

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES EN
SUELOS FINOS DEL BARRIO 24 DE JUNIO DISTRITO 8 DE LA
CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

MAMANI RENGIFO WILLIAM ALEX

Proyecto presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

Semestre II - 2025

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“EVALUACIÓN DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES EN
SUELOS FINOS DEL BARRIO 24 DE JUNIO DISTRITO 8 DE LA
CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

MAMANI RENGIFO WILLIAM ALEX

Semestre II - 2025

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

Este trabajo lo dedico principalmente a Dios, por permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre por enseñarme la perseverancia y el trabajo honesto y honrado.

ÍNDICE

ADVERTENCIA

DEDICATORIA.

AGRADECIMIENTO.

RESUMEN.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	(página)
1.1 Antecedentes	1
1.2 Situación Problemática	3
1.2.1 Problema	4
1.2.2 Relevancia del problema.	4
1.2.3 factibilidad del problema.....	4
1.2.4 Delimitación temporal y espacial del problema	5
1.2.5. Delimitación de espacio.	5
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Hipótesis	6
1.6. Operacionalizacion de las variables	6
1.6.1. Variable independiente.....	6
1.6.2. Variable dependiente	6
1.7. Identificación del tipo de Investigación	7
1.8. Unidades de estudio y decisión muestral	7
1.8.1. Unidad de estudio	7
1.8.2. Población	7
1.8.3. Muestra	7
1.8.4. Selección de las técnicas de muestreo	7

1.9. Métodos y técnicas empleadas	7
1.9.1. Métodos	7
1.9.2. Técnicas.....	7
1.10. Procesamiento de la información	7
1.11. Alcance de la investigación.	8

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES SOBRE ASENTAMIENTOS

DIFERENCIALES DE LOS SUELOS FINOS

2.1 Generalidades.	10
2.2. Origen y composición de los suelos.	11
2.2.1 Definición de suelo.	12
2.2.2 Estructura del suelo.	12
2.2.3 Propiedades físicas de los suelos.....	13
2.2.4. Definición de suelos cohesivos.	14
2.2.5 Gravedad específica de suelos.	15
2.2.6 Granulometría de suelos.	15
2.2.7 Análisis por tamizaje.	16
2.2.8 Análisis por hidrómetro.....	17
2.2.9 Curva granulométrica.	18
2.2.10 Límites de Atterberg	19
2.3 Definición de asentamiento	19
2.3.1 Asentamiento inmediato.....	20
2.3.2 Asentamiento por consolidación	20
2.3.3 Asentamiento por compresión secundaria	20
2.4 Causas de los asentamientos	20
2.5 Asentamiento diferencial	22
2.6 Asentamiento admisible	23
2.7 Asentamiento total	24
2.8 Consolidómetro digital	25
2.8.1 Ahorre tiempo y asegure la precisión y repetibilidad del ensayo	26
2.8.2 Respetuoso con el medio ambiente y silencioso	26

2.8.3 Preparado para el futuro – modular y ampliable	26
2.8.4 Claridad en los resultados	26
2.8.5 Bajo mantenimiento y fácil instalación	26
2.8.6 Alto rendimiento	26
2.9 Ensayo de consolidación en laboratorio	27
2.10 Posibles soluciones a asentamientos diferenciales	31
2.10.1 Estabilización de suelos	31
2.10.2 Utilización de drenajes	32
2.10.3 Dimensionamiento de zapatas para igual asentamiento	32
2.10.4 Profundización de zapatas	33
2.10.5 Sistemas de cimentación flexibles	33
2.11. Curvas de compresibilidad.	36
2.11.1. Curvas de consolidación.	36
2.12. Consolidación de asentamiento a partir de una consolidación primaria en una dimensión.	37
2.13. Índice de compresión C_c	38
2.14. Método de consolidación unidimensional drenada.	40
2.14.1. Método de Taylor	40
2.15. Condiciones de consolidación drenada y no drenada.	43
2.16. Teoría de Burland y Burbidge	43
2.16.1 coeficiente de corrección empírico	44
2.17. Terzaghi y Peck sobre Asentamientos en Cimentaciones Superficiales	45
2.17.1 Asentamientos Máximos Admisibles	45
2.17.2. Relación con el Tipo de Suelo:	45

CAPÍTULO III

CRITERIOS DE RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.1. Generalidades.	48
3.2. Ubicación.	48
3.3. Caracterización de las zonas.	51
3.4. Criterios para la obtención de muestras.	51
3.4.1. Muestreo de suelos.	52

3.4.2. Selección de técnicas de muestreo.	52
3.4.3. Extracción de muestras.	52
3.4. Memoria fotográfica de la extracción de las muestras.	53
3.4.1. Muestra 1 B/24 de junio.	53
3.5. Procedimiento experimental.....	55
3.6. Obtención de datos experimentales.	55
3.6.1. Determinación del contenido de humedad (ASTM D2216).	55
3.6.2 Determinación del peso específico (ASTM D-854 AASHTO T-100).	59
3.6.3Análisis Mecánico	62
3.6.3.1 Análisis de tamiz (método del lavado). -.....	62
3.6.4 Análisis por Hidrómetro (ASTM D-422-63)	65
3.6.5 Límites de Atterberg.....	68
3.6.5.1 Límite líquido	68
3.6.5.2 Límite Plástico.....	70
3.6.6. Consolidómetro digital (edómetro) marca ACE EmS.....	71
3.6.6.1 Tabla de Consolidación	74
3.6.6.2 Calculo del coeficiente de consolidación (Cv)	82
3.6.6.3. Método de la raíz cuadrada del tiempo.	82
3.6.6.4. Cálculo de relación de vacíos	86
3.6.6.5. Elaboración de la curva de compresibilidad	88
3.6.6.6. Esfuerzo de preconsolidación.....	88
3.6.6.7. Determinación del índice de compresibilidad Cc, de recompresión Cr y de expansión Cs.	89
3.6.6.8. Compresibilidad de la muestra	90
3.6.6.9. Cálculo del asentamiento	91

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Contenido de humedad	93
4.2. Peso específico	95
4.3 Análisis mecánico	97
4.3.1 Análisis por tamizado	98

4.3.2. Análisis por hidrómetro	98
4.4. Límites de Atterberg	99
4.5. Consolidómetro digital (edómetro) MARCA ACE EmS.....	99
4.6. Consolidación	100
4.6.1. Coeficiente de consolidación	100
4.7. Curva de compresibilidad	103
4.8. Asentamientos.	111
4.9 Justificación de la profundidad de la extracción de las muestras.....	113
4.10. Relación de Resultados de los asentamientos diferenciales	115
4.11 Matriz de resultados.	119

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.	121
5.2 Recomendaciones.	122

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS:

ANEXO I MAPA DE UBICACIÓN CON PUNTOS Y COORDENADAS DEL DISTRITO 8 DE LA CIUDAD DE TARIJA.

ANEXO II CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

ANEXO III ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN.

ANEXO IV RESUMEN DE LA CARACTERIZACIÓN, PARÁMETROS DE CONSOLIDACIÓN Y ASENTAMIENTOS.

ÍNDICE DE TABLAS

	página
Tabla 1. Diámetro de tamices según norma ASTM E11-13	17
Tabla 2. Fracciones de partículas más significativas	18
Tabla 3. Valores límites de asentamientos	22
Tabla 4. Asentamiento total admisible	24
Tabla 5. Ubicación geográfica del punto de extracción:	27
Tabla 6. Ensayos a desarrollar	55
Tabla 7. Ensayo de contenido de humedad	57
Tabla 8. Contenido de humedad.....	58
Tabla 9. Ensayo del Peso Específico.....	60
Tabla 10. Resumen de los pesos específicos de la zona de estudio	61
Tabla 11. Ensayo de Granulometria (Muestra No 1)	64
Tabla 12. Ensayo de límite líquido	69
Tabla 13. Ensayo de límite plástico	71
Tabla 14. Datos de Presión y Consolidación	77
Tabla 15. Coeficientes de consolidación a 2 kg de carga y a 2m de profundidad.	86
Tabla 16. Resultado del índice de vacíos muestra No1	87
Tabla 17. Determinación del índice de compresibilidad Cc, de recompresión Cr y de expansión Cs.....	90
Tabla 18. Cálculo de esfuerzo efectivo σ'_v de la muestra No1	91
Tabla 19. Contenido de humedad.....	93
Tabla 20. Peso específico	95
Tabla 21. Análisis mecánico	97
Tabla 22. Coeficientes de consolidación	100
Tabla 23. Coeficiente de compresibilidad	104
Tabla 24. Coeficiente de recompresión	104
Tabla 25. Coeficiente de expansión	104
Tabla 26. Tabla de resultados.....	105
Tabla 27. Valores de índice de compresibilidad, de recompresión, de expansión y relación de vacíos a la profundidad de 2 metro.....	106

Tabla 28. Resultados muestra No 1.....	107
Tabla 29. Resultados muestra No 2.....	107
Tabla 30. Resultados muestra No 3	108
Tabla 31. Resultados muestra No 4.....	109
Tabla 32. Resultados muestra No 5	109
Tabla 33. Asentamiento a 2 m de profundidad	111
Tabla 34. Asentamiento a 2 m de profundidad.....	112
Tabla 35. Mayoración de resultados.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
Figura 1. Curva granulométrica típica de un suelo	19
Figura 2. Consolidómetro digital	25
Figura 3. Tiempo-deformación durante la consolidación.	28
Figura 4. Cambio de altura del espécimen en una prueba de consolidación unidimensional.	29
Figura 5. Gráfica típica de e versus $\log \sigma'$	30
Figura 6. Detalles de la superficie de drenaje (a) drenaje deficiente (suelo húmedo expandido) (b) drenaje eficiente (suelo seco estable).	32
Figura 7. Losa flotante y detalles de diseño relacionados	33
Figura 8. Losa de cimentación reforzada tipo “waffle”.	35
Figura 9. Casa construida sobre una plataforma rígida. esta tiende a inclinarse cuando el suelo se expande	35
Figura 10. Uso de zapatas corridas y aisladas con vigas de arriostre (contratrabe) para mejorar la rigidez de un sistema de cimentación aislado	36
Figura 11. Curva de consolidación para incremento de carga.	37
Figura 12. Asentamiento causado por una consolidación en una dimensión	38
Figura 13. Curva relación de vacíos (e) vs esfuerzo de compresión	39
Figura 14. Método de Taylor	42
Figura 15. Método de Taylor, ϵ contra $\sqrt{t}$	42
Figura 16. Mapa de la zona de estudio para la extracción de muestras de suelos.	45
Figura 17. Extracción de la muestra 1	53
Figura 18. Extracción de la muestra a 2 metros de profundidad.	53
Figura 19. Extracción de la muestra, verificando los 2 metros.	54
Figura 20. Extracción de la muestra inalterada a 2 metros de profundidad.	54
Figura 21. Ensayo de contenido de humedad.....	57
Figura 22. Ensayo de Densidad Absoluta	59
Figura 23. Ensayo de Calibración del Frasco Volumétrico	60
Figura 24. Proceso del Ensayo de Granulometría Método de Lavado	63
Figura 25. Tamizado Método de Lavado	63

Figura 26. Curva Granulometrica (Muestra No 1)	64
Figura 27. Ensayo del hidrómetro	65
Figura 28. Hidrómetro 152 H	66
Figura 29. Ensayo del hidrómetro	67
Figura 30. Ensayo del hidrómetro	68
Figura 31. Equipo de casa grande para ensayo de límite líquido	69
Figura 32. Equipo de casa grande para ensayo de límite líquido	69
Figura 33. Ensayo de límite líquido	70
Figura 34. Ensayo de límite plástico	70
Figura 35. Taras con las muestras del ensayo	71
Figura 36. Partes del Consolidómetro digital	72
Figura 37. Panel principal	72
Figura 38. Panel para los datos de la muestra	73
Figura 39. Panel para programar presión y tiempo para la prueba	74
Figura 38. Figura 40. Panel de tiempo para marcado de punto para gráfica	75
Figura 41. Panel de Inicio de la Prueba.....	76
Figura 42. Curva de consolidación raíz de T.	83
Figura 43. Curva de deformación por el método Taylor	84
Figura 44. Curva de deformación aplicando el método Taylor	84
Figura 45. Curva de deformación aplicando el método Taylor	85
Figura 46. Curva de compresibilidad	88
Figura 47. Esfuerzo de preconsolidación (σ'_c).....	89
Figura 48. Curvas de consolidación 1kg	101
Figura 49. Curvas de consolidación 2kg	101
Figura 50. Curvas de consolidación 4kg	101
Figura 51. Curvas de consolidación 8kg	101
Figura 52. Curvas consolidación 16kg	102
Figura 53. Curvas de consolidación 32kg	102
Figura 54. Curvas de consolidación 32kg	102
Figura 55. Curva de compresibilidad	103
Figura 56. Gráfica e- log σ' muestra No 1	107

Figura 57. Gráfica e- log σ' muestra No 2	108
Figura 58. Gráfica e- log σ' muestra No 3	108
Figura 59. Gráfica e- log σ' muestra No 4	109
Figura 60. Gráfica e- log σ' muestra No 5	110
Figura 61. Gráfica e- log σ' Totales	110
Figura 62. Resultados graficamente.	112
Figura 63. Distribución de los asentamientos.....	113
Figura 64. Comparación de los asentamientos promedios.....	114
Figura 65. Comparación de los asentamientos mayorados.....	114