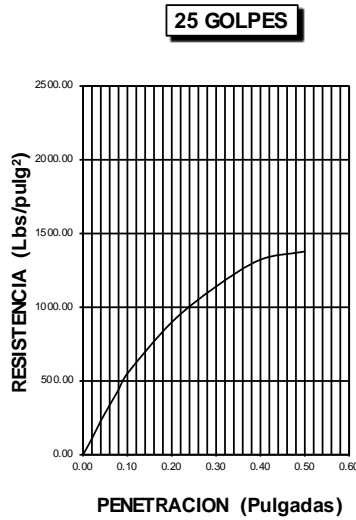
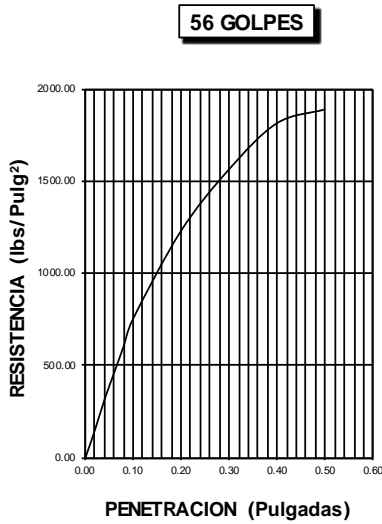


➤ CBR

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°		15				5B				21			
N° DE GOLPES POR CAPA		56				25				12			
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)		11,590		11,618		11,788		11,811		11,681		11,711	
PESO DEL MOLDE (g)		6,050		6,050		6,250		6,250		6,218		6,218	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)		5540		5568		5538		5561		5463		5493	
VOLUMEN DEL SUELO (g)		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.59		2.60		2.58		2.59		2.55		2.56	
CAPSULA N°		275		297		326		354		368		398	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)		59.24		67.02		62.32		64.59		63.47		70.68	
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)		57.60		64.76		60.09		61.67		60.22		66.62	
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)		1.64		2.26		2.23		2.92		3.25		4.06	
PESO DE CAPSULA (g)		22.46		24.64		24.83		21.39		21.77		24.06	
PESO DE SUELO SECO (g)		35.14		40.12		35.26		40.28		38.45		42.56	
HUMEDAD (%)		4.67%		5.63%		6.32%		7.25%		8.45%		9.54%	
DENSIDAD SECA		2.47		2.46		2.43		2.41		2.35		2.34	
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
30-Set	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
01-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.235	0.235	0.202	0.345	0.345	0.297	0.425	0.425	0.365		
02-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.275	0.275	0.236	0.375	0.375	0.322	0.465	0.465	0.400		
03-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.305	0.305	0.262	0.415	0.415	0.357	0.503	0.503	0.433		
04-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.321	0.321	0.276	0.430	0.430	0.370	0.521	0.521	0.448		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		38.70	453	151.00		27.90	327	109.00		16.70	195	65.00	
0.040		80.80	945	315.00		58.50	684	228.00		34.90	408	136.00	
0.060		117.90	1380	460.00		85.60	1002	334.00		51.00	597	199.00	
0.080		154.90	1812	604.00		112.30	1314	438.00		67.20	786	262.00	
0.100	1000	193.50	2264	754.80	75.48	140.30	1641	547.00	54.70	83.80	981	327.00	32.70
0.200	1500	315.40	3690	1230.00		228.70	2676	892.00		136.70	1599	533.00	
0.300		400.50	4686	1562.00		290.30	3396	1132.00		173.60	2031	677.00	
0.400		464.60	5436	1812.00		336.70	3939	1313.00		201.30	2355	785.00	
0.500		483.80	5661	1887.00		350.80	4104	1368.00		209.70	2454	818.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm ³)	2.47
Humedad Óptima (%)	4.67

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	75.48
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	41.20



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

C.B.R.

MOLDE N°	15		5B		21	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	10,522	10,597	10,590	10,692	10,350	10,549
PESO DEL MOLDE (g)	6,050	6,050	6,250	6,250	6,218	6,218
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4472	4547	4340	4442	4132	4331
VOLUMEN DEL SUELO (g)	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.09	2.12	2.03	2.07	1.93	2.02
CAPSULA N°	275	297	326	354	368	398
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)	68.50	78.86	77.58	75.12	60.17	87.10
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	62.61	71.39	70.67	67.26	55.23	76.78
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	5.89	7.47	6.91	7.86	4.94	10.32
PESO DE CAPSULA (g)	22.46	24.64	24.83	21.39	21.77	24.06
PESO DE SUELO SECO (g)	40.15	46.75	45.84	45.87	33.46	52.72
HUMEDAD (%)	14.67%	15.98%	15.07%	17.14%	14.76%	19.58%
DENSIDAD SECA	1.82	1.83	1.76	1.77	1.68	1.69

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
30-Set	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		
01-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.388	0.388	0.334	0.627	0.627	0.539	0.837	0.837	0.720
02-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.470	0.470	0.404	0.723	0.723	0.622	0.945	0.945	0.813
03-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.594	0.594	0.511	0.837	0.837	0.720	1.040	1.040	0.894
04-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.726	0.726	0.624	0.952	0.952	0.819	1.139	1.139	0.979

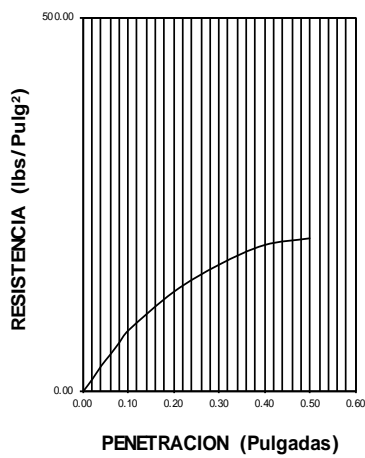
PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		4.10	48	16.00		3.10	36	12.00		1.80	21	7.00	
0.040		8.70	102	34.00		6.40	75	25.00		3.80	45	15.00	
0.060		12.60	147	49.00		9.20	108	36.00		5.40	63	21.00	
0.080		16.70	195	65.00		12.10	141	47.00		7.20	84	28.00	
0.100	1000	20.80	243	81.00	8.10	15.10	177	59.00	5.90	9.00	105	35.00	3.50
0.200	1500	33.80	396	132.00		24.60	288	96.00		14.60	171	57.00	
0.300		43.10	504	168.00		31.30	366	122.00		18.50	216	72.00	
0.400		49.70	582	194.00		36.40	426	142.00		21.50	252	84.00	
0.500		52.10	609	203.00		37.90	444	148.00		22.60	264	88.00	

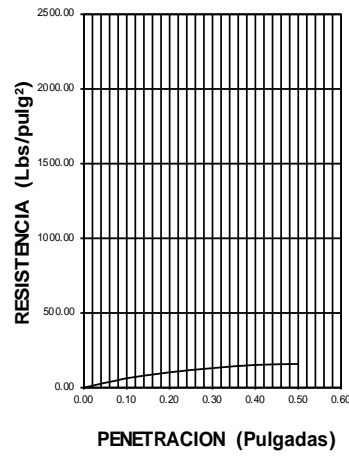
DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	1.82
Humedad Óptima (%)	14.67

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	8.10
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	4.95

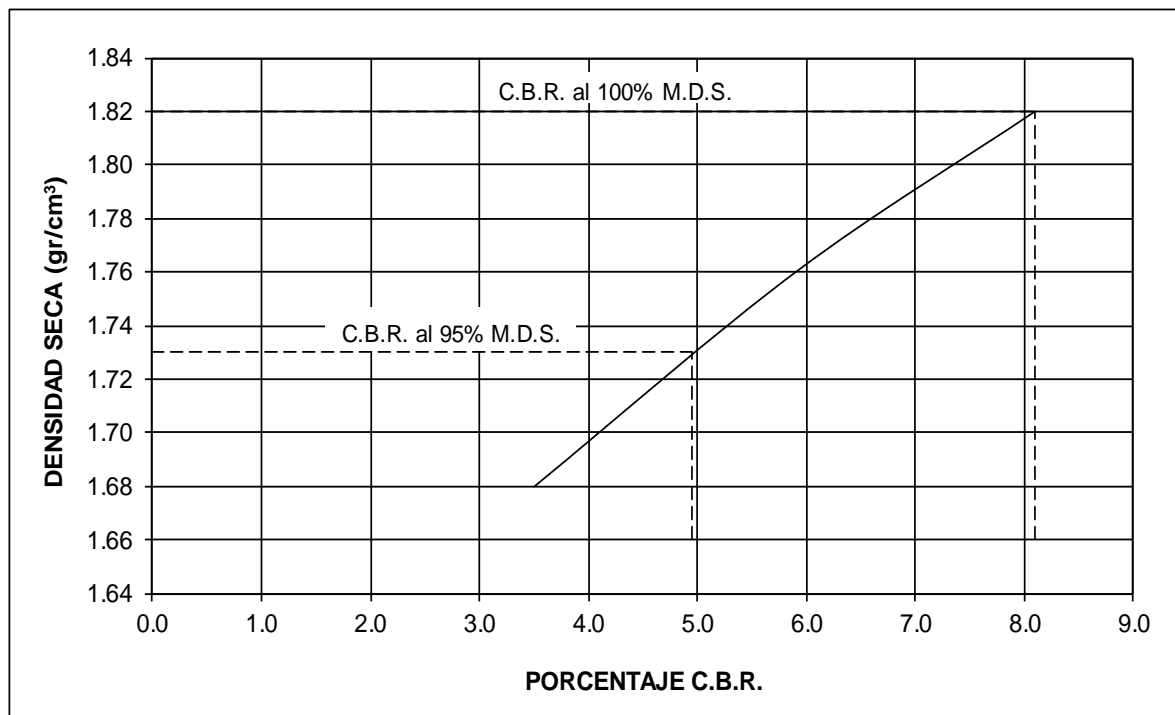
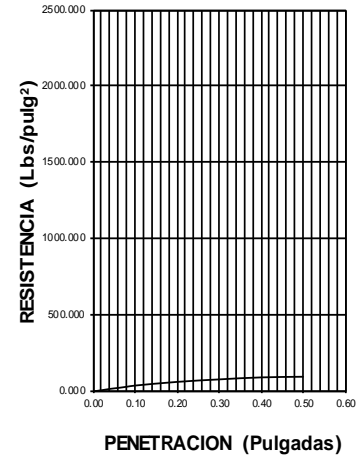
56 GOLPES



25 GOLPES



12 GOLPES



3.2. CALICATA N°2

Esta calicata se realizó al lado izquierda de la vía. Sus coordenadas son 635299.00 m - 9265546.00 m



PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	REPRESENTACIÓN	
-0.05	Carpeta asfáltica	MAT. EXISTENTE	
-0.20	Base		
-0.35	Sub-base		
-1.50	Clasificación Aashto: A-6 (9) Arcillas inorgánicas con mediana plasticidad. LL= 32.55 LP=19.77 IP=12.78 %Humedad= 21.44% %Sales= 0.17% MDS= 1.82 gr/cm3 OCH= 13.61% CBR 95%=5.6%	M-1	

➤ Contenido de humedad y determinación de sales

<u>HUMEDAD NATURAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C2
	C2 - M2
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	409
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	124.18
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	120.22
3.- PESO DEL AGUA	3.96
4.- PESO RECIPIENTE	39.15
5.- PESO SUELO SECO	81.07
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.89%

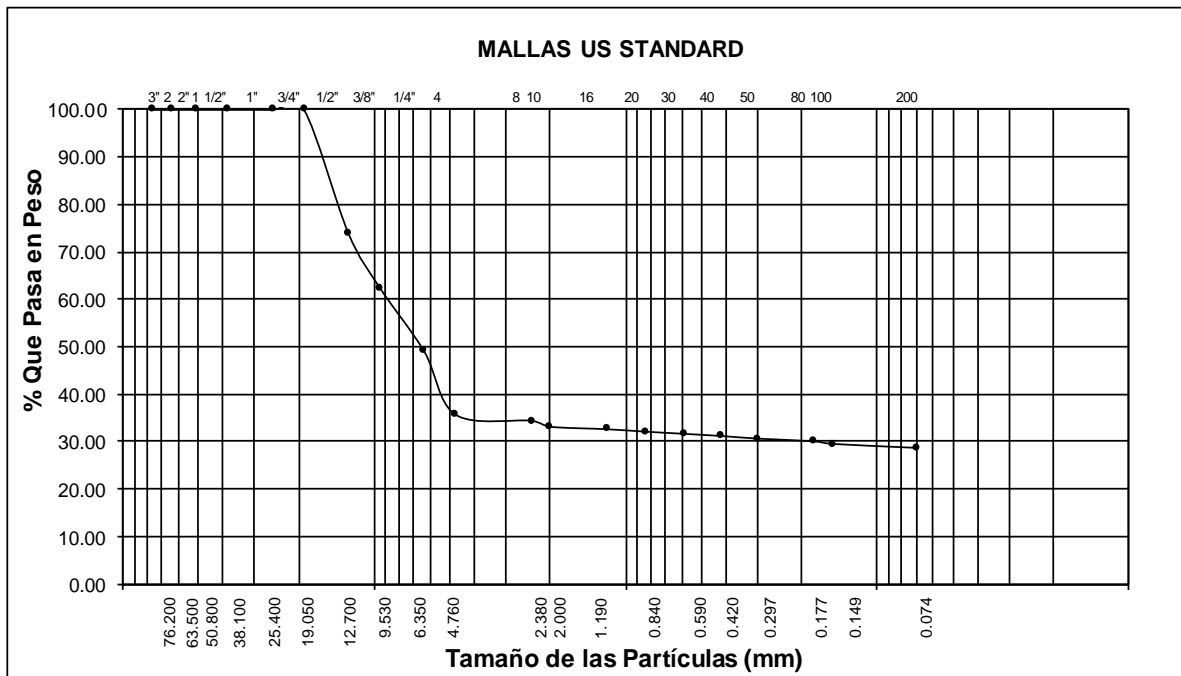
<u>DETERMINACION DE LA SAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C2
	C2 - M2
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	287
(1) PESO DEL TARRO	23.14
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.80
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.15
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.65
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.11%

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C2
	C2-M2
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	428
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	94.91
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	85.45
3.- PESO DEL AGUA	9.46
4.- PESO RECIPIENTE	35.69
5.- PESO SUELO SECO	49.76
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	19.01%

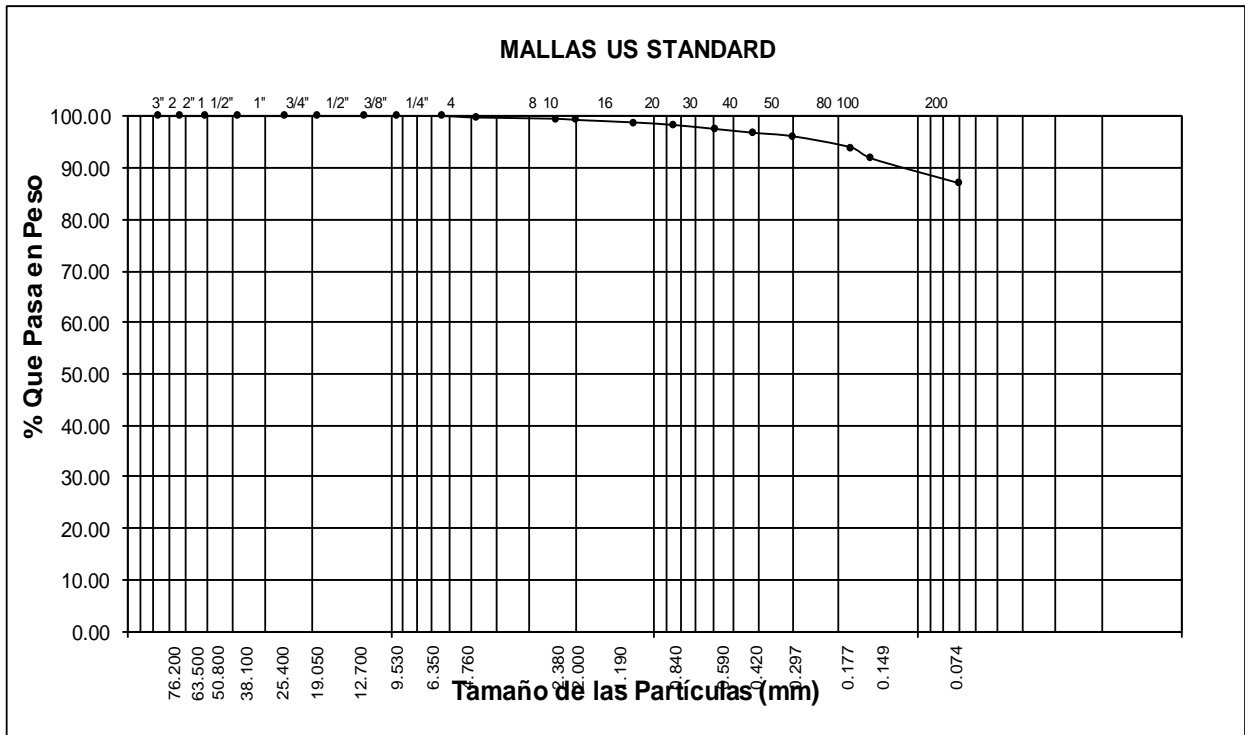
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C2
	C2-M2
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	388
(1) PESO DEL TARRO	36.55
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	41.58
(3) PESO TARRO SECO + SAL	36.56
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.02
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.20%

➤ Granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
CALICATA Nº C2				MUESTRA Nº C2 - M2		
Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.					
3"	76.20	---	---	100.00		
2 1/2"	63.50	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.80	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	100.00		
3/4"	19.05	---	---	100.00		
1/2"	12.70	260.00	26.00	74.00		L.L. : 17.13
3/8"	9.53	115.00	11.50	62.50		L.P. : 11.14
1/4"	6.35	---	---	62.50		I.P. : 5.99
Nº 04	4.76	268.00	26.80	35.70		CLASIFICACION
Nº 08	2.38	---	---	35.70		AASHTO : A - 4 (0)
Nº 10	2.00	25.52	2.55	33.15		
Nº 16	1.19	---	---	33.15		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	10.26	1.03	32.12		
Nº 30	0.59	---	---	32.12		
Nº 40	0.42	9.13	0.91	31.21		
Nº 50	0.30	5.56	0.56	30.65		
Nº 80	0.18	---	---	30.65		
Nº 100	0.15	11.23	1.12	29.53		
Nº 200	0.07	8.30	0.83	28.70		
<Nº 200		287.00	28.70	0.00		
Peso Inicial	1000.00					

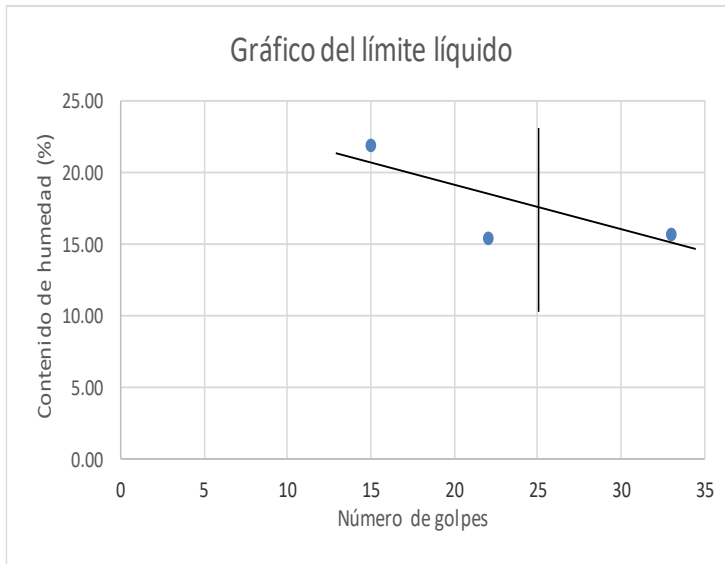


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C2				MUESTRA Nº C2-M2			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00	L.L. : 37.26	
3/4"	19.05	---	---	---	100.00		L.P. : 22.63
1/2"	12.70	---	---	---	100.00		I.P. : 14.63
3/8"	9.53	---	---	---	100.00		CLASIFICACION AASHTO : A-6 (10)
1/4"	6.35	---	---	---	100.00		
Nº 04	4.76	0.53	0.27	0.27	99.74		OBSERVACIONES: 0.35 -1.50
Nº 08	2.38	---	---	0.27	99.74		
Nº 10	2.00	0.94	0.47	0.74	99.27		
Nº 16	1.19	---	---	0.74	99.27		
Nº 20	0.84	2.00	1.00	1.74	98.27		
Nº 30	0.59	---	---	1.74	98.27		
Nº 40	0.42	3.02	1.51	3.25	96.76		
Nº 50	0.30	1.32	0.66	3.91	96.10		
Nº 80	0.18	---	---	3.91	96.10		
Nº 100	0.15	8.69	4.35	8.25	91.75		
Nº 200	0.07	9.53	4.77	13.02	86.99		
<Nº 200		173.97	86.99	100.00	0.00		
Peso Inicial		200.00					



➤ Límites de Atterberg

CALICATA N°		CALICATA C2			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C2 - M2			---		
PROFUNDIDAD		0.00 - 0.35			---		
Número de golpes		33	22	15	---	---	
1. Recipiente N°		411	445	406	---	---	
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	47.35	59.58	56.51	---	---	
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	46.23	56.99	53.10	---	---	
4. Peso de la Tara	(gr)	39.07	40.17	37.51	---	---	
5. Peso del agua	(gr)	1.12	2.60	3.41	---	---	
6. Peso del suelo seco	(gr)	7.16	16.82	15.59	---	---	
7. Humedad	(%)	15.64	15.43	21.88	---	---	
LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C2			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C2 - M2			---		
1. Recipiente N°		427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	50.04	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	49.00	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.04	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.31	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	11.14	---	---	---	---	---

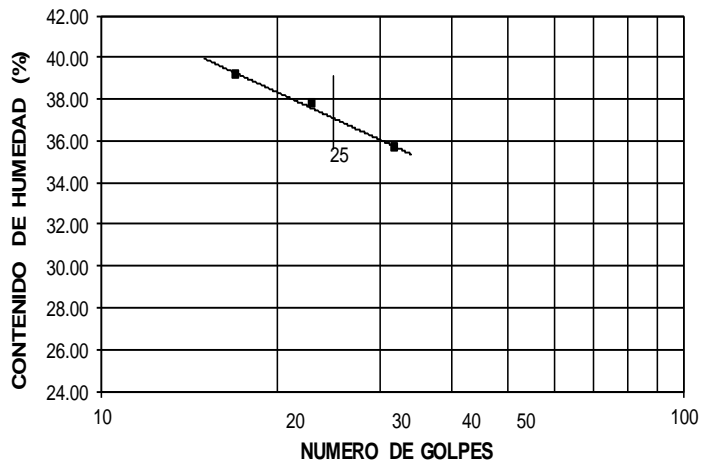


MUESTRA		
L.L.	17.13	
L.P.	11.14	
I.P.	5.99	

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	GM-GC	A - 2 - 4 (0)

CALICATA N°		CALICATA C2			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C2-M2			---		
PROFUNDIDAD		0.35 -1.50			---		
Número de golpes		32	23	17	---	---	---
1. Recipiente N°		450	446	419	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	50.26	59.11	58.63	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	46.38	54.18	53.27	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	35.43	41.27	39.48	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	3.88	4.93	5.36	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	10.95	12.91	13.79	---	---	---
7. Humedad	(%)	35.43	38.19	38.87	---	---	---
LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C2			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C2-M2			---		
1. Recipiente N°		422	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	51.81	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	49.45	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.02	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	2.36	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	10.43	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	22.63	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



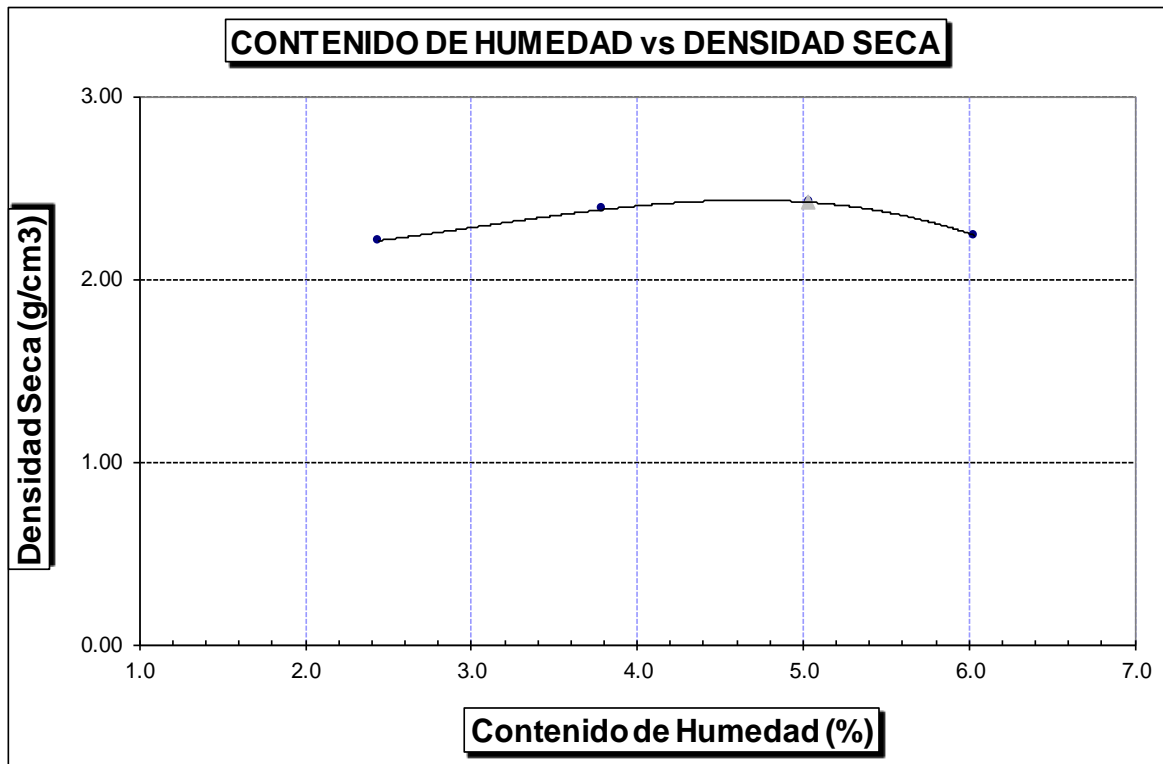
MUESTRA		
L.L.	37.26	
L.P.	22.63	
I.P.	14.63	

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	CL	A - 6 (10)

➤ Próctor Modificado

PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	7383	7814	7957	7609
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4633	5064	5207	4859
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.260	2.470	2.540	2.370
- Recipiente N°		518	444	439	502
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	59.64	59.12	61.82	67.12
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	58.78	57.78	59.88	64.73
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37	25.11
- Peso de Agua	(g)	0.86	1.34	1.94	2.39
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.20	35.32	38.51	39.62
- Contenido de agua	(%)	2.44	3.79	5.04	6.03
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.21	2.38	2.42	2.24

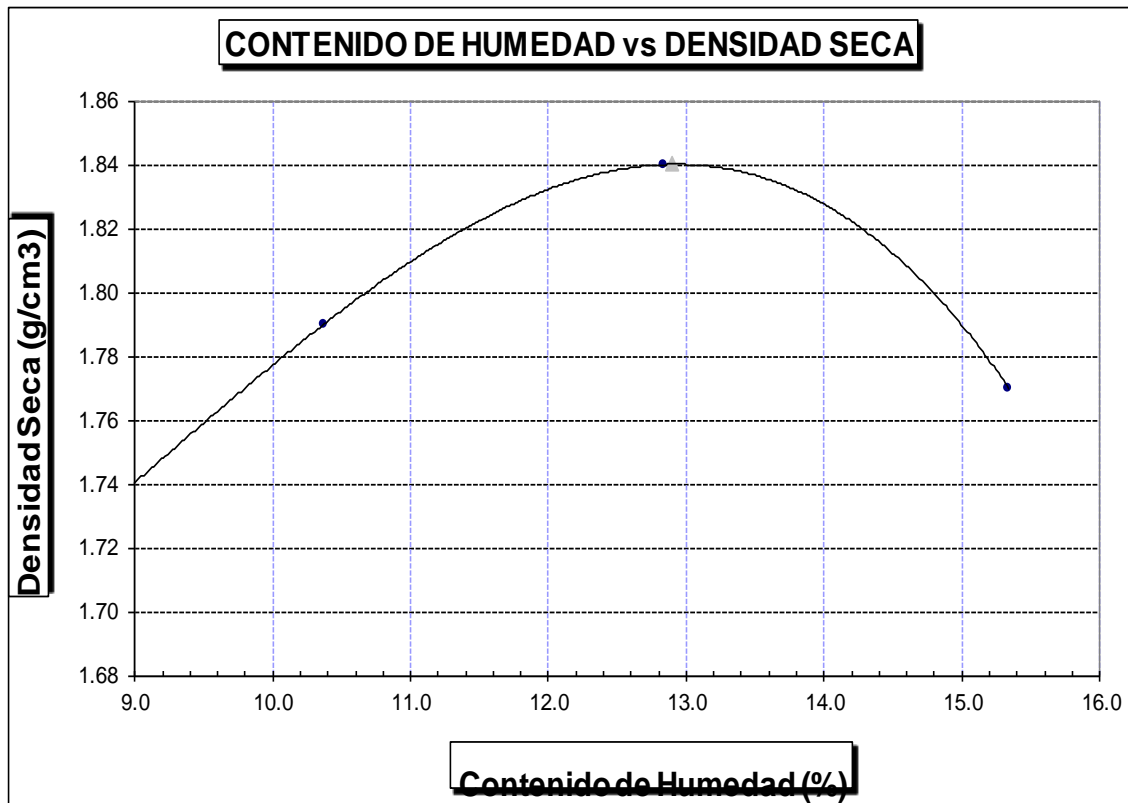
Máxima Densidad Seca	:	2.42	gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	5.03	%



PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	6410	6717	6922	6840
- Peso de Molde	(g)	2658	2658	2658	2658
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3752	4059	4264	4182
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.830	1.980	2.080	2.040
- Recipiente N°		286	415	385	399
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	66.29	64.43	67.11	68.84
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	63.11	60.43	61.77	62.33
- Tara	(g)	22.65	21.85	20.18	19.89
- Peso de Agua	(g)	3.18	4.00	5.34	6.51
- Peso de Suelo Seco	(g)	40.46	38.58	41.59	42.44
- Contenido de agua	(%)	7.86	10.37	12.84	15.34
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.70	1.79	1.84	1.77

Máxima Densidad Seca : 1.84 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad: 12.90 %

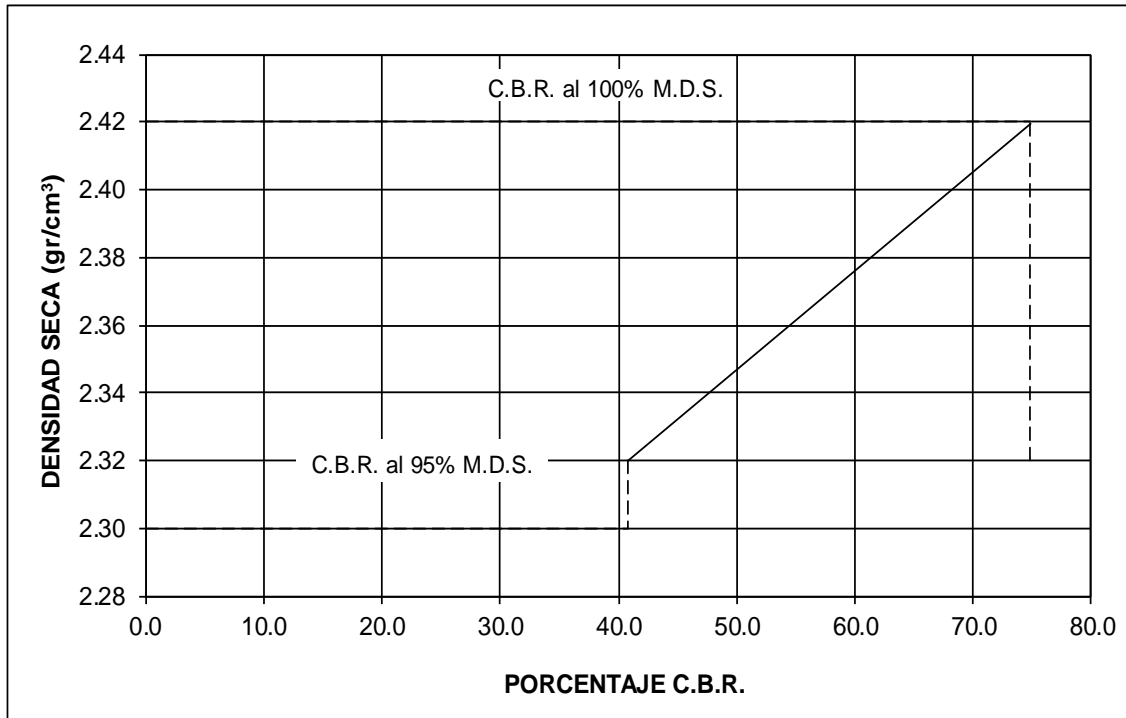
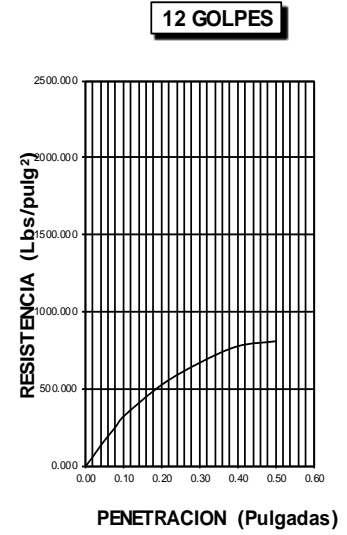
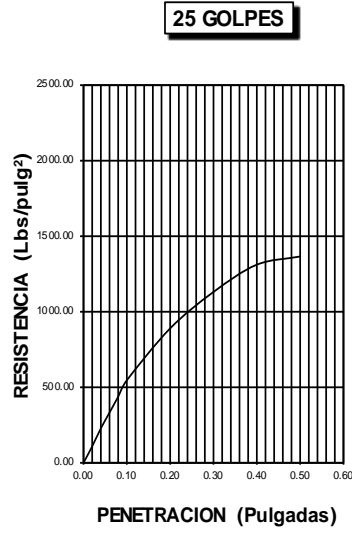
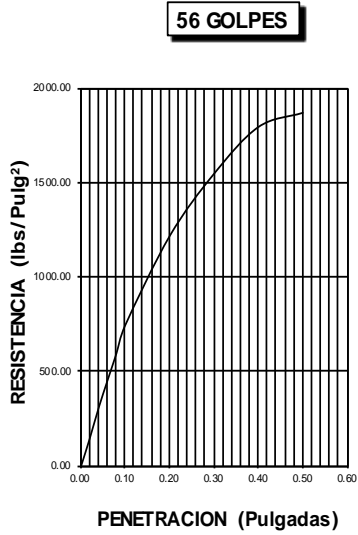


➤ CBR

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°		15				5B				21			
N° DE GOLPES POR CAPA		56				25				12			
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)		11,498		11,553		11,674		11,745		11,659		11,736	
PESO DEL MOLDE (g)		6,050		6,050		6,250		6,250		6,218		6,218	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)		5448		5503		5424		5495		5441		5518	
VOLUMEN DEL SUELO (g)		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.54		2.57		2.53		2.56		2.54		2.57	
CAPSULA N°		275		297		326		354		368		398	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)		59.37		67.04		62.33		64.61		63.49		70.69	
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)		57.60		64.76		60.09		61.67		60.22		66.62	
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)		1.77		2.28		2.24		2.94		3.27		4.07	
PESO DE CAPSULA (g)		22.46		24.64		24.83		21.39		21.77		24.06	
PESO DE SUELO SECO (g)		35.14		40.12		35.26		40.28		38.45		42.56	
HUMEDAD (%)		5.04%		5.68%		6.35%		7.30%		8.50%		9.56%	
DENSIDAD SECA		2.42		2.43		2.38		2.39		2.34		2.35	
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
30-Set	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
01-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.233	0.233	0.200	0.342	0.342	0.294	0.422	0.422	0.363		
02-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.273	0.273	0.235	0.372	0.372	0.320	0.462	0.462	0.397		
03-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.302	0.302	0.260	0.412	0.412	0.354	0.500	0.500	0.430		
04-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.319	0.319	0.274	0.427	0.427	0.367	0.518	0.518	0.445		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		38.50	450	150.00		27.70	324	108.00		16.70	195	65.00	
0.040		79.70	933	311.00		57.90	678	226.00		34.60	405	135.00	
0.060		116.90	1368	456.00		84.60	990	330.00		50.80	594	198.00	
0.080		153.30	1794	598.00		111.30	1302	434.00		66.40	777	259.00	
0.100	1000	191.70	2243	747.50	74.75	139.00	1626	542.00	54.20	83.10	972	324.00	32.40
0.200	1500	312.30	3654	1218.00		226.40	2649	883.00		135.40	1584	528.00	
0.300		396.70	4641	1547.00		287.70	3366	1122.00		172.10	2013	671.00	
0.400		460.00	5382	1794.00		333.60	3903	1301.00		199.50	2334	778.00	
0.500		479.20	5607	1869.00		347.40	4065	1355.00		207.70	2430	810.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	2.42
Humedad Óptima (%)	5.03

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	74.75
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	40.80



ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO

C.B.R.

MOLDE N°	27		42		53	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	10,311	10,388	10,382	10,485	10,143	10,344
PESO DEL MOLDE (g)	5,860	5,860	6,060	6,060	6,028	6,028
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,451	4,528	4,322	4,425	4,115	4,316
VOLUMEN DEL SUELO (g)	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.08	2.11	2.02	2.06	1.92	2.01
CAPSULA N°	326	348	377	405	419	449
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)	65.05	75.27	74.03	71.53	56.83	83.35
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	60.08	68.86	68.14	64.73	52.70	74.25
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	4.97	6.41	5.89	6.80	4.13	9.1
PESO DE CAPSULA (g)	21.52	23.70	23.89	20.45	20.83	23.12
PESO DE SUELO SECO (g)	38.56	45.16	44.25	44.28	31.87	51.13
HUMEDAD (%)	12.89%	14.19%	13.31%	15.36%	12.96%	17.80%
DENSIDAD SECA	1.84	1.85	1.78	1.79	1.70	1.71

EXPANSION

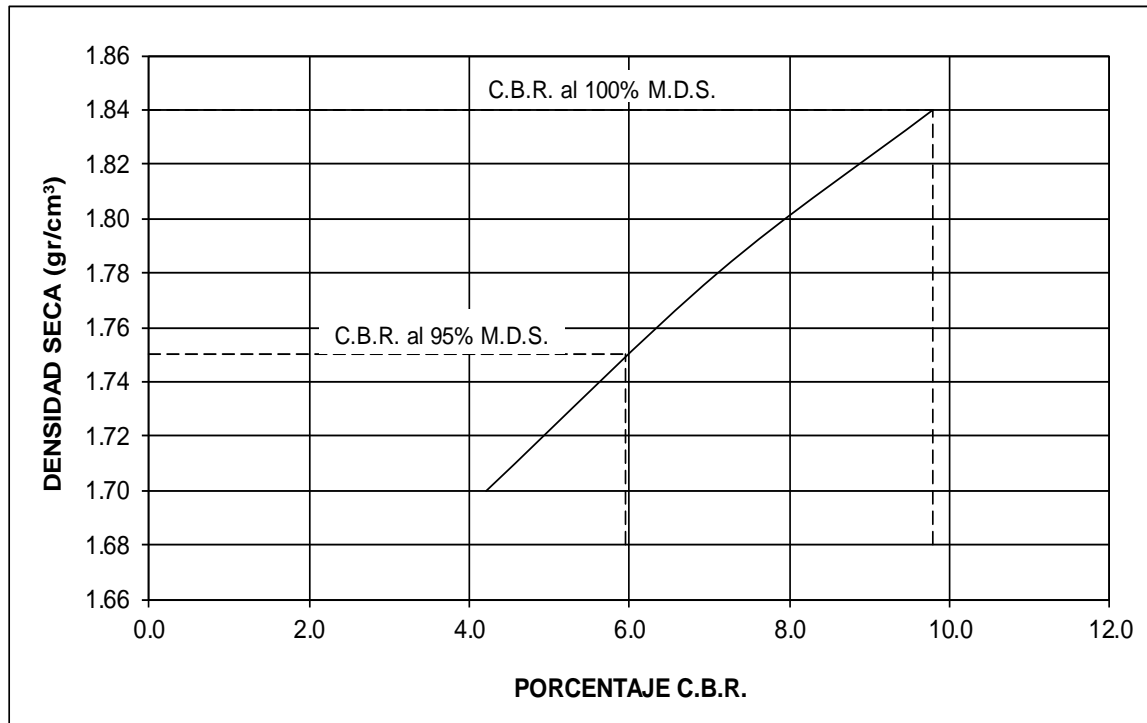
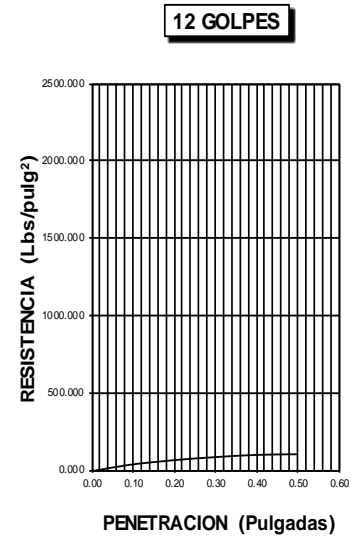
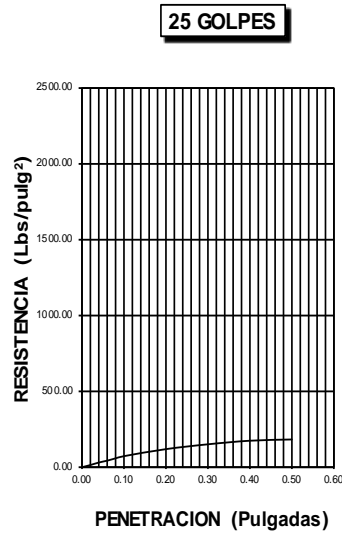
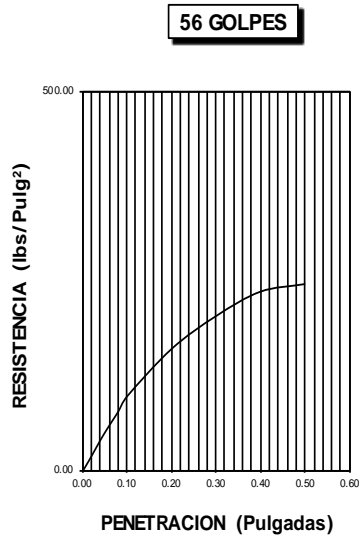
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
30-Set	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		
01-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.211	0.211	0.181	0.450	0.450	0.387	0.660	0.660	0.567
02-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.293	0.293	0.252	0.546	0.546	0.469	0.768	0.768	0.660
03-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.417	0.417	0.359	0.660	0.660	0.567	0.863	0.863	0.742
04-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.549	0.549	0.472	0.775	0.775	0.666	0.962	0.962	0.827

PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 27				MOLDE N° 42				MOLDE N° 53			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
			Lectura	lbs	lbs/pulg ²		%	Lectura	lbs		lbs/pulg ²	%	Lectura
0.020		5.10	60	20.00		3.60	42	14.00		2.10	24	8.00	
0.040		10.50	123	41.00		7.70	90	30.00		4.60	54	18.00	
0.060		15.40	180	60.00		10.80	126	42.00		6.70	78	26.00	
0.080		20.00	234	78.00		14.60	171	57.00		8.70	102	34.00	
0.100	1000	25.10	294	98.00	9.80	18.20	213	71.00	7.10	10.80	126	42.00	4.20
0.200	1500	41.00	480	160.00		29.70	348	116.00		17.40	204	68.00	
0.300		52.10	609	203.00		37.70	441	147.00		22.30	261	87.00	
0.400		60.30	705	235.00		43.60	510	170.00		25.90	303	101.00	
0.500		62.80	735	245.00		45.60	534	178.00		26.90	315	105.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	1.84
Humedad Optima (%)	12.89

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	9.80
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	5.95



3.3. CALICATA N°3

Esta calicata se realizó al lado derecho de la vía. Sus coordenadas son 636041.00 m - 9265663.00 m



PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	REPRESENTACIÓN	
-0.05	Carpeta asfáltica	MAT. EXISTENTE	[Hatched pattern]
-0.20	Base		[Dotted pattern]
-0.35	Sub-base		[Dotted pattern]
-1.50	Clasificación Aashto: A-4 (8) Arcillas inorgánicas con mediana plasticidad. LL= 27.63 LP=18.41 IP=9.22 %Humedad= 18.94% %Sales= 0.18% MDS= 1.80 gr/cm3 OCH=15.19% CBR 95%=5.2%	M-1	[Diagonal hatched pattern] (CL)

➤ Contenido de humedad

<u>HUMEDAD NATURAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C3
	C3-M3
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	409
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	124.65
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	120.24
3.- PESO DEL AGUA	4.41
4.- PESO RECIPIENTE	39.15
5.- PESO SUELO SECO	81.09
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.44%

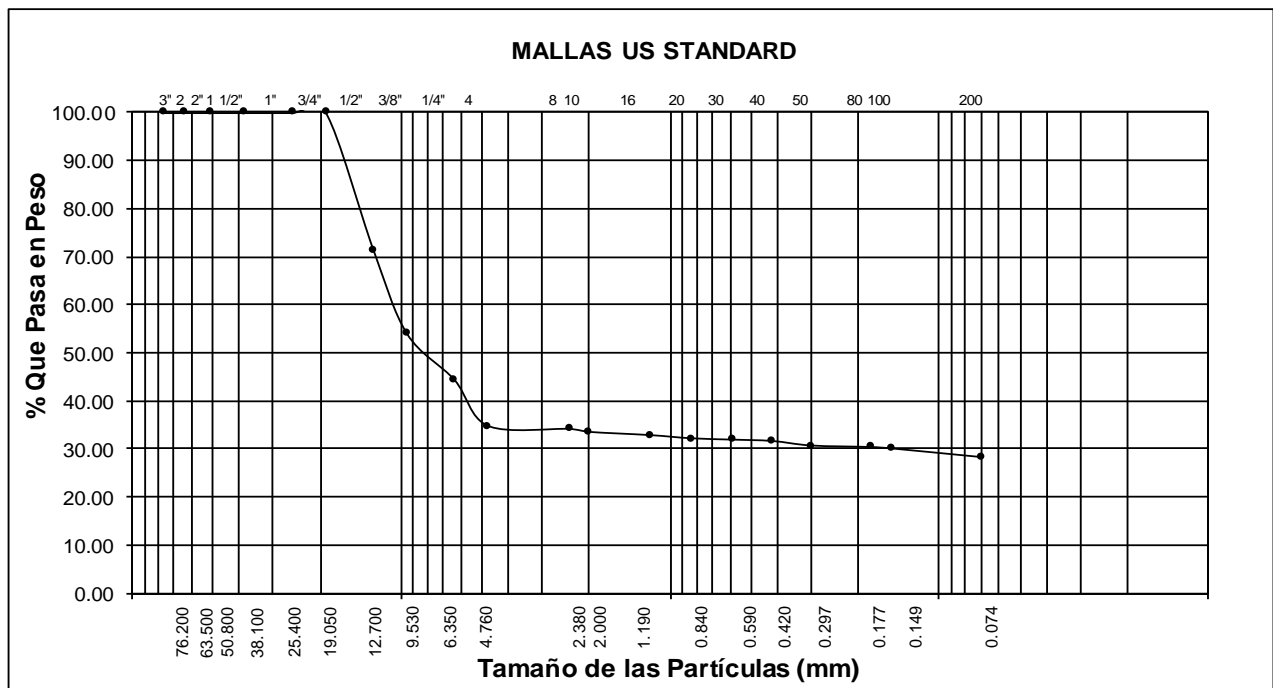
<u>DETERMINACION DE LA SAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C3
	C3-M3
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	287
(1) PESO DEL TARRO	23.13
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.90
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.14
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.76
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.10%

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C3
	C3-M3
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	437
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	86.00
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	78.22
3.- PESO DEL AGUA	7.78
4.- PESO RECIPIENTE	37.15
5.- PESO SUELO SECO	41.07
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	18.94%

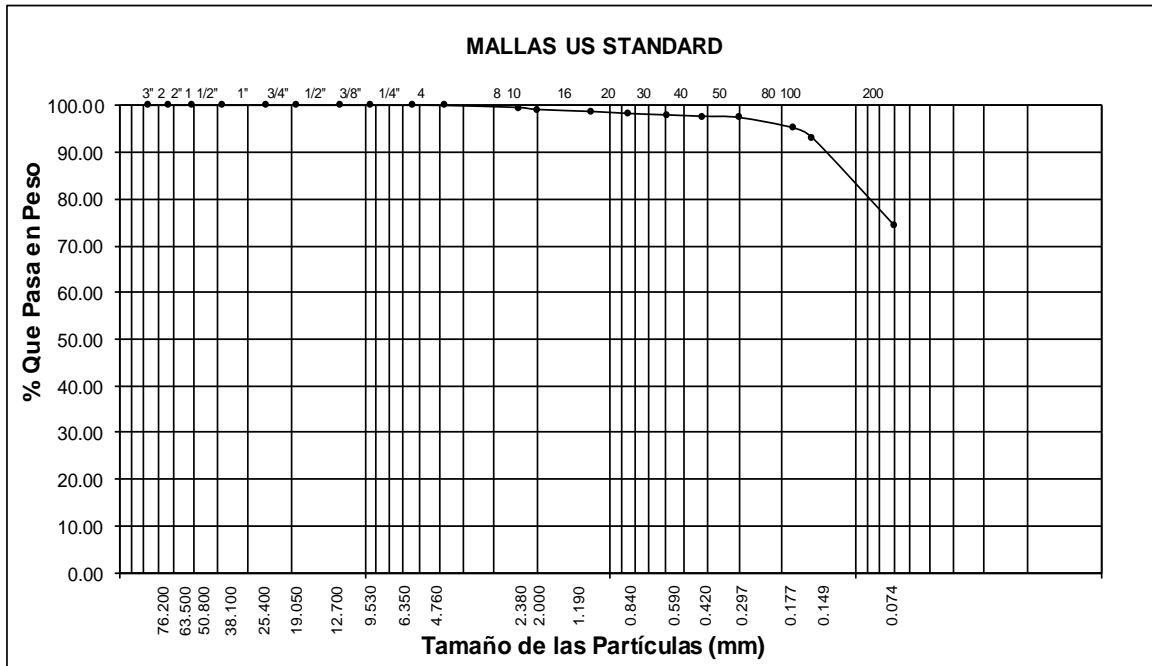
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C3
	C3-M3
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	450
(1) PESO DEL TARRO	44.57
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	50.28
(3) PESO TARRO SECO + SAL	44.58
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.70
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.18%

➤ Granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C3				MUESTRA Nº C3-M3			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00		L.L. : 16.58
3/4"	19.05	---	---	---	100.00		L.P. : 10.50
1/2"	12.70	285.00	28.50	28.50	71.50		I.P. : 6.08
3/8"	9.53	175.00	17.50	46.00	54.00		CLASIFICACION
1/4"	6.35	---	---	46.00	54.00		AASHTO : A-2 (4)
Nº 04	4.76	192.00	19.20	65.20	34.80		OBSERVACIONES:
Nº 08	2.38	---	---	65.20	34.80		
Nº 10	2.00	12.56	1.26	66.46	33.54		
Nº 16	1.19	---	---	66.46	33.54		
Nº 20	0.84	13.25	1.33	67.78	32.22		
Nº 30	0.59	---	---	67.78	32.22		
Nº 40	0.42	5.56	0.56	68.34	31.66		
Nº 50	0.30	9.53	0.95	69.29	30.71		
Nº 80	0.18	---	---	69.29	30.71		
Nº 100	0.15	6.23	0.62	69.91	30.09		
Nº 200	0.07	17.90	1.79	71.70	28.30		
<Nº 200		282.97	28.30	100.00	0.00		
Peso Inicial		1000.00					

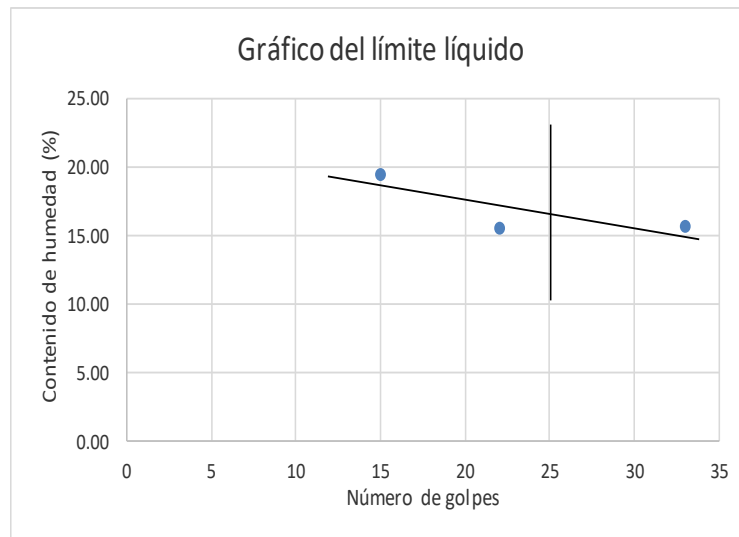


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA L.L. : 27.68 L.P. : 18.41 I.P. : 9.27
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00		
3/4"	19.05	---	---	---	100.00		
1/2"	12.70	---	---	---	100.00		
3/8"	9.53	---	---	---	100.00		CLASIFICACION AASHTO : A - 4 (8)
1/4"	6.35	---	---	---	100.00		
Nº 04	4.76	0.08	0.04	0.04	99.96		OBSERVACIONES: 0.35 -1.50
Nº 08	2.38	---	---	0.04	99.96		
Nº 10	2.00	1.73	0.87	0.91	99.10		
Nº 16	1.19	---	---	0.91	99.10		
Nº 20	0.84	1.74	0.87	1.78	98.23		
Nº 30	0.59	---	---	1.78	98.23		
Nº 40	0.42	1.19	0.60	2.37	97.63		
Nº 50	0.30	0.52	0.26	2.63	97.37		
Nº 80	0.18	---	---	2.63	97.37		
Nº 100	0.15	9.00	4.50	7.13	92.87		
Nº 200	0.07	37.40	18.70	25.83	74.17		
<Nº 200		148.34	74.17	100.00	0.00		
Peso Inicial		200.00					



➤ Límites de Atterberg

CALICATA N°		CALICATA C3			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C3-M3			---		
PROFUNDIDAD		0.00 - 0.35			---		
Número de golpes		33	22	15	---	---	---
1. Recipiente N°		411	445	406	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	47.35	59.58	55.17	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	46.23	56.96	52.29	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.07	40.17	37.51	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.12	2.62	2.88	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	7.16	16.79	14.78	---	---	---
7. Humedad	(%)	15.64	15.60	19.45	---	---	---
LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C3			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C3-M3			---		
1. Recipiente N°		427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	49.49	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	48.56	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	0.93	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	8.87	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	10.50	---	---	---	---	---



MUESTRA		
L.L.	16.58	
L.P.	10.50	
I.P.	6.08	

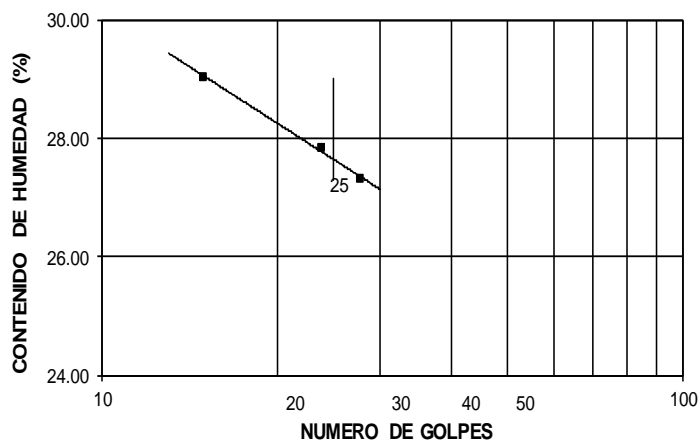
CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	GM-GC	A - 2 - 4

CALICATA N°	CALICATA C3			---		
MUESTRA N°	MUESTRA C3-M3			---		
PROFUNDIDAD	0.35 -1.50			---		
Número de golpes	28	24	15	---	---	---
1. Recipiente N°	418	441	413	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	58.17	58.95	63.37	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	53.59	54.84	57.94	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	37.08	39.71	39.36	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	4.58	4.11	5.43	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	16.51	15.13	18.58	---	---	---
7. Humedad (%)	27.74	27.16	29.22	---	---	---

LIMITE PLASTICO

CALICATA N°	CALICATA C3			---		
MUESTRA N°	MUESTRA C3-M3			---		
1. Recipiente N°	409	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	51.29	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	49.65	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	40.74	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.64	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	8.91	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	18.41	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



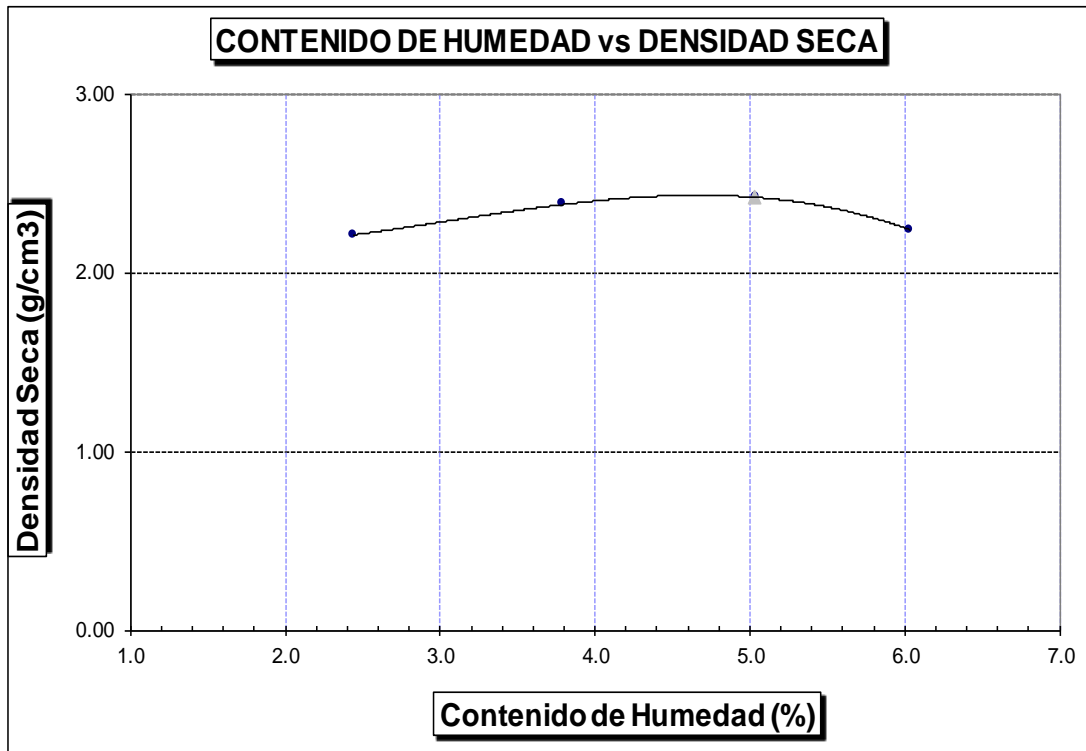
MUESTRA	
L.L.	27.68
L.P.	18.41
I.P.	9.27

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	CL	A - 4 (8)

➤ Proctor modificado

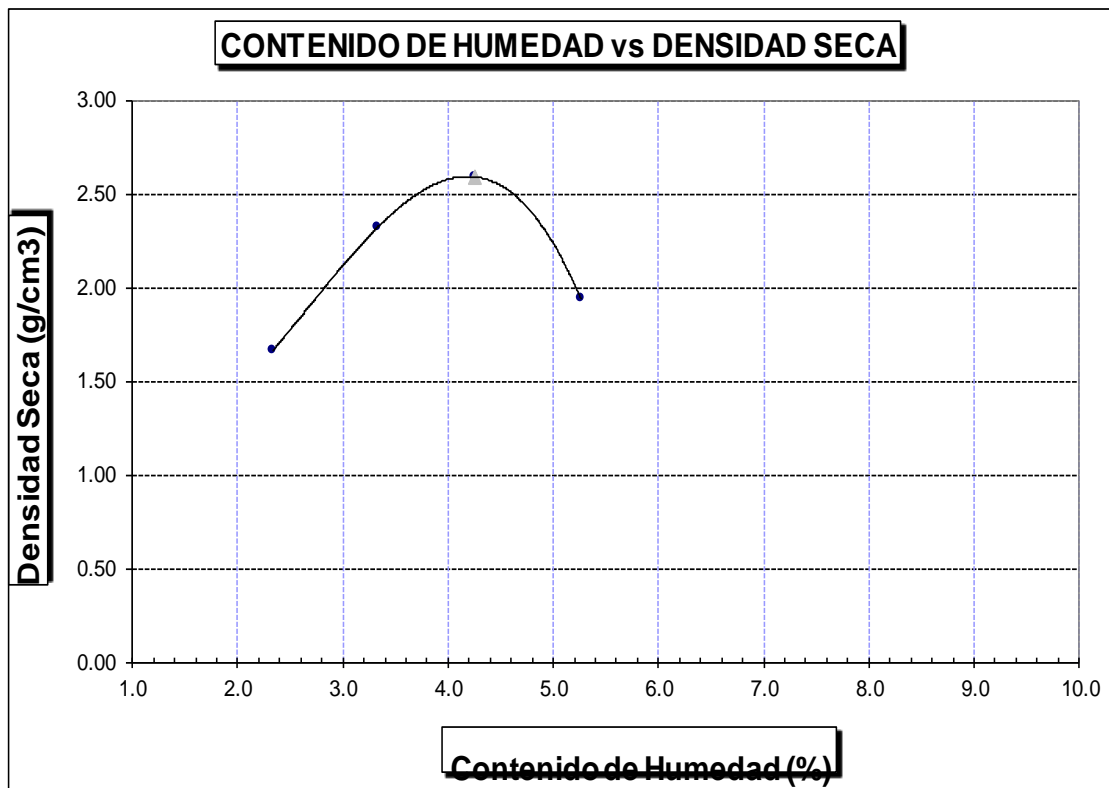
PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	7383	7814	7957	7609
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4633	5064	5207	4859
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.260	2.470	2.540	2.370
- Recipiente N°		518	444	439	502
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	59.64	59.12	61.82	67.12
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	58.78	57.78	59.88	64.73
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37	25.11
- Peso de Agua	(g)	0.86	1.34	1.94	2.39
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.20	35.32	38.51	39.62
- Contenido de agua	(%)	2.44	3.79	5.04	6.03
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.21	2.38	2.42	2.24

Máxima Densidad Seca : 2.42 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad: 5.03 %



PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	6245	7680	8295	6942
- Peso de Molde	(g)	2760	2760	2760	2760
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3485	4920	5535	4182
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.700	2.400	2.700	2.040
- Recipiente N°		177	158	194	182
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	53.67	50.99	56.20	58.40
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	52.87	49.91	54.69	56.49
- Tara	(g)	18.56	17.48	19.25	20.20
- Peso de Agua	(g)	0.80	1.08	1.51	1.91
- Peso de Suelo Seco	(g)	34.31	32.43	35.44	36.29
- Contenido de agua	(%)	2.33	3.33	4.26	5.26
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.66	2.32	2.59	1.94

Máxima Densidad Seca	:	2.59	gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	4.26	%

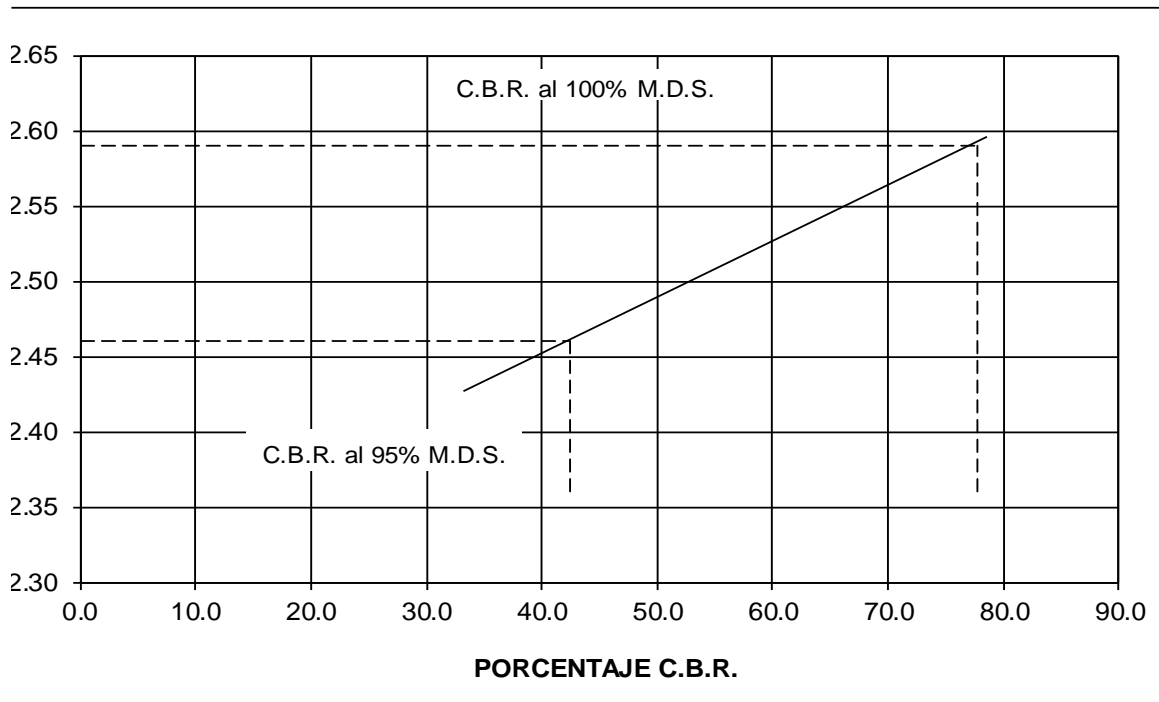
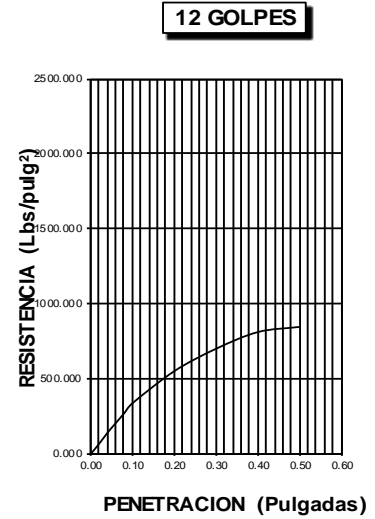
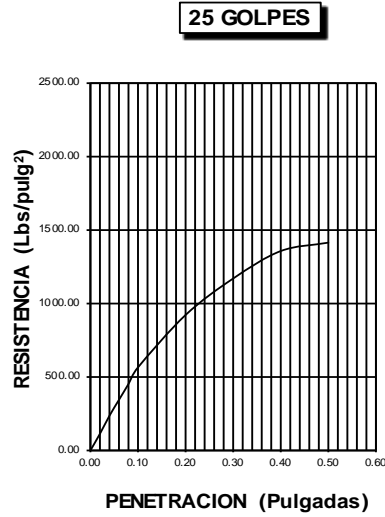
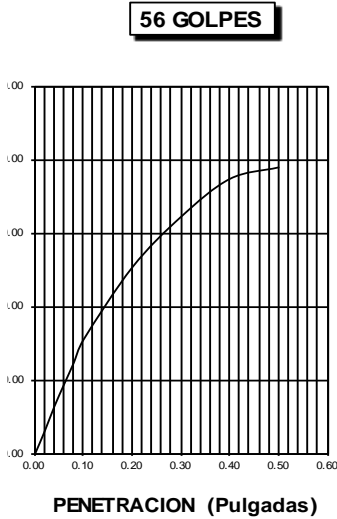


➤ CBR

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°			15				5B				21		
N° DE GOLPES POR CAPA			56				25				12		
CONDICION DE MUESTRA			SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)			11.838		11.939		11.903		11.974		11.753		11.831
PESO DEL MOLDE (g)			6.050		6.050		6.250		6.250		6.218		6.218
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)			5788		5889		5653		5724		5535		5613
VOLUMEN DEL SUELO (g)			2.143		2.143		2.143		2.143		2.143		2.143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)			2.70		2.75		2.64		2.67		2.58		2.62
CAPSULA N°			275		297		326		354		368		398
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)			59.07		67.01		62.30		64.57		63.46		70.66
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)			57.57		64.73		60.06		61.64		60.19		66.59
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)			1.50		2.28		2.24		2.93		3.27		4.07
PESO DE CAPSULA (g)			22.46		24.64		24.83		21.39		21.77		24.06
PESO DE SUELO SECO (g)			35.11		40.09		35.23		40.25		38.42		42.53
HUMEDAD (%)			4.27%		5.69%		6.36%		7.28%		8.51%		9.57%
DENSIDAD SECA			2.59		2.60		2.48		2.49		2.38		2.39
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
30-Set	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
01-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.236	0.236	0.203	0.343	0.343	0.295	0.430	0.430	0.370		
02-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.276	0.276	0.237	0.374	0.374	0.322	0.466	0.466	0.401		
03-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.304	0.304	0.261	0.415	0.415	0.357	0.540	0.540	0.464		
04-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.323	0.323	0.278	0.429	0.429	0.369	0.568	0.568	0.488		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		39.70	465	155.00		29.00	339	113.00		17.20	201	67.00	
0.040		83.10	972	324.00		60.30	705	235.00		35.90	420	140.00	
0.060		121.50	1422	474.00		87.90	1029	343.00		52.60	615	205.00	
0.080		159.20	1863	621.00		115.40	1350	450.00		69.00	807	269.00	
0.100	1000	199.20	2330	776.80	77.68	144.40	1689	563.00	56.30	86.20	1008	336.00	33.60
0.200	1500	324.60	3798	1266.00		235.40	2754	918.00		140.50	1644	548.00	
0.300		412.30	4824	1608.00		298.70	3495	1165.00		178.50	2088	696.00	
0.400		477.90	5592	1864.00		346.40	4053	1351.00		206.70	2418	806.00	
0.500		497.90	5826	1942.00		361.00	4224	1408.00		215.40	2520	840.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm ³)	2.59
Humedad Optima (%)	4.26

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	77.68
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	42.40



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

C.B.R.

MOLDE N°	5		20		31	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	10,300	10,375	10,368	10,470	10,126	10,323
PESO DEL MOLDE (g)	5,858	5,858	6,058	6,058	6,026	6,026
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4442	4517	4310	4412	4100	4297
VOLUMEN DEL SUELO (g)	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.07	2.11	2.01	2.06	1.91	2.01
CAPSULA N°	296	318	347	375	389	419
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)	70.13	80.51	79.23	76.76	61.76	88.76
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	64.12	72.90	72.18	68.77	56.74	78.29
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	6.01	7.61	7.05	7.99	5.02	10.47
PESO DE CAPSULA (g)	24.56	26.74	26.93	23.49	23.87	26.16
PESO DE SUELO SECO (g)	39.56	46.16	45.25	45.28	32.87	52.13
HUMEDAD (%)	15.19%	16.49%	15.58%	17.65%	15.27%	20.08%
DENSIDAD SECA	1.80	1.81	1.74	1.75	1.66	1.67

EXPANSION

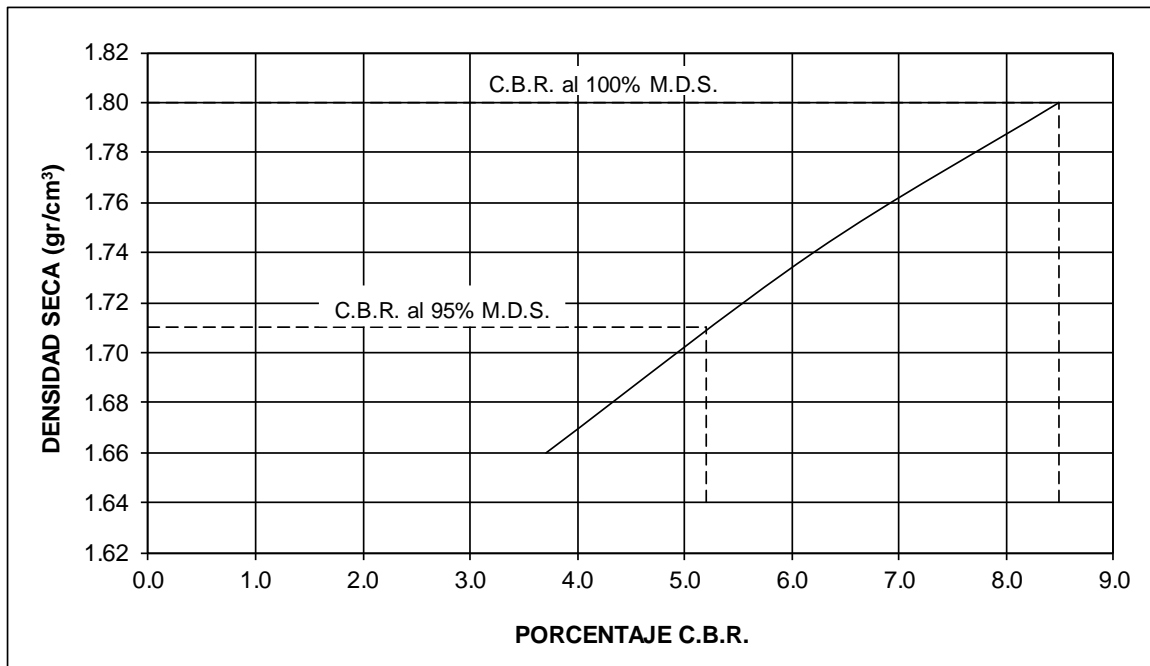
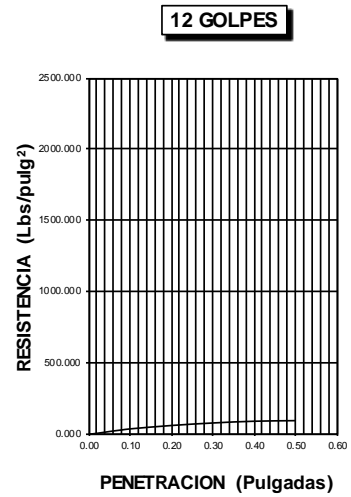
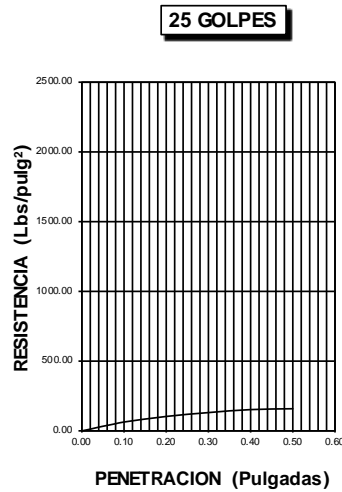
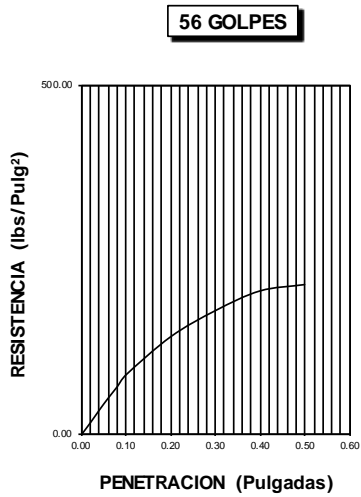
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
30-Set	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		
01-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.172	0.172	0.148	0.411	0.411	0.353	0.621	0.621	0.534
02-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.254	0.254	0.218	0.507	0.507	0.436	0.729	0.729	0.627
03-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.378	0.378	0.325	0.621	0.621	0.534	0.824	0.824	0.709
04-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.510	0.510	0.439	0.736	0.736	0.633	0.923	0.923	0.794

PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 5				MOLDE N° 20				MOLDE N° 31			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		4.40	51	17.00		3.10	36	12.00		1.80	21	7.00	
0.040		9.00	105	35.00		6.70	78	26.00		3.80	45	15.00	
0.060		13.30	156	52.00		9.70	114	38.00		5.90	69	23.00	
0.080		17.40	204	68.00		12.80	150	50.00		7.70	90	30.00	
0.100	1000	21.80	255	85.00	8.50	15.90	186	62.00	6.20	9.50	111	37.00	3.70
0.200	1500	35.60	417	139.00		25.90	303	101.00		15.40	180	60.00	
0.300		45.10	528	176.00		32.80	384	128.00		19.70	231	77.00	
0.400		52.30	612	204.00		38.20	447	149.00		22.80	267	89.00	
0.500		54.60	639	213.00		39.70	465	155.00		23.80	279	93.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	1.80
Humedad Óptima (%)	15.19

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	8.50
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	5.20



3.4. CALICATA N°4

Esta calicata se realizó al lado izquierdo de la vía. Sus coordenadas son 636518.00 m E - 9265746.00 m



PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	REPRESENTACIÓN	
-0.05	Carpeta asfáltica	MAT. EXISTENTE	
-0.20	Base		
-0.35	Sub-base		
-1.50	Clasificación Aashto: A-6 (12) Arcillas inorgánicas con mediana plasticidad. LL= 39.54 LP=17.01 IP=22.53 %Humedad= 23.38% %Sales= 0.20% MDS= 1.79 gr/cm3 OCH=15.90% CBR 95%=6.2%	M-1	

➤ Contenido de humedad

<u>HUMEDAD NATURAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C4
	C4-M4
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	409
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	124.89
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	120.02
3.- PESO DEL AGUA	4.87
4.- PESO RECIPIENTE	39.15
5.- PESO SUELO SECO	80.87
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.02%

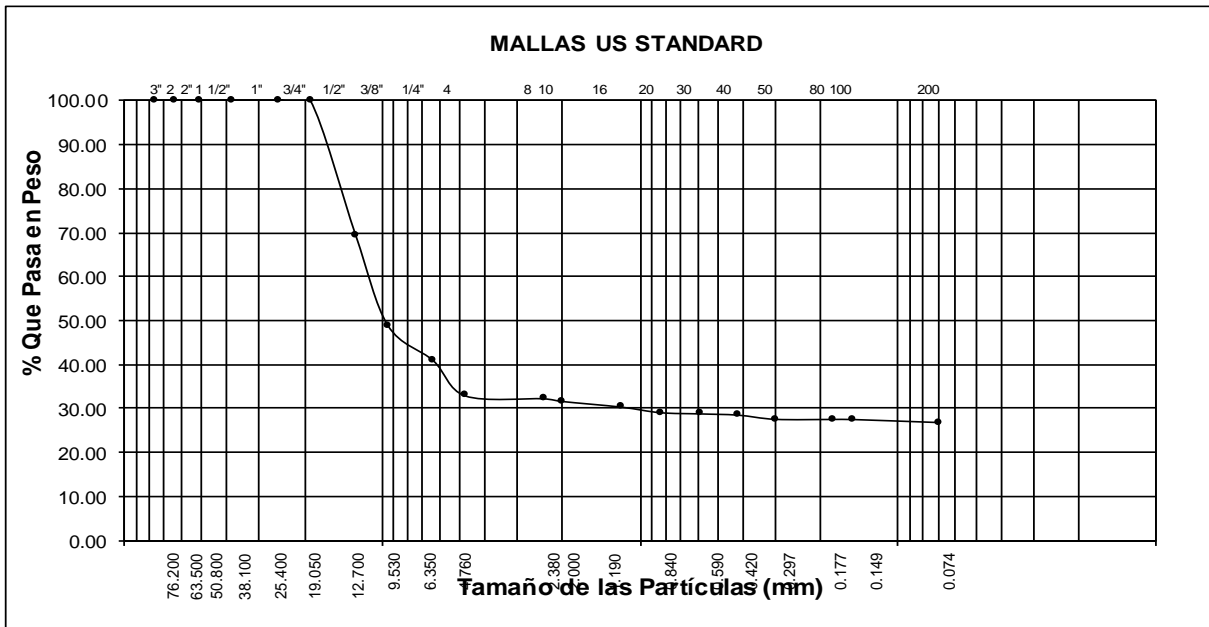
<u>DETERMINACION DE LA SAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C4
	C4-M4
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	287
(1) PESO DEL TARRO	23.13
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.91
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.14
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.77
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.12%

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C4
	C4-M4
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	445
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	102.42
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	90.24
3.- PESO DEL AGUA	12.18
4.- PESO RECIPIENTE	38.15
5.- PESO SUELO SECO	52.09
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	23.38%

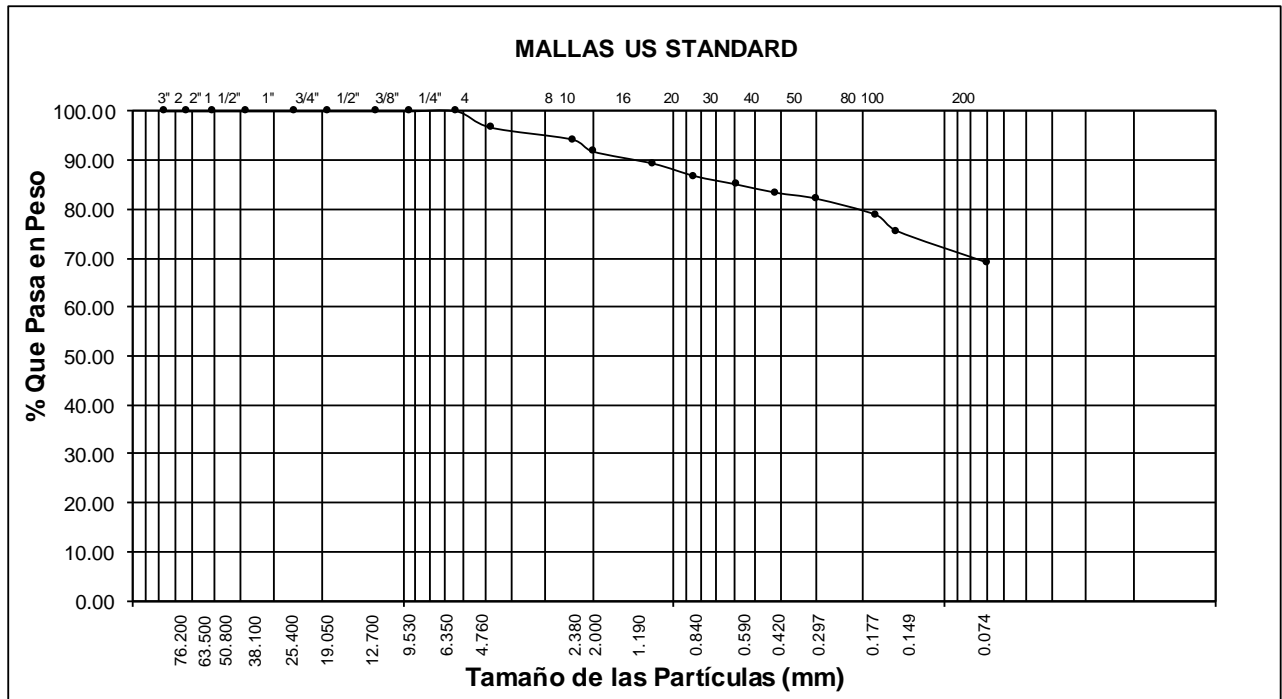
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C4
	C4-M4
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	333
(1) PESO DEL TARRO	52.27
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	57.28
(3) PESO TARRO SECO + SAL	52.28
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.00
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.20%

➤ Granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
CALICATA Nº C4				MUESTRA Nº C4-M4		
Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.					
3"	76.20	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	100.00		
3/4"	19.05	---	---	100.00		L.L. : 18.41
1/2"	12.70	305.00	30.50	30.50	69.50	L.P. : 11.40
3/8"	9.53	205.00	20.50	51.00	49.00	I.P. : 7.01
1/4"	6.35	---	---	51.00	49.00	CLASIFICACION
Nº 04	4.76	160.00	16.00	67.00	33.00	AASHTO : A-2 (4)
Nº 08	2.38	---	---	67.00	33.00	OBSERVACIONES:
Nº 10	2.00	12.56	1.26	68.26	31.74	
Nº 16	1.19	---	---	68.26	31.74	
Nº 20	0.84	25.16	2.52	70.77	29.23	
Nº 30	0.59	---	---	70.77	29.23	
Nº 40	0.42	5.56	0.56	71.33	28.67	
Nº 50	0.30	9.53	0.95	72.28	27.72	
Nº 80	0.18	---	---	72.28	27.72	
Nº 100	0.15	0.46	0.05	72.33	27.67	
Nº 200	0.07	6.78	0.68	73.01	27.00	
<Nº 200		269.95	27.00	100.00	0.00	0.00 - 0.35
Peso Inicial	1000.00					



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C4				MUESTRA Nº C4-M4			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00		L.L. : 39.64
3/4"	19.05	---	---	---	100.00		L.P. : 17.01
1/2"	12.70	---	---	---	100.00		I.P. : 22.63
3/8"	9.53	---	---	---	100.00		CLASIFICACION AASHTO : A - 6 (12)
1/4"	6.35	---	---	---	100.00		
Nº 04	4.76	6.57	3.29	3.29	96.72		OBSERVACIONES: 0.35 -1.50
Nº 08	2.38	---	---	3.29	96.72		
Nº 10	2.00	9.77	4.89	8.17	91.83		
Nº 16	1.19	---	---	8.17	91.83		
Nº 20	0.84	10.05	5.03	13.20	86.81		
Nº 30	0.59	---	---	13.20	86.81		
Nº 40	0.42	6.81	3.41	16.60	83.40		
Nº 50	0.30	2.38	1.19	17.79	82.21		
Nº 80	0.18	---	---	17.79	82.21		
Nº 100	0.15	13.29	6.65	24.44	75.57		
Nº 200	0.07	12.80	6.40	30.84	69.17		
<Nº 200		138.33	69.17	100.00	0.00		
Peso Inicial		200.00					



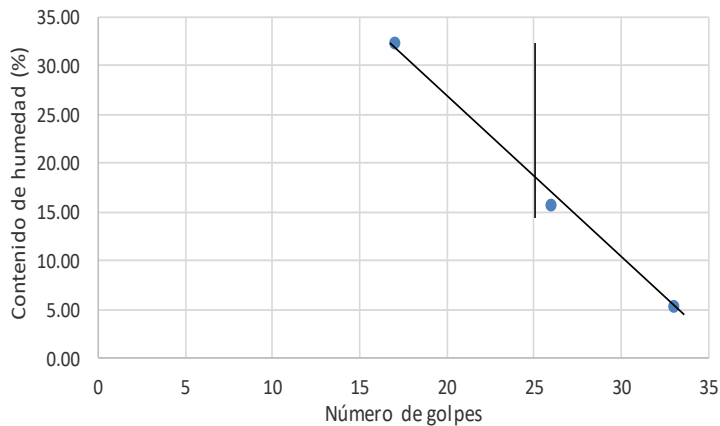
➤ Límites de Atterberg

CALICATA N°		CALICATA C4			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C4-M4			---		
PROFUNDIDAD		0.00 - 0.35			---		
Número de golpes		17	26	33	---	---	
1. Recipiente N°		411	445	406	---	---	
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	51.26	48.03	52.10	---	---	
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	48.28	46.96	51.35	---	---	
4. Peso de la Tara	(gr)	39.07	40.17	37.51	---	---	
5. Peso del agua	(gr)	2.98	1.07	0.75	---	---	
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.21	6.79	13.84	---	---	
7. Humedad	(%)	32.36	15.76	5.42	---	---	

LIMITE PLASTICO

CALICATA N°		CALICATA C4			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C4-M4			---		
1. Recipiente N°		427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	49.54	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	48.53	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.01	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	8.84	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	11.40	---	---	---	---	---

Gráfico del límite líquido



MUESTRA		
L.L.	18.41	
L.P.	11.40	
I.P.	7.01	

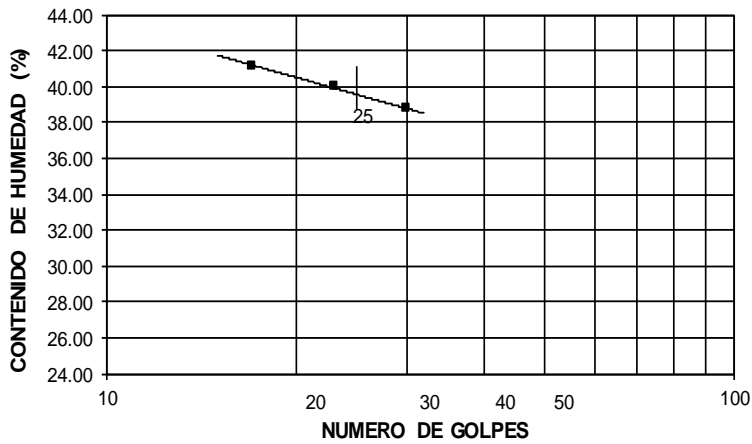
CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	GC	A - 2 - 4

CALICATA N°		CALICATA C4			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C4-M4			---		
PROFUNDIDAD		0.35 -1.50			---		
Número de golpes		30	23	17	---	---	---
1. Recipiente N°		442	440	421	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	58.65	53.49	56.72	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	53.30	49.05	50.47	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.53	37.87	35.34	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	5.35	4.44	6.25	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	13.77	11.18	15.13	---	---	---
7. Humedad	(%)	38.85	39.71	41.31	---	---	---

LIMITE PLASTICO

CALICATA N°		CALICATA C4			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C4-M4			---		
1. Recipiente N°		439	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	47.55	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	46.15	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	37.92	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.40	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	8.23	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	17.01	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA

L.L.	39.64	
L.P.	17.01	
I.P.	22.63	

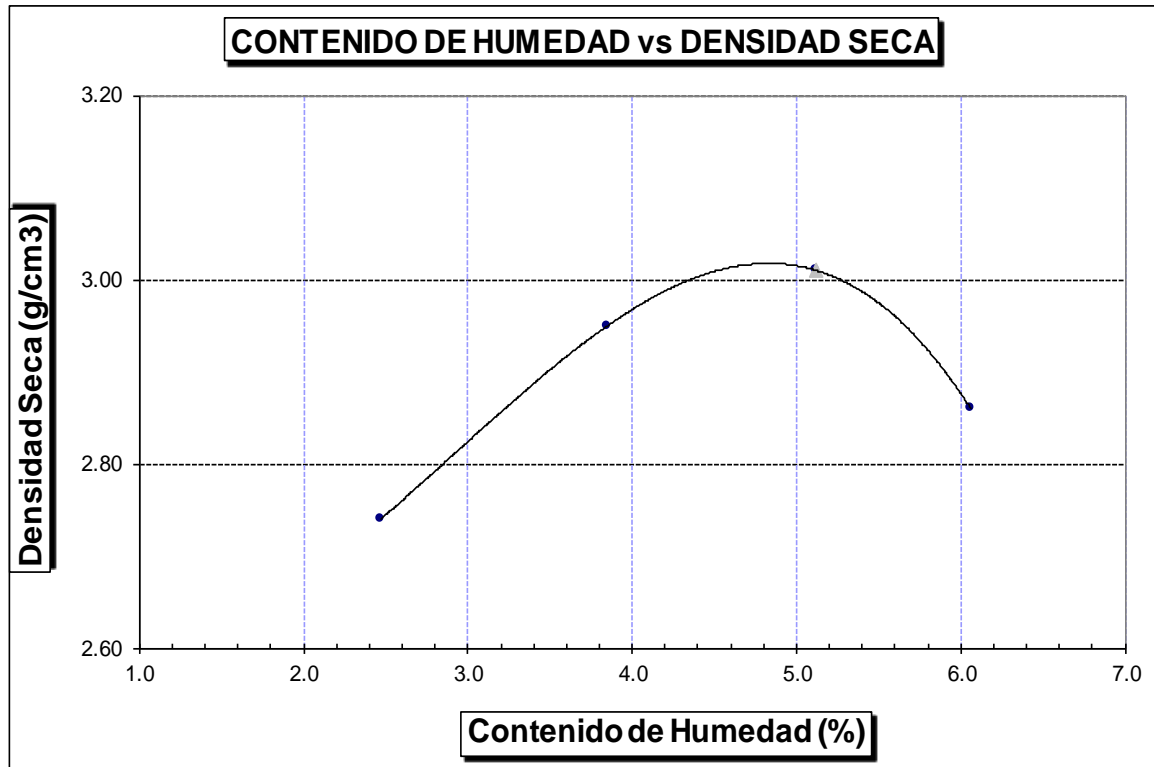
CLASIFICACION

MUESTRA	SUCS	AASHTO
	CL	A - 6 (12)

➤ Próctor Modificado

PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D				
MOLDE N°	:			
VOLUMEN	:	2050	cm ³	-- pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D		
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	8511	9023	9228
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	5761	6273	6478
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.810	3.060	3.160
- Recipiente N°		518	444	439
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	59.65	59.14	61.85
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	58.78	57.78	59.88
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37
- Peso de Agua	(g)	0.87	1.36	1.97
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.20	35.32	38.51
- Contenido de agua	(%)	2.47	3.85	5.12
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.74	2.95	3.01

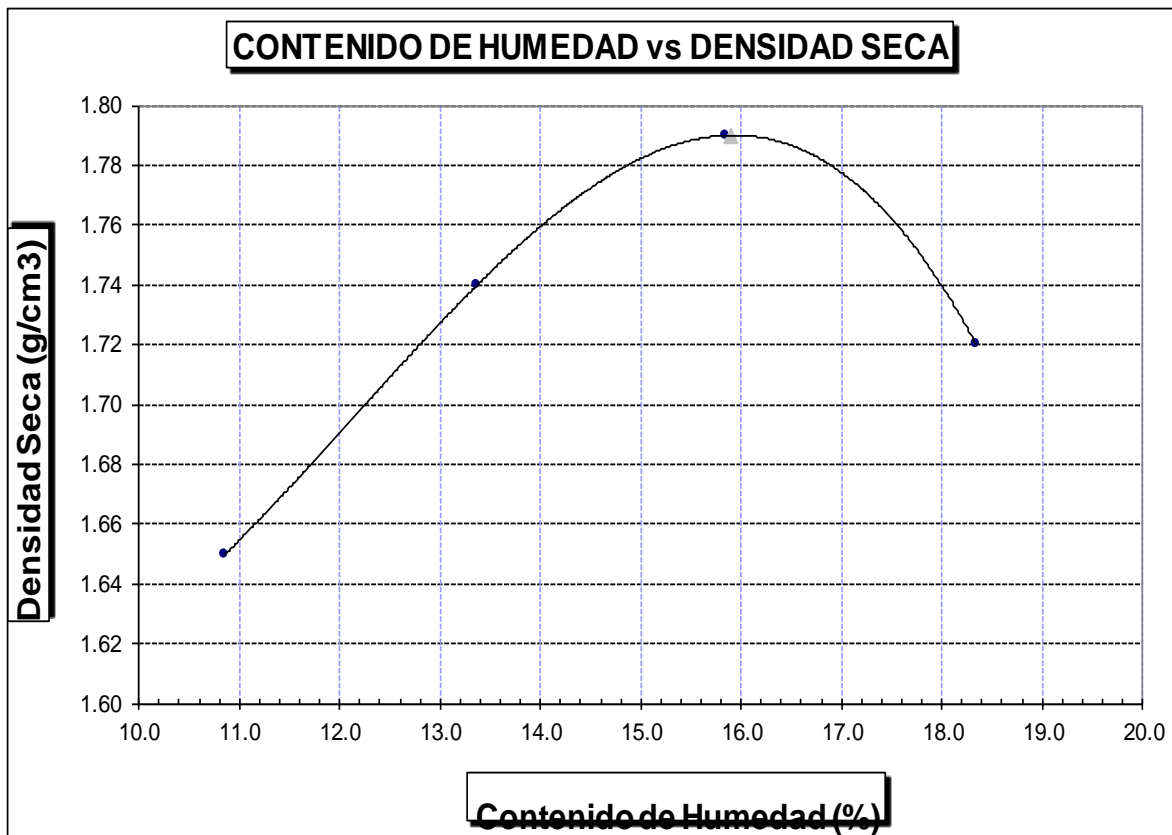
Máxima Densidad Seca	:	3.01	gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad:		5.12	%



PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D

MOLDE N°		:			
VOLUMEN		:	2050	cm ³	--- pie ³
METODO DE COMPACTACION		:			
		AASHTO T - 180 D			
-	Peso Suelo Humedo + Molde (g)	6637	6924	7129	7067
-	Peso de Molde (g)	2885	2885	2885	2885
-	Peso Suelo Húmedo Compactado (g)	3752	4039	4244	4182
-	Peso Volumétrico Húmedo (g)	1.830	1.970	2.070	2.040
-	Recipiente N°	385	386	333	208
-	Peso de Suelo Húmedo + Tara (g)	63.64	62.61	68.09	70.82
-	Peso de Suelo Seco + Tara (g)	59.39	57.63	61.71	63.28
-	Tara (g)	20.26	20.38	21.45	22.17
-	Peso de Agua (g)	4.25	4.98	6.38	7.54
-	Peso de Suelo Seco (g)	39.13	37.25	40.26	41.11
-	Contenido de agua (%)	10.86	13.37	15.85	18.34
-	Peso Volumétrico Seco (g/cm ³)	1.65	1.74	1.79	1.72

Máxima Densidad Seca	:	1.79	gr/cm ³
Optimo Contenido de Humedad:		15.90	%



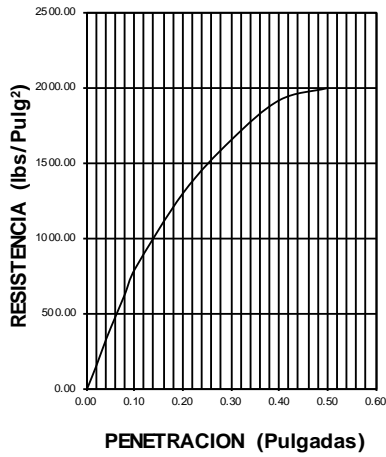
➤ CBR

ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°		15				5B				21			
N° DE GOLPES POR CAPA		56				25				12			
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)		12.830		12.903		12.589		12.668		12.221		12.304	
PESO DEL MOLDE (g)		6.050		6.050		6.250		6.250		6.218		6.218	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)		6780		6853		6339		6418		6003		6086	
VOLUMEN DEL SUELO (g)		2.143		2.143		2.143		2.143		2.143		2.143	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		3.16		3.20		2.96		2.99		2.80		2.84	
CAPSULA N°		275		297		326		354		368		398	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)		59.67		67.40		62.47		64.79		63.70		70.89	
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)		57.87		65.03		60.21		61.84		60.41		66.79	
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)		1.80		2.37		2.26		2.95		3.29		4.1	
PESO DE CAPSULA (g)		22.76		24.94		24.98		21.59		21.99		24.26	
PESO DE SUELO SECO (g)		35.11		40.09		35.23		40.25		38.42		42.53	
HUMEDAD (%)		5.13%		5.91%		6.41%		7.33%		8.56%		9.64%	
DENSIDAD SECA		3.01		3.02		2.78		2.79		2.58		2.59	
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
04-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
05-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.234	0.234	0.201	0.345	0.345	0.297	0.436	0.436	0.375		
06-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.275	0.275	0.236	0.376	0.376	0.323	0.471	0.471	0.405		
07-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.302	0.302	0.260	0.417	0.417	0.359	0.546	0.546	0.469		
08-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.325	0.325	0.279	0.431	0.431	0.371	0.572	0.572	0.492		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		40.80	477	159.00		29.70	348	116.00		17.70	207	69.00	
0.040		85.10	996	332.00		61.80	723	241.00		36.90	432	144.00	
0.060		124.60	1458	486.00		90.30	1056	352.00		53.80	630	210.00	
0.080		163.60	1914	638.00		118.50	1386	462.00		70.80	828	276.00	
0.100	1000	204.40	2391	797.00	79.70	148.20	1734	578.00	57.80	88.50	1035	345.00	34.50
0.200	1500	333.10	3897	1299.00		241.50	2826	942.00		144.10	1686	562.00	
0.300		423.10	4950	1650.00		306.70	3588	1196.00		183.10	2142	714.00	
0.400		490.50	5739	1913.00		355.60	4161	1387.00		212.30	2484	828.00	
0.500		511.00	5979	1993.00		370.50	4335	1445.00		221.30	2589	863.00	

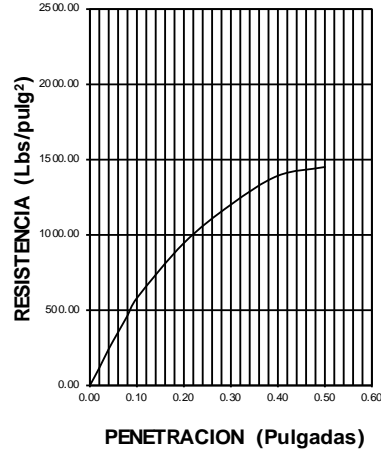
DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	3.01
Humedad Optima (%)	5.12

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	79.70
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	43.50

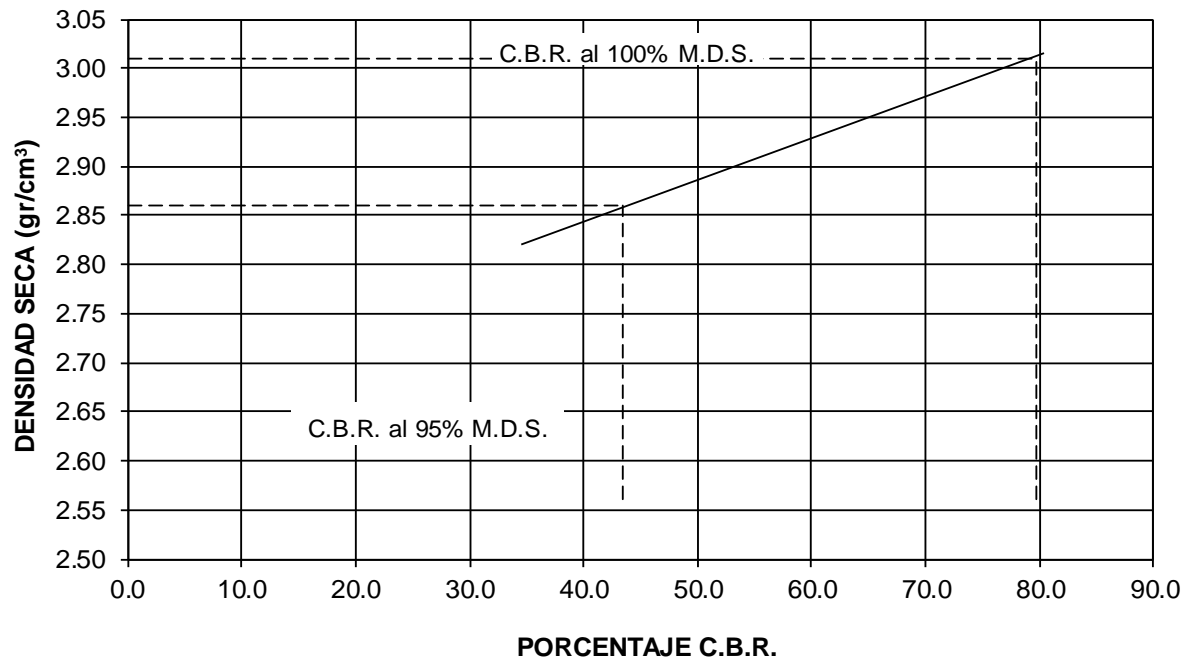
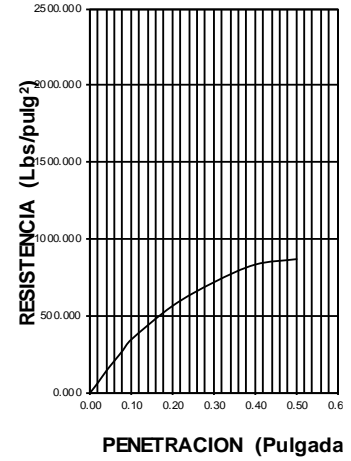
56 GOLPES



25 GOLPES



12 GOLPES



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

C.B.R.

MOLDE N°	20		35		46	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	10.007	10.082	10.072	10.172	9.828	10.025
PESO DEL MOLDE (g)	5.560	5.560	5.760	5.760	5.728	5.728
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4447	4522	4312	4412	4100	4297
VOLUMEN DEL SUELO (g)	2.143	2.143	2.143	2.143	2.143	2.143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.08	2.11	2.01	2.06	1.91	2.01
CAPSULA N°	185	207	236	264	278	308
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)	59.57	69.93	68.69	66.11	51.14	78.03
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	54.12	62.90	62.18	58.77	46.74	68.29
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	5.45	7.03	6.51	7.34	4.40	9.74
PESO DE CAPSULA (g)	19.86	22.04	22.23	18.79	19.17	21.46
PESO DE SUELO SECO (g)	34.26	40.86	39.95	39.98	27.57	46.83
HUMEDAD (%)	15.91%	17.21%	16.30%	18.36%	15.96%	20.80%
DENSIDAD SECA	1.79	1.80	1.73	1.74	1.65	1.66

EXPANSION

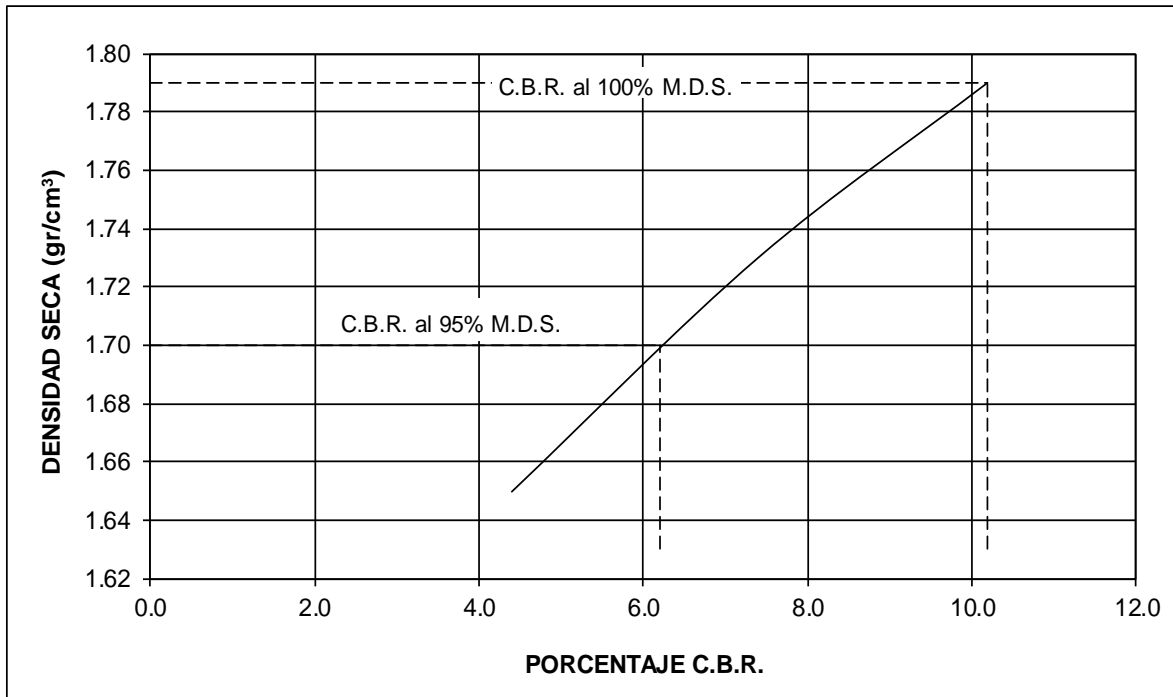
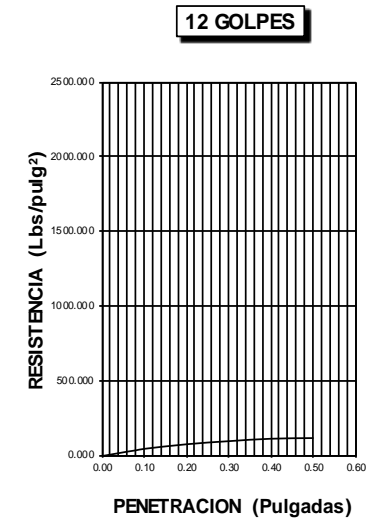
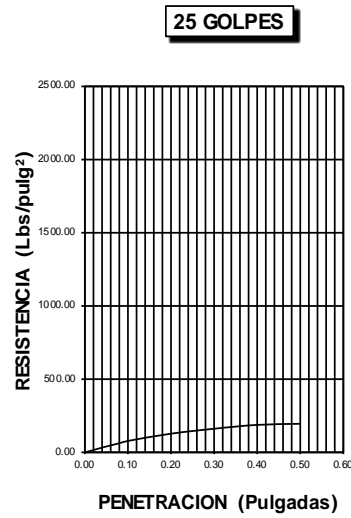
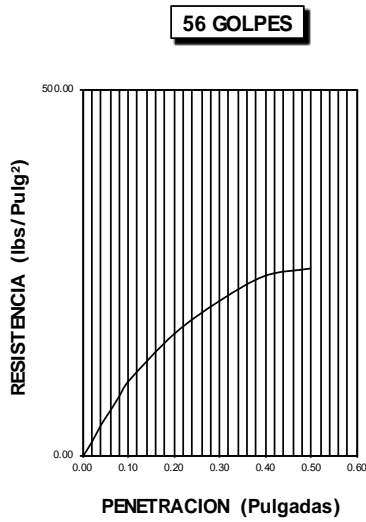
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
04-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		
05-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.228	0.228	0.196	0.467	0.467	0.402	0.677	0.677	0.582
06-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.310	0.310	0.267	0.563	0.563	0.484	0.785	0.785	0.675
07-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.434	0.434	0.373	0.677	0.677	0.582	0.880	0.880	0.757
08-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.566	0.566	0.487	0.792	0.792	0.681	0.979	0.979	0.842

PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 20				MOLDE N° 35				MOLDE N° 46			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		5.10	60	20.00		3.80	45	15.00		2.30	27	9.00	
0.040		11.00	129	43.00		7.90	93	31.00		4.60	54	18.00	
0.060		15.90	186	62.00		11.50	135	45.00		6.90	81	27.00	
0.080		21.00	246	82.00		15.10	177	59.00		9.00	105	35.00	
0.100	1000	26.20	306	102.00	10.20	19.00	222	74.00	7.40	11.30	132	44.00	4.40
0.200	1500	42.60	498	166.00		31.00	363	121.00		18.50	216	72.00	
0.300		54.10	633	211.00		39.20	459	153.00		23.30	273	91.00	
0.400		62.80	735	245.00		45.60	534	178.00		27.20	318	106.00	
0.500		65.40	765	255.00		47.40	555	185.00		28.20	330	110.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm ³)	1.79
Humedad Óptima (%)	15.9

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	10.20
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	6.20



3.5. CALICATA N°5

Esta calicata se realizó al lado derecho de la vía. Sus coordenadas son 636994.00 m - 9265688.00 m



PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	REPRESENTACIÓN	
-0.05	Carpeta asfáltica	MAT. EXISTENTE	
-0.20	Base		
-0.35	Sub-base		
-1.50	Clasificación Aashto: A-6 (8) Arcillas inorgánicas con mediana plasticidad. LL= 30.79 LP=19.73 IP=11.06 %Humedad= 22.23% %Sales= 0.20% MDS= 1.83 gr/cm3 OCH=13.41% CBR 95%=5.65%	M-1	

➤ Contenido de humedad

<u>HUMEDAD NATURAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C5
	C5-M5
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	409
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	124.01
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	119.56
3.- PESO DEL AGUA	4.45
4.- PESO RECIPIENTE	38.15
5.- PESO SUELO SECO	81.41
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.47%

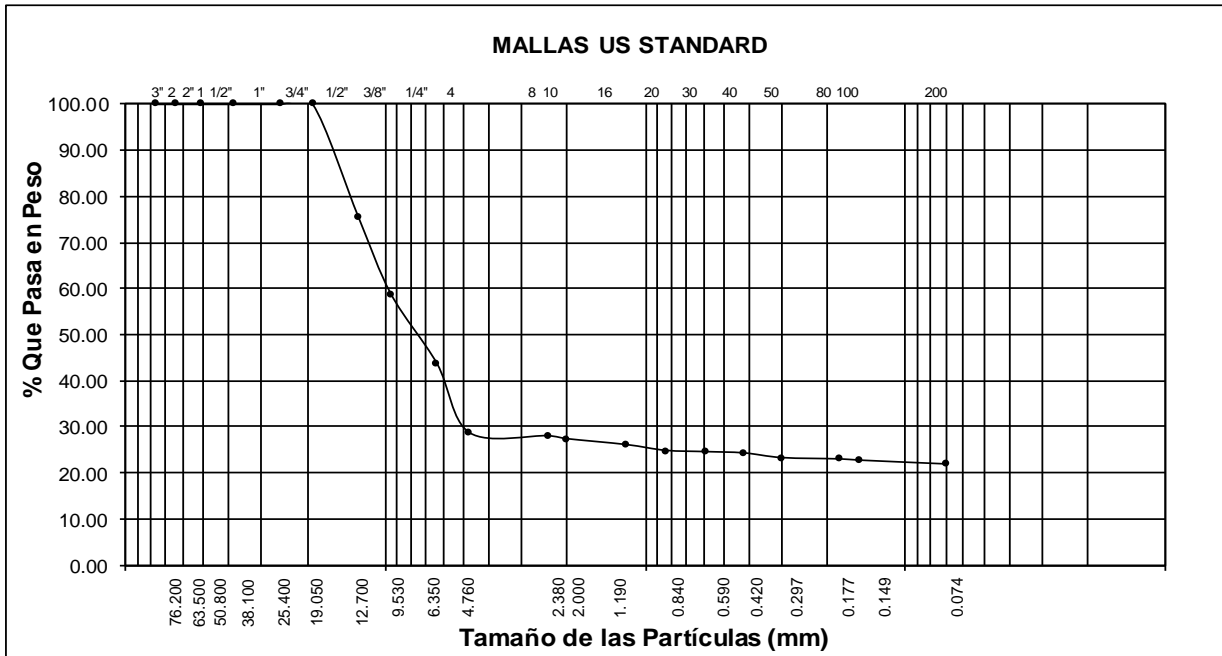
<u>DETERMINACION DE LA SAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C5
	C5-M5
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	287
(1) PESO DEL TARRO	23.13
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.91
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.14
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.77
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.12%

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C5
	C5-M5
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	411
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	107.44
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	95.20
3.- PESO DEL AGUA	12.24
4.- PESO RECIPIENTE	40.15
5.- PESO SUELO SECO	55.05
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	22.23%

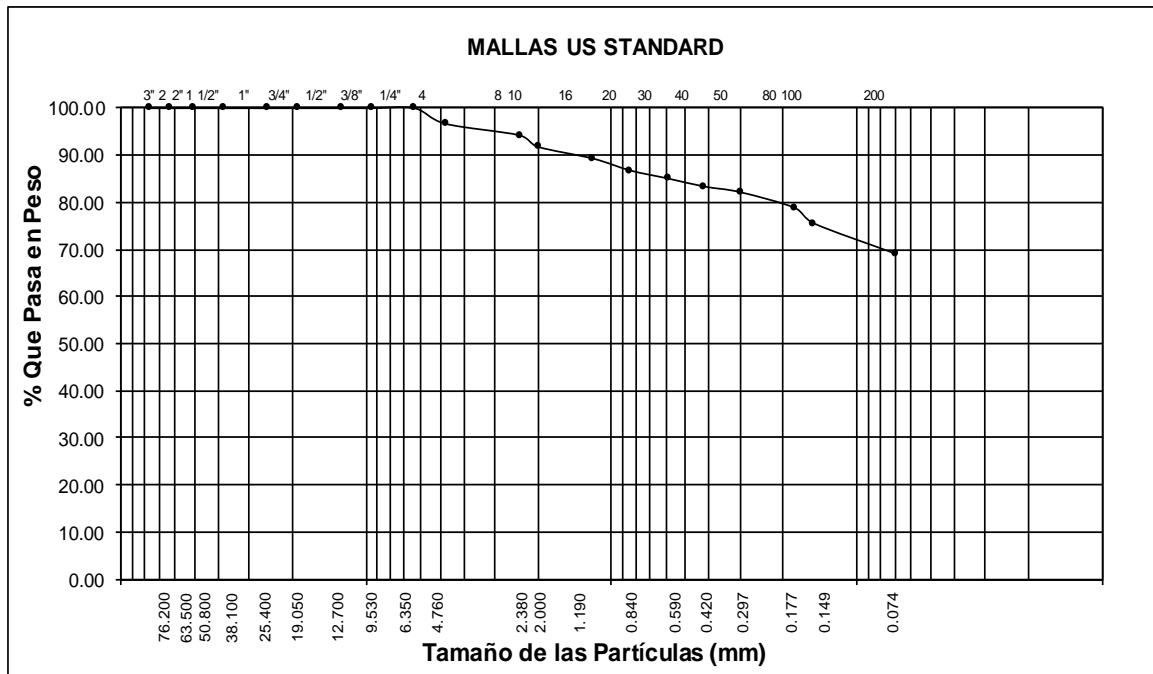
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C5
	C5-M5
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	333
(1) PESO DEL TARRO	27.44
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	32.58
(3) PESO TARRO SECO + SAL	27.45
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.13
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.20%

➤ Granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
			CALICATA Nº C5		MUESTRA Nº C5-M5		
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00		
3/4"	19.05	---	---	---	100.00		L.L. : 17.50
1/2"	12.70	246.00	24.60	24.60	75.40		L.P. : 10.47
3/8"	9.53	167.00	16.70	41.30	58.70		I.P. : 7.03
1/4"	6.35	---	---	41.30	58.70		CLASIFICACION
Nº 04	4.76	301.00	30.10	71.40	28.60		AASHTO : A-2 (4)
Nº 08	2.38	---	---	71.40	28.60		
Nº 10	2.00	13.26	1.33	72.73	27.27		
Nº 16	1.19	---	---	72.73	27.27		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	25.16	2.52	75.24	24.76		
Nº 30	0.59	---	---	75.24	24.76		0.00 - 0.35
Nº 40	0.42	5.56	0.56	75.80	24.20		
Nº 50	0.30	10.25	1.03	76.82	23.18		
Nº 80	0.18	---	---	76.82	23.18		
Nº 100	0.15	5.62	0.56	77.39	22.62		
Nº 200	0.07	8.20	0.82	78.21	21.80		
<Nº 200		217.95	21.80	100.00	0.00		
Peso Inicial		1000.00					

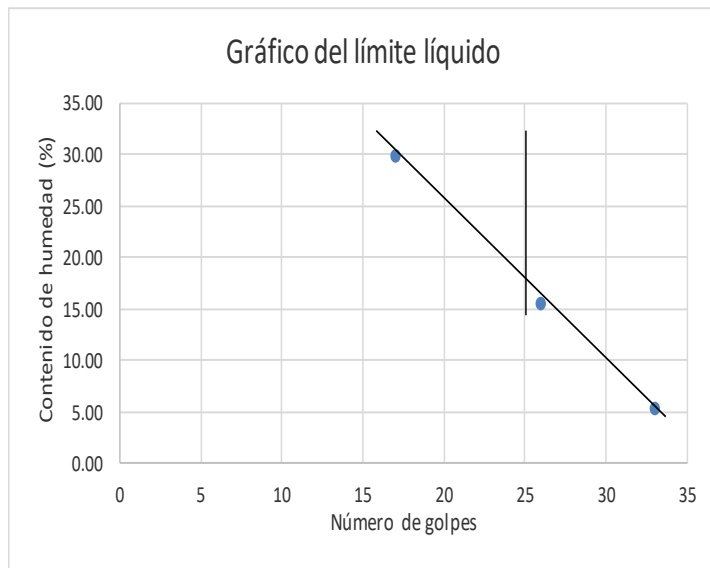


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C5				MUESTRA Nº C5-M5			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00		
3/4"	19.05	---	---	---	100.00	L.L. : 39.64	
1/2"	12.70	---	---	---	100.00	L.P. : 17.01	
3/8"	9.53	---	---	---	100.00	I.P. : 22.63	
1/4"	6.35	---	---	---	100.00	CLASIFICACION AASHTO : A - 6 [12]	
Nº 04	4.76	6.57	3.29	3.29	96.72		OBSERVACIONES: 0.35 -1.50
Nº 08	2.38	---	---	3.29	96.72		
Nº 10	2.00	9.77	4.89	8.17	91.83		
Nº 16	1.19	---	---	8.17	91.83		
Nº 20	0.84	10.05	5.03	13.20	86.81		
Nº 30	0.59	---	---	13.20	86.81		
Nº 40	0.42	6.81	3.41	16.60	83.40		
Nº 50	0.30	2.38	1.19	17.79	82.21		
Nº 80	0.18	---	---	17.79	82.21		
Nº 100	0.15	13.29	6.65	24.44	75.57		
Nº 200	0.07	12.80	6.40	30.84	69.17		
<Nº 200		138.33	69.17	100.00	0.00		
Peso Inicial		200.00					



➤ Límites de Atterberg

CALICATA N°		CALICATA C5			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C5-M5			---		
PROFUNDIDAD		0.00 - 0.35			---		
Número de golpes		17	26	33	---	---	---
1. Recipiente N°		411	445	406	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)		51.04	48.02	52.10	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)		48.28	46.96	51.35	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)		39.07	40.17	37.51	---	---	---
5. Peso del agua (gr)		2.76	1.06	0.75	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)		9.21	6.79	13.84	---	---	---
7. Humedad (%)		29.97	15.59	5.39	---	---	---
LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C5			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C5-M5			---		
1. Recipiente N°		427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)		49.61	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)		48.67	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)		39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)		0.94	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)		8.98	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)		10.47	---	---	---	---	---



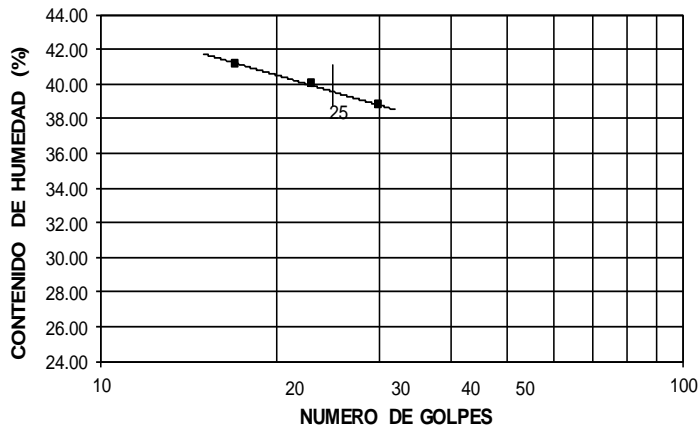
MUESTRA		
L.L.	17.50	
L.P.	10.47	
I.P.	7.03	

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	GC	A - 2 - 4

CALICATA N°		CALICATA C5			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C5-M5			---		
PROFUNDIDAD		0.35 -1.50			---		
Número de golpes		30	23	17	---	---	---
1. Recipiente N°		442	440	421	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	58.65	53.49	56.72	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	53.30	49.05	50.47	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.53	37.87	35.34	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	5.35	4.44	6.25	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	13.77	11.18	15.13	---	---	---
7. Humedad	(%)	38.85	39.71	41.31	---	---	---

LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C5			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C5-M5			---		
1. Recipiente N°		439	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	47.55	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	46.15	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	37.92	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.40	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	8.23	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	17.01	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



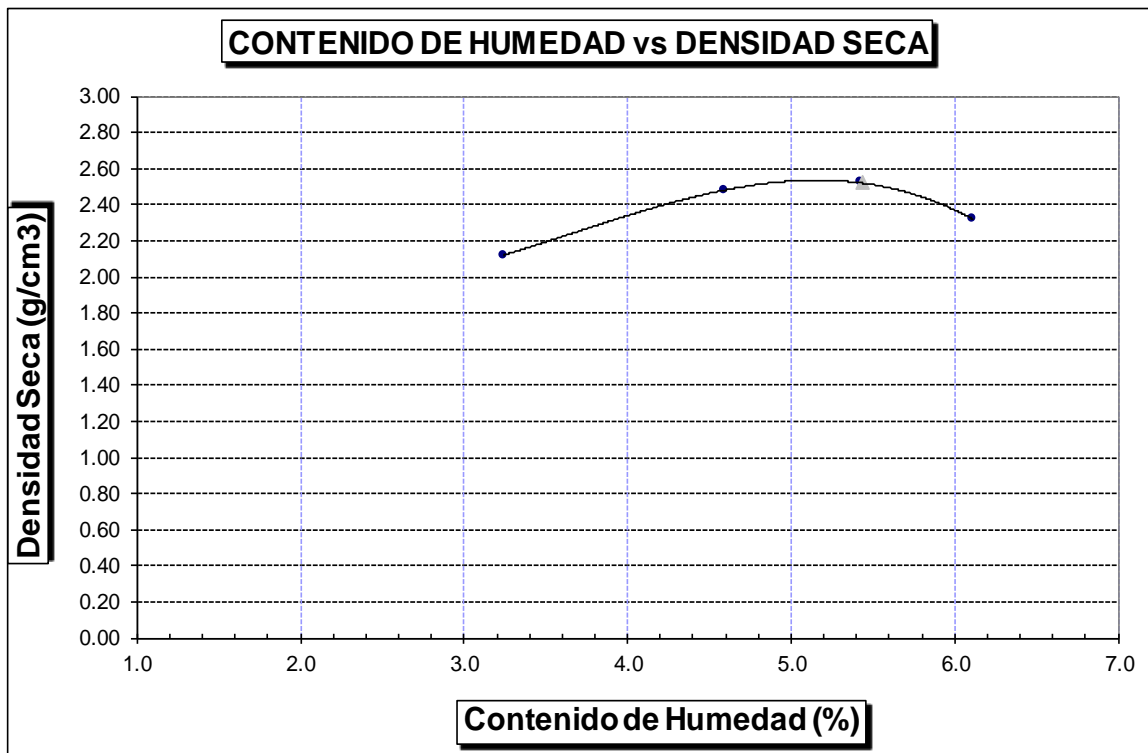
MUESTRA		
L.L.	39.64	
L.P.	17.01	
I.P.	22.63	

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	CL	A - 6 (12)

➤ Próctor Modificado

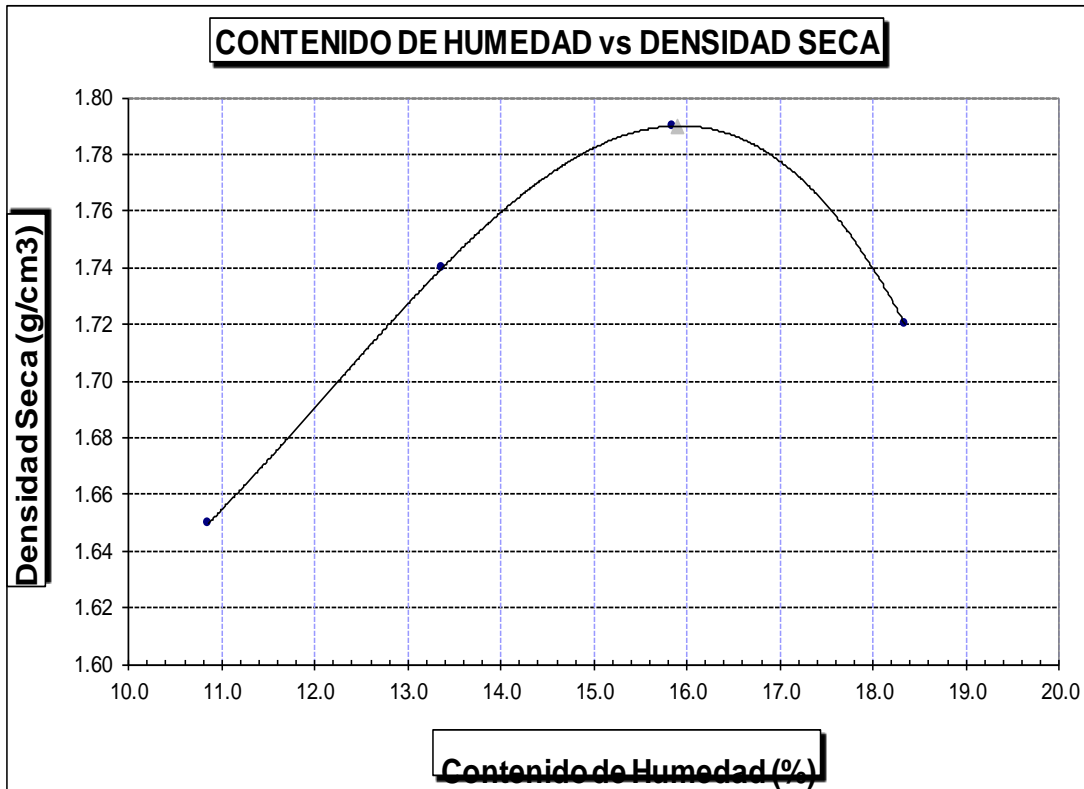
PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	7240	8060	8203	7793
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4490	5310	5453	5043
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.190	2.590	2.660	2.460
- Recipiente N°		518	444	439	502
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	59.88	59.36	61.93	67.11
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	58.74	57.74	59.84	64.69
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37	25.11
- Peso de Agua	(g)	1.14	1.62	2.09	2.42
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.16	35.28	38.47	39.58
- Contenido de agua	(%)	3.24	4.59	5.43	6.11
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.12	2.48	2.52	2.32

Máxima Densidad Seca	:	2.52	gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad:		5.44	%



PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE Nº	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	6637	6924	7129	7067
- Peso de Molde	(g)	2885	2885	2885	2885
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3752	4039	4244	4182
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.830	1.970	2.070	2.040
- Recipiente Nº		385	386	333	208
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	63.64	62.61	68.09	70.82
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	59.39	57.63	61.71	63.28
- Tara	(g)	20.26	20.38	21.45	22.17
- Peso de Agua	(g)	4.25	4.98	6.38	7.54
- Peso de Suelo Seco	(g)	39.13	37.25	40.26	41.11
- Contenido de agua	(%)	10.86	13.37	15.85	18.34
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.65	1.74	1.79	1.72

Máxima Densidad Seca	:	1.79	gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	15.90	%



➤ CBR

ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO												
C.B.R.												
MOLDE N°		15				5B				21		
N° DE GOLPES POR CAPA		56				25				12		
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	(g)	11.744		11.793		12.338		12.437		12.313		12.396
PESO DEL MOLDE	(g)	6.050		6.050		6.250		6.250		6.218		6.218
PESO DEL SUELO HUMEDO	(g)	5694		5743		6088		6187		6095		6178
VOLUMEN DEL SUELO	(g)	2.143		2.143		2.143		2.143		2.143		2.143
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm ³)	2.66		2.68		2.84		2.89		2.84		2.88
CAPSULA N°		275		297		326		354		368		398
PESO CAPSULA + SUELO HUMED	(g)	59.80		67.42		62.49		64.81		63.72		70.89
PESO CAPSULA + SUELO SECO	(g)	57.89		65.05		60.23		61.86		60.43		66.80
PESO DE AGUA CONTENIDA	(g)	1.91		2.37		2.26		2.95		3.29		4.09
PESO DE CAPSULA	(g)	22.76		24.94		24.98		21.59		21.99		24.26
PESO DE SUELO SECO	(g)	35.13		40.11		35.25		40.27		38.44		42.54
HUMEDAD	(%)	5.44%		5.91%		6.41%		7.33%		8.56%		9.61%
DENSIDAD SECA		2.52		2.53		2.67		2.69		2.62		2.63

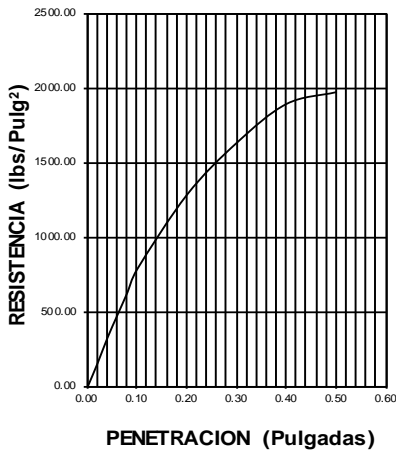
EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm.	%		mm.	%		mm.	%	
04-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000			
05-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.241	0.241	0.207	0.352	0.352	0.303	0.465	0.465	0.400	
06-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.282	0.282	0.242	0.383	0.383	0.329	0.478	0.478	0.411	
07-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.312	0.312	0.268	0.430	0.430	0.370	0.555	0.555	0.477	
08-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.343	0.343	0.295	0.472	0.472	0.406	0.594	0.594	0.511	

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		40.50	474	158.00		29.20	342	114.00		17.40	204	68.00	
0.040		84.40	987	329.00		61.00	714	238.00		36.70	429	143.00	
0.060		123.30	1443	481.00		89.50	1047	349.00		53.60	627	209.00	
0.080		161.80	1893	631.00		117.40	1374	458.00		70.30	822	274.00	
0.100	1000	202.30	2367	788.90	78.89	146.70	1716	572.00	57.20	87.70	1026	342.00	34.20
0.200	1500	329.70	3858	1286.00		239.00	2796	932.00		142.80	1671	557.00	
0.300		418.70	4899	1633.00		303.60	3552	1184.00		181.50	2124	708.00	
0.400		485.40	5679	1893.00		352.10	4119	1373.00		210.50	2463	821.00	
0.500		505.60	5916	1972.00		366.70	4290	1430.00		219.20	2565	855.00	

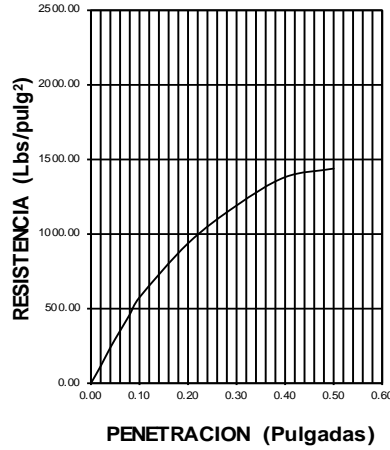
DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm ³)	2.52
Humedad Óptima (%)	5.44

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	78.89
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	43.06

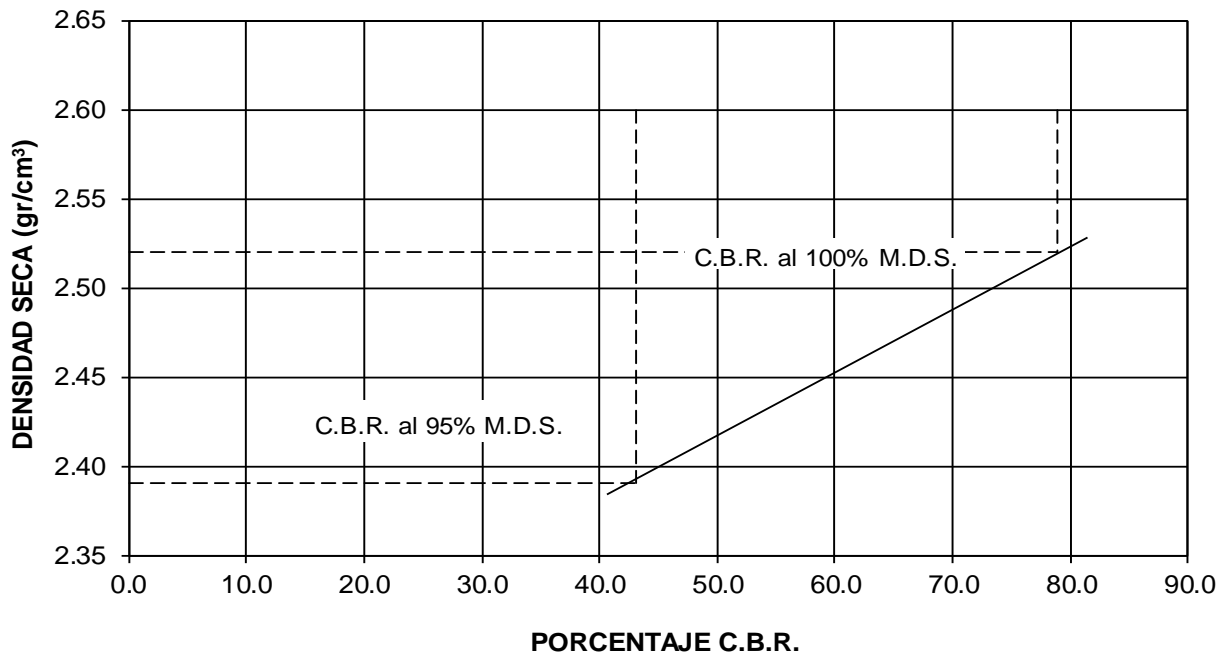
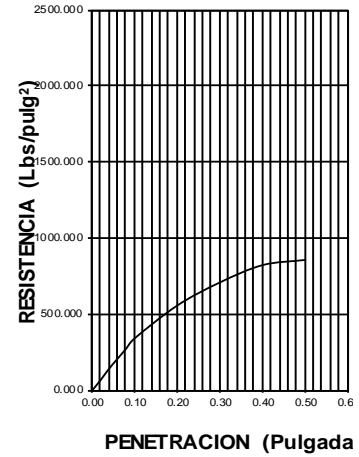
56 GOLPES



25 GOLPES



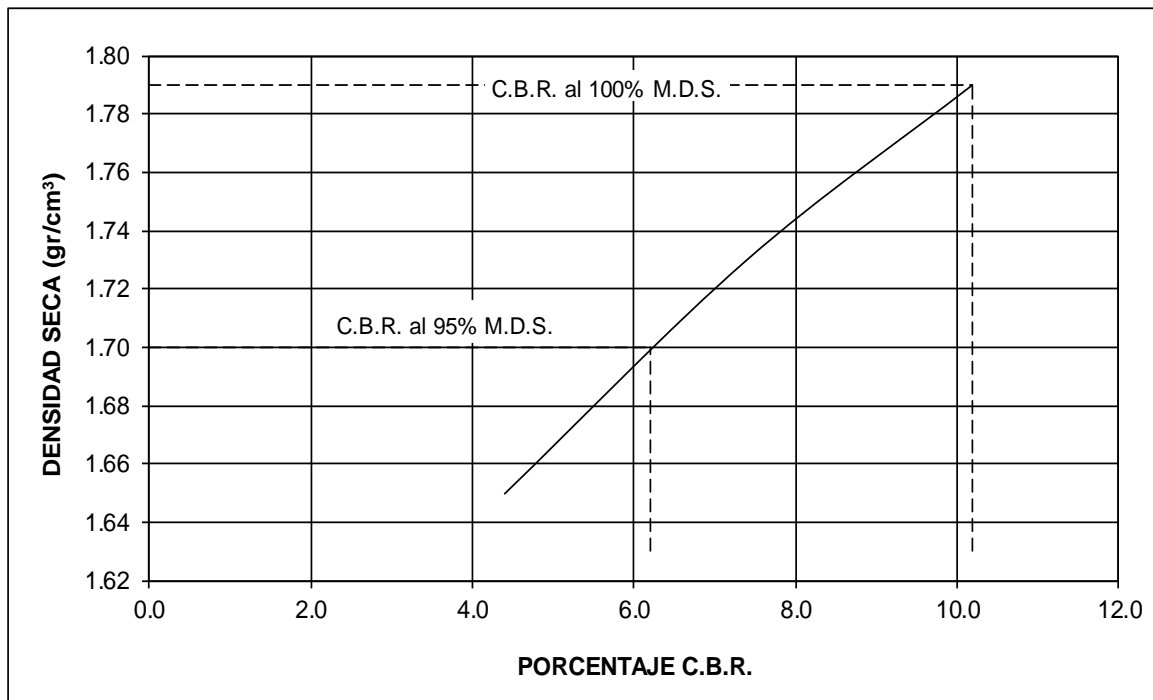
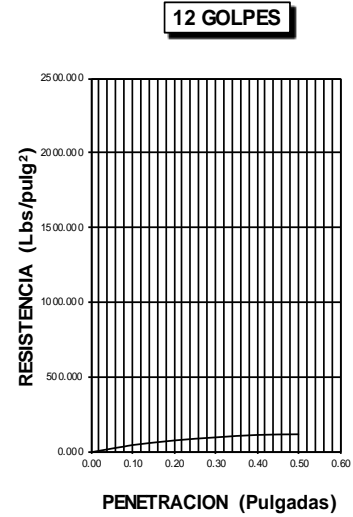
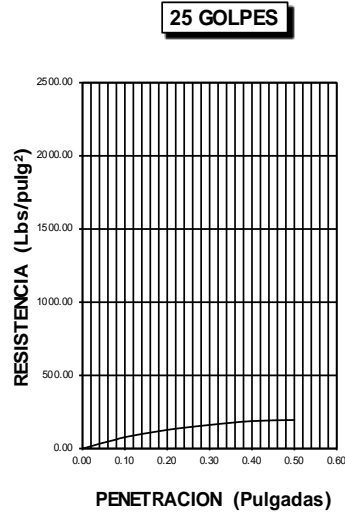
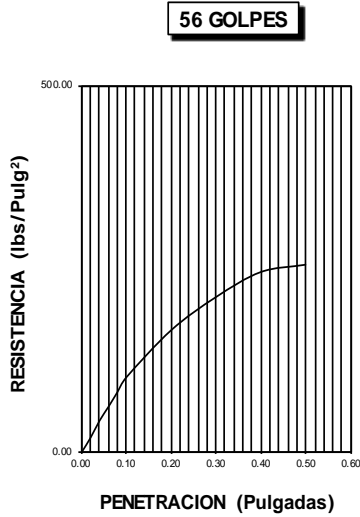
12 GOLPES



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°			20				35				46		
N° DE GOLPES POR CAPA			56				25				12		
CONDICION DE MUESTRA			SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)			10,007		10,082		10,072		10,172		9,828		10,025
PESO DEL MOLDE (g)			5,560		5,560		5,760		5,760		5,728		5,728
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)			4447		4522		4312		4412		4100		4297
VOLUMEN DEL SUELO (g)			2,143		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)			2.08		2.11		2.01		2.06		1.91		2.01
CAPSULA N°			185		207		236		264		278		308
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)			59.57		69.93		68.69		66.11		51.14		78.03
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)			54.12		62.90		62.18		58.77		46.74		68.29
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)			5.45		7.03		6.51		7.34		4.40		9.74
PESO DE CAPSULA (g)			19.86		22.04		22.23		18.79		19.17		21.46
PESO DE SUELO SECO (g)			34.26		40.86		39.95		39.98		27.57		46.83
HUMEDAD (%)			15.91%		17.21%		16.30%		18.36%		15.96%		20.80%
DENSIDAD SECA			1.79		1.80		1.73		1.74		1.65		1.66
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
04-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
05-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.228	0.228	0.196	0.467	0.467	0.402	0.677	0.677	0.582		
06-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.310	0.310	0.267	0.563	0.563	0.484	0.785	0.785	0.675		
07-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.434	0.434	0.373	0.677	0.677	0.582	0.880	0.880	0.757		
08-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.566	0.566	0.487	0.792	0.792	0.681	0.979	0.979	0.842		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 20				MOLDE N° 35				MOLDE N° 46			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
			Lectura	lbs	lbs/pulg ²		%	Lectura	lbs		lbs/pulg ²	%	Lectura
0.020		5.10	60	20.00		3.80	45	15.00		2.30	27	9.00	
0.040		11.00	129	43.00		7.90	93	31.00		4.60	54	18.00	
0.060		15.90	186	62.00		11.50	135	45.00		6.90	81	27.00	
0.080		21.00	246	82.00		15.10	177	59.00		9.00	105	35.00	
0.100	1000	26.20	306	102.00	10.20	19.00	222	74.00	7.40	11.30	132	44.00	4.40
0.200	1500	42.60	498	166.00		31.00	363	121.00		18.50	216	72.00	
0.300		54.10	633	211.00		39.20	459	153.00		23.30	273	91.00	
0.400		62.80	735	245.00		45.60	534	178.00		27.20	318	106.00	
0.500		65.40	765	255.00		47.40	555	185.00		28.20	330	110.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm ³)	1.79
Humedad Optima (%)	15.9

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	10.20
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	6.20



3.6. CALICATA N°6

Esta calicata se realizó al lado izquierdo de la vía. Sus coordenadas son 637478.00 m - 9265555.00 m



PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	REPRESENTACIÓN	
-0.05	Carpeta asfáltica	MAT. EXISTENTE	
-0.20	Base		
-0.35	Sub-base		
-1.50	Clasificación Aashto: A-6 (11) Arcillas inorgánicas con mediana plasticidad. LL= 37.62 LP=19.60 IP=18.02 %Humedad= 21.05% %Sales= 0.18% MDS= 1.81 gr/cm3 OCH=14.05 % CBR 95%=5.10 %	M-1	CL

➤ Contenido de humedad

<u>HUMEDAD NATURAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C6
	C6-M6
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	409
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	123.68
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	119.56
3.- PESO DEL AGUA	4.12
4.- PESO RECIPIENTE	38.15
5.- PESO SUELO SECO	81.41
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.06%

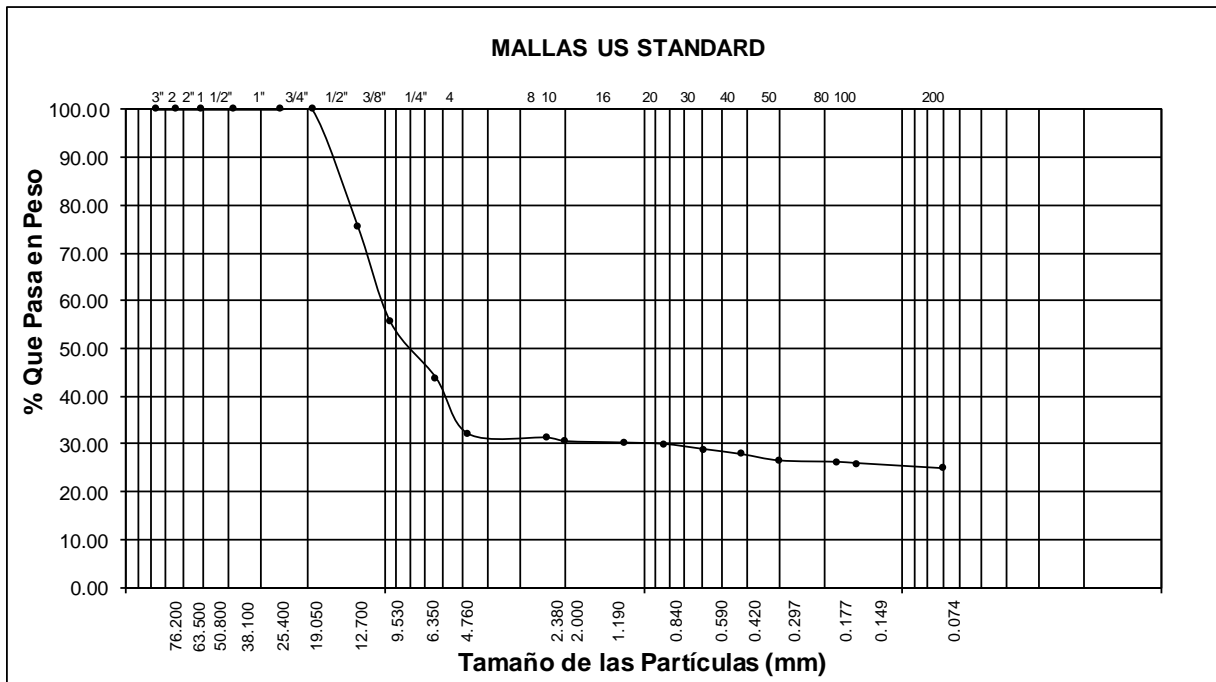
<u>DETERMINACION DE LA SAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C6
	C6-M6
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	287
(1) PESO DEL TARRO	23.14
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.89
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.15
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.74
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.10%

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C6
	C6-M6
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	443
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	100.00
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	89.34
3.- PESO DEL AGUA	10.66
4.- PESO RECIPIENTE	38.69
5.- PESO SUELO SECO	50.65
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	21.05%

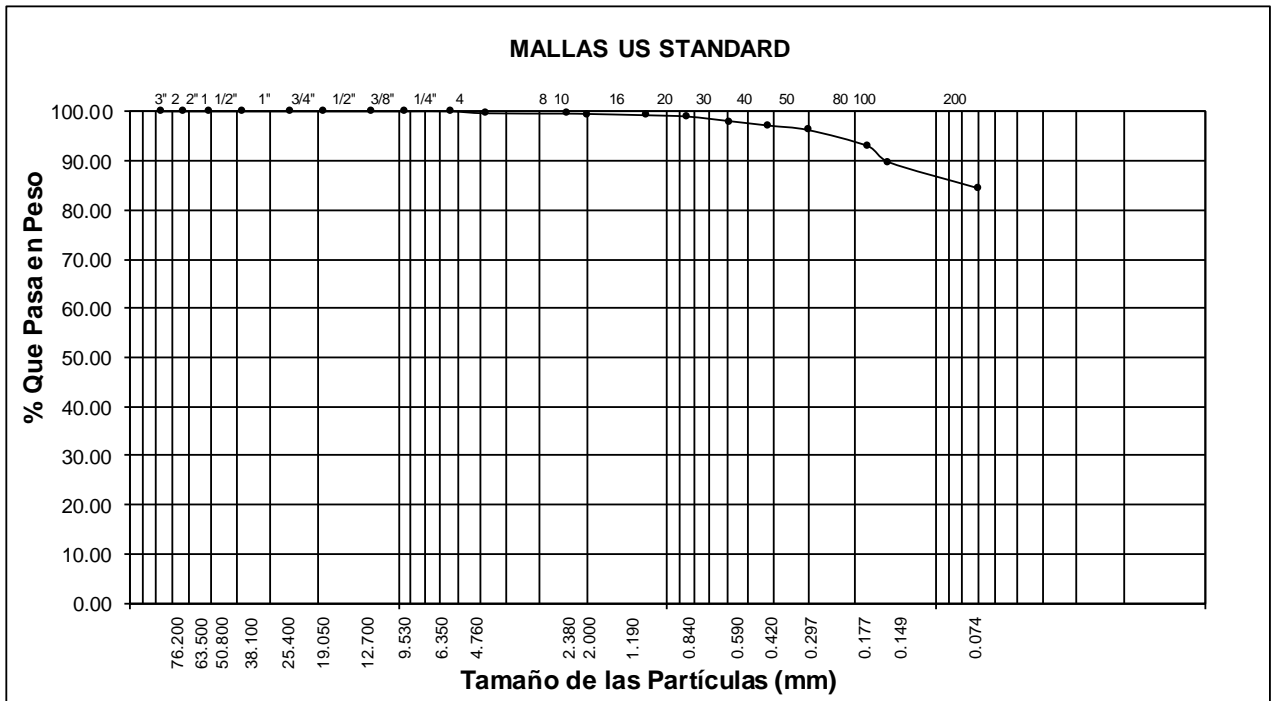
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C6
	C6-M6
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	400
(1) PESO DEL TARRO	29.95
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	35.69
(3) PESO TARRO SECO + SAL	29.96
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.73
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.18%

➤ Granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C6				MUESTRA Nº C6-M6			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00	L.L. : 16.95	
3/4"	19.05	---	---	---	100.00	L.P. : 10.10	CLASIFICACION
1/2"	12.70	246.00	24.60	24.60	75.40	I.P. : 6.85	
3/8"	9.53	199.00	19.90	44.50	55.50	AASHTO : A-2 (4)	
1/4"	6.35	---	---	44.50	55.50		OBSERVACIONES: 0.00 - 0.35
Nº 04	4.76	235.00	23.50	68.00	32.00		
Nº 08	2.38	---	---	68.00	32.00		
Nº 10	2.00	15.23	1.52	69.52	30.48		
Nº 16	1.19	---	---	69.52	30.48		
Nº 20	0.84	5.62	0.56	70.09	29.92		
Nº 30	0.59	---	---	70.09	29.92		
Nº 40	0.42	21.56	2.16	72.24	27.76		
Nº 50	0.30	13.26	1.33	73.57	26.43		
Nº 80	0.18	---	---	73.57	26.43		
Nº 100	0.15	5.62	0.56	74.13	25.87		
Nº 200	0.07	10.70	1.07	75.20	24.80		
<Nº 200		248.01	24.80	100.00	0.00		
Peso Inicial		1000.00					

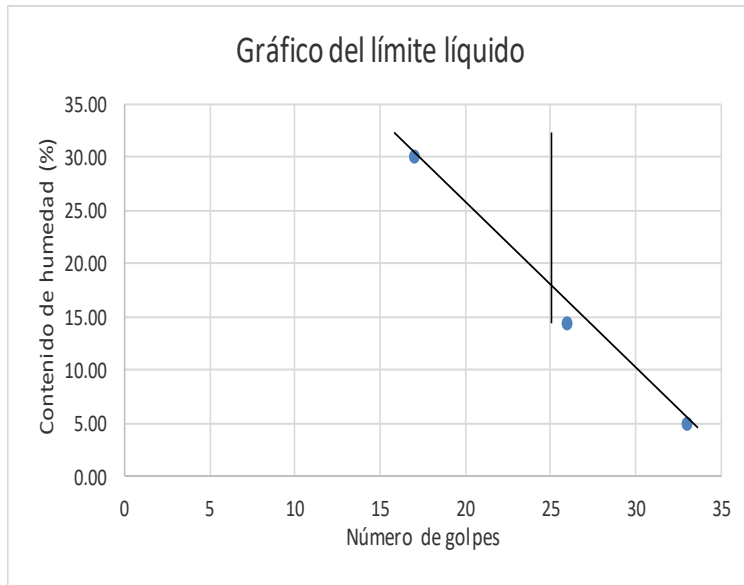


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C6				MUESTRA Nº C6-M6			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00	L.L. : 37.62	
3/4"	19.05	---	---	---	100.00	L.P. : 19.60	
1/2"	12.70	---	---	---	100.00	I.P. : 18.02	
3/8"	9.53	---	---	---	100.00	CLASIFICACION	
1/4"	6.35	---	---	---	100.00	AASHTO : A - 6 (11)	
Nº 04	4.76	0.75	0.38	0.38	99.63		OBSERVACIONES: 0.35 -1.50
Nº 08	2.38	---	---	0.38	99.63		
Nº 10	2.00	0.25	0.13	0.50	99.50		
Nº 16	1.19	---	---	0.50	99.50		
Nº 20	0.84	1.09	0.55	1.05	98.96		
Nº 30	0.59	---	---	1.05	98.96		
Nº 40	0.42	3.64	1.82	2.87	97.14		
Nº 50	0.30	1.79	0.90	3.76	96.24		
Nº 80	0.18	---	---	3.76	96.24		
Nº 100	0.15	13.02	6.51	10.27	89.73		
Nº 200	0.07	10.44	5.22	15.49	84.51		
<Nº 200		169.02	84.51	100.00	0.00		
Peso Inicial		200.00					



➤ Límites de Atterberg

CALICATA N°	CALICATA C6			---		
MUESTRA N°	MUESTRA C6-M6			---		
PROFUNDIDAD	0.00 - 0.35			---		
Número de golpes	17	26	33	---	---	---
1. Recipiente N°	411	445	406	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	51.02	47.93	52.01	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	48.26	46.96	51.33	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	39.07	40.17	37.51	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	2.76	0.97	0.68	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	9.19	6.79	13.82	---	---	---
7. Humedad (%)	30.03	14.33	4.92	---	---	---
LIMITE PLASTICO						
CALICATA N°	CALICATA C6			---		
MUESTRA N°	MUESTRA C6-M6			---		
1. Recipiente N°	427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	49.45	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	48.55	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	0.90	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	8.86	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	10.10	---	---	---	---	---

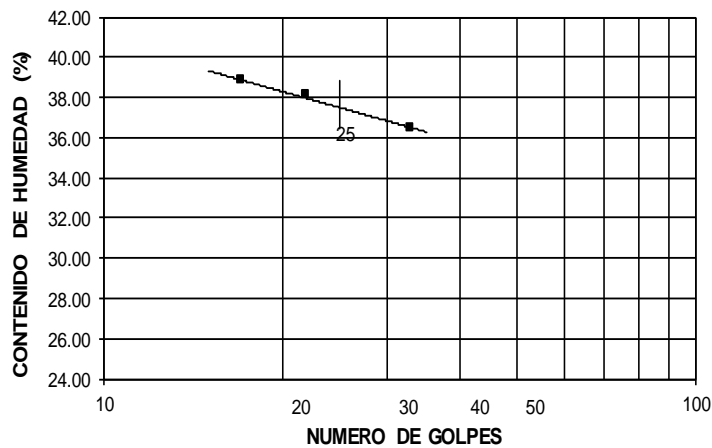


MUESTRA	
L.L.	16.95
L.P.	10.10
I.P.	6.85

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	GM-GC	A - 2 - 4

CALICATA N°		CALICATA C6			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C6-M6			---		
PROFUNDIDAD		0.35 -1.50			---		
Número de golpes		33	22	17	---	---	---
1. Recipiente N°		435	410	431	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	56.31	55.80	59.48	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	51.14	50.63	53.43	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	37.16	36.42	38.29	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	5.17	5.17	6.05	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	13.98	14.21	15.14	---	---	---
7. Humedad	(%)	36.98	36.37	39.96	---	---	---
LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C6			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C6-M6			---		
1. Recipiente N°		434	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	50.37	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	48.59	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.51	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.78	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.08	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	19.60	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



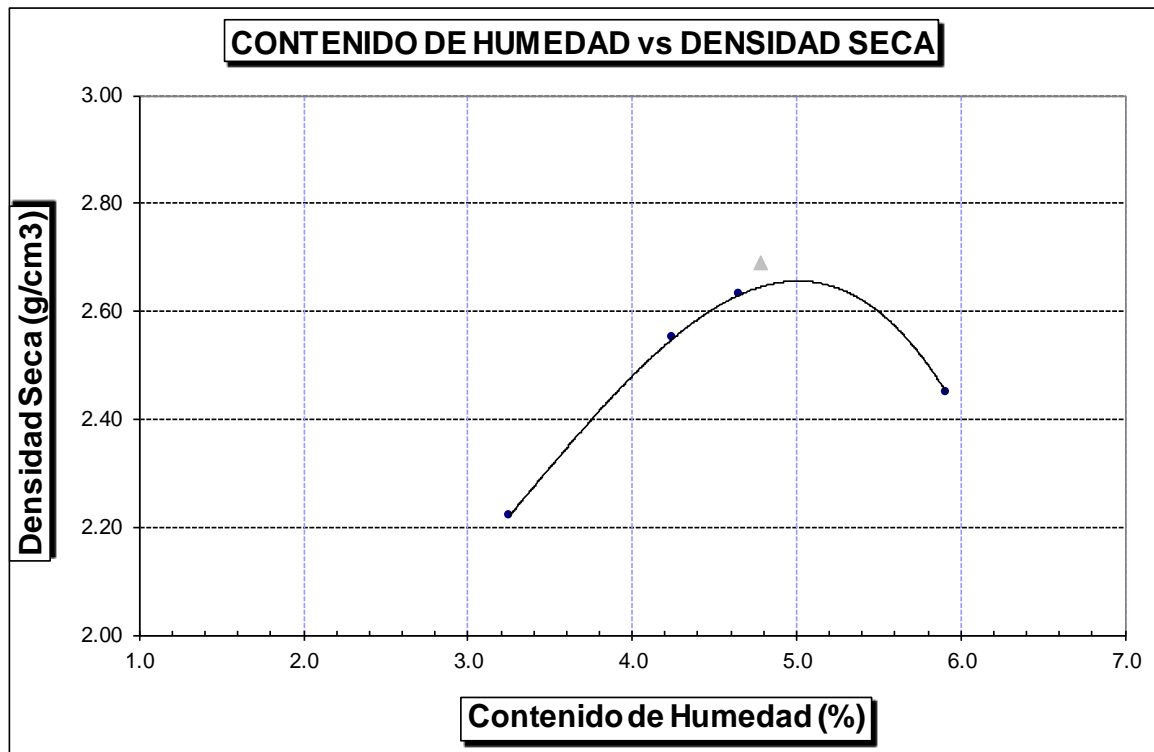
MUESTRA		
L.L.	37.62	
L.P.	19.60	
I.P.	18.02	

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	CL	A - 6 (11)

➤ Próctor Modificado

PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D				
MOLDE N°	:			
VOLUMEN	:	2050	cm ³	-- pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D		
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	7445	8203	8388
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4695	5453	5638
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.290	2.660	2.750
- Recipiente N°		518	444	439
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	59.83	59.24	61.63
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	58.69	57.74	59.84
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37
- Peso de Agua	(g)	1.14	1.50	1.79
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.11	35.28	38.47
- Contenido de agua	(%)	3.25	4.25	4.65
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.22	2.55	2.63

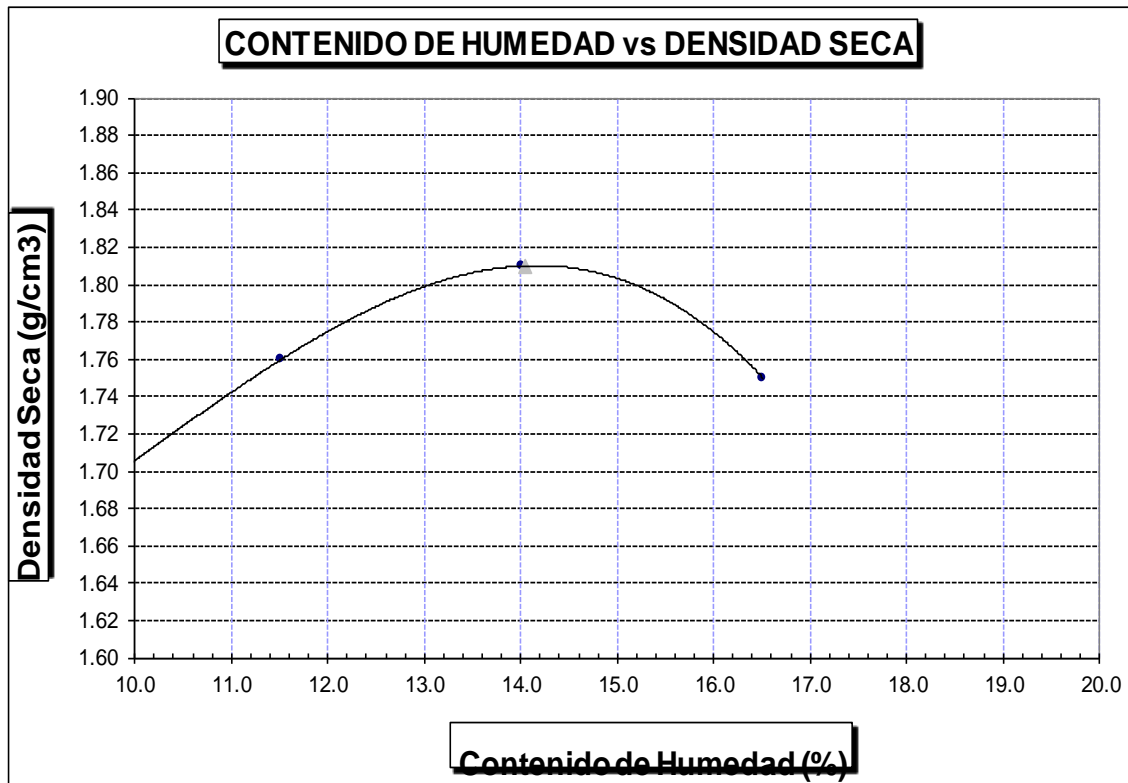
Máxima Densidad Seca	:	2.69	gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad	:	4.78	%



PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D

MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	6863	7150	7355	7314
- Peso de Molde	(g)	3132	3132	3132	3132
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3731	4018	4223	4182
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.820	1.960	2.060	2.040
- Recipiente N°		375	322	315	385
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	65.06	62.96	65.72	68.08
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	61.76	58.96	60.43	61.71
- Tara	(g)	25.15	24.23	22.69	23.12
- Peso de Agua	(g)	3.30	4.00	5.29	6.37
- Peso de Suelo Seco	(g)	36.61	34.73	37.74	38.59
- Contenido de agua	(%)	9.01	11.52	14.02	16.51
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.67	1.76	1.81	1.75

Máxima Densidad Seca	:	1.81	gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad:		14.05	%

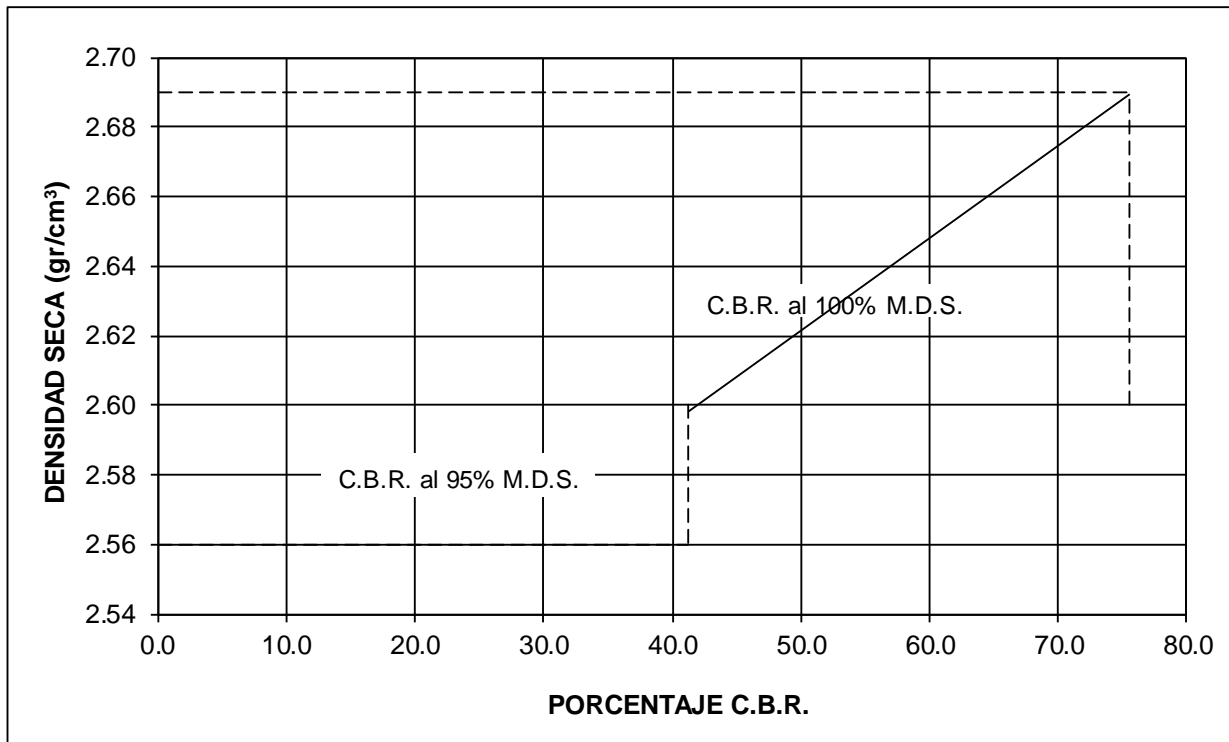
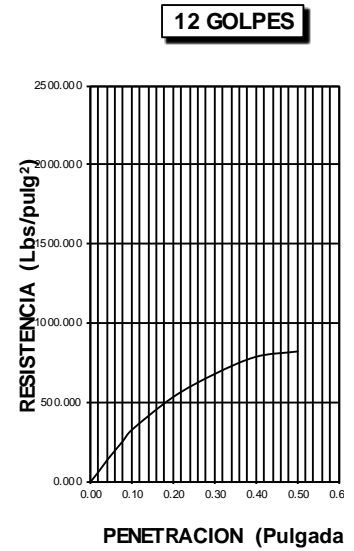
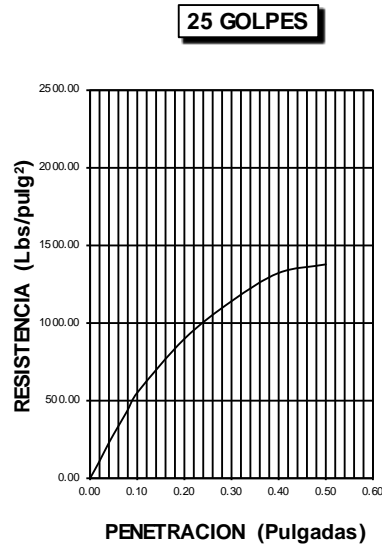
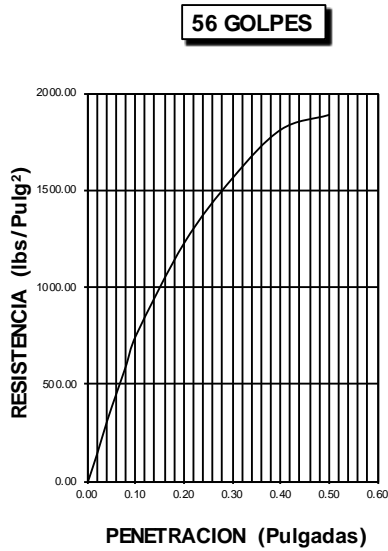


➤ CBR

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°		15				5B				21			
N° DE GOLPES POR CAPA		56				25				12			
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)		12.091		12.179		12.293		12.323		12.313		12.396	
PESO DEL MOLDE (g)		6.050		6.050		6.250		6.250		6.218		6.218	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)		6041		6129		6043		6073		6095		6178	
VOLUMEN DEL SUELO (g)		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.82		2.86		2.82		2.83		2.84		2.88	
CAPSULA N°		275		297		326		354		368		398	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)		59.57		67.42		62.49		64.81		63.72		70.89	
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)		57.89		65.05		60.23		61.86		60.43		66.80	
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)		1.68		2.37		2.26		2.95		3.29		4.09	
PESO DE CAPSULA (g)		22.76		24.94		24.98		21.59		21.99		24.26	
PESO DE SUELO SECO (g)		35.13		40.11		35.25		40.27		38.44		42.54	
HUMEDAD (%)		4.78%		5.91%		6.41%		7.33%		8.56%		9.61%	
DENSIDAD SECA		2.69		2.70		2.65		2.64		2.62		2.63	
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
08-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
09-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.246	0.246	0.212	0.357	0.357	0.307	0.472	0.472	0.406		
10-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.287	0.287	0.247	0.389	0.389	0.334	0.482	0.482	0.414		
11-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.316	0.316	0.272	0.438	0.438	0.377	0.562	0.562	0.483		
12-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.347	0.347	0.298	0.479	0.479	0.412	0.602	0.602	0.518		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		38.70	453	151.00		28.20	330	110.00		16.70	195	65.00	
0.040		80.80	945	315.00		58.50	684	228.00		34.90	408	136.00	
0.060		118.20	1383	461.00		85.60	1002	334.00		51.00	597	199.00	
0.080		155.10	1815	605.00		112.30	1314	438.00		67.20	786	262.00	
0.100	1000	193.80	2267	755.80	75.58	140.50	1644	548.00	54.80	83.80	981	327.00	32.70
0.200	1500	315.90	3696	1232.00		229.00	2679	893.00		136.70	1599	533.00	
0.300		401.30	4695	1565.00		290.80	3402	1134.00		173.60	2031	677.00	
0.400		465.10	5442	1814.00		337.20	3945	1315.00		201.30	2355	785.00	
0.500		484.60	5670	1890.00		351.30	4110	1370.00		209.70	2454	818.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	2.69
Humedad Óptima (%)	4.78

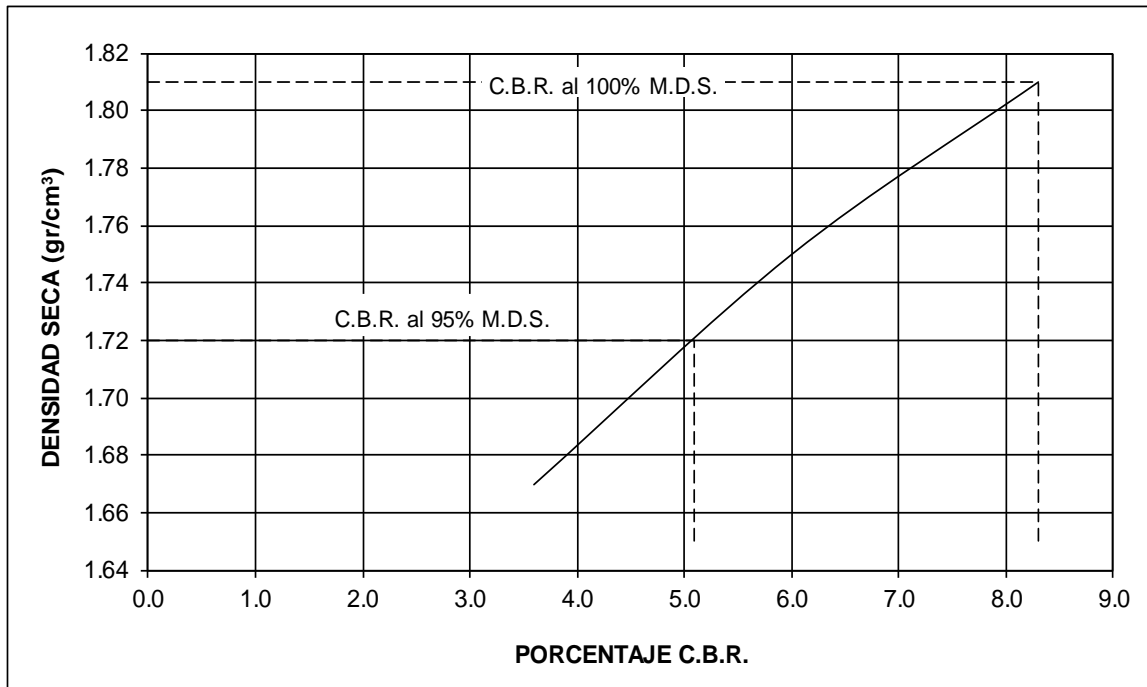
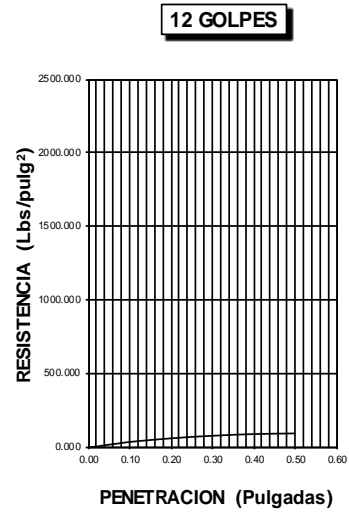
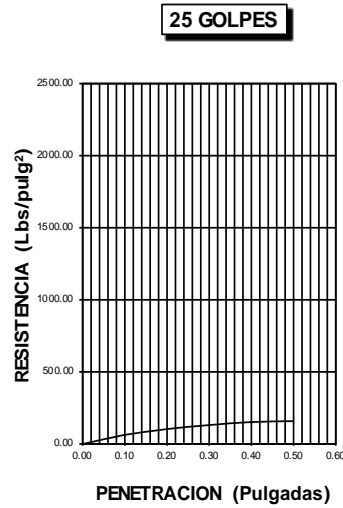
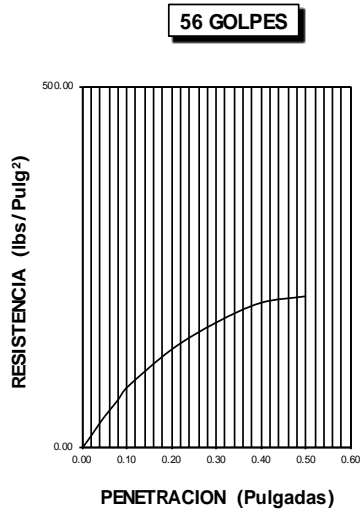
DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	75.58
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	41.25



ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°			20				35				46		
N° DE GOLPES POR CAPA			56				25				12		
CONDICION DE MUESTRA			SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)			10,392		10,469		10,461		10,562		10,222		10,419
PESO DEL MOLDE (g)			5,969		5,969		6,169		6,169		6,137		6,137
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)			4423		4500		4292		4393		4085		4282
VOLUMEN DEL SUELO (g)			2,143		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)			2.06		2.10		2.00		2.05		1.91		2.00
CAPSULA N°			175		197		226		254		268		298
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)			51.58		61.75		60.58		57.88		43.27		69.54
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)			47.51		56.29		55.57		52.16		40.13		61.68
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)			4.07		5.46		5.01		5.72		3.14		7.86
PESO DE CAPSULA (g)			18.56		20.74		20.93		17.49		17.87		20.16
PESO DE SUELO SECO (g)			28.95		35.55		34.64		34.67		22.26		41.52
HUMEDAD (%)			14.06%		15.36%		14.46%		16.50%		14.11%		18.93%
DENSIDAD SECA			1.81		1.82		1.75		1.76		1.67		1.68
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
08-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
09-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.098	0.098	0.084	0.337	0.337	0.290	0.547	0.547	0.470		
10-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.180	0.180	0.155	0.433	0.433	0.372	0.655	0.655	0.563		
11-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.304	0.304	0.261	0.547	0.547	0.470	0.750	0.750	0.645		
12-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.436	0.436	0.375	0.662	0.662	0.569	0.849	0.849	0.730		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 20				MOLDE N° 35				MOLDE N° 46			
		CARGA Lectura	CORECCION lbs	CORECCION lbs/pulg ²	CORECCION %	CARGA Lectura	CORECCION lbs	CORECCION lbs/pulg ²	CORECCION %	CARGA Lectura	CORECCION lbs	CORECCION lbs/pulg ²	CORECCION %
0.020		4.40	51	17.00		3.10	36	12.00		1.80	21	7.00	
0.040		9.00	105	35.00		6.40	75	25.00		3.80	45	15.00	
0.060		13.10	153	51.00		9.50	111	37.00		5.60	66	22.00	
0.080		16.90	198	66.00		12.30	144	48.00		7.40	87	29.00	
0.100	1000	21.30	249	83.00	8.30	15.40	180	60.00	6.00	9.20	108	36.00	3.60
0.200	1500	34.60	405	135.00		25.10	294	98.00		15.10	177	59.00	
0.300		44.10	516	172.00		31.80	372	124.00		19.20	225	75.00	
0.400		51.00	597	199.00		36.90	432	144.00		22.10	258	86.00	
0.500		53.30	624	208.00		38.50	450	150.00		23.10	270	90.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm ³)	1.81
Humedad Óptima (%)	14.05

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	8.30
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	5.10



3.7. CALICATA N°7

Esta calicata se realizó al lado derecho de la vía. Sus coordenadas son 637963.00 m - 9265442.00 m



PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	REPRESENTACIÓN	
-0.05	Carpeta asfáltica	MAT. EXISTENTE	
-0.20	Base		
-0.35	Sub-base		
-1.50	Clasificación Aashto: A-6 (9) Arcillas inorgánicas con mediana plasticidad. LL= 32.55 LP=19.77 IP=12.78 %Humedad= 12.44% %Sales= 0.17% MDS= 1.82 gr/cm3 OCH=13.61 % CBR 95%=5.60 %	M-1	

➤ Contenido de humedad

<u>HUMEDAD NATURAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C7
	C7-M7
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	409
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	124.26
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	119.49
3.- PESO DEL AGUA	4.77
4.- PESO RECIPIENTE	38.18
5.- PESO SUELO SECO	81.31
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.87%

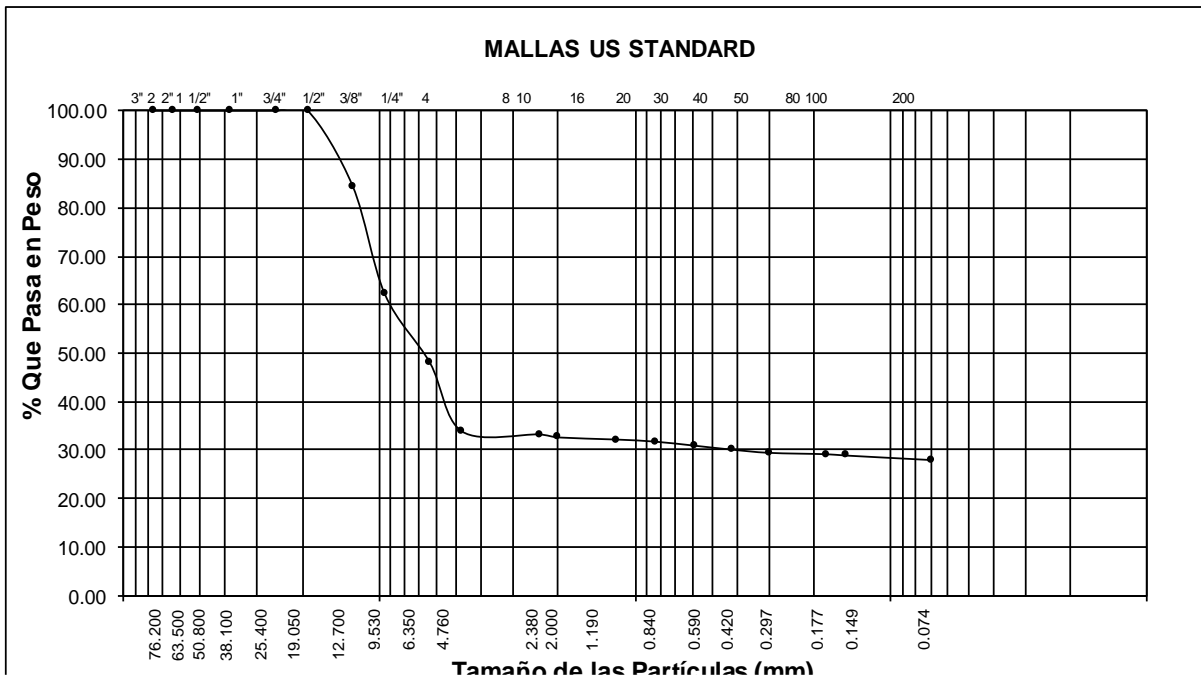
<u>DETERMINACION DE LA SAL</u>	
CALICATA-MUESTRA	C7
	C7-M7
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	287
(1) PESO DEL TARRO	23.14
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.92
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.15
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.77
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.10%

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C7
	C7-M7
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	274
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	50.46
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	48.15
3.- PESO DEL AGUA	2.31
4.- PESO RECIPIENTE	29.58
5.- PESO SUELO SECO	18.57
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	12.44%

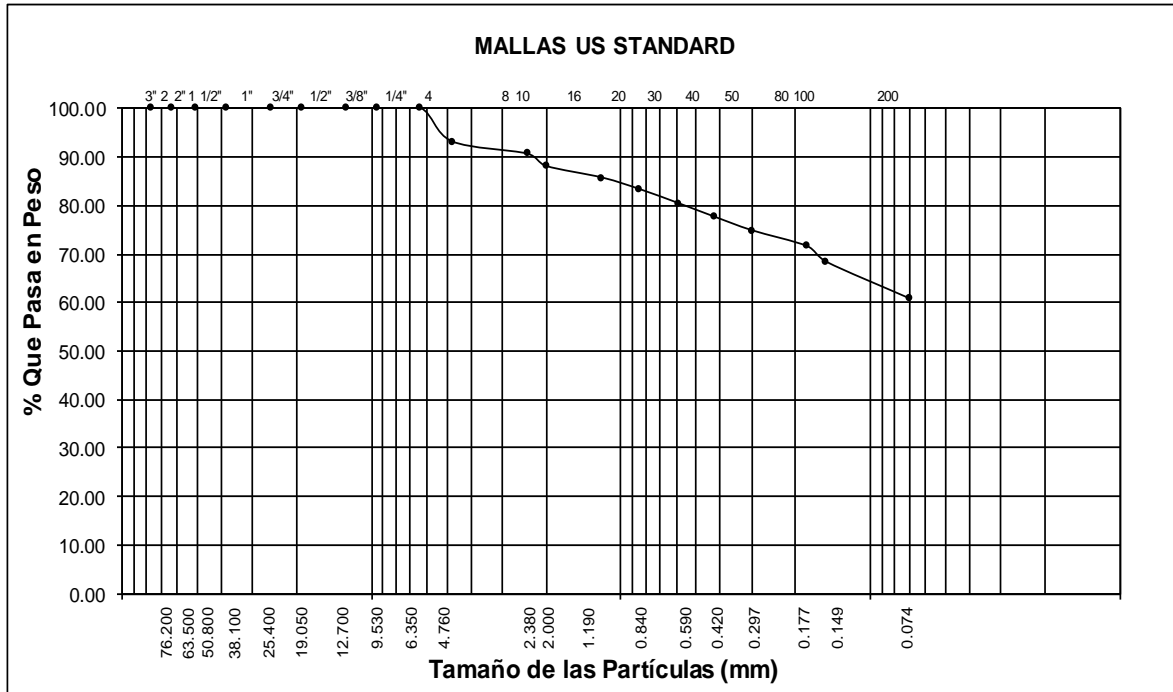
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C7
	C7-M7
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	259
(1) PESO DEL TARRO	29.24
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	35.26
(3) PESO TARRO SECO + SAL	29.25
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	6.01
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.17%

➤ Granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
CALICATA Nº C7				MUESTRA Nº C7-M7		
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Pulg.	mm.					
3"	76.20	---	---	---	100.00	
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00	
2"	50.80	---	---	---	100.00	
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00	
1"	25.40	---	---	---	100.00	L.L. : 17.83
3/4"	19.05	---	---	---	100.00	L.P. : 11.60
1/2"	12.70	156.00	15.60	15.60	84.40	I.P. : 6.23
3/8"	9.53	222.00	22.20	37.80	62.20	CLASIFICACION
1/4"	6.35	---	---	37.80	62.20	AASHTO : A-2 (4)
Nº 04	4.76	283.00	28.30	66.10	33.90	
Nº 08	2.38	---	---	66.10	33.90	
Nº 10	2.00	12.45	1.25	67.35	32.66	
Nº 16	1.19	---	---	67.35	32.66	OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	8.60	0.86	68.21	31.80	
Nº 30	0.59	---	---	68.21	31.80	0.00 - 0.35
Nº 40	0.42	16.56	1.66	69.86	30.14	
Nº 50	0.30	6.58	0.66	70.52	29.48	
Nº 80	0.18	---	---	70.52	29.48	
Nº 100	0.15	5.62	0.56	71.08	28.92	
Nº 200	0.07	9.22	0.92	72.00	28.00	
<Nº 200		279.97	28.00	100.00	0.00	
Peso Inicial		1000.00				



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
CALICATA Nº C7				MUESTRA Nº C7-M7		
Abertura Malla	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.	Retenido	Parcial	Acumulado		
3"	76.20	---	---	---	100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA L.L. : 32.55 L.P. : 19.77 I.P. : 12.78
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00	
2"	50.80	---	---	---	100.00	
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00	
1"	25.40	---	---	---	100.00	
3/4"	19.05	---	---	---	100.00	
1/2"	12.70	---	---	---	100.00	
3/8"	9.53	---	---	---	100.00	
1/4"	6.35	---	---	---	100.00	
Nº 04	4.76	13.69	6.85	6.85	93.16	CLASIFICACION AASHTO : A - 6 (9)
Nº 08	2.38	---	---	6.85	93.16	
Nº 10	2.00	10.11	5.06	11.90	88.10	
Nº 16	1.19	---	---	11.90	88.10	
Nº 20	0.84	9.62	4.81	16.71	83.29	
Nº 30	0.59	---	---	16.71	83.29	
Nº 40	0.42	11.41	5.71	22.42	77.59	
Nº 50	0.30	5.45	2.73	25.14	74.86	
Nº 80	0.18	---	---	25.14	74.86	
Nº 100	0.15	13.12	6.56	31.70	68.30	
Nº 200	0.07	14.96	7.48	39.18	60.82	OBSERVACIONES: 0.35 -1.50
<Nº 200		121.64	60.82	100.00	0.00	
Peso Inicial	200.00					

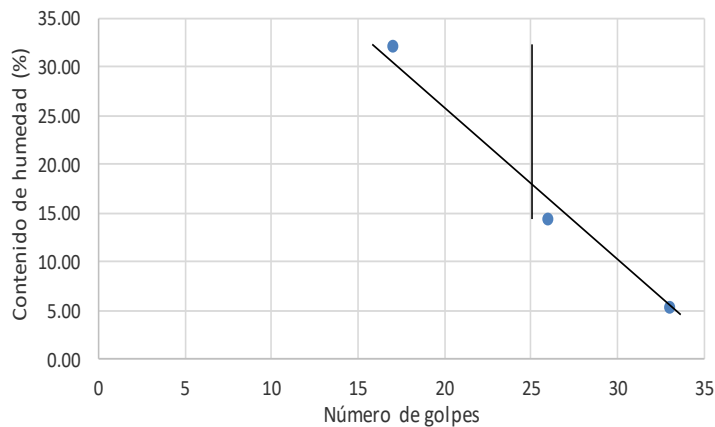


➤ Límites de Atterberg

CALICATA N°		CALICATA C7			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C7-M7			---		
PROFUNDIDAD		0.00 - 0.35			---		
Número de golpes		17	26	33	---	---	---
1. Recipiente N°		411	445	406	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	51.22	47.93	52.06	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	48.26	46.96	51.33	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.07	40.17	37.51	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	2.96	0.97	0.73	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.19	6.79	13.82	---	---	---
7. Humedad	(%)	32.21	14.33	5.25	---	---	---

LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C7			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C7-M7			---		
1. Recipiente N°		427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	50.71	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	49.56	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.15	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.87	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	11.60	---	---	---	---	---

Gráfico del límite líquido



MUESTRA		
L.L.	17.83	
L.P.	11.60	
I.P.	6.23	

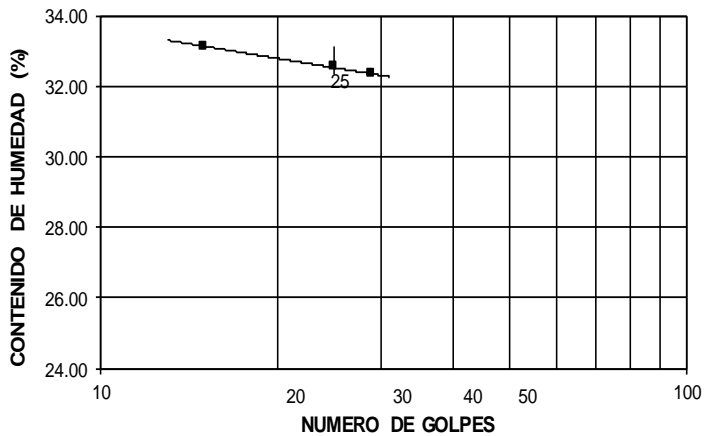
CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	GM-GC	A - 2 - 4

CALICATA N°		CALICATA C7			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C7-M7			---		
PROFUNDIDAD		0.35 -1.50			---		
Número de golpes		29	25	15	---	---	---
1. Recipiente N°		330	334	339	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	33.38	35.70	33.81	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	29.65	31.38	30.04	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	18.07	18.17	18.66	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	3.73	4.32	3.77	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	11.58	13.21	11.38	---	---	---
7. Humedad	(%)	32.21	32.70	33.08	---	---	---

LIMITE PLASTICO

CALICATA N°		CALICATA C7			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C7-M7			---		
1. Recipiente N°		323	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	40.00	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	36.35	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	17.89	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	3.65	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	18.46	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	19.77	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



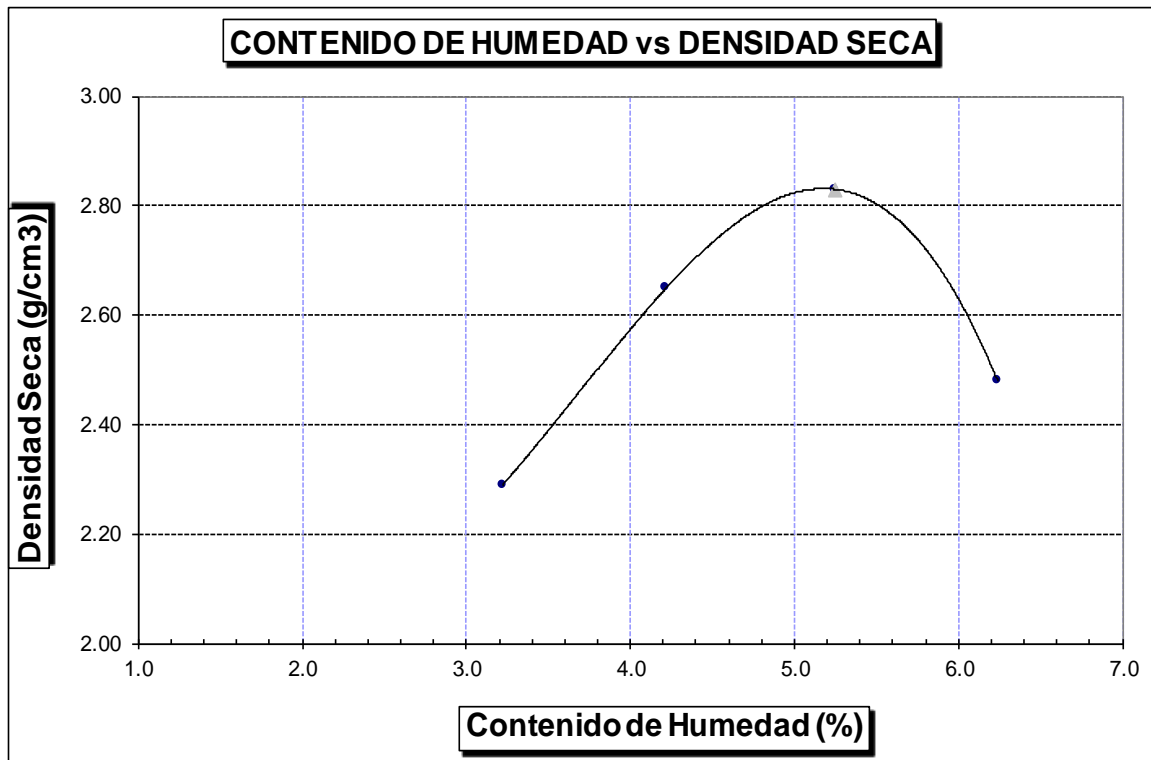
MUESTRA	
L.L.	32.55
L.P.	19.77
I.P.	12.78

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	CL	A - 6 (11)

➤ Próctor Modificado

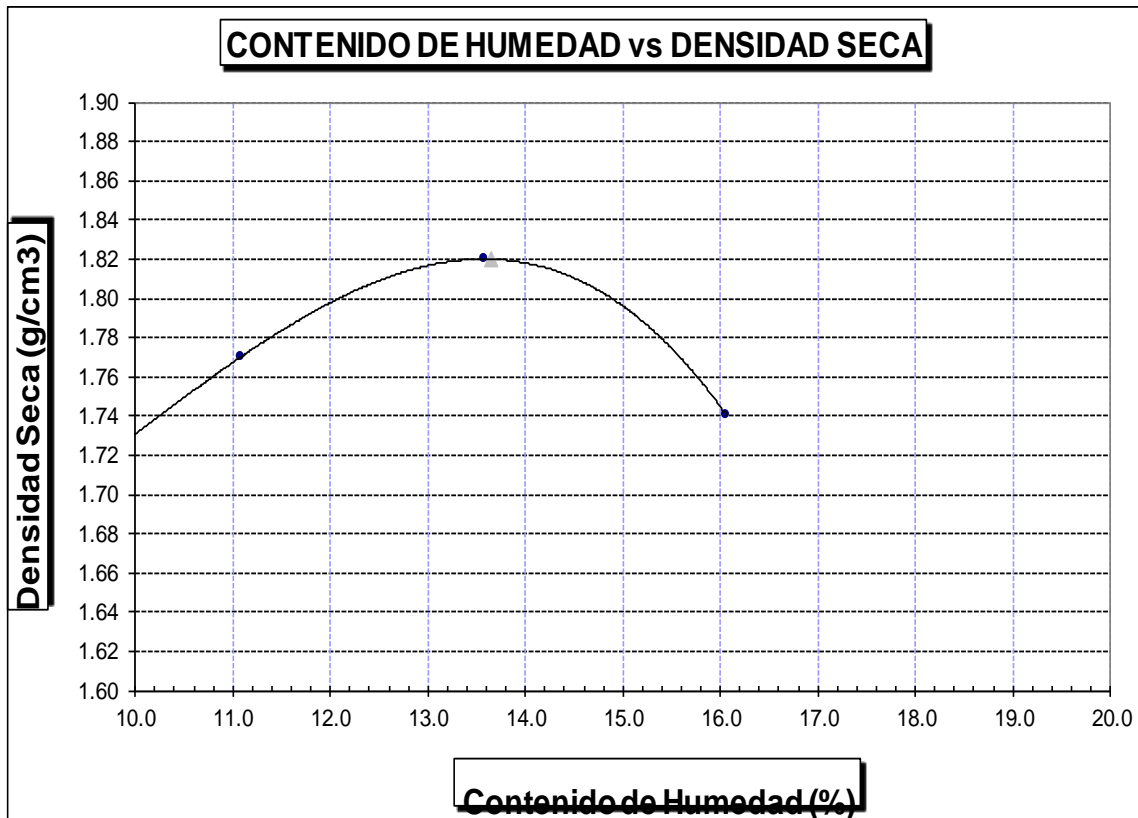
PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	7588	8408	8859	8142
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4838	5658	6109	5392
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.360	2.760	2.980	2.630
- Recipiente N°		518	444	439	502
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	59.82	59.23	61.86	67.16
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	58.69	57.74	59.84	64.69
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37	25.11
- Peso de Agua	(g)	1.13	1.49	2.02	2.47
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.11	35.28	38.47	39.58
- Contenido de agua	(%)	3.22	4.22	5.25	6.24
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.29	2.65	2.83	2.48

Máxima Densidad Seca	:	2.83	gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad:		5.25	%



PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050 cm ³	--	pie ³	
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	6791	7099	7304	7201
- Peso de Molde	(g)	3060	3060	3060	3060
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3731	4039	4244	4141
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.820	1.970	2.070	2.020
- Recipiente N°		375	322	315	385
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	65.28	62.67	68.37	69.29
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	61.84	58.43	62.76	62.52
- Tara	(g)	21.69	20.16	21.48	20.39
- Peso de Agua	(g)	3.44	4.24	5.61	6.77
- Peso de Suelo Seco	(g)	40.15	38.27	41.28	42.13
- Contenido de agua	(%)	8.57	11.08	13.59	16.07
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.68	1.77	1.82	1.74

Máxima Densidad Seca	:	1.82 gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad:		13.65 %



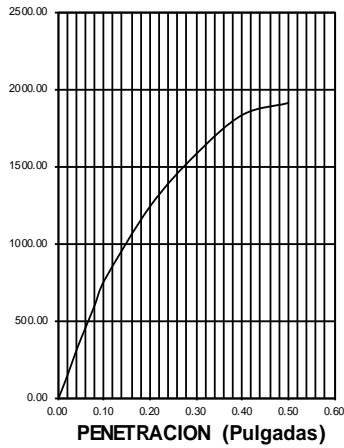
➤ CBR

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°			15				5B				21		
N° DE GOLPES POR CAPA			56				25				12		
CONDICION DE MUESTRA			SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)			12.432		12.179		12.293		12.323		12.315		12.396
PESO DEL MOLDE (g)			6.050		6.050		6.250		6.250		6.218		6.218
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)			6382		6129		6043		6073		6097		6178
VOLUMEN DEL SUELO (g)			2.143		2.143		2.143		2.143		2.143		2.143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)			2.98		2.86		2.82		2.83		2.85		2.88
CAPSULA N°			275		297		326		354		368		398
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)			60.91		68.61		64.52		66.83		63.94		71.66
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)			59.01		66.17		62.14		63.74		60.63		67.50
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)			1.90		2.44		2.38		3.09		3.31		4.16
PESO DE CAPSULA (g)			22.76		24.94		24.98		21.59		21.99		24.26
PESO DE SUELO SECO (g)			36.25		41.23		37.16		42.15		38.64		43.24
HUMEDAD (%)			5.24%		5.92%		6.40%		7.33%		8.57%		9.62%
DENSIDAD SECA			2.83		2.70		2.65		2.64		2.63		2.63
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
12-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
13-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.254	0.254	0.218	0.356	0.356	0.306	0.481	0.481	0.414		
14-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.297	0.297	0.255	0.388	0.388	0.334	0.485	0.485	0.417		
15-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.323	0.323	0.278	0.435	0.435	0.374	0.532	0.532	0.457		
16-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.350	0.350	0.301	0.480	0.480	0.413	0.612	0.612	0.526		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
			Lectura	lbs	lbs/pulg ²		%	Lectura	lbs		lbs/pulg ²	%	Lectura
0.020		39.00	456	152.00		28.20	330	110.00		16.90	198	66.00	
0.040		81.50	954	318.00		59.00	690	230.00		35.40	414	138.00	
0.060		119.20	1395	465.00		86.40	1011	337.00		51.50	603	201.00	
0.080		156.40	1830	610.00		113.30	1326	442.00		67.70	792	264.00	
0.100	1000	195.40	2287	762.20	76.22	141.50	1656	552.00	55.20	84.60	990	330.00	33.00
0.200	1500	318.50	3726	1242.00		230.80	2700	900.00		137.90	1614	538.00	
0.300		404.60	4734	1578.00		293.10	3429	1143.00		175.10	2049	683.00	
0.400		469.00	5487	1829.00		339.70	3975	1325.00		203.10	2376	792.00	
0.500		488.70	5718	1906.00		353.80	4140	1380.00		211.50	2475	825.00	

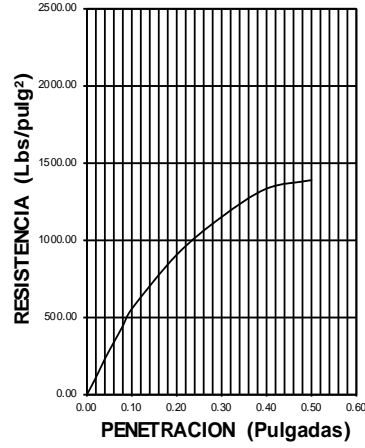
DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	2.83
Humedad Optima (%)	5.25

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	76.22
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	41.60

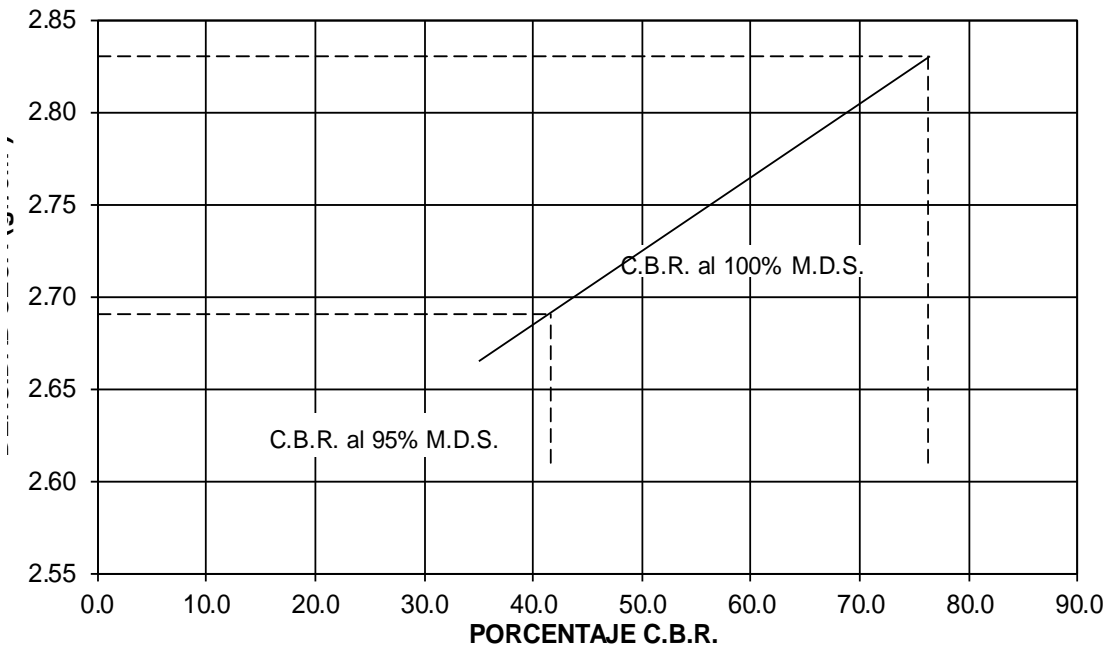
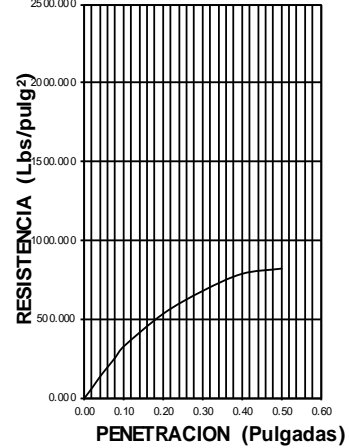
56 GOLPES



25 GOLPES



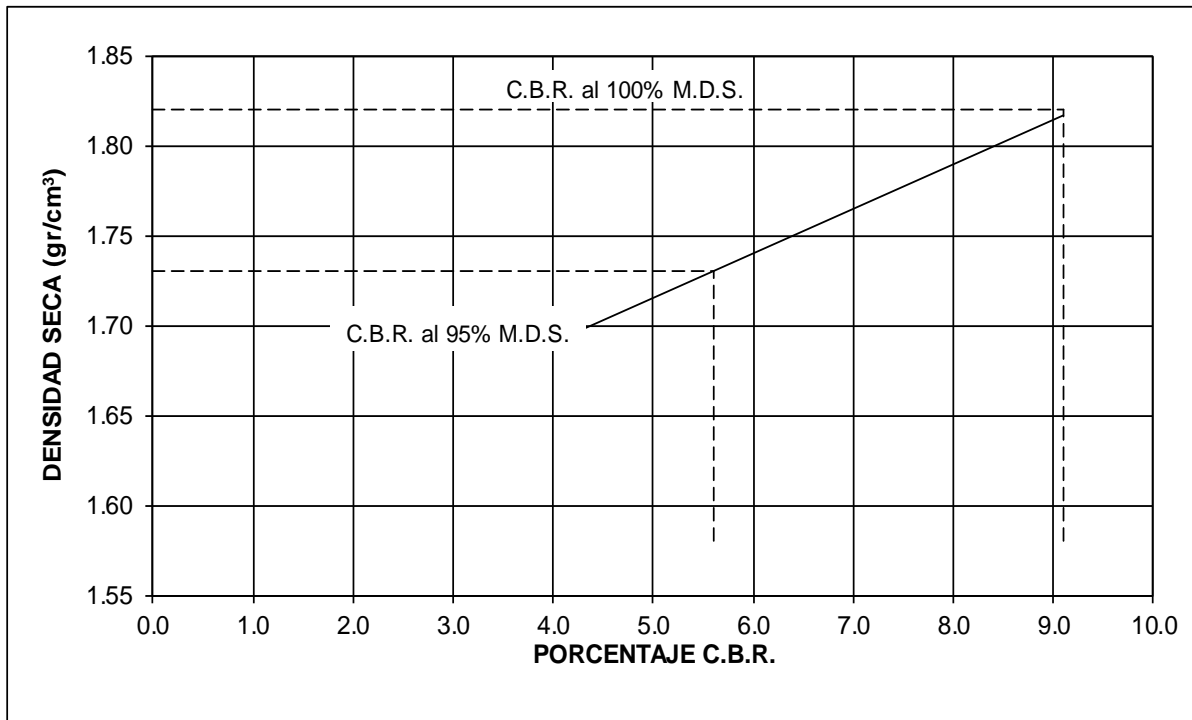
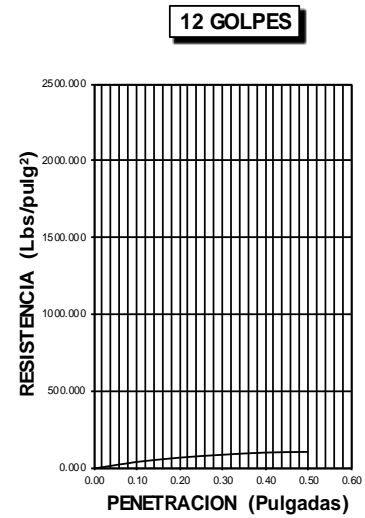
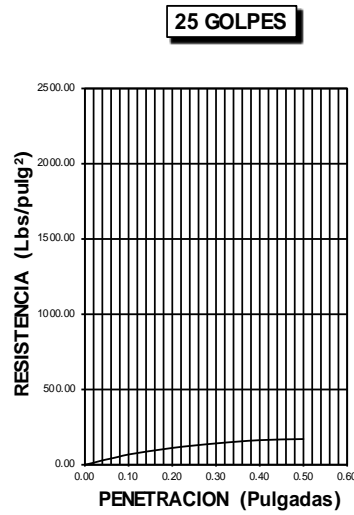
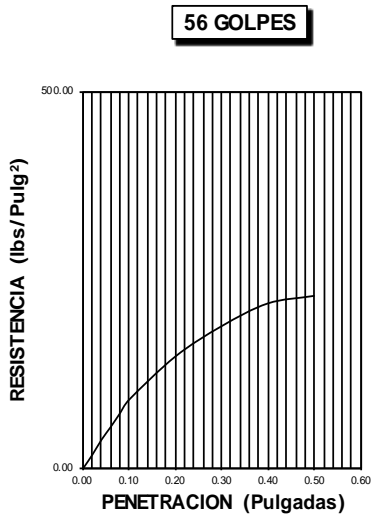
12 GOLPES



ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°	22				37				48				
N° DE GOLPES POR CAPA	56				25				12				
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA		SIN MOJAR	MOJADA		SIN MOJAR	MOJADA		SIN MOJAR	MOJADA		
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	10,593	10,668		10,662	10,763		10,222	10,419		10,222	10,419		
PESO DEL MOLDE (g)	6,161	6,161		6,361	6,361		6,329	6,329		6,329	6,329		
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4432	4507		4301	4402		3893	4090		3893	4090		
VOLUMEN DEL SUELO (g)	2,143	2,143		2,143	2,143		2,143	2,143		2,143	2,143		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.07	2.10		2.01	2.05		1.82	1.91		1.82	1.91		
CAPSULA N°	285	307		336	364		378	408		378	408		
PESO CAPSULA + SUELO HUMED(g)	55.67	65.84		64.65	62.17		47.39	73.69		47.39	73.69		
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	51.41	60.19		59.47	56.06		44.03	65.58		44.03	65.58		
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	4.26	5.65		5.18	6.11		3.36	8.11		3.36	8.11		
PESO DE CAPSULA (g)	20.13	22.31		22.50	19.06		19.44	21.73		19.44	21.73		
PESO DE SUELO SECO (g)	31.28	37.88		36.97	37		24.59	43.85		24.59	43.85		
HUMEDAD (%)	13.62%	14.92%		14.01%	16.51%		13.66%	18.49%		13.66%	18.49%		
DENSIDAD SECA	1.82	1.83		1.76	1.76		1.60	1.61		1.60	1.61		
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
12-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
13-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.071	0.071	0.061	0.310	0.310	0.267	0.520	0.520	0.447		
14-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.153	0.153	0.132	0.132	0.132	0.113	0.628	0.628	0.540		
15-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.277	0.277	0.238	0.238	0.238	0.205	0.723	0.723	0.622		
16-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.409	0.409	0.352	0.352	0.352	0.303	0.822	0.822	0.707		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 22				MOLDE N° 37				MOLDE N° 48			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		4.60	54	18.00		3.30	39	13.00		2.10	24	8.00	
0.040		9.70	114	38.00		7.20	84	28.00		4.10	48	16.00	
0.060		14.10	165	55.00		10.30	120	40.00		6.20	72	24.00	
0.080		18.70	219	73.00		13.60	159	53.00		7.90	93	31.00	
0.100	1000	23.30	273	91.00	9.10	16.90	198	66.00	6.60	10.00	117	39.00	3.90
0.200	1500	37.90	444	148.00		27.70	324	108.00		16.40	192	64.00	
0.300		48.20	564	188.00		35.10	411	137.00		20.80	243	81.00	
0.400		55.90	654	218.00		40.50	474	158.00		24.10	282	94.00	
0.500		58.50	684	228.00		42.30	495	165.00		25.10	294	98.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm ³)	1.82
Humedad Óptima (%)	13.61

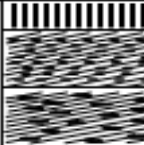

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	9.10
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	5.60



3.8. CALICATA N°8

Esta calicata se realizó al lado izquierdo de la vía. Sus coordenadas son 638450.00 m - 9265359.00 m



PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	REPRESENTACIÓN	
-0.05	Carpeta asfáltica	MAT. EXISTENTE	
-0.20	Base		
-0.35	Sub-base		
-1.50	Clasificación Aashto: A-6 (6) Arcillas inorgánicas con mediana plasticidad. LL= 28.82 LP=16.89 IP=11.93 %Humedad= 21.58% %Sales= 0.20% MDS= 1.80 gr/cm3 OCH=13.24 % CBR 95%=5.40 %	M-1	

➤ Contenido de humedad

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C8
	C8-M8
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	409
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	124.47
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	119.54
3.- PESO DEL AGUA	4.93
4.- PESO RECIPIENTE	38.18
5.- PESO SUELO SECO	81.36
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.05%

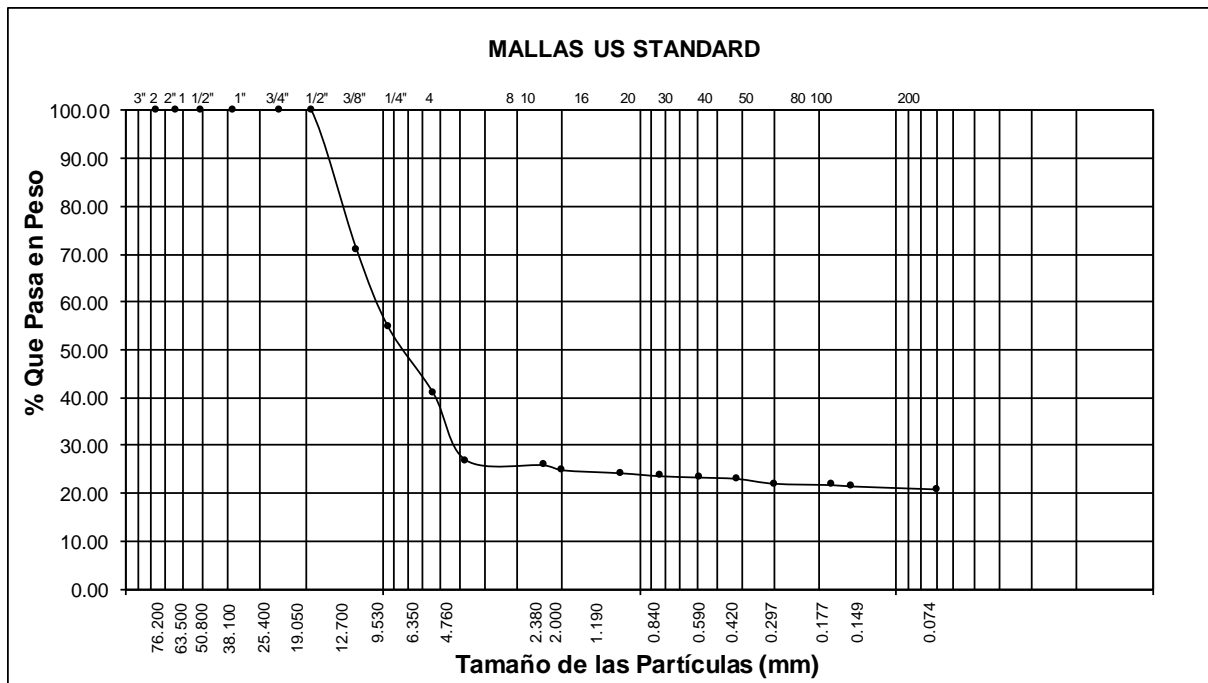
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C8
	C8-M8
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	287
(1) PESO DEL TARRO	23.14
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.94
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.15
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.79
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.11%

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C8
	C8-M8
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	374
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	69.58
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	62.58
3.- PESO DEL AGUA	7.00
4.- PESO RECIPIENTE	30.15
5.- PESO SUELO SECO	32.43
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	21.58%

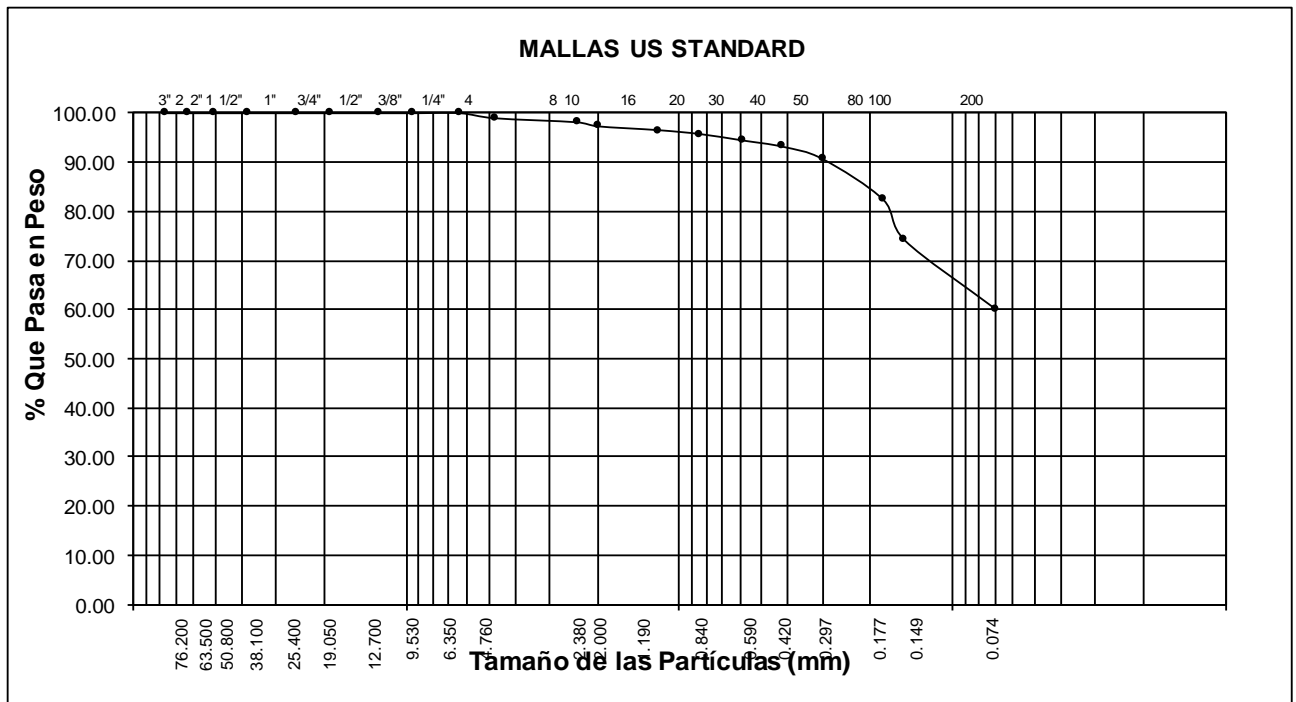
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C8
	C8-M8
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	444
(1) PESO DEL TARRO	15.57
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	20.66
(3) PESO TARRO SECO + SAL	15.58
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.08
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.20%

➤ Granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C8				MUESTRA Nº C8-M8			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00	L.L. : 17.58	
3/4"	19.05	---	---	---	100.00	L.P. : 10.73	CLASIFICACION
1/2"	12.70	289.00	28.90	28.90	71.10	I.P. : 6.85	
3/8"	9.53	164.00	16.40	45.30	54.70		AASHTO : A-2 (4)
1/4"	6.35	---	---	45.30	54.70		OBSERVACIONES:
Nº 04	4.76	277.00	27.70	73.00	27.00		
Nº 08	2.38	---	---	73.00	27.00		
Nº 10	2.00	21.23	2.12	75.12	24.88		
Nº 16	1.19	---	---	75.12	24.88		
Nº 20	0.84	12.23	1.22	76.35	23.65		
Nº 30	0.59	---	---	76.35	23.65	0.00 - 0.35	
Nº 40	0.42	5.64	0.56	76.91	23.09		
Nº 50	0.30	10.10	1.01	77.92	22.08		
Nº 80	0.18	---	---	77.92	22.08		
Nº 100	0.15	5.62	0.56	78.48	21.52		
Nº 200	0.07	6.20	0.62	79.10	20.90		
< Nº 200		208.98	20.90	100.00	0.00		
Peso Inicial		1000.00					

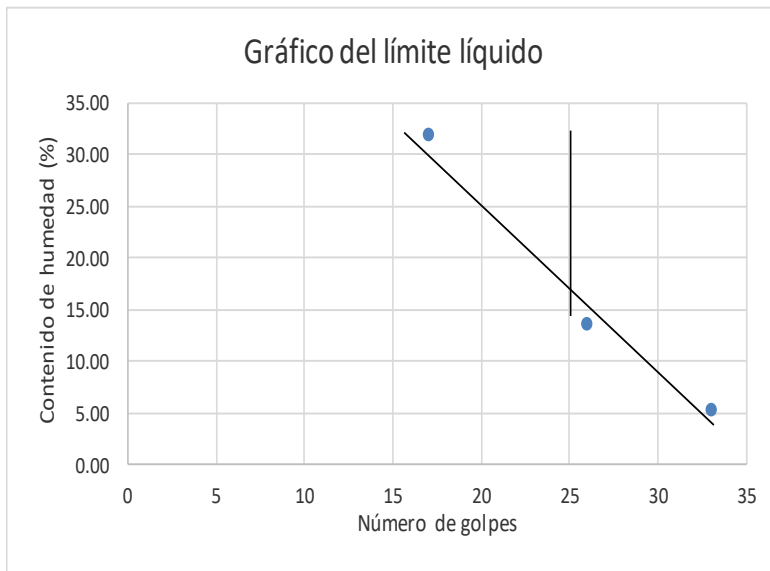


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
CALICATA Nº C8			MUESTRA Nº C8-M8			
Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.					
3"	76.20	---	---	100.00		
2 1/2"	63.50	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.80	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	100.00		
3/4"	19.05	---	---	100.00		
1/2"	12.70	---	---	100.00		L.L. : 28.82
3/8"	9.53	---	---	100.00		L.P. : 16.89
1/4"	6.35	---	---	100.00		I.P. : 11.93
Nº 04	4.76	2.03	1.02	98.99		CLASIFICACION AASHTO : A - 6 (6)
Nº 08	2.38	---	---	98.99		
Nº 10	2.00	3.28	1.64	97.35		
Nº 16	1.19	---	---	97.35		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	3.16	1.58	95.77		0.35 -1.50
Nº 30	0.59	---	---	95.77		
Nº 40	0.42	5.13	2.57	93.20		
Nº 50	0.30	4.99	2.50	90.71		
Nº 80	0.18	---	---	90.71		
Nº 100	0.15	33.08	16.54	74.17		
Nº 200	0.07	27.77	13.89	60.28		
<Nº 200		120.56	60.28	100.00	0.00	
Peso Inicial	200.00					



➤ Límites de Atterberg

CALICATA N°		CALICATA C8			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C8-M8			---		
PROFUNDIDAD		0.00 - 0.35			---		
Número de golpes		17	26	33	---	---	---
1. Recipiente N°		411	445	406	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	51.20	47.89	52.08	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	48.26	46.96	51.33	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.07	40.17	37.51	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	2.94	0.93	0.75	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.19	6.79	13.82	---	---	---
7. Humedad	(%)	31.99	13.68	5.39	---	---	---
LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C8			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C8-M8			---		
1. Recipiente N°		427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	50.73	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	49.66	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.07	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.97	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	10.73	---	---	---	---	---



MUESTRA	
L.L.	17.58
L.P.	10.73
I.P.	6.85

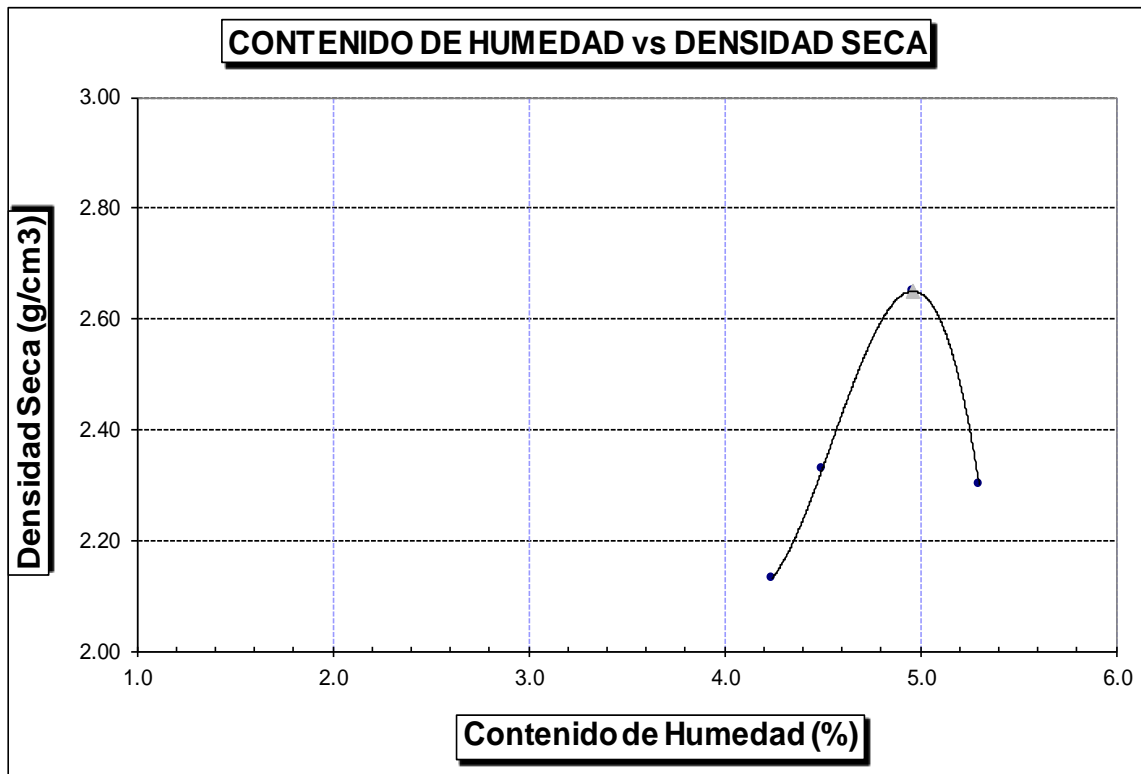
CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	GM-GC	A - 2 - 4

➤ Próctor Modificado

PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D

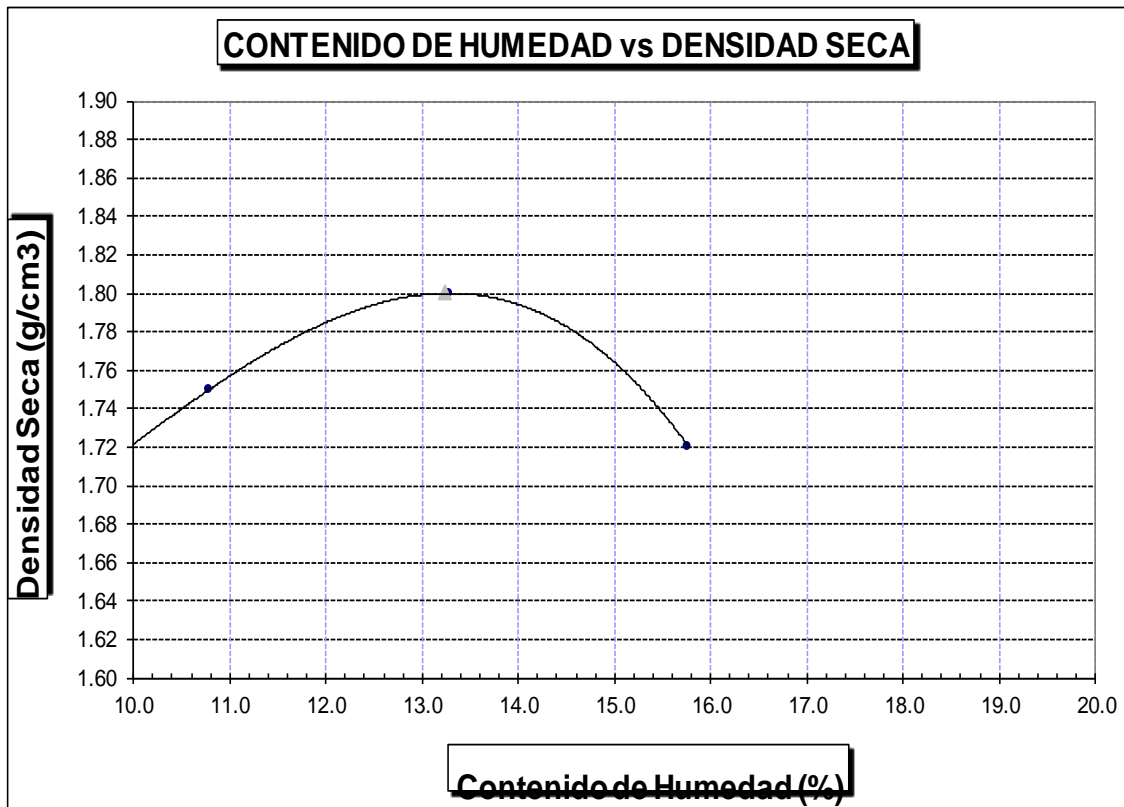
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	7301	7732	8449	7711
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4551	4982	5699	4961
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.220	2.430	2.780	2.420
- Recipiente N°		518	444	439	502
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	60.21	59.36	61.79	66.82
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	58.72	57.77	59.88	64.72
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37	25.11
- Peso de Agua	(g)	1.49	1.59	1.91	2.10
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.14	35.31	38.51	39.61
- Contenido de agua	(%)	4.24	4.50	4.96	5.30
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.13	2.33	2.65	2.30

Máxima Densidad Seca : 2.65 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humeda: 4.96 %



PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	6500	6787	6992	6890
- Peso de Molde	(g)	2810	2810	2810	2810
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3690	3977	4182	4080
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.800	1.940	2.040	1.990
- Recipiente N°		199	201	228	264
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	54.81	54.72	55.93	57.13
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	52.31	51.67	51.77	52.06
- Tara	(g)	22.15	23.39	20.48	19.92
- Peso de Agua	(g)	2.50	3.05	4.16	5.07
- Peso de Suelo Seco	(g)	30.16	28.28	31.29	32.14
- Contenido de agua	(%)	8.29	10.79	13.29	15.77
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.66	1.75	1.80	1.72

Máxima Densidad Seca : **1.80** gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad: **13.24** %



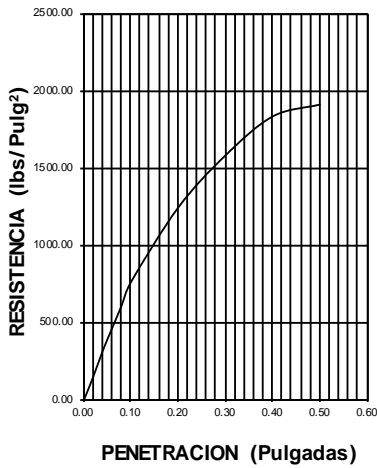
➤ CBR

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°		15				5B				21			
N° DE GOLPES POR CAPA		56				25				12			
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)		12.010		12.087		12.156		12.231		12.128		12.208	
PESO DEL MOLDE (g)		6.050		6.050		6.250		6.250		6.218		6.218	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)		5960		6037		5906		5981		5910		5990	
VOLUMEN DEL SUELO (g)		2.143		2.143		2.143		2.143		2.143		2.143	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.78		2.82		2.76		2.79		2.76		2.80	
CAPSULA N°		275		297		326		354		368		398	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)		60.90		68.94		64.68		67.15		64.17		72.00	
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)		59.09		66.48		62.29		64.04		60.84		67.81	
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)		1.81		2.46		2.39		3.11		3.33		4.19	
PESO DE CAPSULA (g)		22.54		24.94		24.98		21.59		21.99		24.26	
PESO DE SUELO SECO (g)		36.55		41.54		37.31		42.45		38.85		43.55	
HUMEDAD (%)		4.95%		5.92%		6.41%		7.33%		8.57%		9.62%	
DENSIDAD SECA		2.65		2.66		2.59		2.60		2.54		2.55	
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
12-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
13-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.201	0.201	0.173	0.362	0.362	0.311	0.481	0.481	0.414		
14-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.314	0.314	0.270	0.389	0.389	0.334	0.485	0.485	0.417		
15-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.338	0.338	0.291	0.445	0.445	0.383	0.532	0.532	0.457		
16-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.353	0.353	0.304	0.492	0.492	0.423	0.612	0.612	0.526		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		39.00	456	152.00		28.20	330	110.00		16.90	198	66.00	
0.040		81.50	954	318.00		59.00	690	230.00		35.40	414	138.00	
0.060		119.20	1395	465.00		86.40	1011	337.00		51.50	603	201.00	
0.080		156.40	1830	610.00		113.30	1326	442.00		67.70	792	264.00	
0.100	1000	195.40	2287	762.20	76.22	141.50	1656	552.00	55.20	84.60	990	330.00	33.00
0.200	1500	318.50	3726	1242.00		230.80	2700	900.00		137.90	1614	538.00	
0.300		404.60	4734	1578.00		293.10	3429	1143.00		175.10	2049	683.00	
0.400		469.00	5487	1829.00		339.70	3975	1325.00		203.10	2376	792.00	
0.500		488.70	5718	1906.00		353.80	4140	1380.00		211.50	2475	825.00	

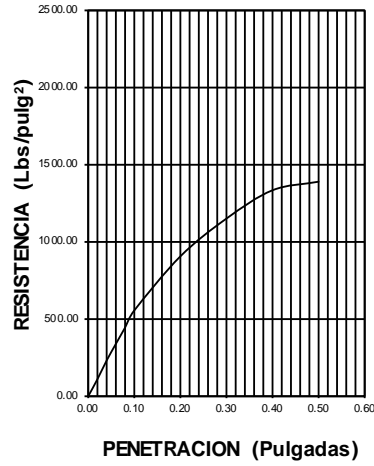
DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	2.65
Humedad Óptima (%)	4.96

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	76.22
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	41.60

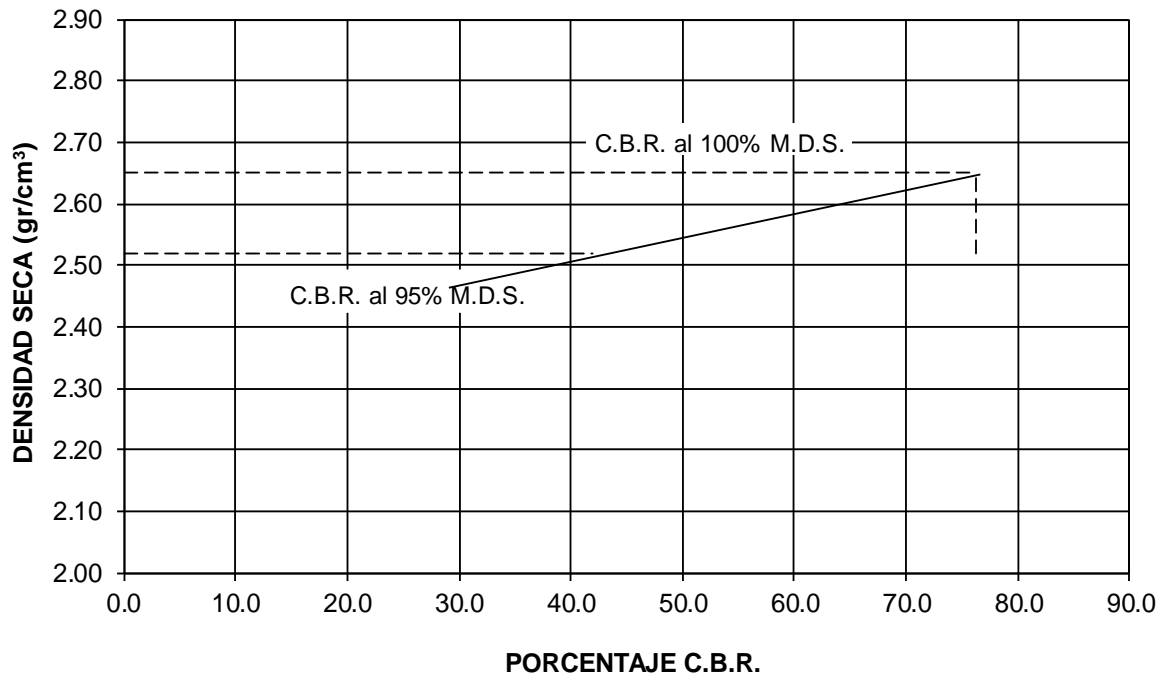
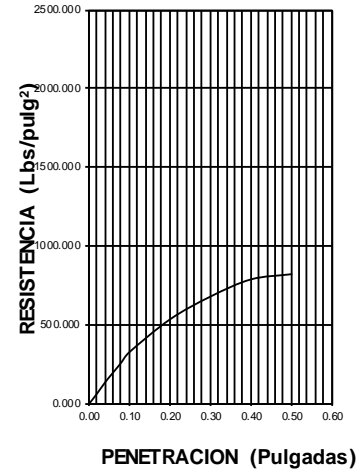
56 GOLPES



25 GOLPES



12 GOLPES



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

C.B.R.

MOLDE N°	17		32		43	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	10,187	10,262	10,257	10,357	10,019	10,216
PESO DEL MOLDE (g)	5,820	5,820	6,020	6,020	5,988	5,988
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4367	4442	4237	4337	4031	4228
VOLUMEN DEL SUELO (g)	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.04	2.07	1.98	2.02	1.88	1.97
CAPSULA N°	285	307	336	364	378	408
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)	52.90	63.03	61.85	59.17	45.49	71.64
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	48.97	57.75	57.03	53.62	42.43	63.98
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	3.93	5.28	4.82	5.55	3.06	7.66
PESO DE CAPSULA (g)	19.29	21.47	21.66	18.22	19.44	21.73
PESO DE SUELO SECO (g)	29.68	36.28	35.37	35.4	22.99	42.25
HUMEDAD (%)	13.24%	14.55%	13.63%	15.68%	13.31%	18.13%
DENSIDAD SECA	1.80	1.81	1.74	1.75	1.66	1.67

EXPANSION

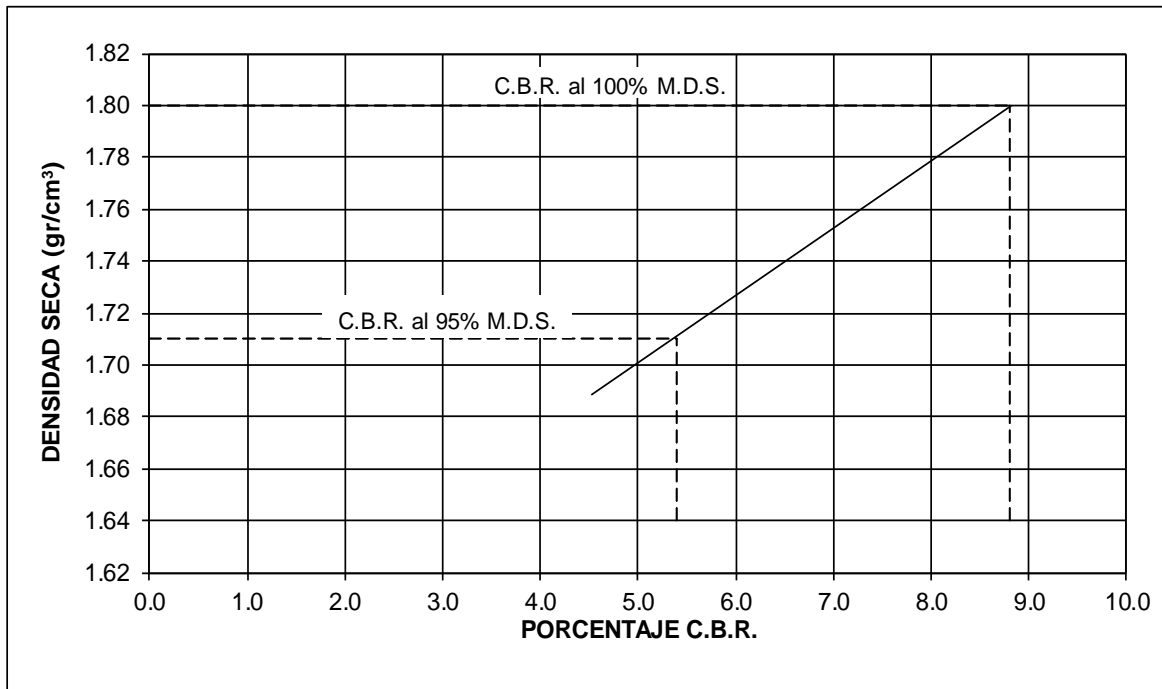
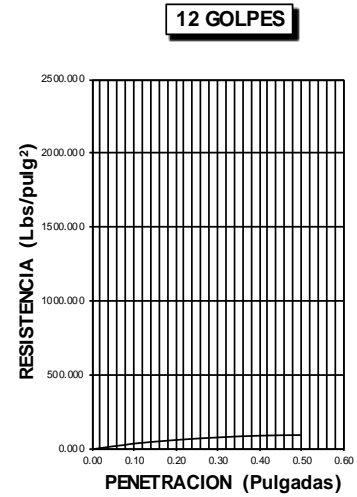
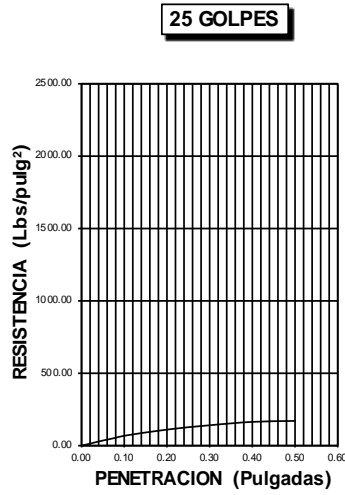
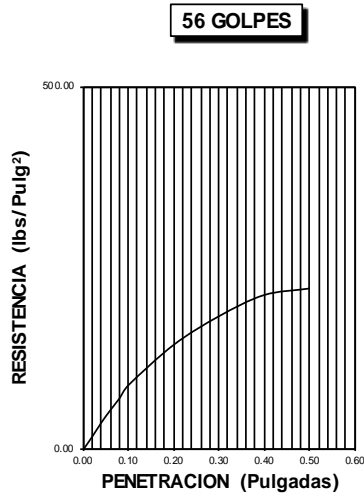
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
12-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		
13-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.009	0.009	0.008	0.248	0.248	0.213	0.458	0.458	0.394
14-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.091	0.091	0.078	0.344	0.344	0.296	0.566	0.566	0.487
15-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.215	0.215	0.185	0.458	0.458	0.394	0.661	0.661	0.568
16-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.347	0.347	0.298	0.573	0.573	0.493	0.760	0.760	0.653

PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 17				MOLDE N° 32				MOLDE N° 43			
		CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION		
			lbs	lbs/pulg ²	%		lbs	lbs/pulg ²	%		lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		4.60	54	18.00		3.30	39	13.00		2.10	24	8.00	
0.040		9.50	111	37.00		6.90	81	27.00		4.10	48	16.00	
0.060		13.80	162	54.00		10.00	117	39.00		5.90	69	23.00	
0.080		17.90	210	70.00		13.10	153	51.00		7.70	90	30.00	
0.100	1000	22.60	264	88.00	8.80	16.40	192	64.00	6.40	9.70	114	38.00	3.80
0.200	1500	36.70	429	143.00		26.70	312	104.00		15.90	186	62.00	
0.300		46.70	546	182.00		33.80	396	132.00		20.30	237	79.00	
0.400		54.10	633	211.00		39.50	462	154.00		23.30	273	91.00	
0.500		56.40	660	220.00		41.00	480	160.00		24.40	285	95.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	1.80
Humedad Óptima (%)	13.24

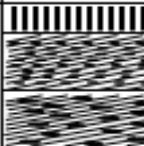

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	8.80
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	5.40



3.9. CALICATA N°9

Esta calicata se realizó al lado derecho de la vía. Sus coordenadas son 638940.00 m - 9265269.00 m



PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	REPRESENTACIÓN	
-0.05	Carpeta asfáltica	MAT. EXISTENTE	
-0.20	Base		
-0.35	Sub-base		
-1.50	Clasificación Aashto: A-4 (4) Arcillas inorgánicas con mediana plasticidad. LL= 26.55 LP=17.72 IP=8.83 %Humedad= 13.00% %Sales= 0.16% MDS= 1.83 gr/cm3 OCH=14.84 % CBR 95%=4.90%	M-1	

➤ Contenido de humedad

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C9
	C9-M9
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	409
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	123.79
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	119.41
3.- PESO DEL AGUA	4.38
4.- PESO RECIPIENTE	38.18
5.- PESO SUELO SECO	81.23
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.39%

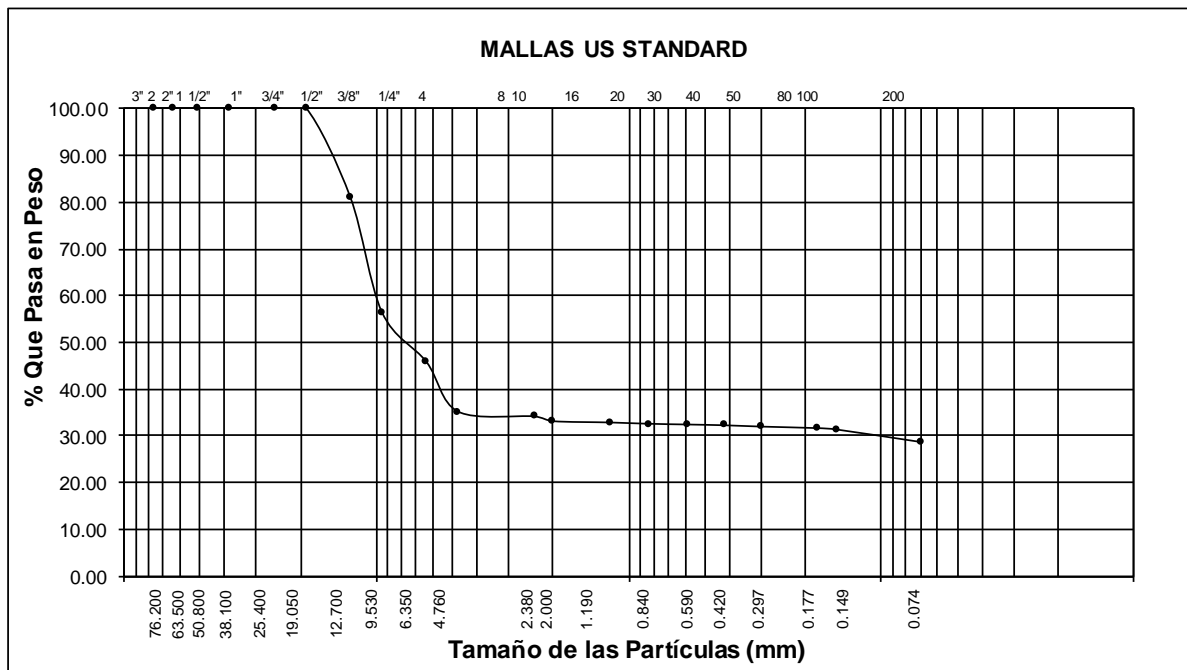
DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C9
	C9-M9
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.35
Nº RECIPIENTE	287
(1) PESO DEL TARRO	23.12
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.91
(3) PESO TARRO SECO + SAL	23.13
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	5.78
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.10%

HUMEDAD NATURAL	
CALICATA-MUESTRA	C9
	C9-M9
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	469
1.- PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	80.15
2.- PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	74.28
3.- PESO DEL AGUA	5.87
4.- PESO RECIPIENTE	29.11
5.- PESO SUELO SECO	45.17
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD	13.00%

DETERMINACION DE LA SAL	
CALICATA-MUESTRA	C9
	C9-M9
PROFUNDIDAD (m)	0.35 -1.50
Nº RECIPIENTE	366
(1) PESO DEL TARRO	22.14
(2) PESO TARRO + AGUA + SAL	28.59
(3) PESO TARRO SECO + SAL	22.15
(4) PESO SAL (3 - 1)	0.01
(5) PESO AGUA (2 - 3)	6.44
(6) PORCENTAJE DE SAL	0.16%

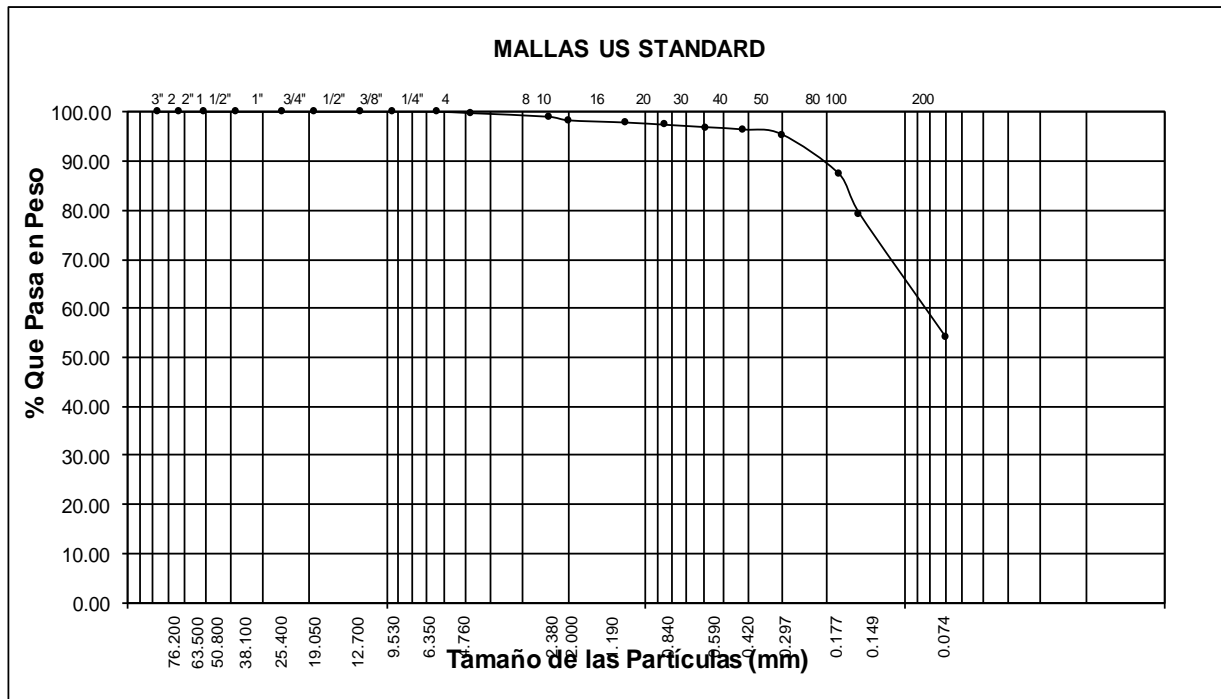
➤ Granulometría por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
CALICATA Nº C9				MUESTRA Nº C9-M9			
Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20	---	---	---	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00		
3/4"	19.05	---	---	---	100.00		L.L. : 18.86
1/2"	12.70	191.00	19.10	19.10	80.90		L.P. : 11.87
3/8"	9.53	245.00	24.50	43.60	56.40		I.P. : 6.99
1/4"	6.35	---	---	43.60	56.40		CLASIFICACION
Nº 04	4.76	212.00	21.20	64.80	35.20		AASHTO : A-2 (4)
Nº 08	2.38	---	---	64.80	35.20		
Nº 10	2.00	20.51	2.05	66.85	33.15		
Nº 16	1.19	---	---	66.85	33.15		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	5.46	0.55	67.40	32.60		
Nº 30	0.59	---	---	67.40	32.60		0.00 - 0.35
Nº 40	0.42	3.21	0.32	67.72	32.28		
Nº 50	0.30	2.87	0.29	68.01	32.00		
Nº 80	0.18	---	---	68.01	32.00		
Nº 100	0.15	6.45	0.65	68.65	31.35		
Nº 200	0.07	15.23	1.52	70.17	28.70		
<Nº 200		298.27	29.83	100.00	-1.13		
Peso Inicial		1000.00					



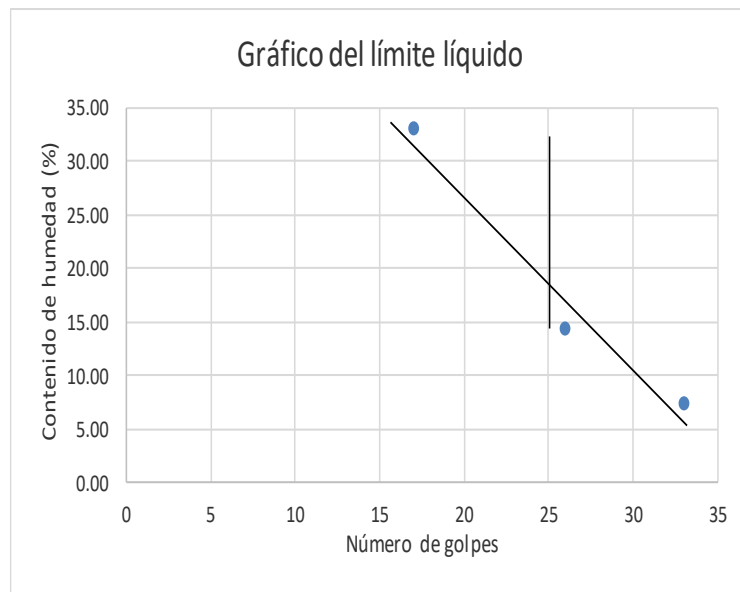
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Abertura Malla		Peso Retenido	CALICATA Nº C9			Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.		% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa		
3"	76.20	---	---	---	100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
2 1/2"	63.50	---	---	---	100.00		
2"	50.80	---	---	---	100.00		
1 1/2"	38.10	---	---	---	100.00		
1"	25.40	---	---	---	100.00		
3/4"	19.05	---	---	---	100.00		
1/2"	12.70	---	---	---	100.00		
3/8"	9.53	---	---	---	100.00	L.L. : 26.55	
1/4"	6.35	---	---	---	100.00	L.P. : 17.72	
Nº 04	4.76	0.53	0.27	0.27	99.74	I.P. : 8.83	
Nº 08	2.38	---	---	0.27	99.74	CLASIFICACION	
Nº 10	2.00	2.94	1.47	1.74	98.27	AASHTO : A - 4 (4)	
Nº 16	1.19	---	---	1.74	98.27	OBSERVACIONES:	
Nº 20	0.84	1.81	0.91	2.64	97.36		
Nº 30	0.59	---	---	2.64	97.36		
Nº 40	0.42	1.91	0.96	3.60	96.41		
Nº 50	0.30	1.96	0.98	4.58	95.43		
Nº 80	0.18	---	---	4.58	95.43		
Nº 100	0.15	32.54	16.27	20.85	79.16		
Nº 200	0.07	49.98	24.99	45.84	54.17		
<Nº 200		108.33	54.17	100.00	0.00		
Peso Inicial		200.00					



➤ Límites de Atterberg

CALICATA N°		CALICATA C9			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C9-M9			---		
PROFUNDIDAD		0.00 - 0.35			---		
Número de golpes		17	26	33	---	---	---
1. Recipiente N°		411	445	406	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	51.31	47.94	52.35	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	48.26	46.96	51.33	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.07	40.17	37.51	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	3.05	0.98	1.02	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.19	6.79	13.82	---	---	---
7. Humedad	(%)	33.19	14.42	7.34	---	---	---
LIMITE PLASTICO							
CALICATA N°		CALICATA C9			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C9-M9			---		
1. Recipiente N°		427	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	50.36	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	49.23	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	39.69	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	1.13	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	9.54	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	11.87	---	---	---	---	---



MUESTRA		
L.L.	18.86	
L.P.	11.87	
I.P.	6.99	

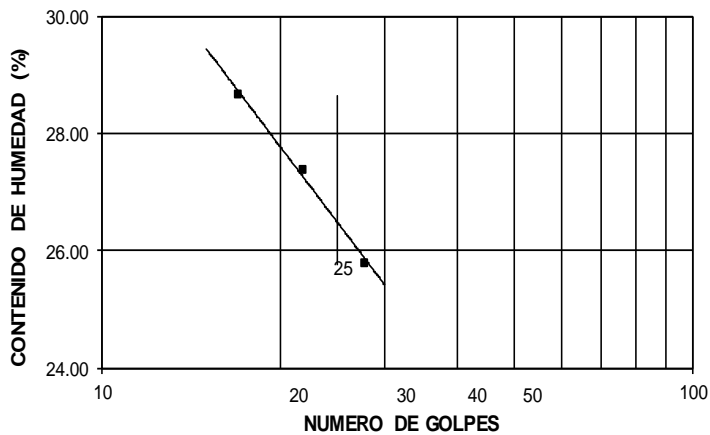
CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	GM-GC	A - 2 - 4

CALICATA N°		CALICATA C9			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C9-M9			---		
PROFUNDIDAD		0.35 -1.50			---		
Número de golpes		22	17	28	---	---	---
1. Recipiente N°		306	347	346	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	32.41	33.32	31.79	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	29.28	29.87	28.89	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	17.99	17.74	17.56	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	3.13	3.45	2.90	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	11.29	12.13	11.33	---	---	---
7. Humedad	(%)	27.72	28.44	25.59	---	---	---

LÍMITE PLÁSTICO

CALICATA N°		CALICATA C9			---		
MUESTRA N°		MUESTRA C9-M9			---		
1. Recipiente N°		307	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara	(gr)	38.48	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara	(gr)	35.42	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara	(gr)	18.15	---	---	---	---	---
5. Peso del agua	(gr)	3.06	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco	(gr)	17.27	---	---	---	---	---
7. Humedad	(%)	17.72	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



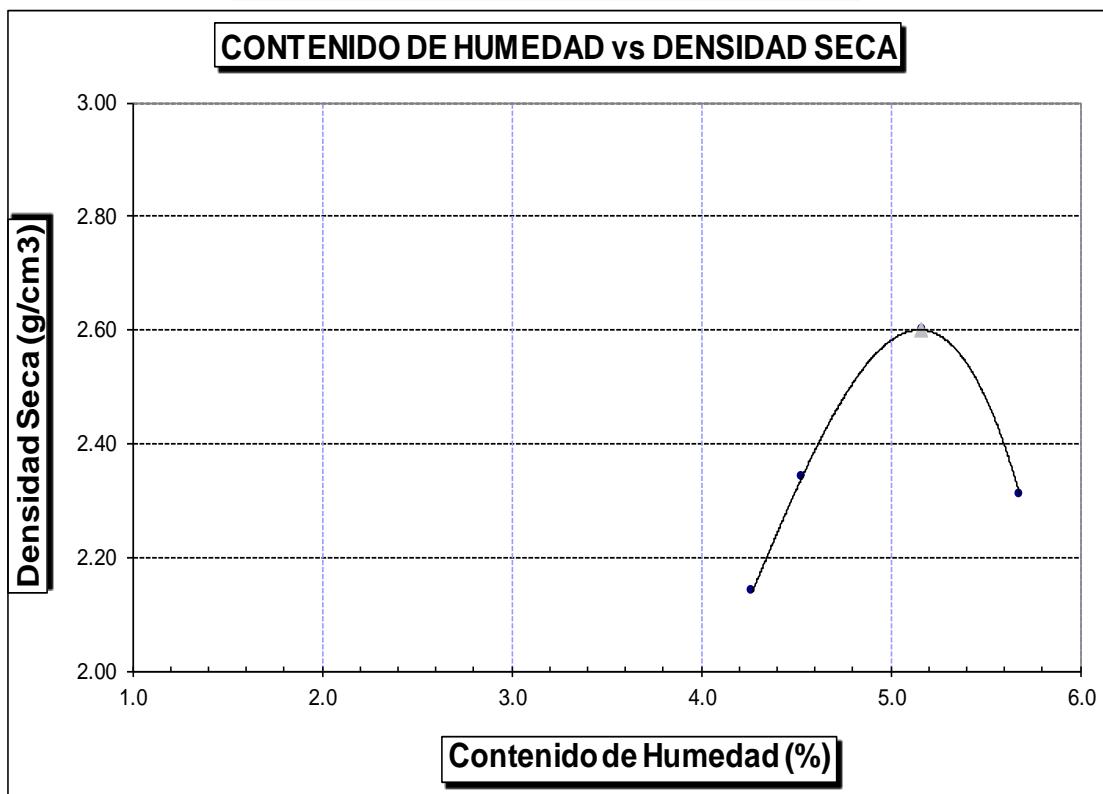
MUESTRA		
L.L.	26.55	
L.P.	17.72	
I.P.	8.83	

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
	CL	A - 4 (6)

➤ Próctor Modificado

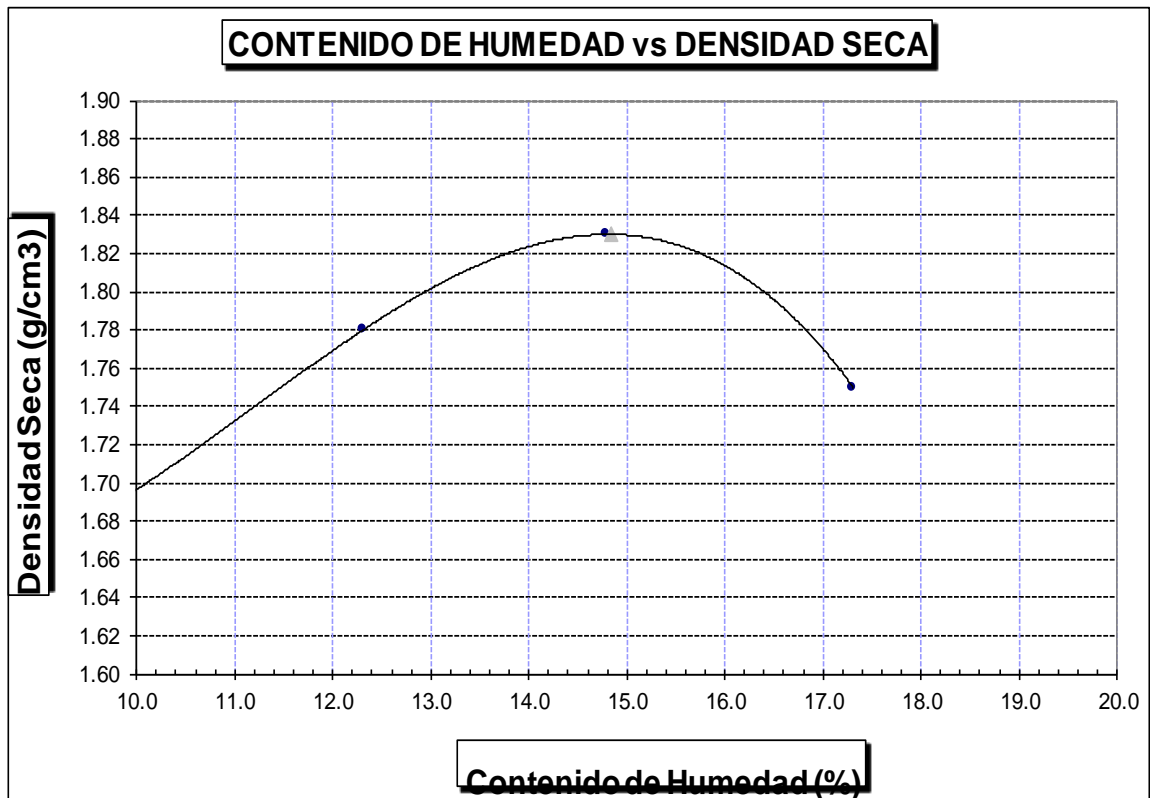
PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE Nº	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	7322	7773	8347	7752
- Peso de Molde	(g)	2750	2750	2750	2750
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	4572	5023	5597	5002
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	2.230	2.450	2.730	2.440
- Recipiente Nº		518	444	439	502
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	60.22	59.37	61.87	66.97
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	58.72	57.77	59.88	64.72
- Tara	(g)	23.58	22.46	21.37	25.11
- Peso de Agua	(g)	1.50	1.60	1.99	2.25
- Peso de Suelo Seco	(g)	35.14	35.31	38.51	39.61
- Contenido de agua	(%)	4.27	4.53	5.17	5.68
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.14	2.34	2.60	2.31

Máxima Densidad Seca	:	2.60	gr/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad	:	5.16	%



PROCTOR MODIFICADO AASHTO T - 180 D					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2050	cm ³	--	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	6593	6880	7085	6983
- Peso de Molde	(g)	2780	2780	2780	2780
- Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3813	4100	4305	4203
- Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.860	2.000	2.100	2.050
- Recipiente N°		315	345	444	470
- Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	55.36	54.65	59.11	61.54
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	52.19	50.90	54.16	55.60
- Tara	(g)	19.85	20.44	20.69	21.28
- Peso de Agua	(g)	3.17	3.75	4.95	5.94
- Peso de Suelo Seco	(g)	32.34	30.46	33.47	34.32
- Contenido de agua	(%)	9.80	12.31	14.79	17.31
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.69	1.78	1.83	1.75

Máxima Densidad Seca : 1.83 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humeda: 14.84 %



➤ CBR

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

C.B.R.

MOLDE N°	15		5B		21	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,909	10,235	10,279	10,354	12,092	12,171
PESO DEL MOLDE (g)	6,050	6,050	6,250	6,250	6,218	6,218
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5859	4185	4029	4104	5874	5953
VOLUMEN DEL SUELO (g)	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143	2,143
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.73	1.95	1.88	1.92	2.74	2.78
CAPSULA N°	275	297	326	354	368	398
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)	56.30	61.34	63.78	60.87	63.91	71.71
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)	54.62	59.20	61.48	58.07	60.84	67.81
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	1.68	2.14	2.30	2.80	3.07	3.9
PESO DE CAPSULA (g)	22.12	24.31	24.50	21.06	21.99	24.26
PESO DE SUELO SECO (g)	32.50	34.89	36.98	37.01	38.85	43.55
HUMEDAD (%)	5.17%	6.13%	6.22%	7.57%	7.90%	8.96%
DENSIDAD SECA	2.60	1.84	1.77	1.78	2.54	2.55

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
12-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		
13-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.156	0.156	0.134	0.383	0.383	0.329	0.536	0.536	0.461
14-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.326	0.326	0.280	0.432	0.432	0.371	0.598	0.598	0.514
15-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.375	0.375	0.322	0.526	0.526	0.452	0.645	0.645	0.555
16-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.415	0.415	0.357	0.569	0.569	0.489	0.689	0.689	0.592

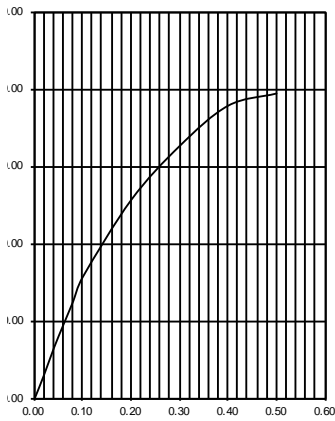
PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 15				MOLDE N° 5B				MOLDE N° 21			
		CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION		
			lbs	lbs/pulg ²	%		lbs	lbs/pulg ²	%		lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		40.50	474	158.00		29.20	342	114.00		17.40	204	68.00	
0.040		84.40	987	329.00		61.00	714	238.00		36.70	429	143.00	
0.060		123.60	1446	482.00		89.50	1047	349.00		53.60	627	209.00	
0.080		162.10	1896	632.00		117.40	1374	458.00		70.30	822	274.00	
0.100	1000	202.50	2369	789.70	78.97	146.70	1716	572.00	57.20	87.70	1026	342.00	34.20
0.200	1500	330.00	3861	1287.00		239.00	2796	932.00		142.80	1671	557.00	
0.300		419.20	4905	1635.00		303.60	3552	1184.00		181.50	2124	708.00	
0.400		485.90	5685	1895.00		352.10	4119	1373.00		210.50	2463	821.00	
0.500		506.20	5922	1974.00		366.70	4290	1430.00		219.20	2565	855.00	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm ³)	2.60
Humedad Optima (%)	5.16

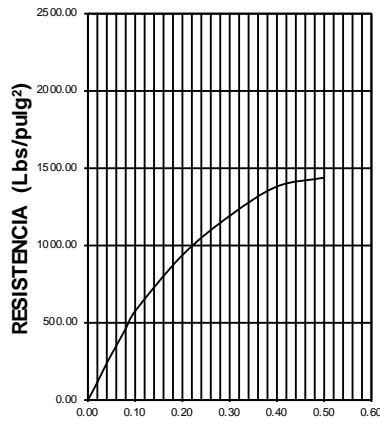
DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	78.97
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	43.10

56 GOLPES



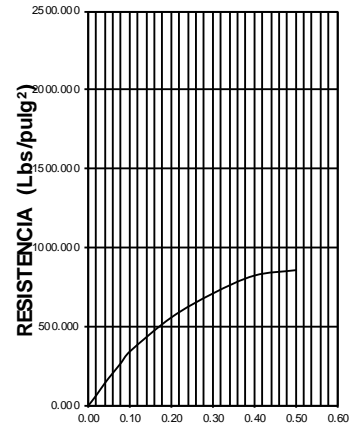
PENETRACION (Pulgadas)

25 GOLPES

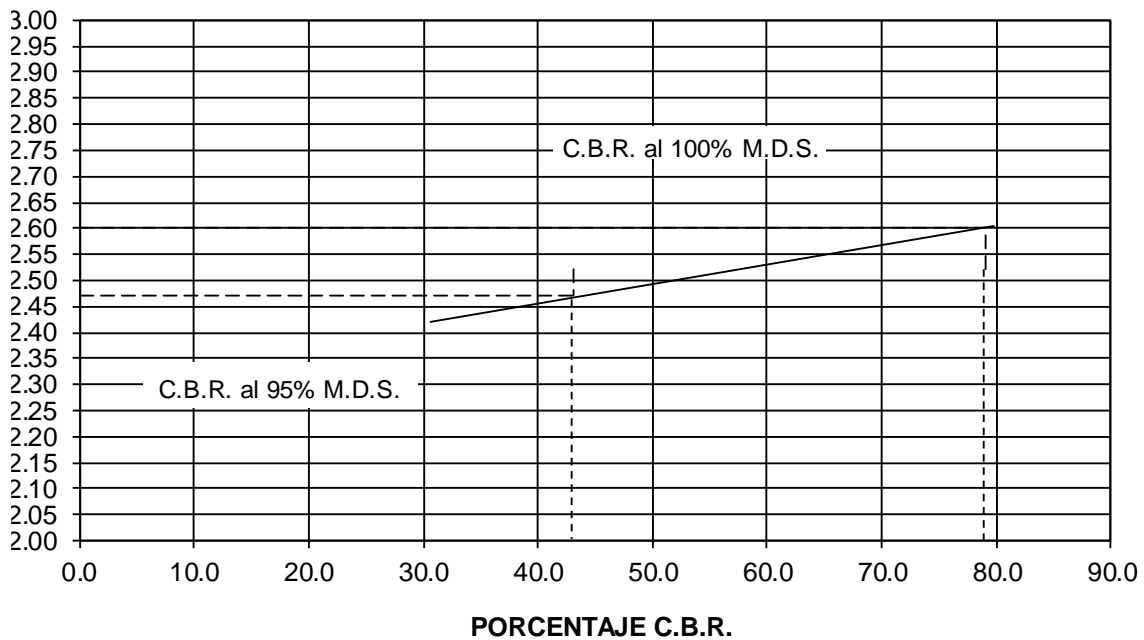


PENETRACION (Pulgadas)

12 GOLPES



PENETRACION (Pulgadas)

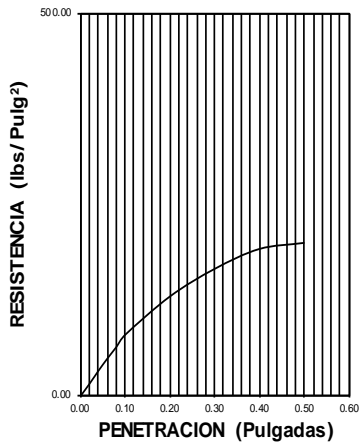


ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO													
C.B.R.													
MOLDE N°		39				54				65			
N° DE GOLPES POR CAPA		56				25				12			
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)		10,585		10,660		10,652		10,755		10,410		10,611	
PESO DEL MOLDE (g)		6,080		6,080		6,280		6,280		6,248		6,248	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)		4505		4580		4372		4475		4162		4363	
VOLUMEN DEL SUELO (g)		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143		2,143	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.10		2.14		2.04		2.09		1.94		2.04	
CAPSULA N°		295		317		346		374		388		418	
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)		61.53		71.82		70.59		68.01		53.18		79.86	
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)		56.44		65.22		64.50		61.09		49.06		70.61	
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)		5.09		6.60		6.09		6.92		4.12		9.25	
PESO DE CAPSULA (g)		22.15		24.33		24.52		21.08		21.46		23.75	
PESO DE SUELO SECO (g)		34.29		40.89		39.98		40.01		27.6		46.86	
HUMEDAD (%)		14.84%		16.14%		15.23%		17.30%		14.93%		19.74%	
DENSIDAD SECA		1.83		1.84		1.77		1.78		1.69		1.70	
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
12-Oct	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
13-Oct	4.00 p.m.	24 hrs	0.188	0.188	0.162	0.427	0.427	0.367	0.637	0.637	0.548		
14-Oct	4.00 p.m.	48 hrs	0.270	0.270	0.232	0.523	0.523	0.450	0.745	0.745	0.641		
15-Oct	4.00 p.m.	72 hrs	0.394	0.394	0.339	0.637	0.637	0.548	0.840	0.840	0.722		
16-Oct	4.00 p.m.	96 hrs	0.526	0.526	0.452	0.752	0.752	0.647	0.939	0.939	0.807		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg ²)	MOLDE N° 39				MOLDE N° 54				MOLDE N° 65			
		CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%	CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg ²	%
0.020		4.10	48	16.00		3.10	36	12.00		1.80	21	7.00	
0.040		8.50	99	33.00		6.20	72	24.00		3.80	45	15.00	
0.060		12.60	147	49.00		9.00	105	35.00		5.40	63	21.00	
0.080		16.40	192	64.00		11.80	138	46.00		7.20	84	28.00	
0.100	1000	20.50	240	80.00	8.00	14.90	174	58.00	5.80	9.00	105	35.00	3.50
0.200	1500	33.30	390	130.00		24.40	285	95.00		14.60	171	57.00	
0.300		42.60	498	166.00		30.80	360	120.00		18.50	216	72.00	
0.400		49.20	576	192.00		35.60	417	139.00		21.50	252	84.00	
0.500		51.30	600	200.00		37.20	435	145.00		22.60	264	88.00	

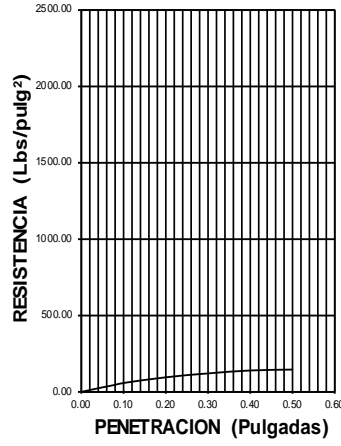
DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm^3)	1.83
Humedad Optima (%)	14.84

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	8.00
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	4.90

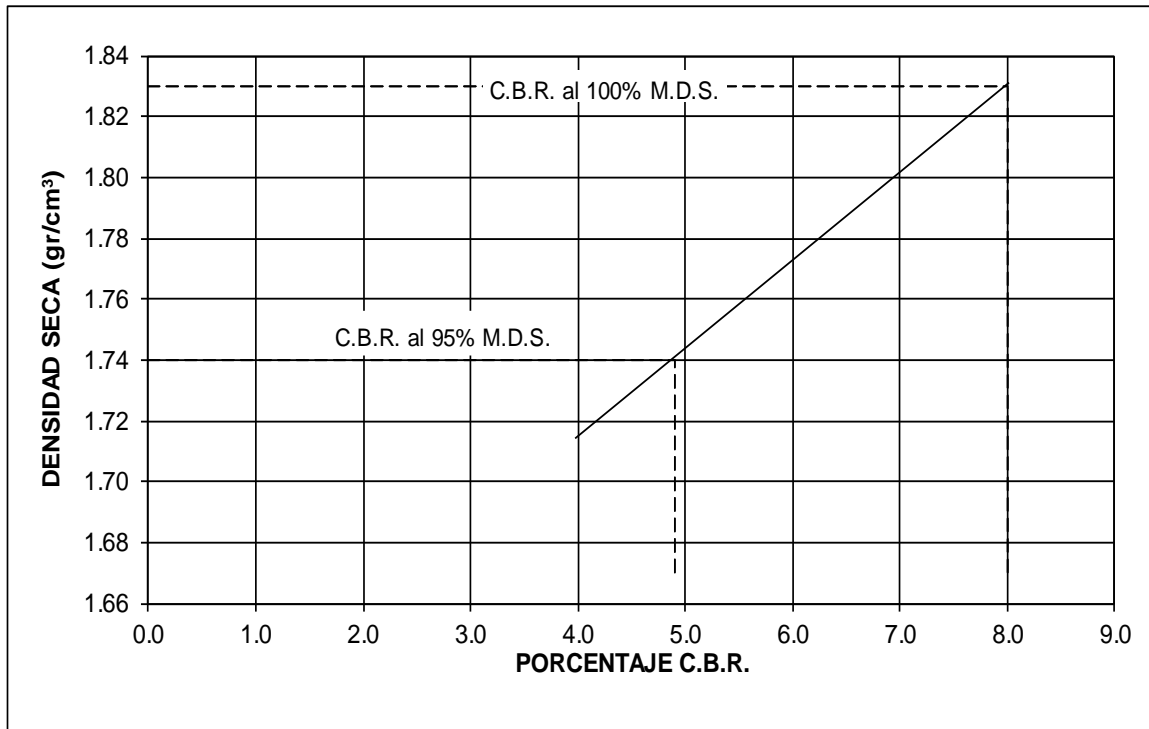
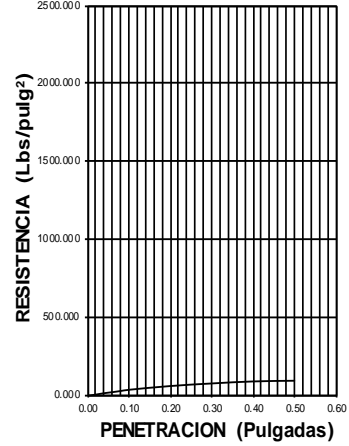
56 GOLPES



25 GOLPES



12 GOLPES



4. RESULTADOS

CALICATA: C-1 – COORDENADAS - 634689.00 m E - 9265829.00 m S

Entre los niveles de 0.00 – 0.35 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por gravas, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo GC. Identificado en el Sistema AASHTO, como A2-4. Su C.B.R. al 100% es de 75.48% y al 95% es de 41.20%, de su Máxima densidad seca es de 2.47 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 4.67%. Entre los niveles de 0.35 – 1.50 m de profundidad, el estrato se encuentra representado por un suelo inorgánico de mediana plasticidad y consistencia media, de color marrón claro, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL. Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 4 (4). Su C.B.R. al 100% es de 8.1% y al 95% es de 4.95%, de su Máxima densidad seca es de 1.82 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 14.68%.

CALICATA: C-2 – COORDENADAS - 635299.00 m E - 9265546.00 m

Entre los niveles de 0.00 – 0.35 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por gravas, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo GC. Identificado en el Sistema AASHTO, como A2-4. Su C.B.R. al 100% es de 74.75% y al 95% es de 40.80%, de su Máxima densidad seca es de 2.42 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 5.03%. Entre los niveles de 0.35 – 1.50 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por un suelo inorgánico de mediana plasticidad y consistencia media, de color marrón oscuro, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL. Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 6 (10). Su C.B.R. al 100% es de 9.8% y al 95% es de 5.95%, de su Máxima densidad seca es de 1.84 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 12.90%.

CALICATA: C-3 – COORDENADAS - 636041.00 m E - 9265663.00 m S

Entre los niveles de 0.00 – 0.35 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por gravas, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo GC. Identificado en el Sistema AASHTO, como A2-4. Su C.B.R. al 100% es de 77.68% y al 95% es de 42.40%, de su Máxima densidad seca es de 2.59 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 4.26%.

Entre los niveles de 0.35 – 1.50 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por un suelo inorgánico de mediana plasticidad y consistencia media, de color marrón oscuro, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL. Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 4 (8). Su C.B.R. al 100% es de 8.5% y al 95% es de 5.2%, de su Máxima densidad seca es de 1.80 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 15.19%.

CALICATA: C-4 – COORDENADAS - 636518.00 m E - 9265746.00 m S

Entre los niveles de 0.00 – 0.35 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por gravas, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo GC. Identificado en el Sistema AASHTO, como A2-4. Su C.B.R. al 100% es de 79.70% y al 95% es de 43.50%, de su Máxima densidad seca es de 3.01 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 5.12%. Entre los niveles de 0.35 – 1.50 m de profundidad, el estrato se encuentra representado por un suelo inorgánico de mediana plasticidad y consistencia media, de color marrón claro, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL. Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 6 (12). Su C.B.R. al 100% es de 10.2% y al 95% es de 6.2%, de su Máxima densidad seca es de 1.79 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 15.90%.

CALICATA: C-5 – COORDENADAS - 636994.00 m E - 9265688.00 m S

Entre los niveles de 0.00 – 0.35 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por gravas, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo GC. Identificado en el Sistema AASHTO, como A2-4. Su C.B.R. al 100% es de 78.89% y al 95% es de 43.06%, de su Máxima densidad seca es de 2.52 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 5.44%. Entre los niveles de 0.35 – 1.50 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por un suelo inorgánico de mediana plasticidad y consistencia media, de color marrón claro, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL. Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 6 (8). Su C.B.R. al 100% es de 9.2% y al 95% es de 5.65%, de su Máxima densidad seca es de 1.83 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 13.41%.

CALICATA: C-6 – COORDENADAS - 637478.00 m E - 9265555.00 m S

Entre los niveles de 0.00 – 0.35 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por gravas, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo GC. Identificado en el Sistema AASHTO, como A2-4. Su C.B.R. al 100% es de 75.58% y al 95% es de 41.25%, de su Máxima densidad seca es de 2.69 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 4.78%. Entre los niveles de 0.35 – 1.50 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por un suelo inorgánico de mediana plasticidad y consistencia media, de color marrón oscuro, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL. Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 6 (11). Su C.B.R. al 100% es de 8.3% y al 95% es de 5.1%, de su Máxima densidad seca es de 1.81 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 14.05%.

CALICATA: C-7 – COORDENADAS - 637963.00 m E - 9265442.00 m S

Entre los niveles de 0.00 – 0.35 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por gravas, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo GC. Identificado en el Sistema AASHTO, como A2-4. Su C.B.R. al 100% es de 76.22% y al 95% es de 41.60%, de su Máxima densidad seca es de 2.83 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 5.25%. Entre los niveles de 0.35 – 1.50 m de profundidad, el estrato se encuentra representado por un suelo inorgánico de mediana plasticidad y consistencia media, de color marrón oscuro, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL. Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 6 (9). Su C.B.R. al 100% es de 9.1% y al 95% es de 5.6%, de su Máxima densidad seca es de 1.82 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 13.61%.

CALICATA: C-8 – COORDENADAS - 638450.00 m E - 9265359.00 m S

Entre los niveles de 0.00 – 0.35 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por gravas, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo GC. Identificado en el Sistema AASHTO, como A2-4. Su C.B.R. al 100% es de 77.02% y al 95% es de 42.04%, de su Máxima densidad seca es de 2.65 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 4.94%. Entre los niveles de 0.35 – 1.50 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por un suelo inorgánico de mediana plasticidad y consistencia media, de color marrón claro, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL.

Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 6 (6). Su C.B.R. al 100% es de 8.8% y al 95% es de 5.4%, de su Máxima densidad seca es de 1.80 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 13.24%.

CALICATA: C-9 – COORDENADAS - 638940.00 m E - 9265269.00 m S

Entre los niveles de 0.00 – 0.35 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por gravas, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo GC. Identificado en el Sistema AASHTO, como A2-4. Su C.B.R. al 100% es de 78.97% y al 95% es de 43.10%, de su Máxima densidad seca es de 2.60 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 5.16%. Entre los niveles de 0.35 – 1.50 m de profundidad, El estrato se encuentra representado por un suelo inorgánico de mediana plasticidad y consistencia media, de color marrón oscuro, identificado en el Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo CL. Identificado en el Sistema AASHTO, como A – 4 (4). Su C.B.R. al 100% es de 8.0% y al 95% es de 4.9%, de su Máxima densidad seca es de 1.83 gr/cm³ y su óptimo de humedad es de 14.84%.

5. CONCLUSIONES

- En la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de cada exploración de calicatas se observó 2" de carpeta asfáltica, 6" de base y 6" de sub-base. Además, no hubo presencia de napa freática y se encontró que el material de la base es la misma que la sub-base.
- Para la base y sub-base, según el análisis granulométrico, hay predominancia de gravas en más del 50%, el índice de plasticidad es alto, al igual que el contenido de humedad, sobrepasando el 4% establecido por la norma EG 2013. Asimismo, la clasificación de suelos por Aashto es A2-4 correspondiente a grava arcillosa. El valor del CBR oscila entre 56 y 60, siendo un parámetro que solo cumple con la sub-base.
- Para la subrasante, la presencia de arcillas es mayor al 50%, presenta plasticidad media, según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, debido al alto contenido de humedad. Asimismo, la clasificación de suelos por Aashto es A-6 correspondiente a un suelo arcilloso, de color marrón claro y oscuro. El valor de CBR es menor al 6% lo que indica que el suelo es malo e inadecuado.
- Para ambas capas, la humedad natural es mayor que el contenido óptimo de humedad lo que indica que el material presente está saturado y debe ser reemplazado.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos a la capa asfáltica para evaluar la condición actual de la misma.
- Al realizar los ensayos laboratorio, tener cuidado en las etiquetas para no confundir las muestras de las diferentes calicatas.
- Cumplir con el procedimiento establecido por la norma, de acuerdo al ensayo correspondiente.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Montejo, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos para carreteras. Tomo I. Última revisión noviembre del 2020.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos", Lima, 2013.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Inventarios Viales, Lima, 2015.
- Ministerio de Transportes y comunicaciones, Manual de Ensayo de Materiales, Lima, 2016.
- M. d. T. y. C. Especificaciones técnicas para la construcción de carreteras EG-2013, Lima, 2013.

8. ANEXOS

8.1. Documentos del laboratorio de suelos – LINUS EIRL

Registro de la Propiedad Industrial Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00120108

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 031616-2019/DSD - INDECOPI de fecha 13 de diciembre de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación LABORATORIO LINUS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Distingue	:	Servicios de estudios de mecánica de suelos y análisis de materiales de construcción, pavimentos y asfaltos
Clase	:	42 de la Clasificación Internacional
Solicitud	:	0622190-2019
Titular	:	LABORATORIO LINUS E.I.R.L.
País	:	Perú
Vigencia	:	13 de diciembre de 2029
Tomo	:	0601
Folio	:	122


RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI





LEY N° 28888

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

Certificado de Habilidad



N° - A - 0250814

Los que suscriben certifican que:

El Ingeniero (a): BANCES ACOSTA JOSE MANUEL

Adscrito al Consejo Departamental de: LAMBAYEQUE

Con Registro de Matrícula del CIP N°: 178831 Fecha de Incorporación: 14/10/2015

Especialidad: CIVIL

De conformidad con la Ley N° 28858, Ley que complementa a la Ley N° 16053 del Ejercicio Profesional y el Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, SE ENCUENTRA COLEGIADO Y HÁBIL, en consecuencia está autorizado para ejercer la Profesión de Ingeniero (a).

ASUNTO	SERVICIOS PROFESIONALES
ENTIDAD O PROPIETARIO	VARIOS
LUGAR	A NIVEL NACIONAL

VALIDACIÓN DE FECHA		
DA	ME	AO
31	10	2020

Chiclayo, 15 de Agosto del 20

VÁLIDO SOLO ORIGINAL



Ing. Carlos Fernando Herrera Descalzi
 Decano Nacional
 Colegio de Ingenieros del Perú



Ing. CIP Ciro A. Salazar Montalvo
 DECANO
 Consejo Departamental
 Colegio de Ingenieros del Perú

NO VÁLIDO PARA FIRMAS DE CONTRATO EN OBRAS PÚBLICAS NI PARA RESIDENTES DE OBRAS PÚBLICAS

ANEXO 5: PRESUPUESTO FINAL

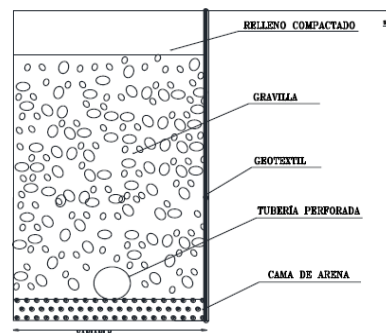
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA FERREÑAFE - MESONES MURO A NIVEL DE SUBRASANTE

Long: 4515 m
4.515 Km

Item	Descripción	Und.	Metrado	Costo Unitario S/.	Total S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				400.00
01.01	Cartel de indentificación de obra 1.2x1.2x6mm	glb	1.00	400.00	400.00
02	ELIMINACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE				
2.1	Movimiento de tierras	m3			22,291.93
2.1.1	Corte de estructura existente (pavimento flexible)	m3	1,513.79	2.40	3,635.67
2.1.2	Eliminación del material producto de la excavación	m3	8,939.70	2.09	18,656.26
03	PAVIMENTO				6,555,112.03
03.01	Perfilado y compactado de la subrasante	m2	29,799.00	1.29	38,440.71
03.02	Mejoramiento de la subrasante (0.30m)	m2	29,799.00	41.98	1,251,036.52
03.03	Mejoramiento de la subrasante con arenilla (0.10m)	m2	29,799.00	34.66	1,032,686.85
03.04	Sub-base granular (0.25 m)	m2	29,799.00	63.11	1,880,471.85
03.05	Base granular (0.25m)	m2	29,799.00	63.86	1,902,937.32
03.06	Imprimación asfáltica	m2	29,799.00	2.49	74,071.37
03.07	Carpeta asfáltica (2")	m2	29,799.00	12.60	375,467.40
04	DRENAJE SUBTERRÁNEO (A=0.40m y H=1.00m)				227,693.26
4.01	Corte de terreno natural para subdrenaje (H=1.00m y A=0.40m)	m3	1,806.00	6.22	11,233.32
4.02	Relleno con piedra chancada (1/2")	m3	1,806.00	17.30	31,243.80
4.03	Relleno compactada con material propio	m3	1,806.00	19.16	34,602.96
4.04	Cama de arenilla (e=10cm)	m2	1,806.00	28.50	51,471.00
4.05	Tubería PVC 4"	m	4,515.00	15.96	72,059.40
4.06	Instalación de geotextil no tejido TIPO 2	m2	4,515.00	5.54	25,013.10
4.07	Eliminación de material excelente	m2	67.73	30.56	2,069.68
05	SEÑALIZACION				23,308.01
05.01	Marcas en el pavimento - Líneas	m	4,515.00	2.17	9,794.39
05.02	Marcas en el pavimento - pintado de símbolos	m	4,515.00	2.99	13,513.62
6	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				31,000.00
6.01	Elaboración de plan de seguridad y salud en el trabajo	glb	1.00	4000.00	4,000.00
6.02	Equipos de protección personal	glb	1.00	2740.00	10,000.00
6.03	Equipos de protección colectiva	glb	1.00	10000.00	10,000.00
6.04	Señalización en obra	glb	1.00	2910.76	3,500.00
6.05	Capacitación de seguridad y salud	glb	1.00	3,500.00	3,500.00

Carpeta asfáltica	5.0 cm
Base granular	25.00 cm
Sub-base granular	25.00 cm
Capa anticontaminante	10.00 cm
Piedra over 4 a 6"	30.00 cm

Ilustración 59. Perfil propuesto del subdren late



COSTO DIRECTO (CD)	6,859,805.23
GASTOS GENERALES	823,176.63
UTILIDAD	685,980.52
SUB TOTAL	8,368,962.38
IGV 18%	1,506,413.23
COSTO DE LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA	9,875,375.60
COSTO KM DE LA EJECUCIÓN DEL PROPUESTA	2,187,237