MEJORAMIENTO DE VÍA TERCIARIA QUE INTERCOMUNICA A LOS CORREGIMIENTOS DE JARAQUIEL (MARGEN OCCIDENTAL), MARTINICA Y LETICIA, DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

SOPORTE GEOTÉCNICO S.A.S.

El original y las copias del presente estudio han sido entregados a las siguientes dependencias:

DEPENDENCIA	***ORIGINAL***	***COPIA***

Firma	DIEGO ALEXANDER REYES VELANDIA Firmado digitalmente por DIEGO ALEXANDER REYES VELANDIA Fecha: 2023.04.24 12:47:50 -05'00'	
Cargo	ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	
NOMBRE	DIEGO REYES	
Mat. Profesional	25202-75597 CND	
0.0 Versión ***20/02/23 Fecha***		

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 5
2 OBJETIVOS Y ALCANCE 6
2.1 OBJETIVO GENERAL 6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6
3 NORMATIVIDAD EMPLEADA EN LOS ESTUDIOS 7
4 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8
4.1 OBRAS PROYECTADAS 12
5 TRABAJOS DE CAMPO 14
5.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 14
6 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 16
6.1 ENSAYOS DE CAMPO 16
6.1.1 PARÁMETROS DE RESISTENCIA 16
6.1.2 PARÁMETROS DE DEFORMACIÓN 17
6.2 ENSAYOS DE LABORATORIO 23
6.3 PARÁMETROS DE DISEÑO 36
7 ANÁLISIS GEOTÉCNICOS 38
7.1 CAPACIDAD PORTANTE DE CIMIENTOS SUPERFICIALES 38
7.2 MÓDULOS DE REACCIÓN 49
7.3 ASENTAMIENTOS 49
7.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES 85
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 93
8.1 RECOMENDACIONES PARA EXCAVACIONES 93
8.2 RECOMENDACIONES DEL RELLENO 94
8.3 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS SUPERFICIALES 96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de obras hidráulicas existentes 12
Tabla 2. Inventario de obras hidráulicas existentes 13
Tabla 3. Localización de sondeos realizados 14

Tabla 4. Localización de apiques realizados 14
Tabla 5 Tipos de ensayos de laboratorio realizados en los Estudios previos 23
Tabla 6. Resumen ensayos de laboratorio sondeos 24
Tabla 7. Resumen ensayos de laboratorio apiques 2022 31
Tabla 8. Parámetros de resistencia y deformación para cimentaciones superficiales 36
Tabla 9. Resultados de ensayos de corte directo 37
Tabla 10. Módulo de reacción vertical 49
Tabla 11. Resultados de los análisis de consolidación efectuados 51
Tabla 12. Parámetros de consolidación seleccionados 51
Tabla 13. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 1 52
Tabla 14. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 1 Box 2.0x1.0 53
Tabla 15. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 1 Box 3.0x1.5 54
Tabla 16. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 1 Box 1.0x1.0 55
Tabla 17. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 2 56
Tabla 18. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 2 Box 1.0x1.0 57
Tabla 19. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 2 Box 6.5x2.5 58
Tabla 20. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 2 Box 4.0x2.5 59
Tabla 21. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 2 Box 3.0x2.0 60
Tabla 22. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 3 61
Tabla 23. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 1.0x1.0 62
Tabla 24. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 1.0x1.0 62
Tabla 25. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 3.0x3.0 63
Tabla 26. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 7.5x3.0 64
Tabla 27. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 8.0x3.0 65
Tabla 28. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 9.0x3.0 66
Tabla 29. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 4 67
Tabla 30. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 4 Box 1.0x1.0 68
Tabla 31. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 4 Box 1.5x1.5 69
Tabla 32. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 5 70
Tabla 33. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 5 Box 1.0x1.0 71
Tabla 34. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 6 72
Tabla 35. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 6 Box 1.0x1.0 73
Tabla 36. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 6 Box 1.5x1.5 74
Tabla 37. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 7 75
Tabla 38. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 7 Box 1.0x1.0 76
Tabla 39. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 7 Box 2.5x1.5 77
Tabla 40. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 8 78
Tabla 41. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 8 Box 3.0x2.0 79
Tabla 42. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 9 80
Tabla 43. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 9 Box 1.0x1.0 81
Tabla 44. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 10 82
Tabla 45. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 20 Box 1.0x1.0 83
Tabla 46. Resultados de los análisis de capacidad portante y asentamientos por estructuras 84
Tabla 47. Alturas máximas de terraplén en las zonas inundables 85
Tabla 48. Parámetros de resistencia del terreno natural en las zonas inundables 86
Tabla 49. Resultados del análisis 92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto 8
Figura 2. Condiciones actuales de la vía 9
Figura 3. Condiciones de inundación encontradas en las partes bajas de la vía 10
Figura 4. Empozamientos laterales encontrados en el corredor 11
Figura 5. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S1 18
Figura 6. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S2 18
Figura 7. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S3 19
Figura 8. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S4 19
Figura 9. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S5 20
Figura 10. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S6 20
Figura 11. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S7 21
Figura 12. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S8 21
Figura 13. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S9 22
Figura 14. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S10 22
Figura 15. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 1 K0+000 - K2+275 39
Figura 16. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 2 K2+275 - K3+975 40
Figura 17. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 3 K3+975 - K5+950 41
Figura 18. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 4 K5+950 - K7+875 42
Figura 19. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 5 K7+875 - K10+000 43
Figura 20. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 6 K10+000 - K12+850 44
Figura 21. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 7 K12+850 - K16+150 45
Figura 22. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 8 K16+150 - K18+850 46
Figura 23. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 9 K18+850 - K20+850 47
Figura 24. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 10 K20+850 - K21+800 48
Figura 25. Mapa valores PGA 87
Figura 26. Análisis de estabilidad para los pedraplenes en la zona inundable No. 1 – Condición Estática 88
Figura 27. Análisis de estabilidad para los pedraplenes en la zona inundable No. 1 – Condición Bajo Sismo 89
Figura 28. Análisis de estabilidad para los terraplenes en la zona inundable No. 2 – Condición Estática 90
Figura 29. Análisis de estabilidad para los terraplenes en la zona inundable No. 2 – Condición Bajo Sismo 91
Figura 30 Análisis de estabilidad para los terraplenes en la zona inundable No. 2 – Condición Bajo Sismo 95
Figura 31 Sección de ampliación en terraplén 95

ANEXOS

ANEXO 1 – EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

1 INTRODUCCIÓN

Este documento reporta las actividades llevadas a cabo para realizar los análisis de Fundaciones y de Estabilidad de Taludes para el Mejoramiento y Mantenimiento de la VÍA TERCIARIA QUE INTERCOMUNICA A LOS CORREGIMIENTOS DE JARAQUIEL (MARGEN OCCIDENTAL), MARTINICA Y LETICIA, DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA, esto con base en la información de tránsito disponible y con los resultados de la exploración geotécnica realizada para el proyecto.

2 OBJETIVOS Y ALCANCE

Se plantea un Objetivo General y varios Objetivos Específicos en el desarrollo del Estudio de Suelos para el Diseño de fundaciones.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar el estudio de suelos para el diseño de Fundaciones de Obras de Drenaje tipo Box Culvert y para Estabilidad de Taludes para el proyecto "VÍA TERCIARIA QUE INTERCOMUNICA A LOS CORREGIMIENTOS DE JARAQUIEL (MARGEN OCCIDENTAL), MARTINICA Y LETICIA, DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA".

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos para la realización del estudio de fundaciones son:

- Revisión documental y técnica de los estudios previos o información de referencia existentes para el corredor vial.
- Exploración geotécnica encaminada a la caracterización de los materiales encontrados en campo.
- Revisión y Determinación del Perfil Estratigráfico del terreno mediante Sondeos Directos.
- Caracterización Geomecánica del Terreno natural mediante pruebas de resistencia y deformación en campo y laboratorio.
- Determinación de los Parámetros de Resistencia y Deformación de los suelos.
- Cálculo de la Capacidad Portante y Asentamientos para las estructuras proyectadas
- Análisis de Estabilidad de Taludes para las explanaciones proyectadas.

En todos los casos son aplicables las Normas de Ensayo y las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías.

3 NORMATIVIDAD EMPLEADA EN LOS ESTUDIOS

Se consideraron los siguientes documentos:

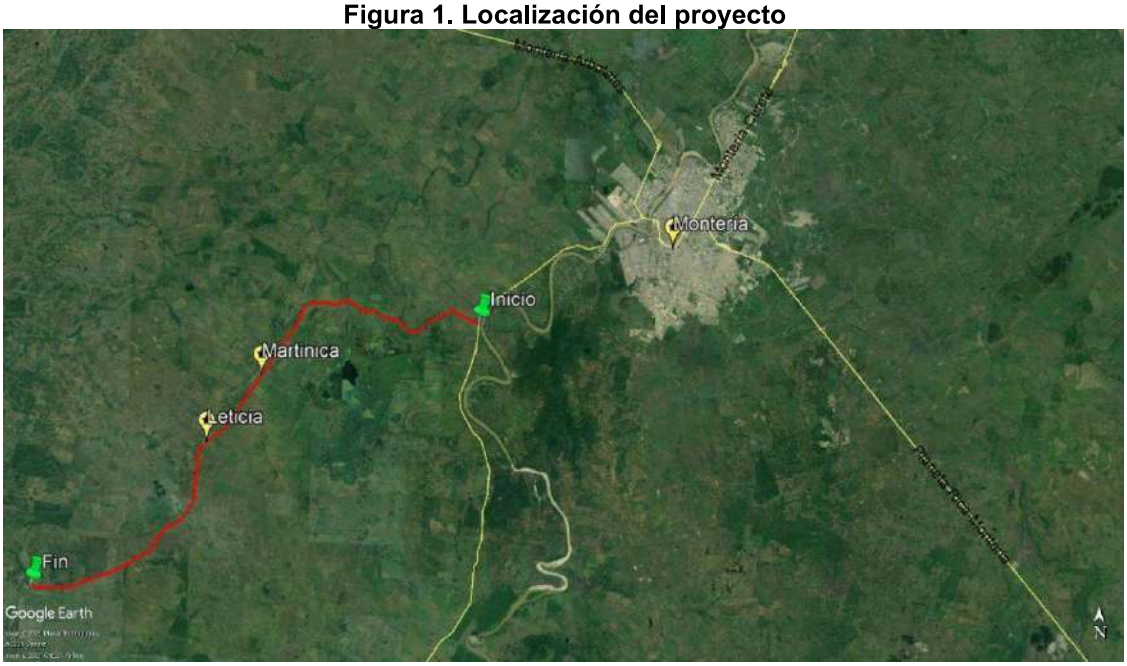
1. “MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO”, elaborado por el Instituto Nacional de Vías, INVIAS (2015).
2. “NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS", elaboradas por el Instituto Nacional de Vías, INVIAS (2013).
3. “ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN PARA CARRETERAS” elaboradas por el Instituto Nacional de Vías, INVIAS (2013).

Esta información permitió definir, entre otros aspectos, las características que deberá tener la exploración geotécnica requerida, y los lineamientos para la ejecución de los análisis geotécnicos requeridos.

4 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto para el mejoramiento de la vía que une los corregimientos de Jaraquiel (Margen occidental), Martinica y Leticia del municipio de Montería, departamento de Córdoba, se encuentran localizada en la región norte del país. El tramo presenta una longitud de 22 km.

Figura 1. Localización del proyecto



De acuerdo con la información del proyecto, la vía se desarrolla en elevaciones variables entre los 18 m.s.n.m. y los 49 m.s.n.m., con mayores elevaciones hacia el final del tramo.

Con respecto de la información climática, el municipio de Montería tiene una temperatura promedio de 28°C, con precipitaciones anuales de 1,230 mm; el mes más seco suelo ser enero, con 3.3 mm, y el más lluvioso es septiembre, con 177 mm.

De acuerdo con el documento “INFORME TECNICO EJECUTIVO CORRESPONDIENTE A LA REVISION DE LOS ESTUDIOS HIDRAULICOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA A LOS CORREGIMIENTOS DE JARAQUIEL (MARGEN OCCIDENTAL), MARTINICA Y LETICIA, DEL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA”, elaborado para el proyecto, se identifican las siguientes zonas de inundación en el proyecto:

- Zona 1: K1+360 – K7+080
- Zona 2: K16+960 – K20+600

El documento mencionado recomendó subir el nivel de rasante actual en 1.0 m en ambos casos, a fin de mantener la estructura de pavimento por encima de la lámina de agua esperada.

El estado de la vía actual no permite tener condiciones aptas para el tránsito, el cual circula sobre una capa de afirmado; durante las épocas de lluvias se presentan empozamientos debido al pobre desagüe longitudinal y transversal en el corredor vial.

Figura 2. Condiciones actuales de la vía.



Figura 3. Condiciones de inundación encontradas en las partes bajas de la vía



Figura 4. Empozamientos laterales encontrados en el corredor



La condición actual de la vía facilita la infiltración de aguas al terreno natural a través de las capas granulares superficiales, reduciendo la capacidad de soporte de los suelos naturales.

4.1 OBRAS PROYECTADAS

El Constructor elaboró el Cuadro No. 1 que se muestra a continuación que presenta las abscisas donde existen obras hidráulicas y abscisas donde se proyectan obras y acciones a tomar.

Tabla 1. Inventario de obras hidráulicas existentes

INVENTARIO DE OBRAS HIDRAULICAS EXISTENTES VIA MARTINICA - LETICIA - LA BORAGINE (1)						
N°	ABSCISA	OBRA EXISTENTE	C. ENCOLE	C. DESCOLE	DIR.FLUJO	ACCION
1	0+880	ALCANTARILLA DE 90 CMS DOBLE	15.24	15.21	IZQ a DER	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT 2.00X1.00
2	0+935	ALCANTARILLA DE 90 CMS DOBLE	15.26	15.21	IZQ a DER	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT 2.00X1.00
3	0+981	BOX 1x1,5 CON DOS SALIDAS	15.68	15.65	IZQ a DER	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT 3.00X1.50
4	1+364	BOX CULVERT 3.00 X 2.00 (DOBLE)	BOX DE COMUNICACIÓN, NIVELES PAREJOS			CONSERVAR OBRA EXISTENTE
5	1+390	ALCANTARILLA DE 90 CMS	16.28	16.24	IZQ a DER	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
6	1+700	PROYECTADA				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)
7	2+000	PROYECTADA				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)
8	2+300	PROYECTADA				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)
9	2+650	PROYECTADA				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)
10	2+950	PROYECTADA				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)
11	3+259	BOX CULVERT 6.00 X 2.00 (Largo: 4.60 Mts)	15.3	15.26	IZQ a DER	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 6.50 X 2.50
12	3+268	BOX CULVERT 4.00 X 2.00 (largo: 4.60 Mts)	BOX DE COMUNICACIÓN, NIVELES PAREJOS			SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 4.00 X 2.50
13	3+825	BOX CULVERT 3.00 X 2.00 (Largo: 4.55 Mts)	15.3	15.26	IZQ a DER	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 3.00X2.00
14	4+130	BOX CULVERT 3.00 X 2.00 (Largo: 4.56 Mts)	BOX DE COMUNICACIÓN, NIVELES PAREJOS			SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 3.00X3.00
15	4+180	BOX CULVERT 2.00 X 2.00 (DOBLE) - Largo: 3.20 Mts	15.1	15	IZQ a DER	REEMPLAZAR POR BOX CULVERT SEC. 7.50X3.0 DOBLE
16	4+200	BOX CULVERT 3.00 X 3.00 (TRIPLE) - Largo: 3.20 Mts	15.13	15.1	IZQ a DER	
17	5+290	BOX CULVERT 2.00 X 2.00 (DOBLE) (Largo: 3.90 Mts)	15.23	15.19	DER a IZQ	REEMPLAZAR POR BOX CULVERT SEC. 8.00 X 3.00 TRIPLE K5+310
18	5+320	BOX CULVERT 3.00 X 2.00 (TRIPLE) (Largo: 3.90 Mts)	14.23	14.28	DER a IZQ	
19	5+540	BOX CULVERT 3.00 X 2.00 (TRIPLE) (Largo: 3.00 Mts)	14.2	14.09	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 9.00X3.00
20	5+850	ALCANTARILLA DE 90 CMS - Largo: 11.50 Mts	15.46	15.34	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
21	6+015	BOX CULVERT 1.00 X 1.00 - Largo: 13.40 Mts	15.07	15.0	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.50X1.50
22	6+350	PROYECTADA / ZONA DIQUE CAÑO				OX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)
23	6+550	PROYECTADA / ZONA DIQUE CAÑO				OX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)
24	6+850	PROYECTADA / ZONA DIQUE CAÑO				OX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)
25	7+080	PROYECTADA / ZONA DIQUE CAÑO CAIMANERA	-	-	DER a IZQ	OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)
26	7+767	PROYECTADA / ZONA DIQUE CAÑO CAIMANERA	-	-	DER a IZQ	OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)

Tabla 2. Inventario de obras hidráulicas existentes

INVENTARIO DE OBRAS HIDRAULICAS EXISTENTES VIA MARTINICA - LETICIA - LA BORAGINE (2)						
N°	ABSCISA	OBRA EXISTENTE	C. ENCOLE	C. DESCOLE	DIR.FLUJO	ACCION
27	7+925	ALCANTARILLA DE 90 CMS - Largo: 15.80 Mts	15.56	15.36	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
28	8+400	**PROYECTADA / ZONA DIQUE CAÑO CAIMANERA**				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)
29	8+668	BOX CULVERT 1.00 X 0.60 - Largo: 8.80 Mts	17.0	16.7	DER a IZQ	REEMPLAZAR POR BOX CULVERT SEC. 1.00 X 1.00
30	8+670	ALCANTARILLA DE 90 CMS / TAPADA - Largo: 7.75 Mts	OBRA TAPADA			K8+669
31	8+925	BOX CULVERT 1.00 X 0.60 / TAPADO - Largo: 9.80 Mts				SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
32	9+010	BOX CULVERT 1.00 X 0.60 / TAPADO - - Largo: 9.50 Mts				SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
33	9+250	PROYECTADA				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
34	9+467	BOX CULVERT 1.00 X 1.00 - Largo: 7.95 Mts	16.59	16.52	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
35	9+640	PROYECTADA				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
36	9+860	BOX CULVERT 1.00 X 1.00 - Largo: 9.40 Mts	16.77	16.68	DER a IZQ	**CONSERVAR OBRA EXISTENTE**
37	9+998	BOX CULVERT 1.00 X 1.00 - Largo: 9.30 Mts	16.65	16.55	DER a IZQ	**CONSERVAR OBRA EXISTENTE**
38	10+050	ALCANTARILLA DE 90 CMS / TAPADA - Largo: 8.80 Mts				SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
39	10+068	ALCANTARILLA DE 90 CMS / TAPADA - Largo: 7.60 Mts				SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
40	10+491	PROYECTADA				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
41	11+210	BOX CULVERT 1.50 X 1.50 / MAL ESTADO - Largo: 6.50 Mts	16.53	16.28	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.50X1.50
42	11+580	PROYECTADA				OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
43	11+950	BOX CULVERT 1.00 X 1.00 / TAPADO - Largo: 8.40 Mts				SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
44	12+210	ALCANTARILLA DE 90 CMS - Largo: 12.57 Mts	17.4	17.3	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
45	12+350	BOX CULVERT 1.00 X 1.00 - Largo: 7.85 Mts	17.3	17.17	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
46	12+480	ALCANTARILLA DE 90 CMS / TAPADA - Largo: 10.00 Mts				SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
47	12+650	BOX CULVERT 1.00 X 1.00 - Largo: 9.15 Mts	18.14	18.05	DER a IZQ	**CONSERVAR OBRA EXISTENTE**
48	13+000	ALCANTARILLA DE 90 CMS / TAPADA - Largo: 7.45 Mts				SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00
49	13+325	ALCANTARILLA DE 90 CMS (DOBLE) - Largo: 8.40 Mts	17.68	17.48	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 2.50X1.00
50	13+420	PONTON - Ancho: 3.60 Mts	OBRA TAPADA			SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 2.50X1.00
51	13+430	ALCANTARILLA DOBLE - Largo: 9.00 Mts	OBRA TAPADA			K13+430
52	14+180	ALCANTARILLA SENCILLA - Largo: 9.95 Mts	17.6	17.15	DER a IZQ	REVISAR
53	15+380	PUENTE / LONG. 18 ML Ancho: 3.70 Mts	-	-	IZQ a DER	
54	16+960	BOX CULVERT 2.00 X 1.50 - Largo: 3.63 Mts	21.25	21.18	DER a IZQ	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 3.00X2.00

5 TRABAJOS DE CAMPO

Para el presente estudio se cuenta con una visita de inspección a la vía y con la ejecución de un programa de Exploración Geotécnico mediante apiques con ejecución de ensayos de Cono Dinámico (PDC) en subrasante.

5.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

El Consorcio Montajes Rural previó la ejecución de 10 sondeos manuales, con ensayos de Resistencia a la Penetración Estándar (SPT), y recuperación de muestras inalteradas y remoldeadas para ensayos de determinación de propiedades índice y de resistencia y deformación, y de 22 apiques para la caracterización del terreno cuyos resultados, en este caso, permiten caracterizar el potencial expansivo de los suelos cohesivos naturales.

La ubicación de los sondeos realizados por el Consorcio Montajes Rurales se presenta a continuación:

Tabla 3. Localización de sondeos realizados

PERFORACION	ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)
S1	K1+550	6.0
S2	K3+000	6.0
S3	K4+950	3.0
S4	K6+950	5.0
S5	K8+800	5.0
S6	K11+200	6.0
S7	K14+500	3.0
S8	K17+800	5.0
S9	K19+900	6.0
S10	K21+800	4.0

La ubicación de los Apiques, con recuperación de muestran para CBR inalterado, es la que se indica a continuación:

Tabla 4. Localización de apiques realizados

PERFORACIÓN	ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)
A1	K0+020	2.3
A2	K0+960	2.4
A3	K2+000	2.5
A4	K3+000	2.5
A5	K4+000	3.0
A6	K5+000	2.4
A7	K6+000	2.4

PERFORACIÓN	ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)
A8	K7+000	2.5
A9	K8+000	2.4
A10	K9+000	2.5
A11	K10+000	2.4
A12	K11+000	2.4
A13	K12+000	2.3
A14	K13+000	2.5
A15	K14+000	2.2
A16	K15+000	2.3
A17	K16+000	2.4
A18	K17+000	2.1
A19	K18+000	2.2
A20	K19+000	2.0
A21	K20+000	2.2
A22	K21+000	2.1

Los resultados de la exploración geotécnica se presentan en el Anexo 1 del Estudio.

6 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

La caracterización del terreno natural, desde el punto de vista de los parámetros de resistencia y deformación, se hizo por medio de ensayos de campo y de laboratorio, esto de acuerdo con los perfiles de exploración consultados en estudio previo y las perforaciones realizadas in-situ.

6.1 ENSAYOS DE CAMPO

En cada uno de los sondeos manuales ejecutados se realizaron ensayos de Resistencia la Penetración Estándar (SPT) tanto en suelos cohesivos como en suelos granulares; los resultados de esa prueba permiten estimar parámetros de resistencia y deformación del terreno natural.

6.1.1 PARÁMETROS DE RESISTENCIA

En el caso de los suelos finos es posible calcular el valor de la resistencia no drenada c_u mediante la expresión:

$$c_u\ (kN/m^2) = 4.4\ N_{campo}$$

Para el caso de los suelos granulares es posible calcular el valor del ángulo de fricción en condición no drenada ϕ' mediante la expresión:

$$\phi' = 17 + \sqrt{20 N_{corr}}$$

En este caso N_{corr} es el valor de la resistencia arrojada por la prueba de SPT en campo, corregida por confinamiento y por energía; el valor del factor de corrección por confinamiento se estima como:

$$Cn = \frac{9.78}{\sqrt{\sigma_v'}}$$

El factor de corrección por energía es:

$$e = (e1 / e2) = (45 / 60) = 0.75$$

En la expresión anterior σ'_v es el esfuerzo vertical efectivo a la profundidad de ensayo; en este caso se asume que la energía de ensayo es del 45%.

Con esto, para cada profundidad de ensayo, se tiene:

$$N_{corr} = e \times Cn \times N_{campo}$$

En todos los casos el valor de Cn se limita a 2.0 para efectos de análisis.

6.1.2 PARÁMETROS DE DEFORMACIÓN

Para el caso de los suelos finos, el valor del módulo de elasticidad E_s se estima de acuerdo con la expresión:

$$E_s = 500\ c_u$$

En el caso de los estratos granulares, el valor del módulo de elasticidad E_s puede estimarse mediante la expresión:

$$E_s = 3{,}000\ N_{campo}$$

De acuerdo con los cálculos realizado es posible indicar que los parámetros de resistencia y deformación del terreno estimados por medio de las pruebas de SPT, dentro de las profundidades alcanzadas por la exploración geotécnica, muestran que los suelos tienen una consistencia entre baja a media, la cual se incrementa en general con la profundidad.

Los perfiles de variación de los parámetros de resistencia y deformación con la profundidad se presentan de la Figura 5 a la Figura 14:

Figura 5. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S1

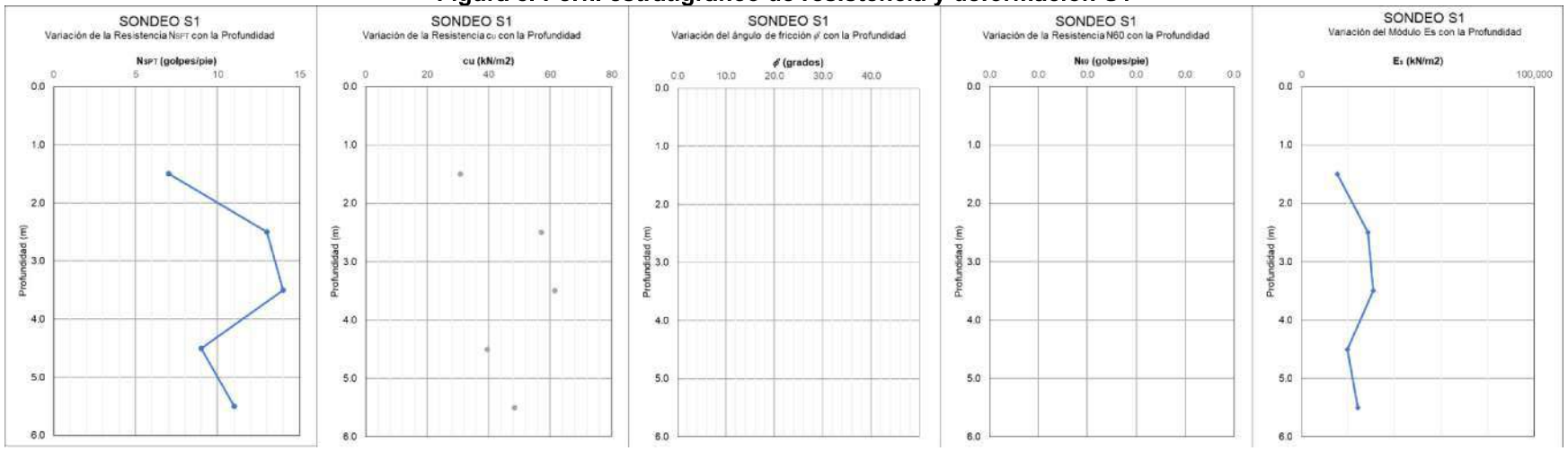


Figura 6. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S2

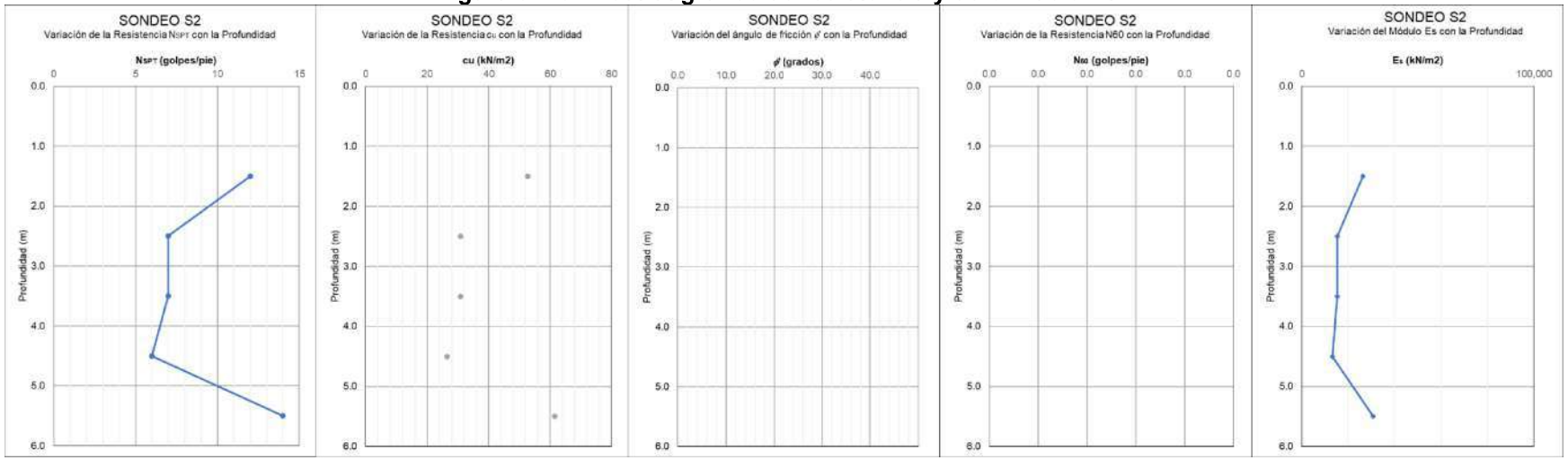


Figura 7. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S3

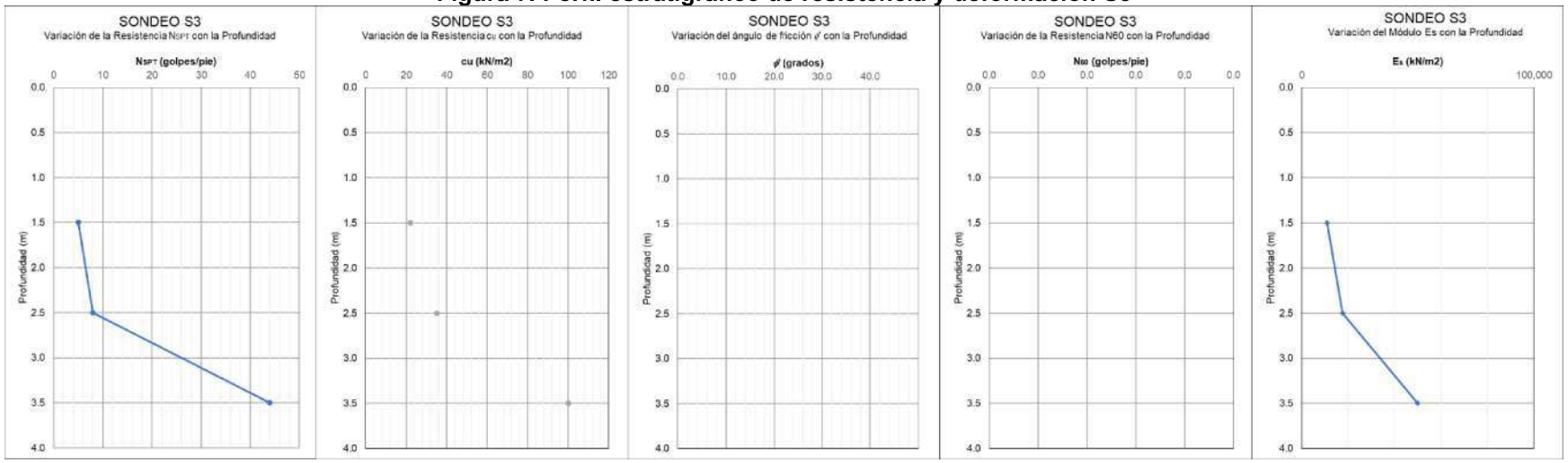


Figura 8. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S4

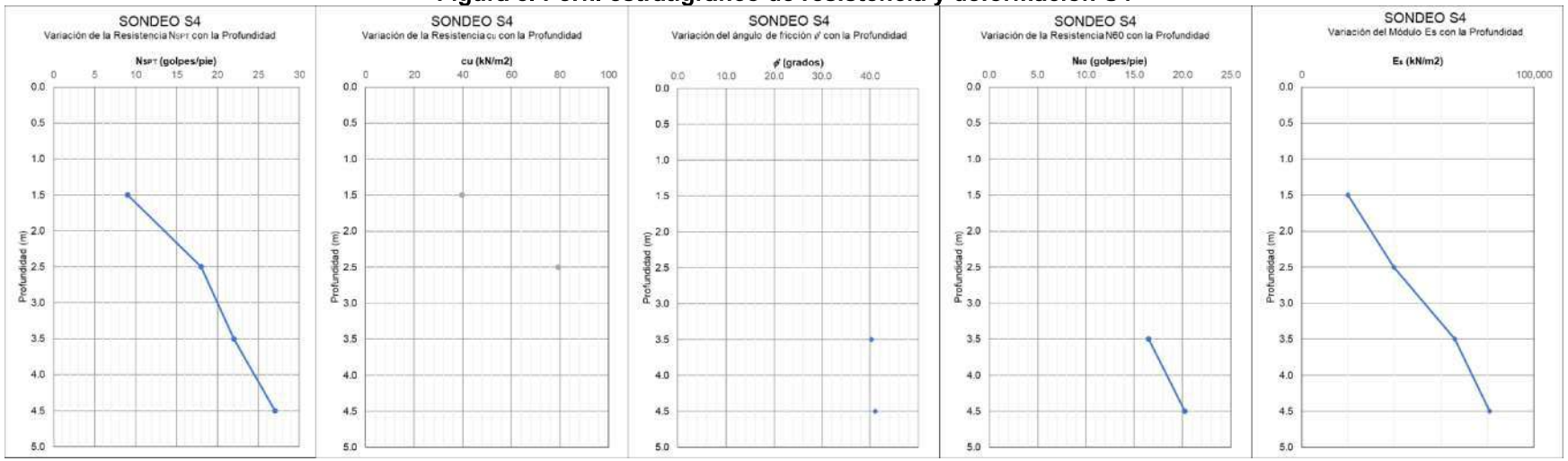


Figura 9. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S5

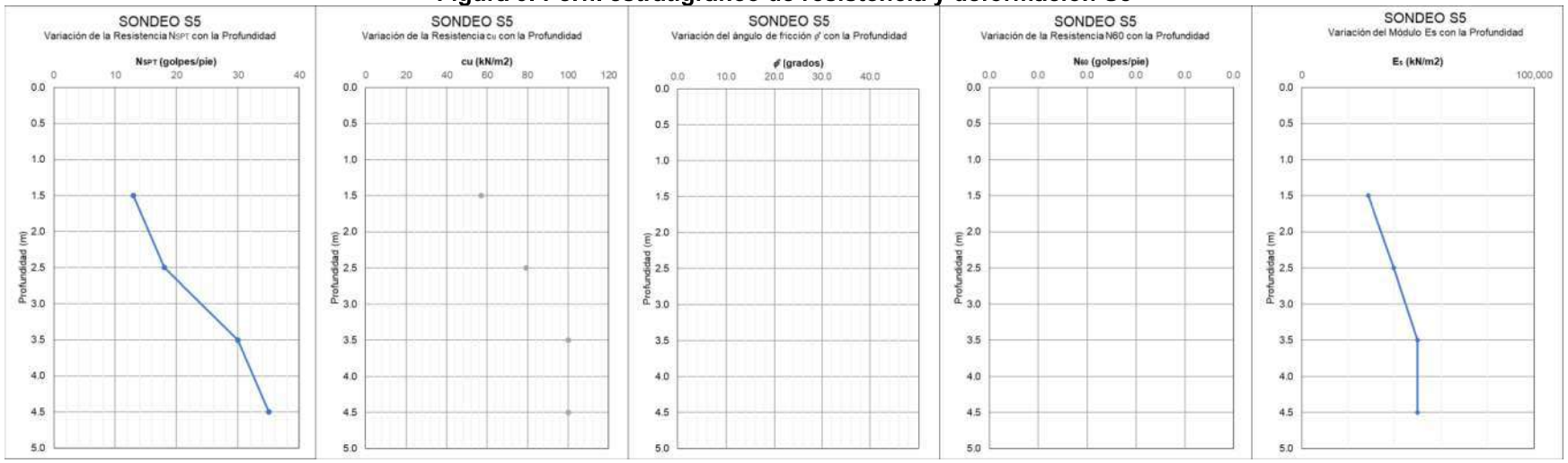


Figura 10. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S6

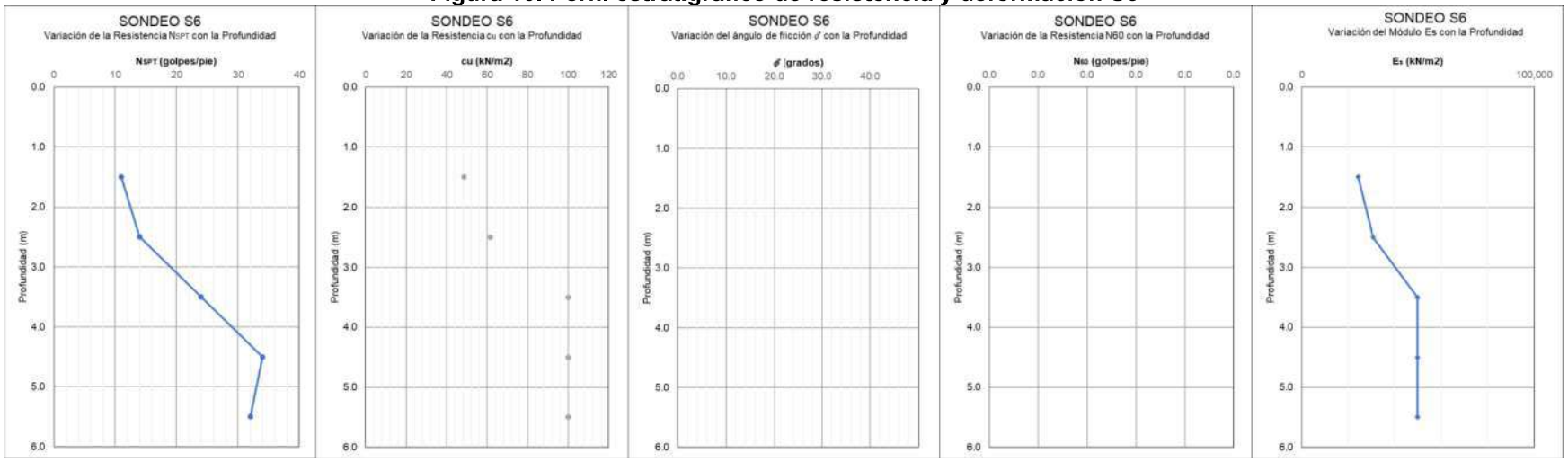


Figura 11. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S7

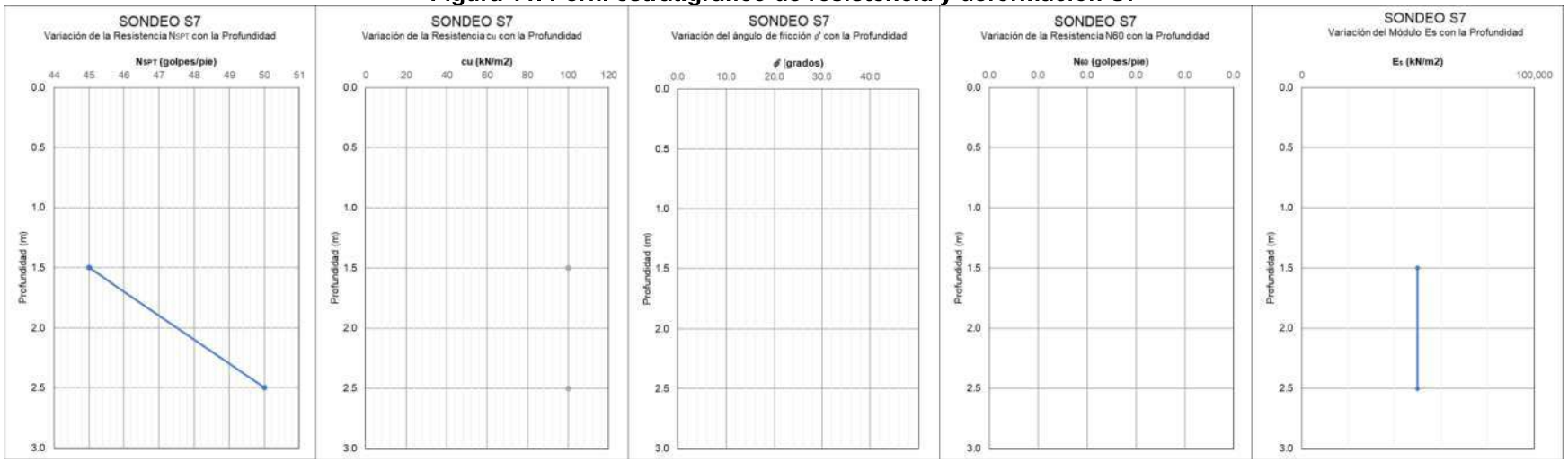


Figura 12. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S8

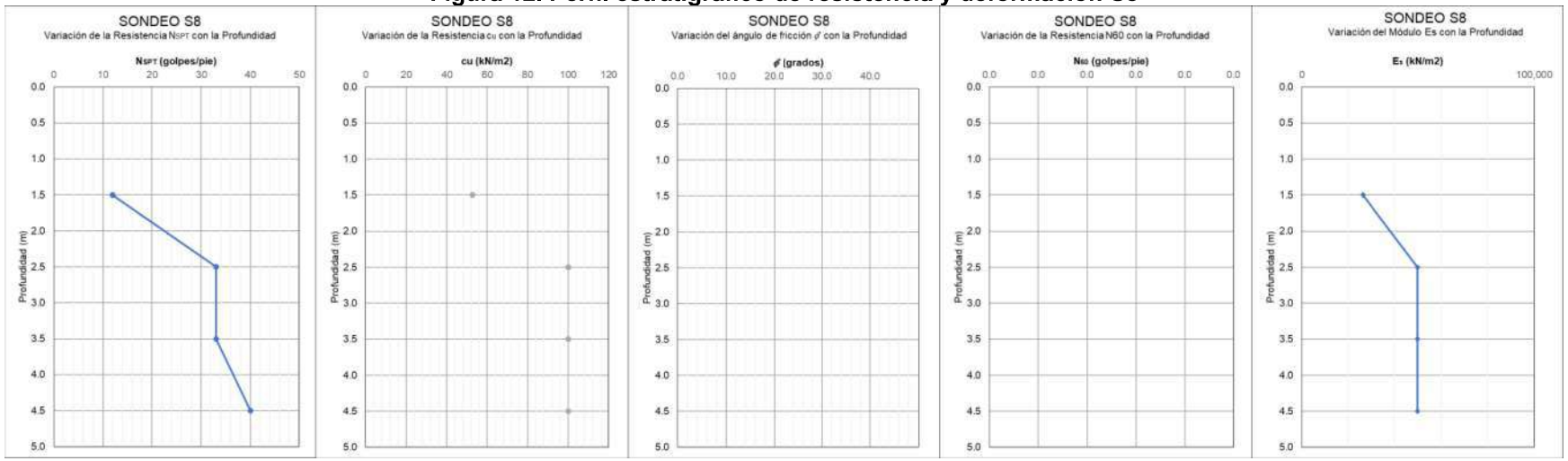


Figura 13. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S9

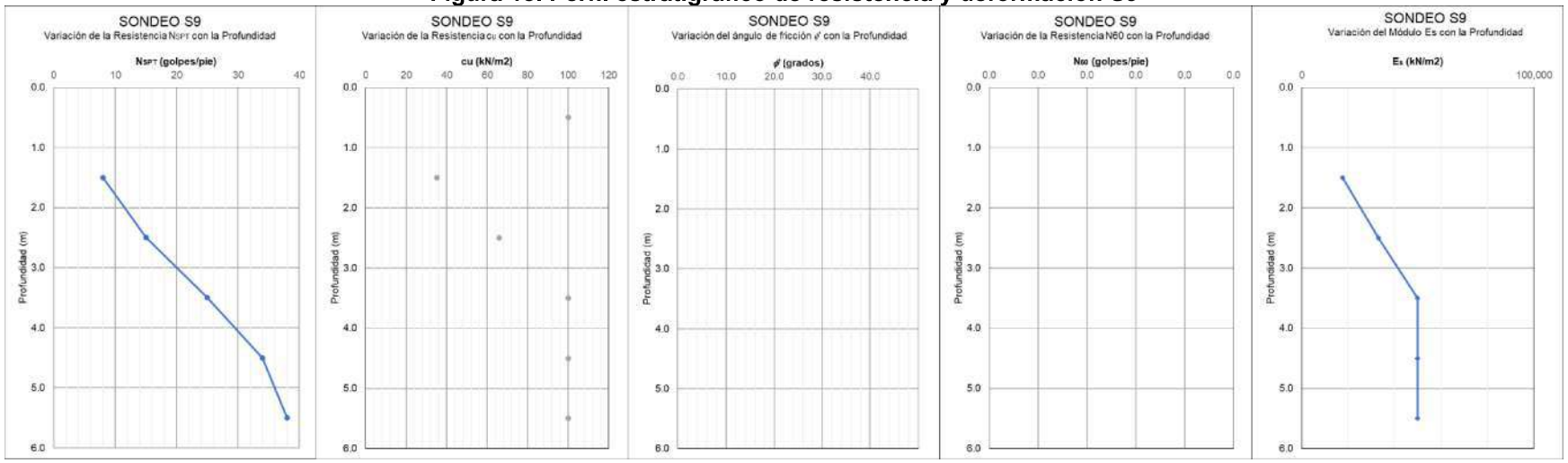
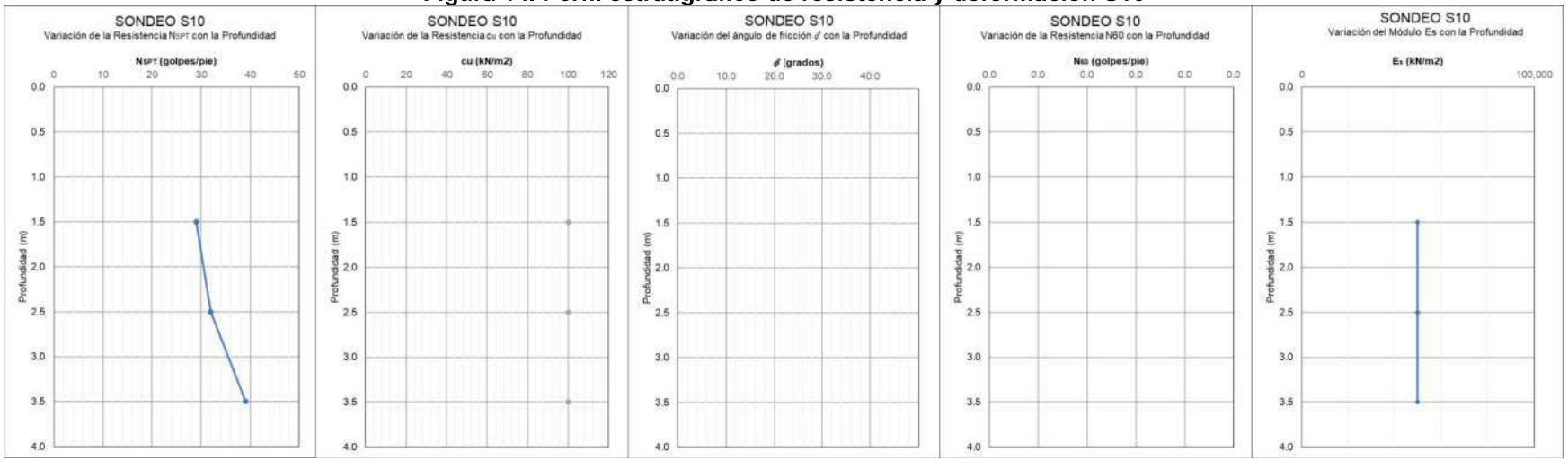


Figura 14. Perfil estratigráfico de resistencia y deformación S10



Los resultados de los ensayos de SPT muestran que la consistencia de los suelos varía entre baja y media, y que la resistencia se incrementa con la profundidad.

6.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

La revisión de los Estudios muestra la ejecución de los siguientes tipos de ensayo de laboratorio para la caracterización del terreno:

Tabla 5 Tipos de ensayos de laboratorio realizados en los Estudios previos

Ensayo	Norma
Determinación del Contenido de Humedad	INV E-122
Gradación	INV E-123
Determinación del Límite Líquido	INV E-125
Determinación del Límite Plástico	INV E-126
Compresión inconfinada	INV E-152
Corte directo	INV E-154
CBR Inalterado	INV E-148

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de los ensayos de laboratorio son los siguientes:

Tabla 6. Resumen ensayos de laboratorio sondeos

PERFORACION		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			N_{SPT} (Golpes/pie)	C (Kg/cm^2)	Φ (GRADOS)
N_O	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
S1	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (9)	CL	FINO	23.2	33.0	22.0	11.0		0.20	6.30	93.50			
S1	2	1.00	2.00	1.50	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color café,turba , de consistencia medianamente firme, de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (9)	CL	FINO	25.6	34.0	22.0	12.0		0.00	4.10	95.90	7		
S1	3	2.00	3.00	2.50	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café con vetas gris, de consistencia firme, de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-4 (8)	CL	FINO	26.8	29.0	21.0	8.0		2.50	9.80	87.70	13		
S1	4	3.00	4.00	3.50	Arcilla magra con algo de grava fina, con trazas de arena de grano fino, color café con vetas gris, de consistencia firme, de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-4 (8)	CL	FINO	22.3	29.0	20.0	8.0		14.10	11.40	74.50	14		
S1	5	4.00	5.00	4.50	Arcilla magra , con algo de arena de grano fino, color rojo con café, de consistencia firme, de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-4 (8)	CL	FINO	26.6	31.0	22.0	9.0		0.00	19.10	80.90	9		
S1	6	5.00	6.00	5.50	Limo arenoso (de grano fino), color rojo, de consistencia firme, no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-7-5 (20)	ML	FINO	27.6	NL	NP	NL-NP		0.00	22.80	77.20	11		
S2	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla magra con trazas de grava gruesa, con trazas de arena de grano fino, color café de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (11)	CL	FINO	17.8	41.0	24.0	17.0		11.50	3.00	85.50			

PERFORACION		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			N_{SPT} (Golpes/pie)	C (Kg/cm^2)	Φ (GRADOS)
N_O	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
S2	2	1.00	2.00	1.50	Arcilla magra color café con vetas gris, de consistencia firme, de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (10)	CL	FINO	22.7	40.0	25.0	15.0		0.00	0.00	100.00	12		
S2	3	2.00	3.00	2.50	Limo con trazas de arena de grano fino, color café, de consistencia medianamente firme, de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-4 (8)	ML	FINO	27.1	36.0	28.0	8.0		0.00	5.60	94.40	7		
S2	4	3.00	4.00	3.50	Limo con trazas de arena de grano grueso, con trazas de grava fina, color café, de consistencia medianamente firme, de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (8)	ML	FINO	32.5	40.0	30.0	10.0		1.00	2.90	96.10	7	0.67	18.82
S2	5	4.00	5.00	4.50	Limo elástico con trazas de grava fina, con trazas de arena de grano fino, color gris, de consistencia medianamente firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	MH	FINO	43.2	74.0	40.0	34.0		0.90	0.60	98.40	6		
S2	6	5.00	6.00	5.50	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, color gris, de consistencia firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	MH	FINO	43.7	74.0	40.0	34.0		0.00	11.70	88.30	14		
S3	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color amarillo de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (9)	CL	FINO	18.7	33.0	21.0	12.0		0.00	0.00	100.00			
S3	2	1.00	2.00	1.50	Limo con trazas de arena de grano medio, con trazas de grava fina, color amarillo, de consistencia medianamente firme, de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (9)	ML	FINO	48.1	41.0	28.0	12.0		0.30	5.30	94.40	5		

PERFORACION		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			N_{SPT} (Golpes/pie)	C (Kg/cm^2)	Φ (GRADOS)
N_O	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
S3	3	2.00	3.00	2.50	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color amarillo, de consistencia medianamente firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (18)	MH	FINO	36.6	59.0	33.0	25.0		0.70	1.80	97.50	8		
S3	4	3.00	4.00	3.50	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, color amarillo con vetas gris, de consistencia dura, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (18)	MH	FINO	33.2	57.0	31.0	26.0		0.00	0.00	100.00	44		
S4	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla grasa arenoso (de grano fino), color amarillo de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (17)	CH	FINO	15.4	51.0	24.0	26.0		0.00	22.10	77.90			
S4	2	1.00	2.00	1.50	Arcilla magra con trazas de arena de grano medio, con trazas de grava fina, color café con vetas gris, de consistencia firme, de plasticidad alta y de baja compresibilidad	A-7-5 (14)	CL	FINO	21.6	47.0	25.0	22.0		0.80	5.80	93.40	9		
S4	3	2.00	3.00	2.50	Arcilla magra y arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de baja compresibilidad	A-7-5 (11)	CL	FINO	20.9	47.0	24.0	23.0		0.90	42.00	57.10	18		
S4	4	3.00	4.00	3.50	Arena de grano fino limosa color café, medianamente densa, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (2)	SM	GRANULAR	23.1	NL	NP	NL-NP		0.00	75.40	24.60	22		
S4	5	4.00	5.00	4.50	Arena de grano fino y limo color café, medianamente densa, su fracción fina presenta un comportamiento no	A-4 (5)	SM	GRANULAR	22.6	NL	NP	NL-NP		0.00	62.70	37.30	27		

PERFORACION		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			N_{SPT} (Golpes/pie)	C (Kg/cm^2)	Φ (GRADOS)
N_O	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
					líquido no plástico y de baja compresibilidad														
S5	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla magra arenoso (de grano fino), con trazas de grava fina, color café claro de plasticidad alta y de baja compresibilidad	A-7-5 (14)	CL	FINO	20.6	49.0	26.0	24.0		0.40	31.10	68.50			
S5	2	1.00	2.00	1.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color café claro, de consistencia firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (16)	CH	FINO	24.6	52.0	27.0	25.0		0.00	2.30	97.70	13		
S5	3	2.00	3.00	2.50	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, color café con vetas amarillas, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	MH	FINO	22.1	69.0	36.0	33.0		0.00	0.00	100.00	18		
S5	4	3.00	4.00	3.50	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café con vetas amarillas, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	MH	FINO	23.6	71.0	39.0	31.0		1.90	7.10	91.00	30	0.23	26.96
S5	5	4.00	5.00	4.50	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, color café, de consistencia dura, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	MH	FINO	22.7	71.0	37.0	33.0		0.00	2.80	97.20	35		
S6	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla grasa, con algo de arena de grano fino, color café de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	21	65.0	29.0	35.0		0.00	16.00	84.00			
S6	2	1.00	2.00	1.50	Arcilla grasacolor café claro y vetas rojas,turba , de consistencia firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	22.5	67.0	31.0	36.0		0.00	0.00	100.00	11		
S6	3	2.00	3.00	2.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano	A-7-5 (20)	CH	FINO	23.5	72.0	31.0	40.0		0.00	2.30	97.70	14		

PERFORACION		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			N_{SPT} (Golpes/pie)	C (Kg/cm^2)	Φ (GRADOS)
N_O	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
					grueso, color café, de consistencia firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad														
S6	4	3.00	4.00	3.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color amarillo, de consistencia muy firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	20.8	67.0	27.0	39.0		0.00	1.80	98.20	24		
S6	5	4.00	5.00	4.50	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color amarillo, de consistencia dura, de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-4 (8)	CL	FINO	25.1	30.0	21.0	9.0		0.00	7.90	92.10	34	0.26	27.52
S6	6	5.00	6.00	5.50	Limo color amarillo, de consistencia dura, de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-4 (8)	ML	FINO	33.2	34.0	26.0	8.0		0.00	0.00	100.00	32		
S7	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color rojo de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (18)	CH	FINO	15.8	53.0	23.0	30.0		0.00	7.00	93.00			
S7	2	1.00	2.00	1.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color rojo, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	20.1	83.0	27.0	57.0		0.00	3.90	96.10	45		
S7	3	2.00	3.00	2.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color rojo, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	19.9	82.0	26.0	56.0		0.00	4.10	95.90	50		
S8	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color rojo de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	25.7	61.0	23.0	37.0		0.00	4.30	95.70			
S8	2	1.00	2.00	1.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color rojo con vetas gris, de consistencia firme, de plasticidad muy alta	A-7-5 (20)	CH	FINO	23.8	64.0	18.0	46.0		0.00	3.50	96.50	12		

PERFORACION		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			N_{SPT} (Golpes/pie)	C (Kg/cm^2)	Φ (GRADOS)
N_O	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
					y de alta compresibilidad														
S8	3	2.00	3.00	2.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color rojo con vetas gris, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	21.6	63.0	18.0	45.0		0.80	3.60	95.50	33	0.67	28.46
S8	4	3.00	4.00	3.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color rojo con vetas gris, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	21.8	63.0	18.0	45.0		0.30	2.30	97.40	33		
S8	5	4.00	5.00	4.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color amarillo con vetas gris, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	19.8	76.0	24.0	52.0		0.00	1.60	98.40	40		
S9	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color rojo con vetas gris de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	23.9	65.0	25.0	40.0		0.00	2.90	97.10			
S9	2	1.00	2.00	1.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color rojo con vetas gris, de consistencia medianamente firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	25.7	67.0	27.0	40.0		0.00	2.50	97.50	8		
S9	3	2.00	3.00	2.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color rojo con vetas gris, de consistencia firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	24	65.0	25.0	39.0		0.00	2.30	97.70	15		
S9	4	3.00	4.00	3.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color rojo con vetas gris,	A-7-5 (20)	CH	FINO	19.6	71.0	24.0	47.0		0.00	1.00	99.00	25		

PERFORACION		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			N_{SPT} (Golpes/pie)	C (Kg/cm^2)	Φ (GRADOS)
N_O	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %			
					de consistencia muy firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad														
S9	5	4.00	5.00	4.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano medio, color amarillo con vetas gris, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CL	FINO	21.8	70.0	24.0	46.0		0.00	1.60	98.40	34		
S9	6	5.00	6.00	5.50	Arcilla grasacolor amarillo con vetas gris, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	ML	FINO	19.2	68.0	23.0	44.0		0.00	0.00	100.00	38		
S10	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color café de plasticidad alta y de baja compresibilidad	A-7-5 (16)	CL	FINO	14.5	47.0	20.0	27.0		0.00	3.10	96.90			
S10	2	1.00	2.00	1.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color café con vetas gris, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (17)	CH	FINO	13.7	51.0	25.0	26.0		0.00	1.40	98.60	29		
S10	3	2.00	3.00	2.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color café con vetas gris, de consistencia dura, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (18)	CH	FINO	17.2	54.0	27.0	28.0		0.00	0.00	100.00	32		
S10	4	3.00	4.00	3.50	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color café con vetas gris, de consistencia dura, de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (18)	CH	FINO	17	54.0	26.0	28.0		0.00	0.60	99.40	39		

Tabla 7. Resumen ensayos de laboratorio apiques 2022

PERFORACIÓN		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			COMPRESIÓN INCONFINADA (kg/cm²)	CBR				% Expansión
																		CBR 0,1 pulg		CBR 0,2 pulg		
No	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %		SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	
A1	1	0.00	0.15	0.08	Arena de grano medio y arcilla gravosa (grava gruesa), color rojo con vetas blancas, su fracción fina presenta un comportamiento de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-4 (0)	SC	GRANULAR	9.4	23.0	13.0	10.0		29.70	33.80	36.50						
A1	2	0.15	1.20	0.68	Limo con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café claro con vetas amarillas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (13)	ML	FINO	15.8	49.0	30.0	19.0		0.60	2.40	97.00		17.8	0.7	17.6	0.7	0.88
A1	3	1.20	2.30	1.75	Limo con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café claro con vetas gris de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (13)	ML	FINO	19.7	46.0	27.0	19.0		0.60	1.10	98.30						
A2	1	0.00	0.10	0.05	Grava gruesa y arcilla limosa arenosa (de grano grueso), color gris y blanco, su fracción fina presenta un comportamiento de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-4 (1)	GC-GM	GRANULAR	5.7	26.0	19.0	7.0		38.80	23.40	37.80						
A2	2	0.10	1.20	0.65	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color café claro de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (9)	CL	FINO	15.4	36.0	23.0	13.0		0.00	3.30	96.70		3.8	3.3	4.3	4.2	0.72
A2	3	1.20	2.40	1.80	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café claro de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (11)	CL	FINO	20.2	37.0	19.0	17.0		0.30	3.00	96.70						
A3	1	0.00	0.40	0.20	Grava gruesa arenosa (de grano medio), con algo de limo color gris, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (1)	GM	GRANULAR	10.6	NL	NP	NL-NP		57.20	24.60	18.20						
A3	2	0.40	1.30	0.85	Arcilla magra color café con vetas rojas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (9)	CL	FINO	16.4	35.0	22.0	14.0		0.00	0.00	100.00		21.1	0.8	19.2	0.8	0.74
A3	3	1.30	2.50	1.90	Limo con trazas de arena de grano fino, color amarillo con vetas café de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (9)	ML	FINO	26.5	39.0	26.0	13.0		0.00	0.00	100.00						
A4	1	0.00	0.30	0.15	Arena de grano medio limosa gravosa (grava gruesa), color gris, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (2)	SM	GRANULAR	7.2	NL	NP	NL-NP		22.80	53.30	23.90						
A4	2	0.30	1.30	0.80	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color café con vetas amarillas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (11)	CL	FINO	13.9	40.0	23.0	18.0		0.00	3.00	97.00		10	3.1	14	4.6	0.83
A4	3	1.30	2.50	1.90	Limo con trazas de arena de grano fino, color café con vetas amarillas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (10)	ML	FINO	26.5	44.0	32.0	12.0		0.00	0.00	100.00						
A5	1	0.00	0.10	0.05	Grava gruesa limosa con algo de arena de grano medio, color gris, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (2)	GM	GRANULAR	5	NL	NP	NL-NP		62.70	13.20	24.10						
A5	2	0.10	0.70	0.40	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava	A-4 (8)	CL	FINO	15.2	31.0	22.0	9.0		2.70	7.10	90.20						

PERFORACIÓN		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			COMPRESIÓN INCONFINADA (kg/cm²)	CBR				% Expansión
																		CBR 0,1 pulg		CBR 0,2 pulg		
Nº	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %		SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	
					fina, color amarillo de plasticidad baja y de baja compresibilidad																	
A5	3	0.70	1.20	0.95	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, color café claro con vetas blancas de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	MH	FINO	23.7	62.0	33.0	29.0		0.00	1.80	98.20		4.8	1.1	4.3	1.4	0.75
A5	4	1.20	2.00	1.60	Limo color café claro con vetas blancas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (12)	ML	FINO	22.7	44.0	27.0	17.0		0.00	0.00	100.00	0.61					
A5	5	2.00	3.00	2.50	Limo con trazas de arena de grano fino, color café claro con vetas blancas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (11)	ML	FINO	23.5	44.0	29.0	15.0		0.00	1.90	98.10						
A6	1	0.00	0.20	0.10	Grava gruesa limosa con algo de arena de grano grueso, color gris y café, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (1)	GM	GRANULAR	4.8	NL	NP	NL-NP		60.90	18.20	20.90						
A6	2	0.20	1.30	0.75	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café con vetas blancas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (8)	CL	FINO	23.7	33.0	23.0	10.0		1.20	2.80	96.10		3.6	2.1	4.9	3.1	1.19
A6	3	1.30	2.40	1.85	Limo con trazas de arena de grano fino, color amarillo con vetas gris de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-4 (8)	ML	FINO	24.1	31.0	23.0	8.0		0.00	6.30	93.70						
A7	1	0.00	0.20	0.10	Grava gruesa con algo de limo con algo de arena de grano grueso, color café claro, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-1-b (0)	GM	GRANULAR	3.9	NL	NP	NL-NP		68.70	14.20	17.20						
A7	2	0.20	1.20	0.70	Arcilla grasacolor café claro de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	24.9	74.0	35.0	40.0		0.00	0.00	100.00		8.9	0.8	7.3	0.9	1.00
A7	3	1.20	2.40	1.80	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, color amarillo con vetas gris de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (18)	MH	FINO	19.1	60.0	36.0	24.0		0.00	0.70	99.30						
A8	1	0.00	0.45	0.23	Grava gruesa arenosa (de grano medio), con algo de limo color café claro, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (1)	GM	GRANULAR	5.3	NL	NP	NL-NP		50.30	31.80	17.90						
A8	2	0.45	1.30	0.88	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café con vetas blancas de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (15)	MH	FINO	16	53.0	33.0	20.0		0.50	3.30	96.20		18	0.9	22.6	1	0.88
A8	3	1.30	2.50	1.90	Limo color café con vetas blancas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (12)	ML	FINO	20.3	48.0	33.0	15.0		0.00	0.00	100.00						
A9	1	0.00	1.00	0.50	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color café con vetas gris de plasticidad alta y de baja compresibilidad	A-7-5 (13)	CL	FINO	9.8	44.0	24.0	20.0		0.00	3.60	96.40						
A9	2	1.00	1.20	1.10	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café con vetas amarillas de plasticidad alta y de baja compresibilidad	A-7-5 (14)	CL	FINO	16.1	46.0	24.0	21.0		0.20	6.70	93.00		3.9	2.9	5.3	3.5	0.20
A9	3	1.20	2.40	1.80	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café con vetas amarillas de plasticidad alta y de baja compresibilidad	A-7-5 (14)	CL	FINO	21.3	47.0	25.0	21.0		0.30	9.30	90.30						

PERFORACIÓN		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			COMPRESIÓN INCONFINADA (kg/cm²)	CBR				% Expansión
																		CBR 0,1 pulg		CBR 0,2 pulg		
No	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %		SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	
A10	1	0.00	0.40	0.20	Arena de grano grueso y grava fina, con algo de limo color café con gris, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (1)	SM	GRANULAR	2.5	NL	NP	NL-NP		36.80	44.00	19.20						
A10	2	0.40	1.30	0.85	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, color café claro con vetas rojas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (10)	CL	FINO	16.7	38.0	23.0	15.0		1.70	4.10	94.20		7.9	1.8	6.6	1.7	0.75
A10	3	1.30	2.50	1.90	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color café claro con vetas rojas de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	27.6	64.0	31.0	33.0		0.00	2.10	97.90						
A11	1	0.00	0.20	0.10	Arcilla grasa con trazas de arena de grano medio, color café con vetas gris de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	21.4	71.0	29.0	43.0		0.00	1.50	98.50						
A11	2	0.20	1.10	0.65	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, color café con vetas amarillas de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	MH	FINO	18.5	67.0	5.0	32.0		0.00	1.00	99.00						
A11	3	1.10	1.30	1.20	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, color café claro de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	22	72.0	31.0	41.0		0.00	3.90	96.10		4.4	1.1	3.8	1	0.87
A11	4	1.30	2.40	1.85	Arcilla grasacolor café claro de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	24.99	75.0	32.0	43.0		0.00	0.00	100.00						
A12	1	0.00	0.30	0.15	Arena de grano medio limosa gravosa (grava fina), color café, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (3)	SM	GRANULAR	6.3	NL	NP	NL-NP		24.70	45.00	30.30						
A12	2	0.30	1.20	0.75	Arcilla magra arenosa (de grano fino), color café con vetas gris de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (8)	CL	FINO	17	33.0	22.0	11.0		0.00	20.60	79.40		4.5	0.8	5.2	0.8	1.11
A12	3	1.20	2.40	1.80	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color amarillo con vetas café de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (9)	CL	FINO	24.2	35.0	24.0	11.0		0.00	8.00	92.00						
A13	1	0.00	0.30	0.15	Grava gruesa y arena de grano grueso, con algo de limo color rojo con vetas café, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-1-a (0)	GM	GRANULAR	1.3	NL	NP	NL-NP		51.90	35.50	12.60						
A13	2	0.30	1.20	0.75	Arcilla grasacolor café con vetas rojas de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	15.8	64.0	29.0	35.0		0.00	0.00	100.00		10.8	1.4	13.6	1.4	0.89
A13	3	1.20	2.30	1.75	Limo elásticocolor café con vetas amarillas de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	MH	FINO	22.4	67.0	34.0	34.0		0.00	0.00	100.00						
A14	1	0.00	0.30	0.15	Arena de grano medio gravosa (grava fina), limosa color rojo, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (1)	SM	GRANULAR	6.4	NL	NP	NL-NP		33.40	45.30	21.30						
A14	2	0.30	0.50	0.40	Arcilla magra, con algo de arena de grano fino, con algo grava gruesa, color café oscuro de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (6)	CL	FINO	10.9	29.0	18.0	11.0		17.50	17.60	64.90						
A14	3	0.50	1.30	0.90	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color café con vetas rojas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (13)	CL	FINO	20.8	44.0	24.0	20.0		0.00	8.10	91.90		4.3	1.3	4.5	1.3	1.11

PERFORACIÓN		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			COMPRESIÓN INCONFINADA (kg/cm²)	CBR				% Expansión
																		CBR 0,1 pulg		CBR 0,2 pulg		
Nº	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %		SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	
A14	4	1.30	2.50	1.90	Limo con trazas de arena de grano fino, color café con vetas rojas de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (10)	ML	FINO	19.11	42.0	27.0	15.0		0.00	6.20	93.80						
A15	1	0.00	0.10	0.05	Limo arenosa (de grano fino), con algo grava gruesa, color rojo no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-6 (14)	ML	FINO	11.2	NL	NP	NL-NP		15.40	29.50	55.10						
A15	2	0.10	1.10	0.60	Arcilla grasa con trazas de arena de grano medio, color café con vetas rojas de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	17.3	65.0	29.0	36.0		0.00	1.10	98.90		14.7	2	13.6	1.9	1.11
A15	3	1.10	2.20	1.65	Arcilla grasa con trazas de arena de grano medio, color café claro de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (20)	CH	FINO	30.9	72.0	29.0	43.0		0.00	0.80	99.20						
A16	1	0.00	0.15	0.08	Grava gruesa arenosa (de grano grueso), limosa color gris, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (2)	GM	GRANULAR	5.6	NL	NP	NL-NP		44.60	32.00	23.40						
A16	2	0.15	1.30	0.73	Limo con trazas de arena de grano fino, color amarillo de plasticidad baja y de baja compresibilidad	A-5 (9)	ML	FINO	24.6	47.0	42.0	5.0		0.00	5.00	95.00						
A16	3	1.30	2.30	1.80	Limo elástico con trazas de arena de grano fino, color gris de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (15)	MH	FINO	25	51.0	29.0	21.0		0.00	4.90	95.10	0.99					
A17	1	0.00	0.20	0.10	Arena de grano medio y grava de grano grueso, con algo de limo color rojo, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-1-b (0)	SM	GRANULAR	3.9	NL	NP	NL-NP		38.00	44.50	17.50						
A17	2	0.20	1.20	0.70	Arcilla magra , con algo de arena de grano fino, color rojo de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (10)	CL	FINO	12	35.0	21.0	14.0		0.00	12.70	87.30		12.5	5	15.9	5.3	0.37
A17	3	1.20	2.40	1.80	Arcilla magra , con algo de arena de grano fino, color rojo de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (10)	CL	FINO	13.8	36.0	22.0	14.0		0.00	19.00	81.00						
A18	1	0.00	0.10	0.05	Arena de grano medio y grava de grano grueso, limosa color rojo, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-2-6 (1)	SM	GRANULAR	9.6	NL	NP	NL-NP		37.80	40.20	22.10						
A18	2	0.10	1.00	0.55	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color rojo de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (10)	CL	FINO	14.2	38.0	23.0	15.0		0.00	11.50	88.50		5.2	1.6	9.9	1.8	0.44
A18	3	1.00	2.10	1.55	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color rojo de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-7-5 (11)	CL	FINO	20.3	42.0	25.0	17.0		0.00	3.60	96.40						
A19	1	0.00	0.20	0.10	Grava gruesa con algo de arena de grano medio, con algo de limo color rojo, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-1-a (0)	GM	GRANULAR	5.7	NL	NP	NL-NP		66.30	18.80	14.80						
A19	2	0.20	1.20	0.70	Arcilla grasacolor amarillo con vetas rojas de plasticidad alta y de alta compresibilidad	A-7-5 (18)	CH	FINO	15.2	52.0	24.0	28.0		0.00	0.00	100.00						
A19	3	1.20	2.20	1.70	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color amarillo de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (11)	CL	FINO	9.3	33.0	14.0	19.0		0.00	8.90	91.10						
A20	1	0.00	0.20	0.10	Grava gruesa arenosa (de grano grueso), limosa color rojo, su fracción fina presenta un	A-2-6 (2)	GM	GRANULAR	4.9	NL	NP	NL-NP		46.00	30.20	23.80						

PERFORACIÓN		PROFUNDIDAD(m)			DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CLASIFICACION		TIPO DE SUELO	INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			COMPRESIÓN INCONFINADA (kg/cm²)	CBR				% Expansión
																		CBR 0,1 pulg		CBR 0,2 pulg		
No	M #	DESDE	HASTA	MEDIA		AASHTO	USCS		Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	Gravas %	Arenas %	Finos %		SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	SIN INMERSIÓN	CON INMERSIÓN	
					comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad																	
A20	2	0.20	1.10	0.65	Arcilla magra arenosa (de grano fino), con trazas de grava gruesa, color café oscuro de plasticidad alta y de baja compresibilidad	A-7-5 (14)	CL	FINO	9.7	47.0	21.0	27.0		6.70	25.00	68.20						
A20	3	1.10	2.00	1.55	Arcilla magra arenosa (de grano fino), con trazas de grava fina, color rojo con vetas gris de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (11)	CL	FINO	27.9	39.0	20.0	20.0		6.30	21.30	72.40						
A21	1	0.00	0.30	0.15	Grava bien gradada gruesa con algo de arena de grano medio, con trazas de limo color rojo, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-1-a (0)	GW-GM	GRANULAR	13.2	NL	NP	NL-NP		72.60	18.10	9.30						
A21	2	0.30	1.20	0.75	Arcilla magra , con algo de arena de grano fino, con algo grava gruesa, color amarillo de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (9)	CL	FINO	7.8	32.0	16.0	16.0		14.70	19.50	65.80						
A21	3	1.20	2.20	1.70	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color amarillo de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (11)	CL	FINO	9.1	34.0	16.0	17.0		0.00	11.70	88.30						
A22	1	0.00	0.30	0.15	Grava gruesa arenosa (de grano grueso), con algo de limo color rojo, su fracción fina presenta un comportamiento no líquido no plástico y de baja compresibilidad	A-1-a (0)	GM	GRANULAR	5.6	NL	NP	NL-NP		57.10	30.40	12.50						
A22	2	0.30	1.10	0.70	Arcilla magra con trazas de arena de grano fino, color rojo de plasticidad alta y de baja compresibilidad	A-7-5 (17)	CL	FINO	13.1	48.0	21.0	27.0		0.00	2.60	97.40		11.1	3.7	15.8	3.3	0.57
A22	3	1.10	2.10	1.60	Arcilla magra arenosa (de grano fino), con trazas de grava fina, color café con vetas gris de plasticidad media y de baja compresibilidad	A-6 (9)	CL	FINO	10	30.0	14.0	16.0		3.10	27.90	69.00						

Los resultados de las pruebas de campo y de laboratorio muestran los siguientes aspectos:

- En términos generales la resistencia del terreno se incrementa con la profundidad, esto de acuerdo con los resultados de las pruebas de SPT realizadas en cada uno de los barrenos manuales ejecutados.

- La subrasante natural está conformada por suelos cohesivos, básicamente arcillas de baja compresibilidad (CL), arcillas de alta compresibilidad (CH), limos de baja compresibilidad (ML), y limos de alta compresibilidad (MH). La superficie de rodadira está conformada por Gravas (GM, GW-GM) y Arenas (SM) extendidas sobre los materiales cohesivos.

- Los contenidos de humedad son más cercanos al límite plástico (LP) que al límite líquido (LL), indicando que los suelos estudiados están preconsolidados y tienen, además, un potencial de contracción medio por desecación.

- Los resultados de los ensayos de CBR inalterado muestran que los suelos, en general, reducen drásticamente su capacidad de soporte con la inmersión; además, y de acuerdo con los valores de porcentaje de expansión obtenidos, en todos los casos inferiores a 2.0%, puede considerarse que el potencial de hinchamiento es bajo a medio.

No se encontró nivel freático en las exploraciones realizadas.

6.3 PARÁMETROS DE DISEÑO

Con base a lo anterior se establecen los parámetros geotécnicos para el diseño de las cimentaciones:

Tabla 8. Parámetros de resistencia y deformación para cimentaciones superficiales

PERFORACION	TRAMO		PROFUNDIDAD (m)		MATERIAL	N_{SPT} (GOLPES/PIE)	c_u (kN/m2)	E_S (kN/m2)
	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA				
S1	K0+000	K2+275	0.00	6.00	FINO	7	30.8	15400
S2	K2+275	K3+975	0.00	6.00	FINO	6	26.4	13200
S3	K3+975	K5+950	0.00	3.00	FINO	5	22.0	11000
S4	K5+950	K7+875	0.00	5.00	FINO	9	39.6	19800
S5	K7+875	K10+000	0.00	5.00	FINO	13	57.2	28600
S6	K10+000	K12+850	0.00	6.00	FINO	11	48.4	24200
S7	K12+850	K16+150	0.00	3.00	FINO	45	100.0	99000
S8	K16+150	K18+850	0.00	5.00	FINO	12	52.8	26400
S9	K18+850	K20+850	0.00	6.00	FINO	8	35.2	17600
S10	K20+850	K21+800	0.00	4.00	FINO	29	100.0	63800

Esta información se emplea en el análisis de capacidad portante y asentamientos de cimentaciones superficiales.

Para el análisis de estabilidad de taludes se cuenta con los siguientes resultados de los ensayos de corte directo en suelos cohesivos:

Tabla 9. Resultados de ensayos de corte directo

PERFORACION	TRAMO		PROFUNDIDAD (m)		c' (kN/m2)	ϕ' (°)
	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA		
S2	K2+275	K3+975	0.00	6.00	67	18.8
S5	K7+875	K10+000	0.00	5.00	23	26.9
S6	K10+000	K12+850	0.00	6.00	26	27.5
S8	K16+150	K18+850	0.00	5.00	67	28.5

Para análisis se propone limitar el valor de la cohesión a c'= 23 kN/m^2 para todos los análisis de estabilidad de terraplenes.

7 ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

En este caso se prevé la determinación de los valores de Capacidad Portante y Asentamientos para cimentaciones superficiales, y el análisis de estabilidad de taludes de terraplén, esto de acuerdo con los requerimientos de diseño geométrico con respecto a las condiciones de inundación que se presentan en la zona del proyecto.

7.1 CAPACIDAD PORTANTE DE CIMIENTOS SUPERFICIALES

La capacidad portante vertical del terreno de apoyo para cimientos superficiales estará definida por la expresión de Meyerhof (1963):

$$q_{permitida} = \varphi\ (c_u N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q' Nq F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.50\ \gamma\ B\ N\gamma\ F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i})$$

En la expresión anterior φ es el Factor de Reducción de Resistencia, con un valor de 0.45 para el Estado Límite de Resistencia (ELR), y de 1.0 para los Estados Límite de Evento Extremo y Servicio (ELEE-ELS).

Considerando los resultados de la determinación de parámetros de resistencia y deformación que se presentaron anteriormente según la zonificación se procede al cálculo de capacidad portante.

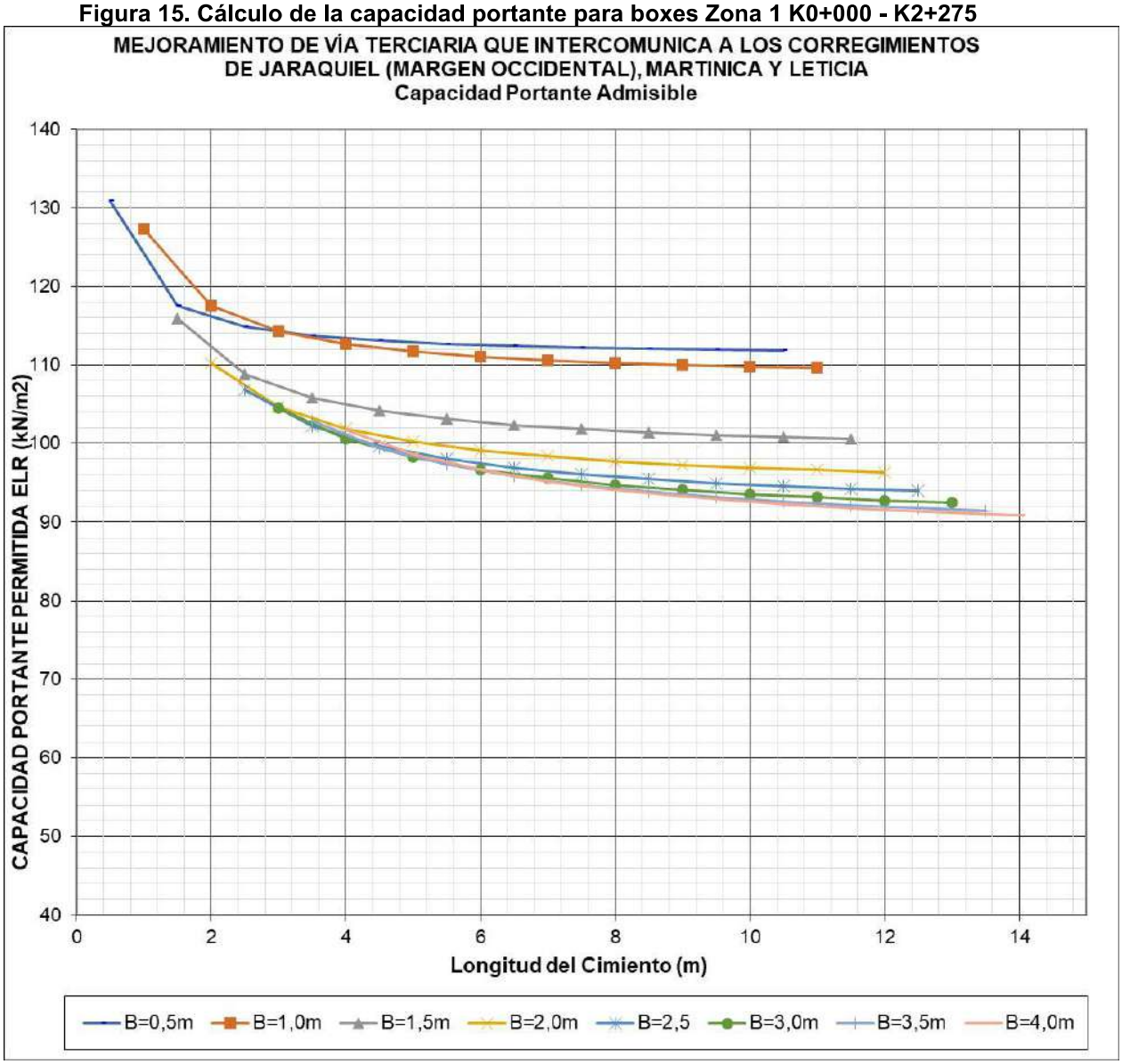
Los asentamientos inmediatos en el borde del cimiento se calculan de acuerdo con la expresión (Harr, 1966):

$$Si = \frac{qB(1-v^2)}{E_s} I_w$$

En esta expresión, q es el valor del esfuerzo neto de contacto, B es el ancho de cimiento, v es la relación de Poisson, I_w es un factor de influencia que depende de la relación L/B, siendo L la longitud del cimiento y E_s el valor del módulo de elasticidad del suelo. El asentamiento en el centro del cimiento S_{ic} es igual Sic = 2 Si.

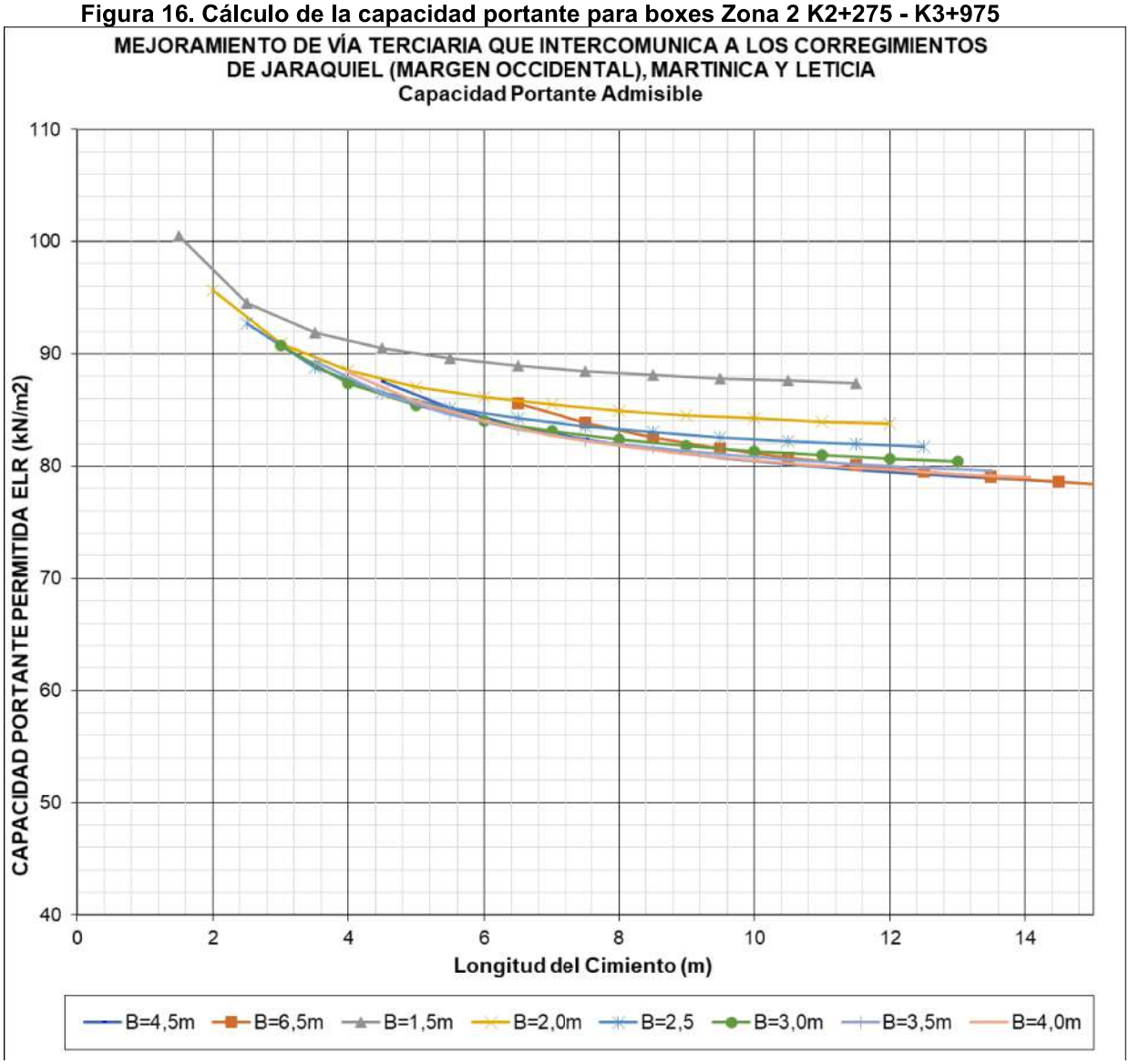
El cálculo de capacidad portante para los Box se presenta a continuación:

Figura 15. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 1 K0+000 - K2+275



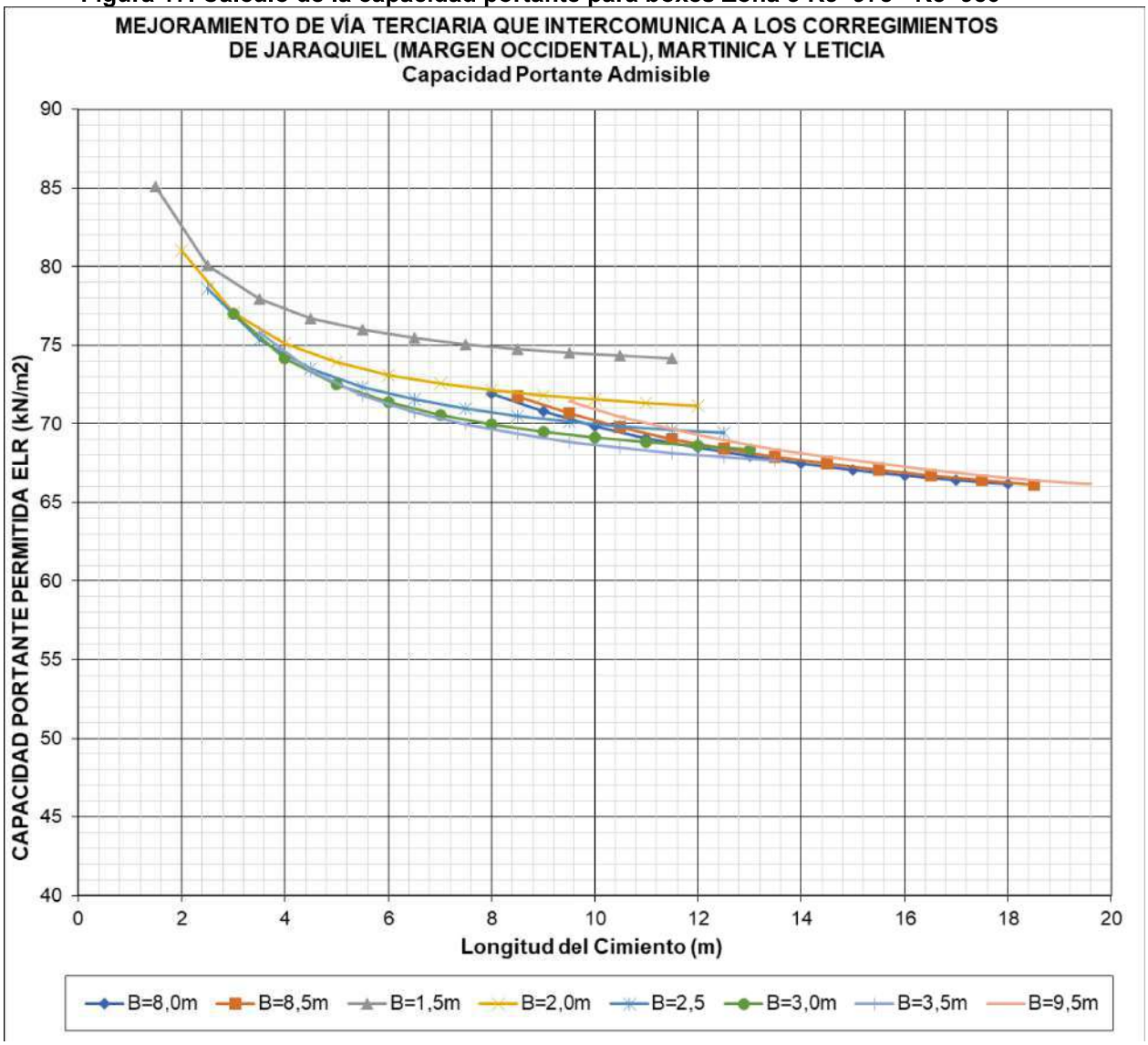
Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 2 K2+275 - K3+975



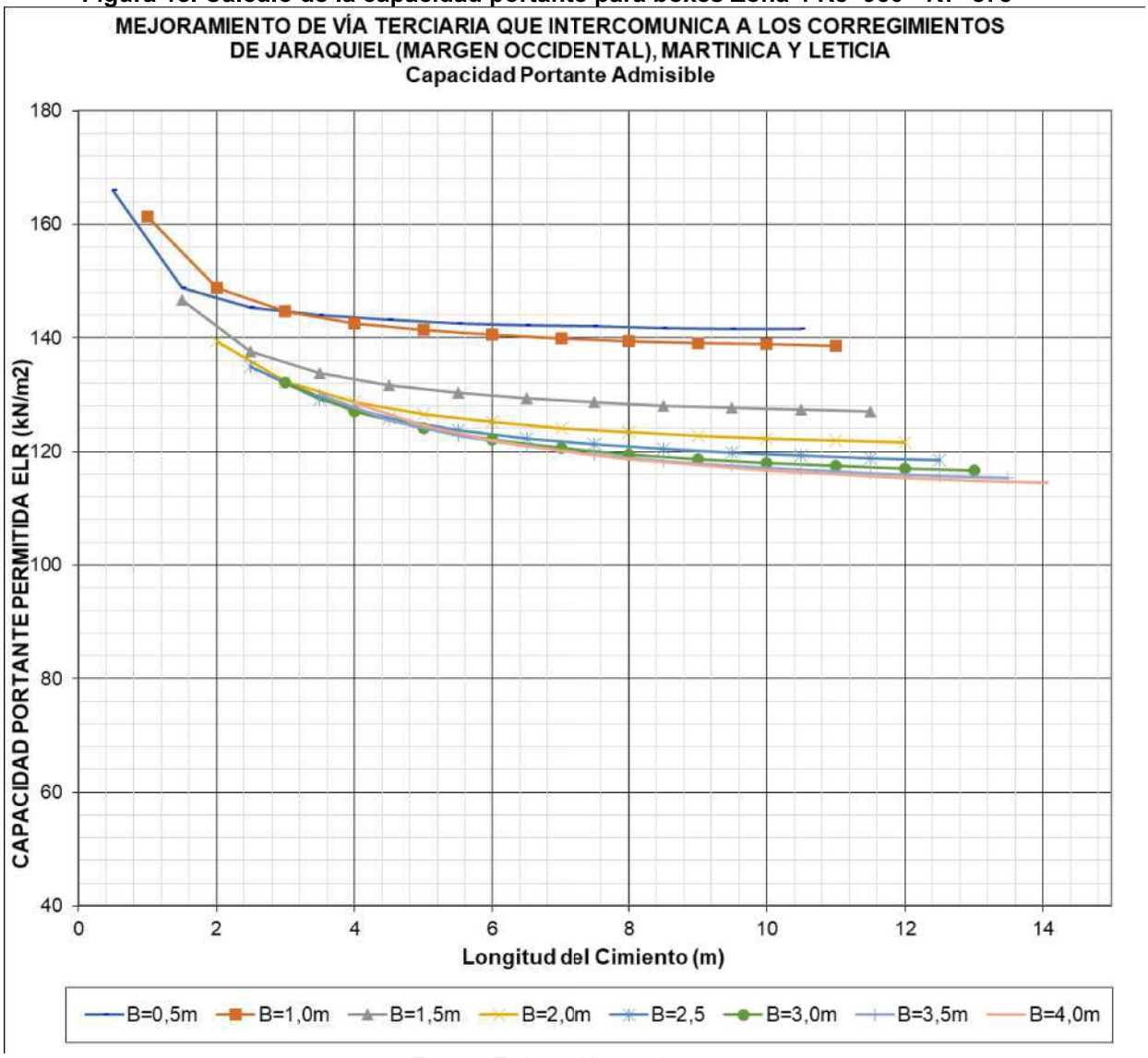
Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 3 K3+975 - K5+950



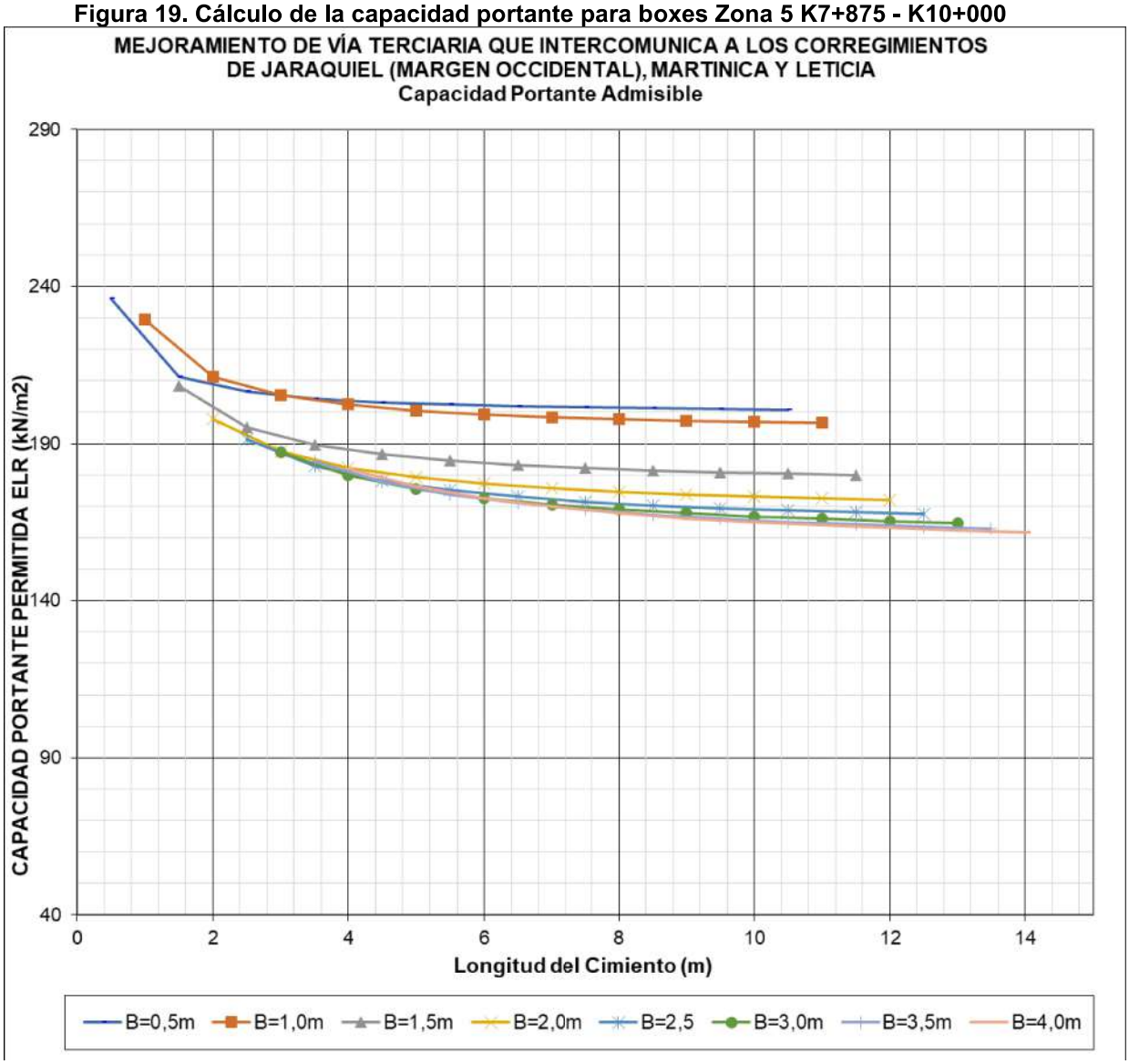
Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 4 K5+950 - K7+875



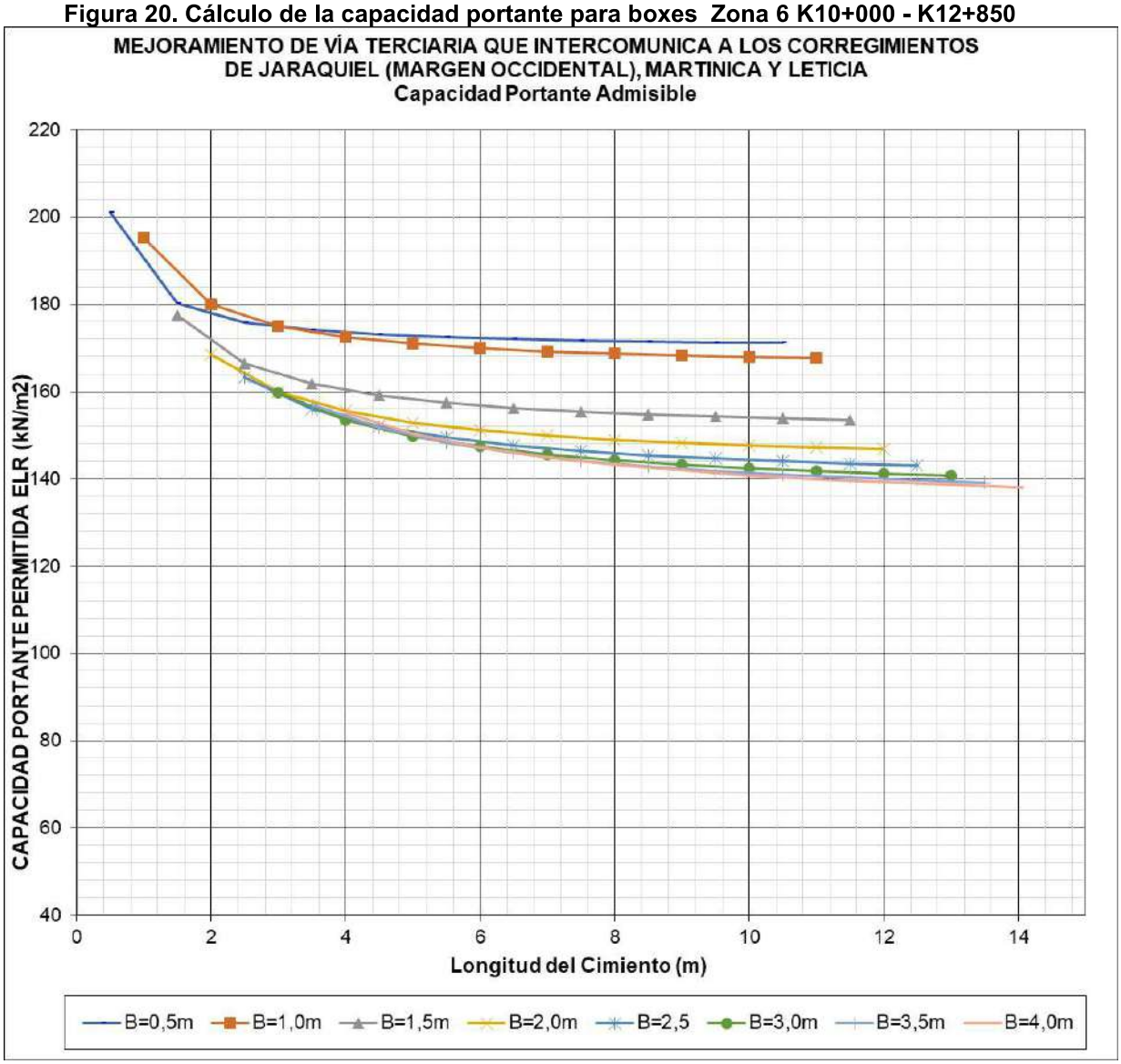
Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 5 K7+875 - K10+000



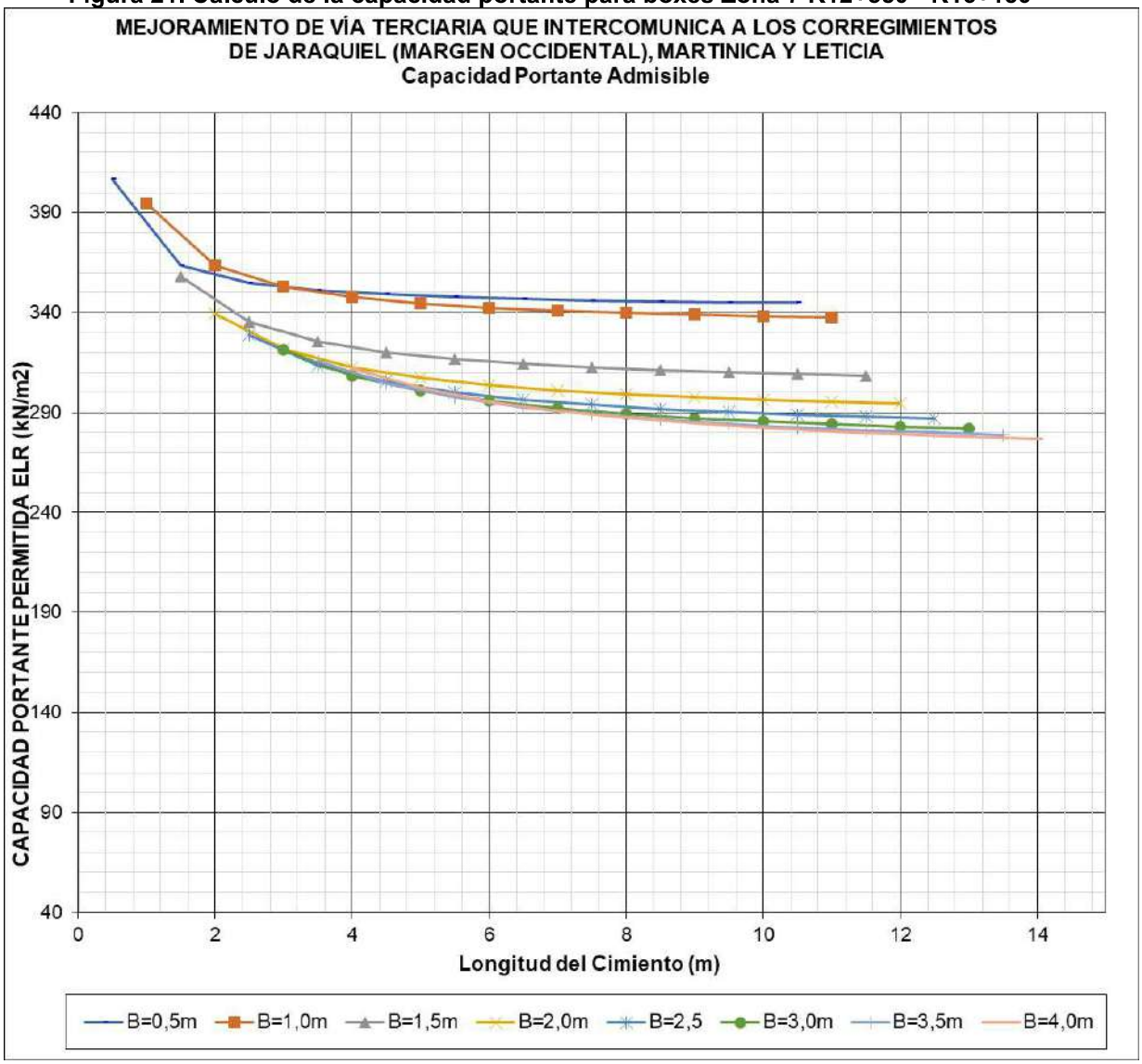
Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 6 K10+000 - K12+850



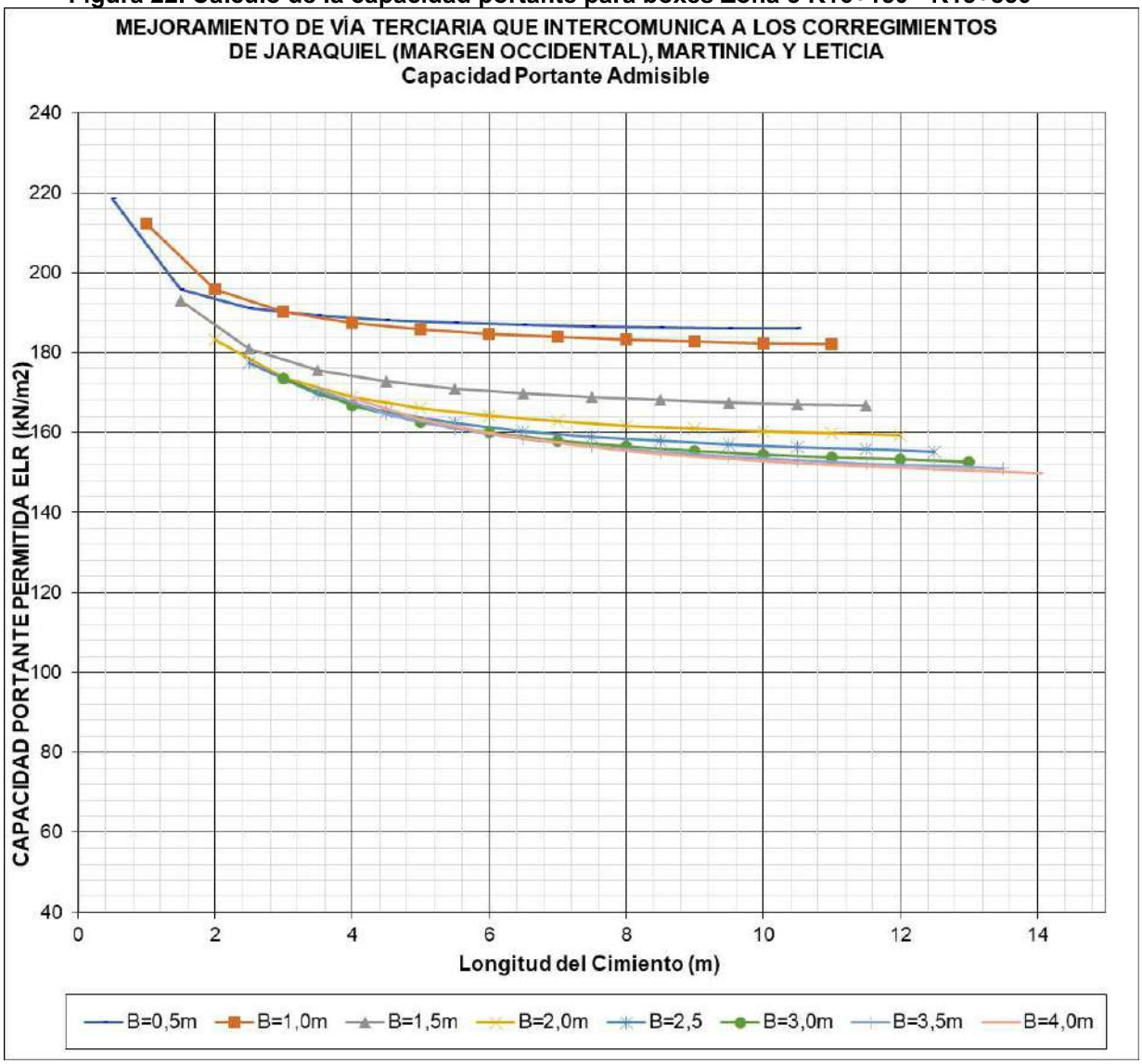
Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 7 K12+850 - K16+150



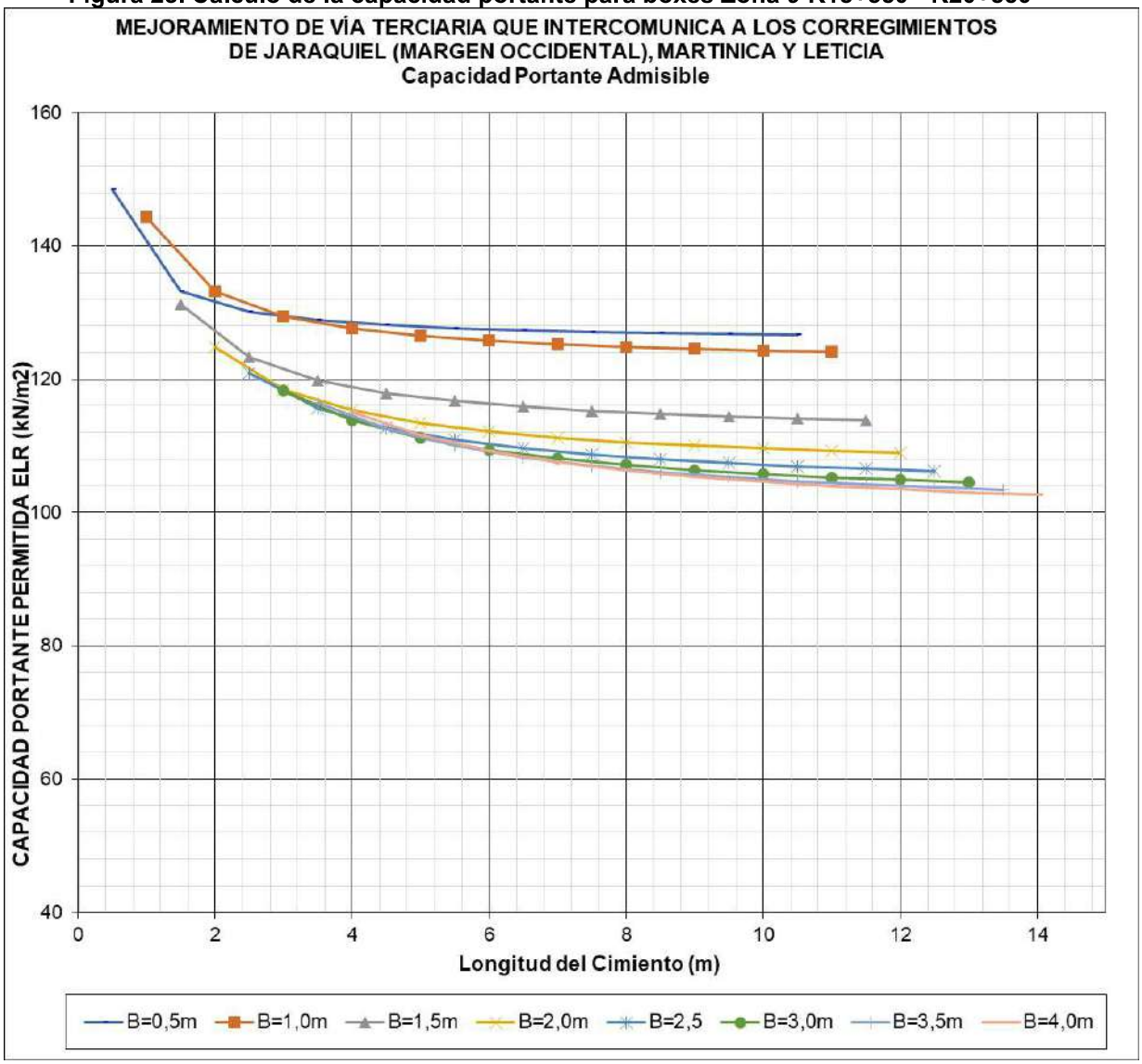
Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 8 K16+150 - K18+850



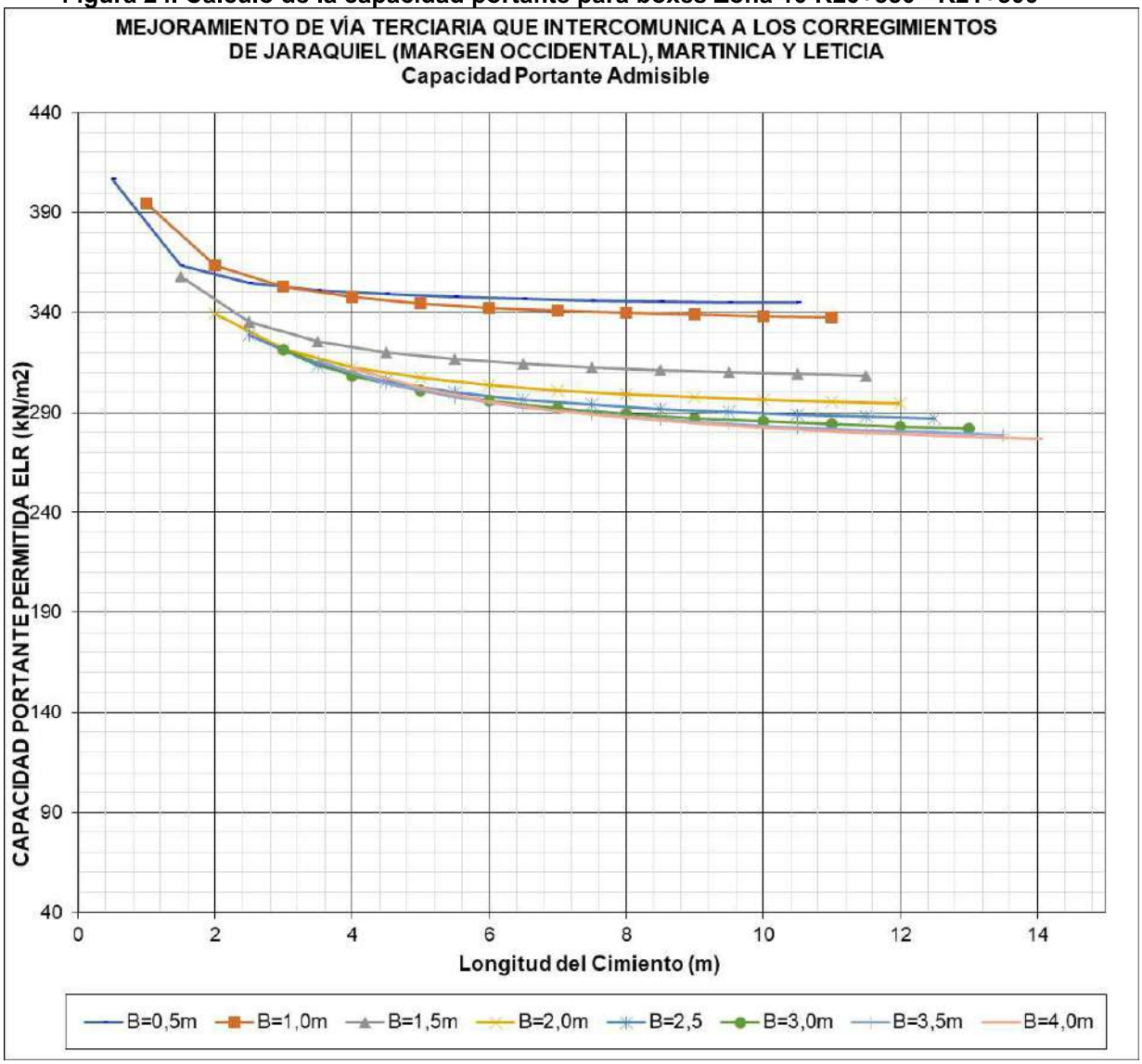
Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 9 K18+850 - K20+850



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Cálculo de la capacidad portante para boxes Zona 10 K20+850 - K21+800



Fuente: Elaboración propia.

En ninguno de los casos se consideró la presencia de nivel freático en los cálculos.

7.2 MÓDULOS DE REACCIÓN

El valor del Módulo de Reacción Vertical Kv se estima como:

$$K_V = \frac{E_s}{(1-\upsilon^2)B}$$

En esta expresión, B es el ancho del cimiento superficial considerado.

Los valores del Módulo de reacción Vertical son los siguientes:

Tabla 10. Módulo de reacción vertical

MONTERIA

CÁLCULO DEL MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL PARA CIMIENTOS SUPERFICIALES Kv

v 0.4

					MÓDULO DE REACCIÓN (MPa/m)							
PARÁMETROS		Es	TRAMO		ANCHO DE CIMENTACIÓN B (m)							
φ (°)	cu (kPa)	(MPa)	INICIO	FIN	0.50	1.00	1.50	2.00	2.5	3.00	3.50	4.00
-	31	15	K0+000	K2+275	36.67	18.33	12.22	9.17	7.33	6.11	5.24	4.58
-	26	13	K2+275	K3+975	31.43	15.71	10.48	7.86	6.29	5.24	4.49	3.93
-	22	11	K3+975	K5+950	26.19	13.10	8.73	6.55	5.24	4.37	3.74	3.27
-	40	20	K5+950	K7+875	47.14	23.57	15.71	11.79	9.43	7.86	6.73	5.89
-	57	29	K7+875	K10+000	68.10	34.05	22.70	17.02	13.62	11.35	9.73	8.51
-	48	24	K10+000	K12+850	57.62	28.81	19.21	14.40	11.52	9.60	8.23	7.20
-	198	50	K12+850	K16+150	119.05	59.52	39.68	29.76	23.81	19.84	17.01	14.88
-	53	26	K16+150	K18+850	62.86	31.43	20.95	15.71	12.57	10.48	8.98	7.86
-	35	18	K18+850	K20+850	41.90	20.95	13.97	10.48	8.38	6.98	5.99	5.24
-	128	50	K20+850	K21+800	119.05	59.52	39.68	29.76	23.81	19.84	17.01	14.88

Fuente: Elaboración propia.

Los valores empleados están en función del ancho de cimentación B de las estructuras que se requieran.

7.3 ASENTAMIENTOS

De acuerdo con la definición descrita en el libro Fundamentos de Ingenieria Geotécnica de Braja M Das (2001), se puede describir el asentamiento como un aumento de esfuerzo causado por la construcción de cimientos u otras cargas comprime las capas de suelo. La compresión es causada por la deformación de partículas del suelo, la reorientación de las partículas del suelo y la expulsión de aire o agua de los espacios vacíos. En general, el asentamiento del suelo causado por la carga puede dividirse en dos amplias categorías:

- Asentamiento elástico, que es causado por la deformación elástica del suelo seco y de los suelos húmedos y saturados sin ningún cambio en el contenido de humedad. Los cálculos de los asentamientos elásticos se basan generalmente en ecuaciones derivadas de la teoría de la elasticidad.
- Asentamiento de consolidación, que es el resultado del cambio de volumen en un suelo cohesivo saturado debido a la expulsión de agua intersticial. El asentamiento de consolidación es dependiente del tiempo.

Asentamientos Elásticos

Para el cálculo de los asentamientos, se utilizó la metodología recomendada por Harr (1966), para cimientos superficiales. A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas:

$$S_e = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

Se: Asentamientos elásticos esperados (cm).
B: Ancho cimiento (m)
q: Carga sobre cimiento (ton/m²)
Es: Módulo de elasticidad del suelo (ton/m²
μ: Relación de Poisson del suelo (adimensional)
I_f: Factor de forma (cm/m)

Asentamientos por Consolidación

En los análisis el estrato compresible se subdivide en 49 capas, y mediante Phase2 se obtiene el incremento de carga $\Delta\sigma_v$ para cada una de ellas, mediante la expresión:

$$\Delta\sigma_v = \Delta\sigma_{v\ final} - \Delta\sigma_{v\ inicial}$$

El asentamiento por consolidación de cada subcapa con espesor ΔH_i se calcula como:

$$S_i = \frac{C_{ri}H_i}{1+e_0} log\frac{\sigma_p}{\sigma_{vi}} + \frac{C_{ci}H_i}{1+e_0} log\frac{\sigma_{vi}+\Delta\sigma_{vi}}{\sigma_p}$$

Con esto, el asentamiento total por consolidación del estrato compresible es:

$$S_c = \sum_{i=1}^{N} S_i$$

Con esta información es posible estimar el tiempo en el que se alcanzan distintos grados de consolidación por medio del Factor de Tiempo Tv, mediante la expresión:

$$t = \frac{T_v H^2}{c_v} \text{ (Terzaghi)}$$

Para cada valor de asentamiento considerado, que es inferior al máximo, calcula el grado de consolidación U (%) correspondiente de acuerdo con:

$$U(\%) = 100\frac{S}{S_c}$$

El factor de tiempo Tv para cada grado de consolidación se calcula como:

$$T_v = \frac{\pi}{4}\left(\frac{U(\%)}{100}\right)^2 \qquad \text{Para U (\%) <= 60\%}$$

$$T_v = 1{,}781 - 0{,}933\log(100 - U(\%)) \qquad \text{Para U (\%) > 60\%}$$

El cálculo de estos asentamientos se apoya en los resultados de las pruebas de consolidación unidimensional disponibles.

Los resultados de los análisis de consolidación efectuados a lo largo del corredor son los siguientes:

Tabla 11. Resultados de los análisis de consolidación efectuados

SONDEO	MUESTRA	PROF (m)	eo	σ´p (kg/cm2)	Cc	Cr	cv (cm/s2)
A5	4	2	0.4744	0.62	0.085	0.047	1.60E-03
A16	3	2	0.6371	1.05	0.154	0.024	4.35E-03
S4	2	3.5	0.6507	0.52	0.110	0.028	4.65E-03
S6	5	4.5	0.6399	0.70	0.156	0.025	4.65E-03
S8	3	2.5	0.6941	1.05	0.320	0.024	2.28E-03

Se observa que la mayor parte de las muestras tienen relaciones de vacíos cercanos a 0.65, valores de Cc alrededor de 0.15, y valores de Cr del orden de 0.025, por lo que se propone emplear los siguientes parámetros para todo el corredor:

Tabla 12. Parámetros de consolidación seleccionados

eo	σ´p (kg/cm2)	Cc	Cr	cv (cm/s2)
0.65	0.70	0.156	0.025	4.35E-03

Para efectos del cálculo de los asentamientos por consolidación se emplea una presión de contacto q de 35 kN/m2, teniendo en cuenta que las obras requeridas se cimentarán en condición parcialmente compensada y que la elevación final de los rellenos sobre las estructuras será como máximo de 1.0 m, esto de acuerdo con la propuesta de diseño geométrico.

Los resultados de los cálculos de los asentamientos inmediatos y por consolidación son los siguientes:

Tabla 13. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 1

BOX CULVERT 2.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	94.6
Ancho de Cimiento (m)	2.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	15,400

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
2.5	0.56	0.724	1.447
3.5	0.66	0.849	1.698
4.5	0.73	0.946	1.892
5.5	0.80	1.025	2.051
6.5	0.85	1.092	2.184
7.5	0.89	1.150	2.299
8.5	0.93	1.200	2.401
9.5	0.97	1.245	2.491
10.5	1.00	1.286	2.572
11.5	1.03	1.323	2.646
12.5	1.05	1.357	2.714

BOX CULVERT 3.00X1.50

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	92.6
Ancho de Cimiento (m)	3.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	15,400

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
3.5	0.56	0.992	1.984
4.5	0.63	1.120	2.240
5.5	0.69	1.225	2.450
6.5	0.74	1.314	2.629
7.5	0.79	1.392	2.784
8.5	0.83	1.460	2.920
9.5	0.86	1.521	3.043
10.5	0.89	1.577	3.153
11.5	0.92	1.627	3.254
12.5	0.95	1.673	3.346
13.5	0.97	1.716	3.432

BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	100.9
Ancho de Cimiento (m)	1.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	15,400

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
1.5	0.56	0.463	0.926
2.5	0.71	0.586	1.172
3.5	0.81	0.671	1.342
4.5	0.89	0.736	1.471
5.5	0.95	0.788	1.575
6.5	1.01	0.831	1.662
7.5	1.05	0.868	1.737
8.5	1.09	0.901	1.802
9.5	1.13	0.930	1.860
10.5	1.16	0.956	1.912
11.5	1.19	0.980	1.960

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 1 Box 2.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 1 - BOX 2.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	2.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	11		

St (m) 0.021

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.84	0.07	0.21
U = 25%	0.04909	5.27	0.44	0.53
U = 50%	0.19635	21.07	1.76	1.05
U = 75%	0.47672	51.16	4.26	1.58
U = 99%	1.78100	191.13	15.93	2.09

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.22	0.11	2.0	0.00	2.0	33.19	35.21	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00422
0.22	0.45	0.34	6.1	0.00	6.1	30.00	36.06	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00263
0.45	0.67	0.56	10.1	0.00	10.1	27.31	37.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00193
0.67	0.90	0.79	14.1	0.00	14.1	24.99	39.14	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00150
0.90	1.12	1.01	18.2	0.00	18.2	22.99	41.18	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00121
1.12	1.35	1.23	22.2	0.00	22.2	21.24	43.47	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00099
1.35	1.57	1.46	26.3	0.00	26.3	19.70	45.97	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00083
1.57	1.80	1.68	30.3	0.00	30.3	18.34	48.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00070
1.80	2.02	1.91	34.3	0.00	34.3	17.13	51.47	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00060
2.02	2.24	2.13	38.4	0.00	38.4	16.04	54.43	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00052
2.24	2.47	2.36	42.4	0.00	42.4	15.06	57.49	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00045
2.47	2.69	2.58	46.5	0.82	45.7	14.17	59.82	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00040
2.69	2.92	2.81	50.5	3.06	47.4	13.37	60.81	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00037
2.92	3.14	3.03	54.6	5.31	49.2	12.63	61.88	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00034
3.14	3.37	3.26	58.6	7.55	51.0	11.96	63.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00031
3.37	3.59	3.48	62.6	9.80	52.8	11.34	64.18	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00029
3.59	3.82	3.70	66.7	12.04	54.6	10.78	65.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00027
3.82	4.04	3.93	70.7	14.29	56.4	10.25	66.68	70.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
4.04	4.27	4.15	74.8	16.53	58.2	9.77	67.99	74.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
4.27	4.49	4.38	78.8	18.78	60.0	9.32	69.34	78.80	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
4.49	4.71	4.60	82.8	21.02	61.8	8.91	70.72	82.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
4.71	4.94	4.83	86.9	23.27	63.6	8.52	72.13	86.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
4.94	5.16	5.05	90.9	25.51	65.4	8.16	73.56	90.92	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
5.16	5.39	5.28	95.0	27.76	67.2	7.82	75.02	94.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
5.39	5.61	5.50	99.0	30.00	69.0	7.50	76.50	99.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
5.61	5.84	5.72	103.0	32.24	70.8	7.20	78.00	103.04	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
5.84	6.06	5.95	107.1	34.49	72.6	6.92	79.52	107.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
6.06	6.29	6.17	111.1	36.73	74.4	6.66	81.05	111.12	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
6.29	6.51	6.40	115.2	38.98	76.2	6.41	82.60	115.16	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
6.51	6.73	6.62	119.2	41.22	78.0	6.18	84.16	119.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
6.73	6.96	6.85	123.2	43.47	79.8	5.96	85.74	123.24	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
6.96	7.18	7.07	127.3	45.71	81.6	5.75	87.32	127.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
7.18	7.41	7.30	131.3	47.96	83.4	5.55	88.92	131.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
7.41	7.63	7.52	135.4	50.20	85.2	5.37	90.53	135.37	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
7.63	7.86	7.74	139.4	52.45	87.0	5.19	92.15	139.41	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
7.86	8.08	7.97	143.4	54.69	88.8	5.02	93.78	143.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
8.08	8.31	8.19	147.5	56.94	90.6	4.86	95.41	147.49	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
8.31	8.53	8.42	151.5	59.18	92.3	4.71	97.06	151.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
8.53	8.76	8.64	155.6	61.43	94.1	4.56	98.71	155.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
8.76	8.98	8.87	159.6	63.67	95.9	4.43	100.37	159.61	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
8.98	9.20	9.09	163.7	65.92	97.7	4.29	102.03	163.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
9.20	9.43	9.32	167.7	68.16	99.5	4.17	103.70	167.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
9.43	9.65	9.54	171.7	70.41	101.3	4.05	105.37	171.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
9.65	9.88	9.77	175.8	72.65	103.1	3.93	107.06	175.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
9.88	10.10	9.99	179.8	74.90	104.9	3.82	108.74	179.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
10.10	10.33	10.21	183.9	77.14	106.7	3.72	110.43	183.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
10.33	10.55	10.44	187.9	79.39	108.5	3.62	112.13	187.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
10.55	10.78	10.66	191.9	81.63	110.3	3.52	113.83	191.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
10.78	11.00	10.89	196.0	83.88	112.1	3.43	115.53	195.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 15. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 1 Box 3.0x1.5

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 1 - BOX 3.0 X1.5

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	3.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	13		

St (m) 0.023

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	1.18	0.10	0.23
U = 25%	0.04909	7.36	0.61	0.58
U = 50%	0.19635	29.43	2.45	1.16
U = 75%	0.47672	71.45	5.95	1.74
U = 99%	1.78100	266.95	22.25	2.30

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.27	0.13	2.4	0.00	2.4	33.35	35.74	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00472
0.27	0.53	0.40	7.2	0.00	7.2	30.42	37.58	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00289
0.53	0.80	0.66	11.9	0.00	11.9	27.88	39.82	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00210
0.80	1.06	0.93	16.7	0.00	16.7	25.67	42.39	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00162
1.06	1.33	1.19	21.5	0.00	21.5	23.74	45.23	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
1.33	1.59	1.46	26.3	0.00	26.3	22.02	48.29	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
1.59	1.86	1.72	31.0	0.00	31.0	20.50	51.54	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00089
1.86	2.12	1.99	35.8	0.00	35.8	19.14	54.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00075
2.12	2.39	2.26	40.6	0.00	40.6	17.92	58.51	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00064
2.39	2.65	2.52	45.4	0.20	45.2	16.82	61.98	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00055
2.65	2.92	2.79	50.1	2.86	47.3	15.82	63.10	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00050
2.92	3.18	3.05	54.9	5.51	49.4	14.91	64.32	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00046
3.18	3.45	3.32	59.7	8.16	51.5	14.08	65.61	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00042
3.45	3.71	3.58	64.5	10.82	53.7	13.32	66.98	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00039
3.71	3.98	3.85	69.2	13.47	55.8	12.63	68.40	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
3.98	4.24	4.11	74.0	16.12	57.9	11.99	69.88	74.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00033
4.24	4.51	4.38	78.8	18.78	60.0	11.39	71.41	78.80	0.65	0.0250	0.1560	0.00030
4.51	4.78	4.64	83.6	21.43	62.1	10.85	72.99	83.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
4.78	5.04	4.91	88.3	24.08	64.3	10.34	74.61	88.35	0.65	0.0250	0.1560	0.00026
5.04	5.31	5.17	93.1	26.73	66.4	9.87	76.26	93.12	0.65	0.0250	0.1560	0.00024
5.31	5.57	5.44	97.9	29.39	68.5	9.43	77.94	97.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
5.57	5.84	5.70	102.7	32.04	70.6	9.02	79.65	102.67	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
5.84	6.10	5.97	107.4	34.69	72.8	8.64	81.39	107.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
6.10	6.37	6.23	112.2	37.35	74.9	8.28	83.16	112.22	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
6.37	6.63	6.50	117.0	40.00	77.0	7.95	84.95	117.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
6.63	6.90	6.77	121.8	42.65	79.1	7.63	86.75	121.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
6.90	7.16	7.03	126.6	45.31	81.2	7.34	88.58	126.55	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
7.16	7.43	7.30	131.3	47.96	83.4	7.06	90.42	131.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
7.43	7.69	7.56	136.1	50.61	85.5	6.79	92.28	136.10	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
7.69	7.96	7.83	140.9	53.27	87.6	6.55	94.16	140.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
7.96	8.22	8.09	145.7	55.92	89.7	6.31	96.05	145.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
8.22	8.49	8.36	150.4	58.57	91.9	6.09	97.95	150.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
8.49	8.76	8.62	155.2	61.22	94.0	5.88	99.86	155.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
8.76	9.02	8.89	160.0	63.88	96.1	5.68	101.78	159.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
9.02	9.29	9.15	164.8	66.53	98.2	5.49	103.72	164.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
9.29	9.55	9.42	169.5	69.18	100.3	5.31	105.66	169.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
9.55	9.82	9.68	174.3	71.84	102.5	5.14	107.61	174.31	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
9.82	10.08	9.95	179.1	74.49	104.6	4.98	109.57	179.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.08	10.35	10.21	183.9	77.14	106.7	4.83	111.54	183.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.35	10.61	10.48	188.6	79.80	108.8	4.68	113.51	188.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
10.61	10.88	10.74	193.4	82.45	111.0	4.54	115.50	193.41	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
10.88	11.14	11.01	198.2	85.10	113.1	4.40	117.48	198.18	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.14	11.41	11.28	203.0	87.76	115.2	4.27	119.48	202.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
11.41	11.67	11.54	207.7	90.41	117.3	4.15	121.48	207.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
11.67	11.94	11.81	212.5	93.06	119.4	4.03	123.48	212.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
11.94	12.20	12.07	217.3	95.71	121.6	3.92	125.49	217.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.20	12.47	12.34	222.1	98.37	123.7	3.81	127.51	222.06	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
12.47	12.73	12.60	226.8	101.02	125.8	3.71	129.53	226.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
12.73	13.00	12.87	231.6	103.67	127.9	3.61	131.55	231.61	0.65	0.0250	0.1560	0.00005

Tabla 16. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 1 Box 1.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 1 - BOX 1.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	1.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	8		

St (m)	0.018

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.45	0.04	0.18
U = 25%	0.04909	2.79	0.23	0.45
U = 50%	0.19635	11.15	0.93	0.89
U = 75%	0.47672	27.06	2.25	1.34
U = 99%	1.78100	101.09	8.42	1.77

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.16	0.08	1.5	0.00	1.5	32.97	34.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00339
0.16	0.33	0.24	4.4	0.00	4.4	29.49	33.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00219
0.33	0.49	0.41	7.3	0.00	7.3	26.61	33.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
0.49	0.65	0.57	10.3	0.00	10.3	24.19	34.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
0.65	0.82	0.73	13.2	0.00	13.2	22.14	35.36	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
0.82	0.98	0.90	16.2	0.00	16.2	20.37	36.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00088
0.98	1.14	1.06	19.1	0.00	19.1	18.83	37.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
1.14	1.31	1.22	22.0	0.00	22.0	17.49	39.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00063
1.31	1.47	1.39	25.0	0.00	25.0	16.30	41.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
1.47	1.63	1.55	27.9	0.00	27.9	15.24	43.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
1.63	1.80	1.71	30.9	0.00	30.9	14.29	45.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00041
1.80	1.96	1.88	33.8	0.00	33.8	13.44	47.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
1.96	2.12	2.04	36.7	0.00	36.7	12.67	49.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
2.12	2.29	2.20	39.7	0.00	39.7	11.97	51.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
2.29	2.45	2.37	42.6	0.00	42.6	11.34	53.95	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
2.45	2.61	2.53	45.6	0.31	45.2	10.76	56.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
2.61	2.78	2.69	48.5	1.94	46.6	10.22	56.77	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
2.78	2.94	2.86	51.4	3.57	47.9	9.73	57.59	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
2.94	3.10	3.02	54.4	5.20	49.2	9.28	58.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
3.10	3.27	3.18	57.3	6.84	50.5	8.86	59.33	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
3.27	3.43	3.35	60.2	8.47	51.8	8.47	60.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
3.43	3.59	3.51	63.2	10.10	53.1	8.11	61.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
3.59	3.76	3.67	66.1	11.73	54.4	7.77	62.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
3.76	3.92	3.84	69.1	13.37	55.7	7.45	63.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
3.92	4.08	4.00	72.0	15.00	57.0	7.16	64.16	72.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
4.08	4.24	4.16	74.9	16.63	58.3	6.88	65.19	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
4.24	4.41	4.33	77.9	18.27	59.6	6.62	66.23	77.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.41	4.57	4.49	80.8	19.90	60.9	6.38	67.30	80.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.57	4.73	4.65	83.8	21.53	62.2	6.15	68.37	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.73	4.90	4.82	86.7	23.16	63.5	5.93	69.46	86.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.90	5.06	4.98	89.6	24.80	64.8	5.73	70.56	89.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.06	5.22	5.14	92.6	26.43	66.1	5.53	71.68	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.22	5.39	5.31	95.5	28.06	67.4	5.35	72.80	95.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.39	5.55	5.47	98.4	29.69	68.8	5.17	73.93	98.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.55	5.71	5.63	101.4	31.33	70.1	5.01	75.07	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.71	5.88	5.80	104.3	32.96	71.4	4.85	76.22	104.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.88	6.04	5.96	107.3	34.59	72.7	4.70	77.38	107.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
6.04	6.20	6.12	110.2	36.22	74.0	4.56	78.54	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.20	6.37	6.29	113.1	37.86	75.3	4.43	79.71	113.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.37	6.53	6.45	116.1	39.49	76.6	4.30	80.89	116.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.53	6.69	6.61	119.0	41.12	77.9	4.17	82.07	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.69	6.86	6.78	122.0	42.76	79.2	4.05	83.26	121.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
6.86	7.02	6.94	124.9	44.39	80.5	3.94	84.45	124.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.02	7.18	7.10	127.8	46.02	81.8	3.83	85.65	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.18	7.35	7.27	130.8	47.65	83.1	3.73	86.85	130.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.35	7.51	7.43	133.7	49.29	84.4	3.63	88.06	133.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.51	7.67	7.59	136.7	50.92	85.7	3.54	89.27	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.67	7.84	7.76	139.6	52.55	87.0	3.45	90.49	139.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.84	8.00	7.92	142.5	54.18	88.3	3.36	91.71	142.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 17. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 2

BOX CULVERT 1.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	87.6
Ancho de Cimiento (m)	1.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	13,200

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
1.5	0.56	0.469	0.938
2.5	0.71	0.594	1.188
3.5	0.81	0.680	1.360
4.5	0.89	0.745	1.491
5.5	0.95	0.798	1.596
6.5	1.01	0.842	1.684
7.5	1.05	0.880	1.760
8.5	1.09	0.913	1.826
9.5	1.13	0.943	1.885
10.5	1.16	0.969	1.938
11.5	1.19	0.993	1.986

BOX CULVERT 6.50X2.50

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	80.7
Ancho de Cimiento (m)	7.0
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	13,200

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
7.0	0.56	2.018	4.036
8.0	0.60	2.154	4.308
9.0	0.63	2.277	4.554
10.0	0.66	2.389	4.778
11.0	0.69	2.491	4.982
12.0	0.72	2.585	5.171
13.0	0.74	2.673	5.346
14.0	0.77	2.754	5.508
15.0	0.79	2.830	5.661
16.0	0.81	2.902	5.804
17.0	0.83	2.969	5.939

BOX CULVERT SEC. 4.00X2.50

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	80.1
Ancho de Cimiento (m)	4.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	13,200

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
4.5	0.56	1.288	2.575
5.5	0.62	1.419	2.839
6.5	0.67	1.532	3.064
7.5	0.71	1.630	3.261
8.5	0.75	1.718	3.435
9.5	0.78	1.796	3.591
10.5	0.81	1.867	3.733
11.5	0.84	1.931	3.863
12.5	0.87	1.991	3.982
13.5	0.89	2.046	4.092
14.5	0.91	2.097	4.195

BOX CULVERT SEC. 3.00X2.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	80.6
Ancho de Cimiento (m)	4.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	13,200

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
4.5	0.56	1.294	2.589
5.5	0.62	1.427	2.853
6.5	0.67	1.540	3.080
7.5	0.71	1.639	3.277
8.5	0.75	1.726	3.453
9.5	0.78	1.805	3.610
10.5	0.81	1.876	3.752
11.5	0.84	1.941	3.882
12.5	0.87	2.001	4.002
13.5	0.89	2.056	4.113
14.5	0.91	2.108	4.216

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 2 Box 1.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 2 - BOX 1.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	1.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	8		

St (m)	0.018

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.45	0.04	0.18
U = 25%	0.04909	2.79	0.23	0.45
U = 50%	0.19635	11.15	0.93	0.89
U = 75%	0.47672	27.06	2.25	1.34
U = 99%	1.78100	101.09	8.42	1.77

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.16	0.08	1.5	0.00	1.5	32.97	34.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00339
0.16	0.33	0.24	4.4	0.00	4.4	29.49	33.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00219
0.33	0.49	0.41	7.3	0.00	7.3	26.61	33.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
0.49	0.65	0.57	10.3	0.00	10.3	24.19	34.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
0.65	0.82	0.73	13.2	0.00	13.2	22.14	35.36	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
0.82	0.98	0.90	16.2	0.00	16.2	20.37	36.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00088
0.98	1.14	1.06	19.1	0.00	19.1	18.83	37.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
1.14	1.31	1.22	22.0	0.00	22.0	17.49	39.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00063
1.31	1.47	1.39	25.0	0.00	25.0	16.30	41.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
1.47	1.63	1.55	27.9	0.00	27.9	15.24	43.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
1.63	1.80	1.71	30.9	0.00	30.9	14.29	45.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00041
1.80	1.96	1.88	33.8	0.00	33.8	13.44	47.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
1.96	2.12	2.04	36.7	0.00	36.7	12.67	49.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
2.12	2.29	2.20	39.7	0.00	39.7	11.97	51.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
2.29	2.45	2.37	42.6	0.00	42.6	11.34	53.95	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
2.45	2.61	2.53	45.6	0.31	45.2	10.76	56.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
2.61	2.78	2.69	48.5	1.94	46.6	10.22	56.77	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
2.78	2.94	2.86	51.4	3.57	47.9	9.73	57.59	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
2.94	3.10	3.02	54.4	5.20	49.2	9.28	58.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
3.10	3.27	3.18	57.3	6.84	50.5	8.86	59.33	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
3.27	3.43	3.35	60.2	8.47	51.8	8.47	60.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
3.43	3.59	3.51	63.2	10.10	53.1	8.11	61.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
3.59	3.76	3.67	66.1	11.73	54.4	7.77	62.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
3.76	3.92	3.84	69.1	13.37	55.7	7.45	63.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
3.92	4.08	4.00	72.0	15.00	57.0	7.16	64.16	72.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
4.08	4.24	4.16	74.9	16.63	58.3	6.88	65.19	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
4.24	4.41	4.33	77.9	18.27	59.6	6.62	66.23	77.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.41	4.57	4.49	80.8	19.90	60.9	6.38	67.30	80.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.57	4.73	4.65	83.8	21.53	62.2	6.15	68.37	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.73	4.90	4.82	86.7	23.16	63.5	5.93	69.46	86.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.90	5.06	4.98	89.6	24.80	64.8	5.73	70.56	89.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.06	5.22	5.14	92.6	26.43	66.1	5.53	71.68	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.22	5.39	5.31	95.5	28.06	67.4	5.35	72.80	95.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.39	5.55	5.47	98.4	29.69	68.8	5.17	73.93	98.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.55	5.71	5.63	101.4	31.33	70.1	5.01	75.07	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.71	5.88	5.80	104.3	32.96	71.4	4.85	76.22	104.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.88	6.04	5.96	107.3	34.59	72.7	4.70	77.38	107.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
6.04	6.20	6.12	110.2	36.22	74.0	4.56	78.54	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.20	6.37	6.29	113.1	37.86	75.3	4.43	79.71	113.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.37	6.53	6.45	116.1	39.49	76.6	4.30	80.89	116.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.53	6.69	6.61	119.0	41.12	77.9	4.17	82.07	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.69	6.86	6.78	122.0	42.76	79.2	4.05	83.26	121.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
6.86	7.02	6.94	124.9	44.39	80.5	3.94	84.45	124.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.02	7.18	7.10	127.8	46.02	81.8	3.83	85.65	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.18	7.35	7.27	130.8	47.65	83.1	3.73	86.85	130.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.35	7.51	7.43	133.7	49.29	84.4	3.63	88.06	133.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.51	7.67	7.59	136.7	50.92	85.7	3.54	89.27	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.67	7.84	7.76	139.6	52.55	87.0	3.45	90.49	139.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.84	8.00	7.92	142.5	54.18	88.3	3.36	91.71	142.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 19. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 2 Box 6.5x2.5

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 2 - BOX 6.5 X2.5

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	7.0
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	20		

St (m)	0.037

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	2.79	0.23	0.37
U = 25%	0.04909	17.41	1.45	0.93
U = 50%	0.19635	69.66	5.80	1.86
U = 75%	0.47672	169.12	14.09	2.80
U = 99%	1.78100	631.83	52.65	3.69

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.41	0.20	3.7	0.00	3.7	33.44	37.11	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00621
0.41	0.82	0.61	11.0	0.00	11.0	30.62	41.64	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00357
0.82	1.22	1.02	18.4	0.00	18.4	28.15	46.52	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00250
1.22	1.63	1.43	25.7	0.00	25.7	25.98	51.69	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00188
1.63	2.04	1.84	33.1	0.00	33.1	24.04	57.11	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00147
2.04	2.45	2.24	40.4	0.00	40.4	22.32	62.73	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00118
2.45	2.86	2.65	47.8	1.53	46.2	20.79	67.01	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00100
2.86	3.27	3.06	55.1	5.61	49.5	19.40	68.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00089
3.27	3.67	3.47	62.4	9.69	52.8	18.15	70.91	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00572
3.67	4.08	3.88	69.8	13.78	56.0	17.02	73.04	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00505
4.08	4.49	4.29	77.1	17.86	59.3	16.00	75.28	77.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00064
4.49	4.90	4.69	84.5	21.94	62.6	15.06	77.61	84.49	0.65	0.0250	0.1560	0.00058
4.90	5.31	5.10	91.8	26.02	65.8	14.20	80.02	91.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00052
5.31	5.71	5.51	99.2	30.10	69.1	13.42	82.50	99.18	0.65	0.0250	0.1560	0.00048
5.71	6.12	5.92	106.5	34.18	72.3	12.70	85.05	106.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00043
6.12	6.53	6.33	113.9	38.27	75.6	12.04	87.65	113.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00040
6.53	6.94	6.73	121.2	42.35	78.9	11.43	90.30	121.22	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
6.94	7.35	7.14	128.6	46.43	82.1	10.86	93.00	128.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00033
7.35	7.76	7.55	135.9	50.51	85.4	10.33	95.74	135.92	0.65	0.0250	0.1560	0.00031
7.76	8.16	7.96	143.3	54.59	88.7	9.85	98.52	143.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
8.16	8.57	8.37	150.6	58.67	91.9	9.39	101.33	150.61	0.65	0.0250	0.1560	0.00026
8.57	8.98	8.78	158.0	62.76	95.2	8.97	104.17	157.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00024
8.98	9.39	9.18	165.3	66.84	98.5	8.58	107.05	165.31	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
9.39	9.80	9.59	172.7	70.92	101.7	8.21	109.94	172.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
9.80	10.20	10.00	180.0	75.00	105.0	7.86	112.86	180.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
10.20	10.61	10.41	187.3	79.08	108.3	7.54	115.80	187.35	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
10.61	11.02	10.82	194.7	83.16	111.5	7.23	118.76	194.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
11.02	11.43	11.22	202.0	87.24	114.8	6.95	121.74	202.04	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
11.43	11.84	11.63	209.4	91.33	118.1	6.68	124.74	209.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
11.84	12.24	12.04	216.7	95.41	121.3	6.42	127.75	216.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
12.24	12.65	12.45	224.1	99.49	124.6	6.18	130.77	224.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
12.65	13.06	12.86	231.4	103.57	127.9	5.96	133.81	231.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
13.06	13.47	13.27	238.8	107.65	131.1	5.74	136.86	238.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
13.47	13.88	13.67	246.1	111.73	134.4	5.54	139.93	246.12	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
13.88	14.29	14.08	253.5	115.82	137.7	5.35	143.00	253.47	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
14.29	14.69	14.49	260.8	119.90	140.9	5.16	146.08	260.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
14.69	15.10	14.90	268.2	123.98	144.2	4.99	149.18	268.16	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
15.10	15.51	15.31	275.5	128.06	147.4	4.83	152.28	275.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
15.51	15.92	15.71	282.9	132.14	150.7	4.67	155.38	282.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
15.92	16.33	16.12	290.2	136.22	154.0	4.52	158.50	290.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
16.33	16.73	16.53	297.6	140.31	157.2	4.38	161.62	297.55	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
16.73	17.14	16.94	304.9	144.39	160.5	4.24	164.75	304.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
17.14	17.55	17.35	312.2	148.47	163.8	4.11	167.89	312.24	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
17.55	17.96	17.76	319.6	152.55	167.0	3.99	171.03	319.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
17.96	18.37	18.16	326.9	156.63	170.3	3.87	174.18	326.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
18.37	18.78	18.57	334.3	160.71	173.6	3.76	177.33	334.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
18.78	19.18	18.98	341.6	164.80	176.8	3.65	180.49	341.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
19.18	19.59	19.39	349.0	168.88	180.1	3.55	183.65	348.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
19.59	20.00	19.80	356.3	172.96	183.4	3.45	186.82	356.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00005

Tabla 20. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 2 Box 4.0x2.5

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 2 - BOX 4.0 X2.5

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	4.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	16		

St (m)	0.025

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	1.78	0.15	0.25
U = 25%	0.04909	11.15	0.93	0.63
U = 50%	0.19635	44.58	3.72	1.25
U = 75%	0.47672	108.24	9.02	1.88
U = 99%	1.78100	404.37	33.70	2.48

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.33	0.16	2.9	0.00	2.9	33.32	36.26	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00540
0.33	0.65	0.49	8.8	0.00	8.8	30.33	39.14	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00320
0.65	0.98	0.82	14.7	0.00	14.7	27.74	42.43	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00228
0.98	1.31	1.14	20.6	0.00	20.6	25.48	46.06	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00173
1.31	1.63	1.47	26.4	0.00	26.4	23.51	49.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00137
1.63	1.96	1.80	32.3	0.00	32.3	21.76	54.09	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00111
1.96	2.29	2.12	38.2	0.00	38.2	20.21	58.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00091
2.29	2.61	2.45	44.1	0.00	44.1	18.82	62.91	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00076
2.61	2.94	2.78	50.0	2.76	47.2	17.58	64.79	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00068
2.94	3.27	3.10	55.8	6.02	49.8	16.46	66.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00061
3.27	3.59	3.43	61.7	9.29	52.4	15.45	67.88	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00055
3.59	3.92	3.76	67.6	12.55	55.0	14.53	69.57	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00050
3.92	4.24	4.08	73.5	15.82	57.7	13.69	71.35	73.47	0.65	0.0250	0.1560	0.00046
4.24	4.57	4.41	79.3	19.08	60.3	12.93	73.20	79.35	0.65	0.0250	0.1560	0.00042
4.57	4.90	4.73	85.2	22.35	62.9	12.23	75.11	85.22	0.65	0.0250	0.1560	0.00038
4.90	5.22	5.06	91.1	25.61	65.5	11.59	77.08	91.10	0.65	0.0250	0.1560	0.00035
5.22	5.55	5.39	97.0	28.88	68.1	10.99	79.10	96.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
5.55	5.88	5.71	102.9	32.14	70.7	10.45	81.16	102.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00030
5.88	6.20	6.04	108.7	35.41	73.3	9.94	83.27	108.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00027
6.20	6.53	6.37	114.6	38.67	75.9	9.47	85.41	114.61	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
6.53	6.86	6.69	120.5	41.94	78.6	9.03	87.58	120.49	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
6.86	7.18	7.02	126.4	45.20	81.2	8.63	89.79	126.37	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
7.18	7.51	7.35	132.2	48.47	83.8	8.25	92.02	132.24	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
7.51	7.84	7.67	138.1	51.73	86.4	7.89	94.28	138.12	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
7.84	8.16	8.00	144.0	55.00	89.0	7.56	96.56	144.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
8.16	8.49	8.33	149.9	58.27	91.6	7.25	98.86	149.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
8.49	8.82	8.65	155.8	61.53	94.2	6.96	101.18	155.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
8.82	9.14	8.98	161.6	64.80	96.8	6.68	103.52	161.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
9.14	9.47	9.31	167.5	68.06	99.4	6.43	105.87	167.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
9.47	9.80	9.63	173.4	71.33	102.1	6.18	108.24	173.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
9.80	10.12	9.96	179.3	74.59	104.7	5.95	110.63	179.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
10.12	10.45	10.29	185.1	77.86	107.3	5.74	113.02	185.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
10.45	10.78	10.61	191.0	81.12	109.9	5.53	115.43	191.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
10.78	11.10	10.94	196.9	84.39	112.5	5.34	117.85	196.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
11.10	11.43	11.27	202.8	87.65	115.1	5.15	120.28	202.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
11.43	11.76	11.59	208.7	90.92	117.7	4.98	122.71	208.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
11.76	12.08	11.92	214.5	94.18	120.3	4.81	125.16	214.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
12.08	12.41	12.24	220.4	97.45	123.0	4.66	127.61	220.41	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
12.41	12.73	12.57	226.3	100.71	125.6	4.51	130.08	226.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
12.73	13.06	12.90	232.2	103.98	128.2	4.36	132.55	232.16	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
13.06	13.39	13.22	238.0	107.24	130.8	4.23	135.02	238.04	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
13.39	13.71	13.55	243.9	110.51	133.4	4.10	137.51	243.92	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
13.71	14.04	13.88	249.8	113.78	136.0	3.97	139.99	249.80	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
14.04	14.37	14.20	255.7	117.04	138.6	3.86	142.49	255.67	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
14.37	14.69	14.53	261.6	120.31	141.2	3.74	144.99	261.55	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
14.69	15.02	14.86	267.4	123.57	143.9	3.64	147.49	267.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
15.02	15.35	15.18	273.3	126.84	146.5	3.53	150.00	273.31	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
15.35	15.67	15.51	279.2	130.10	149.1	3.43	152.51	279.18	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
15.67	16.00	15.84	285.1	133.37	151.7	3.34	155.03	285.06	0.65	0.0250	0.1560	0.00005

Tabla 21. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 2 Box 3.0x2.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 2 - BOX 3.0 X2.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	3.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	14		

St (m)	0.023

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	1.37	0.11	0.23
U = 25%	0.04909	8.53	0.71	0.58
U = 50%	0.19635	34.13	2.84	1.17
U = 75%	0.47672	82.87	6.91	1.75
U = 99%	1.78100	309.60	25.80	2.31

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ´v	Δq (kN/m2)	σ´v + Δq	σ´p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.29	0.14	2.6	0.00	2.6	33.23	35.80	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00495
0.29	0.57	0.43	7.7	0.00	7.7	30.11	37.82	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00299
0.57	0.86	0.71	12.9	0.00	12.9	27.43	40.29	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00215
0.86	1.14	1.00	18.0	0.00	18.0	25.13	43.13	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
1.14	1.43	1.29	23.1	0.00	23.1	23.12	46.26	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
1.43	1.71	1.57	28.3	0.00	28.3	21.36	49.64	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
1.71	2.00	1.86	33.4	0.00	33.4	19.80	53.23	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00087
2.00	2.29	2.14	38.6	0.00	38.6	18.42	56.99	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00073
2.29	2.57	2.43	43.7	0.00	43.7	17.18	60.90	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00062
2.57	2.86	2.71	48.9	2.14	46.7	16.08	62.79	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00056
2.86	3.14	3.00	54.0	5.00	49.0	15.08	64.08	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00050
3.14	3.43	3.29	59.1	7.86	51.3	14.17	65.46	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00046
3.43	3.71	3.57	64.3	10.71	53.6	13.35	66.92	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00042
3.71	4.00	3.86	69.4	13.57	55.9	12.60	68.46	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00038
4.00	4.29	4.14	74.6	16.43	58.1	11.91	70.06	74.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00035
4.29	4.57	4.43	79.7	19.29	60.4	11.29	71.71	79.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
4.57	4.86	4.71	84.9	22.14	62.7	10.71	73.42	84.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00030
4.86	5.14	5.00	90.0	25.00	65.0	10.17	75.17	90.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00027
5.14	5.43	5.29	95.1	27.86	67.3	9.68	76.97	95.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
5.43	5.71	5.57	100.3	30.71	69.6	9.22	78.79	100.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
5.71	6.00	5.86	105.4	33.57	71.9	8.80	80.65	105.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
6.00	6.29	6.14	110.6	36.43	74.1	8.40	82.55	110.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
6.29	6.57	6.43	115.7	39.29	76.4	8.03	84.46	115.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
6.57	6.86	6.71	120.9	42.14	78.7	7.69	86.40	120.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
6.86	7.14	7.00	126.0	45.00	81.0	7.37	88.37	126.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
7.14	7.43	7.29	131.1	47.86	83.3	7.07	90.35	131.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
7.43	7.71	7.57	136.3	50.71	85.6	6.78	92.36	136.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
7.71	8.00	7.86	141.4	53.57	87.9	6.52	94.38	141.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
8.00	8.29	8.14	146.6	56.43	90.1	6.27	96.41	146.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
8.29	8.57	8.43	151.7	59.29	92.4	6.03	98.46	151.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
8.57	8.86	8.71	156.9	62.14	94.7	5.81	100.52	156.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
8.86	9.14	9.00	162.0	65.00	97.0	5.60	102.60	162.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
9.14	9.43	9.29	167.1	67.86	99.3	5.40	104.69	167.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
9.43	9.71	9.57	172.3	70.71	101.6	5.21	106.78	172.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
9.71	10.00	9.86	177.4	73.57	103.9	5.04	108.89	177.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
10.00	10.29	10.14	182.6	76.43	106.1	4.87	111.01	182.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.29	10.57	10.43	187.7	79.29	108.4	4.71	113.13	187.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.57	10.86	10.71	192.9	82.14	110.7	4.55	115.27	192.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.86	11.14	11.00	198.0	85.00	113.0	4.41	117.41	198.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.14	11.43	11.29	203.1	87.86	115.3	4.27	119.56	203.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.43	11.71	11.57	208.3	90.71	117.6	4.14	121.71	208.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.71	12.00	11.86	213.4	93.57	119.9	4.01	123.87	213.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.00	12.29	12.14	218.6	96.43	122.1	3.89	126.04	218.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.29	12.57	12.43	223.7	99.29	124.4	3.78	128.21	223.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.57	12.86	12.71	228.9	102.14	126.7	3.67	130.38	228.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
12.86	13.14	13.00	234.0	105.00	129.0	3.56	132.56	234.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
13.14	13.43	13.29	239.1	107.86	131.3	3.46	134.75	239.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
13.43	13.71	13.57	244.3	110.71	133.6	3.37	136.94	244.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
13.71	14.00	13.86	249.4	113.57	135.9	3.28	139.13	249.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 22. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 3

BOX CULVERT 1.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	74.4
Ancho de Cimiento (m)	1.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	11,000

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
1.5	0.56	0.478	0.956
2.5	0.71	0.605	1.210
3.5	0.81	0.693	1.385
4.5	0.89	0.759	1.519
5.5	0.95	0.813	1.626
6.5	1.01	0.858	1.715
7.5	1.05	0.896	1.792
8.5	1.09	0.930	1.860
9.5	1.13	0.960	1.920
10.5	1.16	0.987	1.974
11.5	1.19	1.012	2.023

BOX CULVERT 3.00X3.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	68.5
Ancho de Cimiento (m)	3.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	11,000

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
3.5	0.56	1.027	2.054
4.5	0.63	1.159	2.318
5.5	0.69	1.268	2.536
6.5	0.74	1.360	2.721
7.5	0.79	1.441	2.881
8.5	0.83	1.511	3.023
9.5	0.86	1.575	3.149
10.5	0.89	1.632	3.263
11.5	0.92	1.684	3.368
12.5	0.95	1.732	3.464
13.5	0.97	1.776	3.552

BOX CULVERT 7.50X3.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	69.9
Ancho de Cimiento (m)	8.0
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	11,000

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
8.0	0.56	2.394	4.789
9.0	0.59	2.537	5.074
10.0	0.62	2.667	5.334
11.0	0.65	2.786	5.573
12.0	0.68	2.897	5.793
13.0	0.70	2.999	5.998
14.0	0.73	3.094	6.189
15.0	0.75	3.184	6.368
16.0	0.77	3.268	6.536
17.0	0.78	3.348	6.695
18.0	0.80	3.423	6.845

BOX CULVERT SEC. 8.00X3.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	69.8
Ancho de Cimiento (m)	8.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	11,000

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
8.5	0.56	2.541	5.082
9.5	0.59	2.684	5.368
10.5	0.62	2.815	5.629
11.5	0.65	2.935	5.871
12.5	0.67	3.047	6.095
13.5	0.70	3.152	6.303
14.5	0.72	3.249	6.498
15.5	0.74	3.341	6.681
16.5	0.76	3.427	6.854
17.5	0.77	3.509	7.017
18.5	0.79	3.586	7.172

BOX CULVERT SEC. 9.00X3.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	70.5
Ancho de Cimiento (m)	9.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	11,000

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
9.5	0.56	2.868	5.736
10.5	0.59	3.013	6.026
11.5	0.62	3.147	6.294
12.5	0.64	3.271	6.543
13.5	0.66	3.387	6.775
14.5	0.68	3.496	6.992
15.5	0.70	3.599	7.197
16.5	0.72	3.695	7.390
17.5	0.74	3.786	7.573
18.5	0.76	3.873	7.746
19.5	0.77	3.956	7.911

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 1.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 3 - BOX 1.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	1.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	8		

St (m) 0.018

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.45	0.04	0.18
U = 25%	0.04909	2.79	0.23	0.45
U = 50%	0.19635	11.15	0.93	0.89
U = 75%	0.47672	27.06	2.25	1.34
U = 99%	1.78100	101.09	8.42	1.77

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.16	0.08	1.5	0.00	1.5	32.97	34.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00339
0.16	0.33	0.24	4.4	0.00	4.4	29.49	33.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00219
0.33	0.49	0.41	7.3	0.00	7.3	26.61	33.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
0.49	0.65	0.57	10.3	0.00	10.3	24.19	34.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
0.65	0.82	0.73	13.2	0.00	13.2	22.14	35.36	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
0.82	0.98	0.90	16.2	0.00	16.2	20.37	36.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00088
0.98	1.14	1.06	19.1	0.00	19.1	18.83	37.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
1.14	1.31	1.22	22.0	0.00	22.0	17.49	39.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00063
1.31	1.47	1.39	25.0	0.00	25.0	16.30	41.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
1.47	1.63	1.55	27.9	0.00	27.9	15.24	43.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
1.63	1.80	1.71	30.9	0.00	30.9	14.29	45.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00041
1.80	1.96	1.88	33.8	0.00	33.8	13.44	47.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
1.96	2.12	2.04	36.7	0.00	36.7	12.67	49.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
2.12	2.29	2.20	39.7	0.00	39.7	11.97	51.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
2.29	2.45	2.37	42.6	0.00	42.6	11.34	53.95	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
2.45	2.61	2.53	45.6	0.31	45.2	10.76	56.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
2.61	2.78	2.69	48.5	1.94	46.6	10.22	56.77	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
2.78	2.94	2.86	51.4	3.57	47.9	9.73	57.59	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
2.94	3.10	3.02	54.4	5.20	49.2	9.28	58.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
3.10	3.27	3.18	57.3	6.84	50.5	8.86	59.33	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
3.27	3.43	3.35	60.2	8.47	51.8	8.47	60.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
3.43	3.59	3.51	63.2	10.10	53.1	8.11	61.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
3.59	3.76	3.67	66.1	11.73	54.4	7.77	62.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
3.76	3.92	3.84	69.1	13.37	55.7	7.45	63.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
3.92	4.08	4.00	72.0	15.00	57.0	7.16	64.16	72.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
4.08	4.24	4.16	74.9	16.63	58.3	6.88	65.19	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
4.24	4.41	4.33	77.9	18.27	59.6	6.62	66.23	77.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.41	4.57	4.49	80.8	19.90	60.9	6.38	67.30	80.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.57	4.73	4.65	83.8	21.53	62.2	6.15	68.37	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.73	4.90	4.82	86.7	23.16	63.5	5.93	69.46	86.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.90	5.06	4.98	89.6	24.80	64.8	5.73	70.56	89.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.06	5.22	5.14	92.6	26.43	66.1	5.53	71.68	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.22	5.39	5.31	95.5	28.06	67.4	5.35	72.80	95.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.39	5.55	5.47	98.4	29.69	68.8	5.17	73.93	98.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.55	5.71	5.63	101.4	31.33	70.1	5.01	75.07	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.71	5.88	5.80	104.3	32.96	71.4	4.85	76.22	104.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.88	6.04	5.96	107.3	34.59	72.7	4.70	77.38	107.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
6.04	6.20	6.12	110.2	36.22	74.0	4.56	78.54	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.20	6.37	6.29	113.1	37.86	75.3	4.43	79.71	113.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.37	6.53	6.45	116.1	39.49	76.6	4.30	80.89	116.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.53	6.69	6.61	119.0	41.12	77.9	4.17	82.07	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.69	6.86	6.78	122.0	42.76	79.2	4.05	83.26	121.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
6.86	7.02	6.94	124.9	44.39	80.5	3.94	84.45	124.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.02	7.18	7.10	127.8	46.02	81.8	3.83	85.65	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.18	7.35	7.27	130.8	47.65	83.1	3.73	86.85	130.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.35	7.51	7.43	133.7	49.29	84.4	3.63	88.06	133.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.51	7.67	7.59	136.7	50.92	85.7	3.54	89.27	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.67	7.84	7.76	139.6	52.55	87.0	3.45	90.49	139.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.84	8.00	7.92	142.5	54.18	88.3	3.36	91.71	142.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 24. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 1.0x1.0

Tabla 25. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 3.0x3.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 3 - BOX 3.0 X3.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	3.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	14		

St (m)	0.023

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	1.37	0.11	0.23
U = 25%	0.04909	8.53	0.71	0.58
U = 50%	0.19635	34.13	2.84	1.17
U = 75%	0.47672	82.87	6.91	1.75
U = 99%	1.78100	309.60	25.80	2.31

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.29	0.14	2.6	0.00	2.6	33.23	35.80	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00495
0.29	0.57	0.43	7.7	0.00	7.7	30.11	37.82	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00299
0.57	0.86	0.71	12.9	0.00	12.9	27.43	40.29	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00215
0.86	1.14	1.00	18.0	0.00	18.0	25.13	43.13	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
1.14	1.43	1.29	23.1	0.00	23.1	23.12	46.26	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
1.43	1.71	1.57	28.3	0.00	28.3	21.36	49.64	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
1.71	2.00	1.86	33.4	0.00	33.4	19.80	53.23	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00087
2.00	2.29	2.14	38.6	0.00	38.6	18.42	56.99	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00073
2.29	2.57	2.43	43.7	0.00	43.7	17.18	60.90	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00062
2.57	2.86	2.71	48.9	2.14	46.7	16.08	62.79	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00056
2.86	3.14	3.00	54.0	5.00	49.0	15.08	64.08	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00050
3.14	3.43	3.29	59.1	7.86	51.3	14.17	65.46	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00046
3.43	3.71	3.57	64.3	10.71	53.6	13.35	66.92	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00042
3.71	4.00	3.86	69.4	13.57	55.9	12.60	68.46	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00038
4.00	4.29	4.14	74.6	16.43	58.1	11.91	70.06	74.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00035
4.29	4.57	4.43	79.7	19.29	60.4	11.29	71.71	79.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
4.57	4.86	4.71	84.9	22.14	62.7	10.71	73.42	84.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00030
4.86	5.14	5.00	90.0	25.00	65.0	10.17	75.17	90.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00027
5.14	5.43	5.29	95.1	27.86	67.3	9.68	76.97	95.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
5.43	5.71	5.57	100.3	30.71	69.6	9.22	78.79	100.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
5.71	6.00	5.86	105.4	33.57	71.9	8.80	80.65	105.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
6.00	6.29	6.14	110.6	36.43	74.1	8.40	82.55	110.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
6.29	6.57	6.43	115.7	39.29	76.4	8.03	84.46	115.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
6.57	6.86	6.71	120.9	42.14	78.7	7.69	86.40	120.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
6.86	7.14	7.00	126.0	45.00	81.0	7.37	88.37	126.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
7.14	7.43	7.29	131.1	47.86	83.3	7.07	90.35	131.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
7.43	7.71	7.57	136.3	50.71	85.6	6.78	92.36	136.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
7.71	8.00	7.86	141.4	53.57	87.9	6.52	94.38	141.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
8.00	8.29	8.14	146.6	56.43	90.1	6.27	96.41	146.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
8.29	8.57	8.43	151.7	59.29	92.4	6.03	98.46	151.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
8.57	8.86	8.71	156.9	62.14	94.7	5.81	100.52	156.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
8.86	9.14	9.00	162.0	65.00	97.0	5.60	102.60	162.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
9.14	9.43	9.29	167.1	67.86	99.3	5.40	104.69	167.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
9.43	9.71	9.57	172.3	70.71	101.6	5.21	106.78	172.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
9.71	10.00	9.86	177.4	73.57	103.9	5.04	108.89	177.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
10.00	10.29	10.14	182.6	76.43	106.1	4.87	111.01	182.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.29	10.57	10.43	187.7	79.29	108.4	4.71	113.13	187.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.57	10.86	10.71	192.9	82.14	110.7	4.55	115.27	192.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.86	11.14	11.00	198.0	85.00	113.0	4.41	117.41	198.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.14	11.43	11.29	203.1	87.86	115.3	4.27	119.56	203.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.43	11.71	11.57	208.3	90.71	117.6	4.14	121.71	208.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.71	12.00	11.86	213.4	93.57	119.9	4.01	123.87	213.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.00	12.29	12.14	218.6	96.43	122.1	3.89	126.04	218.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.29	12.57	12.43	223.7	99.29	124.4	3.78	128.21	223.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.57	12.86	12.71	228.9	102.14	126.7	3.67	130.38	228.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
12.86	13.14	13.00	234.0	105.00	129.0	3.56	132.56	234.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
13.14	13.43	13.29	239.1	107.86	131.3	3.46	134.75	239.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
13.43	13.71	13.57	244.3	110.71	133.6	3.37	136.94	244.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
13.71	14.00	13.86	249.4	113.57	135.9	3.28	139.13	249.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 26. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 7.5x3.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 3 - BOX 7.5 X3.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	8.0
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	22		

St (m)	0.040

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	3.37	0.28	0.40
U = 25%	0.04909	21.07	1.76	0.99
U = 50%	0.19635	84.29	7.02	1.99
U = 75%	0.47672	204.64	17.05	2.98
U = 99%	1.78100	764.51	63.71	3.93

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.45	0.22	4.0	0.00	4.0	33.42	37.46	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00658
0.45	0.90	0.67	12.1	0.00	12.1	30.57	42.69	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00372
0.90	1.35	1.12	20.2	0.00	20.2	28.07	48.27	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00257
1.35	1.80	1.57	28.3	0.00	28.3	25.87	54.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00192
1.80	2.24	2.02	36.4	0.00	36.4	23.92	60.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00149
2.24	2.69	2.47	44.4	0.00	44.4	22.18	66.63	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00120
2.69	3.14	2.92	52.5	4.18	48.3	20.63	68.98	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00105
3.14	3.59	3.37	60.6	8.67	51.9	19.23	71.17	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00669
3.59	4.04	3.82	68.7	13.16	55.5	17.98	73.51	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00585
4.04	4.49	4.27	76.8	17.65	59.1	16.84	75.96	76.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
4.49	4.94	4.71	84.9	22.14	62.7	15.81	78.53	84.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00066
4.94	5.39	5.16	92.9	26.63	66.3	14.87	81.18	92.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00060
5.39	5.84	5.61	101.0	31.12	69.9	14.02	83.91	101.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
5.84	6.29	6.06	109.1	35.61	73.5	13.23	86.72	109.10	0.65	0.0250	0.1560	0.00049
6.29	6.73	6.51	117.2	40.10	77.1	12.51	89.59	117.18	0.65	0.0250	0.1560	0.00044
6.73	7.18	6.96	125.3	44.59	80.7	11.85	92.52	125.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00040
7.18	7.63	7.41	133.3	49.08	84.3	11.24	95.50	133.35	0.65	0.0250	0.1560	0.00037
7.63	8.08	7.86	141.4	53.57	87.9	10.67	98.53	141.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00034
8.08	8.53	8.31	149.5	58.06	91.4	10.15	101.60	149.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00031
8.53	8.98	8.76	157.6	62.55	95.0	9.66	104.70	157.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00029
8.98	9.43	9.20	165.7	67.04	98.6	9.21	107.84	165.67	0.65	0.0250	0.1560	0.00026
9.43	9.88	9.65	173.8	71.53	102.2	8.79	111.01	173.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00024
9.88	10.33	10.10	181.8	76.02	105.8	8.40	114.21	181.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
10.33	10.78	10.55	189.9	80.51	109.4	8.03	117.44	189.92	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
10.78	11.22	11.00	198.0	85.00	113.0	7.69	120.69	198.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
11.22	11.67	11.45	206.1	89.49	116.6	7.37	123.96	206.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
11.67	12.12	11.90	214.2	93.98	120.2	7.07	127.25	214.16	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
12.12	12.57	12.35	222.2	98.47	123.8	6.78	130.56	222.24	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
12.57	13.02	12.80	230.3	102.96	127.4	6.52	133.88	230.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
13.02	13.47	13.24	238.4	107.45	131.0	6.26	137.22	238.41	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
13.47	13.92	13.69	246.5	111.94	134.6	6.03	140.58	246.49	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
13.92	14.37	14.14	254.6	116.43	138.1	5.80	143.95	254.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
14.37	14.82	14.59	262.7	120.92	141.7	5.59	147.33	262.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
14.82	15.27	15.04	270.7	125.41	145.3	5.39	150.72	270.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
15.27	15.71	15.49	278.8	129.90	148.9	5.20	154.12	278.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
15.71	16.16	15.94	286.9	134.39	152.5	5.02	157.53	286.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
16.16	16.61	16.39	295.0	138.88	156.1	4.85	160.96	294.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
16.61	17.06	16.84	303.1	143.37	159.7	4.69	164.39	303.06	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
17.06	17.51	17.29	311.1	147.86	163.3	4.54	167.82	311.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
17.51	17.96	17.73	319.2	152.35	166.9	4.39	171.27	319.22	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
17.96	18.41	18.18	327.3	156.84	170.5	4.25	174.72	327.31	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
18.41	18.86	18.63	335.4	161.33	174.1	4.12	178.18	335.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
18.86	19.31	19.08	343.5	165.82	177.7	3.99	181.64	343.47	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
19.31	19.76	19.53	351.6	170.31	181.2	3.87	185.12	351.55	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
19.76	20.20	19.98	359.6	174.80	184.8	3.76	188.59	359.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
20.20	20.65	20.43	367.7	179.29	188.4	3.64	192.07	367.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
20.65	21.10	20.88	375.8	183.78	192.0	3.54	195.56	375.80	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
21.10	21.55	21.33	383.9	188.27	195.6	3.44	199.05	383.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
21.55	22.00	21.78	392.0	192.76	199.2	3.34	202.55	391.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005

Tabla 27. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 8.0x3.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 3 - BOX 8.0 X3.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	8.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	22		

St (m)	0.040

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	3.37	0.28	0.40
U = 25%	0.04909	21.07	1.76	1.01
U = 50%	0.19635	84.29	7.02	2.01
U = 75%	0.47672	204.64	17.05	3.02
U = 99%	1.78100	764.51	63.71	3.98

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.45	0.22	4.0	0.00	4.0	33.47	37.51	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00658
0.45	0.90	0.67	12.1	0.00	12.1	30.71	42.83	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00373
0.90	1.35	1.12	20.2	0.00	20.2	28.27	48.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00259
1.35	1.80	1.57	28.3	0.00	28.3	26.12	54.40	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00193
1.80	2.24	2.02	36.4	0.00	36.4	24.20	60.57	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00151
2.24	2.69	2.47	44.4	0.00	44.4	22.49	66.94	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00121
2.69	3.14	2.92	52.5	4.18	48.3	20.96	69.30	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
3.14	3.59	3.37	60.6	8.67	51.9	19.58	71.51	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00678
3.59	4.04	3.82	68.7	13.16	55.5	18.33	73.86	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00594
4.04	4.49	4.27	76.8	17.65	59.1	17.19	76.32	76.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00075
4.49	4.94	4.71	84.9	22.14	62.7	16.16	78.88	84.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00068
4.94	5.39	5.16	92.9	26.63	66.3	15.22	81.53	92.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00061
5.39	5.84	5.61	101.0	31.12	69.9	14.36	84.26	101.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00055
5.84	6.29	6.06	109.1	35.61	73.5	13.57	87.06	109.10	0.65	0.0250	0.1560	0.00050
6.29	6.73	6.51	117.2	40.10	77.1	12.85	89.93	117.18	0.65	0.0250	0.1560	0.00046
6.73	7.18	6.96	125.3	44.59	80.7	12.18	92.85	125.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00042
7.18	7.63	7.41	133.3	49.08	84.3	11.56	95.83	133.35	0.65	0.0250	0.1560	0.00038
7.63	8.08	7.86	141.4	53.57	87.9	10.99	98.85	141.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00035
8.08	8.53	8.31	149.5	58.06	91.4	10.46	101.91	149.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
8.53	8.98	8.76	157.6	62.55	95.0	9.97	105.01	157.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00029
8.98	9.43	9.20	165.7	67.04	98.6	9.51	108.14	165.67	0.65	0.0250	0.1560	0.00027
9.43	9.88	9.65	173.8	71.53	102.2	9.08	111.31	173.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
9.88	10.33	10.10	181.8	76.02	105.8	8.68	114.50	181.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
10.33	10.78	10.55	189.9	80.51	109.4	8.31	117.72	189.92	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
10.78	11.22	11.00	198.0	85.00	113.0	7.96	120.96	198.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
11.22	11.67	11.45	206.1	89.49	116.6	7.63	124.22	206.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
11.67	12.12	11.90	214.2	93.98	120.2	7.32	127.51	214.16	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
12.12	12.57	12.35	222.2	98.47	123.8	7.03	130.81	222.24	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
12.57	13.02	12.80	230.3	102.96	127.4	6.76	134.13	230.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
13.02	13.47	13.24	238.4	107.45	131.0	6.50	137.46	238.41	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
13.47	13.92	13.69	246.5	111.94	134.6	6.26	140.81	246.49	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
13.92	14.37	14.14	254.6	116.43	138.1	6.03	144.17	254.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
14.37	14.82	14.59	262.7	120.92	141.7	5.81	147.55	262.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
14.82	15.27	15.04	270.7	125.41	145.3	5.61	150.93	270.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
15.27	15.71	15.49	278.8	129.90	148.9	5.41	154.33	278.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
15.71	16.16	15.94	286.9	134.39	152.5	5.23	157.74	286.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
16.16	16.61	16.39	295.0	138.88	156.1	5.05	161.16	294.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
16.61	17.06	16.84	303.1	143.37	159.7	4.89	164.58	303.06	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
17.06	17.51	17.29	311.1	147.86	163.3	4.73	168.01	311.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
17.51	17.96	17.73	319.2	152.35	166.9	4.58	171.45	319.22	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
17.96	18.41	18.18	327.3	156.84	170.5	4.43	174.90	327.31	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
18.41	18.86	18.63	335.4	161.33	174.1	4.30	178.36	335.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
18.86	19.31	19.08	343.5	165.82	177.7	4.16	181.82	343.47	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
19.31	19.76	19.53	351.6	170.31	181.2	4.04	185.28	351.55	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
19.76	20.20	19.98	359.6	174.80	184.8	3.92	188.76	359.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
20.20	20.65	20.43	367.7	179.29	188.4	3.81	192.23	367.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
20.65	21.10	20.88	375.8	183.78	192.0	3.70	195.72	375.80	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
21.10	21.55	21.33	383.9	188.27	195.6	3.59	199.20	383.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
21.55	22.00	21.78	392.0	192.76	199.2	3.49	202.70	391.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005

Tabla 28. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 3 Box 9.0x3.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 3 - BOX 9.0 X3.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	9.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	24		

St (m)	0.048

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	4.01	0.33	0.48
U = 25%	0.04909	25.08	2.09	1.21
U = 50%	0.19635	100.31	8.36	2.41
U = 75%	0.47672	243.54	20.29	3.62
U = 99%	1.78100	909.83	75.82	4.78

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.49	0.24	4.4	0.00	4.4	33.44	37.85	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00693
0.49	0.98	0.73	13.2	0.00	13.2	30.61	43.84	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00386
0.98	1.47	1.22	22.0	0.00	22.0	28.13	50.17	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00265
1.47	1.96	1.71	30.9	0.00	30.9	25.94	56.80	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00197
1.96	2.45	2.20	39.7	0.00	39.7	24.00	63.67	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00152
2.45	2.94	2.69	48.5	1.94	46.6	22.27	68.82	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00126
2.94	3.43	3.18	57.3	6.84	50.5	20.72	71.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00797
3.43	3.92	3.67	66.1	11.73	54.4	19.32	73.71	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00693
3.92	4.41	4.16	74.9	16.63	58.3	18.07	76.37	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00624
4.41	4.90	4.65	83.8	21.53	62.2	16.93	79.15	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00078
4.90	5.39	5.14	92.6	26.43	66.1	15.90	82.04	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00069
5.39	5.88	5.63	101.4	31.33	70.1	14.95	85.01	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00062
5.88	6.37	6.12	110.2	36.22	74.0	14.09	88.07	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00056
6.37	6.86	6.61	119.0	41.12	77.9	13.31	91.20	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00051
6.86	7.35	7.10	127.8	46.02	81.8	12.58	94.40	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00046
7.35	7.84	7.59	136.7	50.92	85.7	11.92	97.65	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00042
7.84	8.33	8.08	145.5	55.82	89.7	11.30	100.95	145.47	0.65	0.0250	0.1560	0.00038
8.33	8.82	8.57	154.3	60.71	93.6	10.73	104.30	154.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00035
8.82	9.31	9.06	163.1	65.61	97.5	10.21	107.70	163.10	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
9.31	9.80	9.55	171.9	70.51	101.4	9.72	111.13	171.92	0.65	0.0250	0.1560	0.00029
9.80	10.29	10.04	180.7	75.41	105.3	9.26	114.59	180.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00027
10.29	10.78	10.53	189.6	80.31	109.2	8.84	118.09	189.55	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
10.78	11.27	11.02	198.4	85.20	113.2	8.45	121.61	198.37	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
11.27	11.76	11.51	207.2	90.10	117.1	8.08	125.16	207.18	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
11.76	12.24	12.00	216.0	95.00	121.0	7.73	128.73	216.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
12.24	12.73	12.49	224.8	99.90	124.9	7.41	132.33	224.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
12.73	13.22	12.98	233.6	104.80	128.8	7.11	135.94	233.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
13.22	13.71	13.47	242.4	109.69	132.8	6.82	139.58	242.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
13.71	14.20	13.96	251.3	114.59	136.7	6.55	143.23	251.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
14.20	14.69	14.45	260.1	119.49	140.6	6.30	146.89	260.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
14.69	15.18	14.94	268.9	124.39	144.5	6.06	150.57	268.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
15.18	15.67	15.43	277.7	129.29	148.4	5.84	154.26	277.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
15.67	16.16	15.92	286.5	134.18	152.3	5.62	157.97	286.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
16.16	16.65	16.41	295.3	139.08	156.3	5.42	161.69	295.35	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
16.65	17.14	16.90	304.2	143.98	160.2	5.23	165.41	304.16	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
17.14	17.63	17.39	313.0	148.88	164.1	5.05	169.15	312.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
17.63	18.12	17.88	321.8	153.78	168.0	4.88	172.90	321.80	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
18.12	18.61	18.37	330.6	158.67	171.9	4.71	176.65	330.61	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
18.61	19.10	18.86	339.4	163.57	175.9	4.56	180.42	339.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
19.10	19.59	19.35	348.2	168.47	179.8	4.41	184.19	348.24	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
19.59	20.08	19.84	357.1	173.37	183.7	4.27	187.97	357.06	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
20.08	20.57	20.33	365.9	178.27	187.6	4.14	191.75	365.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
20.57	21.06	20.82	374.7	183.16	191.5	4.01	195.54	374.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
21.06	21.55	21.31	383.5	188.06	195.4	3.89	199.34	383.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
21.55	22.04	21.80	392.3	192.96	199.4	3.77	203.14	392.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
22.04	22.53	22.29	401.1	197.86	203.3	3.66	206.95	401.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
22.53	23.02	22.78	410.0	202.76	207.2	3.55	210.76	409.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
23.02	23.51	23.27	418.8	207.65	211.1	3.45	214.58	418.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
23.51	24.00	23.76	427.6	212.55	215.0	3.36	218.40	427.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00005

Tabla 29. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 4

BOX CULVERT 1.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	127.3
Ancho de Cimiento (m)	1.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	19,800

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
1.5	0.56	0.455	0.909
2.5	0.71	0.576	1.151
3.5	0.81	0.659	1.318
4.5	0.89	0.722	1.445
5.5	0.95	0.773	1.547
6.5	1.01	0.816	1.632
7.5	1.05	0.853	1.705
8.5	1.09	0.885	1.770
9.5	1.13	0.913	1.827
10.5	1.16	0.939	1.878
11.5	1.19	0.962	1.925

BOX CULVERT 1.50X1.50

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	122.3
Ancho de Cimiento (m)	2.0
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	19,800

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
2.0	0.56	0.582	1.164
3.0	0.68	0.704	1.409
4.0	0.77	0.795	1.589
5.0	0.83	0.866	1.732
6.0	0.89	0.925	1.850
7.0	0.94	0.975	1.950
8.0	0.98	1.019	2.038
9.0	1.02	1.057	2.115
10.0	1.05	1.092	2.184
11.0	1.08	1.123	2.246
12.0	1.11	1.152	2.304

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 4 Box 1.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 4 - BOX 1.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	1.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	8		

St (m)	0.018

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.45	0.04	0.18
U = 25%	0.04909	2.79	0.23	0.45
U = 50%	0.19635	11.15	0.93	0.89
U = 75%	0.47672	27.06	2.25	1.34
U = 99%	1.78100	101.09	8.42	1.77

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ´v	Δq (kN/m2)	σ´v + Δq	σ´p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.16	0.08	1.5	0.00	1.5	32.97	34.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00339
0.16	0.33	0.24	4.4	0.00	4.4	29.49	33.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00219
0.33	0.49	0.41	7.3	0.00	7.3	26.61	33.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
0.49	0.65	0.57	10.3	0.00	10.3	24.19	34.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
0.65	0.82	0.73	13.2	0.00	13.2	22.14	35.36	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
0.82	0.98	0.90	16.2	0.00	16.2	20.37	36.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00088
0.98	1.14	1.06	19.1	0.00	19.1	18.83	37.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
1.14	1.31	1.22	22.0	0.00	22.0	17.49	39.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00063
1.31	1.47	1.39	25.0	0.00	25.0	16.30	41.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
1.47	1.63	1.55	27.9	0.00	27.9	15.24	43.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
1.63	1.80	1.71	30.9	0.00	30.9	14.29	45.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00041
1.80	1.96	1.88	33.8	0.00	33.8	13.44	47.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
1.96	2.12	2.04	36.7	0.00	36.7	12.67	49.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
2.12	2.29	2.20	39.7	0.00	39.7	11.97	51.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
2.29	2.45	2.37	42.6	0.00	42.6	11.34	53.95	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
2.45	2.61	2.53	45.6	0.31	45.2	10.76	56.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
2.61	2.78	2.69	48.5	1.94	46.6	10.22	56.77	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
2.78	2.94	2.86	51.4	3.57	47.9	9.73	57.59	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
2.94	3.10	3.02	54.4	5.20	49.2	9.28	58.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
3.10	3.27	3.18	57.3	6.84	50.5	8.86	59.33	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
3.27	3.43	3.35	60.2	8.47	51.8	8.47	60.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
3.43	3.59	3.51	63.2	10.10	53.1	8.11	61.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
3.59	3.76	3.67	66.1	11.73	54.4	7.77	62.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
3.76	3.92	3.84	69.1	13.37	55.7	7.45	63.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
3.92	4.08	4.00	72.0	15.00	57.0	7.16	64.16	72.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
4.08	4.24	4.16	74.9	16.63	58.3	6.88	65.19	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
4.24	4.41	4.33	77.9	18.27	59.6	6.62	66.23	77.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.41	4.57	4.49	80.8	19.90	60.9	6.38	67.30	80.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.57	4.73	4.65	83.8	21.53	62.2	6.15	68.37	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.73	4.90	4.82	86.7	23.16	63.5	5.93	69.46	86.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.90	5.06	4.98	89.6	24.80	64.8	5.73	70.56	89.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.06	5.22	5.14	92.6	26.43	66.1	5.53	71.68	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.22	5.39	5.31	95.5	28.06	67.4	5.35	72.80	95.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.39	5.55	5.47	98.4	29.69	68.8	5.17	73.93	98.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.55	5.71	5.63	101.4	31.33	70.1	5.01	75.07	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.71	5.88	5.80	104.3	32.96	71.4	4.85	76.22	104.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.88	6.04	5.96	107.3	34.59	72.7	4.70	77.38	107.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
6.04	6.20	6.12	110.2	36.22	74.0	4.56	78.54	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.20	6.37	6.29	113.1	37.86	75.3	4.43	79.71	113.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.37	6.53	6.45	116.1	39.49	76.6	4.30	80.89	116.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.53	6.69	6.61	119.0	41.12	77.9	4.17	82.07	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.69	6.86	6.78	122.0	42.76	79.2	4.05	83.26	121.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
6.86	7.02	6.94	124.9	44.39	80.5	3.94	84.45	124.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.02	7.18	7.10	127.8	46.02	81.8	3.83	85.65	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.18	7.35	7.27	130.8	47.65	83.1	3.73	86.85	130.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.35	7.51	7.43	133.7	49.29	84.4	3.63	88.06	133.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.51	7.67	7.59	136.7	50.92	85.7	3.54	89.27	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.67	7.84	7.76	139.6	52.55	87.0	3.45	90.49	139.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.84	8.00	7.92	142.5	54.18	88.3	3.36	91.71	142.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 31. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 4 Box 1.5x1.5

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 4 - BOX 1.5 X1.5

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	2.0
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	10		

St (m)	0.020

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.70	0.06	0.20
U = 25%	0.04909	4.35	0.36	0.49
U = 50%	0.19635	17.41	1.45	0.99
U = 75%	0.47672	42.28	3.52	1.48
U = 99%	1.78100	157.96	13.16	1.95

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.20	0.10	1.8	0.00	1.8	33.02	34.86	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00395
0.20	0.41	0.31	5.5	0.00	5.5	29.60	35.11	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00249
0.41	0.61	0.51	9.2	0.00	9.2	26.75	35.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00183
0.61	0.82	0.71	12.9	0.00	12.9	24.34	37.20	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00143
0.82	1.02	0.92	16.5	0.00	16.5	22.28	38.81	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00115
1.02	1.22	1.12	20.2	0.00	20.2	20.50	40.70	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00094
1.22	1.43	1.33	23.9	0.00	23.9	18.95	42.83	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00078
1.43	1.63	1.53	27.6	0.00	27.6	17.58	45.13	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00066
1.63	1.84	1.73	31.2	0.00	31.2	16.38	47.60	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00057
1.84	2.04	1.94	34.9	0.00	34.9	15.30	50.20	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00049
2.04	2.24	2.14	38.6	0.00	38.6	14.34	52.91	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00042
2.24	2.45	2.35	42.2	0.00	42.2	13.47	55.71	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00037
2.45	2.65	2.55	45.9	0.51	45.4	12.68	58.09	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00033
2.65	2.86	2.76	49.6	2.55	47.0	11.97	59.01	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00030
2.86	3.06	2.96	53.3	4.59	48.7	11.32	60.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
3.06	3.27	3.16	56.9	6.63	50.3	10.73	61.04	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00026
3.27	3.47	3.37	60.6	8.67	51.9	10.18	62.12	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00024
3.47	3.67	3.57	64.3	10.71	53.6	9.68	63.25	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
3.67	3.88	3.78	68.0	12.76	55.2	9.22	64.42	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
3.88	4.08	3.98	71.6	14.80	56.8	8.79	65.63	71.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
4.08	4.29	4.18	75.3	16.84	58.5	8.39	66.86	75.31	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
4.29	4.49	4.39	79.0	18.88	60.1	8.02	68.13	78.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
4.49	4.69	4.59	82.7	20.92	61.7	7.68	69.41	82.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
4.69	4.90	4.80	86.3	22.96	63.4	7.36	70.73	86.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
4.90	5.10	5.00	90.0	25.00	65.0	7.06	72.06	90.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
5.10	5.31	5.20	93.7	27.04	66.6	6.78	73.41	93.67	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
5.31	5.51	5.41	97.3	29.08	68.3	6.51	74.78	97.35	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
5.51	5.71	5.61	101.0	31.12	69.9	6.27	76.16	101.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
5.71	5.92	5.82	104.7	33.16	71.5	6.03	77.56	104.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
5.92	6.12	6.02	108.4	35.20	73.2	5.81	78.98	108.37	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
6.12	6.33	6.22	112.0	37.24	74.8	5.60	80.40	112.04	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
6.33	6.53	6.43	115.7	39.29	76.4	5.41	81.84	115.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
6.53	6.73	6.63	119.4	41.33	78.1	5.22	83.28	119.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
6.73	6.94	6.84	123.1	43.37	79.7	5.05	84.74	123.06	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
6.94	7.14	7.04	126.7	45.41	81.3	4.88	86.21	126.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
7.14	7.35	7.24	130.4	47.45	83.0	4.72	87.68	130.41	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
7.35	7.55	7.45	134.1	49.49	84.6	4.57	89.16	134.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
7.55	7.76	7.65	137.8	51.53	86.2	4.43	90.65	137.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
7.76	7.96	7.86	141.4	53.57	87.9	4.29	92.15	141.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
7.96	8.16	8.06	145.1	55.61	89.5	4.16	93.65	145.10	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
8.16	8.37	8.27	148.8	57.65	91.1	4.04	95.16	148.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
8.37	8.57	8.47	152.4	59.69	92.8	3.92	96.67	152.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
8.57	8.78	8.67	156.1	61.73	94.4	3.81	98.19	156.12	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
8.78	8.98	8.88	159.8	63.78	96.0	3.70	99.72	159.80	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
8.98	9.18	9.08	163.5	65.82	97.7	3.60	101.25	163.47	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
9.18	9.39	9.29	167.1	67.86	99.3	3.50	102.78	167.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
9.39	9.59	9.49	170.8	69.90	100.9	3.40	104.32	170.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
9.59	9.80	9.69	174.5	71.94	102.6	3.31	105.86	174.49	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
9.80	10.00	9.90	178.2	73.98	104.2	3.22	107.41	178.16	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 32. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 5

BOX CULVERT 1.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	180.3
Ancho de Cimiento (m)	1.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	28,600

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
1.5	0.56	0.446	0.892
2.5	0.71	0.564	1.129
3.5	0.81	0.646	1.292
4.5	0.89	0.708	1.417
5.5	0.95	0.758	1.517
6.5	1.01	0.800	1.600
7.5	1.05	0.836	1.672
8.5	1.09	0.868	1.735
9.5	1.13	0.896	1.791
10.5	1.16	0.921	1.841
11.5	1.19	0.944	1.887

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 5 Box 1.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 5 - BOX 1.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	1.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	8		

St (m)	0.018

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.45	0.04	0.18
U = 25%	0.04909	2.79	0.23	0.45
U = 50%	0.19635	11.15	0.93	0.89
U = 75%	0.47672	27.06	2.25	1.34
U = 99%	1.78100	101.09	8.42	1.77

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.16	0.08	1.5	0.00	1.5	32.97	34.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00339
0.16	0.33	0.24	4.4	0.00	4.4	29.49	33.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00219
0.33	0.49	0.41	7.3	0.00	7.3	26.61	33.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
0.49	0.65	0.57	10.3	0.00	10.3	24.19	34.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
0.65	0.82	0.73	13.2	0.00	13.2	22.14	35.36	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
0.82	0.98	0.90	16.2	0.00	16.2	20.37	36.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00088
0.98	1.14	1.06	19.1	0.00	19.1	18.83	37.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
1.14	1.31	1.22	22.0	0.00	22.0	17.49	39.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00063
1.31	1.47	1.39	25.0	0.00	25.0	16.30	41.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
1.47	1.63	1.55	27.9	0.00	27.9	15.24	43.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
1.63	1.80	1.71	30.9	0.00	30.9	14.29	45.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00041
1.80	1.96	1.88	33.8	0.00	33.8	13.44	47.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
1.96	2.12	2.04	36.7	0.00	36.7	12.67	49.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
2.12	2.29	2.20	39.7	0.00	39.7	11.97	51.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
2.29	2.45	2.37	42.6	0.00	42.6	11.34	53.95	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
2.45	2.61	2.53	45.6	0.31	45.2	10.76	56.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
2.61	2.78	2.69	48.5	1.94	46.6	10.22	56.77	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
2.78	2.94	2.86	51.4	3.57	47.9	9.73	57.59	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
2.94	3.10	3.02	54.4	5.20	49.2	9.28	58.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
3.10	3.27	3.18	57.3	6.84	50.5	8.86	59.33	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
3.27	3.43	3.35	60.2	8.47	51.8	8.47	60.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
3.43	3.59	3.51	63.2	10.10	53.1	8.11	61.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
3.59	3.76	3.67	66.1	11.73	54.4	7.77	62.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
3.76	3.92	3.84	69.1	13.37	55.7	7.45	63.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
3.92	4.08	4.00	72.0	15.00	57.0	7.16	64.16	72.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
4.08	4.24	4.16	74.9	16.63	58.3	6.88	65.19	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
4.24	4.41	4.33	77.9	18.27	59.6	6.62	66.23	77.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.41	4.57	4.49	80.8	19.90	60.9	6.38	67.30	80.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.57	4.73	4.65	83.8	21.53	62.2	6.15	68.37	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.73	4.90	4.82	86.7	23.16	63.5	5.93	69.46	86.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.90	5.06	4.98	89.6	24.80	64.8	5.73	70.56	89.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.06	5.22	5.14	92.6	26.43	66.1	5.53	71.68	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.22	5.39	5.31	95.5	28.06	67.4	5.35	72.80	95.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.39	5.55	5.47	98.4	29.69	68.8	5.17	73.93	98.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.55	5.71	5.63	101.4	31.33	70.1	5.01	75.07	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.71	5.88	5.80	104.3	32.96	71.4	4.85	76.22	104.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.88	6.04	5.96	107.3	34.59	72.7	4.70	77.38	107.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
6.04	6.20	6.12	110.2	36.22	74.0	4.56	78.54	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.20	6.37	6.29	113.1	37.86	75.3	4.43	79.71	113.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.37	6.53	6.45	116.1	39.49	76.6	4.30	80.89	116.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.53	6.69	6.61	119.0	41.12	77.9	4.17	82.07	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.69	6.86	6.78	122.0	42.76	79.2	4.05	83.26	121.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
6.86	7.02	6.94	124.9	44.39	80.5	3.94	84.45	124.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.02	7.18	7.10	127.8	46.02	81.8	3.83	85.65	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.18	7.35	7.27	130.8	47.65	83.1	3.73	86.85	130.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.35	7.51	7.43	133.7	49.29	84.4	3.63	88.06	133.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.51	7.67	7.59	136.7	50.92	85.7	3.54	89.27	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.67	7.84	7.76	139.6	52.55	87.0	3.45	90.49	139.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.84	8.00	7.92	142.5	54.18	88.3	3.36	91.71	142.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 34. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 6

BOX CULVERT 1.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	153.8
Ancho de Cimiento (m)	1.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	24,200

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
1.5	0.56	0.449	0.899
2.5	0.71	0.569	1.138
3.5	0.81	0.651	1.303
4.5	0.89	0.714	1.428
5.5	0.95	0.765	1.529
6.5	1.01	0.807	1.613
7.5	1.05	0.843	1.686
8.5	1.09	0.875	1.749
9.5	1.13	0.903	1.806
10.5	1.16	0.928	1.857
11.5	1.19	0.951	1.903

BOX CULVERT 1.50X1.50

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	167.7
Ancho de Cimiento (m)	2.0
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	24,200

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
2.0	0.56	0.653	1.306
3.0	0.68	0.790	1.580
4.0	0.77	0.891	1.783
5.0	0.83	0.972	1.943
6.0	0.89	1.038	2.075
7.0	0.94	1.094	2.188
8.0	0.98	1.143	2.286
9.0	1.02	1.186	2.372
10.0	1.05	1.225	2.450
11.0	1.08	1.260	2.520
12.0	1.11	1.292	2.584

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 6 Box 1.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 6 - BOX 1.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	1.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	8		

St (m) 0.018

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.45	0.04	0.18
U = 25%	0.04909	2.79	0.23	0.45
U = 50%	0.19635	11.15	0.93	0.89
U = 75%	0.47672	27.06	2.25	1.34
U = 99%	1.78100	101.09	8.42	1.77

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.16	0.08	1.5	0.00	1.5	32.97	34.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00339
0.16	0.33	0.24	4.4	0.00	4.4	29.49	33.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00219
0.33	0.49	0.41	7.3	0.00	7.3	26.61	33.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
0.49	0.65	0.57	10.3	0.00	10.3	24.19	34.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
0.65	0.82	0.73	13.2	0.00	13.2	22.14	35.36	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
0.82	0.98	0.90	16.2	0.00	16.2	20.37	36.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00088
0.98	1.14	1.06	19.1	0.00	19.1	18.83	37.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
1.14	1.31	1.22	22.0	0.00	22.0	17.49	39.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00063
1.31	1.47	1.39	25.0	0.00	25.0	16.30	41.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
1.47	1.63	1.55	27.9	0.00	27.9	15.24	43.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
1.63	1.80	1.71	30.9	0.00	30.9	14.29	45.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00041
1.80	1.96	1.88	33.8	0.00	33.8	13.44	47.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
1.96	2.12	2.04	36.7	0.00	36.7	12.67	49.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
2.12	2.29	2.20	39.7	0.00	39.7	11.97	51.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
2.29	2.45	2.37	42.6	0.00	42.6	11.34	53.95	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
2.45	2.61	2.53	45.6	0.31	45.2	10.76	56.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
2.61	2.78	2.69	48.5	1.94	46.6	10.22	56.77	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
2.78	2.94	2.86	51.4	3.57	47.9	9.73	57.59	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
2.94	3.10	3.02	54.4	5.20	49.2	9.28	58.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
3.10	3.27	3.18	57.3	6.84	50.5	8.86	59.33	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
3.27	3.43	3.35	60.2	8.47	51.8	8.47	60.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
3.43	3.59	3.51	63.2	10.10	53.1	8.11	61.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
3.59	3.76	3.67	66.1	11.73	54.4	7.77	62.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
3.76	3.92	3.84	69.1	13.37	55.7	7.45	63.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
3.92	4.08	4.00	72.0	15.00	57.0	7.16	64.16	72.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
4.08	4.24	4.16	74.9	16.63	58.3	6.88	65.19	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
4.24	4.41	4.33	77.9	18.27	59.6	6.62	66.23	77.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.41	4.57	4.49	80.8	19.90	60.9	6.38	67.30	80.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.57	4.73	4.65	83.8	21.53	62.2	6.15	68.37	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.73	4.90	4.82	86.7	23.16	63.5	5.93	69.46	86.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.90	5.06	4.98	89.6	24.80	64.8	5.73	70.56	89.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.06	5.22	5.14	92.6	26.43	66.1	5.53	71.68	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.22	5.39	5.31	95.5	28.06	67.4	5.35	72.80	95.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.39	5.55	5.47	98.4	29.69	68.8	5.17	73.93	98.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.55	5.71	5.63	101.4	31.33	70.1	5.01	75.07	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.71	5.88	5.80	104.3	32.96	71.4	4.85	76.22	104.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.88	6.04	5.96	107.3	34.59	72.7	4.70	77.38	107.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
6.04	6.20	6.12	110.2	36.22	74.0	4.56	78.54	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.20	6.37	6.29	113.1	37.86	75.3	4.43	79.71	113.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.37	6.53	6.45	116.1	39.49	76.6	4.30	80.89	116.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.53	6.69	6.61	119.0	41.12	77.9	4.17	82.07	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.69	6.86	6.78	122.0	42.76	79.2	4.05	83.26	121.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
6.86	7.02	6.94	124.9	44.39	80.5	3.94	84.45	124.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.02	7.18	7.10	127.8	46.02	81.8	3.83	85.65	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.18	7.35	7.27	130.8	47.65	83.1	3.73	86.85	130.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.35	7.51	7.43	133.7	49.29	84.4	3.63	88.06	133.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.51	7.67	7.59	136.7	50.92	85.7	3.54	89.27	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.67	7.84	7.76	139.6	52.55	87.0	3.45	90.49	139.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.84	8.00	7.92	142.5	54.18	88.3	3.36	91.71	142.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 36. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 6 Box 1.5x1.5

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 6 - BOX 1.5 X1.5

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	2.0
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	10		

St (m)	0.020

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.70	0.06	0.20
U = 25%	0.04909	4.35	0.36	0.49
U = 50%	0.19635	17.41	1.45	0.99
U = 75%	0.47672	42.28	3.52	1.48
U = 99%	1.78100	157.96	13.16	1.95

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.20	0.10	1.8	0.00	1.8	33.02	34.86	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00395
0.20	0.41	0.31	5.5	0.00	5.5	29.60	35.11	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00249
0.41	0.61	0.51	9.2	0.00	9.2	26.75	35.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00183
0.61	0.82	0.71	12.9	0.00	12.9	24.34	37.20	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00143
0.82	1.02	0.92	16.5	0.00	16.5	22.28	38.81	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00115
1.02	1.22	1.12	20.2	0.00	20.2	20.50	40.70	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00094
1.22	1.43	1.33	23.9	0.00	23.9	18.95	42.83	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00078
1.43	1.63	1.53	27.6	0.00	27.6	17.58	45.13	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00066
1.63	1.84	1.73	31.2	0.00	31.2	16.38	47.60	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00057
1.84	2.04	1.94	34.9	0.00	34.9	15.30	50.20	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00049
2.04	2.24	2.14	38.6	0.00	38.6	14.34	52.91	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00042
2.24	2.45	2.35	42.2	0.00	42.2	13.47	55.71	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00037
2.45	2.65	2.55	45.9	0.51	45.4	12.68	58.09	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00033
2.65	2.86	2.76	49.6	2.55	47.0	11.97	59.01	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00030
2.86	3.06	2.96	53.3	4.59	48.7	11.32	60.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
3.06	3.27	3.16	56.9	6.63	50.3	10.73	61.04	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00026
3.27	3.47	3.37	60.6	8.67	51.9	10.18	62.12	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00024
3.47	3.67	3.57	64.3	10.71	53.6	9.68	63.25	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
3.67	3.88	3.78	68.0	12.76	55.2	9.22	64.42	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
3.88	4.08	3.98	71.6	14.80	56.8	8.79	65.63	71.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
4.08	4.29	4.18	75.3	16.84	58.5	8.39	66.86	75.31	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
4.29	4.49	4.39	79.0	18.88	60.1	8.02	68.13	78.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
4.49	4.69	4.59	82.7	20.92	61.7	7.68	69.41	82.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
4.69	4.90	4.80	86.3	22.96	63.4	7.36	70.73	86.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
4.90	5.10	5.00	90.0	25.00	65.0	7.06	72.06	90.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
5.10	5.31	5.20	93.7	27.04	66.6	6.78	73.41	93.67	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
5.31	5.51	5.41	97.3	29.08	68.3	6.51	74.78	97.35	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
5.51	5.71	5.61	101.0	31.12	69.9	6.27	76.16	101.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
5.71	5.92	5.82	104.7	33.16	71.5	6.03	77.56	104.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
5.92	6.12	6.02	108.4	35.20	73.2	5.81	78.98	108.37	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
6.12	6.33	6.22	112.0	37.24	74.8	5.60	80.40	112.04	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
6.33	6.53	6.43	115.7	39.29	76.4	5.41	81.84	115.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
6.53	6.73	6.63	119.4	41.33	78.1	5.22	83.28	119.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
6.73	6.94	6.84	123.1	43.37	79.7	5.05	84.74	123.06	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
6.94	7.14	7.04	126.7	45.41	81.3	4.88	86.21	126.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
7.14	7.35	7.24	130.4	47.45	83.0	4.72	87.68	130.41	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
7.35	7.55	7.45	134.1	49.49	84.6	4.57	89.16	134.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
7.55	7.76	7.65	137.8	51.53	86.2	4.43	90.65	137.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
7.76	7.96	7.86	141.4	53.57	87.9	4.29	92.15	141.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
7.96	8.16	8.06	145.1	55.61	89.5	4.16	93.65	145.10	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
8.16	8.37	8.27	148.8	57.65	91.1	4.04	95.16	148.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
8.37	8.57	8.47	152.4	59.69	92.8	3.92	96.67	152.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
8.57	8.78	8.67	156.1	61.73	94.4	3.81	98.19	156.12	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
8.78	8.98	8.88	159.8	63.78	96.0	3.70	99.72	159.80	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
8.98	9.18	9.08	163.5	65.82	97.7	3.60	101.25	163.47	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
9.18	9.39	9.29	167.1	67.86	99.3	3.50	102.78	167.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
9.39	9.59	9.49	170.8	69.90	100.9	3.40	104.32	170.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
9.59	9.80	9.69	174.5	71.94	102.6	3.31	105.86	174.49	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
9.80	10.00	9.90	178.2	73.98	104.2	3.22	107.41	178.16	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 37. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 7

BOX CULVERT 1.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	309.2
Ancho de Cimiento (m)	1.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	50,000

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
1.5	0.56	0.437	0.874
2.5	0.71	0.554	1.107
3.5	0.81	0.634	1.268
4.5	0.89	0.695	1.389
5.5	0.95	0.744	1.487
6.5	1.01	0.785	1.570
7.5	1.05	0.820	1.640
8.5	1.09	0.851	1.702
9.5	1.13	0.878	1.757
10.5	1.16	0.903	1.806
11.5	1.19	0.926	1.851

BOX CULVERT 2.50X1.50

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	285.5
Ancho de Cimiento (m)	3.0
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	50,000

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
3.0	0.56	0.807	1.615
4.0	0.64	0.927	1.853
5.0	0.71	1.022	2.045
6.0	0.77	1.102	2.204
7.0	0.81	1.170	2.341
8.0	0.85	1.230	2.460
9.0	0.89	1.283	2.566
10.0	0.92	1.331	2.661
11.0	0.95	1.374	2.747
12.0	0.98	1.413	2.826
13.0	1.01	1.449	2.899

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 7 Box 1.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 7 - BOX 1.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	1.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	8		

St (m)	0.018

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.45	0.04	0.18
U = 25%	0.04909	2.79	0.23	0.45
U = 50%	0.19635	11.15	0.93	0.89
U = 75%	0.47672	27.06	2.25	1.34
U = 99%	1.78100	101.09	8.42	1.77

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.16	0.08	1.5	0.00	1.5	32.97	34.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00339
0.16	0.33	0.24	4.4	0.00	4.4	29.49	33.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00219
0.33	0.49	0.41	7.3	0.00	7.3	26.61	33.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
0.49	0.65	0.57	10.3	0.00	10.3	24.19	34.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
0.65	0.82	0.73	13.2	0.00	13.2	22.14	35.36	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
0.82	0.98	0.90	16.2	0.00	16.2	20.37	36.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00088
0.98	1.14	1.06	19.1	0.00	19.1	18.83	37.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
1.14	1.31	1.22	22.0	0.00	22.0	17.49	39.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00063
1.31	1.47	1.39	25.0	0.00	25.0	16.30	41.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
1.47	1.63	1.55	27.9	0.00	27.9	15.24	43.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
1.63	1.80	1.71	30.9	0.00	30.9	14.29	45.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00041
1.80	1.96	1.88	33.8	0.00	33.8	13.44	47.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
1.96	2.12	2.04	36.7	0.00	36.7	12.67	49.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
2.12	2.29	2.20	39.7	0.00	39.7	11.97	51.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
2.29	2.45	2.37	42.6	0.00	42.6	11.34	53.95	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
2.45	2.61	2.53	45.6	0.31	45.2	10.76	56.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
2.61	2.78	2.69	48.5	1.94	46.6	10.22	56.77	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
2.78	2.94	2.86	51.4	3.57	47.9	9.73	57.59	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
2.94	3.10	3.02	54.4	5.20	49.2	9.28	58.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
3.10	3.27	3.18	57.3	6.84	50.5	8.86	59.33	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
3.27	3.43	3.35	60.2	8.47	51.8	8.47	60.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
3.43	3.59	3.51	63.2	10.10	53.1	8.11	61.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
3.59	3.76	3.67	66.1	11.73	54.4	7.77	62.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
3.76	3.92	3.84	69.1	13.37	55.7	7.45	63.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
3.92	4.08	4.00	72.0	15.00	57.0	7.16	64.16	72.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
4.08	4.24	4.16	74.9	16.63	58.3	6.88	65.19	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
4.24	4.41	4.33	77.9	18.27	59.6	6.62	66.23	77.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.41	4.57	4.49	80.8	19.90	60.9	6.38	67.30	80.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.57	4.73	4.65	83.8	21.53	62.2	6.15	68.37	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.73	4.90	4.82	86.7	23.16	63.5	5.93	69.46	86.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.90	5.06	4.98	89.6	24.80	64.8	5.73	70.56	89.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.06	5.22	5.14	92.6	26.43	66.1	5.53	71.68	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.22	5.39	5.31	95.5	28.06	67.4	5.35	72.80	95.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.39	5.55	5.47	98.4	29.69	68.8	5.17	73.93	98.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.55	5.71	5.63	101.4	31.33	70.1	5.01	75.07	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.71	5.88	5.80	104.3	32.96	71.4	4.85	76.22	104.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.88	6.04	5.96	107.3	34.59	72.7	4.70	77.38	107.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
6.04	6.20	6.12	110.2	36.22	74.0	4.56	78.54	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.20	6.37	6.29	113.1	37.86	75.3	4.43	79.71	113.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.37	6.53	6.45	116.1	39.49	76.6	4.30	80.89	116.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.53	6.69	6.61	119.0	41.12	77.9	4.17	82.07	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.69	6.86	6.78	122.0	42.76	79.2	4.05	83.26	121.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
6.86	7.02	6.94	124.9	44.39	80.5	3.94	84.45	124.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.02	7.18	7.10	127.8	46.02	81.8	3.83	85.65	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.18	7.35	7.27	130.8	47.65	83.1	3.73	86.85	130.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.35	7.51	7.43	133.7	49.29	84.4	3.63	88.06	133.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.51	7.67	7.59	136.7	50.92	85.7	3.54	89.27	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.67	7.84	7.76	139.6	52.55	87.0	3.45	90.49	139.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.84	8.00	7.92	142.5	54.18	88.3	3.36	91.71	142.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 39. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 7 Box 2.5x1.5

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 7 - BOX 2.5 X1.5

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	3.0
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	13		

St (m)	0.022

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	1.18	0.10	0.22
U = 25%	0.04909	7.36	0.61	0.56
U = 50%	0.19635	29.43	2.45	1.12
U = 75%	0.47672	71.45	5.95	1.68
U = 99%	1.78100	266.95	22.25	2.21

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.27	0.13	2.4	0.00	2.4	33.15	35.54	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00471
0.27	0.53	0.40	7.2	0.00	7.2	29.91	37.07	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00287
0.53	0.80	0.66	11.9	0.00	11.9	27.16	39.10	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00207
0.80	1.06	0.93	16.7	0.00	16.7	24.81	41.52	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00159
1.06	1.33	1.19	21.5	0.00	21.5	22.77	44.26	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00126
1.33	1.59	1.46	26.3	0.00	26.3	20.99	47.26	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00103
1.59	1.86	1.72	31.0	0.00	31.0	19.43	50.47	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00085
1.86	2.12	1.99	35.8	0.00	35.8	18.05	53.87	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00071
2.12	2.39	2.26	40.6	0.00	40.6	16.82	57.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00061
2.39	2.65	2.52	45.4	0.20	45.2	15.72	60.88	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00052
2.65	2.92	2.79	50.1	2.86	47.3	14.73	62.01	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
2.92	3.18	3.05	54.9	5.51	49.4	13.83	63.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00043
3.18	3.45	3.32	59.7	8.16	51.5	13.02	64.55	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00039
3.45	3.71	3.58	64.5	10.82	53.7	12.29	65.94	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
3.71	3.98	3.85	69.2	13.47	55.8	11.61	67.39	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00033
3.98	4.24	4.11	74.0	16.12	57.9	11.00	68.89	74.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00030
4.24	4.51	4.38	78.8	18.78	60.0	10.43	70.45	78.80	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
4.51	4.78	4.64	83.6	21.43	62.1	9.91	72.05	83.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00026
4.78	5.04	4.91	88.3	24.08	64.3	9.42	73.69	88.35	0.65	0.0250	0.1560	0.00024
5.04	5.31	5.17	93.1	26.73	66.4	8.98	75.36	93.12	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
5.31	5.57	5.44	97.9	29.39	68.5	8.56	77.07	97.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
5.57	5.84	5.70	102.7	32.04	70.6	8.18	78.81	102.67	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
5.84	6.10	5.97	107.4	34.69	72.8	7.82	80.57	107.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
6.10	6.37	6.23	112.2	37.35	74.9	7.48	82.36	112.22	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
6.37	6.63	6.50	117.0	40.00	77.0	7.17	84.17	117.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
6.63	6.90	6.77	121.8	42.65	79.1	6.88	86.00	121.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
6.90	7.16	7.03	126.6	45.31	81.2	6.60	87.85	126.55	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
7.16	7.43	7.30	131.3	47.96	83.4	6.34	89.71	131.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
7.43	7.69	7.56	136.1	50.61	85.5	6.10	91.59	136.10	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
7.69	7.96	7.83	140.9	53.27	87.6	5.87	93.48	140.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
7.96	8.22	8.09	145.7	55.92	89.7	5.65	95.39	145.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
8.22	8.49	8.36	150.4	58.57	91.9	5.45	97.31	150.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
8.49	8.76	8.62	155.2	61.22	94.0	5.26	99.24	155.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
8.76	9.02	8.89	160.0	63.88	96.1	5.07	101.18	159.98	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
9.02	9.29	9.15	164.8	66.53	98.2	4.90	103.13	164.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
9.29	9.55	9.42	169.5	69.18	100.3	4.74	105.08	169.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
9.55	9.82	9.68	174.3	71.84	102.5	4.58	107.05	174.31	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
9.82	10.08	9.95	179.1	74.49	104.6	4.43	109.03	179.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
10.08	10.35	10.21	183.9	77.14	106.7	4.29	111.01	183.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
10.35	10.61	10.48	188.6	79.80	108.8	4.16	112.99	188.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
10.61	10.88	10.74	193.4	82.45	111.0	4.03	114.99	193.41	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
10.88	11.14	11.01	198.2	85.10	113.1	3.91	116.99	198.18	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
11.14	11.41	11.28	203.0	87.76	115.2	3.79	119.00	202.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
11.41	11.67	11.54	207.7	90.41	117.3	3.68	121.01	207.73	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
11.67	11.94	11.81	212.5	93.06	119.4	3.57	123.02	212.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
11.94	12.20	12.07	217.3	95.71	121.6	3.47	125.04	217.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
12.20	12.47	12.34	222.1	98.37	123.7	3.38	127.07	222.06	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
12.47	12.73	12.60	226.8	101.02	125.8	3.28	129.10	226.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
12.73	13.00	12.87	231.6	103.67	127.9	3.19	131.13	231.61	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 40. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 8

BOX CULVERT 3.00X2.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	153.0
Ancho de Cimiento (m)	3.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	26,400

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
3.5	0.56	0.956	1.912
4.5	0.63	1.079	2.158
5.5	0.69	1.180	2.361
6.5	0.74	1.266	2.533
7.5	0.79	1.341	2.682
8.5	0.83	1.407	2.814
9.5	0.86	1.466	2.932
10.5	0.89	1.519	3.038
11.5	0.92	1.568	3.135
12.5	0.95	1.612	3.225
13.5	0.97	1.654	3.307

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 8 Box 3.0x2.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 8 - BOX 3.0 X2.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	3.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	14		

St (m)	0.023

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	1.37	0.11	0.23
U = 25%	0.04909	8.53	0.71	0.58
U = 50%	0.19635	34.13	2.84	1.17
U = 75%	0.47672	82.87	6.91	1.75
U = 99%	1.78100	309.60	25.80	2.31

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.29	0.14	2.6	0.00	2.6	33.23	35.80	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00495
0.29	0.57	0.43	7.7	0.00	7.7	30.11	37.82	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00299
0.57	0.86	0.71	12.9	0.00	12.9	27.43	40.29	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00215
0.86	1.14	1.00	18.0	0.00	18.0	25.13	43.13	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
1.14	1.43	1.29	23.1	0.00	23.1	23.12	46.26	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
1.43	1.71	1.57	28.3	0.00	28.3	21.36	49.64	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
1.71	2.00	1.86	33.4	0.00	33.4	19.80	53.23	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00087
2.00	2.29	2.14	38.6	0.00	38.6	18.42	56.99	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00073
2.29	2.57	2.43	43.7	0.00	43.7	17.18	60.90	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00062
2.57	2.86	2.71	48.9	2.14	46.7	16.08	62.79	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00056
2.86	3.14	3.00	54.0	5.00	49.0	15.08	64.08	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00050
3.14	3.43	3.29	59.1	7.86	51.3	14.17	65.46	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00046
3.43	3.71	3.57	64.3	10.71	53.6	13.35	66.92	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00042
3.71	4.00	3.86	69.4	13.57	55.9	12.60	68.46	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00038
4.00	4.29	4.14	74.6	16.43	58.1	11.91	70.06	74.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00035
4.29	4.57	4.43	79.7	19.29	60.4	11.29	71.71	79.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
4.57	4.86	4.71	84.9	22.14	62.7	10.71	73.42	84.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00030
4.86	5.14	5.00	90.0	25.00	65.0	10.17	75.17	90.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00027
5.14	5.43	5.29	95.1	27.86	67.3	9.68	76.97	95.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
5.43	5.71	5.57	100.3	30.71	69.6	9.22	78.79	100.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
5.71	6.00	5.86	105.4	33.57	71.9	8.80	80.65	105.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00022
6.00	6.29	6.14	110.6	36.43	74.1	8.40	82.55	110.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
6.29	6.57	6.43	115.7	39.29	76.4	8.03	84.46	115.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
6.57	6.86	6.71	120.9	42.14	78.7	7.69	86.40	120.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00018
6.86	7.14	7.00	126.0	45.00	81.0	7.37	88.37	126.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
7.14	7.43	7.29	131.1	47.86	83.3	7.07	90.35	131.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
7.43	7.71	7.57	136.3	50.71	85.6	6.78	92.36	136.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
7.71	8.00	7.86	141.4	53.57	87.9	6.52	94.38	141.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
8.00	8.29	8.14	146.6	56.43	90.1	6.27	96.41	146.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
8.29	8.57	8.43	151.7	59.29	92.4	6.03	98.46	151.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
8.57	8.86	8.71	156.9	62.14	94.7	5.81	100.52	156.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
8.86	9.14	9.00	162.0	65.00	97.0	5.60	102.60	162.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
9.14	9.43	9.29	167.1	67.86	99.3	5.40	104.69	167.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
9.43	9.71	9.57	172.3	70.71	101.6	5.21	106.78	172.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
9.71	10.00	9.86	177.4	73.57	103.9	5.04	108.89	177.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
10.00	10.29	10.14	182.6	76.43	106.1	4.87	111.01	182.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.29	10.57	10.43	187.7	79.29	108.4	4.71	113.13	187.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.57	10.86	10.71	192.9	82.14	110.7	4.55	115.27	192.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
10.86	11.14	11.00	198.0	85.00	113.0	4.41	117.41	198.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.14	11.43	11.29	203.1	87.86	115.3	4.27	119.56	203.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.43	11.71	11.57	208.3	90.71	117.6	4.14	121.71	208.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
11.71	12.00	11.86	213.4	93.57	119.9	4.01	123.87	213.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.00	12.29	12.14	218.6	96.43	122.1	3.89	126.04	218.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.29	12.57	12.43	223.7	99.29	124.4	3.78	128.21	223.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
12.57	12.86	12.71	228.9	102.14	126.7	3.67	130.38	228.86	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
12.86	13.14	13.00	234.0	105.00	129.0	3.56	132.56	234.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
13.14	13.43	13.29	239.1	107.86	131.3	3.46	134.75	239.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
13.43	13.71	13.57	244.3	110.71	133.6	3.37	136.94	244.29	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
13.71	14.00	13.86	249.4	113.57	135.9	3.28	139.13	249.43	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 42. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 9

BOX CULVERT 1.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	114.1
Ancho de Cimiento (m)	1.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	17,600

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
1.5	0.56	0.458	0.917
2.5	0.71	0.580	1.161
3.5	0.81	0.664	1.329
4.5	0.89	0.728	1.456
5.5	0.95	0.780	1.559
6.5	1.01	0.823	1.645
7.5	1.05	0.860	1.719
8.5	1.09	0.892	1.784
9.5	1.13	0.921	1.841
10.5	1.16	0.947	1.893
11.5	1.19	0.970	1.940

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 9 Box 1.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 9 - BOX 1.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	1.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	8		

St (m)	0.018

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.45	0.04	0.18
U = 25%	0.04909	2.79	0.23	0.45
U = 50%	0.19635	11.15	0.93	0.89
U = 75%	0.47672	27.06	2.25	1.34
U = 99%	1.78100	101.09	8.42	1.77

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.16	0.08	1.5	0.00	1.5	32.97	34.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00339
0.16	0.33	0.24	4.4	0.00	4.4	29.49	33.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00219
0.33	0.49	0.41	7.3	0.00	7.3	26.61	33.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
0.49	0.65	0.57	10.3	0.00	10.3	24.19	34.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
0.65	0.82	0.73	13.2	0.00	13.2	22.14	35.36	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
0.82	0.98	0.90	16.2	0.00	16.2	20.37	36.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00088
0.98	1.14	1.06	19.1	0.00	19.1	18.83	37.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
1.14	1.31	1.22	22.0	0.00	22.0	17.49	39.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00063
1.31	1.47	1.39	25.0	0.00	25.0	16.30	41.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
1.47	1.63	1.55	27.9	0.00	27.9	15.24	43.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
1.63	1.80	1.71	30.9	0.00	30.9	14.29	45.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00041
1.80	1.96	1.88	33.8	0.00	33.8	13.44	47.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
1.96	2.12	2.04	36.7	0.00	36.7	12.67	49.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
2.12	2.29	2.20	39.7	0.00	39.7	11.97	51.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
2.29	2.45	2.37	42.6	0.00	42.6	11.34	53.95	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
2.45	2.61	2.53	45.6	0.31	45.2	10.76	56.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
2.61	2.78	2.69	48.5	1.94	46.6	10.22	56.77	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
2.78	2.94	2.86	51.4	3.57	47.9	9.73	57.59	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
2.94	3.10	3.02	54.4	5.20	49.2	9.28	58.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
3.10	3.27	3.18	57.3	6.84	50.5	8.86	59.33	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
3.27	3.43	3.35	60.2	8.47	51.8	8.47	60.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
3.43	3.59	3.51	63.2	10.10	53.1	8.11	61.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
3.59	3.76	3.67	66.1	11.73	54.4	7.77	62.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
3.76	3.92	3.84	69.1	13.37	55.7	7.45	63.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
3.92	4.08	4.00	72.0	15.00	57.0	7.16	64.16	72.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
4.08	4.24	4.16	74.9	16.63	58.3	6.88	65.19	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
4.24	4.41	4.33	77.9	18.27	59.6	6.62	66.23	77.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.41	4.57	4.49	80.8	19.90	60.9	6.38	67.30	80.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.57	4.73	4.65	83.8	21.53	62.2	6.15	68.37	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.73	4.90	4.82	86.7	23.16	63.5	5.93	69.46	86.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.90	5.06	4.98	89.6	24.80	64.8	5.73	70.56	89.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.06	5.22	5.14	92.6	26.43	66.1	5.53	71.68	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.22	5.39	5.31	95.5	28.06	67.4	5.35	72.80	95.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.39	5.55	5.47	98.4	29.69	68.8	5.17	73.93	98.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.55	5.71	5.63	101.4	31.33	70.1	5.01	75.07	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.71	5.88	5.80	104.3	32.96	71.4	4.85	76.22	104.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.88	6.04	5.96	107.3	34.59	72.7	4.70	77.38	107.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
6.04	6.20	6.12	110.2	36.22	74.0	4.56	78.54	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.20	6.37	6.29	113.1	37.86	75.3	4.43	79.71	113.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.37	6.53	6.45	116.1	39.49	76.6	4.30	80.89	116.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.53	6.69	6.61	119.0	41.12	77.9	4.17	82.07	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.69	6.86	6.78	122.0	42.76	79.2	4.05	83.26	121.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
6.86	7.02	6.94	124.9	44.39	80.5	3.94	84.45	124.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.02	7.18	7.10	127.8	46.02	81.8	3.83	85.65	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.18	7.35	7.27	130.8	47.65	83.1	3.73	86.85	130.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.35	7.51	7.43	133.7	49.29	84.4	3.63	88.06	133.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.51	7.67	7.59	136.7	50.92	85.7	3.54	89.27	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.67	7.84	7.76	139.6	52.55	87.0	3.45	90.49	139.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.84	8.00	7.92	142.5	54.18	88.3	3.36	91.71	142.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

Tabla 44. Cálculo de asentamientos inmediatos – Zona 10

BOX CULVERT 1.00X1.00

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Esfuerzo de Contacto (kN/m2)	309.2
Ancho de Cimiento (m)	1.5
Relación de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad (kN/m2)	50,000

Longitud (m)	Iw	$S_{esquina}$ (cm)	S_{centro} (cm)
1.5	0.56	0.437	0.874
2.5	0.71	0.554	1.107
3.5	0.81	0.634	1.268
4.5	0.89	0.695	1.389
5.5	0.95	0.744	1.487
6.5	1.01	0.785	1.570
7.5	1.05	0.820	1.640
8.5	1.09	0.851	1.702
9.5	1.13	0.878	1.757
10.5	1.16	0.903	1.806
11.5	1.19	0.926	1.851

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45. Cálculo de asentamientos por consolidación – Zona 20 Box 1.0x1.0

VÍAS RURALES EN LA CIUDAD DE MONTERÍA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN: ZONA 10 - BOX 1.0 X1.0

Peso Unitario del Suelo (kN/m3)	18.0	Ancho (m)	1.5
Profundidad del Nivel Freático (m)	2.50	Longitud (m)	12.0
Presión de Contacto (kN/m2)	35	cv (cm2/s)	4.35E-03
H (m)	8		

St (m)	0.018

	Tv	t (meses)	t (años)	S (cm)
U = 10%	0.00785	0.45	0.04	0.18
U = 25%	0.04909	2.79	0.23	0.45
U = 50%	0.19635	11.15	0.93	0.89
U = 75%	0.47672	27.06	2.25	1.34
U = 99%	1.78100	101.09	8.42	1.77

PROFUNDIDAD (m)			σv	u	σ'v	Δq (kN/m2)	σ'v + Δq	σ'p	eo	Cr	Cc	Sc
DESDE	HASTA	MEDIA	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)	(kN/m2)				(m)
0.00	0.16	0.08	1.5	0.00	1.5	32.97	34.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00339
0.16	0.33	0.24	4.4	0.00	4.4	29.49	33.89	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00219
0.33	0.49	0.41	7.3	0.00	7.3	26.61	33.96	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00164
0.49	0.65	0.57	10.3	0.00	10.3	24.19	34.48	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00130
0.65	0.82	0.73	13.2	0.00	13.2	22.14	35.36	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00106
0.82	0.98	0.90	16.2	0.00	16.2	20.37	36.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00088
0.98	1.14	1.06	19.1	0.00	19.1	18.83	37.93	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00074
1.14	1.31	1.22	22.0	0.00	22.0	17.49	39.53	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00063
1.31	1.47	1.39	25.0	0.00	25.0	16.30	41.28	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00054
1.47	1.63	1.55	27.9	0.00	27.9	15.24	43.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00047
1.63	1.80	1.71	30.9	0.00	30.9	14.29	45.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00041
1.80	1.96	1.88	33.8	0.00	33.8	13.44	47.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00036
1.96	2.12	2.04	36.7	0.00	36.7	12.67	49.41	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00032
2.12	2.29	2.20	39.7	0.00	39.7	11.97	51.65	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00028
2.29	2.45	2.37	42.6	0.00	42.6	11.34	53.95	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00025
2.45	2.61	2.53	45.6	0.31	45.2	10.76	56.00	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00023
2.61	2.78	2.69	48.5	1.94	46.6	10.22	56.77	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00021
2.78	2.94	2.86	51.4	3.57	47.9	9.73	57.59	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00020
2.94	3.10	3.02	54.4	5.20	49.2	9.28	58.44	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00019
3.10	3.27	3.18	57.3	6.84	50.5	8.86	59.33	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00017
3.27	3.43	3.35	60.2	8.47	51.8	8.47	60.24	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00016
3.43	3.59	3.51	63.2	10.10	53.1	8.11	61.19	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00015
3.59	3.76	3.67	66.1	11.73	54.4	7.77	62.16	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00014
3.76	3.92	3.84	69.1	13.37	55.7	7.45	63.15	70.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
3.92	4.08	4.00	72.0	15.00	57.0	7.16	64.16	72.00	0.65	0.0250	0.1560	0.00013
4.08	4.24	4.16	74.9	16.63	58.3	6.88	65.19	74.94	0.65	0.0250	0.1560	0.00012
4.24	4.41	4.33	77.9	18.27	59.6	6.62	66.23	77.88	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.41	4.57	4.49	80.8	19.90	60.9	6.38	67.30	80.82	0.65	0.0250	0.1560	0.00011
4.57	4.73	4.65	83.8	21.53	62.2	6.15	68.37	83.76	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.73	4.90	4.82	86.7	23.16	63.5	5.93	69.46	86.69	0.65	0.0250	0.1560	0.00010
4.90	5.06	4.98	89.6	24.80	64.8	5.73	70.56	89.63	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.06	5.22	5.14	92.6	26.43	66.1	5.53	71.68	92.57	0.65	0.0250	0.1560	0.00009
5.22	5.39	5.31	95.5	28.06	67.4	5.35	72.80	95.51	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.39	5.55	5.47	98.4	29.69	68.8	5.17	73.93	98.45	0.65	0.0250	0.1560	0.00008
5.55	5.71	5.63	101.4	31.33	70.1	5.01	75.07	101.39	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.71	5.88	5.80	104.3	32.96	71.4	4.85	76.22	104.33	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
5.88	6.04	5.96	107.3	34.59	72.7	4.70	77.38	107.27	0.65	0.0250	0.1560	0.00007
6.04	6.20	6.12	110.2	36.22	74.0	4.56	78.54	110.20	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.20	6.37	6.29	113.1	37.86	75.3	4.43	79.71	113.14	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.37	6.53	6.45	116.1	39.49	76.6	4.30	80.89	116.08	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.53	6.69	6.61	119.0	41.12	77.9	4.17	82.07	119.02	0.65	0.0250	0.1560	0.00006
6.69	6.86	6.78	122.0	42.76	79.2	4.05	83.26	121.96	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
6.86	7.02	6.94	124.9	44.39	80.5	3.94	84.45	124.90	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.02	7.18	7.10	127.8	46.02	81.8	3.83	85.65	127.84	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.18	7.35	7.27	130.8	47.65	83.1	3.73	86.85	130.78	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.35	7.51	7.43	133.7	49.29	84.4	3.63	88.06	133.71	0.65	0.0250	0.1560	0.00005
7.51	7.67	7.59	136.7	50.92	85.7	3.54	89.27	136.65	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.67	7.84	7.76	139.6	52.55	87.0	3.45	90.49	139.59	0.65	0.0250	0.1560	0.00004
7.84	8.00	7.92	142.5	54.18	88.3	3.36	91.71	142.53	0.65	0.0250	0.1560	0.00004

El resumen de resultados de Capacidad Portante y de Asentamientos para cada una de las obras hidráulicas requeridas es el siguiente:

Tabla 46. Resultados de los análisis de capacidad portante y asentamientos por estructuras

INVENTARIO DE OBRAS HIDRAULICAS EXISTENTES VIA MARTINICA - LETICIA – LA VORÁGINE						
N°	SECTOR	ABSCISA	ESTRUCTURA	q_{adm} (kPa)	S_{centro} (cm)	Sc (cm)
1	1	0+880	BOX CULVERT 2.00X1.00	94.57	2.572	2.10
2		0+935	BOX CULVERT 2.00X1.00	94.57	2.572	2.10
3		0+981	BOX CULVERT 3.00X1.50	92.63	3.153	2.30
5		1+390	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	100.85	1.912	1.80
6		1+700	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)	100.85	1.912	1.80
7		2+000	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)	100.85	1.912	1.80
8	2	2+300	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)	87.6	1.938	1.80
9		2+650	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)	87.6	1.938	1.80
10		2+950	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (VASO COMUNICANTE)	87.6	1.938	1.80
11		3+259	POR BOX CULVERT SEC. 6.50 X 2.50	80.73	4.77	3.70
12		3+268	BOX CULVERT SEC. 4.00 X 2.50	80.14	3.73	2.50
13		3+825	BOX CULVERT SEC. 3.00X2.00	80.55	3.752	2.30
14	3	4+130	BOX CULVERT SEC. **3.00X3.00**	68.48	3.263	2.30
15		4+180	BOX CULVERT SEC. 7.50X3.0 DOBLE	69.85	5.334	4.0
16		4+200		69.85	5.334	4.0
17		5+290	BOX CULVERT SEC. 8.00 X 3.00 TRIPLE K5+310	69.77	5.62	4.0
18		5+320		69.77	5.62	4.0
19		5+540	BOX CULVERT SEC. 9.00X3.00	70.46	6.026	4.8
20		5+850	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	74.35	1.974	1.8
21	4	6+015	BOX CULVERT SEC. 1.50X1.50	122.29	2.184	2.0
22		6+350	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)	127.34	1.878	1.8
23		6+550	CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)	127.34	1.878	1.8
24		6+850	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)	127.34	1.878	1.8
25		7+080	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)	127.34	1.878	1.8
26		7+767	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)	127.34	1.878	1.8
27	5	7+925	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	180.34	1.841	1.8
28		8+400	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00 (ALIVIADERO)	180.34	1.841	1.8
29		8+668	BOX CULVERT SEC. 1.00 X 1.00 K8+669	180.34	1.841	1.8
30		8+670		180.34	1.841	1.8
31		8+925	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	180.34	1.841	1.8
32		9+010	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	180.34	1.841	1.8
33		9+250	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	180.34	1.841	1.8
34		9+467	SE REEMPLAZA POR BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	180.34	1.841	1.8
35		9+640	OBRA NUEVA BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	180.34	1.841	1.8
38	6	10+050	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	153.84	1.857	1.8
39		10+068	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	153.84	1.857	1.8
40		10+491	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	153.84	1.857	1.8

41		11+210	BOX CULVERT SEC. 1.50X1.50	147.67	2.45	2.0
42		11+580	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	153.84	1.857	1.8
43		11+950	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	153.84	1.857	1.8
44		12+210	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	153.84	1.857	1.8
45		12+350	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	153.84	1.857	1.8
46		12+480	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	153.84	1.857	1.8
48		13+000	BOX CULVERT SEC. 1.00X1.00	309.22	1.806	1.8
49	7	13+325	BOX CULVERT SEC. 2.50X1.00	285.54	2.661	2.2
50		13+420	BOX CULVERT SEC. 2.50X1.00	285.54	2.661	2.2
54	8	16+960	BOX CULVERT SEC. 3.00X2.00	153.01	3.038	2.3

7.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Como ya se indicó, de acuerdo con el documento "INFORME TECNICO EJECUTIVO CORRESPONDIENTE A LA REVISION DE LOS ESTUDIOS HIDRAULICOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA A LOS CORREGIMIENTOS DE JARAQUIEL (MARGEN OCCIDENTAL), MARTINICA Y LETICIA, DEL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA", elaborado para el proyecto, se identifican las siguientes zonas de inundación en el proyecto:

- Zona Inundable 1: K1+200 – K3+000
- Zona Inundable 2: K16+960 – K20+600

El documento mencionado recomendó subir el nivel de rasante actual en 1.0 m en ambos casos, a fin de mantener la estructura de pavimento por encima de la lámina de agua esperada; teniendo en cuenta estas indicaciones, el diseño geométrico de rasante se ajustó, con lo cual las alturas máximas de intervención para estas zonas inundables son las siguientes:

Tabla 47. Alturas máximas de terraplén en las zonas inundables

ABSCISA	INTERVENCIÓN	ALTURA TERRAPLEN (m)	INCLINACIÓN
K1+200 – K3+000	PEDRAPLÉN	2.00	2.00H:1.0V
K16+960 – K20+600	TERRAPLÉN	3.40	1.50H:1.0V

Con respecto de la Amenaza Sísmica, y de acuerdo con la Figura 3.10.2.1-1 de la CCP-14, el valor de la aceleración pico en el terreno PGA es de 0.15; para este valor y adoptando un Perfil de Suelos Tipo E y los criterios definidos en la CCP-14, la Tabla 3.10.3.2-1 de la CCP-14 establece un valor del factor F_{pga} de 2.1.

Con base en esto, y teniendo en cuenta que se trata de un talud no confinado, se reduce a la mitad el valor de la aceleración horizontal para diseño según el numeral 11.6.5.2.2 de la CCP-14, el cual da como resultado:

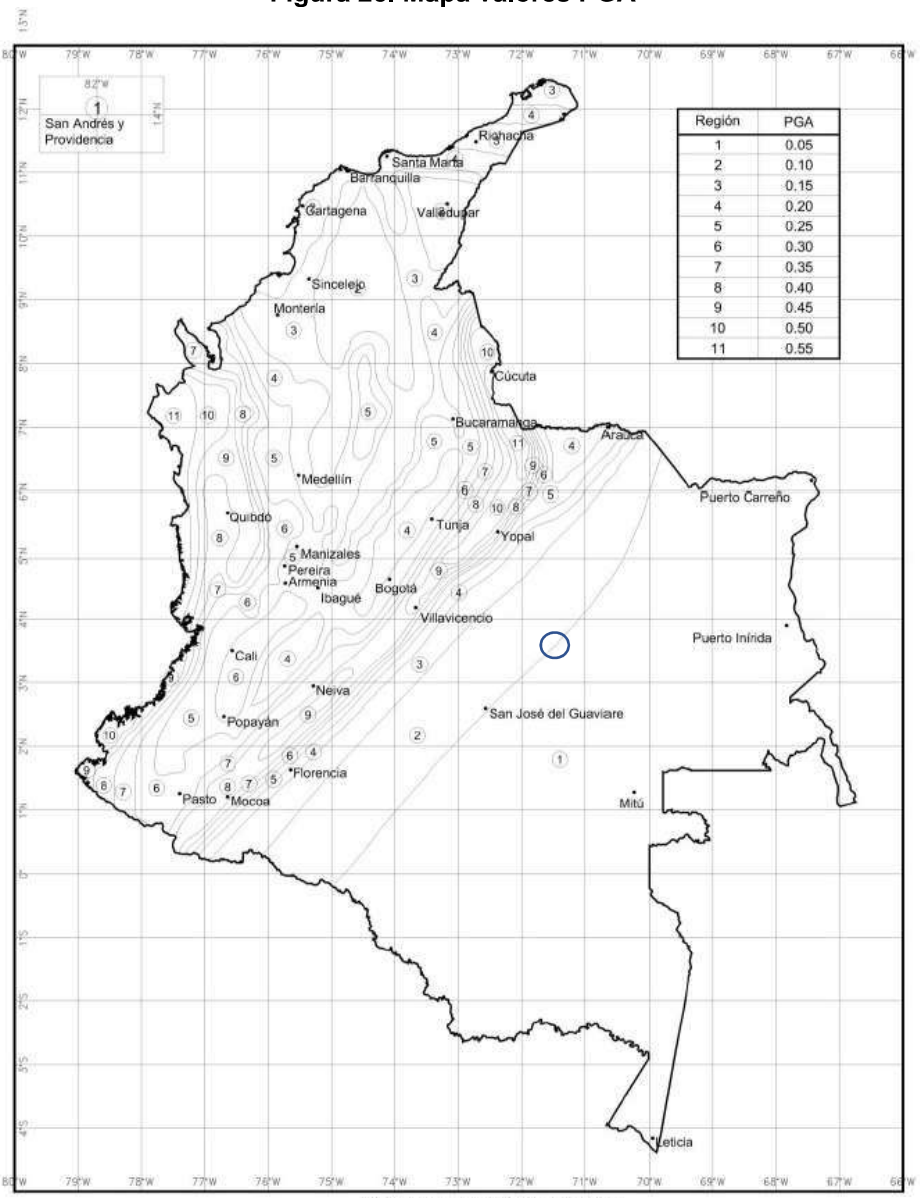
$$k_{ho} = 0.5 \times F_{pga} \times PGA = 0.5 \times 2.10 \times 0.15 = 0.1575$$

Por otra parte, los parámetros de resistencia para el terreno natural en cada una de las zonas inundables, esto según los resultados de los ensayos de corte directo efectuados, son los siguientes:

Tabla 48. Parámetros de resistencia del terreno natural en las zonas inundables

ABSCISA	ALTURA TERRAPLEN (m)	C' (kN/m^2)	ϕ' (°)
K1+200 – K3+000	2.00	23	18
K16+960 – K20+600	2.00	23	28

Figura 25. Mapa valores PGA



MAPA DE VALORES PGA

Fuente: CCP-14

Toda vez que es necesario revisar el desempeño del terraplén en la zona inundable 2, los análisis se hicieron para la condición de desembalse rápido, con un coeficiente de exceso de presión de poros de Skempton con un valor asignado de B=1 para los materiales de terraplén a fin de aplicar del método de Morgenstern para analizar este fenómeno. De acuerdo con el informe hidráulico, la altura de la lámina de agua para las secciones de análisis es de 1.50 m por encima del nivel de terreno natural.

Los resultados de los análisis efectuados con ayuda del programa Slide son los siguientes:

Figura 26. Análisis de estabilidad para los pedraplenes en la zona inundable No. 1 – Condición Estática

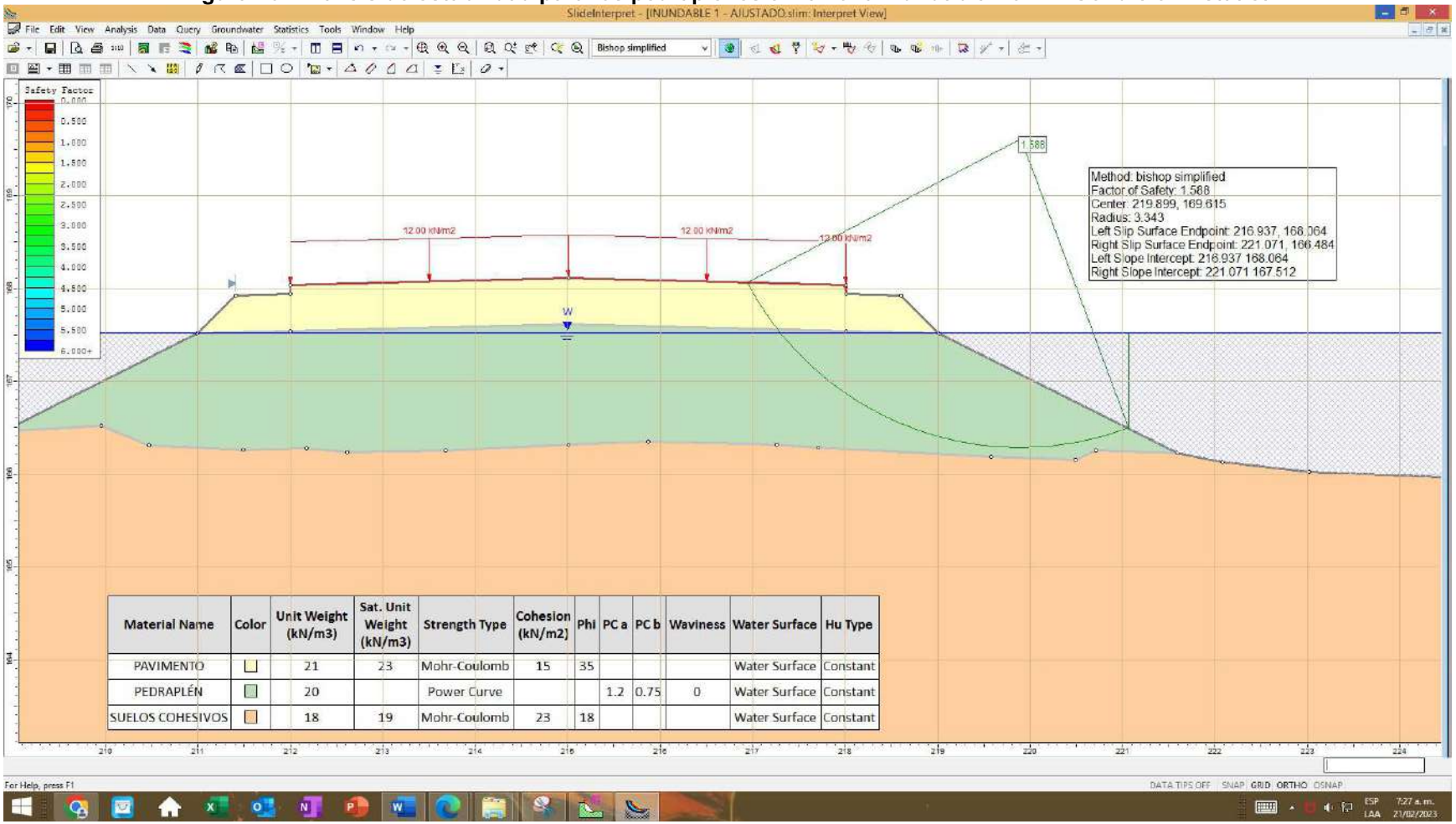
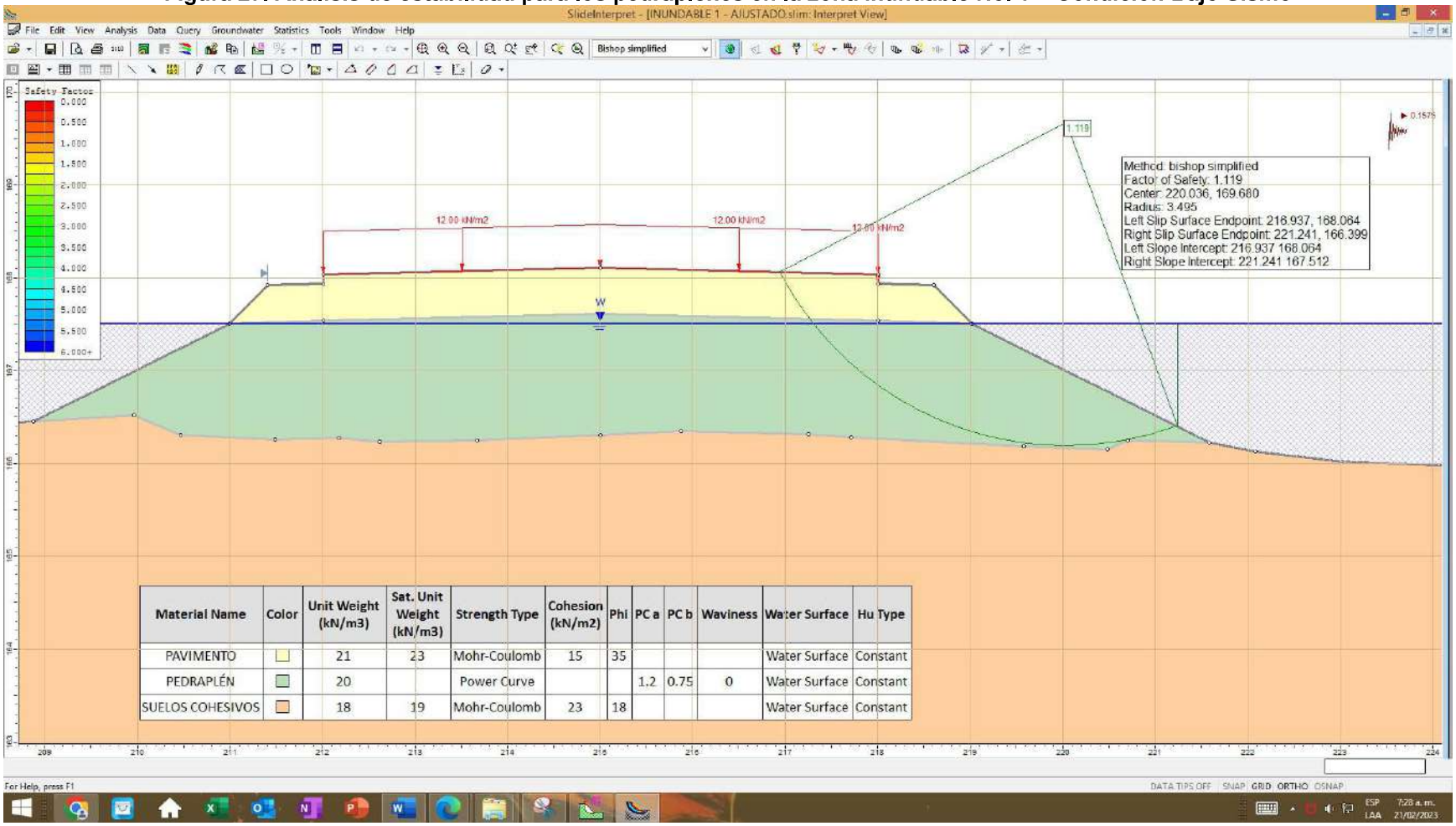


Figura 27. Análisis de estabilidad para los pedraplenes en la zona inundable No. 1 – Condición Bajo Sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Sat. Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	PC a	PC b	Waviness	Water Surface	Hu Type
PAVIMENTO		21	23	Mohr-Coulomb	15	35				Water Surface	Constant
PEDRAPLÉN		20		Power Curve			1.2	0.75	0	Water Surface	Constant
SUELOS COHESIVOS		18	19	Mohr-Coulomb	23	18				Water Surface	Constant

Figura 28. Análisis de estabilidad para los terraplenes en la zona inundable No. 2 – Condición Estática

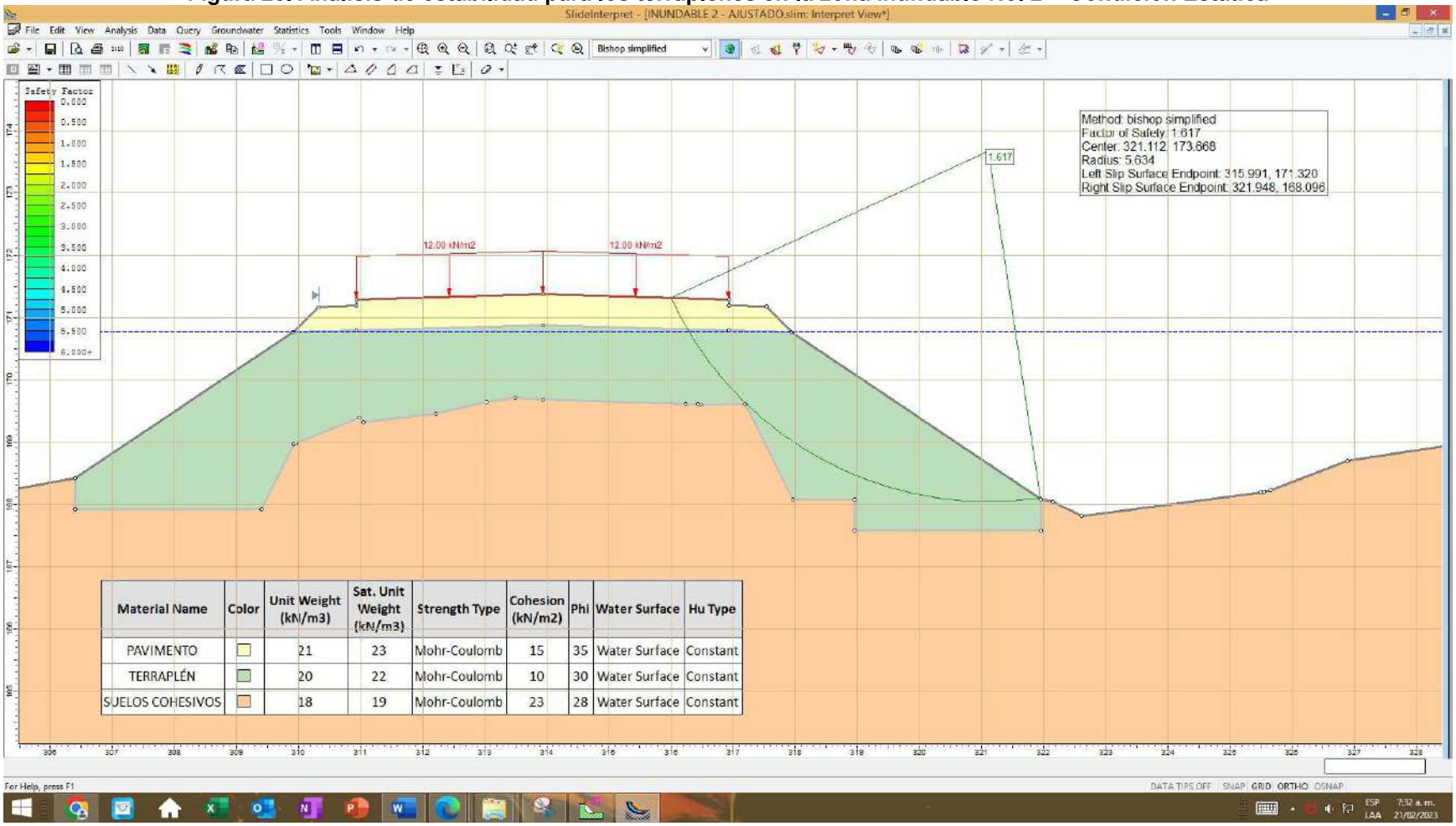
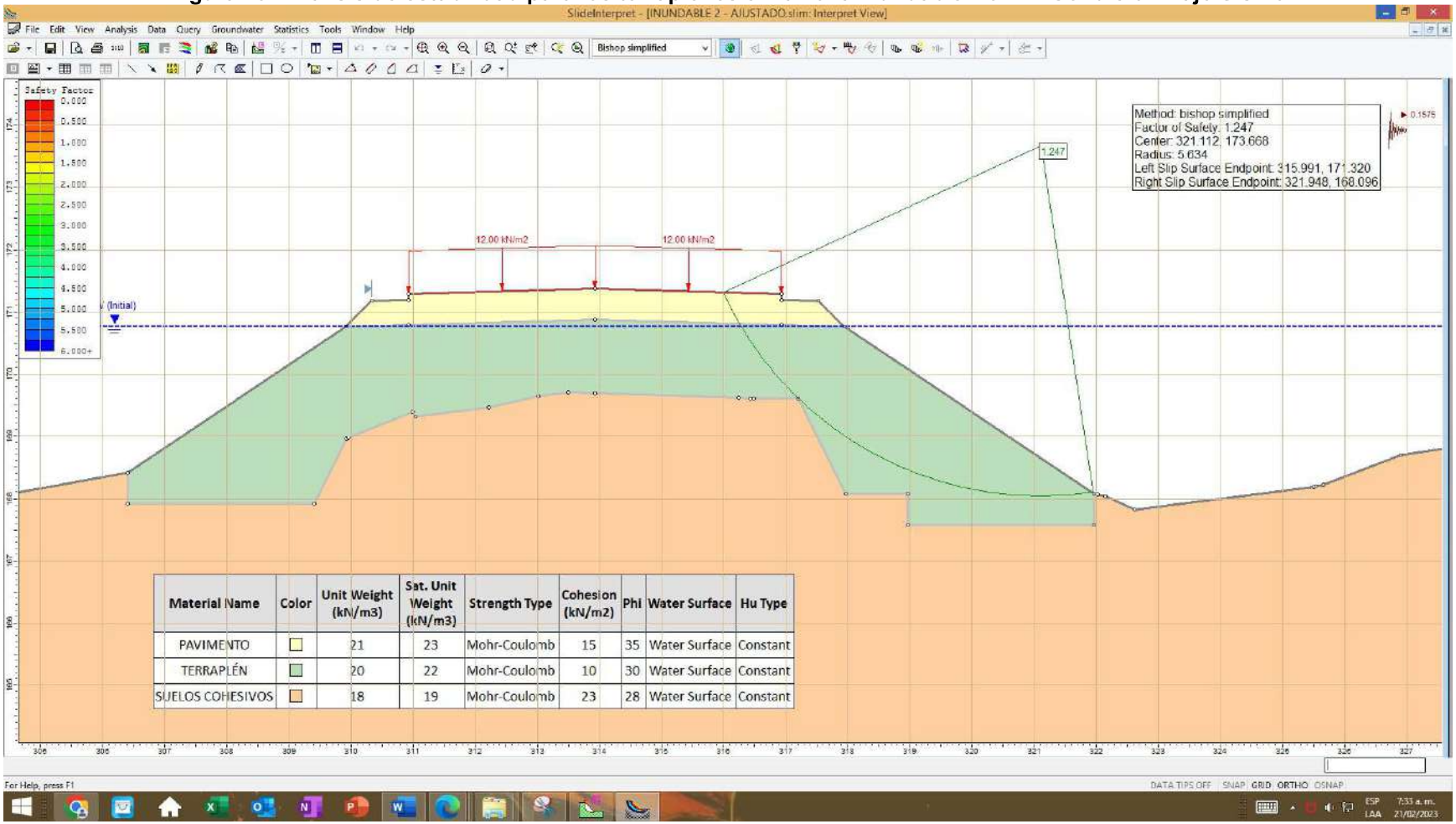


Figura 29. Análisis de estabilidad para los terraplenes en la zona inundable No. 2 – Condición Bajo Sismo



Los factores de seguridad obtenidos en el análisis son los siguientes:

Tabla 49. Resultados del análisis

ABSCISA	FS Estático	FS Bajo Sismo	Talud de Terraplén
K1+200 – K3+000	1.588	1.119	2.0H:1.0 V
K16+960 – K20+600	1.617	1.247	1.5H:1.0 V

Los análisis muestran que los terraplenes son estables ante el fenómeno de desembalse rápido con un talud 1.50H:1.0V.

Para el caso de los análisis de estabilidad para la zona de pedraplén en la zona inundable el K1+200 – K3+000, los parámetros de resistencia del enrocado se expresan en términos de la envolvente propuesta por Narita (2000):

$$\tau = A\ (\sigma_n)^{\ b}$$

Aquí, τ es la resistencia al corte y σ_n es el esfuerzo efectivo normal; de acuerdo con Narita (2000), el valor del parámetro A puede variar entre 0.90 y 1.90, y el valor de b entre 0.75 y 0.98, por lo que para el presente análisis se adoptan valores de 1.20 y de 0.75, respectivamente, correspondientes a valores cercanos o coincidentes con los límites inferiores de cada rango.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La caracterización geotécnica de la vía terciaria que intercomunica los corregimientos de Jaraquiel (Margen Occidental), Martinica y Leticia, del Municipio De Montería, Departamento De Córdoba, se hizo mediante la ejecución de 10 barrenos manuales a 6.0 m de profundidad, y de 22 Apiques para pavimentos, hasta los 1.50 m a 3.0 m.

Las pruebas de campo permitieron establecer que la consistencia del terreno dentro de la profundidad explorada varía entre baja a media, y en general se incrementa con la profundidad.

La subrasante natural está conformada esencialmente por suelos cohesivos, básicamente limos y arcillas preconsolidadas, con potencial de contracción por desecación medio según los contenidos de humedad encontrados, esto en relación con los límites de consistencia; la superficie de rodadura de la vía consiste en gravas y arenas extendidas sobre los suelos cohesivos.

Con base en los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio se realizaron los análisis de Capacidad Portante y de Asentamientos para las estructuras hidráulicas requeridas por el proyecto.

Los análisis de estabilidad de pedraplenes y terraplenes arrojaron que las explanaciones son estables, donde la zona inundable 2 se analizó ante el fenómeno de desembalse rápido para alturas máximas proyectadas de 3.40 m e inclinaciones de talud de 1.50H:1.0V.

8.1 RECOMENDACIONES PARA EXCAVACIONES

Las excavaciones correspondientes deben llevarse a cabo en el menor tiempo posible y realizar los trabajos de construcción, inmediatamente después de haber llegado al nivel de fundación. No se iniciará la excavación del tramo aledaño hasta que se realicen las actividades de relleno en recebo seleccionado junto con su respectiva compactación.

Se recomienda la instalación de entibados para excavaciones superiores a 2.00 m, en caso de presentarse, para evitar deformaciones que provoquen empujes excesivos, la utilización de puntales, largueros y tabla ordinaria para conformar los entibados.

Para el manejo de aguas de escorrentía superficial o de infiltración se debe realizar la evacuación de estas por medio de equipos adecuados y realizando la disposición en la red de aguas lluvias más cercana.

Se deberá utilizar el equipo adecuado para la evacuación de esta agua, para esto se construirá en el sitio más bajo del tramo excavado una caja (sobre excavación) para acumular las aguas en este punto y así mejorar su evacuación.

A profundidades mayores a 1,50m de excavación es adecuado la dotación de línea de vida para los trabajadores por razones de seguridad ocupacional.

8.2 RECOMENDACIONES DEL RELLENO

De acuerdo con el análisis geotécnico de los tramos de estudio, se calcularon asentamientos variables de acuerdo con el dimensionamiento de las estructuras; se propone un mejoramiento de 0.50 m para el apoyo de las estructuras.

El material de mejoramiento de la subrasante deberá cumplir con los lineamientos establecidos en el Articulo 230-13 del INVIAS, Resolución 1376 del 26 de mayo de 2014., empleando material adicionado; en zonas de ampliación, este material se extenderá sobre la capa de rajón que se propone construir para estabilizar áreas no consolidadas sobre las cuales se implantará parte de la explanación de la vía.

Por su parte, los terraplenes, pedraplenes y rellenos para las estructuras deberán cumplir con lo especificado en los Artículos 220-13, 221-13 y 610-13, respectivamente, de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, de acuerdo con las cuales:

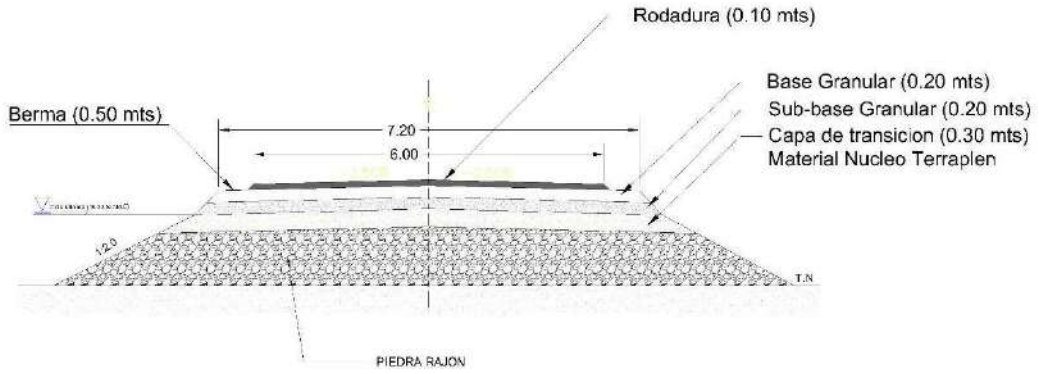
- En las zonas de ampliación, el terreno natural deberá ser estabilizada con una capa de rajón de 0.5m de espesor y deberá ajustarse a las exigencias del Artículo 221-13, “Pedraplenes” de las especificaciones de construcción del INVIAS.

- Si se encuentran fallos (acolchonamientos) puntuales o al ancho de la sección de trabajo en la subrasante natural, debe hacerse el reemplazo del material incompetente en el tramo afectado hasta lograr estabilizar la subrasante, en un espesor mínimo de 0.50 m. y el material deberá ajustarse a las exigencias del Artículo 221-13, “Pedraplenes” de las especificaciones de construcción del INVIAS.

- La zona de transición entre la parte superior de los pedraplenes y la capa de subbase granular de la estructura de pavimento podrá conformarse con material de núcleo de terraplén ajustándose a lo exigido en el Artículo 220-13 de las Especificaciones de Construcción del Instituto Nacional de Vías; el espesor mínimo deberá ser de 0.30 m en todos los casos.

- La parte superior de los pedraplenes y la zona de transición deberán quedar por encima de la cota de inundación proyectada, que corresponde en este caso a la 18.33 m.s.n.m.

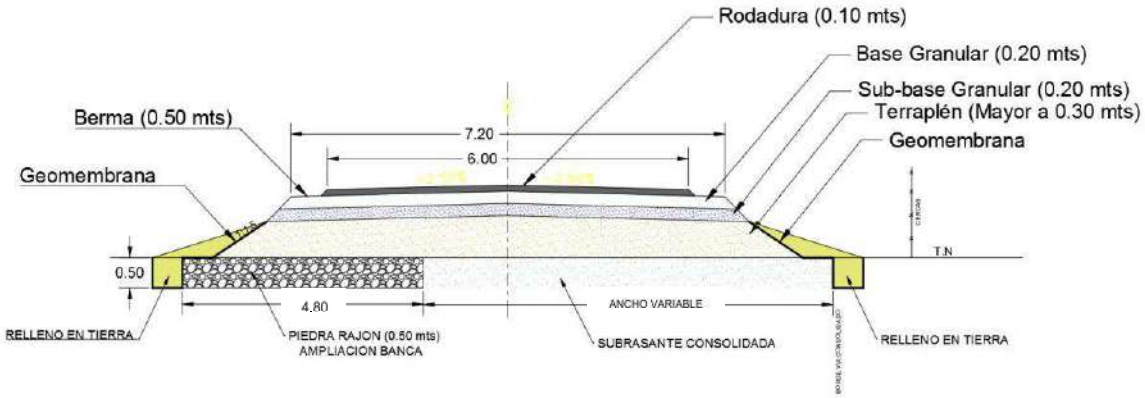
Figura 30 Análisis de estabilidad para los terraplenes en la zona inundable No. 2 – Condición Bajo Sismo



- Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme.
- Se recomienda realizar el lleno en material granular seleccionado capas de 0.20 m máximo.
- La compactación de los materiales se debe realizar considerando que la densidad no esté por debajo del 90% del ensayo Proctor modificado.
- Los materiales no deben presentar sobretamaños.
- El material debe presentar bajos índices de IP, para lograr esto se debe mezclar el material de la zona con arena de rio cuando se requiera rellenar con el material de la excavación.

La sección de ampliación recomendada es la siguiente:

Figura 31 Sección de ampliación en terraplén



Los taludes de las explanaciones en material de terraplén que queden expuestos a condiciones de inundación prolongadas deberán ser protegidos con geomembranas permanentes HDPE de al menos 20 MILS, ancladas al terreno natural y, protegidas a su vez, con rellenos de tierra provenientes de las excavaciones.

Para el caso de taludes en terraplén que no estén expuestos a inundación podrán emplearse cespedones o biomantos permanentes para su protección contra la erosión.

8.3 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS SUPERFICIALES

Cuando se presenten condiciones de inundación por nivel freático alto en las excavaciones es necesario efectuar trabajos de bombeo que permitan mantener las obras en condición seca; las aguas deberán ser conducidas a drenajes naturales.

Para el caso de las excavaciones requeridas, se recomienda adoptar las siguientes recomendaciones:

- Inclinación Máxima de Talud: 0,50H:1,0V, para alturas no mayores de 3 metros.
- Protección de Taludes Temporales con Malla y Mortero.

Dejar un espacio de al menos 0,25 m entre la pata del talud de corte y la cara externa del muro para facilitar la conformación y compactación del relleno; el grado de compactación de dicho relleno, que debe cumplir con lo establecido en el Artículo 610 – Relleno para Estructuras del INV, debe ser de al menos el 95% del Proctor Modificado.