

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“RIGIDIZACIÓN DEL SISTEMA DE FUNDACIÓN PARA
MINIMIZAR LA APARICIÓN DE FISURAS EN LAS ESTRUCTURAS
POR LOS ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES”**

Por:

GABRIELA EDITH GALLARDO LÓPEZ

Proyecto de Ingeniería civil, presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado académico de Licenciatura en Ingeniería civil.

Julio de 2014

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES**

**“RIGIDIZACIÓN DEL SISTEMA DE FUNDACIÓN PARA
MINIMIZAR LA APARICIÓN DE FISURAS EN LAS ESTRUCTURAS
POR LOS ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES”**

Por:

GABRIELA EDITH GALLARDO LÓPEZ

Proyecto de Ingeniería civil, presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado académico de Licenciatura en Ingeniería civil.

Julio de 2014

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
MSc. Ing. Ernesto Álvarez Gonzalvez

DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
MSc. Ing. Silvana Paz

VICEDECANA DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

TRIBUNAL

.....
MSc. Ing. Luis Alberto Yurquina Flores

.....
Ing. Víctor Francisco Mostajo Rojas

.....
Ing. Carlos Zeballos Cortez

DEDICATORIA:

El presente estudio va dedicado a mi familia por la confianza que depositaron en mí, en especial a mis abuelitos que me ayudaron a cumplir una de las fases más importantes de mi vida.

ÍNDICE

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

PARTE I: ANTECEDENTES

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 El problema.....	1
1.2.1 Planteamiento	1
1.2.2 Formulación.....	2
1.2.3 Sistematización.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General:	3
1.3.2 Objetivos Específicos:	3
1.4 Justificación	3
1.4.1 Teórica.....	3
1.4.2 Metodológica.....	4
1.4.3 Práctica.....	4
1.5 Hipótesis	4
1.6 Alcance del Estudio	4
1.6.1 Tipo de Investigación	4
1.6.2 Alcance	5
1.6.3 Restricciones o limitaciones.....	5

PARTE II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2 ASIENTOS EN LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES

2.1	Marco de Referencia	6
2.1.1	Teórico.....	6
2.1.2	Conceptual.....	12
2.1.3	Espacial.....	13
2.1.4	Temporal.....	14
2.2	Tipos de asentamientos y lesiones en las estructuras	14
2.3	Estados límites de servicio.....	18
2.3.1	Verificaciones a efectuar	19
2.3.2	Deformaciones admisibles por las estructuras.....	20
2.4	Asiento en las cimentaciones directas.....	21
2.4.1	Rigidez relativa terreno-estructura.	23
2.4.2	Método de cálculo de asentos.....	24
2.4.2.1	Asentamiento Elástico basado en la teoría de la elasticidad.	25
2.4.2.2	Asentamiento por Consolidación.....	29
2.4.3	Arcillas sobreconsolidadas	34
2.4.4	Arcillas normalmente consolidadas.....	34
2.5	Interacción suelo-estructura.....	35
2.5.1	Terreno, Cimiento y Estructura.....	35
2.5.2	El método del coeficiente de balasto	38
2.5.3	Expresiones Analíticas del módulo de Balasto.....	40
2.5.4	Métodos de estimación del módulo de balasto.....	43
2.6	Capacidad de carga	45
2.7	Influencia del tamaño de la cimentación	51

PARTE III: APLICACIÓN PRÁCTICA

3	MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA	54
3.1	Datos del proyecto.....	57

3.1.1	Características de los materiales de construcción	57
3.2	Prediseño de los elementos	58
3.3	Determinación de Cargas.....	60
3.4	Combinación de cargas.....	61
3.5	Presentación de resultados.....	62
3.6	Diseño de las columnas	64
3.7	Diseño de Zapatas.....	65

4 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS Y DISEÑO DE LAS VIGAS DE ARRIOSTRE

4.1	Características geotécnicas de los estratos de suelo.....	66
a)	Trabajos de laboratorio	66
b)	Ensayos de laboratorio.....	66
4.1.1	Estratificación.....	67
4.1.2	Resistencia al esfuerzo cortante.....	69
4.1.3	Capacidad última de carga.....	70
4.1.4	Consolidación.....	70
4.2	Obtención del módulo de balasto	70
4.3	Verificación de los Estados Límite de Servicio	73
4.3.1	Estimación de asientos	73
a)	Asentamiento inicial.	73
b)	Asiento por consolidación primaria.....	77
c)	Asentamiento por consolidación secundaria.....	79
4.3.2	Asentamiento diferencial admisible	87
4.4	Diseño de las vigas ríostre	89

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
---	-------------------------------------	-----

	BIBLIOGRAFÍA.....	110
--	-------------------	-----

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS	Pág.
Figura.2.1 Detalles de la superficie de drenaje.....	10
Figura 2.2 Losa flotante y detalles de diseño relacionados.....	11
Figura 2.3 Uso de zapatas corridas y aisladas con vigas de arriostre.....	12
Figura. 2.4 Arrufo.....	14
Figura. 2.5 Quebranto.....	14
Figura. 2.6 Lesiones en muros no portantes por asiento de la estructura aporticada.....	16
Figura. 2.7 Grietas en tabiquería por asiento de un pilar.....	17
Figura. 2.8 Fisuras en vigas continuas de hormigón armado por asiento de un pilar.....	17
Figura 2.9 Diferentes tipos de asientos.....	17
Figura. 2.10 Ejemplos de estados límite de servicio.....	18
Figura.2.11 Definiciones básicas del movimiento de cimentaciones.....	20
Figura. 2.12 Influencia de la proximidad de los cimientos.....	23
Figura. 2.13 Asentamiento elástico de cimentación superficial.....	26
Figura. 2.14 Variación de F_1 con H/B . Fuente Steinbrenner 1934.....	27
Figura. 2.15 Variación de F_2 con H/B . Fuente: Steinbrenner 1934.....	27
Figura. 2.16. Valores de A_1 y A_2 para el cálculo del asentamiento elástico.....	28
Figura. 2.17 Esquema de la consolidación Unidimensional.....	29
Figura. 2.18. Gráficas de consolidación.....	33
Figura. 2.19. Evaluation of Coefficients of Subgrade Reaction.....	38
Figura 2.20 Esquema de la hipótesis en el modelo de Winkler.....	39
Figura.2.21 Diferentes fallas en el suelo de fundación.....	46
Figura. 2.22 Modelo de falla en cimentaciones sobre arena.....	47
Figura 2.23 Sector de fallas bajo la cimentación.....	48

Figura. 2.24 Modificación de las ecuaciones de capacidad de carga por el nivel de agua.....	51
Figura. 2.25 Concepto del bulbo de tensiones.....	52
Figura. 2.26 Influencia de las dimensiones del cimiento.....	52
Figura. 2.27. Influencia de la proximidad de los cimientos.....	53
Figura. 3.1 Edificio vista frontal.....	55
Figura. 3.2 Edificio vista lateral.....	56
Figura. 3.3 Edificio vista en planta.....	57
Figura. 3.4 Reacciones de la escalera.....	61
Figura.4.1 Perfil estratigráfico de estudio para el emplazamiento del edificio hipotético.....	66
Figura. 4.2 Perfil estratigráfico y nivel de desplante.....	67
Figura. 4.3 Curva edométrica.....	70
Figura. 4.4 (a) Asentamiento inicial con diferentes métodos.....	76
Fig. 4.4 (b) Valores del coeficiente de balasto K_s	76
Fig. 4.5 Gráfica de Casagrande o logaritmo del tiempo desarrollada de los ensayos de consolidación secundaria...81	
Figura. 4.6 Relación entre el coeficiente de consolidación y la tensión vertical.....	83
Figura. 4.7 Relación entre el coeficiente de consolidación y la tensión vertical.....	84
Figura. 4.8 Numeración de zapatas y pórticos.....	87
Figura. 4.9 Posicionamiento de las vigas riostre.....	90
Figura. 4.10 Diferencia entre los esfuerzos debajo de una zapata y de una viga de amarre en la misma construcción.....	91
Figura. 4.11 a) Esfuerzos en el suelo bajo la zapata b) Esfuerzos de reacción debajo la viga de amarre.....	92
Figura. 4.12 Deformación de una viga de amarre sobre un suelo de comportamiento elástico.....	92

Figura. 4.13 Solución de la reacción de deformaciones suelo-viga.....	94
Figura. 4.14 Momentos inducidos.....	95
Figura. 4.15 Asentamiento diferenciales Vs Inercia.....	97
Figura. 4.16 Variación de los asentamientos totales.....	98
Figura. 4.17. Perfil de asentamientos en el pórtico N°1.....	101
Figura. 4.18. Perfil de asentamientos en el pórtico N°2.....	102
Figura. 4.19. Perfil de asentamientos en el pórtico N°3.....	102
Figura. 4.20. Perfil de asentamientos en el pórtico N°4.....	103
Figura. 4.21. Perfil de asentamientos en el pórtico N°5.....	104
Figura. 4.22. Perfil de asentamientos en el pórtico N°6.....	104
Figura. 4.23. Perfil de asentamientos en el pórtico N°8.....	105
Figura. 4.24. Perfil de asentamientos en el pórtico N°9.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Pág

Tabla 2.1 Valores límite de asentamientos.....	8
Tabla 2.2 Identificación de las vigas de fundación.....	24
Tabla 2.3 Variación del factor de tiempo con el grado de consolidación.....	32
Tabla 3.1 Estados de carga. Fuente Elaboración propia.....	62
Tabla 3.2 Resultados de las sollicitaciones máximas obtenidas del análisis estructural del edificio hipotético con el programa Ram Advanse.	63
Tabla 3.3 Secciones de hormigón y armadura de las columnas calculadas con el programa Ram Advanse.....	64
Tabla 3.4 Secciones de hormigón y armadura de las diferentes zapatas calculadas con la norma ACI 318-05.....	65
Tabla 4.1 Clasificación de suelos colapsables en función del porcentaje de finos.....	69
Tabla 4.2 Valores del coeficiente de balasto para cada zapata.....	71
Tabla 4.3 Propiedades geotécnicas.....	72
Tabla 4.4 Valores del índice de compresión.....	74
Tabla 4.5 Asentamiento inicial calculado por los métodos de la teoría elástica y el coeficiente de balasto.....	75
Tabla 4.6 Cálculo de la presión efectiva inicial.....	78
Tabla 4.7 Clasificación arcillas según su coeficiente de consolidación secundaria.....	80
Tabla 4.8 Valores del coeficiente de consolidación secundaria para diferentes incrementos de carga.....	82
Tabla 4.9 Valores del coeficiente de consolidación para diferentes incrementos de carga.....	83

Tabla 4.5 Valores del tiempo al 60% de la consolidación primaria para diferentes incrementos de carga del mismo suelo en condiciones de campo.....	84
Tabla 4.6 Asentamientos por consolidación secundaria para diferentes tiempos.....	85
Tabla 4.7 Resumen de asentamientos.....	86
Tabla 4.8 Comparación del asentamiento diferencial admisible con el calculado para la estructura.....	88
Tabla 4.9 Comparación del asentamiento diferencial con la inercia necesaria para el diseño de vigas riostre.....	97
Tabla 4.10 Resumen de asentamientos con las vigas riostre.....	98
Tabla 4.11 Resumen de asentamientos totales con las vigas riostre.....	99
Tabla 4.12 Comparación del asentamiento diferencial admisible con el calculado para la estructura.....	100