

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

Tema:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPACTACIÓN Y HUMEDAD DE LA
SUBRASANTE NATURAL Y LA SUBRASANTE UTILIZANDO PRODUCTOS
QUÍMICOS BIODEGRADABLES (TERRASIL), DE LA VÍA ECOLÓGICA
DEL CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS.”

AUTOR: Diego Israel Rodríguez Vinces

TUTOR: Ing. Mg. Lorena Pérez

Ambato – Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Lorena Pérez, Certifico que el presente trabajo bajo el tema: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPACTACIÓN Y HUMEDAD DE LA SUBRASANTE NATURAL Y LA SUBRASANTE UTILIZANDO PRODUCTOS QUÍMICOS BIODEGRADABLES (TERRASIL), DE LA VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS.”, es de autoría del Sr. Diego Israel Rodríguez Vines, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Julio 2016

Ing. Mg. Lorena Pérez

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Diego Israel Rodríguez Vinces con C.I: 160052261-7, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPACTACIÓN Y HUMEDAD DE LA SUBRASANTE NATURAL Y LA SUBRASANTE UTILIZANDO PRODUCTOS QUÍMICOS BIODEGRADABLES (TERRASIL), DE LA VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS.”, es de mi completa autoría y fue realizado en el período Septiembre 2015 – Mayo 2016.

Ambato, Julio 2016

Diego Israel Rodríguez Vinces.

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación o parte de ello un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimonial de mi proyecto con fines de difusión pública además apruebo la reproducción del mismo, dentro de las regularidades de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Julio 2016

Diego Israel Rodríguez Vinces.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DEL GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPACTACIÓN Y HUMEDAD DE LA SUBRASANTE NATURAL Y LA SUBRASANTE UTILIZANDO PRODUCTOS QUÍMICOS BIODEGRADABLES (TERRASIL), DE LA VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS.”, del egresado *Diego Israel Rodríguez Vincés*, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, Julio 2016

Para constancia firman.

Ing. Mg. Vinicio Almeida

Ing. Mg. Rodrigo Acosta

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme dado salud, vida, paciencia y amor para poder llegar hasta donde hoy me encuentro, culminando una de mis metas.

A mi madre Narcisa.

Por haber estado siempre ahí guiándome, aconsejándome, dándome la fuerza y motivación constante sin dejarme vencer de nada, gracias por tu amor madrecita de mi vida.

A mi padre Daniel.

Por los ejemplos de trabajo, constancia, perseverancia, fuerza y de duro carácter que lo caracterizan, gracias a eso me ha enseñado a salir adelante, por tu cariño y tu amor.

A mis Hermanos.

Daniela y Xavier Espinoza, por estar conmigo y apoyarme siempre, los amo.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional

Finalmente a los Maestros

Aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a mi Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad. Le doy gracias a mis padres Daniel y Narcisa por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir. A mis hermanos Daniela y Xavier por ser parte importante de mi vida, a mi novia Jessica que fue mi apoyo incondicional, gracias por el amor que me brinda y cariño el otorgado a cada momento.; A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, que me supo abrir sus puertas para poder alcanzar esta meta, y a todas las personas que me supieron apoyar en el transcurso de mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

CARATULA	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	III
DERECHOS DEL AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DEL GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FOTOGRAFÍAS.....	X
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
CAPÍTULO I.....	1
1. ANTECEDENTES	1
1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.	1
1.2 ANTECEDENTES.	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS.	3
1.4.1 Objetivo General:.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos:	3
CAPÍTULO II.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN	4
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	4
2.1.1 Suelo.	5
2.1.2 El contenido de agua en la masa del suelo (w%).	6
2.1.3 Determinación del límite líquido.	6
2.1.4 Determinación del límite plástico.	7

2.1.5 Compactación de los suelos.....	8
2.1.6 Esfuerzo – Deformación.....	9
2.1.7 Estabilizaciones viales.....	10
2.1.8 Ubicación del proyecto.....	13
2.1.9 Estudio de suelos y pavimento.....	15
2.1.10 Estudio de impacto ambiental.....	16
2.1.11 Geografía.....	16
2.1.12 Clima.....	16
2.1.13 Demografía.....	17
2.1.14 Economía.....	17
2.2 HIPÓTESIS.....	18
2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	18
2.3.1 Variable independiente.....	18
2.3.2 Variable dependiente.....	18
CAPÍTULO III.....	19
3. METODOLOGÍA.....	19
3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.1.1. Exploratorio:.....	19
3.1.2. Descriptivo:.....	19
3.1.3. Explicativo:.....	19
3.1.4. Tipo de investigación.....	19
3.1.4.1. Investigación Experimental:.....	19
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	20
3.2.1 Población (n).....	20
3.2.2 Muestra (n).....	20
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	20
HIPÓTESIS.....	20
3.3.1 Variable Independiente.....	21
3.3.2 Variable Dependiente.....	22
3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	22
3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	23
CAPÍTULO IV.....	24

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	24
4.1 PROCESO DE APLICACIÓN DEL ADITIVO TERRASIL EN EL SUELO A TRATAR.	24
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.	26
CAPÍTULO V.....	113
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
MATERIALES DE REFERENCIA	115
BIBLIOGRAFÍA.....	115
ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FOTOGRAFÍAS.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de Proyección UTM del Proyecto	14
Tabla 2. Tabla de número de muestras.....	20
Tabla 3. Variable Independiente	21
Tabla 4. Variable Dependiente.....	22
Tabla 5. Recolección de Información.	22
Tabla 6. Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información.	23
Tabla 7. Límites de Atterberg Abscisa 0+000	27
Tabla 8. Ensayo de Compactación Abscisa 0 + 000	28
Tabla 9. Ensayo CBR Abscisa 0 + 000	29
Tabla 10. Ensayo de densidades abscisa 0 + 000.....	31
Tabla 11. Límites de Atterberg Abscisa 0 + 500	32
Tabla 12. Ensayo de Compactación Abscisa 0 + 500	33
Tabla 13. Ensayo de CBR Abscisa 0 + 500	34
Tabla 14. Ensayo de Densidades Abscisa 0 + 500.....	36
Tabla 15. Límites de Atterberg Abscisa 1 + 000	37
Tabla 16. Ensayo de Compactación Abscisa 1 + 000	38
Tabla 17. Ensayo de CBR Abscisa 1 + 000	39
Tabla 18. Ensayo de Densidades Abscisa 1 + 000.....	41
Tabla 19. Límites de Atterberg Abscisa 1 + 500	42
Tabla 20. Ensayo de Compactación Abscisa 1 + 500	43
Tabla 21. Ensayo de CBR Abscisa 1 + 500	44
Tabla 22. Ensayo de Densidades Abscisa 1 + 500.....	46
Tabla 23. Límites de Atterberg Abscisa 2 + 000	47
Tabla 24. Ensayo de Compactación Abscisa 2 + 000	48

Tabla 25. Ensayo de CBR Abscisa 2 + 000	49
Tabla 26. Ensayo de Densidades Abscisa 2 + 000.....	51
Tabla 27. Límites de Atterberg Abscisa 2 + 500	52
Tabla 28. Ensayo de Compactación Abscisa 2 + 500	53
Tabla 29. Ensayo de CBR Abscisa 2 + 500	54
Tabla 30. Ensayo de Densidad Abscisa 2 + 500	56
Tabla 31. Límites de Atterberg Abscisa 3 + 000	57
Tabla 32. Ensayo de Compactación Abscisa 3 + 000	58
Tabla 33. Ensayo de CBR Abscisa 3 + 000	59
Tabla 34. Ensayo de Densidad Abscisa 3 + 000	61
Tabla 35. Límites de Atterberg Abscisa 3 + 500	62
Tabla 36. Ensayo de Compactación Abscisa 3 + 500	63
Tabla 37. Ensayo de CBR Abscisa 3 + 500	64
Tabla 38. Ensayo de Densidades Abscisa 3 + 500.....	66
Tabla 39. Límites de Atterberg Abscisa 3 + 822	67
Tabla 40. Ensayo de Compactación Abscisa 3 + 822	68
Tabla 41. Ensayo de CBR Abscisa 3 + 822	69
Tabla 42. Ensayo de Densidad Abscisa 3 + 822	71
Tabla 43. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 000.....	72
Tabla 44. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 000.....	73
Tabla 45. Ensayo de Densidades con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 000	75
Tabla 46. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 500.....	76
Tabla 47. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 500.....	77
Tabla 48. Ensayo de Densidades con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 500	79
Tabla 49. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 000.....	80
Tabla 50. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 000.....	81
Tabla 51. Ensayo de Densidades con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 000	83
Tabla 52. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 500.....	84
Tabla 53. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 500.....	85
Tabla 54. Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 500.....	86
Tabla 55. Ensayo de Densidad con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 500.....	87
Tabla 56. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000.....	88
Tabla 57. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000.....	89
Tabla 58. Ensayo de Densidad con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000.....	91
Tabla 59. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000.....	92
Tabla 60. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 500.....	93
Tabla 61. Ensayo de Densidad con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 500.....	95
Tabla 62. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 000.....	96
Tabla 63. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 000	97
Tabla 64. Ensayo de Densidades Abscisa 3 + 000.....	99
Tabla 65. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 500.....	100
Tabla 66. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 500.....	101
Tabla 67. Ensayo de Densidades Abscisa 3 + 500.....	103
Tabla 68. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 822.....	104
Tabla 69. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 822.....	105
Tabla 70. Ensayo de Densidades Abscisa 3 + 822.....	107

Tabla 71. Ensayos totales con Suelo Natural	110
Tabla 72. Ensayos de suelo con Aditivo Terrasil.....	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°. 1. Método de Estabilización	5
Gráfico N°. 2 Estabilizaciones viales sin asfaltar.	11
Gráfico N°. 3 Estabilización de bases y sub-bases	11
Gráfico N°. 4 Pavimentos Ecológicos con Terrizos	12
Gráfico N°. 5 Áreas de Aparqueamiento	12
Gráfico N°. 6 Arcenes no pavimentados.....	13
Gráfico N°. 7 Estabilización de bases de campos de fútbol.....	13
Gráfico N°. 8 Ubicación “Vía Ecológica del Cantón Quevedo”	15
Gráfico N°. 9 Gráfica de CBR abscisa 0 + 000	30
Gráfico N°. 10 Gráfica de CBR Abscisa 0 + 500	35
Gráfico N°. 11 Gráfica de CBR Abscisa 1 + 000	40
Gráfico N°. 12 Gráfica de CBR Abscisa 1 + 500	45
Gráfico N°. 13 Gráfico de CBR Abscisa 2 + 000	50
Gráfico N°. 14 Gráfico de CBR Abscisa 2 + 500	55
Gráfico N°. 15 Gráfica de CBR Abscisa 3 + 000	60
Gráfico N°. 16 Gráfica de CBR Abscisa 3 + 500	65
Gráfico N°. 17 Gráfica de CBR Abscisa 3 + 822	70
Gráfico N°. 18 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 000.....	74
Gráfico N°. 19 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 500.....	78
Gráfico N°. 20 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 000.....	82
Gráfico N°. 21 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000.....	90
Gráfico N°. 22 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 500.....	94
Gráfico N°. 23 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 000.....	98
Gráfico N°. 24 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 500.....	102
Gráfico N°. 25 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 822.....	106
Gráfico N°. 26 Comparación del suelo Natural Vs suelo con Aditivo Terrasil.....	111

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía. 1 Límite Plástico.....	117
Fotografía. 2 Límite Líquido.....	117
Fotografía. 3 Peso de Muestras	117
Fotografía. 4 Copa Casa Grande.	118
Fotografía. 5 Suelo Tratado con Terrasil.	118

Fotografía. 6 Tamices Finos.....	118
Fotografía. 7 Compactación de suelo natural mediante ensayo Proctor.	118
Fotografía. 8 Compactación del suelo con Terrasil mediante ensayo Proctor.....	118
Fotografía. 9 Muestra con y sin Terrasil	118
Fotografía. 10 Suelo Húmedo	118
Fotografía. 11 Muestra ensayada con suelo Natural	118
Fotografía. 12 Muestra con Terrasil.....	118
Fotografía. 13 Canecas con Terrasil.....	118
Fotografía. 14 Escarificación de la Sub base con motoniveladora.	118
Fotografía. 15 Regado del aditivo Terrasil con el camión cisterna.....	118
Fotografía. 16 Compactación del suelo con el rodillo liso vibratorio.....	118
Fotografía. 17 Lectura de datos con densímetro nuclear	118
Fotografía. 18 Vía después del tratamiento con Aditivo Terrasil	118

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPACTACIÓN Y HUMEDAD DE LA SUBRASANTE NATURAL Y LA SUBRASANTE UTILIZANDO PRODUCTOS QUÍMICOS BIODEGRADABLES (TERRASIL), DE LA VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS”.

AUTOR: Egdo. Diego Rodríguez.

En el proyecto se realizó un mejoramiento de subrasante de una vía ecológica con el producto biodegradable (TerraSil). Se implementó este producto ya que mejora el grado de compactación y disminuye la humedad del suelo haciéndole impermeable, sin afectar las propiedades índices y físicas del suelo.

Se realizó calicatas cada 500 metros a lo largo de la vía teniendo una longitud de 3.822m, de las muestras obtenidas se realiza los siguientes ensayos como: los límites de Atterberg, la humedad óptima, la densidad máxima, el ensayo de compactación (Próctor Modificado), y el CBR. En el suelo ensayado se adiciono el 2%, 4%, 6%, y 8% en el ensayo del Próctor modificado con el producto biodegradable TerraSil, se concluye que el suelo mejorado con TerraSil es mejor que el suelo natural y que el suelo mejorado con material pétreo como la base y la sub-base.

Se determina que con el producto utilizado para el mejoramiento, la capacidad portante del suelo aumenta el 14% después de 7 días realizado el ensayo, la humedad disminuye en un 27.86% luego de 7 días realizado el ensayo, se concluye que trabajar con material pétreo para mejorar la vía es más costoso que con el producto ya que se elimina el rubro transporte del material.

Palabras Claves:

- Suelos - Estabilización – Subrasante - Órgano Silanos (TerraSil) - CBR

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.

“Análisis comparativo de la compactación y humedad de la subrasante natural y la subrasante utilizando productos químicos biodegradables (TerraSil), de la vía ecológica del cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos.”

1.2 ANTECEDENTES.

Desde la aparición y el uso del conocimiento del ser humano se ha observado la necesidad por comunicarse, por lo que se fue desarrollando en numerosos métodos para la elaboración y construcción de vías, desde los caminos a base de piedra y aglomerante hasta nuestro tiempo actual con métodos desarrollados cimentados en la experiencia que conducen a grandes autopistas de pavimento flexible o simplemente rasantes con emulsiones asfálticas de primera calidad [1].

Uno de los complementos que es objeto de estudio en los últimos años, es la aplicación del material bioquímico llamado TerraSil. El aditivo TerraSil es un material biodegradable amigable con el medio ambiente que después de una mezcla con el suelo a tratar proporcionará un 60% y 90% de compactación. La aplicación de este Bioquímico tendrá la capacidad de brindar un suelo capaz de repeler el agua evacuando ésta en forma de evaporización [2].

Según investigaciones, para que el TerraSil tenga una buena compactación con el suelo a tratar se deberá realizar una escarificación, hidratación y finalmente compactación, también es aconsejable realizar un breve regado al final de que se haya compactado para así tener un suelo óptimo para el tránsito vehicular.

TerraSil es un reactivo modificador de suelos compuesto al 100% por organosilanos, soluble en agua, estable al calor y a la radiación ultravioleta. TerraSil, reacciona químicamente con todo tipo de suelos y su principal efecto consiste en la

impermeabilización/hidrofugación de las partículas del suelo frente a la acción del agua [2].

Posee grupos silanol, que reaccionan con los silicatos presentes en el suelo, transformando su superficie y confiriéndoles propiedades hidrófobas permanentes. Así, el suelo repelerá las moléculas de agua, impermeabilizándolo y evitando los problemas derivados de la presencia de la misma.

El tratamiento de terrenos arcillosos permite su utilización, evitando los mayores costes y afecciones ambientales que supondría su retirada y posterior reemplazamiento por otros suelos de mejores características geotécnicas y mecánicas [2].

1.3 JUSTIFICACIÓN.

El desarrollo de nuevos materiales de construcción de carreteras ha empezado a tener un auge en los últimos años en varios países del mundo, las grandes cantidades de recursos energéticos requeridas para obtenerlos son generalmente irrecuperables, además de las emisiones generadas en sus procesos de producción.

Esto ha llevado a buscar nuevas fuentes que pueden llegar a reemplazar o formar parte de ciertos materiales, tal es el caso de los subproductos industriales y agrícolas, que generalmente son producidos en varios países y representan un desecho de la elaboración de distintos productos.

La industria de la construcción vial se ha desarrollado gracias al implemento de materiales biodegradables, ya que con éste se producen aditivos para mejorar las características del suelo, que es el principal objetivo de construcción vial utilizado hoy en día, gracias a sus propiedades de trabajabilidad, tiempo, durabilidad, costo, asociado con cemento portland lo convierte en un excelente suelo para la utilización en vías.

Se ha demostrado en diversas investigaciones que a partir de diferentes tipos de productos naturales se logran incrementar las propiedades mecánicas del suelo

además de incrementar su durabilidad por medio de la impermeabilización que produce este producto.

Actualmente hay subproductos industriales o agrícolas como el vetiver planta que ha sido ampliamente utilizado como estabilizador de taludes. Su utilización no solo mejora las propiedades del suelo, sino que también ayuda a preservar el ambiente.

Estos materiales naturales biodegradables pueden mejorar tanto la resistencia como también la estabilidad del suelo cuando son utilizadas en taludes y en suelos de baja resistencia. Esto es debido a que el suelo es arcilloso y húmedo producido por la hidratación excesiva provocada por temporadas invernales.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo General:

Analizar la subrasante por medio de la inclusión del material TERRASIL, como material alternativo para el mejoramiento de la misma.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el porcentaje adecuado de TerraSil para la estabilización del suelo limoso y arcilloso.
- Comparar los resultados obtenidos entre el suelo limo arcilloso natural y el suelo limo arcilloso con TerraSil.
- Encontrar la mejor opción de estabilización para el suelo limo arcilloso.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

A nivel mundial, los productos químicos biodegradables son los materiales más utilizados en la construcción de vías, adecuación de taludes y carreteras, y a menos que haya una revolución en los materiales para el mejoramiento de suelos, seguirá siéndolo; gran parte de la infraestructura de los países está elaborado con este producto, por lo que su conocimiento y tecnología son básicos para el ingeniero civil encargado de alguna etapa del proceso constructivo. [1]

La tecnología ha ido desarrollándose con el paso del tiempo y con ésta el descubrimiento de nuevos métodos para diseñar pavimentos a un bajo costo que los tradicionales, pero no se lo aplica, ya que existe el factor suelo o rasante, el mismo que constituye la base para realizar un ahorro en la estructura del pavimento, ya que de éste depende los espesores de cada una de las capas del pavimento [3].

La solución con TERRASIL® consiste en el uso de un órganosilano iónico, capaz de repeler el agua, y eliminar el hinchamiento y la absorción de suelos. Así, se obtiene una mejora de cualquier tipo de terreno, al conseguir que el suelo se comporte en todo momento como en condiciones “secas”. De esta manera, se establece un sistema de estabilización eficaz del suelo tratado. [2]

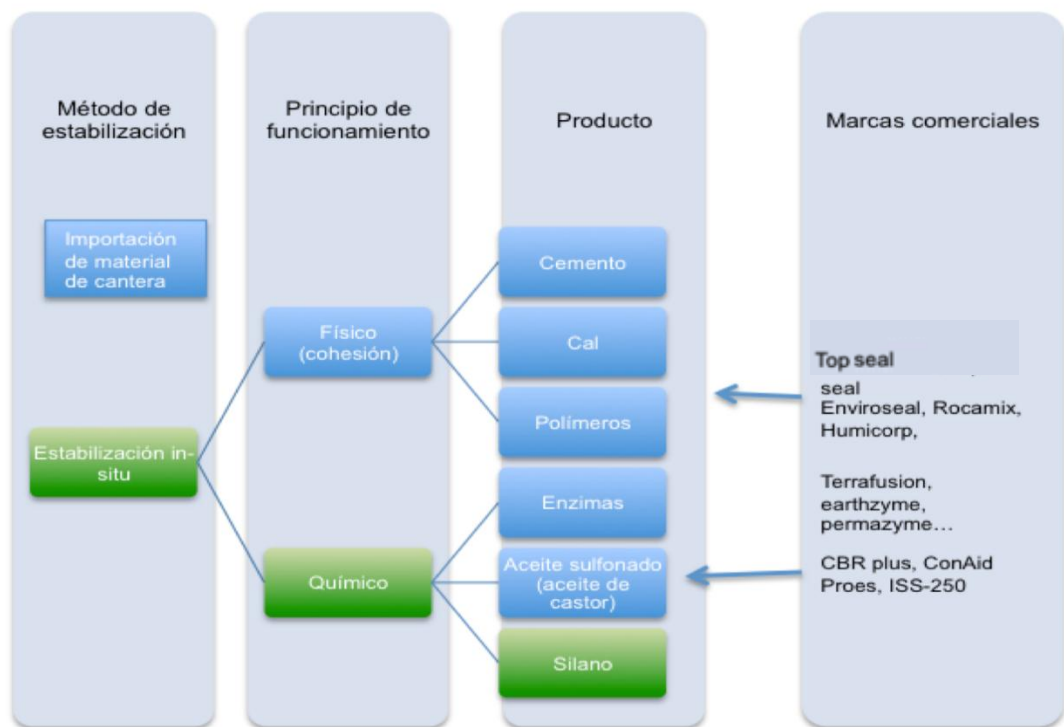
El suelo se convierte en una superficie hidrófoba en los áridos, convierte éstos en sustancias apolares, y por tanto compatibles con compuestos de la misma naturaleza. En definitiva, la unión con conglomerantes se ve favorecida al formarse un mayor número de enlaces de gran fortaleza [3].

Así, en ausencia de TerraSil, las partículas de suelo se comportarían como la piel de una naranja, de manera que la cobertura (de betún, polímero...) se desprende fácilmente. Sin embargo, una vez tratado con TerraSil, el árido presenta una adhesión mucho mayor con la cobertura, libre de huecos, al formarse más enlaces de fortaleza mayor. Esta situación sería la que se produce en una manzana [3].

En el caso de suelos sin tratamiento, las interacciones de las partículas de suelo-ligante son mucho más débiles, de manera que sólo existe el fenómeno de adhesión, existiendo un gran número de huecos. En cambio, cuando se trata el suelo con TerraSil, las interacciones son mucho mayores, hay un efecto de “recubrimiento total” de la partícula, y no hay huecos. [1]

- El suelo mantiene la transpiración (expulsa el agua en forma de vapor).
- Elimina el índice de plasticidad de los suelos.
- Mejora la adherencia con polímeros y betún, lo que permite y mejora la aplicación de capas de rodadura, riegos de imprimación [2].

Gráfico N°. 1. Método de Estabilización



Fuente: (Optimasoil, 2007)

2.1.1 Suelo.

El suelo es una mezcla de minerales, materia orgánica, bacterias, agua y aire. Se genera por la acción de la temperatura, el agua, el viento, los animales y las plantas

sobre las rocas. Con el pasar del tiempo y debido a fenómenos de meteorización, la roca va perdiendo progresivamente su resistencia mecánica y se transforma en suelo.

El suelo está constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida está formada por las partículas minerales del suelo; la fase líquida está conformada por agua, aunque en los suelos pueden existir otros líquidos de menor significación; la fase gaseosa está constituida fundamentalmente por los gases atmosféricos y es muy variable en su constitución. [7]

2.1.2 El contenido de agua en la masa del suelo (w%).

El contenido de humedad es la relación que existe entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno a una temperatura entre los 105°-110° C. Se expresa de forma de porcentaje, puede variar desde cero cuando está perfectamente seco hasta un máximo determinado que no necesariamente es el 100%. [9]

La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este, por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica. Esta propiedad física del suelo es de gran utilidad en la construcción civil y se obtiene de una manera sencilla, pues el comportamiento y la resistencia de los suelos en la construcción están regidos por la cantidad de agua que contienen. [9]

2.1.3 Determinación del límite líquido.

El límite líquido es el contenido de humedad, expresado mediante el peso del suelo seco, que se encuentra entre el estado plástico y el estado líquido del mismo.

Este límite se define arbitrariamente como el contenido de humedad necesario para que las dos mitades de una pasta de suelo de 1 cm. de espesor fluyan y se unan en una longitud de 12 mm, aproximadamente, en el fondo de la muesca que separa las dos mitades, cuando la cápsula que la contiene golpea 25 veces desde una altura de 1 cm., a la velocidad de 2 golpes por segundo. [9]

Forma parte de los límites de consistencia que se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco, al agregarse agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y finalmente líquido. [9]

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de 3 mm, de espesor con el suelo, siguiendo estos procedimientos se definen tres límites:

- Límite Líquido.- Cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse, para la determinación de éste se utiliza la cuchara de casa grande.
- Límite plástico.- Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.
- Límite de Retracción o Contracción.- Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder la humedad.

2.1.4 Determinación del límite plástico.

Es el contenido de humedad, expresado en porciento del peso del suelo seco, existente en un suelo en el límite entre el estado plástico y el estado semi-sólido del mismo. Este límite se define arbitrariamente como el más bajo contenido de humedad con el cual el suelo, al ser moldeado en barritas cilíndricas de menor diámetro cada vez, comienza a agrietarse cuando las barritas alcanzan a tener 3 mm, de diámetro. [9]

Esta propiedad se mide en el laboratorio mediante un procedimiento normalizado pero sencillo consistente en medir el contenido de humedad para el cual no es posible moldear un cilindro de suelo, con un diámetro aproximado de 3mm. Para esto se realiza

una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y la superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm, de diámetro. [9]

Al llegar a este diámetro se desarma el cilindro y vuelve a amasar hasta lograr nuevamente un cilindro de 3mm. Esto se realiza consecutivamente hasta que no es posible obtener un cilindro de la dimensión deseada. Con ese contenido de humedad, el suelo se vuelve quebradizo (por pérdida de humedad). Se mide el contenido de humedad, el cual corresponde al límite plástico. [9]

Si el suelo presenta características de plasticidad bien definidas, se amasa el suelo común contenido de humedad que satisfaga las condiciones establecidas en el ensayo de límite plástico y se ejecuta este. Luego se agrega más agua a la pasta restante en la cápsula y se realiza el ensayo de límite líquido. [7]

Si el suelo tiene poca plasticidad, se realiza primeramente el ensayo de límite líquido y de inmediato con la pasta restante se ejecuta el ensayo de límite plástico. Se recomienda realizar este procedimiento al menos 3 veces para disminuir los errores de interpolación o medición. [7]

2.1.5 Compactación de los suelos.

El suelo, como cualquier elemento natural, posee un equilibrio entre los diversos factores que lo influyen. Un cambio de este equilibrio puede provocar una alteración física, química o biológica. La compactación es la principal causa de alteración del suelo. Hay dos situaciones con elevado riesgo de compactación: áreas con fuerte tránsito de vehículos y personas, y áreas cercanas a lugares en construcción. [7]

La compactación de los suelos se produce por la reorientación de las partículas o por la distorsión de las partículas y sus capas absorbidas. En un suelo no cohesivo la compactación ocurre mayormente por la reorientación de los granos para formar una estructura más densa. La presión estática no es muy efectiva en este proceso porque los granos se acúan unos contra otros y resisten el movimiento. [6]

Si los granos se pueden liberar momentáneamente, las presiones, aun las ligeras, son efectivas para forzarlos a formar una distribución más compacta. El agua que fluye también reduce el rozamiento entre las partículas y hace más fácil la compactación, sin embargo el agua en los poros también impide que las partículas tomen una distribución más compacta. Por esta razón la corriente de agua sólo se usa para ayudar a la compactación, cuando el suelo es de granos tan gruesos que el agua abandona los poros o huecos rápidamente. [6]

Para lograr una compactación eficiente en los suelos no cohesivos se requiere una fuerza moderada aplicada en una amplia área, o choque y vibración. La compactación eficiente en los suelos cohesivos requiere presiones más altas para los suelos secos que para los húmedos, pero el tamaño del área cargada no es crítico. La eficiencia se mejora aumentando la presión durante la compactación a medida que el peso específico y la resistencia aumentan. [8]

2.1.6 Esfuerzo – Deformación.

Cuando un material es sujeto a esfuerzos, este responde con deformaciones. Entonces es necesario trazar una historia de los cambios entre los esfuerzos y las deformaciones y así obtener una curva esfuerzo-deformación. El ingeniero debe comprobar que las deformaciones producidas en el suelo al aplicar las cargas exteriores son menores a la deformación admisible y así asegurar la estabilidad del suelo y obtener la curva esfuerzo deformación del suelo.

El grado de deformación producido por un esfuerzo dependerá de la composición, relación de vacíos, historia del esfuerzo, y forma en que se apliquen los nuevos esfuerzos. Para poder hallar la deformación de un suelo muchas veces es mejor medir directamente las deformaciones producidas en un ensayo de laboratorio bajo los esfuerzos que existirán en el terreno real. En otros casos, suele ser muy útil recurrir a conceptos y formulas de la teoría de elasticidad. [8]

Con este fin se han desarrollado ensayos y descripciones matemáticas que parten de las teorías clásicas de la elasticidad y plasticidad. Sin embargo, los suelos se diferencian mucho de otros materiales, debido a su naturaleza porosa y compuesta de

partículas. El comportamiento de un material perfectamente elástico solo depende de sus condiciones inicial y final, independientemente del camino que tomen durante el cargado o descargado, esto debido a que presentan un comportamiento lineal.

En cambio los suelos no solo depende de su condición inicial y final sino además del camino durante el cargado o descargado y de la historia previa al cargado o descargado. El ensayo de la compresión simple es un caso especial del ensayo triaxial, en el cual solamente se le aplica a la probeta la tensión longitudinal. [7]

Puesto que no es necesario el dispositivo para aplicar la presión lateral, y como, además, la muestra no necesita estar envuelta en una membrana de caucho, este ensayo se ha convertido en un ensayo sencillo de campo. El aparato es tan solo útil para ensayos rápidos sobre suelos predominantemente arcillosos que están saturados o casi saturados.

Se podrá realizar de dos maneras, mediante un control de deformación o bien, mediante un control de esfuerzos. El primero, es ampliamente utilizado, controlando la velocidad de avance de la plataforma del equipo. El segundo, requiere ir realizando incrementos de carga, lo que puede causar errores en las deformaciones unitarias al producirse una carga adicional de impacto al aumentar la carga, por lo que resulta de prácticamente nula utilización. [6]

Es necesario asumir que las deformaciones en los suelos son pequeñas (infinitesimales) para poder aplicar el principio de la mecánica de los cuerpos elásticos a los suelos. El suelo solo puede sostener esfuerzos de compresión. A continuación se explicara detalladamente los conceptos de la teoría de la elasticidad, orientado a los suelos. [8]

2.1.7 Estabilizaciones viales.

El extraordinario poder de TerraSil hace que los suelos no tratados mejoren mucho sus propiedades mecánicas. De este modo, caminos y pistas no pavimentadas, bases de carreteras, pavimentos ecológicos de aspecto natural, etc. quedan protegidos frente a las acciones del tráfico y de la naturaleza. Los suelos tratados resisten mucho

más tiempo antes de que se haga necesario cualquier tipo de mantenimiento, que en otro caso sería mucho más frecuente e incurriendo en los correspondientes costes asociados. [8]

Los siguientes ejemplos son situaciones típicas en las que TerraSil despliega toda su capacidad para estabilizar un suelo y conseguir el objetivo propuesto. [2]

Gráfico N°. 2 Estabilizaciones viales sin asfaltar.



Fuente: <http://www.optimasoil.com/index.php/productos/terrasil>

Estabilización de bases y sub-bases, permitiendo para su ejecución en muchos casos el aprovechamiento de suelo natural existente sin necesidad de aportación de cantera.[2]

Gráfico N°. 3 Estabilización de bases y sub-bases



Fuente: <http://www.optimasoil.com/index.php/productos/terrasil>

Un caso particular e interesante es la ejecución de pavimentos ecológicos con terrizos para caminos multiuso. Ejecución ecológica, aspecto natural y economía para actuaciones de paisajismo. [2]

Gráfico N°. 4 Pavimentos Ecológicos con Terrizos



Fuente: <http://www.optimasoil.com/index.php/productos/terrasil>

También se pueden estabilizar suelos en la construcción de áreas de aparcamiento de aspecto natural, con alta resistencia a la abrasión. Ecología y estética se unen en proyectos emblemáticos. [2]

Gráfico N°. 5 Áreas de Aparqueamiento



Fuente: <http://www.optimasoil.com/index.php/productos/terrasil>

TerraSil aplicado en arcenes no pavimentados (o sus recrecidos cuando se extienden nuevas capas de rodadura) mantienen aquellos en buen estado y aumentan la seguridad en caso de invasión por vehículo. [2]

Gráfico N°. 6 Arcenes no pavimentados



Fuente: <http://www.optimasoil.com/index.php/productos/terrasil>

TerraSil es una alternativa muy interesante desde los puntos de vista medioambiental y económico para la estabilización de bases de campos de fútbol. [2]

Gráfico N°. 7 Estabilización de bases de campos de fútbol



Fuente: <http://www.optimasoil.com/index.php/productos/terrasil>

2.1.8 Ubicación del proyecto.

Quevedo es una ciudad ubicada en la provincia de Los Ríos, cuenta con una población de 120.614 habitantes (en 2010), su actividad económica principal es la agropecuaria. [4]

Extensas áreas de terreno son utilizadas en actividades productivas agrícolas y agroindustriales. La producción resultante de estas actividades se destina a los mercados locales, provinciales y nacionales a través de la red vial instalada en la provincia, cuya red a nivel de caminos vecinales están totalmente deterioradas y en

muchos casos ni siquiera son transitables, por lo que nace la necesidad de construir una nueva red en óptimas condiciones, para mejorar la productividad y la rentabilidad del sector agrario de la provincia y potenciar las actividades derivadas de ésta, como el transporte y la comercialización de la producción, precautelando el parque automotor de los usuarios de estos caminos. [4]

El objetivo primordial es realizar los estudios de Ingeniería para La Rehabilitación “Vía Ecológica del Cantón Quevedo”, y así mejorar el tránsito vehicular y el transporte de productos agrícolas y ganaderos existentes en la zona.

Por otra parte, es importante destacar que una vez construida la vía colectora se integrarían extensas áreas de terreno fértil a la producción del país, facilitando el transporte de personas y comercializando los productos de la zona en los centros de mayor consumo incrementando de esta manera el progreso social y económico de los pueblos de la región. [4]

La zona del proyecto se ubica al noreste de la Provincia de Los Ríos. El acceso al proyecto de donde nace “Vía Ecológica del Cantón Quevedo” parte desde la abscisa 0+000 hasta la 3+822 hasta llegar a interceptarse con la E25; cuyas coordenadas son las siguientes:

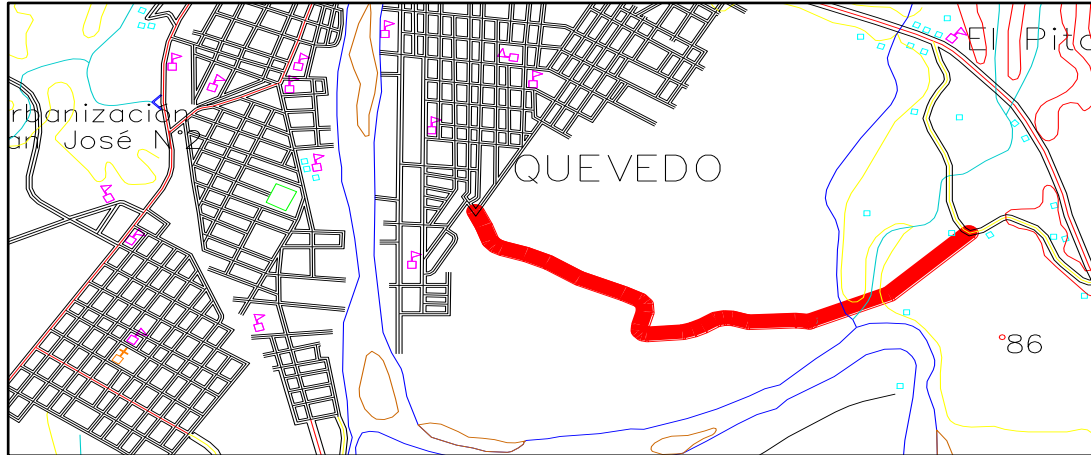
Tabla 1. Coordenadas de Proyección UTM del Proyecto

<i>Inicio La Templanza (0+000)</i>	<i>Longitud</i>	<i>673836</i>	<i>Latitud</i>	<i>9885107</i>
<i>1+000</i>		<i>673231</i>		<i>9885521</i>
<i>2+000</i>		<i>672584</i>		<i>9885128</i>
<i>3+000</i>		<i>671871</i>		<i>9884612</i>
<i>Fin Sector (3+822)</i>	<i>Longitud</i>	<i>671168</i>	<i>Latitud</i>	<i>9884882</i>

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

En la figura siguiente se puede apreciar la ubicación “Vía Ecológica del Cantón Quevedo”

Gráfico N°. 8 Ubicación “Vía Ecológica del Cantón Quevedo”



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

2.1.9 Estudio de suelos y pavimento.

En primer lugar se realizó una visita de campo por parte del técnico asignado para esta área, en la misma se observaron las características físicas generales del suelo y se tomaron decisiones respecto a la ubicación de las calicatas a ser excavadas para la obtención de las muestras de suelo.

En otra visita se obtuvieron las muestras de suelo a lo largo de la vía y con ellas se procedió a realizar, en el laboratorio de suelos y materiales de la planta perteneciente a la Empresa Pública Emvialrios ubicado en la ciudad de Ventanas km 37 vía Babahoyo, las pruebas pertinentes, las mismas que consistieron en los siguientes ensayos:

- Humedad
- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Densidad de Campo (TROXLER MODELO 3430)

2.1.10 Estudio de impacto ambiental.

Se describe el estado actual de la vía así como la propuesta de mejoramiento que se presenta mediante este estudio. Luego, se elabora un diagnóstico de los componentes ambientales del área cercana a la vía (<200m. del eje), que es la zona de influencia ambiental directa, así como también del área más allá de los 200 m., que es la zona de influencia indirecta.[1]

En ambos casos se analizan los componentes ambientales físicos: topografía, precipitación, temperatura y suelos. También los componentes biológicos: flora y fauna y el componente social relacionado con la población del sector. Después de esta descripción de los componentes se elabora un inventario de los pasivos ambientales o daños que se pueden causar debido a la construcción de esta vía, identificándose los elementos causa-efecto de los impactos ambientales. [5]

2.1.11 Geografía.

Quevedo se encuentra situado en un hermoso lugar en el corazón del Litoral, por su posición geográfica y vial privilegiada ha beneficiado al país, además permite un intenso tráfico terrestre y fluvial. Posee un clima que beneficia para el cultivo. Es una población situada en las orillas del río Quevedo en el sector denominado "Las Lomas". Se encuentra ubicada al 1° 20' 30" de latitud sur y los 79° 28' 30" de longitud occidental, dentro de una zona subtropical. [4]

2.1.12 Clima.

Es una zona climática lluviosa subtropical, su temperatura habitual es de unos 20 a 33 °C y a veces llega a los 38 °C. Las lluvias nacen mayoritariamente al este de la ciudad (en el cantón La Maná está el epicentro principal). Con esto Quevedo tiene precipitaciones en todos los meses del año y su precipitación anual oscila entre 3.000 a 4.000 mm. [4]

2.1.13 Demografía.

Quevedo es la décimo segunda ciudad más poblada de Ecuador, con 173.585 habitantes en el último censo ecuatoriano, conducido el 28 de noviembre del 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). En la actualidad, ha superado en población a la capital de la provincia, Babahoyo. [4]

Su población está formada por gente de distintos lugares del país predominando también una alta población de ciudadanos chinos que se afincaron en el lugar a principios del siglo XX lo que le da una característica especial por sus vistosos almacenes y restaurantes de la colonia del país asiático. [4]

Quevedo es por su agricultura un centro de masificación poco común llenándose todos los días de gente de distintos lugares dando una apariencia de mercado febril en todo el año.

Cabe destacar que Quevedo tiene su propia zona metropolitana llamada Área Metropolitana del Gran Quevedo en donde se contaron 464.582 habitantes viviendo en una superficie de 5265 km² según el censo 2010.

Dentro de la superficie de la Conurbación de Quevedo se incluyen los cantones siguientes: Quevedo, Mocache, Buena Fe, Valencia, El Empalme, Pichincha, Manabí y la Maná (Cotopaxi). Con esta cifra demográfica, el Área Metropolitana de Quevedo es sexta en posiciones de áreas metropolitanas del Ecuador y una de las más rápidas crecientes. [5]

2.1.14 Economía.

Quevedo es el mayor centro económico y comercial de la provincia de Los Ríos, entregando divisas de la exportación de sus productos agrícolas como: banano, café, cacao, palo de balsa, caucho, palma africana, frutales, soya, maíz, arroz entre otros. A mediados del siglo pasado Quevedo se convirtió en el centro de producción de cacao obteniendo actualmente denominación de origen por su producto "Sabor arriba", un chocolate negro de un fino aroma. El banano también tiene prestigio en esta región. La diversidad de productos que se producen en Quevedo le ha dado el nombre de "granero del Ecuador" [5].

2.2 HIPÓTESIS.

La utilización de TerraSil en la Subrasante natural mejorará la compactación y humedad en la vía ecológica del Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos.

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

2.3.1 Variable independiente.

Utilización de Terrasil en la Subrasante natural.

2.3.2 Variable dependiente.

Compactación y humedad.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Exploratorio:

La presente investigación es de tipo exploratorio por que se realiza el estudio de una vía, explorando las alternativas de mejoramiento y dichos ensayos se realizan en el campo y en el laboratorio.

3.1.2. Descriptivo:

La investigación es de tipo descriptivo, ya que conllevó al hecho mismo del análisis real para la obtención de la subrasante mejorada in-situ, y la descripción de las situaciones que acontecieron en las condiciones naturales.

3.1.3. Explicativo:

La investigación es de tipo explicativo, ya que se basó en documentos, inferencias, creencias a través de las cuales se mostró las características y procesos para realizar el mejoramiento de la subrasante con la sustitución de un nuevo suelo.

3.1.4. Tipo de investigación.

3.1.4.1. Investigación Experimental:

Todas las muestras que se obtuvieron fueron manipuladas in-situ con y sin el aditivo TerraSil, lo que conllevó a realizar varias comparaciones y dar validez de su efecto positivo en el mejoramiento de la subrasante.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1 Población (n)

El proyecto consta de una vía ubicada en la ciudad de Quevedo sector San Camilo, con una longitud total de 3.822 metros.

3.2.2 Muestra (n)

Se tomarán muestras cada 500 metros en toda la longitud de la vía sumando así un total 9 muestras.

Tabla 2. Tabla de número de muestras

Abcisas	# Muestras
0 + 000	1
0 + 500	1
1 + 000	1
1 + 500	1
2 + 000	1
2 + 500	1
3 + 000	1
3 + 500	1
3 + 822	1
TOTAL	9

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

HIPÓTESIS

La utilización de TerraSil en la Subrasante natural mejorará la compactación y humedad en la vía ecológica del Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos.

3.3.1 Variable Independiente

Utilización de Terrasil en la Subrasante natural.

Tabla 3. Variable Independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Subrasante; Terreno de fundación de la vía, pudiendo estar constituida por el suelo natural del corte o de la parte superior de un relleno debidamente compactado.	Análisis de las Condiciones del suelo	Estado del Suelo	¿En qué estado se encuentra el suelo?	Análisis investigación
		Ensayos de la subrasante con TerraSil	¿Cómo determinó el estado de la Subrasante para mejorarlo con TerraSil?	Análisis Investigación
	Composición química del TerraSil		¿Cómo obtener la subrasante mejorada?	Análisis Investigación

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

3.3.2 Variable Dependiente

Compactación y humedad.

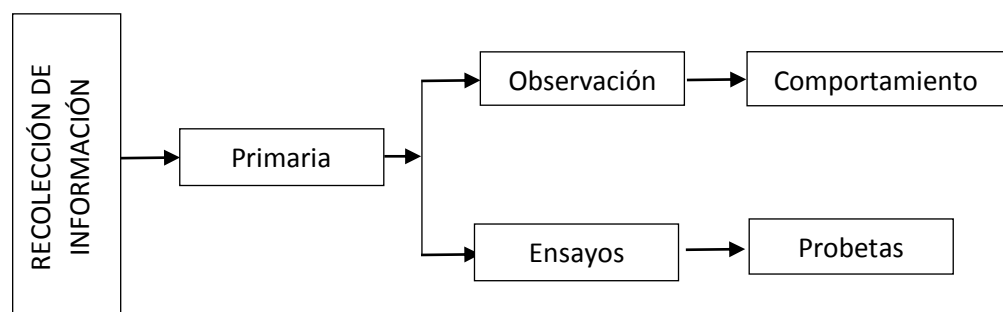
Tabla 4. Variable Dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
<p>Compactar es la operación previa, para aumentar la resistencia superficial de un terreno sobre el cual deba construirse una carretera y otra obra.</p> <p>Aplicando una cantidad de energía la cual es necesaria para producir una disminución apreciable del volumen de hueco del material utilizado.</p>	Análisis del grado de humedad y compactación del suelo.	Estado del Suelo antes y después de haber utilizado TerraSil.	¿Cómo determino el grado de compactación y humedad de la Subrasante para mejorarlo con TerraSil?	Análisis Investigación Ensayos
	Composición química del TerraSil	Ensayos de la subrasante con Órganosilanos (TerraSil)	¿Cómo obtener un buen grado de compactación?	Análisis Investigación Ensayos

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 5. Recolección de Información.



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 6. Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información.

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	- Verificar la capacidad de compactación y humedad de una subrasante utilizando TerraSil.
2. ¿De qué personas u objetos?	- De probetas cilíndricas para el Próctor y CBR realizadas en el laboratorio.
3. ¿Sobre qué aspectos?	- Adicionando el aditivo biodegradable (TerraSil).
4. ¿Quién?	- Egdo. Diego Rodríguez
5. ¿Dónde?	- Los laboratorios de la empresa EMVIALRÍOS.EP
6. ¿Cómo?	- Investigación bibliográfica - Normas INEN, ASTM y AASHTO. - Ensayos de laboratorio

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

- Realizar la obtención del material a utilizar.
- Desarrollar la colocación del material.
- Revisar los materiales colocados in-situ.
- Determinar la cantidad utilizable para los ensayos.
- Determinar los días que se realizarán los ensayos de compactación e impermeabilización.
- Estudiar los datos para presentar los resultados.
- Analizar e interpretar los resultados relacionados con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y la hipótesis del proyecto.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Proceso de Aplicación del aditivo Terrasil en el suelo a tratar.

Paso # 1. Se realizó un reconocimiento preliminar del proyecto para constatar las condiciones generales del suelo.

Paso # 2 Se determinó la ubicación para realizar las calicatas cada 500 m a lo largo de la vía, se realizó 9 calicatas para ensayar en los laboratorios tanto con el suelo normal y después con el suelo mejorado con aditivo Terrasil.

Paso # 3 Se obtuvieron muestras del material de cada calicata para determinar los contenidos de humedad.

Paso # 4 Se realizaron los ensayos de Límites de Atterberg, este se clasifica en el límite líquido y el límite plástico.

Paso # 5 Después se realizaron los ensayos del Próctor modificado para ver el porcentaje óptimo de humedad que necesita el suelo, este ensayo se realizó con 4 muestras de suelo de 6000gr cada uno, al molde se le coloca 5 capas de suelo y cada capa es compactada con 56 golpes.

Paso # 6 Con el porcentaje óptimo de agua se realizó el CBR de la muestra que consiste en 3 moldes de 6" de diámetro, el primer molde de 11 golpes, el segundo molde de 27 golpes y el tercero de 56 golpes de igual manera con 5 capas.

Paso # 7 Después de terminar la compactación, los moldes son llevados a una piscina con un deformímetro para medir el esponjamiento del suelo.

Paso # 8 Se realizó el ensayo con el densímetro nuclear para determinar la densidad del suelo in-situ.

Paso # 9 Para trabajar con el producto Terrasil se realizó una escarificación de 30 cm de profundidad en 1 m² del suelo a tratar.

Paso # 10 El suelo extraído se llevó al laboratorio para colocar en una bandeja y comenzar con la adición del Terrasil.

Paso # 11 La adición consiste que para 1 m³ de suelo se necesita 0.5 litros de aditivo Terrasil en 7.87 litros de agua.

Paso # 12 La colocación del aditivo Terrasil se lo hace en forma de regadera para que así se esparza sobre todo el suelo a tratar.

Paso # 13 Nuevamente se realizó una escarificación manual como puede ser con una pala o un palustre hasta que el suelo se mezcle con el aditivo Terrasil.

Paso # 14 Una vez tratado el suelo con el producto se realizó nuevamente los ensayos detallados en los pasos 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Paso # 15 Para comenzar el mejoramiento in-situ se empezó escarificando 30 cm del suelo de la vía con la motoniveladora.

Paso # 16 Luego se procedió a regar con el camión cisterna el producto Terrasil mezclado con agua.

Paso # 17 Para un camión cisterna con la capacidad de 3000 gal de agua, la cantidad de Terrasil a colocar es de 721.43 litros.

Paso # 18 Después se vuelve a escarificar el suelo con la motoniveladora para que el suelo se combine con el producto Terrasil.

Paso # 19 Seguidamente se realiza la compactación de la vía con un rodillo liso vibratorio.

Paso # 20 Se realiza un último regado del producto Terrasil con el camión cisterna para sellar el suelo.

4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.

ENSAYOS DE SUELO

SECTOR: SAN CAMILO – QUEVEDO

Ensayos para determinar la Humedad Óptima y Densidad Máxima, estos ensayos se realizaron cada 500 metros en una longitud de tramo total de 3.822 metros.

Tabla 7. Límites de Atterberg Abscisa 0+000

EMVIALBIOS		LABORATORIO DE SUELO Y ASFALTO				
LÍMITES DE ATTERBERG - LÍQUIDO Y PLÁSTICO (AASHTO T 89 - 90)						
PROYECTO : RUTA ECOLÓGICA CALCATA 1 ABSCISA 0+000 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARCILLA			FECHA: 04/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ			
GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63)						
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO	
3"	-	-				
2 ½"	-	-				
2"	-					
1 ½"	-					
1"	-					
¾"	-					
½"	-					
⅜"	-					
N°4	-					
< N°4	-					
N°10	11,9	11,9	6,0	94,1		
N°40	29,1	41,0	20,5	79,5		
N°200	42,4	83,40	41,70	(58,30)		
< N°200	116,6	116,60	58,30			
PESO TOTAL 200 gr		CUARTEO(PESO)				
		ANTES 200 gr				
		DESPUÉS 83,4 gr				
ARENA 6 %						
FINO 21 %						
ARCILLA 58 %						
CLASIFICACIÓN:			HUMEDAD NATURAL: 52,04 %			
SUCS		CH		LÍMITE LÍQUIDO: 54,81		
AASHTO		A-7		LÍMITE PLÁSTICO 36,34		
COLOR CAFÉ CLARO			ÍNDICE PLÁSTICO 18,47			
OBSERVACIONES:						

HUMEDAD NATURAL (AASHTO T 265)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
T1	----	68,90	50,70	14,20	49,86	
T2	----	71,40	51,30	14,22	54,21	52,04

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM 423-66)						
24	40	30,70	25,00	13,70	50,44	
2	30	28,30	23,40	14,20	53,26	
5	20	28,10	23,00	14,10	57,30	
18	12	28,30	23,00	14,30	60,92	54,81

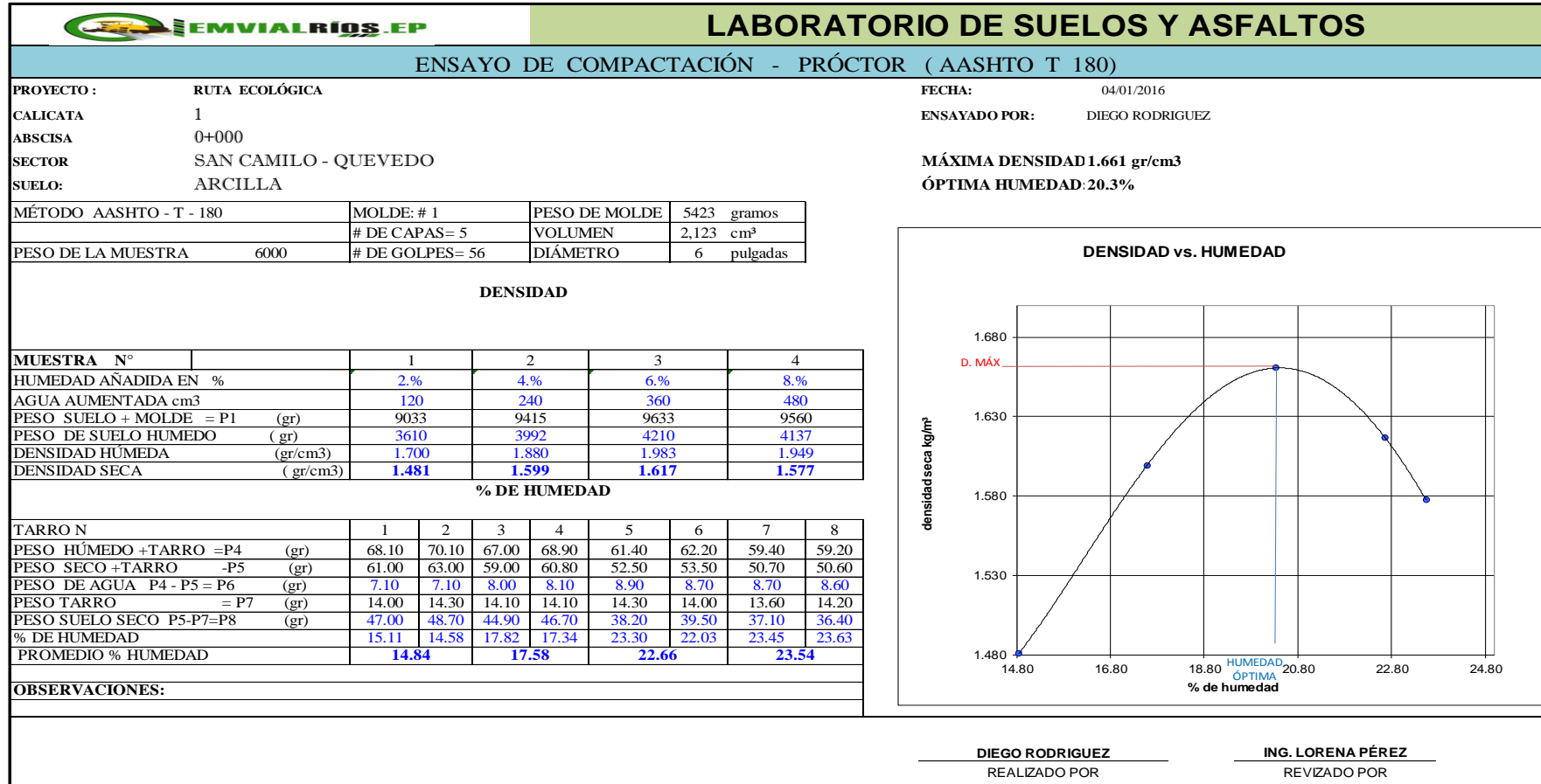
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D424-59)						
T7	----	10,40	9,50	7,00	36,00	
T8	----	10,10	9,30	7,10	36,36	
A1	----	11,20	10,10	7,10	36,67	36,34

HUMEDAD vs. # DE GOLPES.

# DE GOLPES	% DE HUMEDAD
12	60,92
20	57,30
30	53,26
40	50,44


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 8. Ensayo de Compactación Abscisa 0 + 000



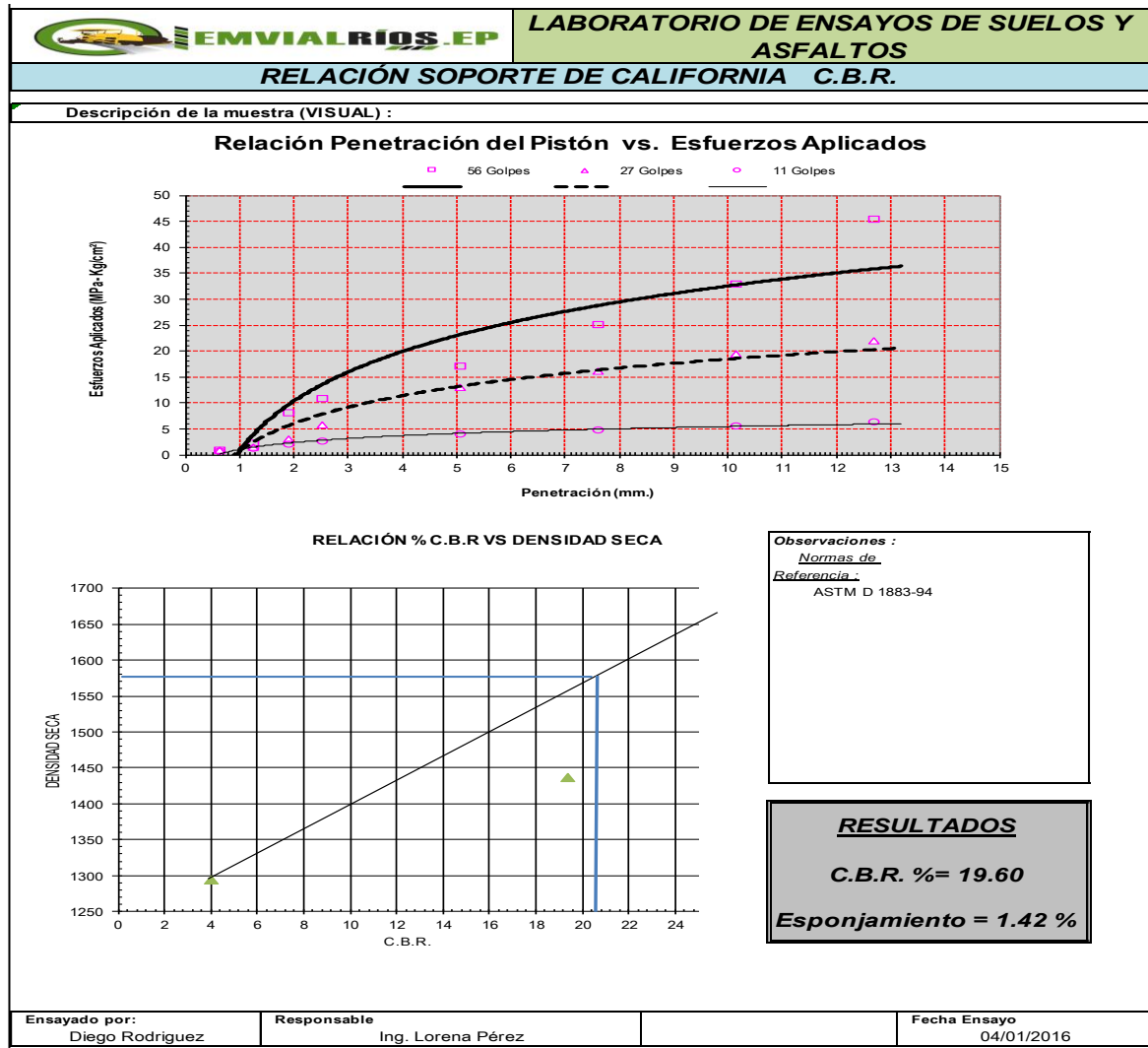
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 9. Ensayo CBR Abscisa 0 + 000

 LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.														
PROYECTO : RUTA ECOLÓGICA CALCATA 1 ABSCISA 0+000 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARCILLA						FECHA: 04/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
Descripción de la muestra (VISUAL) :														
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1661 % de Humedad Óptima : 20,3		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54 Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				Proctor Tipo : Modificado C.B.R. al : 95%		Área del Pistón : 3 plg²						
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde # 6 # de Capas 5 # de Golpes por Capa 56 Golpes		Antes Saturación Después Saturación				Molde # 10 # de Capas 5 # de Golpes por Capa 27 Golpes		Antes Saturación Después Saturación		Molde # 11 # de Capas 5 # de Golpes por Capa 11 Golpes				
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.) Masa del Molde (gr.) Masa de la muestra húmeda (gr.) Masa de agua absorbida (gr.)		10074 6080 3994 208				9758 6086 3672 348		10106 6185 3309 9,48		9494 6185 3309 1227				
% de agua absorbida Volumen de la muestra (cm ³) Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m ³)		5,21 2123 1881				9,48 2123 1730		37,08 2123 1559		37,08 2123 1559				
Contenido de humedad Recipiente #		Arriba Abajo Arriba Abajo 1 2				Arriba Abajo Arriba Abajo 3 4		Arriba Abajo Arriba Abajo 5 6		Arriba Abajo Arriba Abajo 5 6				
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.) Masa de muestra seca + Recipiente (gr.) Masa del Recipiente (gr.) % de Humedad parcial % de Humedad promedio Densidad Seca de la muestra (Kg/m ³)		64,0 64,0 55,7 55,6 14,0 14,0 19,90 20,19 20,45 1,562				61,3 61,3 53,3 53,0 14,0 14,0 20,36 21,28 20,45 1,436		64,1 64,1 55,7 55,6 14,4 14,4 20,34 20,63 20,45 1,294		64,1 64,1 55,7 55,6 14,4 14,4 20,34 20,63 20,45 1,294				
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura		Altura del molde cm = 11.64						Altura de Molde cm. = 11.64						
		Lectura Dial (mm)		Dif.		%		Lectura Dial (mm)		Dif.		%		
4-ene-16 10:30		0,000		0,00		0,00		0,000		0,00		0,00		
5-ene-16 10:30		0,091		0,09		0,78		0,111		0,11		0,95		
6-ene-16 10:30		0,102		0,10		0,88		0,132		0,13		1,13		
7-ene-16 10:30		0,114		0,11		0,98		0,147		0,15		1,26		
ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		17	0,88					16	0,83				
1,0	1,27		43	2,22					28	1,45				
1,5	1,90		155	8,01					58	3,00				
2,0	2,54	70,31	210	10,85	13,64	19,40			110	5,68	7,88	11,21		
4,0	5,08	105,47	330	17,05					253	13,07				
6,0	7,62	133,59	485	25,06					313	16,18				
8,0	10,16	161,71	635	32,82					375	19,38				
10,0	12,70	182,81	880	45,48					427	22,07				
Observaciones :														
Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93 DESCRIPCIÓN ARCILLA COLOR CAFÉ CLARO CON ARENA FINA														
Ensayado por: Diego Rodriguez		Responsable Ing. Lorena Pérez						Fecha Ensayo 04/01/2016						


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 9 Gráfica de CBR abscisa 0 + 000



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 10. Ensayo de densidades abscisa 0 + 000

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ MATERIAL: SUELO NATURAL TUTOR: ING. LORENA PÉREZ EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430 FECHA: 05-ene-16 PROCTOR: 1,661 gr/cm3 HUMEDAD ÓPTIMA: 20,3%					
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
0+000	CENTRO	4	1,553	23,5	93,50
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		

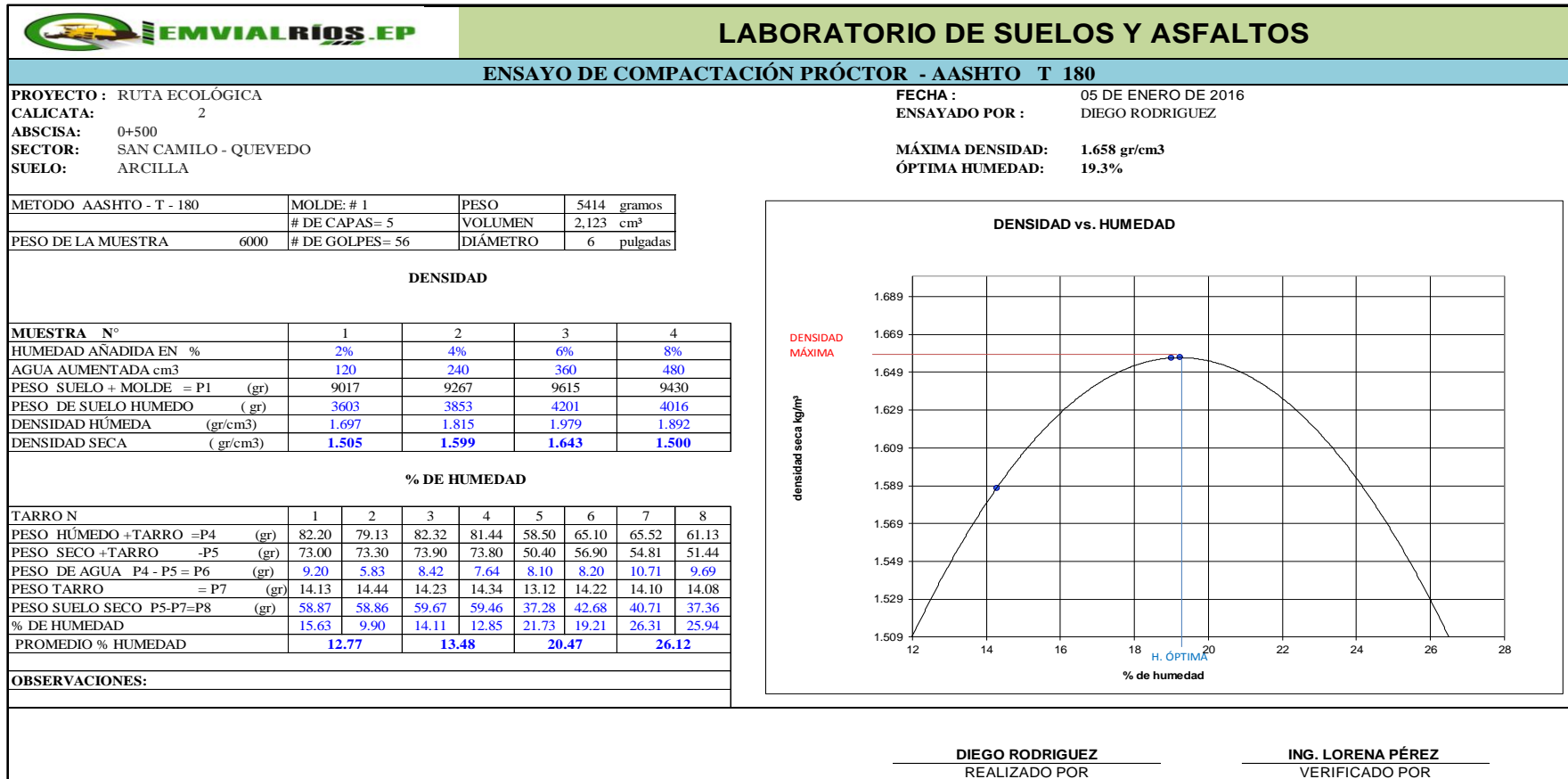
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 11. Límites de Atterberg Abscisa 0 + 500

EMVIALISS		LABORATORIO DE SUELO Y ASFALTO				
LÍMITES DE ATTERBERG - LÍQUIDO Y PLÁSTICO (AASHTO T 89 - 90)						
PROYECTO : RUTA ECOLÓGICA CALICATA: 2 ABSCISA: 0+500 SECTOR: SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARCILLA			FECHA : 05 DE ENERO DE 2016 ENSAYADO POR : DIEGO RODRIGUEZ			
GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63)						
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO	
3"	-	-				
2 1/2"	-	-				
2"	-					
1 1/2"	-					
1"	-					
3/4"	-					
1/2"	-					
3/8"	-					
N°4	-					
< N°4	-					
N°10	4,1	4,1	2,1	98,0		
N°40	36,9	41,0	20,5	79,5		
N°200	60,6	101,60	50,80	(49,20)		
< N°200	82,9	82,90	(49,20)			
PESO TOTAL 200 gr CUARTEO (PESO) ANTES 200 gr DESPUÉS 101,6 gr						
ARENA 2 % FINO 21 % ARCILLA 49 %						
CLASIFICACIÓN:			HUMEDAD NATURAL 45,72 %			
SUCS		CL	LÍMITE LÍQUIDO: 27,71 %			
AASHTO		A-4	LÍMITE PLÁSTICO 9,13 %			
COLOR CAFÉ CLARO			ÍNDICE PLÁSTICO 18,58 %			
OBSERVACIONES:						
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
T1	----	69,60	52,50	14,00	44,42	
T2	----	71,46	53,10	14,05	47,02	45,72
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM 423-66)						
24	38	27,50	24,90	14,10	24,07	
2	30	23,90	23,70	14,30	2,13	
5	23	29,10	24,60	14,22	43,35	
18	12	29,80	24,80	14,30	47,62	27,71
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D424-59)						
T7	----	9,80	9,60	7,00	7,69	
T8	----	10,30	10,00	7,10	10,34	
A1	----	10,71	10,41	7,20	9,35	9,13
HUMEDAD vs. # DE GOLPES.						

Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 12. Ensayo de Compactación Abscisa 0 + 500



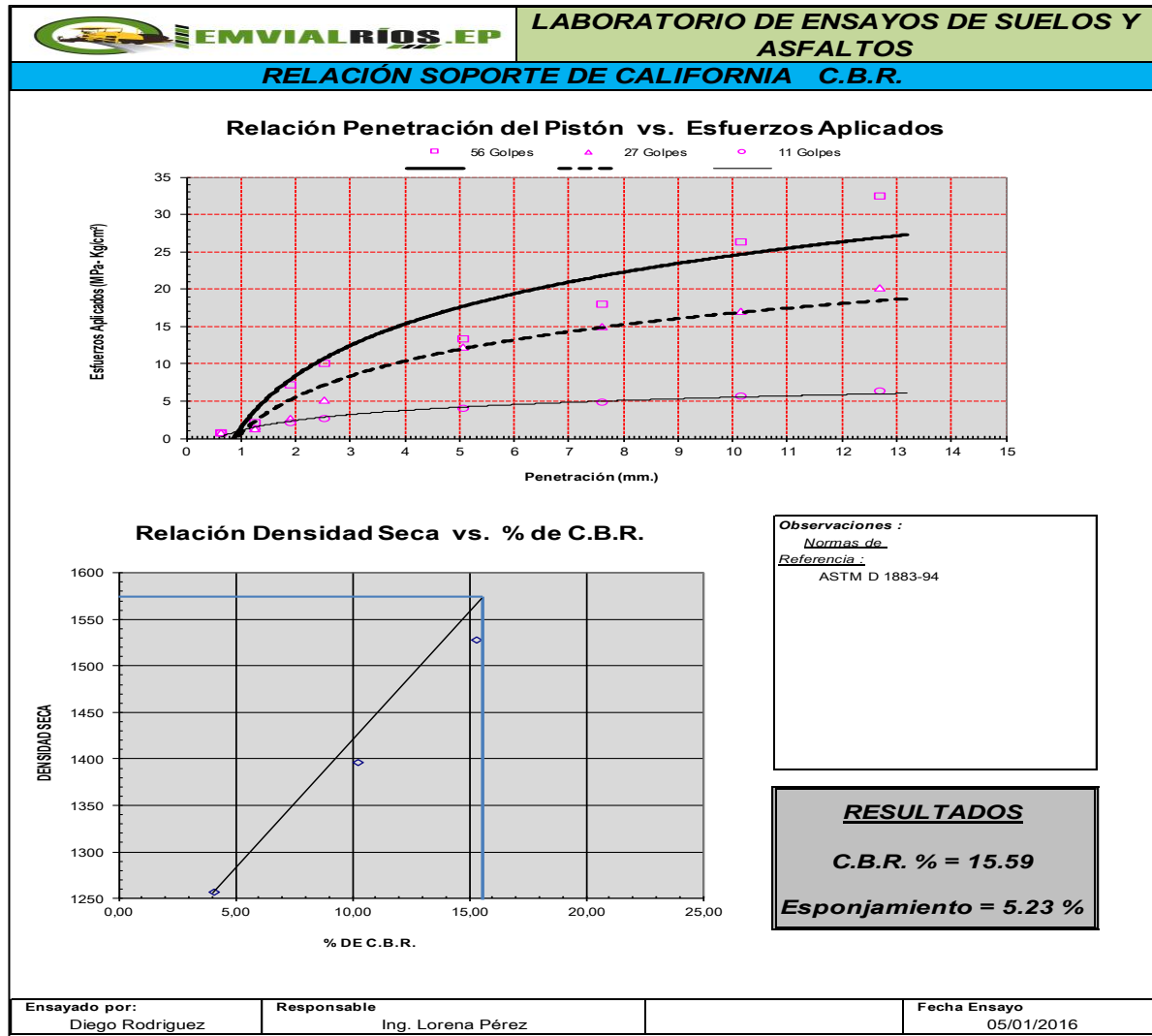
Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 13. Ensayo de CBR Abscisa 0 + 500

LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS																
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.																
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA						FECHA: 05/01/2016										
CALICATA 2						ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ										
ABSCISA 0+500																
SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO																
SUELO: ARCILLA																
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1658			Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54			Proctor Tipo : Modificado			Área del Pistón :							
% de Humedad Óptima : 19,3			Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72			C.B.R. al : 95%			3 pig2							
PROBETAS DEL ENSAYO																
Molde #	6					10					11					
# de Capas	5					5					5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes					27 Golpes					11 Golpes					
Condiciones de la Muestra	Antes Saturación		Después Saturación			Antes Saturación		Después Saturación			Antes Saturación		Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	10088		10356			9712		10161			10228		10775			
Masa del Molde (gr.)	6156					6119					6993					
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3932					3593					3235					
Masa de agua absorbida (gr.)	268					449					547					
% de agua absorbida	6,82					12,50					16,91					
Volumen de la muestra (cm ³)	2123					2123					2123					
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m ³)	1852					1692					1524					
Contenido de humedad	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo	
Recipiente #	1		2		3		4		5		6		Arriba		Abajo	
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	66,0		66,0		76,0		76,0		74,0		74,0					
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	57,0		56,8		65,0		64,8		64,0		63,5					
Masa del Recipiente (gr.)	14,0		14,0		14,0		14,0		14,1		14,1					
% de Humedad parcial	20,93		21,50		21,57		22,05		20,04		21,26					
% de Humedad promedio	21,22					21,22					21,22					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m ³)	1528					1396					1257					
DATOS DE ESPONJAMIENTO																
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11.65				Altura de Molde cm. = 11.64				Altura de Molde cm. = 11.64						
		Lectura Dial (mm)	Dif.	%		Lectura Dial (mm)	Dif.	%		Lectura Dial (mm)	Dif.	%				
5-ene-16 10:30		0,000	0,00	0,00		0,000	0,00	0,00		0,000	0,00	0,00				
6-ene-16 10:30		0,356	0,36	3,06		0,381	0,38	3,27		0,406	0,41	3,49				
7-ene-16 10:30		0,370	0,37	3,18		0,483	0,48	4,15		0,533	0,53	4,58				
8-ene-16 10:30		0,376	0,38	3,23		0,592	0,59	5,09		0,609	0,61	5,23				
ENSAYO DE PENETRACIÓN																
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)		
0,5	0,63		15	0,78		14	0,72		15	0,78						
1,0	1,27		40	2,07		26	1,34		24	1,24						
1,5	1,90		140	7,24		52	2,69		40	2,07						
2,0	2,54	70,31	195	10,08	10,77	100	5,17	7,19	10,22	51	2,64	2,88	4,09			
4,0	5,08	105,47	258	13,33		237	12,25		78	4,03						
6,0	7,62	133,59	349	18,04		290	14,99		95	4,91						
8,0	10,16	161,71	510	26,36		330	17,05		109	5,63						
10,0	12,70	182,81	628	32,45		390	20,16		123	6,36						
Observaciones :			DESCRIPCIÓN :													
Normas de Referencia :			ARCILLA COLOR CAFÉ CLARO CON ARENA FINA													
ASTM D 1883-94																
AASHTO T 193-93																
Ensayado por		Responsable				Fecha Ensayo										
Diego Rodriguez		Ing. Lorena Pérez				05/01/2016										


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 10 Gráfica de CBR Abscisa 0 + 500



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

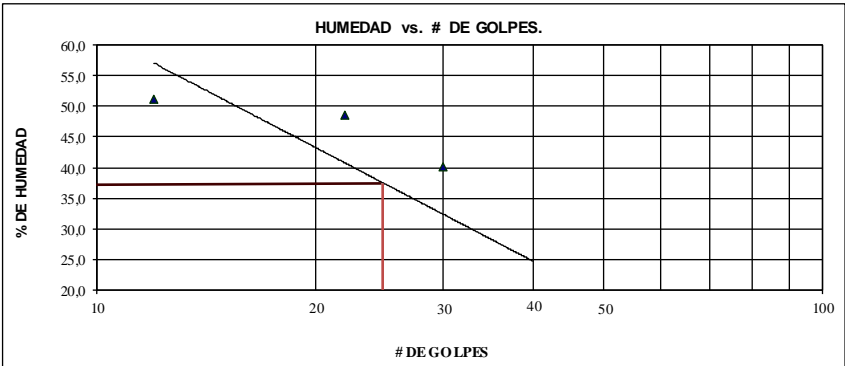
Tabla 14. Ensayo de Densidades Abscisa 0 + 500

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ MATERIAL: SUELO NATURAL TUTOR: ING. LORENA PÉREZ EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430 FECHA: 06-ene-16 PROCTOR: 1,658 gr/cm ³ HUMEDAD ÓPTIMA: 19,3%					
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
0+500	IZQUIERDO	4	1,572	23,4	94,81
DIEGO RODRIGUEZ			ING. LORENA PÉREZ		
REALIZADO POR			APROBADO POR		

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

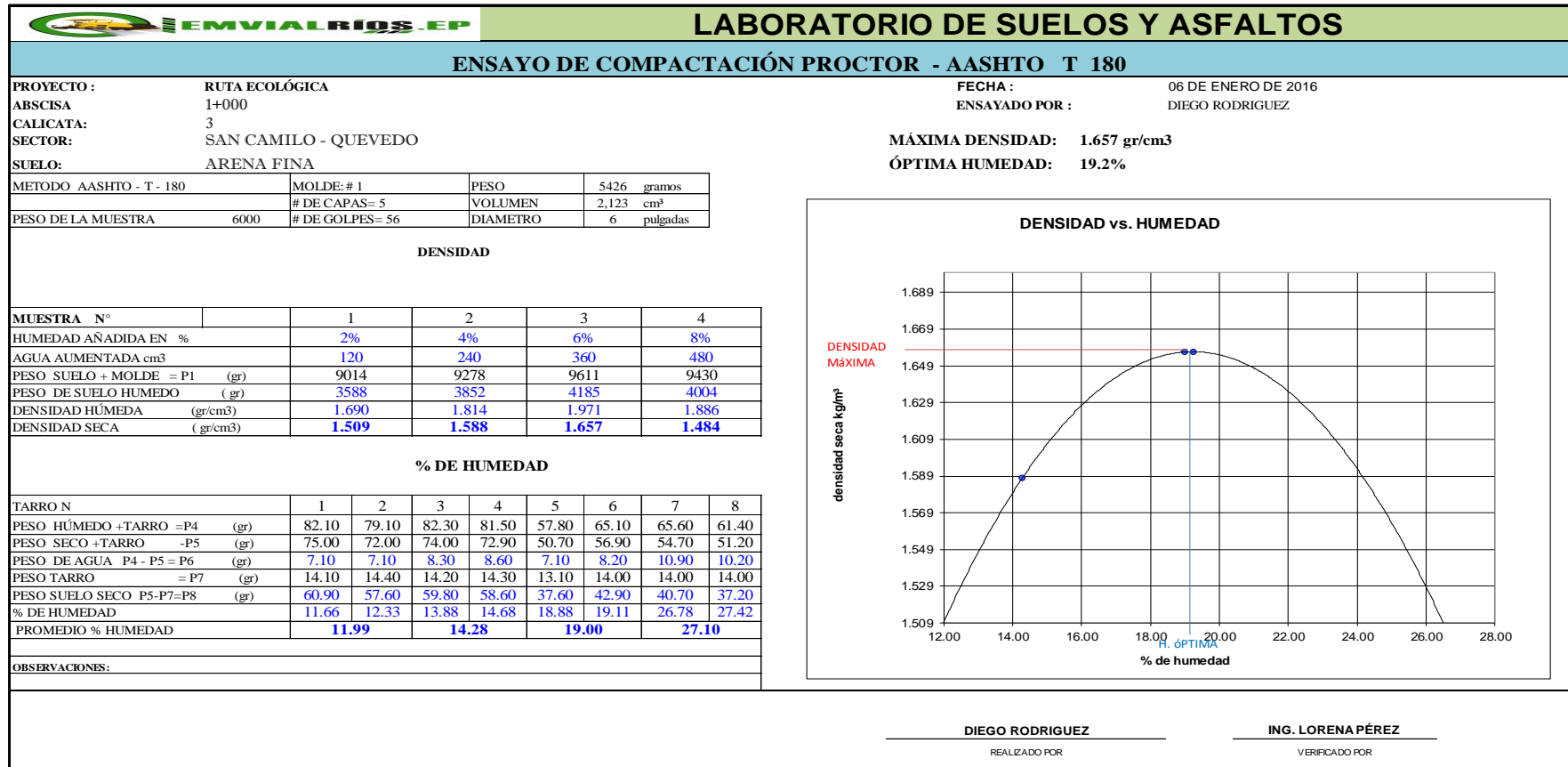
Tabla 15. Límites de Atterberg Abscisa 1 + 000

EMVIALRÍOS		LABORATORIO DE SUELO Y ASFALTO				
LÍMITES DE ATTERBERG - LÍQUIDO Y PLÁSTICO (AASHTO T 89 - 90)						
PROYECTO : RUTA ECOLOGICA ABSCISA : 1+000 CALICATA: 3 SECTOR: SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARENA ARCILLOSA			FECHA : 06 DE ENERO DE 2016 ENSAYADO POR : DIEGO RODRIGUEZ			
GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63)						
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO	
3"	-	-				
2 ½"	-	-				
2"	-					
1½"	-					
1"	-					
¾"	-					
½"	-					
3/8"	-					
Nº4	-					
< Nº4	-					
Nº10	6,1	6,1	3,1	97,0		
Nº40	9,1	15,2	7,6	92,4		
Nº200	98,1	113,30	56,65	(43,35)		
< Nº200	176,7	176,70	(43,35)			
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
T1	----	68,10	57,30	14,30	25,12	
T2	----	69,30	57,80	14,32	26,45	25,78
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM 423-66)						
24	40	27,70	25,90	13,70	14,75	
2	30	29,10	24,80	14,10	40,19	
5	22	29,80	24,70	14,20	48,57	
18	12	31,70	25,70	14,00	51,28	37,29
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D424-59)						
T7	----	9,20	8,80	7,00	22,22	
T8	----	9,90	9,40	7,20	22,73	
A1	----	10,90	10,20	7,10	22,58	22,51
PESO TOTAL 200 gr CUARTEO(PESO) ANTES 200 gr DESPUÉS 113,3 gr						
GRAVA 100 % ARENA FINOS 43 %						
CLASIFICACIÓN:			HUMEDAD NATURAL: 25,78 %			
SUCS		GC		LÍMITE LÍQUIDO: 37,29 %		
AASHTO		A-3 , A-6		LÍMITE PLÁSTICO 22,51 %		
COLOR CAFÉ CLARO			ÍNDICE PLÁSTICO 14,78 %			
OBSERVACIONES:						




Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 16. Ensayo de Compactación Abscisa 1 + 000



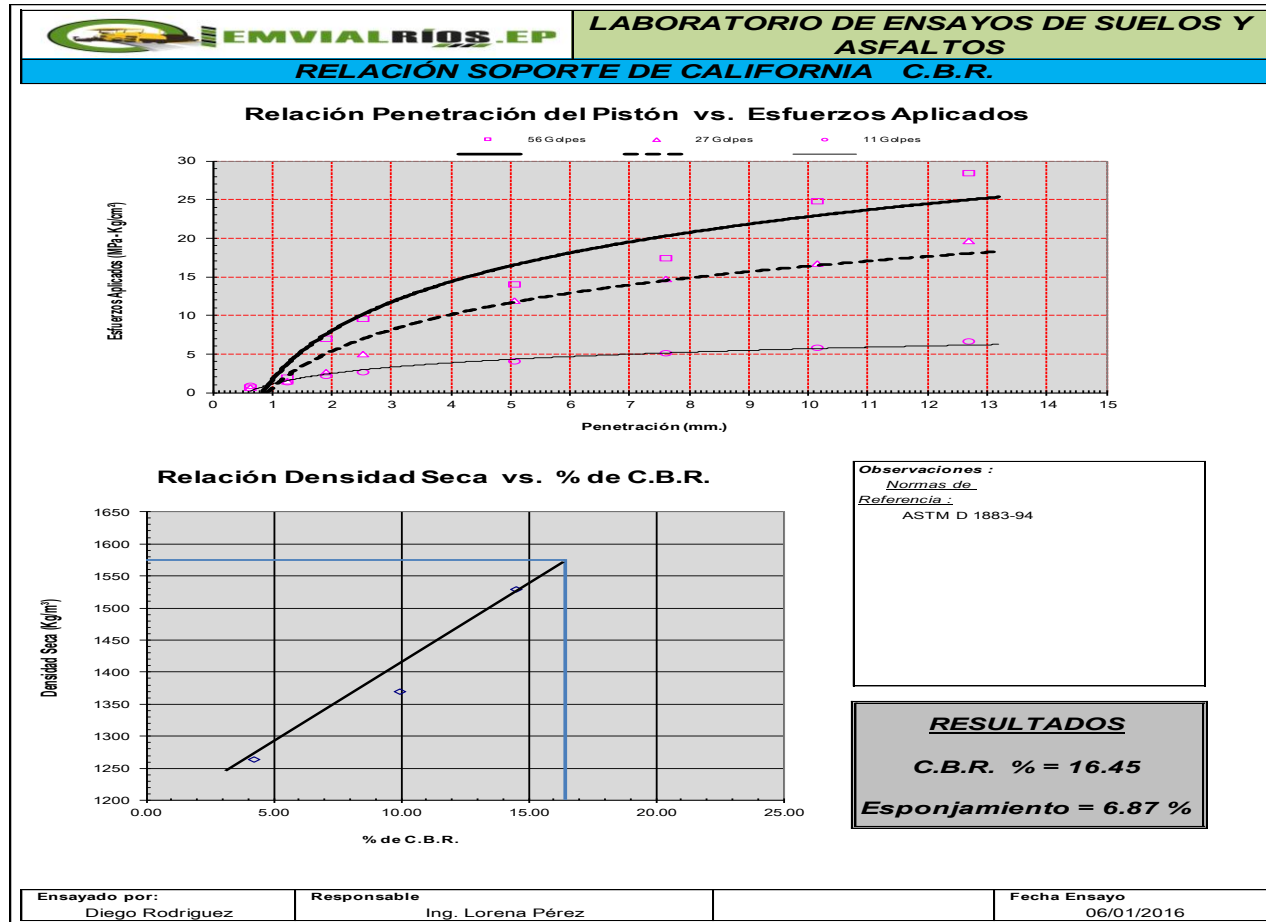
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 17. Ensayo de CBR Abscisa 1 + 000

 LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.																					
PROYECTO RUTA ECOLOGICA CALICATA 3 ABS CISA 1+000 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARENA ARCILLOSA						FECHA: 06/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ															
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1657 % de Humedad Óptima : 19,2		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54 Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				Proctor Tipo : Modificado C.B.R. al : 95%		Área del Pistón : 3 plg2													
PROBETAS DEL ENSAYO																					
Moide #		6				10				11											
# de Capas		5				5				5											
# de Golpes por Capa		56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes											
Condiciones de la Muestra		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación									
Masa de muestra húmeda + Moide (gr.)		9986		10273		9584		10129		9405		10006									
Masa del Moide (gr.)		6080				6085				6177											
Masa de la muestra húmeda (gr.)		3906				3499				3228											
Masa de agua absorbida (gr.)				287				545				601									
% de agua absorbida				7,35				15,58				18,62									
Volumen de la muestra (cm ³)		2123				2123				2123											
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m ³)		1840				1648				1520											
Contenido de humedad		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo									
Recipiente #		1		2		3		4		5		6									
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)		71,0		71,0		69,8		69,8		67,3		67,3									
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)		61,6		61,0		60,7		60,0		58,7		58,0									
Masa del Recipiente (gr.)		14,0		14,0		14,0		14,0		14,1		14,1									
% de Humedad parcial		19,75		21,28		19,49		21,30		19,28		21,18									
% de Humedad promedio		20,38				20,38				20,38											
Densidad Seca de la muestra (Kg/m ³)		1528				1369				1263											
DATOS DE ESPONJAMIENTO																					
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11.65				Altura de Molde cm. = 11.64				Altura de Molde cm. = 11.64											
		Lectura Dial (mm)		Dif.		%		Lectura Dial (mm)		Dif.		%		Lectura Dial (mm)		Dif.		%			
6-ene-16 10:30		0,000		0,00		0,00		0,000		0,00		0,00		0,000		0,00		0,00			
7-ene-16 10:30		0,450		0,45		3,86		0,630		0,63		5,41		0,638		0,64		5,48			
8-ene-16 10:30		0,584		0,58		5,02		0,660		0,66		5,67		0,775		0,78		6,66			
9-ene-16 10:30		0,647		0,65		5,56		0,668		0,67		5,74		0,800		0,80		6,87			
ENSAYO DE PENETRACIÓN																					
Tiempo (min)		Penetración (mm.)		Cargas tipo (Kg/cm ²)		56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes							
						Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)				
0,5		0,63				13		0,67				12		0,62				16		0,83	
1,0		1,27				37		1,91				28		1,45				25		1,29	
1,5		1,90				135		6,98				50		2,58				41		2,12	
2,0		2,54		70,31		185		9,56		10,19		14,49		96		4,96		7,00		9,96	
4,0		5,08		105,47		270		13,95						230		11,89					
6,0		7,62		133,59		336		17,36						284		14,68					
8,0		10,16		161,71		480		24,81						324		16,74					
10,0		12,70		182,81		550		28,42						379		19,59					
Observaciones : Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93						DESCRIPCION : ARENA ARCILLOSA															
Laboratorista		Responsable				Fecha Toma Muestra				Fecha Ensayo											
Diego Rodriguez		Ing. Lorena Pérez								06/01/2016											


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 11 Gráfica de CBR Abscisa 1 + 000



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 18. Ensayo de Densidades Abscisa 1 + 000

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO					
UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO					
REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ					
MATERIAL: SUELO NATURAL					
TUTOR: ING. LORENA PÉREZ					
EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430					
FECHA: 07-ene-16					
PRÓCTOR: 1,657 gr/cm ³		HUMEDAD ÓPTIMA: 19,2%			
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
1+000	DERECHO	4	1,561	19,4	94,21
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 19. Límites de Atterberg Abscisa 1 + 500

EMVIALRIBS		LABORATORIO DE SUELO Y ASFALTO				
LÍMITES DE ATTERBERG - LÍQUIDO Y PLÁSTICO (AASHTO T 89 - 90)						
PROYECTO : RUTA ECOLÓGICA		FECHA : 07 DE ENERO DE 2016				
ABSCISA 1+500		ENSAYADO POR : DIEGO RODRIGUEZ				
CALICATA: 4						
SECTOR: SAN CAMILO - QUEVEDO						
SUELO: ARENA ARCILLOSA						
GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63)						
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO	
3"	-	-				
2 1/2"	-	-				
2"	-					
1 1/2"	-					
1"	-					
3/4"	-					
1/2"	-					
3/8"	-					
N°4	-					
< N°4	-					
N°10	6,8	6,8	3,4	96,6		
N°40	7,7	14,5	7,3	92,8		
N°200	107,2	121,70	60,85	(39,15)		
< N°200	180,0	180,00	(39,15)			
PESO TOTAL 200 gr		CUARTEO(PESO)				
		ANTES 200 gr				
		DESPUÉS 121,7 gr				
GRAVA	100 %					
ARENA						
FINOS	39 %					
CLASIFICACIÓN:			HUMEDAD NATURAL	30,13 %		
SUCS	GC	LÍMITE LÍQUIDO:		37,11 %		
AASHTO	A-3, A-7	LÍMITE PLÁSTICO:		22,51 %		
COLOR CAFÉ CLARO			ÍNDICE PLÁSTICO	14,60 %		
OBSERVACIONES:						

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
T1	----	67,80	55,20	13,81	30,44	
T2	----	69,10	56,40	13,80	29,81	30,13

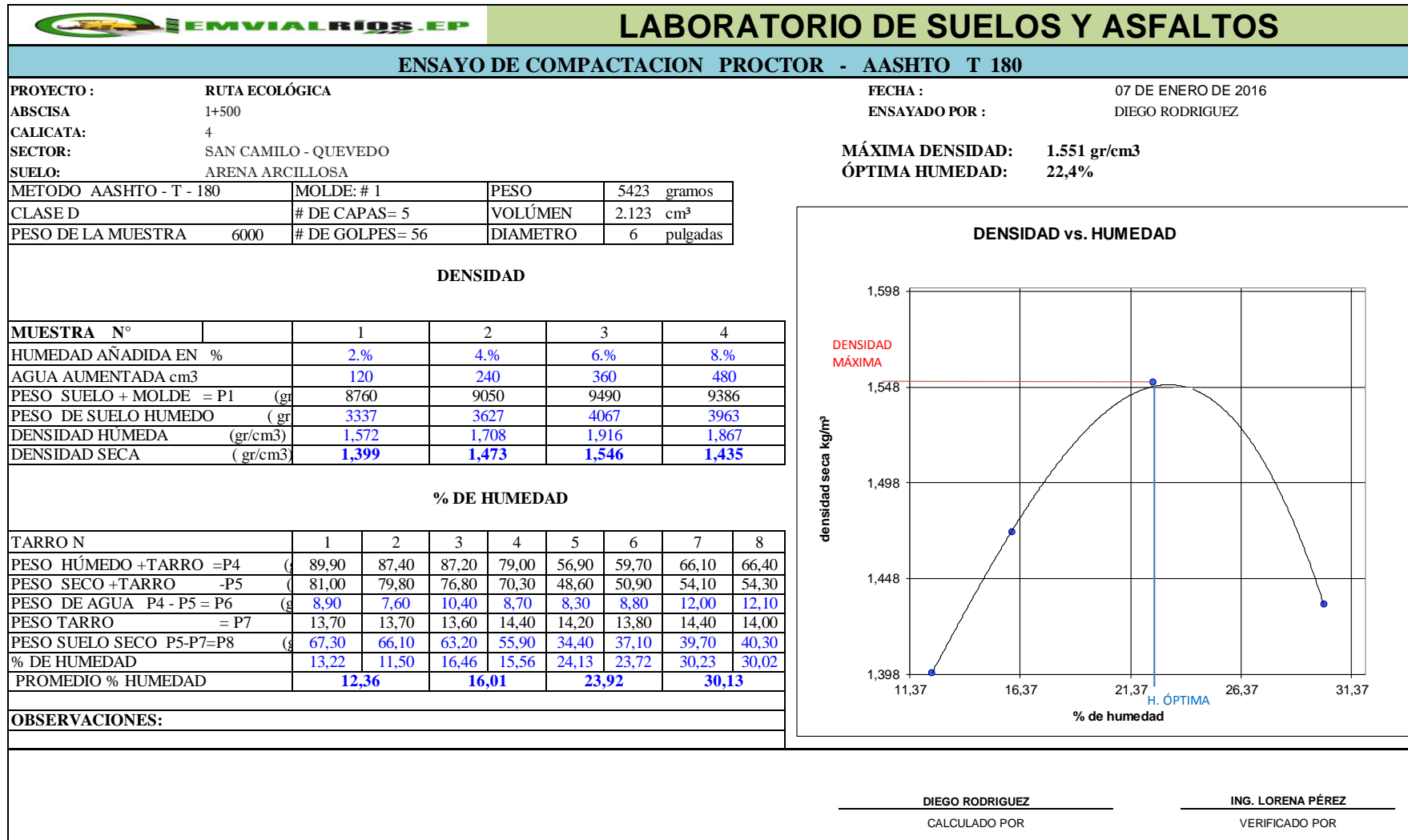
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM 423-66)						
24	40	30,60	26,78	14,30	30,61	
2	30	27,00	25,40	14,10	14,16	
5	21	31,70	24,70	14,00	65,42	
18	12	30,80	25,80	14,30	43,48	37,11

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D424-59)						
T7	----	9,20	8,80	7,00	22,22	
T8	----	9,90	9,40	7,20	22,73	
A1	----	10,90	10,20	7,10	22,58	22,51

HUMEDAD vs. # DE GOLPES.


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 20. Ensayo de Compactación Abscisa 1 + 500



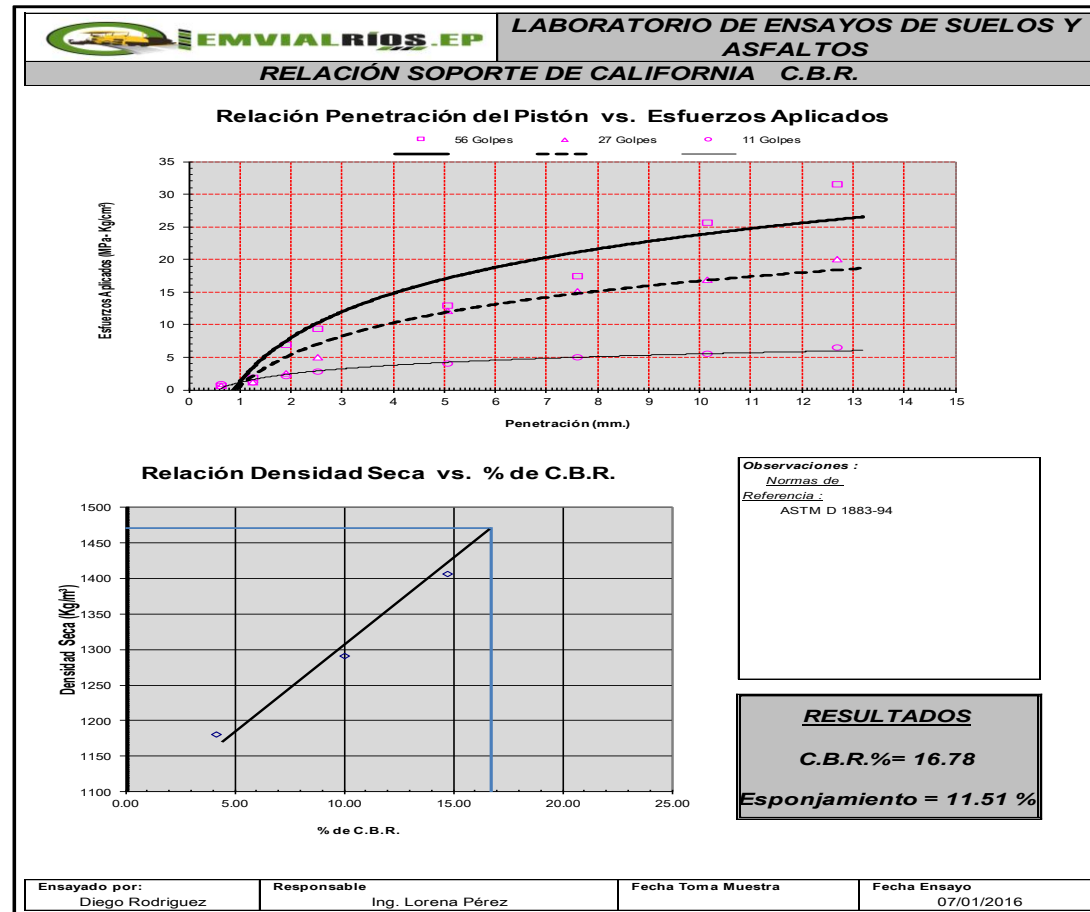
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 21. Ensayo de CBR Abscisa 1 + 500

 LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.														
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA						FECHA: 07/01/2016								
CALICATA 4						ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
ABSCISA 1+500														
SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO														
SUELO: ARENA ARCILLOSA														
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1551		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54		Proctor Tipo : Modificado		Área del Pistón :								
% de Humedad Óptima : 22,40		Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72		C.B.R. al : 95%		3 plg2								
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra	Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	9740		10314		9447		10114		9254		9981			
Masa del Molde (gr.)	6080				6085				6179					
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3660				3362				3075					
Masa de agua absorbida (gr.)	574				667				727					
% de agua absorbida	15,68				19,84				23,64					
Volumen de la muestra (cm³)	2123				2123				2123					
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m³)	1724				1584				1448					
Contenido de humedad	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Recipiente #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	69,1	69,1	69,8	69,8	67,3	67,3			58,0	57,6				
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	59,0	58,6	59,6	59,0					14,1	14,1				
Masa del Recipiente (gr.)	14,0	14,0	14,0	14,0					21,18	22,30				
% de Humedad parcial	22,44	23,54			22,37	24,00								
% de Humedad promedio	22,64				22,64				22,64					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m³)	1406				1291				1181					
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura	Altura de Molde cm. = 11.65			Altura de Molde cm. = 11.64			Altura de Molde cm. = 11.64							
	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%					
7-ene-16 10:30	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00					
8-ene-16 10:30	0,856	0,86	7,35	1,029	1,03	8,84	0,708	0,71	6,08					
9-ene-16 10:30	1,111	1,11	9,54	1,069	1,07	9,18	0,720	0,72	6,18					
10-ene-16 10:30	1,340	1,34	11,51	1,132	1,13	9,73	1,020	1,02	8,76					
ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		12	0,62						17	0,88			
1,0	1,27		36	1,86						23	1,19			
1,5	1,90		133	6,87						42	2,17			
2,0	2,54	70,31	182	9,41	10,34	14,71				53	2,74	2,92	4,15	
4,0	5,08	105,47	250	12,92						77	3,98			
6,0	7,62	133,59	338	17,47						97	5,01			
8,0	10,16	161,71	497	25,68						106	5,48			
10,0	12,70	182,81	611	31,58						125	6,46			
Observaciones :			DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA											
Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93														
Ensayado por: Diego Rodriguez		Responsable Ing. Lorena Pérez				Fecha Ensayo 07/01/2016								


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 12 Gráfica de CBR Abscisa 1 + 500



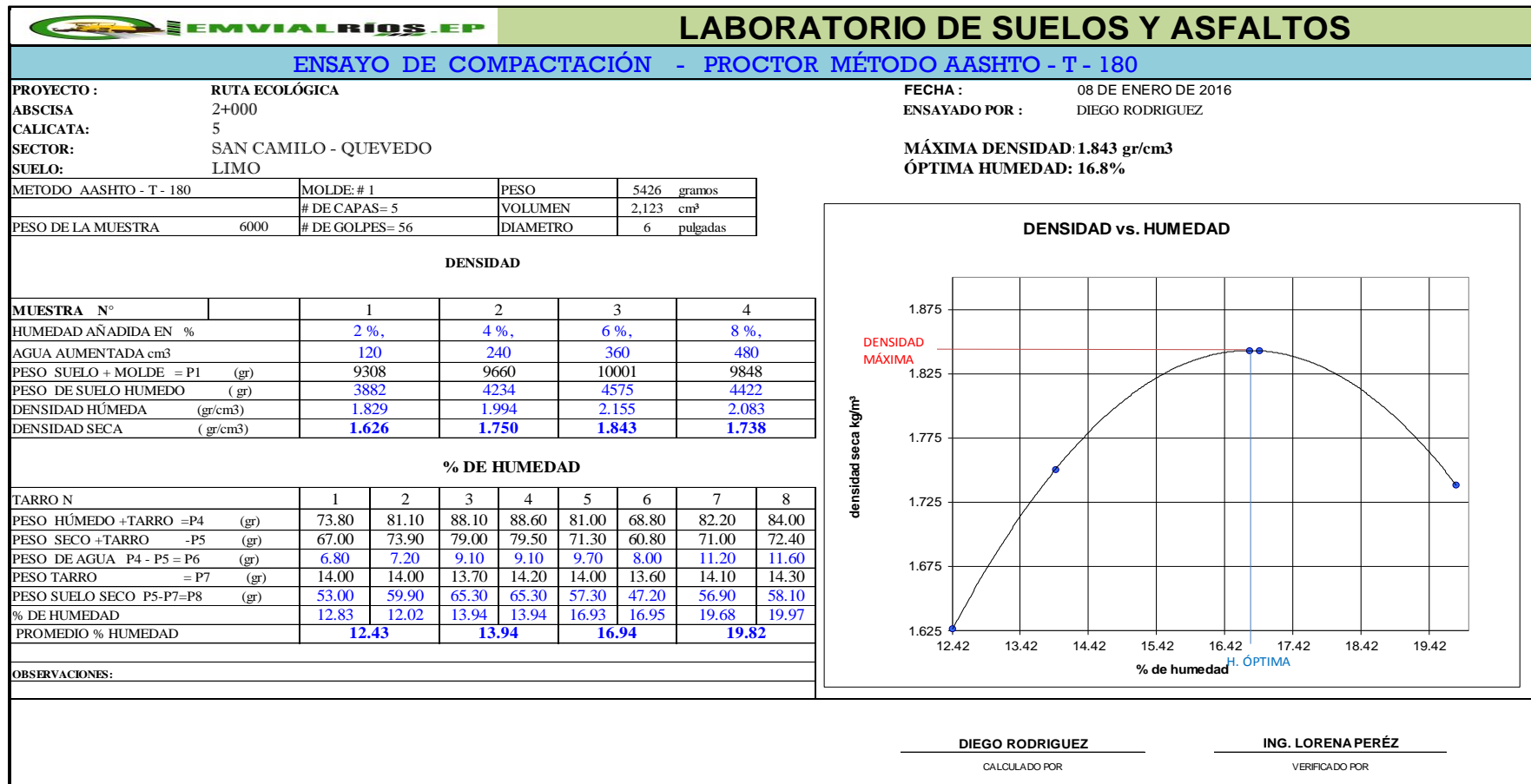
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 22. Ensayo de Densidades Abscisa 1 + 500

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO					
UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO					
REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ					
MATERIAL: SUELO NATURAL					
TUTOR: ING. LORENA PÉREZ					
EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430					
FECHA: 08-ene-16					
PROCTOR: 1,551 gr/cm3			HUMEDAD ÓPTIMA: 22,4%		
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
1+500	CENTRO	4	1,482	23,6	95,55
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		

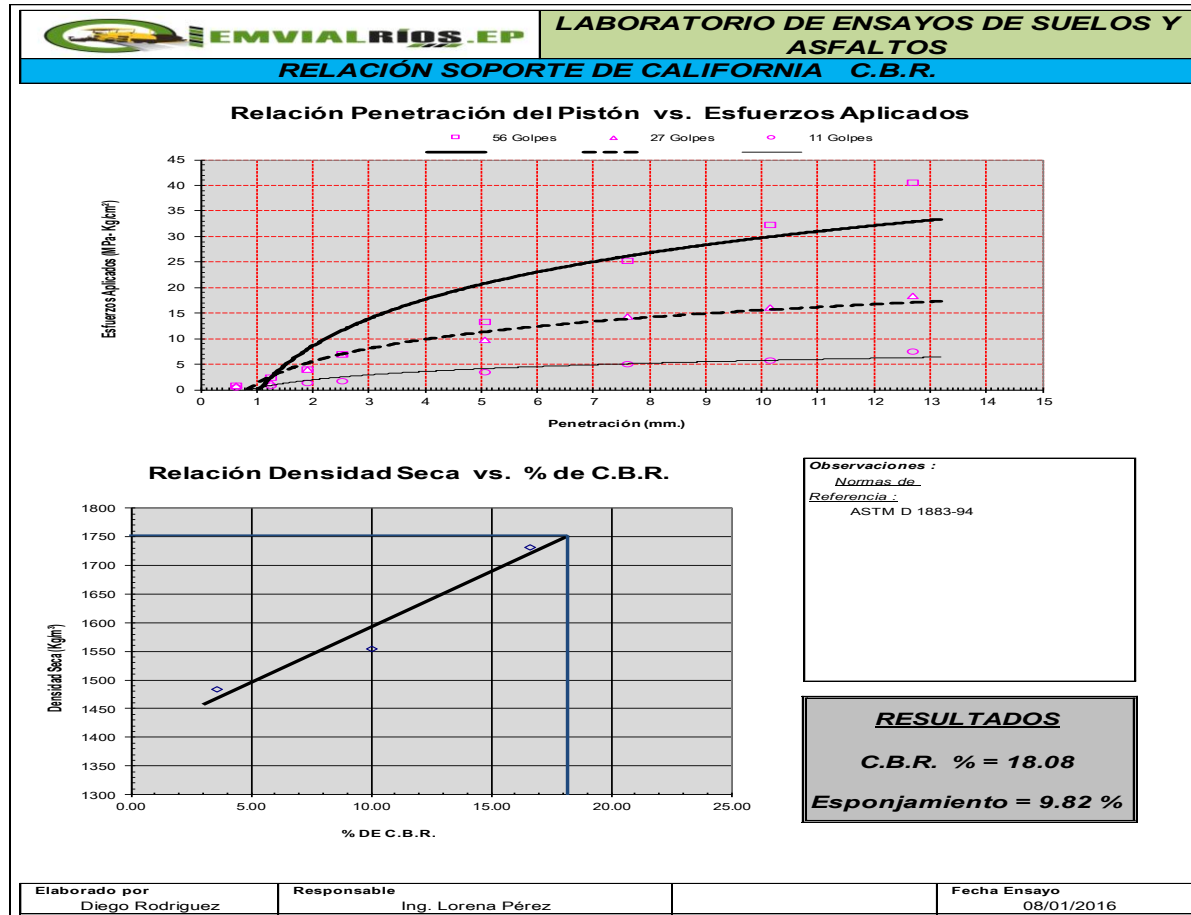
Fuente: Egado. Diego Rodríguez

Tabla 24. Ensayo de Compactación Abscisa 2 + 000




Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 13 Gráfico de CBR Abscisa 2 + 000




Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 26. Ensayo de Densidades Abscisa 2 + 000

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO					
UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO					
REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ					
MATERIAL: SUELO NATURAL					
TUTOR: ING. LORENA PÉREZ					
EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430					
FECHA: 09-ene-16					
PROCTOR: 1.843 gr/cm3			HUMEDAD ÓPTIMA: 16.8%		
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (kg/m3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
2+000	DERECHO	4	1.733	18.2	94.03
DIEGO RODRIGUEZ			ING. LORENA PÉREZ		
REALIZADO POR			APROBADO POR		

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 27. Límites de Atterberg Abscisa 2 + 500

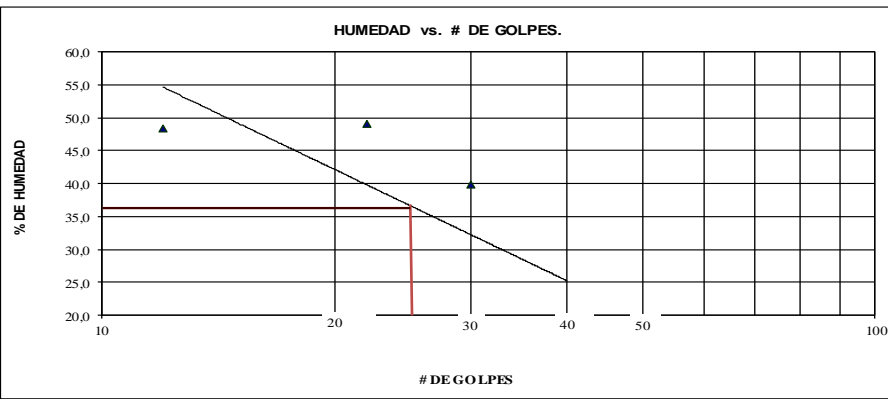
 LABORATORIO DE SUELO Y ASFALTO					
LÍMITES DE ATTERBERG - LÍQUIDO Y PLÁSTICO (AASHTO T 89 - 90)					
PROYECTO : RUTA ECOLÓGICA CALICATA : 6 ABSCISA : 2+500 SECTOR : SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARENA ARCILLOSA			FECHA : 09 DE ENERO DE 2016 ENSAYADO POR : DIEGO RODRIGUEZ		
GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	-	-			
2 1/2"	-	-			
2"	-				
1 1/2"	-				
1"	-				
3/4"	-				
1/2"	-				
3/8"	-				
N°4	-				
< N°4	-				
N°10	5,7	5,7	2,9	97,2	
N°40	10,5	16,2	8,1	91,9	
N°200	94,4	110,60	55,30	(44,70)	
< N°200	174,5	174,50	(44,70)		
PESO TOTAL 200 gr GRAVA 100 % ARENA FINOS 45 %		CUARTEO(PESO) ANTES 200 gr DESPUÉS 110,6 gr			
CLASIFICACIÓN:			HUMEDAD NATURAL 18,54 %		
SUCS		GC		LÍMITE LÍQUIDO: 36,73	
AASHTO		A-3, A-7		LÍMITE PLÁSTICO 22,15	
COLOR CAFÉ CLARO			ÍNDICE PLÁSTICO 14,58		
OBSERVACIONES:					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
TV	----	66,50	58,80	13,80	17,11	
T1	----	69,10	59,90	13,82	19,97	18,54

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM 423-66)						
24	40	27,60	25,80	13,70	14,88	
2	30	29,20	24,90	14,10	39,81	
5	22	29,70	24,60	14,20	49,04	
18	12	31,50	25,80	14,00	48,31	36,73

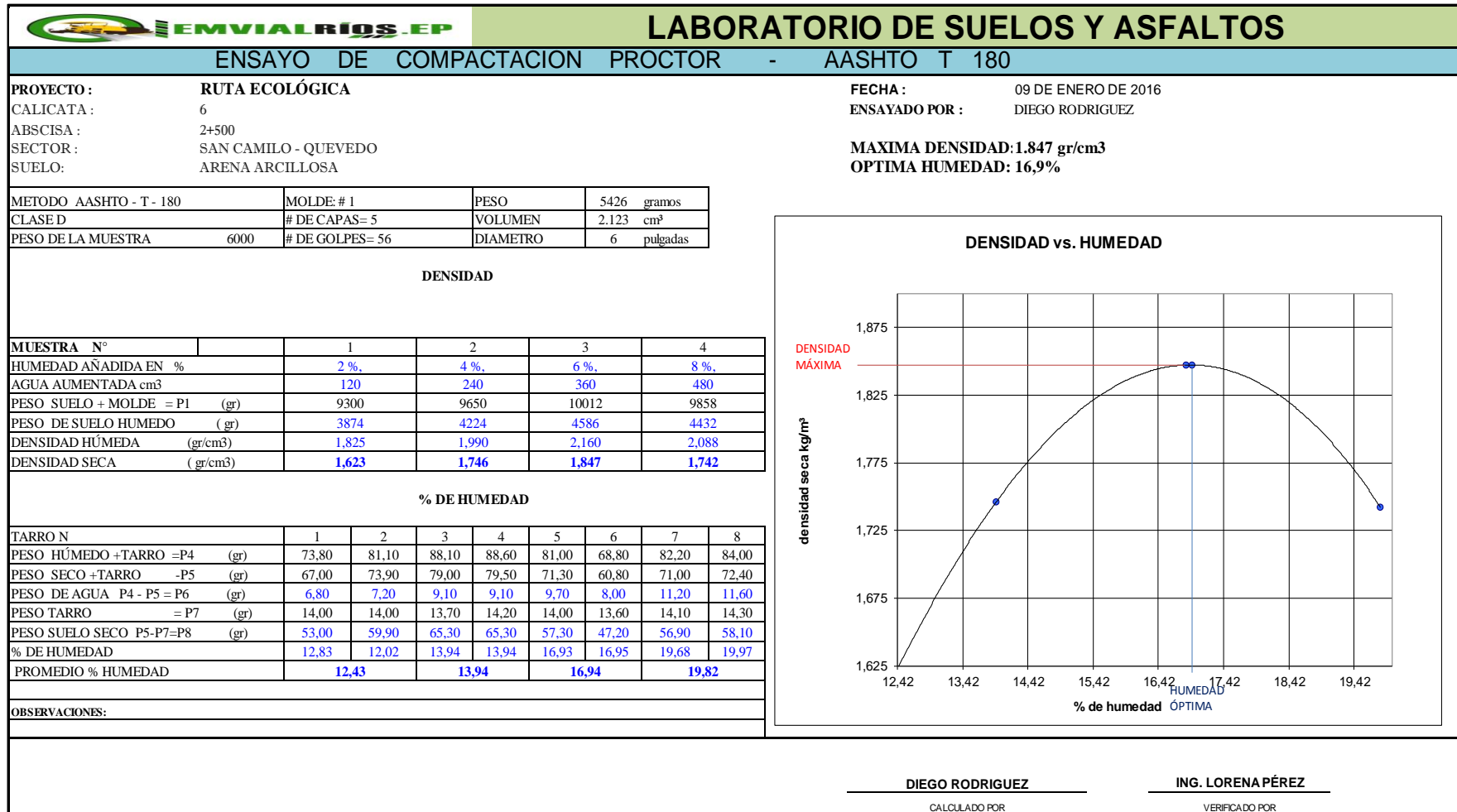
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D424-59)						
T7	----	9,10	8,90	7,00	10,53	
T8	----	10,00	9,30	7,20	33,33	
A1	----	10,90	10,20	7,10	22,58	22,15

HUMEDAD vs. # DE GOLPES.




Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 28. Ensayo de Compactación Abscisa 2 + 500



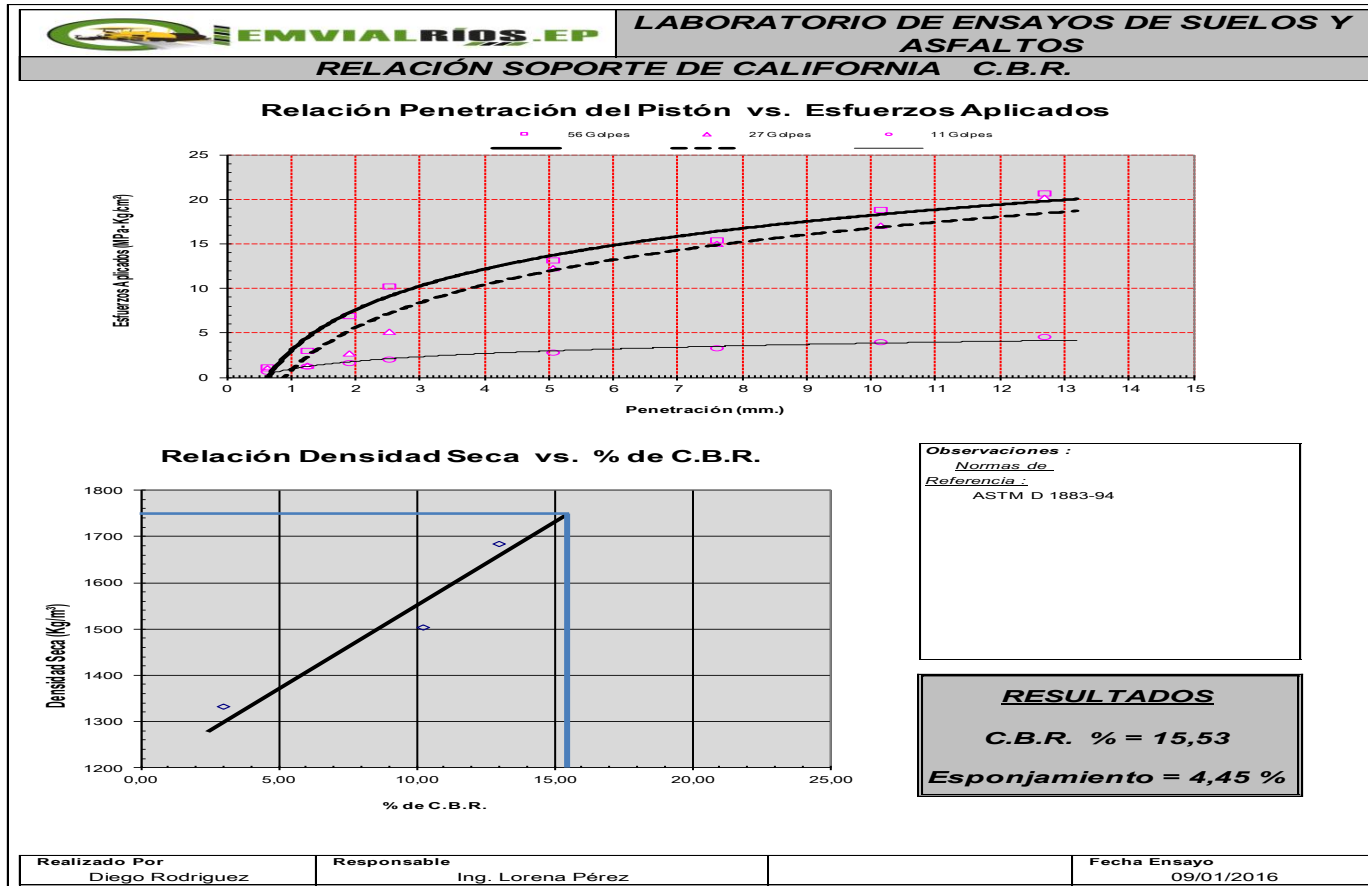
Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 29. Ensayo de CBR Abscisa 2 + 500

		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS												
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.														
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA CALICATA 6 ABCISA 2+500 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARENA ARCILLOSA						FECHA: 09/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1847		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54				Proctor Tipo : Modificado		Área del Pistón :						
% de Humedad Óptima : 16,9		Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				C.B.R. al : 95%		3 plg2						
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra	Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	10028		10408		9549		10041		10126		10721			
Masa del Molde (gr.)	6154				6116				6997					
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3874				3433				3129					
Masa de agua absorbida (gr.)	380				492				595					
% de agua absorbida	9,81				14,33				19,02					
Volumen de la muestra (cm ³)	2123				2123				2123					
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m ³)	1825				1617				1474					
Contenido de humedad	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Recipiente #	1	2			3	4			5	6				
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	89,1	89,1			80,8	80,8			77,3	77,3				
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	77,3	76,0			76,0	75,0			75,0	75,4				
Masa del Recipiente (gr.)	14,0	14,0			14,0	14,0			14,1	14,1				
% de Humedad parcial	18,64	21,13			7,74	9,51			3,78	3,10				
% de Humedad promedio	10,65				10,65				10,65					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m ³)	1649				1461				1332					
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura	Altura de Molde cm. = 11.65			Altura de Molde cm. = 11.64			Altura de Molde cm. = 11.64							
	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%					
9-ene-16 10:30	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00					
10-ene-16 10:30	0,363	0,36	3,12	0,333	0,33	2,86	0,249	0,25	2,14					
11-ene-16 10:30	0,518	0,52	4,45	0,343	0,34	2,95	0,251	0,25	2,16					
12-ene-16 10:30	0,538	0,54	4,62	0,345	0,35	2,96	0,257	0,26	2,21					
ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		22	1,14		19	0,98		13	0,67				
1,0	1,27		57	2,95		26	1,34		23	1,19				
1,5	1,90		155	8,01		52	2,69		31	1,60				
2,0	2,54	70,31	220	11,37	11,42	16,24	100	5,17	7,23	10,29	38	1,96	2,11	
4,0	5,08	105,47	289	14,94			237	12,25			54	2,79		
6,0	7,62	133,59	354	18,29			290	14,99			63	3,26		
8,0	10,16	161,71	506	26,15			330	17,05			76	3,93		
10,0	12,70	182,81	617	31,89			390	20,16			88	4,55		
Observaciones : Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93			DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA											
Laboratorista Diego Rodriguez	Responsable Ing. Lorena Pérez				Fecha Ensayo 09/01/2016									


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 14 Gráfico de CBR Abscisa 2 + 500



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 30. Ensayo de Densidad Abscisa 2 + 500

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ MATERIAL: SUELO NATURAL TUTOR: ING. LORENA PÉREZ EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430 FECHA: 10-ene-16 PROCTOR: 1,847 gr/cm3 HUMEDAD ÓPTIMA: 16,9%					
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
2+500	IZQUIERDO	4	1,759	17,3	95,24
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 31. Límites de Atterberg Abscisa 3 + 000


EMVIALRÍOS		LABORATORIO DE SUELO Y ASFALTO				
LÍMITES DE ATTERBERG - LÍQUIDO Y PLÁSTICO (AASHTO T 89 - 90)						
PROYECTO : RUTA ECOLOGICA			FECHA :		11 DE ENERO DE 2016	
SECTOR : SAN CAMILO - QUEVEDO			ENSAYADO POR :		DIEGO RODRIGUEZ	
CALICATA : 7						
ABSCISA : 3+000						
SUELO : ARENA ARCILLOSA						
GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63)						
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO	
3"	-	-				
2 ½"	-	-				
2"	-					
1½"	-					
1"	-					
¾"	-					
½"	-					
3/8"	-					
Nº4	-					
< Nº4	-					
Nº10	3,1	3,1	1,6	98,5		
Nº40	5,3	8,4	4,2	95,8		
Nº200	96,2	104,60	52,30	(47,70)		
< Nº200	185,4	185,40	(47,70)			
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
TV	----	68,90	50,70	14,20	49,86	
T1	----	70,90	51,70	14,00	50,93	50,40
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM 423-66)						
24	40	30,70	25,70	13,70	41,67	
2	30	28,30	23,50	14,20	51,61	
5	20	28,10	23,80	14,10	44,33	
18	12	28,30	22,70	14,30	66,67	49,74
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D424-59)						
T7	----	10,40	9,50	7,00	36,00	
T8	----	10,10	9,30	7,10	36,36	
A1	----	11,20	10,10	7,10	36,67	36,34
PESO TOTAL		200 gr	CUARTEO(PESO)			
			ANTES		200 gr	
			DESPUÉS		104,6 gr	
GRAVA		100 %				
ARENA						
FINOS		48 %				
CLASIFICACIÓN:			HUMEDAD NATURAL:		50,40 %	
SUCS		GC	LÍMITE LÍQUIDO:		49,74 %	
AASHTO		A-3, A-7	LÍMITE PLÁSTICO:		36,34	
COLOR CAFÉ CLARO			ÍNDICE PLÁSTICO:		13,40	
OBSERVACIONES:						

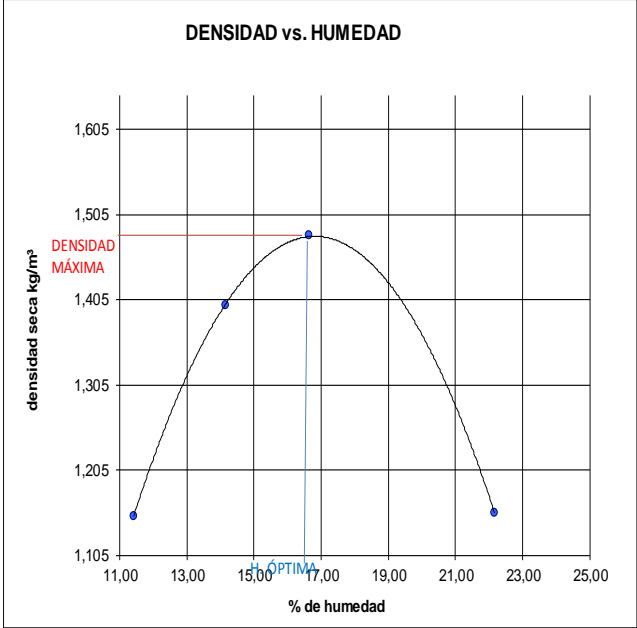
HUMEDAD vs. # DE GOLPES.

# DE GOLPES	% DE HUMEDAD
15	65.0
20	45.0
30	52.0

Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 32. Ensayo de Compactación Abscisa 3 + 000

		LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTOS							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR - AASHTO T 180									
PROYECTO : RUTA ECOLÓGICA SECTOR : SAN CAMILO - QUEVEDO CALICATA : 7 ABCISAS : 3+000 SUELO: ARENA ARCILLOSA						FECHA : 11 DE ENERO DE 2016 ENSAYADO POR : DIEGO RODRIGUEZ MÁXIMA DENSIDAD: 1,489 gr/cm ³ ÓPTIMA HUMEDAD: 16,82%			
METODO AASHTO - T - 180	MOLDE: # 1	PESO	5426		gramos				
CLASE D	# DE CAPAS= 5	VOLUMEN	2.123		cm ³				
PESO DE LA N	6000	# DE GOLPES= 56	6		pulgadas				
DENSIDAD									
MUESTRA N°	1	2	3	4					
HUMEDAD AÑADIDA EN %	2 %	4 %	6 %	8 %					
AGUA AUMENTADA cm ³	120	240	360	480					
PESO SUELO + MOLDE = P1 (gr)	8150	8815	9092	8422					
PESO DE SUELO HUMEDO (gr)	2724	3389	3666	2996					
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,283	1,596	1,727	1,411					
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,152	1,398	1,481	1,155					
% DE HUMEDAD									
TARRO N	1	2	3	4	5	6	7	8	
PESO HÚMEDO +TARRO =P4 (gr)	81,60	79,00	82,30	81,50	56,80	64,20	63,00	60,10	
PESO SECO +TARRO -P5 (gr)	75,00	72,00	74,00	72,90	50,70	56,90	54,70	51,20	
PESO DE AGUA P4 - P5 = P6 (gr)	6,60	7,00	8,30	8,60	6,10	7,30	8,30	8,90	
PESO TARRO = P7 (gr)	13,10	14,40	13,20	14,30	13,10	14,00	14,00	14,00	
PESO SUELO SECO P5-P7=P8 (gr)	61,90	57,60	60,80	58,60	37,60	42,90	40,70	37,20	
% DE HUMEDAD	10,66	12,15	13,65	14,68	16,22	17,02	20,39	23,92	
PROMEDIO % HUMEDAD	11,41		14,16		16,62		22,16		
OBSERVACIONES:									



DIEGO RODRIGUEZ
CALCULADO POR

ING. LORENA PÉREZ
VERIFICADO POR

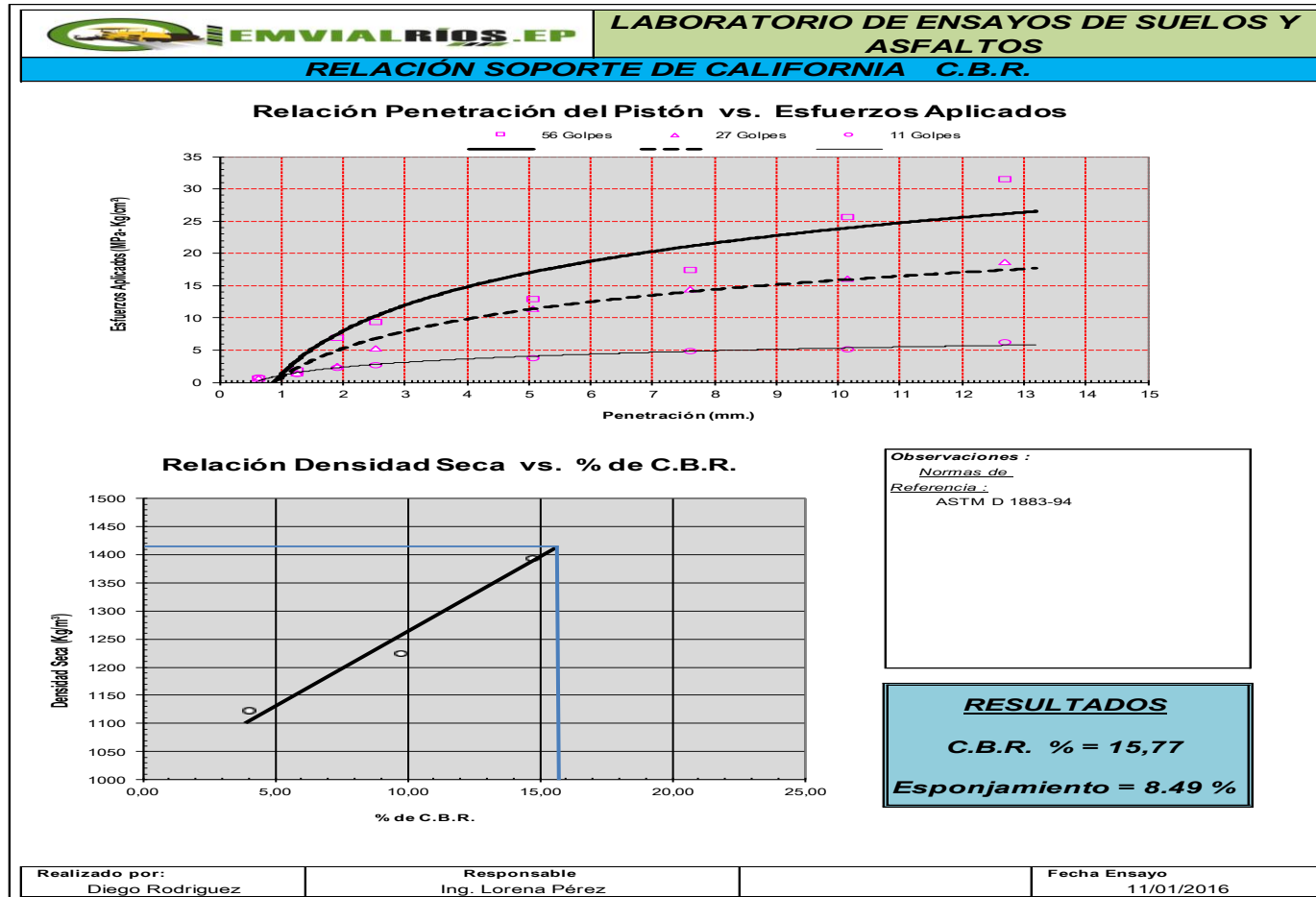
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 33. Ensayo de CBR Abscisa 3 + 000

LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS														
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.														
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA CALICATA 7 ABSCISA 3+000 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARENA ARCILLOSA						FECHA: 11/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1489			Masa Martillo de Compactación (Kg): 4,54			Proctor Tipo: Modificado			Área del Pistón:					
% de Humedad Óptima: 16,82			Altura de Caída de Martillo (cm): 45,72			C.B.R. al: 95%			3 plg2					
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)		9273		10033		8953		9787		8840		9710		
Masa del Molde (gr.)		6080				6087				6178				
Masa de la muestra húmeda (gr.)		3193				2866				2662				
Masa de agua absorbida (gr.)		760				834				870				
% de agua absorbida		23,80				29,10				32,68				
Volumen de la muestra (cm ³)		2123				2123				2123				
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m ³)		1504				1350				1254				
Contenido de humedad		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		
Recipiente #	1		2		3		4		5		6			
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)		69,1		316,1		69,8		327,0		67,3		279,3		
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)		59,4		279,0		60,0		290,0		58,0		244,0		
Masa del Recipiente (gr.)		14,0		108,1		14,0		113,8		14,1		68,1		
% de Humedad parcial		21,37		21,71		21,30		21,00		21,18		20,07		
% de Humedad promedio		21,11				21,11				21,11				
Densidad Seca de la muestra (Kg/m ³)		1242				1115				1035				
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11.65			Altura de Molde cm. = 11.64			Altura de Molde cm. = 11.64						
		Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%				
11-ene-16 10:30		0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00				
12-ene-16 10:30		0,730	0,73	6,27	0,924	0,92	7,94	0,830	0,83	7,13				
13-ene-16 10:30		0,742	0,74	6,37	0,947	0,95	8,14	0,945	0,95	8,12				
14-ene-16 10:30		0,758	0,76	6,51	0,965	0,97	8,29	0,988	0,99	8,49				
ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		11	0,57		11	0,57		14	0,72				
1,0	1,27		34	1,76		29	1,50		24	1,24				
1,5	1,90		86	4,44		48	2,48		43	2,22				
2,0	2,54	70,31	132	6,82	6,94	102	5,27	6,84	51	2,64	2,81	3,99		
4,0	5,08	105,47	167	8,63		222	11,47		72	3,72				
6,0	7,62	133,59	145	7,49		280	14,47		95	4,91				
8,0	10,16	161,71	341	17,62		312	16,12		100	5,17				
10,0	12,70	182,81	466	24,08		362	18,71		121	6,25				
Observaciones:														
Normas de Referencia:														
ASTM D 1883-94														
AASHTO T 193-93														
Elaborado por Diego Rodriguez			Responsable Ing. Lorena Pérez				Fecha Ensayo 11/01/2016							


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 15 Gráfica de CBR Abscisa 3 + 000




Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 34. Ensayo de Densidad Abscisa 3 + 000

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ MATERIAL: SUELO NATURAL TUTOR: ING. LORENA PÉREZ EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430 FECHA: 12-ene-16 PROCTOR: 1,489 gr/cm3 HUMEDAD ÓPTIMA: 16,82%					
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
3+000	CENTRO	4	1,414	17,5	94,96
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

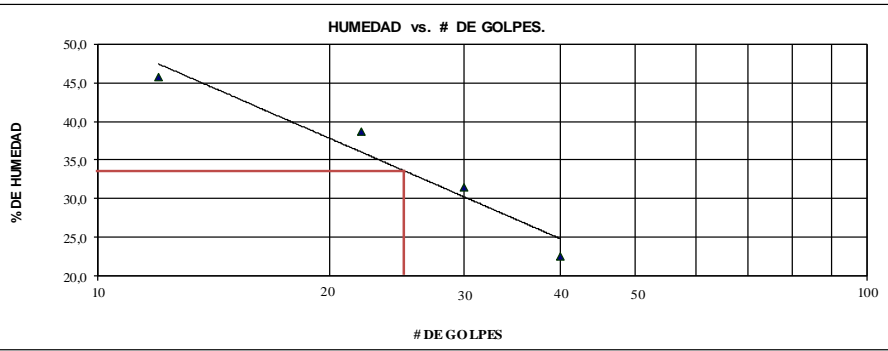
Tabla 35. Límites de Atterberg Abscisa 3 + 500

		LABORATORIO DE SUELO Y ASFALTO			
LÍMITES DE ATTERBERG - LÍQUIDO Y PLÁSTICO (AASHTO T 89 - 90)					
PROYECTO : RUTA ECOLÓGICA CALICATA: 8 ABSISA: 3+500 SECTOR: SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARCILLA			FECHA: 12/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ		
GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	-	-			
2 ½"	-	-			
2"	-				
1½"	-				
1"	-				
¾"	-				
½"	-				
3/8"	-				
Nº4	-				
< Nº4	-				
Nº10	2,7	2,7	1,4	98,7	
Nº40	10,6	13,3	6,7	93,4	
Nº200	85,7	99,00	49,50	(50,50)	
< Nº200	142,1	142,10	(50,50)		
PESO TOTAL 200 gr		CUARTEO(PESO) ANTES 200 gr DESPUÉS 99 gr			
GRAVA 100 % ARENA FINOS 51 %					
CLASIFICACIÓN:		HUMEDAD NATURAL: 35,78 %			
SUCS CL		LÍMITE LÍQUIDO: 33,64 %			
AASHTO A-7		LÍMITE PLÁSTICO: 21,95			
COLOR CAFÉ CLARO		ÍNDICE PLÁSTICO : 11,70			
OBSERVACIONES:					

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
TV	----	64,80	51,70	14,00	34,75	
T1	----	66,50	52,40	14,10	36,81	35,78

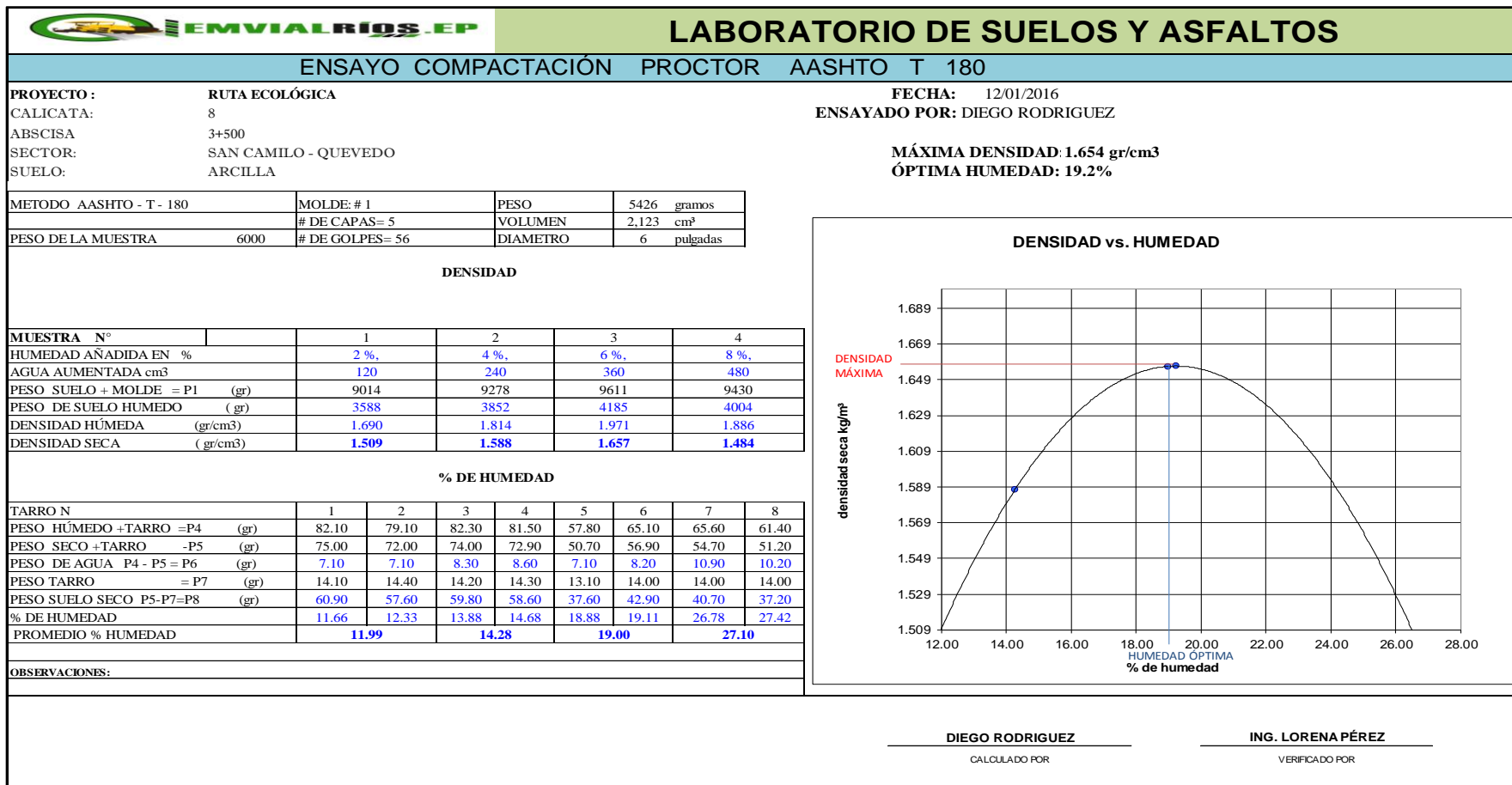
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM 423-66)						
24	40	27,30	24,80	13,70	22,52	
2	30	28,30	24,90	14,10	31,48	
5	22	29,60	25,30	14,20	38,74	
18	12	31,20	25,80	14,00	45,76	33,64

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D424-59)						
T7	----	9,20	8,80	7,00	22,22	
T8	----	9,90	9,40	7,10	21,74	
A1	----	10,90	10,20	7,00	21,88	21,95



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 36. Ensayo de Compactación Abscisa 3 + 500



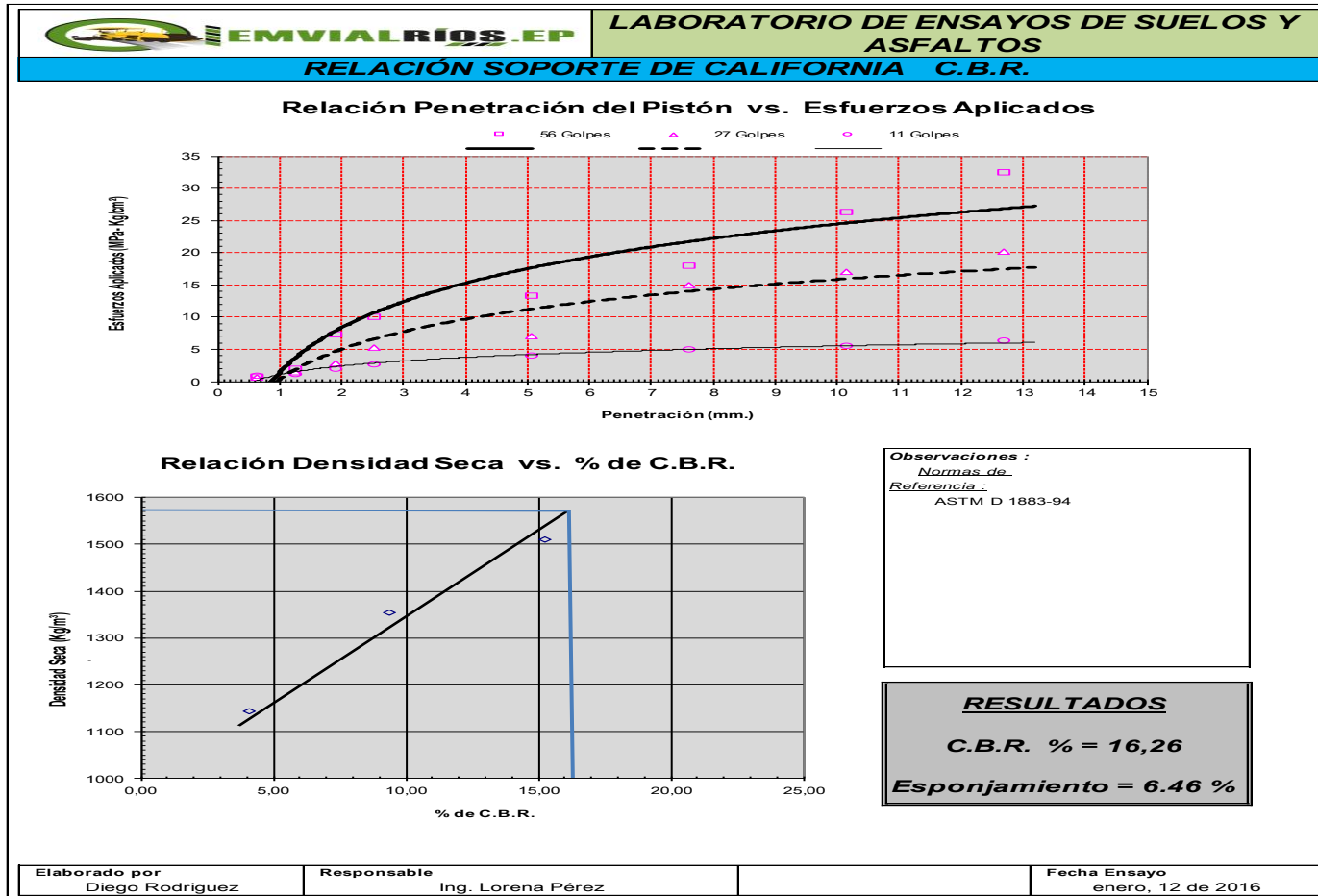
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 37. Ensayo de CBR Abscisa 3 + 500

LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS														
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.														
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA						FECHA: 12/01/2016								
CALICATA 8						ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
ABSCISA 3+500														
SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO														
SUELO: ARCILLA														
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1657			Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54			Proctor Tipo : Modificado			Área del Pistón :					
% de Humedad Óptima : 19,2			Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72			C.B.R. al : 95%			3 plg2					
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra	Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	9688		10152		9256		9916		9892		10601			
Masa del Molde (gr.)	6156				6119				6992					
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3532				3137				2900					
Masa de agua absorbida (gr.)	464				660				709					
% de agua absorbida	13,14				21,04				24,45					
Volumen de la muestra (cm ³)	2123				2123				2123					
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m ³)	1664				1478				1366					
Contenido de humedad	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Recipiente #	1	2			3	4			5	6				
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	72,9	331,8			76,2	314,5			67,3	279,3				
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	63,5	296,0			66,2	280,3			58,6	244,0				
Masa del Recipiente (gr.)	14,3	108,1			14,0	113,8			14,1	68,1				
% de Humedad parcial	19,11	19,05			19,16	20,54			19,55	20,07				
% de Humedad promedio	19,58				19,58				19,58					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m ³)	1391				1236				1142					
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura	Altura de Molde cm. = 11.65				Altura de Molde cm. = 11.64				Altura de Molde cm. = 11.64					
	Lectura Dial (mm)	Dif.	%		Lectura Dial (mm)	Dif.	%		Lectura Dial (mm)	Dif.	%			
12-ene-16 10:30	0,000	0,00	0,00		0,000	0,00	0,00		0,000	0,00	0,00			
13-ene-16 10:30	0,447	0,45	3,84		0,706	0,71	6,07		0,700	0,70	6,01			
14-ene-16 10:30	0,564	0,56	4,84		0,732	0,73	6,29		0,483	0,48	4,15			
15-ene-16 10:30	0,650	0,65	5,58		0,752	0,75	6,46		0,488	0,49	4,19			
ENSAYO DE PENETRACION														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		14	0,72		13	0,67			16	0,83			
1,0	1,27		39	2,02		27	1,40			23	1,19			
1,5	1,90		141	7,29		53	2,74			39	2,02			
2,0	2,54	70,31	194	10,03	10,74	15,27	101	5,22	6,62	9,42	52	2,69	2,88	4,09
4,0	5,08	105,47	257	13,28			136	7,03			77	3,98		
6,0	7,62	133,59	348	17,98			291	15,04			96	4,96		
8,0	10,16	161,71	509	26,30			329	17,00			108	5,58		
10,0	12,70	182,81	627	32,40			389	20,10			124	6,41		
Observaciones :														
Normas de Referencia :														
ASTM D 1883-94														
AASHTO T 193-93														
Elaborado por Diego Rodriguez		Responsable Ing. Lorena Pérez						Fecha Ensayo 12/01/2016						


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 16 Gráfica de CBR Abscisa 3 + 500




Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 38. Ensayo de Densidades Abscisa 3 + 500

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ MATERIAL: SUELO NATURAL TUTOR: ING. LORENA PÉREZ EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430 FECHA: 13-ene-16 PROCTOR: 1,654 gr/cm3 HUMEDAD ÓPTIMA: 19,2%					
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
3+500	DERECHO	4	1,572	21,3	95,04
DIEGO RODRIGUEZ			ING. LORENA PÉREZ		
REALIZADO POR			APROBADO POR		

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 39. Límites de Atterberg Abscisa 3 + 822

 LABORATORIO DE SUELO Y ASFALTO					
LÍMITES DE ATTERBERG - LÍQUIDO Y PLÁSTICO (AASHTO T 89 - 90)					
PROYECTO : RUTA ECOLÓGICA CALICATA: 9 ABSCISA: 3+822 SECTOR: SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARCILLA			FECHA: 13/01/2016 ENSAYADO POR : DIEGO RODRIGUEZ		
GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	-	-	-	-	-
2 ½"	-	-	-	-	-
2"	-	-	-	-	-
1½"	-	-	-	-	-
1"	-	-	-	-	-
¾"	-	-	-	-	-
½"	-	-	-	-	-
3/8"	-	-	-	-	-
N°4	-	-	-	-	-
< N°4	-	-	-	-	-
N°10	1,5	1,5	0,8	99,3	-
N°40	5,4	6,9	3,5	96,6	-
N°200	67,7	74,60	37,30	(62,70)	-
< N°200	185,4	185,40	(62,70)	-	-
PESO TOTAL		200 gr	CUARTEO (PESO)		
			ANTES	200 gr	
			DESPUÉS	74,6 gr	
GRAVA	1 %				
ARENA	3 %				
FINOS	63 %				
CLASIFICACIÓN:			HUMEDAD NATURAL:	45,17 %	
SUCS	CL	LÍMITE LÍQUIDO:		33,95 %	
AASHTO	A-6	LÍMITE PLÁSTICO:		20,42	
COLOR CAFÉ CLARO			ÍNDICE PLÁSTICO	13,5	
OBSERVACIONES:					

HUMEDAD NATURAL (AASHTO T 265)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
T1	----	57,90	44,10	13,70	45,39	
T2	----	59,60	45,40	13,80	44,94	45,17

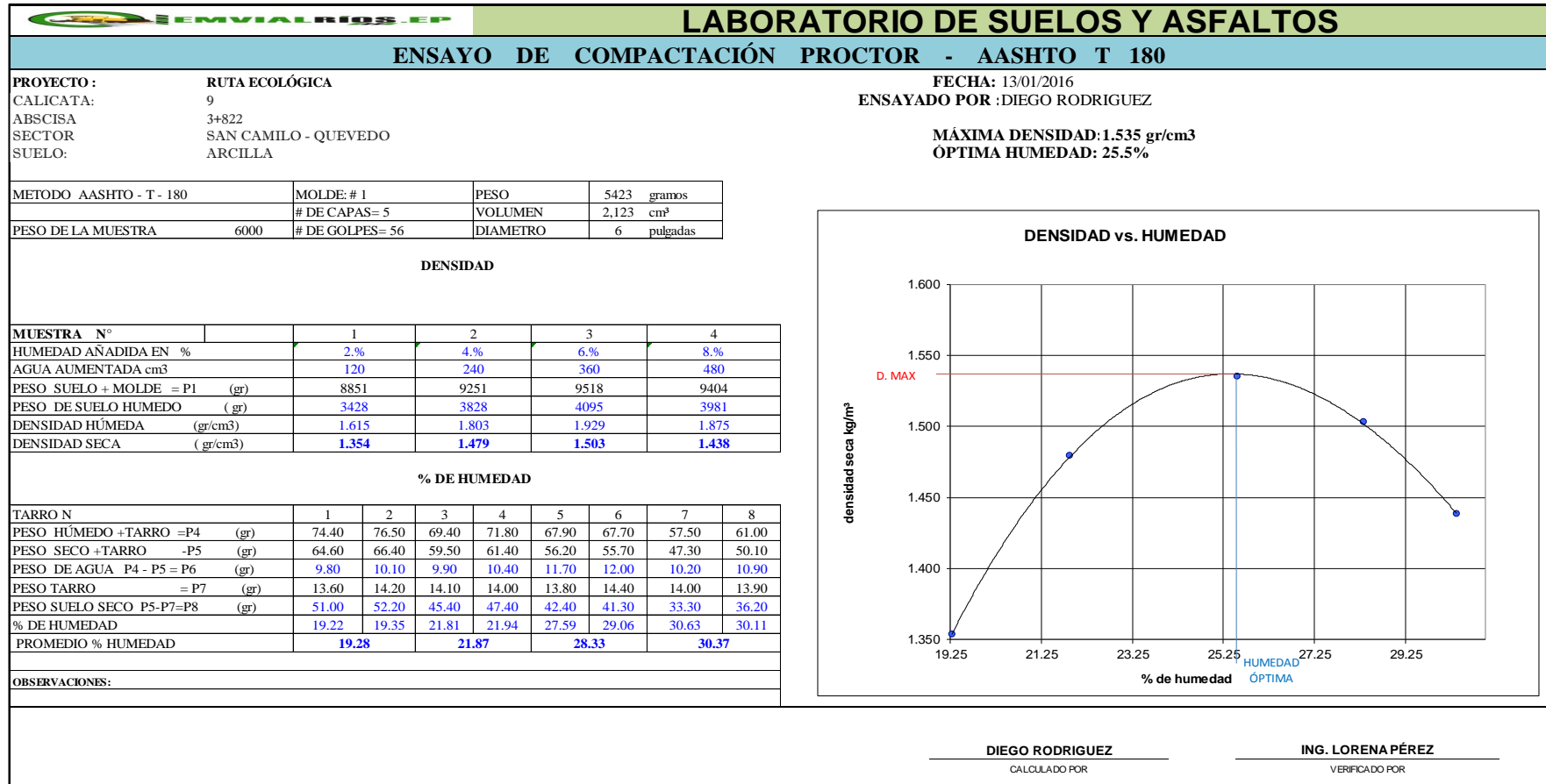
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM 423-66)						
24	38	28,50	25,00	13,70	30,97	
2	28	29,00	24,70	13,70	39,09	
5	18	28,40	25,60	13,80	23,73	
18	10	28,30	23,60	14,00	48,96	33,95

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D424-59)						
T7	----	9,40	9,20	7,30	10,53	
T8	----	10,30	9,60	7,10	28,00	
A1	----	9,80	9,30	7,10	22,73	20,42

HUMEDAD vs. # DE GOLPES.			
50,0			
45,0			
40,0			
35,0			
30,0			
25,0			
10	20	30	40
100			


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 40. Ensayo de Compactación Abscisa 3 + 822



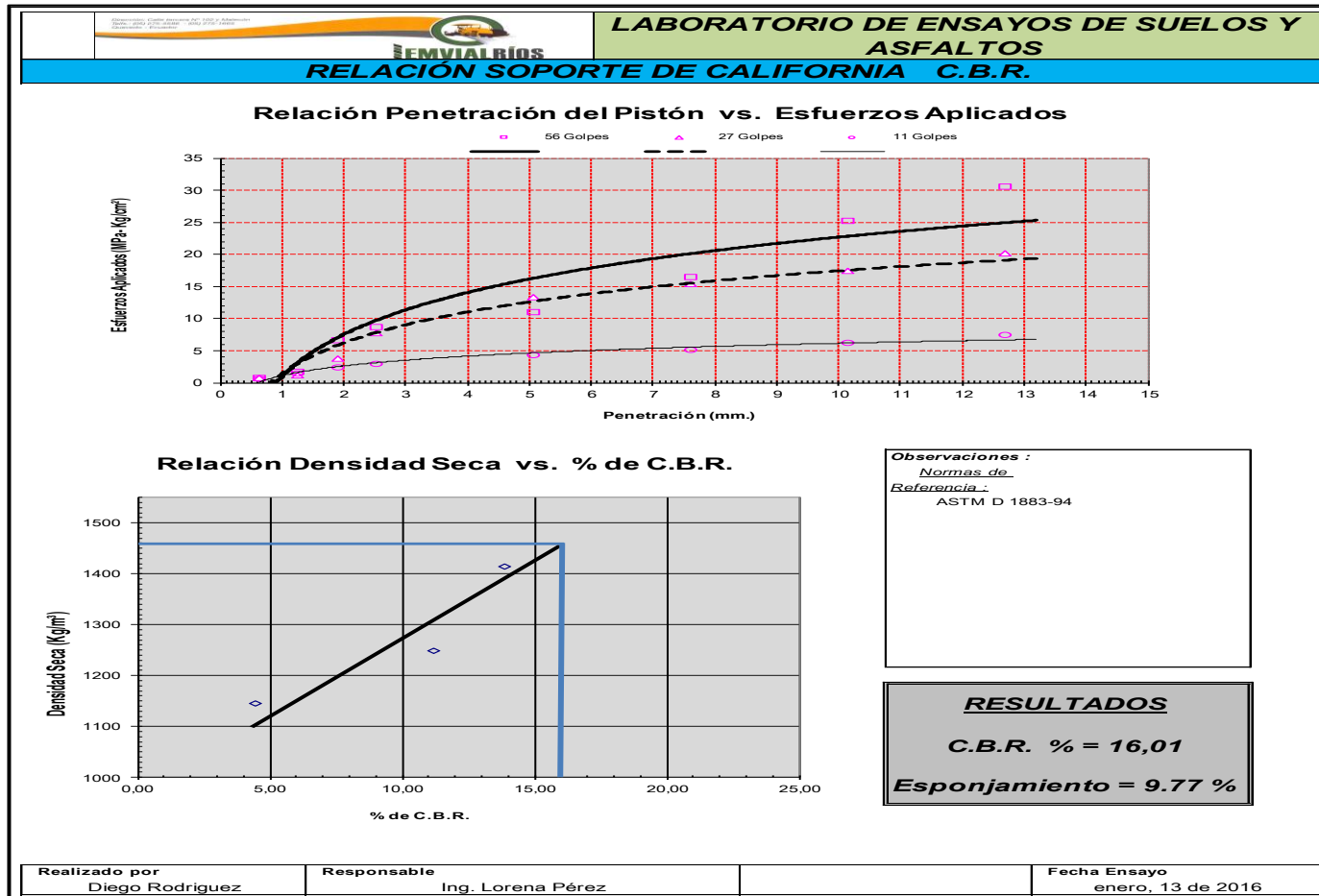
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 41. Ensayo de CBR Abscisa 3 + 822

 EMVIALRIOS EP		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS												
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.														
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA CALICATA 9 ABS CISA 3+822 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARCILLA					FECHA: 13/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ									
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1535 % de Humedad Óptima : 25,5		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54 Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72			Proctor Tipo : Modificado C.B.R. al : 95%		Área del Pistón : 3 píq2							
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra	Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	9907		10241		9430		10057		10028		10825			
Masa del Molde (gr.)	6157		6117		6117		6117		6992		3036			
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3750		3334		3313		3313		3036		3036			
Masa de agua absorbida (gr.)	334		8,91		627		18,93		797		26,25			
% de agua absorbida	2123		8,91		2123		18,93		2123		26,25			
Volumen de la muestra (cm³)	1766		1766		1561		1561		1430		1430			
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m³)	1766		1766		1561		1561		1430		1430			
Contenido de humedad	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		
Recipiente #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	75,3	297,0	75,0	307,0	76,1	280,3	63,0	268,0	64,0	237,0	68,1	256,4		
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	63,0	259,0	63,0	268,0	64,0	237,0	63,0	268,0	64,0	237,0	68,1	256,4		
Masa del Recipiente (gr.)	13,6	108,1	13,9	113,8	14,1	68,1	13,9	113,8	14,1	68,1	14,1	68,1		
% de Humedad parcial	24,90	25,18	24,44	25,29	24,25	25,64	24,44	25,29	24,25	25,64	24,95	25,64		
% de Humedad promedio	24,95		24,95		24,95		24,95		24,95		24,95			
Densidad Seca de la muestra (Kg/m³)	1414		1414		1249		1249		1145		1145			
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura	Altura de Molde cm. = 11.65			Altura de Molde cm. = 11.64			Altura de Molde cm. = 11.64							
	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%		
13-ene-16 10:30	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00		
14-ene-16 10:30	0,747	0,75	6,41	0,785	0,79	6,74	1,087	1,09	9,34	1,120	1,12	9,62		
15-ene-16 10:30	0,927	0,93	7,96	0,935	0,94	8,03	1,120	1,12	9,62	1,138	1,14	9,77		
16-ene-16 10:30	0,953	0,95	8,18	0,963	0,96	8,27	1,138	1,14	9,77					
ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		15	0,78		14	0,72		13	0,67				
1,0	1,27		33	1,71		23	1,19		28	1,45				
1,5	1,90		128	6,61		74	3,82		45	2,33				
2,0	2,54	70,31	167	8,63	9,78	13,90	149	7,70	7,86	11,18	57	2,95	3,15	4,48
4,0	5,08	105,47	212	10,96			258	13,33			83	4,29		
6,0	7,62	133,59	319	16,49			298	15,40			98	5,06		
8,0	10,16	161,71	487	25,17			338	17,47			121	6,25		
10,0	12,70	182,81	592	30,59			389	20,10			145	7,49		
Observaciones : Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93			DESCRIPCION : ARCILLA											
Realizado por Diego Rodriguez		Responsable Ing. Lorena Pérez								Fecha Ensayo enero, 13 de 2016				


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 17 Gráfica de CBR Abscisa 3 + 822



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

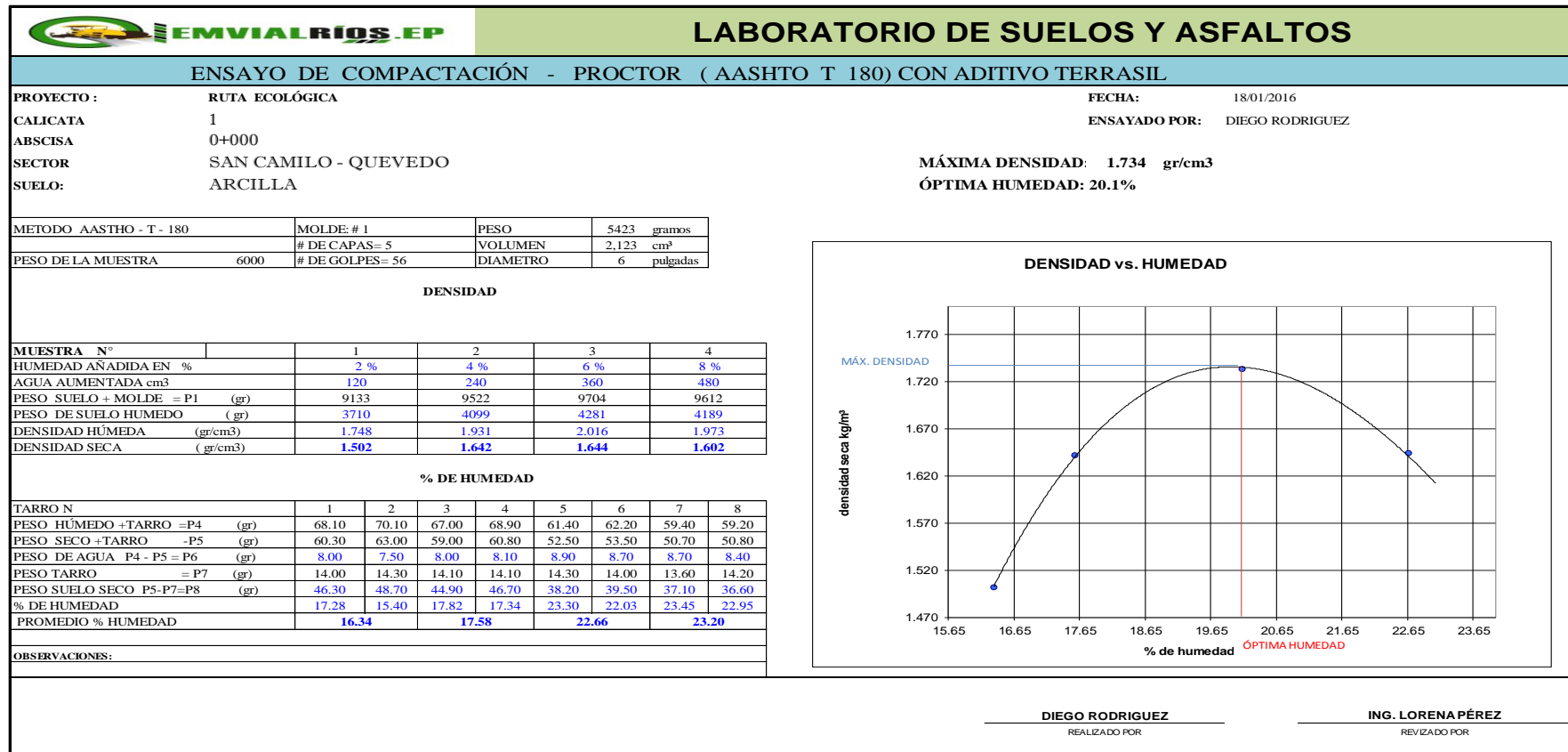
Tabla 42. Ensayo de Densidad Abscisa 3 + 822

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO					
UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO					
REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ					
MATERIAL: SUELO NATURAL					
TUTOR: ING. LORENA PÉREZ					
EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430					
FECHA: 14-ene-16					
PROCTOR: 1,535 gr/cm3			HUMEDAD ÓPTIMA: 25,5%		
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (kg/m3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
3+822	IZQUIERDO	4	1,455	26,8	94,79
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez


ENSAYOS DE SUELO CON ADITIVO TERRASIL.

Tabla 43. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 000



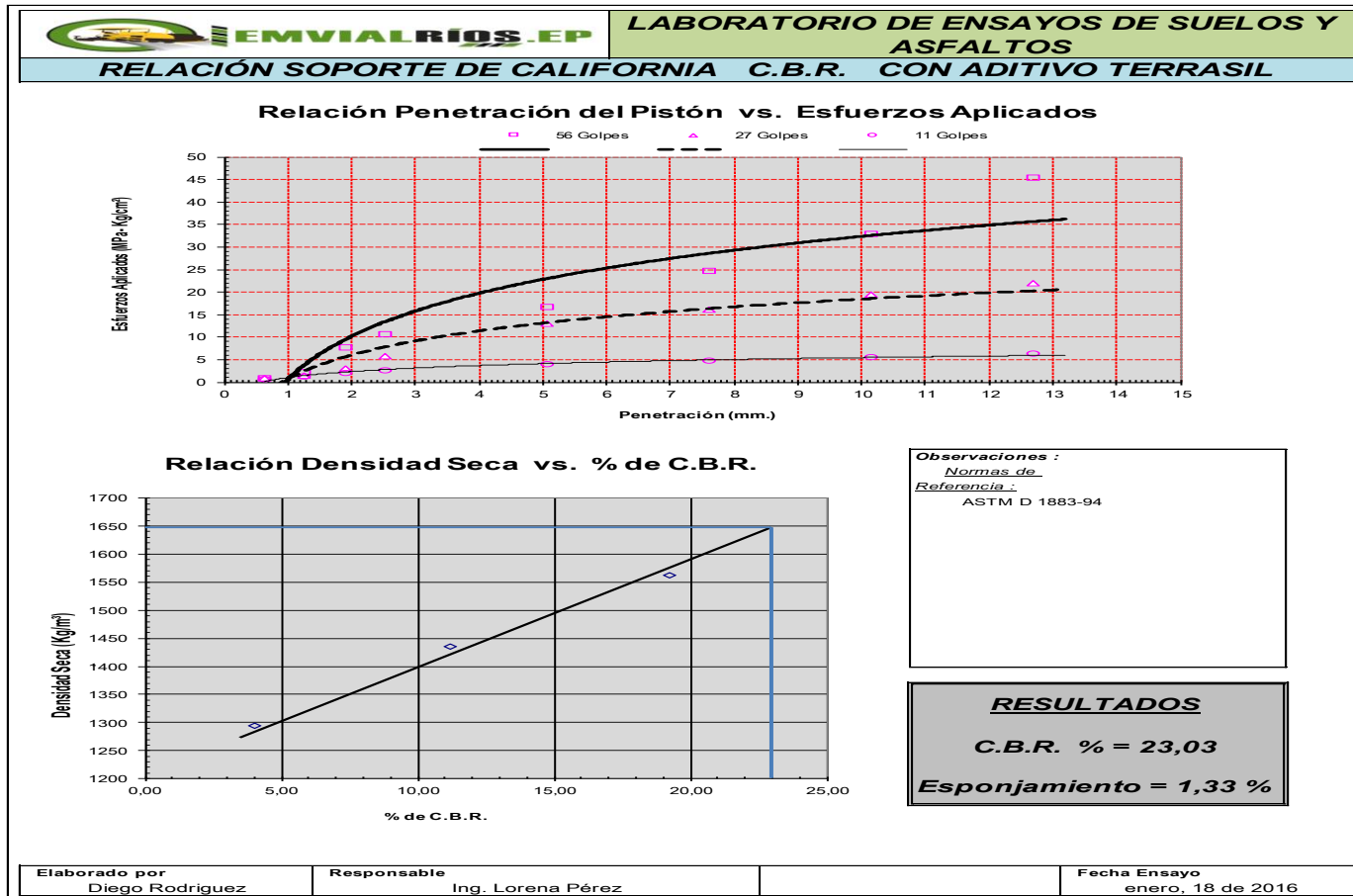
Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 44. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 000

		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS													
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. CON ADITIVO TERRASIL															
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA CALICATA 1 ABS CISA 0+000 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARCILLA						FECHA: 18/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ									
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1734		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54				Proctor Tipo : Modificado		Area del Pistón : 3 plg2							
% de Humedad Óptima : 20,1		Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				C.B.R. al : 95%									
PROBETAS DEL ENSAYO															
Molde #		6				10				11					
# de Capas		5				5				5					
# de Golpes por Capa		56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)		10074		10282		9758		10106		9494		10721			
Masa del Molde (gr.)		6080				6086				6185					
Masa de la muestra húmeda (gr.)		3994				3672				3309					
Masa de agua absorbida (gr.)		208				348				1227					
% de agua absorbida		5,21				9,48				37,08					
Volumen de la muestra (cm ³)		2123				2123				2123					
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m ³)		1881				1730				1559					
Contenido de humedad		Arriba Abajo		Arriba Abajo		Arriba Abajo		Arriba Abajo		Arriba Abajo		Arriba Abajo			
Recipiente #		1 2		3 4		5 6		7 8		9 10		11 12			
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)		64,0 64,0		61,3 61,3		64,1 64,1		55,7 55,6		14,4 14,4		20,34 20,63			
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)		55,7 55,6		53,3 53,0		55,7 55,6		14,0 14,0		20,36 21,28		20,45 20,45			
Masa del Recipiente (gr.)		14,0 14,0		14,0 14,0		14,4 14,4		19,90 20,19		20,34 20,63		20,45 20,45			
% de Humedad parcial		19,90 20,19		20,36 21,28		20,34 20,63		20,45 20,45		1562 1436		1294			
% de Humedad promedio		20,45		20,45		20,45		20,45		1562		1436			
Densidad Seca de la muestra (Kg/m ³)		1562		1436		1294									
DATOS DE ESPONJAMIENTO															
Fecha y Hora de Lectura		Altura del molde cm = 11.64			Altura de Molde cm. = 11.64			Altura de Molde cm. = 11.64							
		Lectura Dial (mm)		Dif.	%	Lectura Dial (mm)		Dif.	%	Lectura Dial (mm)		Dif.	%		
18-ene-16 10:30		0,000		0,00	0,00	0,000		0,00	0,00	0,000		0,00	0,00		
19-ene-16 10:30		0,091		0,09	0,78	0,111		0,11	0,95	0,140		0,14	1,20		
20-ene-16 10:30		0,102		0,10	0,88	0,132		0,13	1,13	0,152		0,15	1,31		
21-ene-16 10:30		0,114		0,11	0,98	0,147		0,15	1,26	0,155		0,16	1,33		
ENSAYO DE PENETRACION															
				56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	
0,5	0,63		17	0,88			16	0,83			14	0,72			
1,0	1,27		43	2,22			28	1,45			23	1,19			
1,5	1,90		150	7,75			58	3,00			39	2,02			
2,0	2,54	70,31	205	10,59	13,50	19,20	110	5,68	7,88	11,21	50	2,58	2,82	4,02	
4,0	5,08	105,47	324	16,74			253	13,07			77	3,98			
6,0	7,62	133,59	478	24,70			313	16,18			94	4,86			
8,0	10,16	161,71	635	32,82			375	19,38			108	5,58			
10,0	12,70	182,81	880	45,48			427	22,07			122	6,30			
Observaciones :		DESCRIPCIÓN: ARCILLA													
Normas de Referencia :															
ASTM D 1883-94															
AASHTO T 193-93															
Elaborado por		Responsable				Fecha Ensayo									
Diego Rodriguez		Ing. Lorena Pérez				enero, 18 de 2016									

Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 18 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 000



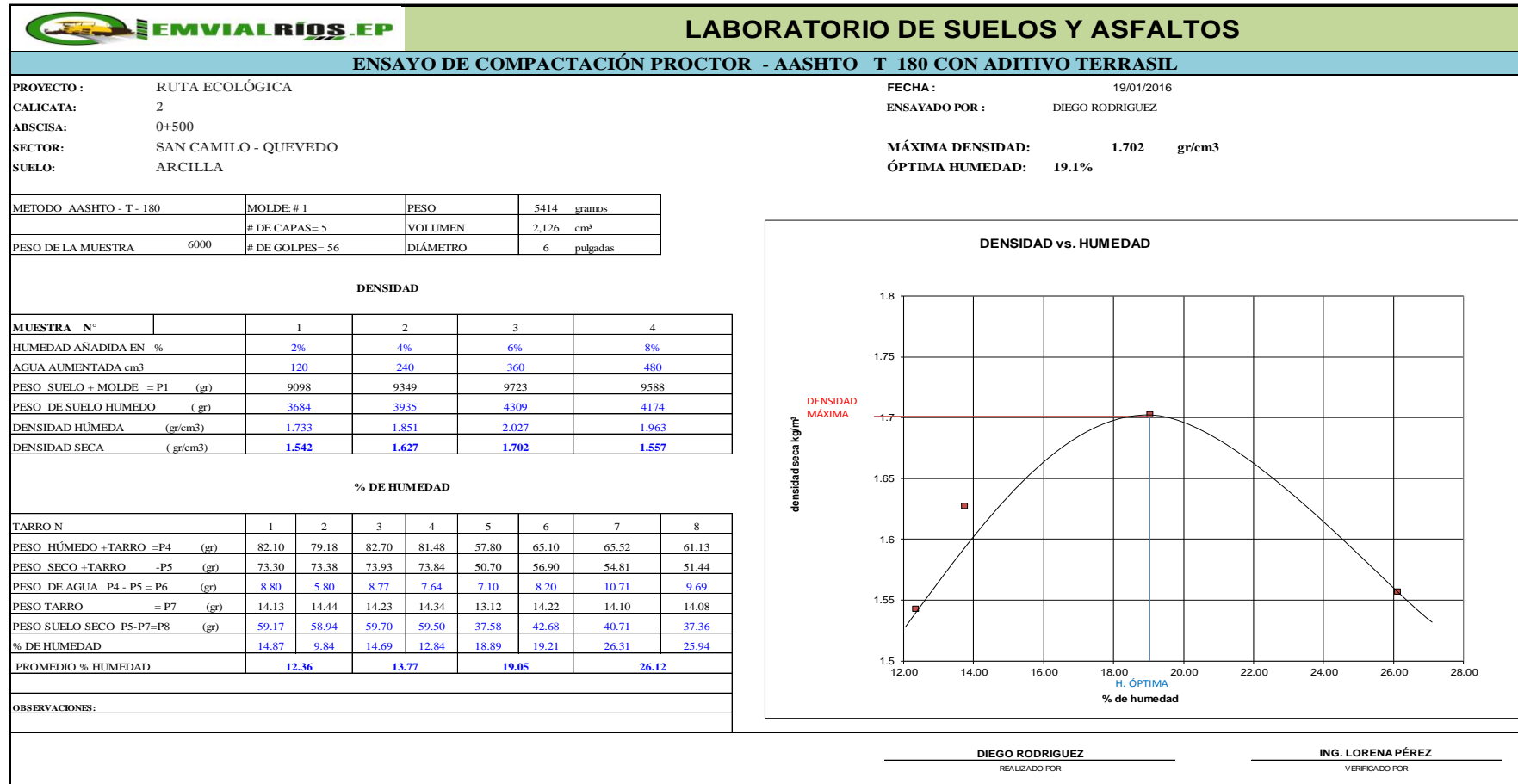
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 45. Ensayo de Densidades con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 000

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO CON ADITIVO TERRASIL					
<p>PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO REALIZÓ: DIEGO RODRÍGUEZ MATERIAL: SUELO NATURAL TUTOR: ING. LORENA PÉREZ EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430 FECHA: 19-ene-16 PROCTOR: 1,734 gr/cm3 HUMEDAD ÓPTIMA: 20,1%</p>					
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
0+000	CENTRO	4	1,657	21	95,56
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 46. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 500



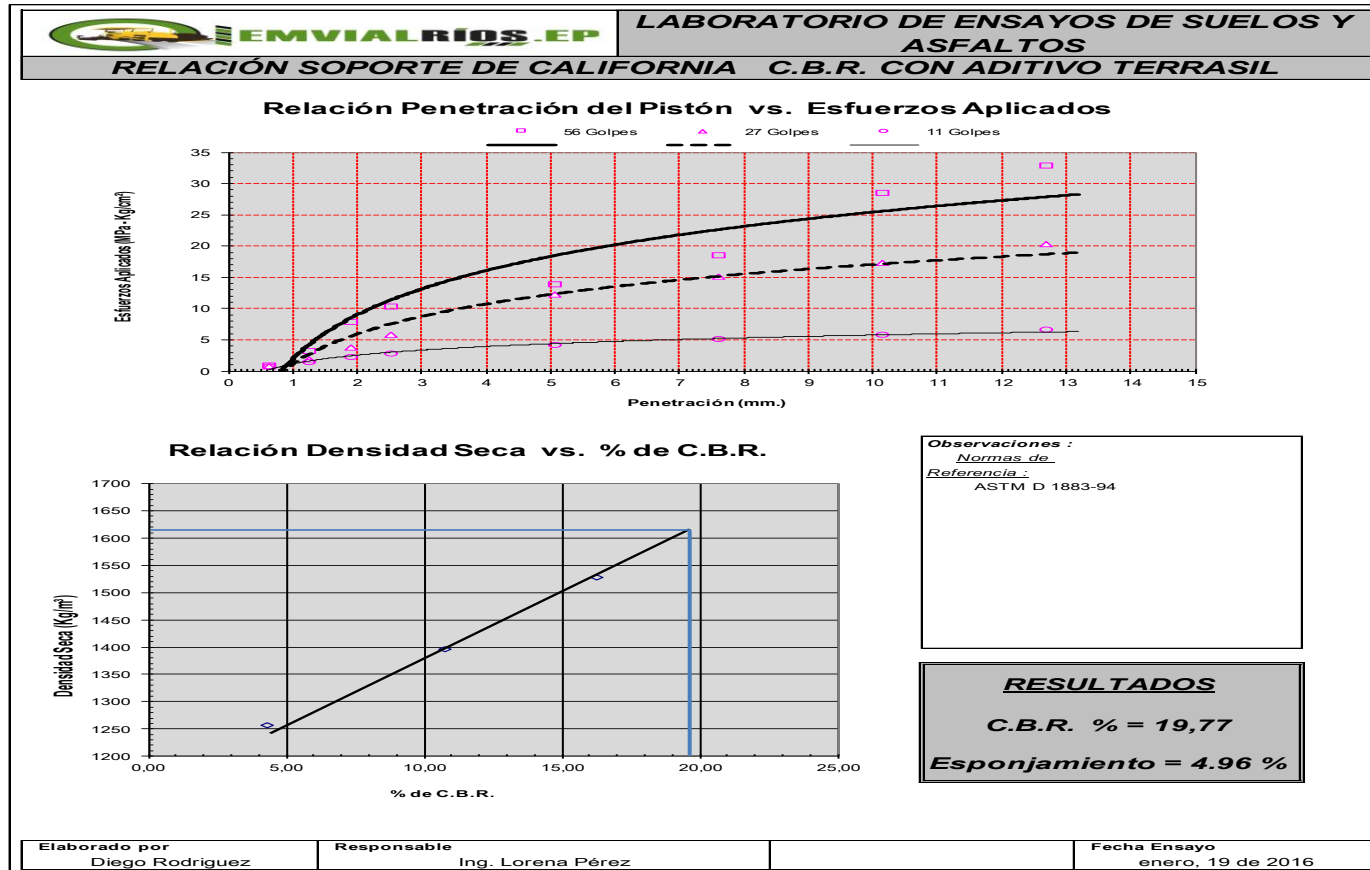
Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 47. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 500

		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS												
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. CON ADITIVO TERRASIL														
PROYECTO RUTA ECOLOGICA						FECHA: 19/01/2016								
CALICATA 2						ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
ABSCISA 0+500														
SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO														
SUELO: ARCILLA														
Densidad Seca Máx. Kg/m³ : 1702		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54				Proctor Tipo : Modificado		Área del Pistón :						
% de Humedad Óptima : 19		Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				C.B.R. al : 95%		3 pig2						
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra	Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	10088		10356		9712		10161		10228		10775			
Masa del Molde (gr.)	6156				6119				6993					
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3932				3593				3235					
Masa de agua absorbida (gr.)	268				449				547					
% de agua absorbida	6,82				12,50				16,91					
Volumen de la muestra (cm³)	2123				2123				2123					
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m³)	1852				1692				1524					
Contenido de humedad	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo			
Recipiente #	1		2		3		4		5		6			
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	66,0		66,0		76,0		76,0		74,0		74,0			
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	57,0		56,8		65,0		64,8		64,0		63,5			
Masa del Recipiente (gr.)	14,0		14,0		14,0		14,0		14,1		14,1			
% de Humedad parcial	20,93		21,50		21,57		22,05		20,04		21,26			
% de Humedad promedio	21,22				21,22				21,22					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m³)	1528				1396				1257					
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11.65				Altura de Molde cm. = 11.64				Altura de Molde cm. = 11.64				
		Lectura Dial (mm)	Dif.	%		Lectura Dial (mm)	Dif.	%		Lectura Dial (mm)	Dif.	%		
19-ene-16 10:30		0,000	0,00	0,00		0,000	0,00	0,00		0,000	0,00	0,00		
20-ene-16 10:30		0,326	0,33	2,80		0,351	0,35	3,02		0,376	0,38	3,23		
21-ene-16 10:30		0,330	0,33	2,83		0,453	0,45	3,89		0,503	0,50	4,32		
22-ene-16 10:30		0,336	0,34	2,89		0,562	0,56	4,83		0,578	0,58	4,96		
ENSAYO DE PENETRACION														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		18	0,93		15	0,78			14	0,72			
1,0	1,27		63	3,26		37	1,91			27	1,40			
1,5	1,90		153	7,91		73	3,77			44	2,27			
2,0	2,54	70,31	199	10,28	11,44	112	5,79	7,59	10,80	54	2,79	3,02	4,30	
4,0	5,08	105,47	269	13,90		238	12,30			81	4,19			
6,0	7,62	133,59	358	18,50		293	15,14			99	5,12			
8,0	10,16	161,71	552	28,53		335	17,31			113	5,84			
10,0	12,70	182,81	635	32,82		394	20,36			129	6,67			
Observaciones :														
<i>Normas de Referencia :</i>														
DESCRIPCIÓN: ARCILLA														
ASTM D 1883-94														
AASHTO T 193-93														
Laboratorista Diego Rodriguez		Responsable Ing. Lorena Pérez								Fecha Ensayo enero, 19 de 2015				

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 19 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 500



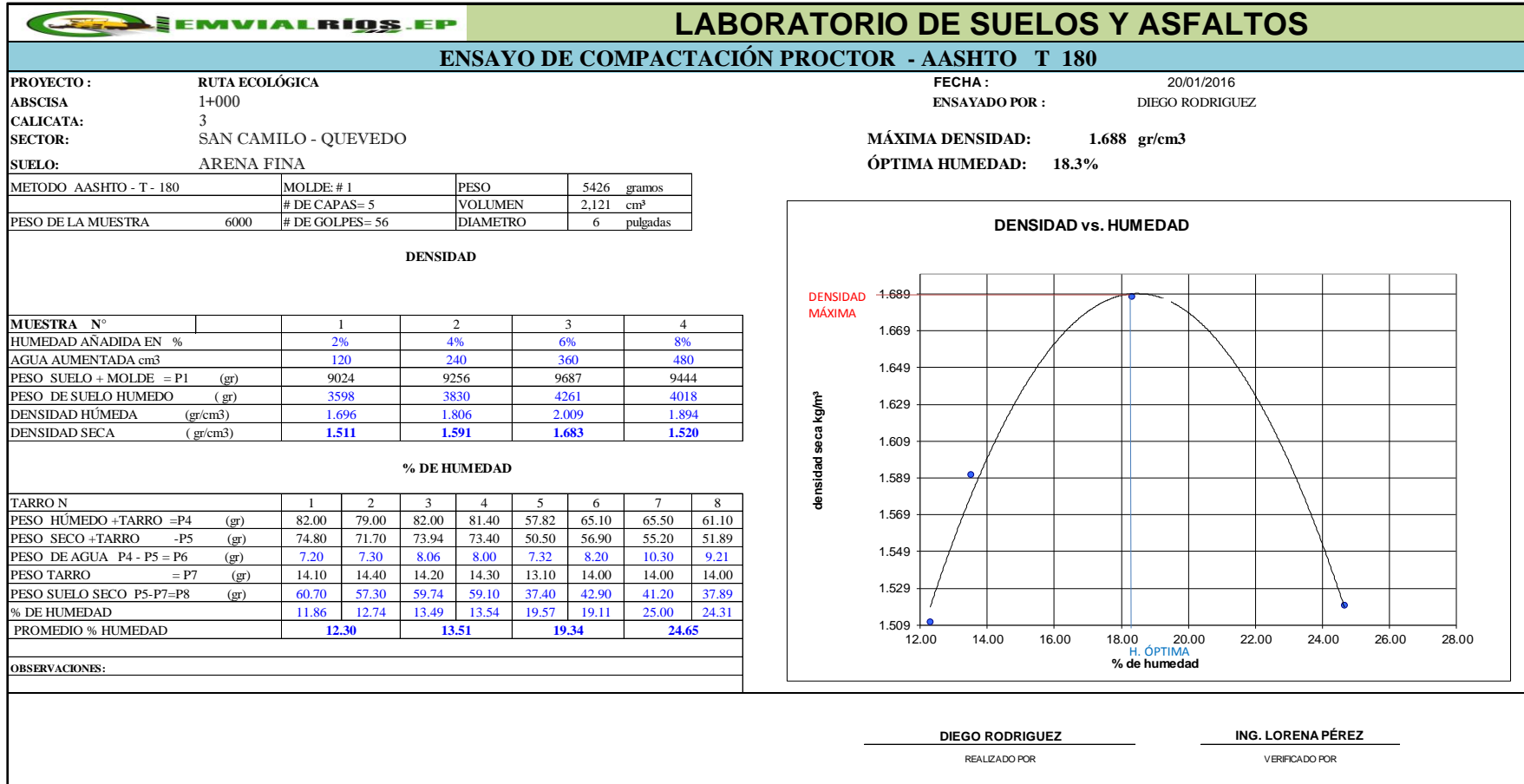
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 48. Ensayo de Densidades con Aditivo Terrasil Abscisa 0 + 500

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO CON ADITIVO TERRASIL					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ MATERIAL: SUELO NATURAL TUTOR: ING. LORENA PÉREZ EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430 FECHA: 20-ene-16 PROCTOR: 1,702 gr/cm ³ HUMEDAD ÓPTIMA: 19,1%					
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
0+500	IZQUIERDO	4	1,641	19,6	96,42
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 49. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 000



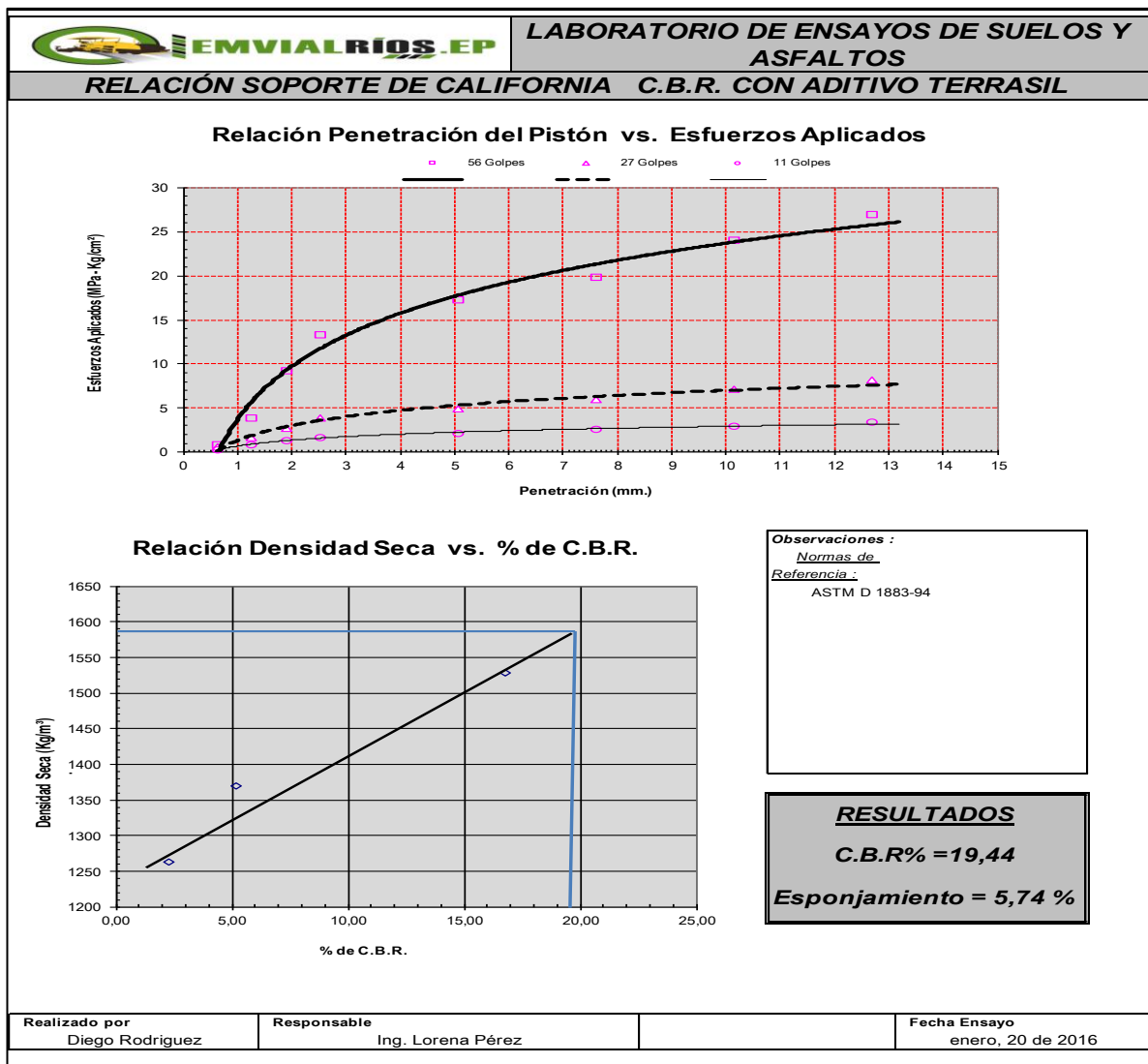
Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 50. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 000

		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS															
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.																	
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA CALICATA 3 ABCISIA 1+000 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARENA FINA						FECHA: 20/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ											
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1684 % de Humedad Óptima : 18,3		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54 Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				Proctor Tipo : Modificado C.B.R. al : 95%		Área del Pistón : 3 plg2									
PROBETAS DEL ENSAYO																	
Molde #		6				10				11							
# de Capas		5				5				5							
# de Golpes por Capa		56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes							
Condiciones de la Muestra		Antes Saturación				Después Saturación				Antes Saturación				Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)		9986				10273				9584				10129			
Masa del Molde (gr.)		6080				3906				6085				3499			
Masa de la muestra húmeda (gr.)		3906								6177				3228			
Masa de agua absorbida (gr.)		287				7,35				545				15,58			
% de agua absorbida														601			
Volumen de la muestra (cm³)		2123				1840				2123				1520			
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m³)		1840								1648				1263			
Contenido de humedad		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo	
Recipiente #		1		2		3		4		5		6		7		8	
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)		71,0		71,0		69,8		69,8		67,3		67,3		58,7		58,0	
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)		61,6		61,0		60,7		60,0		14,1		14,1		19,28		21,18	
Masa del Recipiente (gr.)		14,0		14,0		14,0		14,0		19,28		21,18					
% de Humedad parcial		19,75		21,28		19,49		21,30									
% de Humedad promedio		20,38		1528		20,38		1369		20,38		1263					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m³)																	
DATOS DE ESPONJAMIENTO																	
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11.65				Altura de Molde cm. = 11.64				Altura de Molde cm. = 11.64							
		Lectura Dial (mm)		Dif. %		Lectura Dial (mm)		Dif. %		Lectura Dial (mm)		Dif. %					
20-ene-16 10:30		0,000		0,00 0,00		0,000		0,00 0,00		0,000		0,00 0,00					
21-ene-16 10:30		0,446		0,45 3,83		0,630		0,63 5,41		0,638		0,64 5,48					
22-ene-16 10:30		0,584		0,58 5,02		0,660		0,66 5,67		0,642		0,64 5,51					
23-ene-16 10:30		0,647		0,65 5,56		0,668		0,67 5,74		0,645		0,65 5,54					
ENSAYO DE PENETRACIÓN																	
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes						
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)			
0,5	0,63		17	0,88						11	0,57			6	0,31		
1,0	1,27		74	3,82						32	1,65			17	0,88		
1,5	1,90		178	9,20						53	2,74			25	1,29		
2,0	2,54	70,31	257	13,28	11,81	16,80				74	3,82	3,62	5,15	33	1,71	1,60	2,28
4,0	5,08	105,47	334	17,26						95	4,91			41	2,12		
6,0	7,62	133,59	385	19,90						116	5,99			49	2,53		
8,0	10,16	161,71	466	24,08						137	7,08			57	2,95		
10,0	12,70	182,81	522	26,98						158	8,17			65	3,36		
Observaciones : Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93			DESCRIPCIÓN : ARENA FINA														
Realizado por Diego Rodriguez		Responsable Ing. Lorena Pérez						Fecha Ensayo enero, 21 de 2016									


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 20 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 000



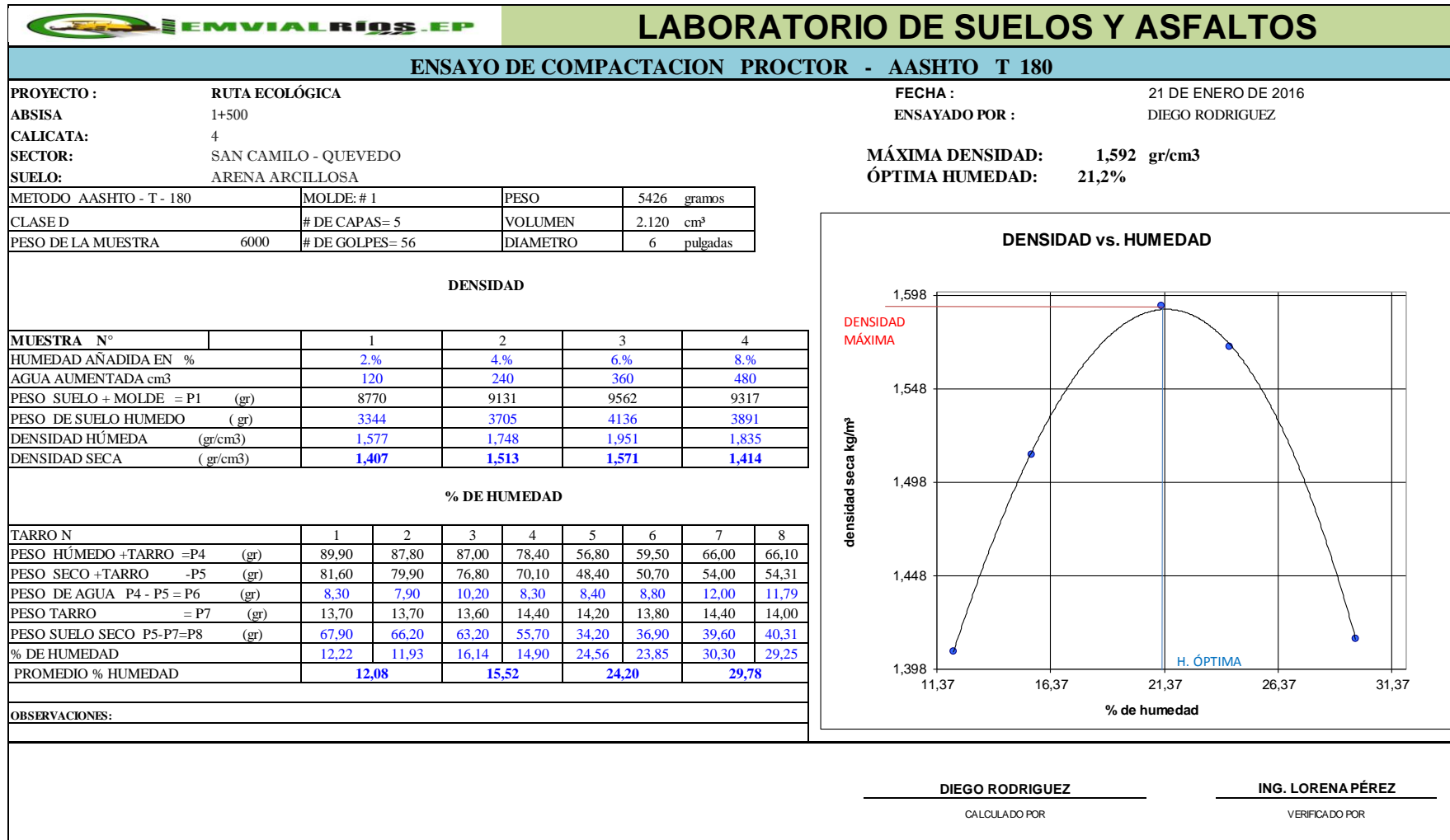
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 51. Ensayo de Densidades con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 000

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO CON ADITIVO TERRASIL					
					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO					
UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO					
REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ					
MATERIAL: SUELO NATURAL					
TUTOR: ING. LORENA PÉREZ					
EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430					
FECHA: 21-ene-16					
PROCTOR: 1,688 gr/cm3		HUMEDAD ÓPTIMA: 18,3%			
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
1+000	DERECHO	4	1,628	18,90	96,45
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 52. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 500



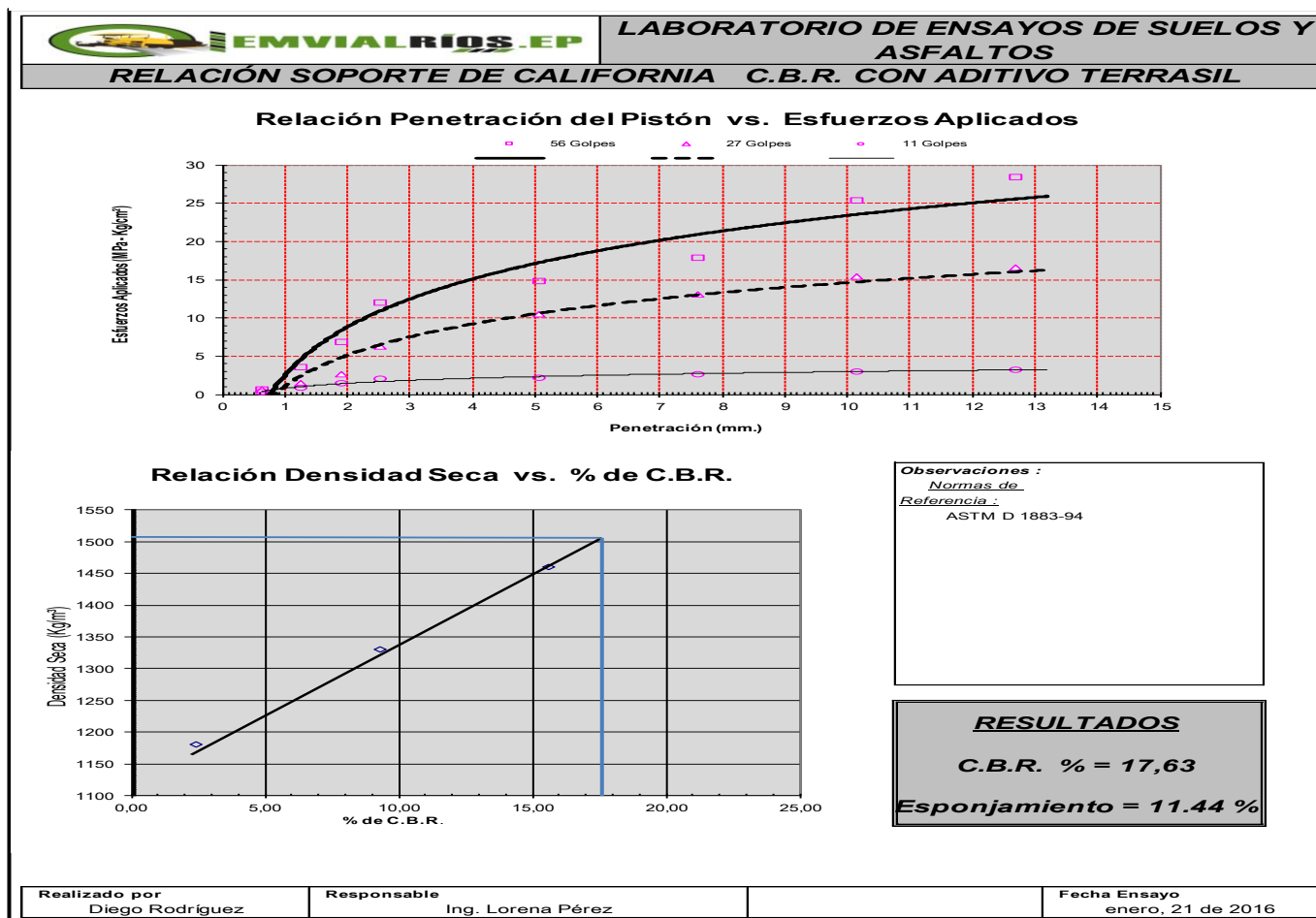
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 53. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 500

 EMVIALRIOS EP		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS																	
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. CON ADITIVO TERRASIL																			
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA						FECHA: 21/01/2016													
CALICATA 4						ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ													
ABSCISA 1+500																			
SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO																			
SUELO: ARENA ARCILLOSA																			
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1592		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54				Proctor Tipo : Modificado		Área del Pistón :											
% de Humedad Óptima : 21,2		Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				C.B.R. al : 95%		3 plg2											
PROBETAS DEL ENSAYO																			
Molde #	6					10					11								
# de Capas	5					5					5								
# de Golpes por Capa	56 Golpes					27 Golpes					11 Golpes								
Condiciones de la Muestra	<i>Antes Saturación</i>		<i>Después Saturación</i>			<i>Antes Saturación</i>		<i>Después Saturación</i>			<i>Antes Saturación</i>		<i>Después Saturación</i>						
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	9740		10314			9447		10114			9254		9981						
Masa del Molde (gr.)	6080					6085					6179								
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3660					3362					3075								
Masa de agua absorbida (gr.)			574					667					727						
% de agua absorbida			15,68					19,84					23,64						
Volumen de la muestra (cm³)	2123					2123					2123								
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m³)	1724					1584					1448								
Contenido de humedad	<i>Arriba</i>		<i>Abajo</i>			<i>Arriba</i>		<i>Abajo</i>			<i>Arriba</i>		<i>Abajo</i>						
Recipiente #	1		2			3		4			5		6						
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	69,1		69,1			69,8		69,8			67,3		67,3						
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	59,0		58,6			59,6		59,0			58,0		57,6						
Masa del Recipiente (gr.)	14,0		14,0			14,0		14,0			14,1		14,1						
% de Humedad parcial	22,44		23,54			22,37		24,00			21,18		22,30						
% de Humedad promedio	22,64					22,64					22,64								
Densidad Seca de la muestra (Kg/m³)	1406					1291					1181								
DATOS DE ESPONJAMIENTO																			
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11.65				Altura de Molde cm. = 11.64				Altura de Molde cm. = 11.64									
		Lectura Dial (mm)		Dif.		%		Lectura Dial (mm)		Dif.		%		Lectura Dial (mm)		Dif.		%	
21-ene-16 10:30		0,000		0,00		0,00		0,000		0,00		0,00		0,000		0,00		0,00	
22-ene-16 10:30		0,846		0,85		7,26		1,159		1,16		9,96		0,788		0,79		6,77	
23-ene-16 10:30		1,151		1,15		9,88		1,189		1,19		10,22		0,720		0,72		6,18	
24-ene-16 10:30		1,332		1,33		11,44		1,202		1,20		10,33		1,115		1,12		9,58	
ENSAYO DE PENETRACIÓN																			
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes								
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)					
0,5	0,63		13	0,67		12	0,62		6	0,31									
1,0	1,27		37	1,91		28	1,45		8	0,41									
1,5	1,90		132	6,82		50	2,58		8	0,41									
2,0	2,54	70,31	185	9,56	9,60	122	6,30	6,54	9,30	9	0,47	0,48	0,69						
4,0	5,08	105,47	170	8,79		202	10,44			11	0,57								
6,0	7,62	133,59	336	17,36		253	13,07			12	0,62								
8,0	10,16	161,71	480	24,81		299	15,45			13	0,67								
10,0	12,70	182,81	550	28,42		321	16,59			14	0,72								
Observaciones :			DESCRIPCIÓN : ARENA ARCILLOSA																
Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93																			
Realizado por Diego Rodríguez		Responsable Ing. Lorena Pérez				Fecha Ensayo enero, 21 de 2016													


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 54. Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 500



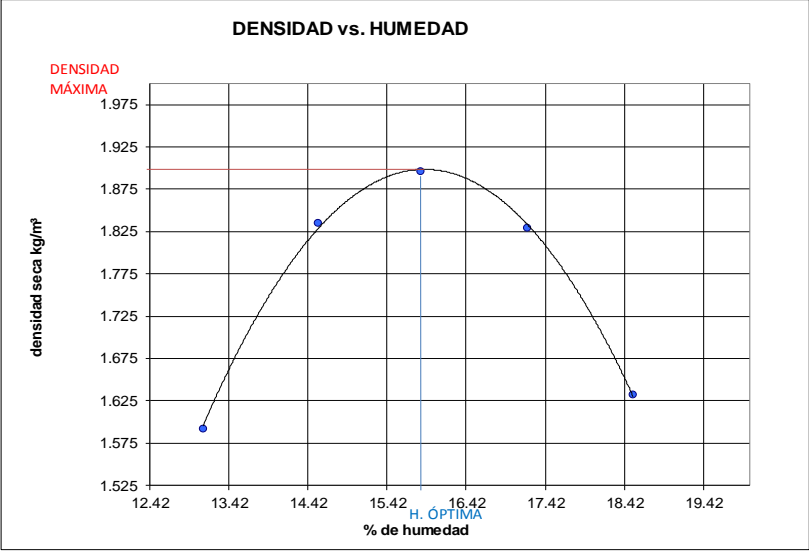
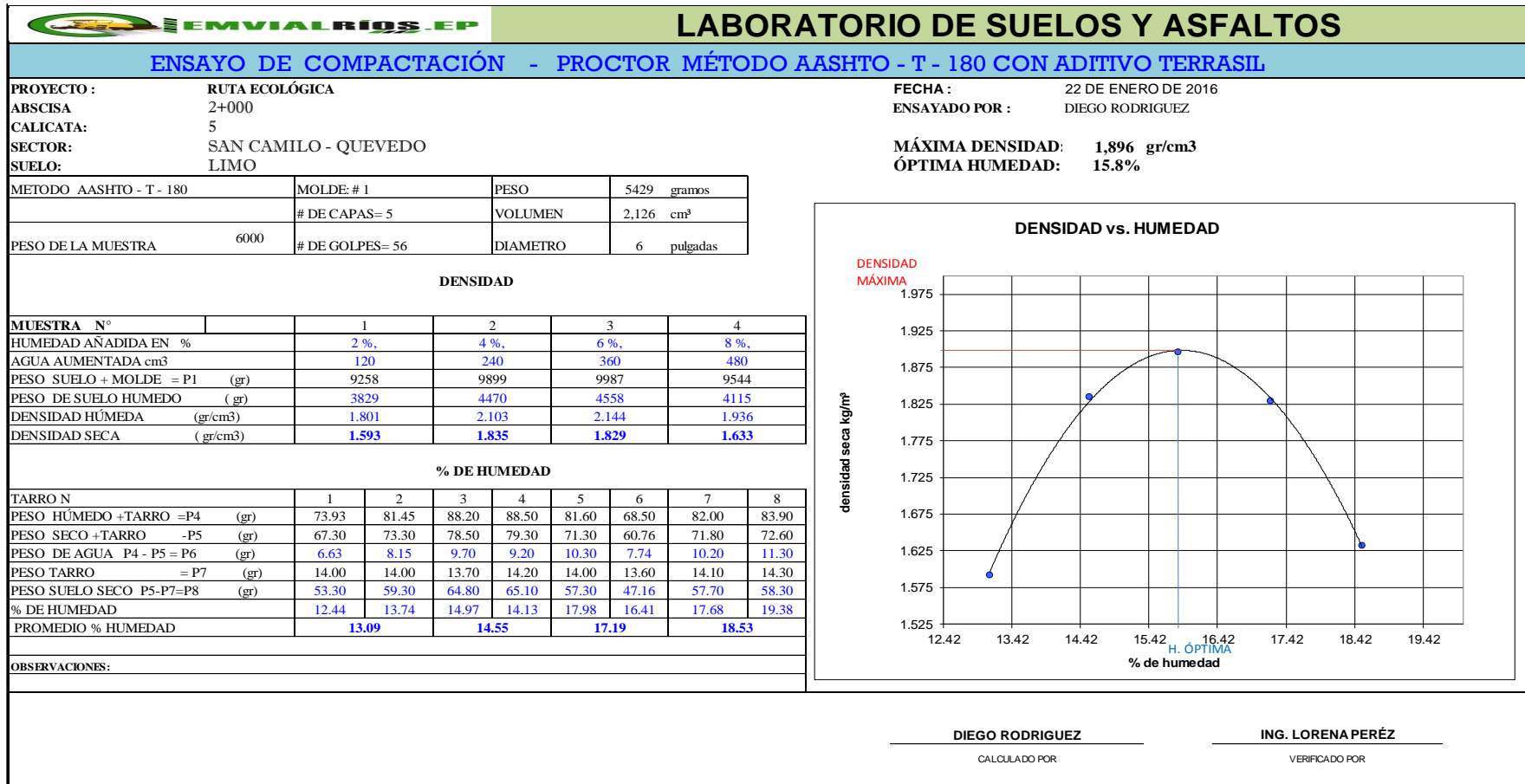
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 55. Ensayo de Densidad con Aditivo Terrasil Abscisa 1 + 500

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO CON ADITIVO TERRASIL					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ MATERIAL: SUELO NATURAL TUTOR: ING. LORENA PÉREZ EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430 FECHA: 22-ene-16 PROCTOR: 1,592 gr/cm3 HUMEDAD ÓPTIMA: 21,2%					
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
1+500	CENTRO	4	1,541	22,8	96,80
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 56. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000




DIEGO RODRIGUEZ
CALCULADO POR

ING. LORENA PERÉZ
VERIFICADO POR

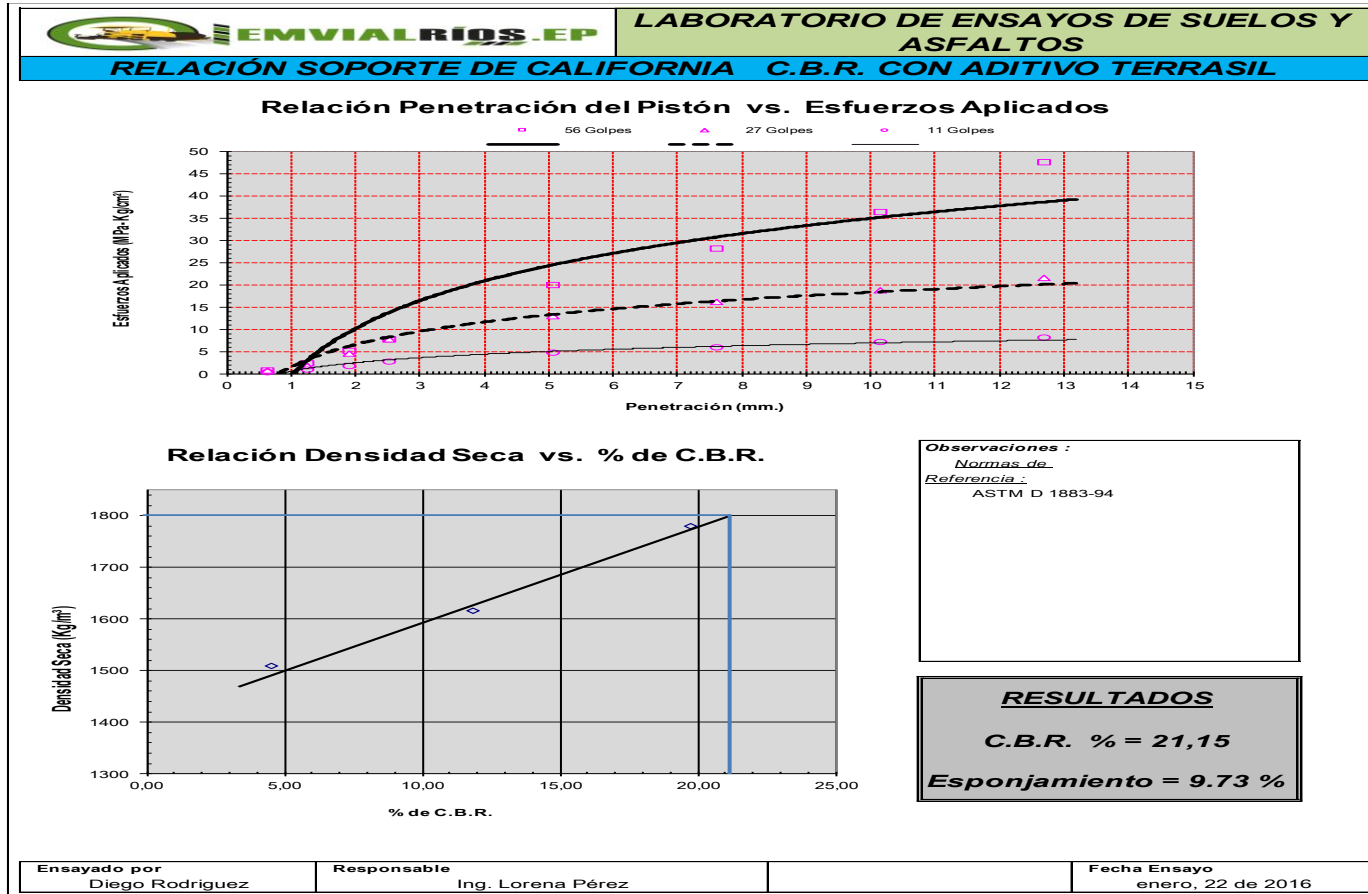
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 57. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000

 EMVIALRIOS EP		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS												
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. CON ADITIVO TERRASIL														
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA CALICATA 5 ABCISA 2+000 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: LIMO				FECHA: 22/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ										
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1896 % de Humedad Óptima: 15,8		Masa Martillo de Compactación (Kg): 4,54 Altura de Caída de Martillo (cm): 45,72		Proctor Tipo: Modificado C.B.R. al: 95%		Área del Pistón: 3 píq2								
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6			10			11							
# de Capas	5			5			5							
# de Golpes por Capa	56 Golpes			27 Golpes			11 Golpes							
Condiciones de la Muestra														
		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación						
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	10100		10403		9697		10129		9624					
Masa del Molde (gr.)	6080		6085		6085		10129		6178					
Masa de la muestra húmeda (gr.)	4020		3612		3612		3446		3446					
Masa de agua absorbida (gr.)	303		432		432		511		511					
% de agua absorbida	7,54		11,96		11,96		14,83		14,83					
Volumen de la muestra (cm ³)	2123			2123			2123							
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m ³)	1894			1701			1623							
Contenido de humedad														
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo					
Recipiente #	1		2		3		4		5					
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	72,7		72,7		71,8		71,8		70,5					
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	64,3		63,0		63,6		63,0		62,5					
Masa del Recipiente (gr.)	13,7		13,7		13,8		13,8		14,1					
% de Humedad parcial	16,60		19,68		16,47		17,89		16,53					
% de Humedad promedio	17,48		17,48		17,48		17,48		17,48					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m ³)	1612			1448			1382							
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11.65			Altura de Molde cm. = 11.64			Altura de Molde cm. = 11.64						
		Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%				
22-ene-16 10:30		0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00				
23-ene-16 10:30		0,685	0,69	5,88	0,953	0,95	8,19	0,660	0,66	5,67				
24-ene-16 10:30		0,889	0,89	7,63	1,057	1,06	9,08	0,750	0,75	6,44				
25-ene-16 10:30		0,963	0,96	8,27	1,133	1,13	9,73	0,876	0,88	7,52				
ENSAYO DE PENETRACION														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		16	0,83		15	0,78		7	0,36				
1,0	1,27		46	2,38		34	1,76		17	0,88				
1,5	1,90		100	5,17		90	4,65		34	1,76				
2,0	2,54	70,31	152	7,86	13,90	19,77	152	7,86	8,35	11,88	54	2,79	3,18	
4,0	5,08	105,47	386	19,95			250	12,92			92	4,75		
6,0	7,62	133,59	546	28,22			312	16,12			117	6,05		
8,0	10,16	161,71	702	36,28			364	18,81			139	7,18		
10,0	12,70	182,81	920	47,55			416	21,50			160	8,27		
Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93			DESCRIPCION: LIMO INORGANICO ARENOSO											
Ensayado por Diego Rodriguez		Responsable Ing. Lorena Pérez				Fecha Ensayo enero, 22 de 2016								


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 21 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000



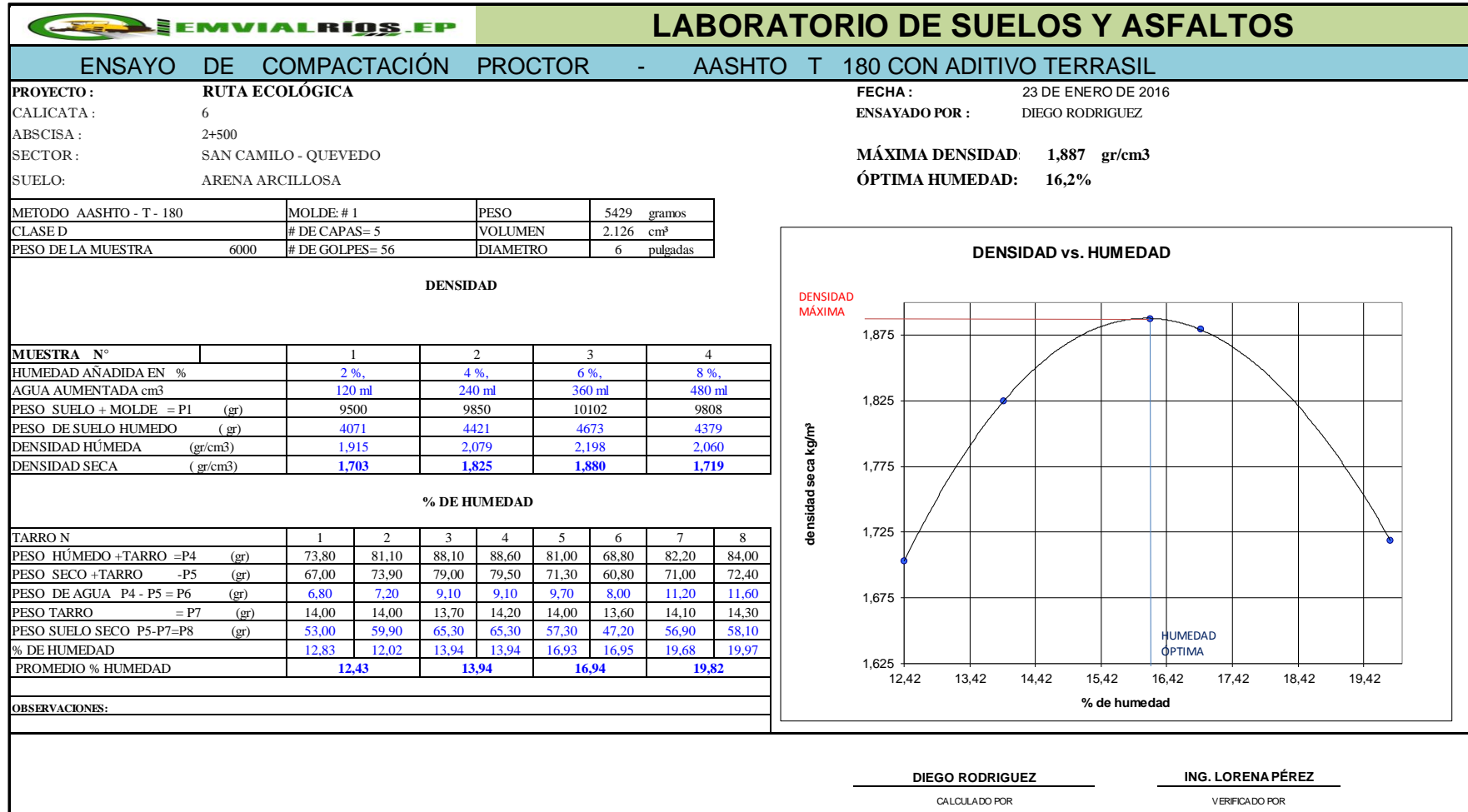
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 58. Ensayo de Densidad con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO CON ADITIVO TERRASIL					
					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO					
UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO					
REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ					
MATERIAL: SUELO NATURAL					
TUTOR: ING. LORENA PÉREZ					
EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430					
FECHA: 23-ene-16					
PROCTOR: 1,896 gr/cm3			HUMEDAD ÓPTIMA: 15,8%		
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
2+000	DERECHO	4	1,823	16,5	96,15
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 59. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 000



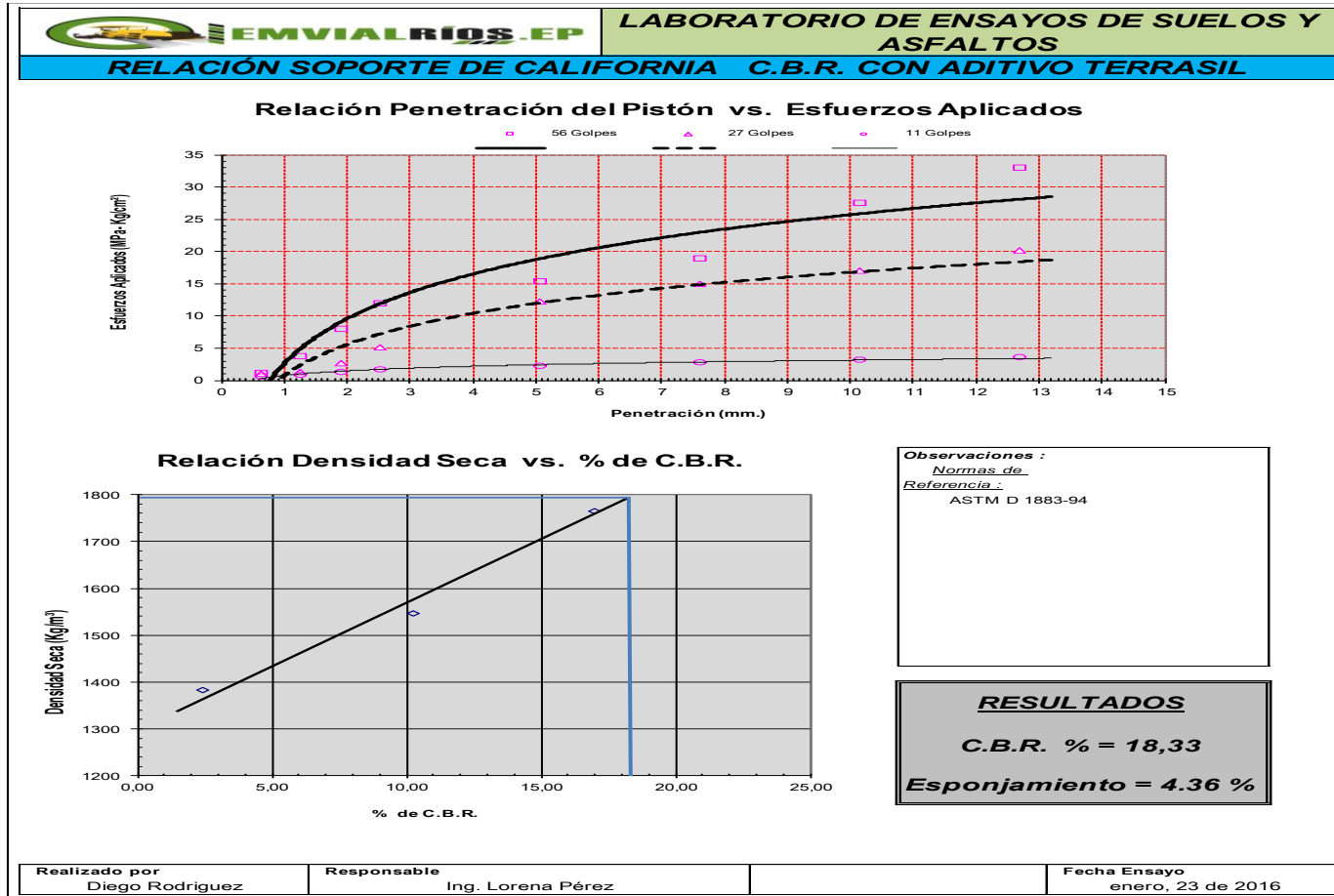
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 60. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 500

		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS												
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. CON ADITIVO TERRASIL														
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA						FECHA: 23/01/2016								
CALICATA 6						ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
ABSCISA 2+500														
SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO														
SUELO: ARENA ARCILLOSA														
Densidad Seca Máx. Kg/m³ : 1887		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54				Proctor Tipo : Modificado		Área del Pistón :						
% de Humedad Óptima : 16,2		Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				C.B.R. al : 95%		3 plg2						
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra	<i>Antes Saturación</i>		<i>Después Saturación</i>		<i>Antes Saturación</i>		<i>Después Saturación</i>		<i>Antes Saturación</i>		<i>Después Saturación</i>			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	10028		10408		9549		10041		10126		10721			
Masa del Molde (gr.)	6154				6116				6997					
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3874				3433				3129					
Masa de agua absorbida (gr.)	380				492				595					
% de agua absorbida	9,81				14,33				19,02					
Volumen de la muestra (cm³)	2123				2123				2123					
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m³)	1825				1617				1474					
Contenido de humedad	<i>Arriba</i>		<i>Abajo</i>		<i>Arriba</i>		<i>Abajo</i>		<i>Arriba</i>		<i>Abajo</i>			
Recipiente #	1		2		3		4		5		6			
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	69,1		69,1		70,8		70,8		67,3		67,3			
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	61,3		61,0		63,0		62,0		60,0		59,6			
Masa del Recipiente (gr.)	14,0		14,0		14,0		14,0		14,1		14,1			
% de Humedad parcial	16,49		17,23		15,92		18,33		15,90		16,92			
% de Humedad promedio	16,80				16,80				16,80					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m³)	1562				1384				1262					
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11.65				Altura de Molde cm. = 11.64				Altura de Molde cm. = 11.64				
		Lectura Dial (mm)		Dif.		%		Lectura Dial (mm)		Dif.		%		
23-ene-16 10:30		0,000		0,00		0,00		0,000		0,00		0,00		
24-ene-16 10:30		0,343		0,34		2,95		0,303		0,30		2,60		
25-ene-16 10:30		0,498		0,50		4,28		0,313		0,31		2,69		
26-ene-16 10:30		0,508		0,51		4,36		0,325		0,33		2,79		
ENSAYO DE PENETRACION														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		22	1,14		19	0,98			11	0,57			
1,0	1,27		73	3,77		26	1,34			17	0,88			
1,5	1,90		156	8,06		52	2,69			25	1,29			
2,0	2,54	70,31	232	11,99	11,96	100	5,17	7,23	10,29	32	1,65	1,72	2,45	
4,0	5,08	105,47	298	15,40		237	12,25			44	2,27			
6,0	7,62	133,59	367	18,97		290	14,99			53	2,74			
8,0	10,16	161,71	533	27,55		330	17,05			62	3,20			
10,0	12,70	182,81	638	32,97		390	20,16			71	3,67			
Observaciones :			DESCRIPCION : ARENA ARCILLOSA											
Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93														
Ensayado por Diego Rodriguez		Responsable Ing: Lorena Pérez				Fecha Ensayo enero, 23 de 2016								

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 22 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 500




Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

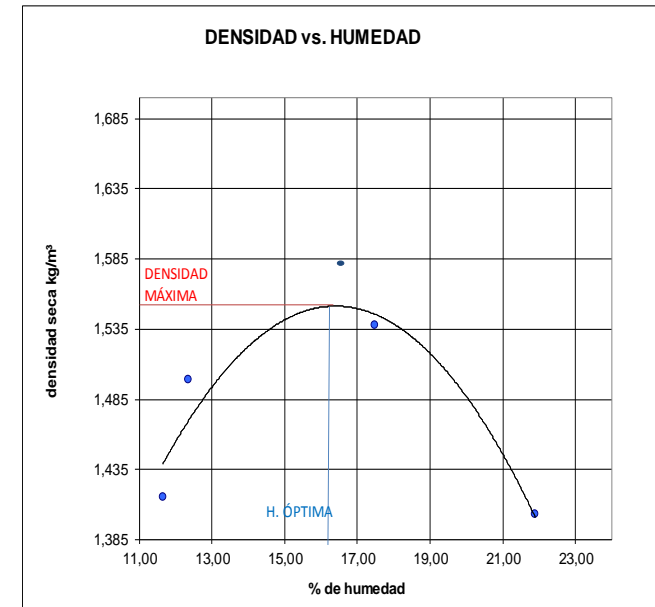
Tabla 61. Ensayo de Densidad con Aditivo Terrasil Abscisa 2 + 500

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO CON ADITIVO TERRASIL					
<p>PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ MATERIAL: SUELO NATURAL TUTOR: ING. LORENA PÉREZ EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430 FECHA: 24-ene-16 PROCTOR: 1,887 gr/cm3 HUMEDAD ÓPTIMA: 16,2%</p>					
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
2+500	IZQUIERDO	4	1,821	16,97	96,50
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez


Tabla 62. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 000

		LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTOS							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR - NORMA AASHTO T 180 CON ADITIVO TERRASIL									
PROYECTO : RUTA ECOLÓGICA SECTOR : SAN CAMILO - QUEVEDO CALICATA : 7 ABSCISA : 3+000 SUELO : ARENA ARCILLOSA					FECHA : 25 DE ENERO DE 2016 ENSAYADO POR : DIEGO RODRIGUEZ MÁXIMA DENSIDAD : 1,548 kg/m ³ ÓPTIMA HUMEDAD : 15,9%				
METODO AASHTO T- 180	MOLDE: # 1	PESO	5426 gramos						
CLASE D	# DE CAPAS= 5	VOLUMEN	2.123 cm ³						
PESO DE LA M	6000	# DE GOLPES= 56	DIAMETRO	6 pulgadas					
DENSIDAD									
MUESTRA N°	1	2	3	4					
HUMEDAD AÑADIDA EN %	0.2 %.	0.4 %.	0.6 %.	0.8%.					
AGUA AUMENTADA cm ³	120 ml	240 ml	360 ml	480 ml					
PESO SUELO + MOLDE = P1	8780	9001	9262	9057					
PESO DE SUELO HUMEDO	3354	3575	3836	3631					
DENSIDAD HÚMEDA	1,580	1,684	1,807	1,710					
DENSIDAD SECA	1,415	1,499	1,538	1,403					
% DE HUMEDAD									
TARRO N	1	2	3	4	5	6	7	8	
PESO HÚMEDO +TARRO =P4	89,40	87,80	86,00	77,70	54,90	57,50	63,00	64,10	
PESO SECO +TARRO =P5	81,80	79,90	77,80	71,00	48,80	50,90	55,00	54,31	
PESO DE AGUA P4 - P5 = P6	7,60	7,90	8,20	6,70	6,10	6,60	8,00	9,79	
PESO TARRO = P7	14,10	14,40	14,20	14,30	13,10	14,00	14,00	14,00	
PESO SUELO SECO P5-P7=P8	67,70	65,50	63,60	56,70	35,70	36,90	41,00	40,31	
% DE HUMEDAD	11,23	12,06	12,89	11,82	17,09	17,89	19,51	24,29	
PROMEDIO % HUMEDAD	11,64		12,35		17,49		21,90		
OBSERVACIONES:									
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> DIEGO RODRIGUEZ <small>CALCULADO POR</small> </div> <div style="text-align: center;"> ING. LORENA PÉREZ <small>VERIFICADO POR</small> </div> </div>									



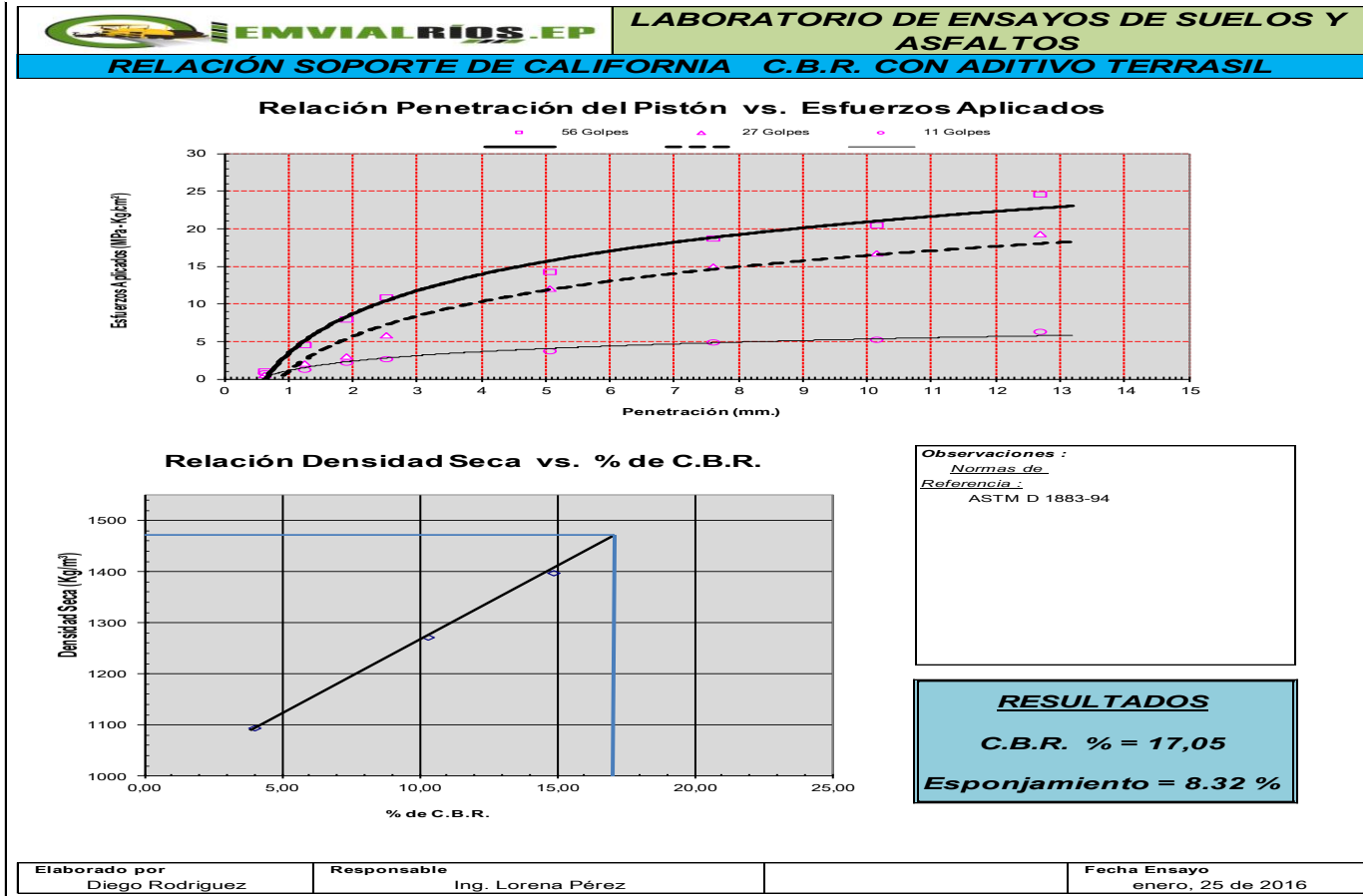
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 63. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 000

		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS												
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. CON ADITIVO TERRASIL														
PROYECTO RUTA ECOLOGICA CALICATA 7 ABCISIA 3+000 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARENA ARCILLOSA						FECHA: 25/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
Densidad Seca Máx. Kg/m³ : 1549		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54				Proctor Tipo : Modificado		Área del Pistón :						
% de Humedad Óptima : 16,3		Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				C.B.R. al : 95%		3 plg2						
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra	Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	9273		10033		8953		9787		8840		9710			
Masa del Molde (gr.)	6080				6087				6178					
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3193				2866				2662					
Masa de agua absorbida (gr.)	760				834				870					
% de agua absorbida	23,80				29,10				32,68					
Volumen de la muestra (cm³)	2123				2123				2123					
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m³)	1504				1350				1254					
Contenido de humedad	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo			
Recipiente #	1		2		3		4		5		6			
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	69,1		316,1		69,8		327,0		67,3		279,3			
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	59,4		279,0		60,0		290,0		58,0		244,0			
Masa del Recipiente (gr.)	14,0		108,1		14,0		113,8		14,1		68,1			
% de Humedad parcial	21,37		21,71		21,30		21,00		21,18		20,07			
% de Humedad promedio	21,11				21,11				21,11					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m³)	1242				1115				1035					
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11.65			Altura de Molde cm. = 11.64			Altura de Molde cm. = 11.64						
		Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%				
25-ene-16 10:30		0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00				
26-ene-16 10:30		0,720	0,72	6,18	0,914	0,91	7,85	0,825	0,83	7,09				
27-ene-16 10:30		0,735	0,74	6,31	0,938	0,94	8,06	0,933	0,93	8,01				
28-ene-16 10:30		0,750	0,75	6,44	0,958	0,96	8,23	0,969	0,97	8,32				
ENSAYO DE PENETRACION														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		11	0,57		11	0,57		14	0,72				
1,0	1,27		34	1,76		29	1,50		24	1,24				
1,5	1,90		86	4,44		48	2,48		43	2,22				
2,0	2,54	70,31	132	6,82	6,94	102	5,27	6,84	51	2,64	2,81	3,99		
4,0	5,08	105,47	167	8,63		222	11,47		72	3,72				
6,0	7,62	133,59	145	7,49		280	14,47		95	4,91				
8,0	10,16	161,71	341	17,62		312	16,12		100	5,17				
10,0	12,70	182,81	466	24,08		362	18,71		121	6,25				
Observaciones : Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93			DESCRIPCION : ARENA ARCILLOSA											
Realizado por		Responsable				Fecha Ensayo								
Diego Rodriguez		Ing. Lorena Pérez				enero, 25 de 2016								


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 23 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 000



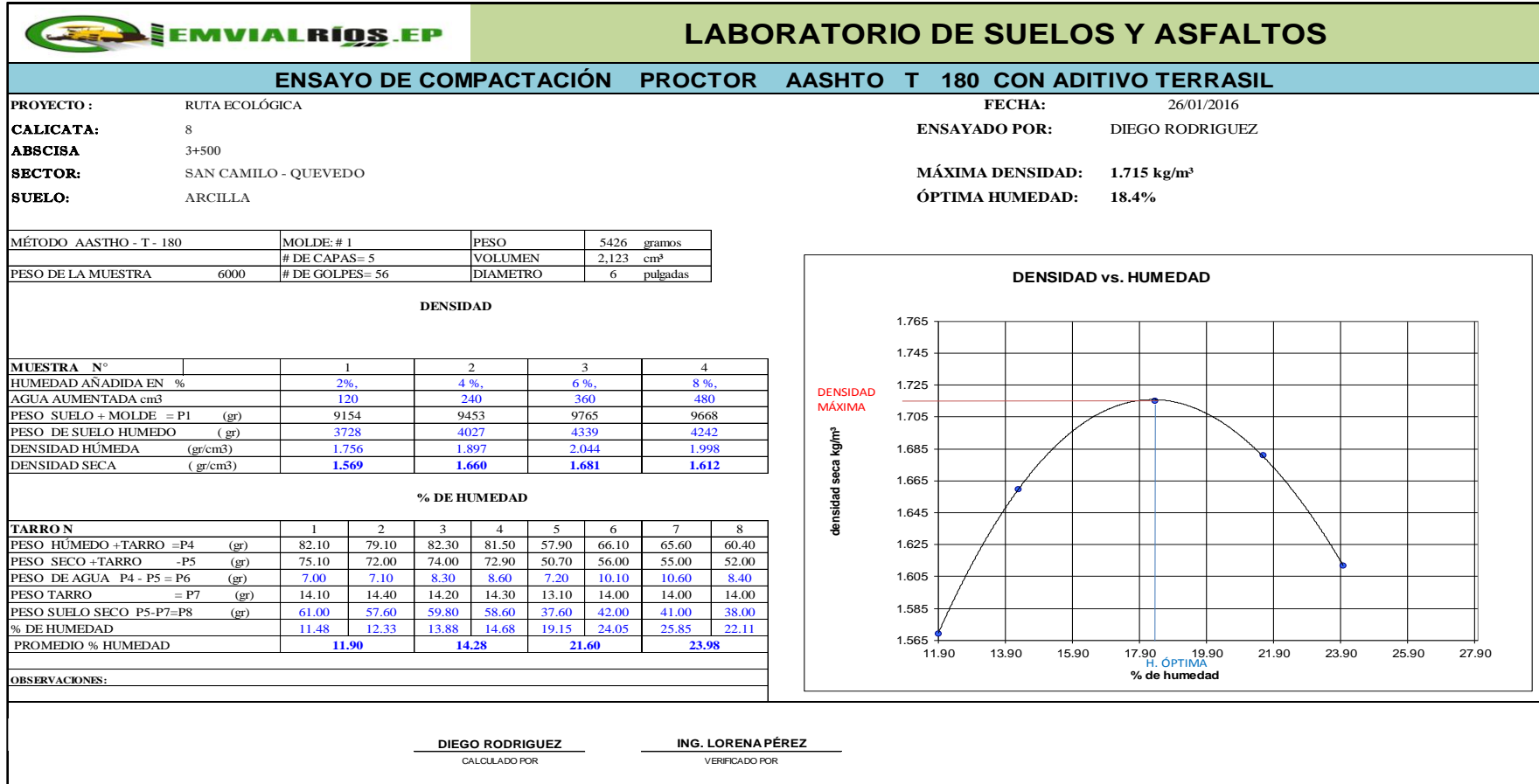
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 64. Ensayo de Densidades Abscisa 3 + 000

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO CON ADITIVO TERRASIL 					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO					
UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO					
REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ					
MATERIAL: SUELO NATURAL					
TUTOR: ING. LORENA PÉREZ					
EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430					
FECHA: 26-ene-16					
PROCTOR: 1,549 gr/cm3			HUMEDAD ÓPTIMA: 15,90%		
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
3+000	CENTRO	4	1,496	16,8	96,59
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 65. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 500



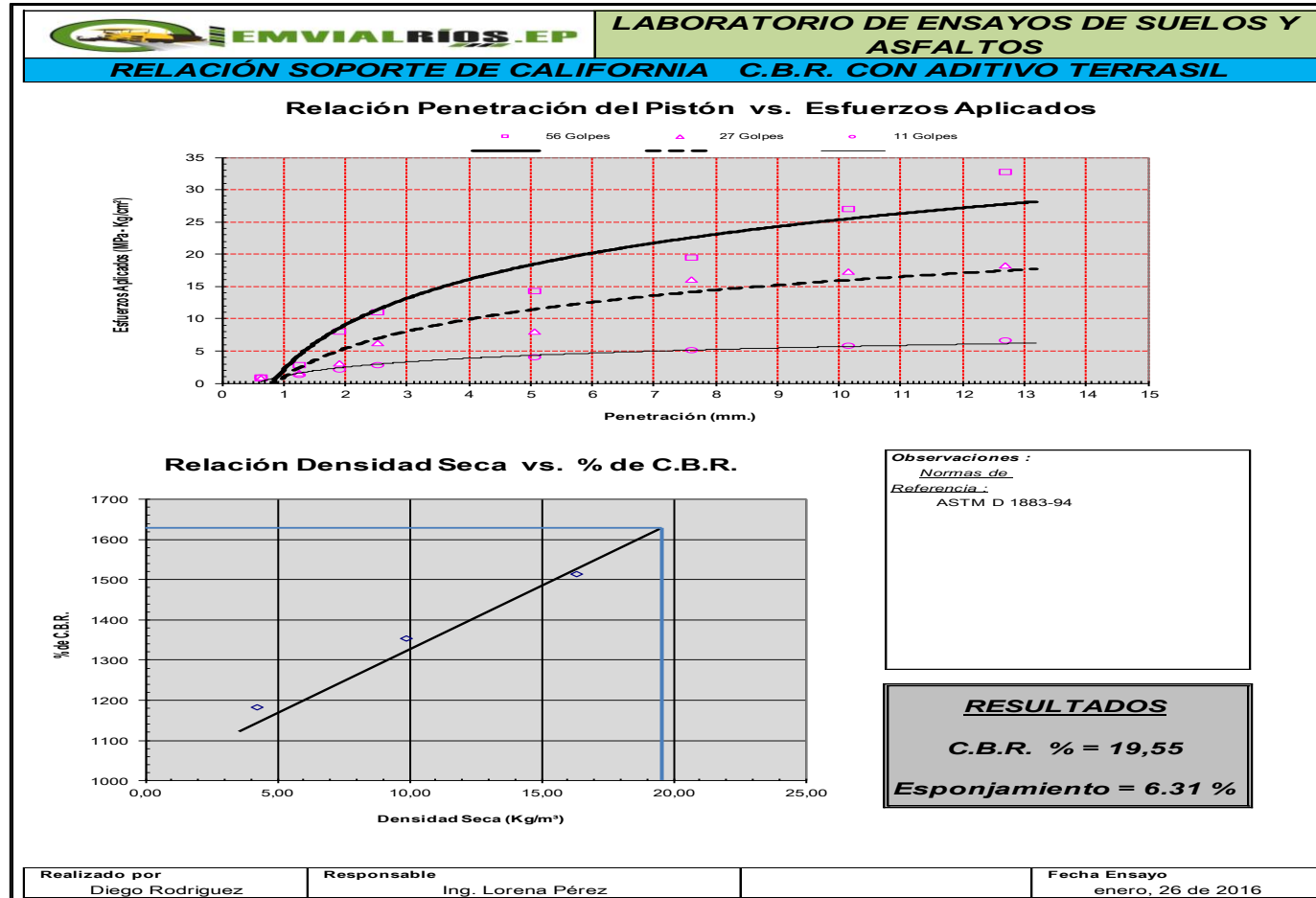
Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 66. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 500

 LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS														
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R. CON ADITIVO TERRASIL														
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA CALICATA 8 ABCISA 3+500 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARCILLA						FECHA: 26/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1711 % de Humedad Óptima: 18,3		Masa Martillo de Compactación (Kg): 4,54 Altura de Caída de Martillo (cm): 45,72				Proctor Tipo: Modificado C.B.R. al: 95%		Área del Pistón: 3 pig2						
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra	Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación		Antes Saturación		Después Saturación			
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)	9688		10152		9256		9916		9892		10601			
Masa del Molde (gr.)	6156				6119				6992					
Masa de la muestra húmeda (gr.)	3532				3137				2900					
Masa de agua absorbida (gr.)	464				660				709					
% de agua absorbida	13,14				21,04				24,45					
Volumen de la muestra (cm³)	2123				2123				2123					
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m³)	1664				1478				1366					
Contenido de humedad														
Recipiente #	Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo			
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)	72,9		331,8		76,2		314,5		67,3		279,3			
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)	63,5		296,0		66,2		280,3		58,6		244,0			
Masa del Recipiente (gr.)	14,3		108,1		14,0		113,8		14,1		68,1			
% de Humedad parcial	19,11		19,05		19,16		20,54		19,55		20,07			
% de Humedad promedio	19,58				19,58				19,58					
Densidad Seca de la muestra (Kg/m³)	1391				1236				1142					
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura		Altura de Molde cm. = 11,65				Altura de Molde cm. = 11,64				Altura de Molde cm. = 11,64				
		Lectura Dial (mm)		Dif. %		Lectura Dial (mm)		Dif. %		Lectura Dial (mm)		Dif. %		
26-ene-16 10:30		0,000		0,00		0,000		0,00		0,000		0,00		
27-ene-16 10:30		0,447		0,45		0,654		0,65		0,700		0,70		
28-ene-16 10:30		0,564		0,56		0,685		0,69		0,483		0,48		
29-ene-16 10:30		0,650		0,65		0,702		0,70		0,735		0,74		
ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		18	0,93		15	0,78		16	0,83				
1,0	1,27		55	2,84		31	1,60		25	1,29				
1,5	1,90		154	7,96		59	3,05		41	2,12				
2,0	2,54	70,31	213	11,01	11,47	16,32	121	6,25	6,96	9,89	54	2,79	2,97	4,23
4,0	5,08	105,47	276	14,26			155	8,01			78	4,03		
6,0	7,62	133,59	376	19,43			312	16,12			99	5,12		
8,0	10,16	161,71	522	26,98			334	17,26			112	5,79		
10,0	12,70	182,81	634	32,76			354	18,29			127	6,56		
Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93			DESCRIPCION: ARCILLA											
Realizado por Diego Rodriguez		Responsable Ing. Lorena Pérez						Fecha Ensayo enero, 26 de 2016						


Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 24 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 500



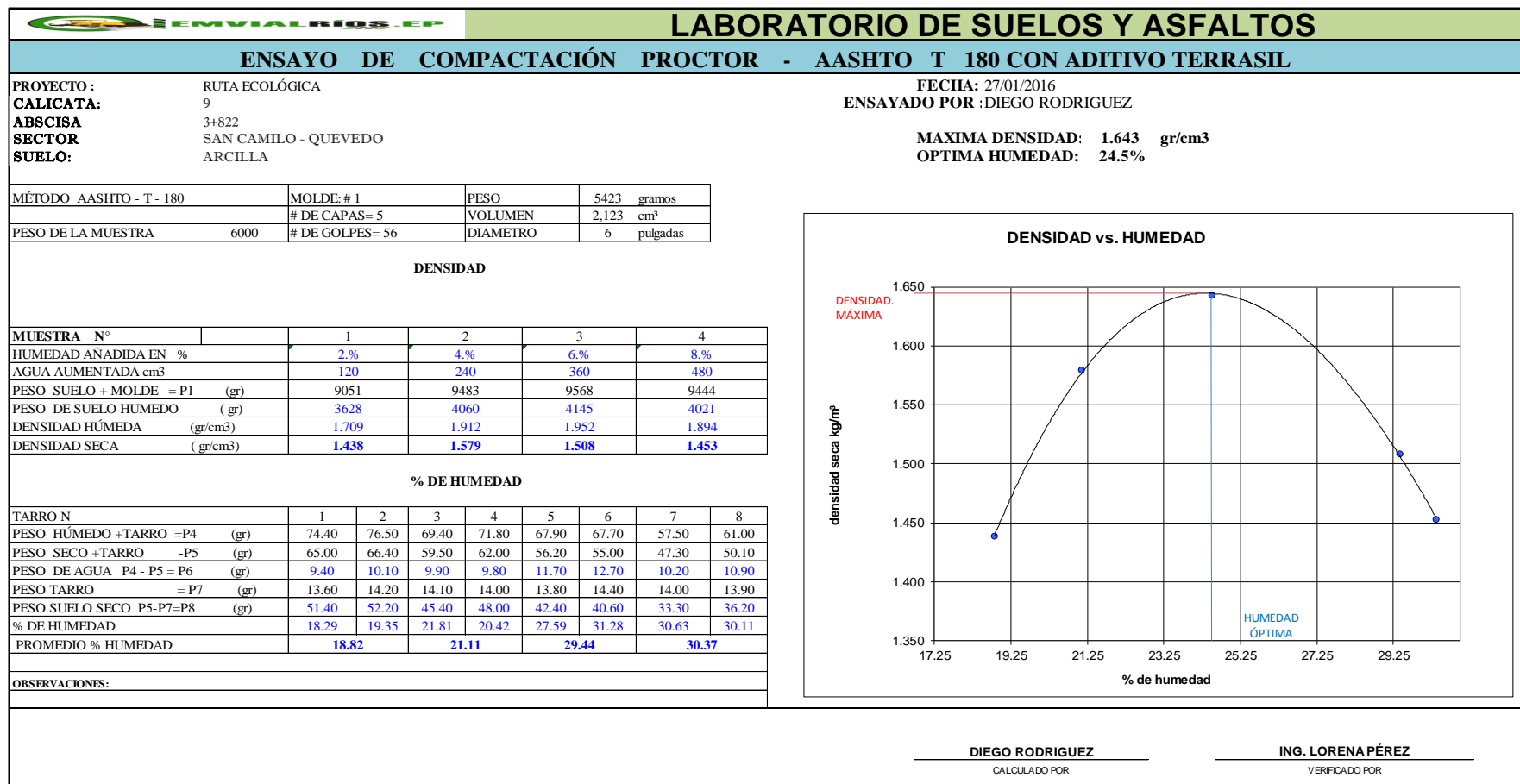
Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 67. Ensayo de Densidades Abscisa 3 + 500

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO CON ADITIVO TERRASIL					
					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO					
UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO					
REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ					
MATERIAL: SUELO NATURAL					
TUTOR: ING. LORENA PÉREZ					
EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430					
FECHA: 27-ene-16					
PROCTOR: 1,715 gr/cm3			HUMEDAD ÓPTIMA: 18,4%		
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
3+500	DERECHO	4	1,653	19,2	96,38
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 68. Ensayo de Compactación con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 822



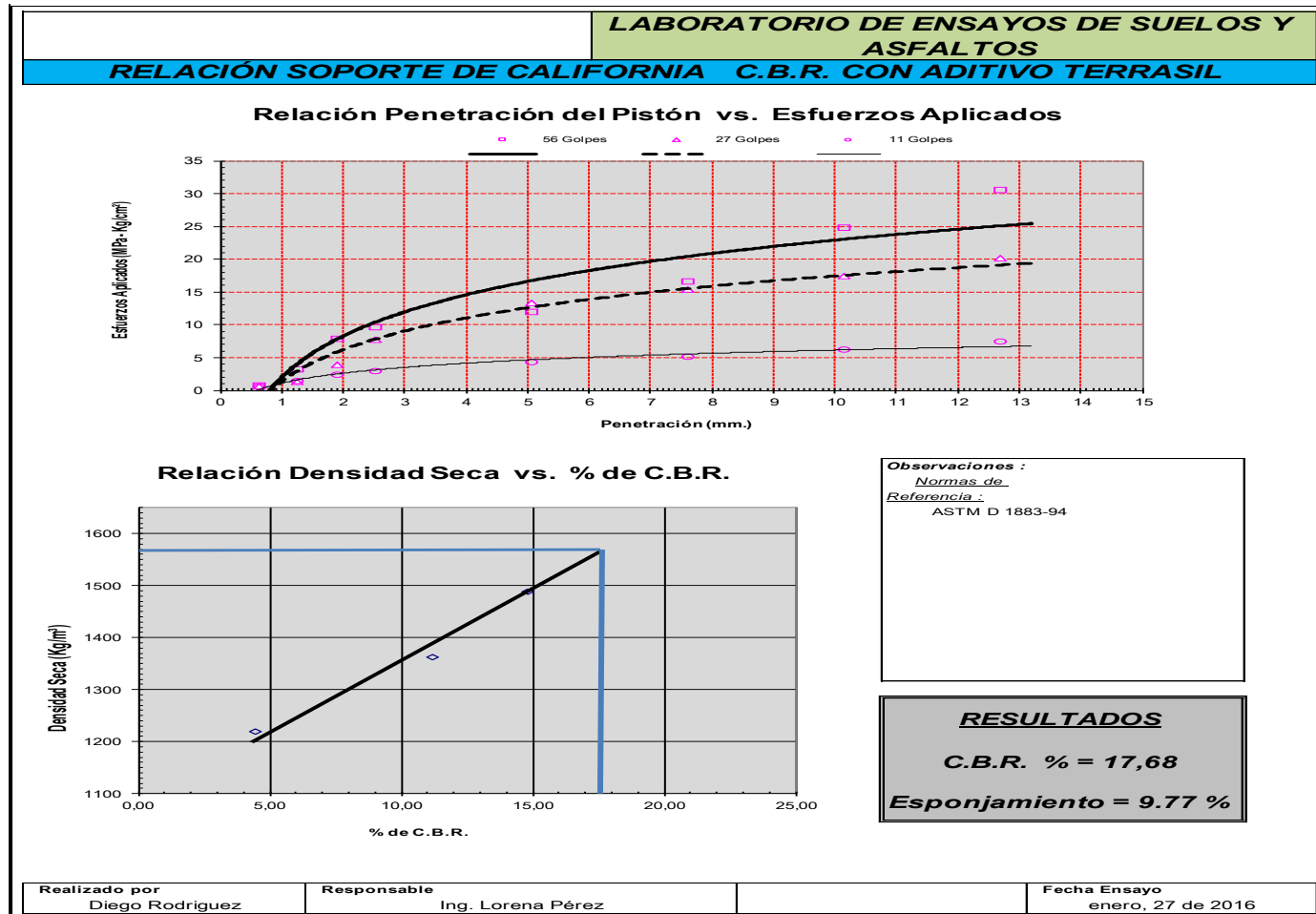
Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Tabla 69. Ensayo de CBR con Aditivo Terrasil Abcisa 3 + 822

		LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTOS												
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.														
PROYECTO RUTA ECOLÓGICA CALICATA 9 ABCISA 3+822 SECTOR SAN CAMILO - QUEVEDO SUELO: ARCILLA						FECHA: 27/01/2016 ENSAYADO POR: DIEGO RODRIGUEZ								
Densidad Seca Máx. Kg/m ³ : 1643 % de Humedad Óptima : 24,5		Masa Martillo de Compactación (Kg) : 4,54 Altura de Caída de Martillo (cm) : 45,72				Proctor Tipo : Modificado C.B.R. al : 95%		Área del Pistón : 3 plg2						
PROBETAS DEL ENSAYO														
Molde #	6				10				11					
# de Capas	5				5				5					
# de Golpes por Capa	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes					
Condiciones de la Muestra		<i>Antes Saturación</i>		<i>Después Saturación</i>		<i>Antes Saturación</i>		<i>Después Saturación</i>		<i>Antes Saturación</i>		<i>Después Saturación</i>		
Masa de muestra húmeda + Molde (gr.)		10107		10441		9730		10057		10228		10895		
Masa del Molde (gr.)		6157		6117		6117		6117		6992		6992		
Masa de la muestra húmeda (gr.)		3950		3613		3613		3613		3236		3236		
Masa de agua absorbida (gr.)		334		367		367		367		667		667		
% de agua absorbida		8,46		10,16		10,16		10,16		20,61		20,61		
Volumen de la muestra (cm ³)		2123		2123		2123		2123		2123		2123		
Densidad Húmeda de la muestra (Kg/m ³)		1861		1702		1702		1524		1524		1524		
Contenido de humedad		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		Arriba		Abajo		
Recipiente #		1		2		3		4		5		6		
Masa de muestra húmeda + Recipiente (gr.)		75,3		297,0		75,0		307,0		76,1		280,3		
Masa de muestra seca + Recipiente (gr.)		63,0		259,0		63,0		268,0		64,0		237,0		
Masa del Recipiente (gr.)		13,6		108,1		13,9		113,8		14,1		68,1		
% de Humedad parcial		24,90		25,18		24,44		25,29		24,25		25,64		
% de Humedad promedio		24,95		24,95		24,95		24,95		24,95		24,95		
Densidad Seca de la muestra (Kg/m ³)		1489		1362		1362		1220		1220		1220		
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
Fecha y Hora de Lectura	Altura de Molde cm. = 11.65			Altura de Molde cm. = 11.64			Altura de Molde cm. = 11.64							
	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%	Lectura Dial (mm)	Dif.	%					
13-ene-16 10:30	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00					
14-ene-16 10:30	0,747	0,75	6,41	0,785	0,79	6,74	1,087	1,09	9,34					
15-ene-16 10:30	0,927	0,93	7,96	0,935	0,94	8,03	1,120	1,12	9,62					
16-ene-16 10:30	0,953	0,95	8,18	0,963	0,96	8,27	1,138	1,14	9,77					
ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Tiempo (min)	Penetración (mm.)	Cargas tipo (Kg/cm ²)	56 Golpes				27 Golpes				11 Golpes			
			Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)	Lectura Dial	Esfuerzo Aplicado (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corregido (Kg/cm ²)	C.B.R. Corregido (%)
0,5	0,63		15	0,78		14	0,72		13	0,67				
1,0	1,27		33	1,71		23	1,19		28	1,45				
1,5	1,90		128	6,61		74	3,82		45	2,33				
2,0	2,54	70,31	167	8,63	9,78	149	7,70	7,86	57	2,95	3,15	4,48		
4,0	5,08	105,47	212	10,96		258	13,33		83	4,29				
6,0	7,62	133,59	319	16,49		298	15,40		98	5,06				
8,0	10,16	161,71	487	25,17		338	17,47		121	6,25				
10,0	12,70	182,81	592	30,59		389	20,10		145	7,49				
Observaciones : Normas de Referencia : ASTM D 1883-94 AASHTO T 193-93			DESCRIPCION : ARCILLA											
Realizado por Diego Rodriguez		Responsable Ing. Lorena Pérez						Fecha Ensayo enero, 27 de 2016						


Fuente: Egd. Diego Rodríguez

Gráfico N°. 25 Gráfica de CBR con Aditivo Terrasil Abscisa 3 + 822



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Tabla 70. Ensayo de Densidades Abscisa 3 + 822

HOJA DE DENSIDADES DE CAMPO CON ADITIVO TERRASIL					
PROYECTO: VÍA ECOLÓGICA DEL CANTÓN QUEVEDO					
UBICACIÓN: SAN CAMILO - QUEVEDO					
REALIZÓ: DIEGO RODRIGUEZ					
MATERIAL: SUELO NATURAL					
TUTOR: ING. LORENA PÉREZ					
EQUIPO: DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER MODELO 3430					
FECHA: 28-ene-16					
PROCTOR: 1,643 gr/cm ³			HUMEDAD ÓPTIMA: 24,5%		
ABSCISA	UBICACIÓN	PROF(pulg)	DENSIDAD (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
3+822	IZQUIERDO	4	1,585	25,3	96,47
DIEGO RODRIGUEZ REALIZADO POR			ING. LORENA PÉREZ APROBADO POR		

Fuente: Egd. Diego Rodríguez

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Tabla 71. Ensayos totales con Suelo Natural

ANÁLISIS DE RESULTADOS						
RESULTADO DE LOS ENSAYOS CON SUELO NATURAL						
ABSCISA	LÍMITES DE ATTERBERG	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA		DENSÍMETRO NUCLEAR
		DENSIDAD	HUMEDAD OP.	CBR	ESPONJAMIENTO	° COMPACTACIÓN
0 + 000	18,47%	1,661	20,30%	19,6	1,42%	93,50
0 + 500	16,58%	1,658	19,30%	15,59	5,23%	94,81
1 + 000	14,78%	1,657	19,20%	16,45	6,87%	94,21
1 + 500	14,60%	1,551	22,40%	16,78	11,51%	95,55
2 + 000	14,74%	1,843	16,80%	18,08	9,82%	94,03
2 + 500	14,58%	1,847	16,90%	15,53	4,45%	95,24
3 + 000	13,40%	1,489	16,82%	15,77	8,49%	94,96
3 + 500	10,70%	1,654	19,20%	16,26	6,46%	95,04
3 + 822	13,50%	1,535	25,50%	16,01	9,77%	94,79

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Luego de haber culminado los ensayos en suelo natural de la vía Ruta Ecológica en la ciudad de Quevedo, los resultados en la siguiente tabla muestran las características que tiene el suelo como, humedad natural, densidad máxima, humedad óptima, CBR, esponjamiento y compactación, la variación que se distingue es en los ensayos de esponjamiento ya que las características del suelo a lo largo de toda la vía no son iguales, dado a que en ciertos tramos, la vía atraviesa zonas de cultivo, es por eso que hay variación en dicho ensayo.

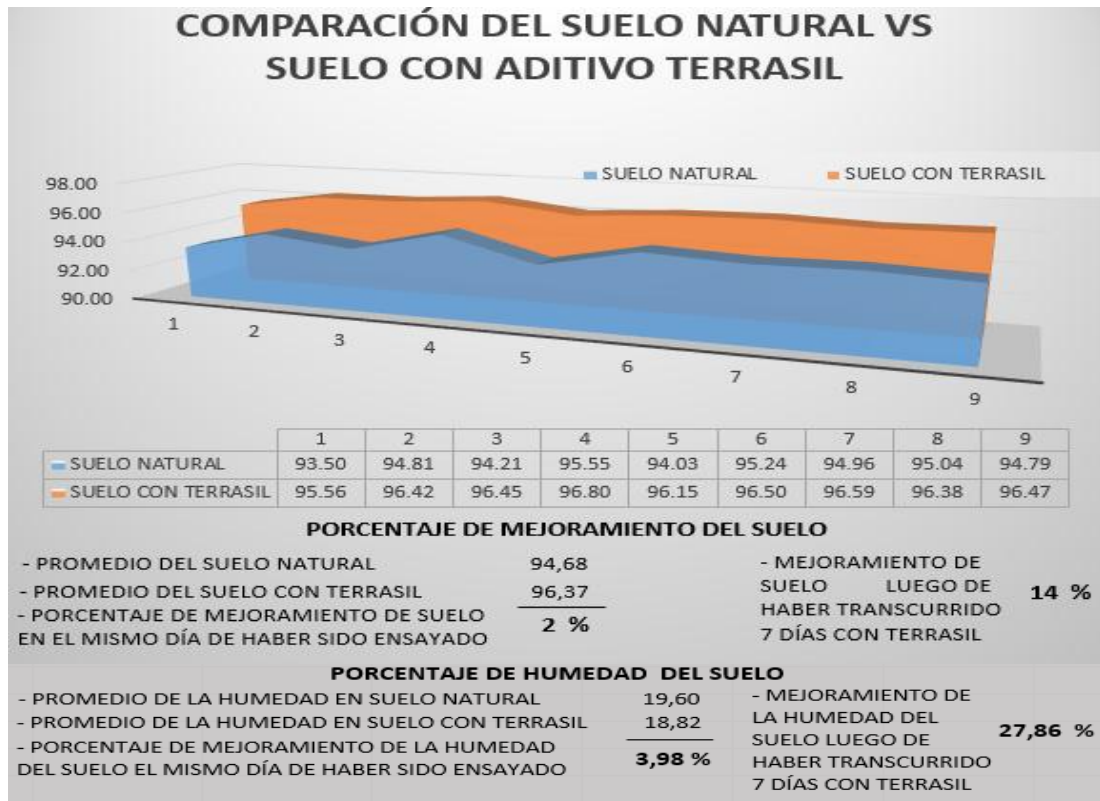
Tabla 72. Ensayos de suelo con Aditivo Terrasil

RESULTADO DE LOS ENSAYOS CON ADITIVO					
TERRASIL					
ABSCISA	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR		RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA		DENSÍMETRO NUCLEAR
	DENSIDAD	HUMEDAD OP.	CBR	ESPONJAMIENTO	° COMPACTACIÓN
0 + 000	1,734	20,10%	23,03	1,33%	95,56
0 + 500	1,702	19,10%	19,77	4,96%	96,42
1 + 000	1,688	18,30%	19,63	5,74%	96,45
1 + 500	1,592	21,20%	17,63	11,44%	96,80
2 + 000	1,896	15,80%	21,15	9,73%	96,15
2 + 500	1,887	16,20%	18,33	4,36%	96,50
3 + 000	1,549	15,90%	17,05	8,32%	96,59
3 + 500	1,715	18,30%	19,55	6,31%	96,38
3 + 822	1,643	24,50%	17,68	9,75%	96,47

Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

A continuación se tiene la tabla de resultados que fueron ensayados con el aditivo Terrasil los cuales muestran una leve disminución en la humedad y esponjamiento lo cual resulta positivo para el mejoramiento del suelo, también aumentó su densidad, capacidad portante del suelo (CBR) y su compactación.

Gráfico N°. 26 Comparación del suelo Natural Vs suelo con Aditivo Terrasil



Fuente: Egdo. Diego Rodríguez

Después de obtener los resultados de cada una de las calicatas ensayadas en su estado normal y con aditivo Terrasil, se procedió a graficar los resultados que muestran un incremento del 2% en su compactación y un 3,98% en su humedad el mismo día de haber realizado los ensayos, luego después de haber transcurrido una semana se obtuvo un incremento del 14% en su compactación y en su humedad un 27,86% mejorando así las características del suelo.

4.3.- VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

Tal y como se puede ver en las gráficas anteriores, la adición de TerraSil provoca una mejora en la subrasante.

Este efecto se observa claramente en los valores de Grado de Compactación obtenidos.

Además, la capacidad impermeabilizante de TerraSil también aumenta, disminuyendo más la absorción e hinchamiento con respecto al uso del Silano de forma aislada.

- Es una opción estándar para mejorar cualquier tipo de suelo, permitiendo la reducción importante de espesores de las capas que conforman la estructura de una vía como: Base y Sub Base.
- Una solución sencilla y económica que previene los problemas asociados a la humedad.

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- La estabilización de la subrasante con el aditivo TerraSil es ventajosa ya que impermeabiliza el suelo y mejora su resistencia como en arcillas, limos y arenas.
- Con la inclusión del aditivo Terrasil se logró disminuir la cantidad de material pétreo, reduciendo así espesores de la sub base y la base que son utilizados para la construcción de una vía.
- Se podrá obtener una disminución de costos, ya que se mejora la subrasante con el aditivo Terrasil mejorando la resistencia del suelo.
- Realizado los ensayos de campo y de laboratorio, y después de haber transcurrido 7 días de curado, el suelo se vuelve hidrófobo también llamado suelo impermeable.
- Se comprobó que el mejoramiento de suelo con el aditivo Terrasil, aumenta el 14% de su capacidad portante, después de haber transcurrido 7 días de ser realizado el ensayo.
- El porcentaje de humedad y la capacidad de absorción del suelo disminuye en un 27.86% a los 7 días de curado, también dependerá de las condiciones climatológicas del lugar.
- Con la colocación del aditivo Terrasil en la subrasante se elimina la compra del material pétreo y el transporte del mismo.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Para realizar el muestreo en campo, hay que tener en cuenta la metodología que se encuentran en las normas de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (ASSTHO), ya que existen factores muy importantes como la humedad natural del suelo y la densidad.
- Para obtener una mejor estabilización de la subrasante, se podría realizar las siguientes combinaciones como: suelo-Terrasil y cemento, suelo-Terrasil y cal.
- El agua que será utilizada, deberá ser limpia evitando así cualquier tipo de contaminación orgánica o química, caso contrario se podría utilizar un filtro, para purificarla.
- Luego de haber compactado la subrasante con TerraSil, se debe realizar una última regada del producto para obtener un sellado final.
- No se debe realizar trabajos de mejoramiento en condiciones de lluvias ya que la humedad aumenta y el suelo se satura e impide la filtración del Terrasil.
- Para ejecutar trabajos en campo, se debe llevar un registro detallado de las condiciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] E. Fabricio y C. Sanabria, «Análisis del diseño geométrico y estructura de la vía que une a la parroquia diez de agosto con la comuna Juan de Velasco, pertenecientes al cantón Pastaza, provincia de Pastaza y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores de la zona,» Ambato, 2012.
- [2] I. Calbrand, «optimasoil,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.optimasoil.com/index.php/productos/terrasil>. [Último acceso: 09 11 2015].
- [3] C. A. V. Elizalde, «Metodología de diseño de micropavimento de bajo costo para suelo tipo limoorgánico arenoso (OL),» Sangolquí, 2014.
- [4] Jimdo, «Portal Web de la Ciudad de Quevedo,» 16 03 2010. [En línea]. Available: <http://quevedozonabakana.jimdo.com/>. [Último acceso: 20 11 2015].
- [5] B. Villacis, «INEC,» 2010. [En línea]. Available: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manual/Resultados-provinciales/los_rios.pdf. [Último acceso: 21 11 2015].
- [6] M. D. Braja, Principios de Ingeniería de Cimentaciones, México, 2012.
- [7] R. V. W. T. William Lambe, Mecánica de Suelos, Características de las partículas de un Suelo, México, 2002.
- [8] R. V. Rodas, Carreteras. calles y aeropistas: principios generales de la mecánica de suelos aplicados a la pavimentación y métodos para el cálculo de pavimentos

flexibles, Buenos Aires, 1976.

- [9] J. E. Browles, Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil, México: McGraw-Hill, 1981.
- [10] M. A. Gomez, Correlación entre Densímetro Nuclear y Cono de Arena para suelos finos de baja plasticidad y no cohesivos, Quito, 2012.
- [11] T. E. Laboratories, Manual de usuario del sensímetro nuclear, Estados Unidos, 2004.

ANEXOS.



Fotografía. 1 Límite Plástico



Fotografía. 2 Límite Líquido



Fotografía. 3 Peso de Muestras



Fotografía. 4 Copa Casa Grande



Fotografía. 5 Suelo Tratado con Terrasil



Fotografía. 6 Tamices Finos



Fotografía. 7 Compactación del suelo natural mediante ensayo Proctor.



Fotografía. 8 Compactación de suelo con Terrasil mediante ensayo Proctor.



Fotografía. 9 Muestra con y sin Terrasil



Fotografía. 10 Suelo Húmedo



Fotografía. 11 Muestra ensayada con suelo Natural



Fotografía. 12 Muestra con Terrasil



Fotografía. 13 Canecas con TerraSil.



Fotografía. 14 Escarificación de la Sub base con motoniveladora.



Fotografía. 15 Regado del aditivo TerraSil con el camión cisterna.



Fotografía. 16 Compactación del suelo con el rodillo liso vibratorio



Fotografía. 17 Lectura de datos con densímetro nuclear



Fotografía. 18 Vía después del tratamiento con Aditivo Terrasil