

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**PREDICCION DE ASENTAMIENTOS EN SUELOS GRANULARES
MEDIANTE METODO SEMIEMPIRICO**



Por:

CARLOS GABRIEL SALINAS LÓPEZ

Diciembre de 2013

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**PREDICCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN SUELOS GRANULARES
MEDIANTE METODO SEMIEMPIRICO**

(CIV 502)

Por:

CARLOS GABRIEL SALINAS LÓPEZ

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

Diciembre de 2013

TARIJA – BOLIVIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del (la) autor (a).

DICATORIA

“Lo dedico a mi hermano Ing. Luis Fernando Salinas López y a su hermosa familia; cuñada Emita; sobrinos Samuelito, Santi (Micky), Fernandito y Anahi”

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estar con vida y dar un paso más, a mis padres Nano-Mary, por ser mi ejemplo de seguir adelante, mis hermanos Lore, Micky y Nanito por tanto apoyo y cariño, a mi compañera y amiga Tachy por estar siempre a mi lado, a mis familiares y grandes amigos, a todos los ingenieros que me inculcaron todos sus conocimientos y su gran calidad de personas para llegar a estas instancias.....
GRACIAS.

PENSAMIENTO

"Disfruta de este día, el día de hoy.... y mañana disfruta del mañana, ya no volverás a sentir compasión de ti mismo que cada día será un desafío y una alegría"

Og Mandino

El Memorándum de Dios

SJEEHF

**TEMARIO “PREDICCIÓN DE ASENTAMIENTOS EN SUELOS
GRANULARES MEDIANTE METODO SEMI EMPIRICO”**

INDICE

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Pensamiento

Resumen

CAPITULO I

DISEÑO TEORICO METODOLOGICO

	Páginas
1.1.-Introducción.....	1-4
1.2. Justificación.....	4
1.3.- Situación problemática.....	5
1.3.1.- Problema.....	5-6
1.4.-Objetivos.....	6
1.4.1.- Objetivo general.....	6
1.4.2.- Objetivos específicos.....	6
1.5.- Hipótesis.....	7
1.6.- Diseño metodológico.....	7
1.6.1.-Metodo (analítico – descriptivo).....	7
1.6.2.-Medios.....	7
1.7.- Esquema lógico estructural.....	8
1.8.-Técnicas.....	9
1.8.1.-Método Shcherman.....	9

CAPITULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

2.1.- Antecedentes históricos sobre asentamientos.....	10-14
2.2.-Mecánica de suelos.....	14
2.2.1.-Generalidades.....	14
2.2.2.-Tipos de suelos.....	14-16
2.2.3.- Suelos cohesivos y no cohesivos.....	16-18
2.3- Procedimiento para muestreo de suelo.....	18
2.4.-Consideraciones importantes para los ensayos de SPT en suelos granulares.....	19
2.5.- Relación entre el valor de N de la prueba de penetración normal y la resistencia a la penetración q_c del cono holandés.....	20
2.6.- Concepto de esfuerzo efectivo.....	21
2.7.- Concepto de módulo de elasticidad.....	22
2.7.1.- Módulo de Young y Coeficiente de Poisson.....	22-24
2.8.-Presiones totales, intergranulares y neutras.....	25
2.9.-Teoria de la consolidación.....	25-26
2.10.- Consolidación y pre consolidación de un suelo.....	26-27
2.11.-Cimentaciones.....	28
2.11.1.-Objeto.....	28
2.11.2.- Partes de una estructura.....	28
2.11.3.- Tipos de cimentación.....	28-30
2.11.4.- Parámetros del diseño mediante programa de CYPECAD.....	30
2.12.-Distribucion de presiones.....	31

2.13.-Capacidad de carga de las cimentaciones	32
2.13.1.-Generalidades.....	32-34
2.14.- Cimentaciones en terrenos plásticos y elásticos.....	34
2.14.1.-Generalidades.....	34
2.14.2.- Cimentación por sustitución.....	35
2.15.-Naturaleza del problema de asentamientos en suelos granulares.....	35-38
2.16.-Factores que inciden en la compresibilidad de las arenas.....	38-42
2.17.- Método semi empírico para predecir asentamientos en suelos granular.....	42
2.18.-Método Schmertmann.....	43-52
2.18.1.-Ventajas del método Schmertmann.....	52
2.19.-Asentamientos tolerables en edificios.....	53
2.20.- Diseño y proyecto de zapatas para asentamientos iguales.....	53-54

CAPITULO III

RELEVAMIENTO DE INFORMACION Y ESTUDIOS DE LABORATORIO

3.1.- Generalidades.....	55-57
3.2.-Lugar de emplazamiento del proyecto.....	58
3.3.-Antecedentes del lugar de emplazamiento.....	59-62
3.3.1.- Antecedentes verbales de gente próxima al lugar.....	63
3.3.1.1.- Vecinos del lugar.....	63
3.3.1.2.-Ingeniero Ichazu; encargado del asfaltado de la av. integración - (alcaldía).	63
3.3.2.- Metodología de la elaboración del proyecto.....	64-65

3.3.3.- Procedimiento de cálculo del nivel freático.....	65
3.4.-Ubicación de los puntos de estudio	66
3.4.1.-Punto 1 (pozos No 1-2-3).....	66-68
3.4.2.-Punto 2 (pozos No 4-5).....	69-70
3.4.3.-Punto 3 (pozos No 6-7-8).....	71-72
3.4.4.-Punto 4 (pozos No 10-11-12).....	73-74
3.4.5.-Punto 5 (pozo No 9).....	75-77
3.4.6.-Punto 6 (pozo No 13-14-15-16-17).....	78-80
3.4.7.-Punto 7 (pozo No 18).....	81-82
3.5.-Toma general (puntos y pozos).....	83
3.5.1.- Toma general de inicio y final de la av. de la integración.....	84
3.6.-Delimitación de zonas de estudio.....	85
3.6.1.-Zona 1.....	86
3.6.2.-Zona 2.....	87-88
3.6.3.- Zona general.....	89-91
3.7.- Estratigrafía.....	92
3.7.1.-Estratigrafía zona 1.....	92
3.7.2.- Estratigrafía zona 2.....	92
3.7.3.- Área total (zona en general).....	93
3.8.- Esquematización de las cargas.....	94
3.8.1.- Esfuerzo admisible de 4 kg/cm ² (zona1).....	95-96

3.8.2.- Esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm ² (zona1).....	97-98
3.8.3.- Esfuerzo admisible de 1,5 kg/cm ² (zona1).....	99-100
3.8.4.- Esfuerzo admisible de 4 kg/cm ² (zona 2).....	101-102
3.8.5.- Esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm ² (zona2).....	103-104
3.8.6.- Esfuerzo admisible de 1,5 kg/cm ² (zona2).....	105
3.8.7.- Esfuerzo admisible de 4,00 kg/cm ² (zona general).....	106-107
3.8.8.- Esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm ² (zona general).....	108-109
3.8.9.- Esfuerzo admisible de 1,5 kg/cm ² (zona general).....	110-111

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.-Asentamientos en las distintas zonas.....	112
4.0.-Procedimiento de cálculo en cada etapa.....	112
4.0.1.-Identificación de la zapata-número de plantas-número de zapatas –dimensiones de la zapata.....	112-113
4.0.2.-Indices de influencia-subcapas.....	114-115
4.0.3.-Carga permanente-sobrecarga-carga axial-carga distribuida.....	115-116
4.0.4.-Cálculo del número de golpes en I1, I2, I3 – ecuación de profundidad vs N° de golpes – resistencia de cono – módulo de deformación.....	116-117
4.0.5.-Cálculo de I _{zp} – influencias a la mitad del espesor de las subcapas – influencias en las subcapas – factores empíricos.....	117-118
4.0.6.- Asentamiento.....	118
4.1.-Asentamiento en la zona 1.....	119

4.1.1.- Asentamiento con esfuerzo admisible de 4 kg/cm ² (zona1).....	119
4.1.1.1.-Corrección de áreas y asentamientos.....	120
4.1.1.2.-Comparación de áreas y porcentaje en las zapatas.....	121
4.1.2.- Asentamiento con esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm ² (zona1).....	122
4.1.2.1.-Corrección de áreas y asentamientos.....	123.
4.1.2.2.-Comparación de áreas y porcentaje en las zapatas.....	124
4.1.3.- Asentamiento con esfuerzo admisible de 1,5 kg/cm ² (zona1).....	125
4.1.3.1.-Corrección de áreas y asentamientos.....	126
4.1.3.2.-Comparación de áreas y porcentaje en las zapatas.....	127
4.2.-Asentamiento en la zona 2.....	128
4.2.1.-Asentamiento con esfuerzo admisible de 4 kg/cm ² (zona2).....	128
4.2.1.1.- Corrección de áreas y asentamientos.....	129
4.2.1.2.-Comparacion de áreas y porcentaje en las zapatas.....	130
4.2.2.- Asentamiento con esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm ² (zona2).....	131
4.2.2.1.- Corrección de áreas y asentamientos.....	132
4.2.2.2.- Comparación de áreas y porcentaje en las zapatas.....	133
4.3.-Asentamiento en la zona general.....	134
4.3.1.- Asentamiento con esfuerzo admisible de 4 kg/cm ² (zona general).....	134
4.3.1.2-Corrección de áreas y asentamientos.....	135
4.3.1.3.-Comparación de áreas y porcentaje en las zapatas.....	136
4.3.2.- Asentamiento con esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm ² (zona general).....	137
4.3.2.1-Corrección de áreas y asentamientos.....	138
4.3.2.2.-Comparación de áreas y porcentaje en las zapatas.....	139

4.3.3.- Asentamiento con esfuerzo admisible de 1,5 kg/cm ² (zona general).....	140
4.3.3.1- Corrección de áreas y asentamientos.....	141.
4.3.3.2.-Comparación de áreas y porcentaje en las zapatas.....	142
4.4.-Cuadros comparativos de resultados de las distintas zonas.....	143
4.4.1.- Nivel de cimentación y nivel freático.....	143
4.4.2.-Asentamientos sin corregir.....	143-144
4.4.3.-Asentamientos corregidos.....	145-146
4.4.3.1.- Gráficas de los asentamientos corregidos y sin corregir en cada planta....	147
4.4.3.1.1.- Con un esfuerzo admisible de 4 kg/cm ²	147-148
4.4.3.1.2.- Con un esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm ²	149-150
4.4.3.1.3.- Con un esfuerzo admisible de 1,5 kg/cm ²	151-152
4.4.4.-Dimensiones sin corregir.....	153-154
4.4.5.-Dimensiones corregidas.....	155-156
4.4.6.-Cuadros comparativos de incremento de áreas en cada planta.....	158-158
4.4.7.-Desventajas y Ventajas.....	159-160
4.4.8.-Propuesta.....	161

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1-Conclusiones.....	162-163
5.2.- Recomendaciones.....	163

BIBLIOGRAFIA.....	164-168
--------------------------	----------------

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.1 Factor de influencia por deformación, Iz	
Fuente.- Ingeniería de Fundaciones Autor Tomlinsom.....	9
Figura 2.1 Gran Muralla china	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	10
Figura 2.2 Pirámides de Chincen Itza	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	11
Figura 2.3 Pirámides de Egipto	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	11
Figura 2.4 El Domo de Konigsberg	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	12
Figura 2.5 La Torre de Pisa	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	12
Figura 2.6 El Rialto	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	13
Figura 2.7 Mausoleo Taj Mahal India	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	13
Figura 2.8 Nomenclaturas de suelos (1)	
Fuente.- Principios de la Ingeniería de Cimientos Autor Braja M.Das.....	17
Figura 2.9 Nomenclaturas de suelos (2)	
Fuente.- Principios de la Ingeniería de Cimientos Autor Braja M.Das.....	17
Figura 2.10 Combinaciones de símbolos	
Fuente.- Principios de la Ingeniería de Cimientos Autor Braja M.Das.....	17
Figura 2.11 Estratigrafía de un sondeo	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Braja M.Das.....	18
Figura 2.12 Consideraciones importantes para evaluar SPT en suelos granulares	
Fuente.- http://virtual.urbe.edu/librotexto/622_1_DEL_1/indice.pdf	19
Figura 2.13 SPT en suelos arcillosos	
Fuente.- http://virtual.urbe.edu/librotexto/622_1_DEL_1/indice.pdf	19

Figura 2.14 SPT en suelos granulares	
Fuente.- http://virtual.urbe.edu/librotexto/622_1_DEL_1/indice.pdf	19
Figura 2.15 Esfuerzo efectivo	
Fuente.- Ingeniería Geológica Autor Luis Gonzales de Vallejo.....	21
Figura 2.16 Carga en el suelo	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	21
Figura 2.17 Estratigrafía	
Fuente.- Ingeniería Geológica Autor Luis Gonzales de Vallejo.....	21
Figura 2.18 Presión de poro-Esfuerzo de sobrecarga y esfuerzo efectivo	
Fuente.- Ingeniería Geológica Autor Luis Gonzales de Vallejo.....	21
Figura 2.19 Esfuerzo Vs Deformación	
Fuente.- Ingeniería de Cimientos; Autor Delgado Vargas.....	23
Figura 2.20 Modelo Elástico lineal unidimensional	
Fuente.- Principios de la Ingeniería de Cimientos Autor Braja M.Das.....	23
Figura 2.21 Presiones en un suelo	
Fuente.- Principios de la Ingeniería de Cimientos Autor Braja M.Das.....	25
Figura 2.22 Asentamientos en suelos compresibles	
Fuente.- http://www.slideshare.net/454958/fundaciones-superficiales-02#btnNext...27	
Figura 2.23 Asentamientos en suelos incompresibles	
Fuente.- http://www.slideshare.net/454958/fundaciones-superficiales-02#btnNext...27	
Figura 2.24 Partes de una estructura	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	28
Figura 2.25 Tipos de cimentaciones	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	29
Figura 2.26 Cilindros de cimentación	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	29
Figura 2.27 Cimentación por pilotes	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	29
Figura 2.28 Distribución de presiones	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor M.Labad.....	31

Figura 2.29 Bulbo de presiones 1	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor M.Labad.....	31
Figura 2.30 Bulbo de presiones 2	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor M.Labad.....	31
Figura 2.31 Bulbo de presiones 3	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor M.Labad.....	31
Figura 2.32 Bulbo de presiones 4	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor M.Labad.....	31
Figura 2.33 Asentamiento Uniforme	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor M.Labad.....	32
Figura 2.34 No uniforme	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor M.Labad.....	32
Figura 2.35 Falla por asentamiento diferencial	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor M.Labad.....	32
Figura 2.36 Falla en pavimento	
Fuente.- Mecánica de suelos y cimentaciones; Autor M.Labad.....	33
Figura 2.37 Cimentaciones en terrenos plásticos y elásticos	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	34
Figura 2.38 Esfuerzos en la profundidad de cimentación	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	35
Figura 2.39 Factor de influencia por deformación	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	44
Figura 2.40 Esquema de Schmerttman para la estimación de asentamientos	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	45
Figura 2.41 Módulo de deformación del suelo	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	47
Figura 2.42 Cotas de esfuerzos y ubicación de la base rígida	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	47
Figura 2.43 Factores de influencia en zapatas cuadradas y corridas	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	50

Figura 2.44 Asentamiento diferencial	
Fuente.- http://virtual.urbe.edu/librotexto/622_1_DEL_1/indice.pdf	54
Figura 2.45 Asentamiento igual	
Fuente.- www.amarengo.org	54
Figura 3.1 Inicio de la Av. Integración	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio	55
Figura 3.2 Fin de la Av. Integración	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio	56
Figura 3.3 Avenida Integración	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio	57
Figura 3.4 Pozos del Área del Proyecto	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio	58
Figura 3.5 Antecedentes del lugar (1)	
Fuente.- Fotografía de SEDECA Tarija	59
Figura 3.6 Antecedentes del lugar (2)	
Fuente.- Fotografía de SEDECA Tarija	60
Figura 3.7 Antecedentes del lugar (3)	
Fuente.- Fotografía de SEDECA Tarija	60
Figura 3.8 Antecedentes del lugar (4)	
Fuente.- Fotografía de SEDECA Tarija	61
Figura 3.9 Antecedentes del lugar (5)	
Fuente.- Fotografía de SEDECA Tarija	61
Figura 3.10 Antecedentes del lugar (6)	
Fuente.- Fotografía de SEDECA Tarija	62
Figura 3.11 Antecedentes del lugar (7)	
Fuente.- Fotografía de SEDECA Tarija	62
Figura 3.12 Punto No1	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	66
Figura 3.13 Ubicación Punto No 1	
Fuente.- Propia.....	67

Figura 3.14 Ensayo de SPT punto No 1	
Fuente.- Laboratorio de suelos “EOLO”.....	67
Figura 3.15 Condominio Amancay	
Fuente.- Propia.....	68
Figura 3.16 Ensayo de SPT punto No 2	
Fuente.- Laboratorio de suelos “EOLO”.....	69
Figura 3.17 Construcción Unidad Educativa Aniceto Arce	
Fuente.- Propia.....	69
Figura 3.18 Punto No 2	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio	70
Figura 3.19 Ensayo de SPT Punto No 3	
Fuente.- Laboratorio de suelos “EOLO”.....	71
Figura 3.20 Punto No 3	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio	72
Figura 3.21 Ensayo de SPT Punto No 4	
Fuente.- Propia.....	73
Figura 3.22 Excavación de pozos a cielo abierto; Punto No 4	
Fuente.- Propia.....	73
Figura 3.23 Punto No 4	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	74
Figura 3.24 Ensayo sobre la superficie Punto No 5	
Fuente.- Propia.....	75
Figura 3.25 Ensayo de SPT en el punto No 5	
Fuente.-Propia.....	76
Figura 3.26 Punto No 5	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	77
Figura 3.27 Punto No 6	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	78

Figura 3.28 Ensayo de SPT en el punto No 6 (1)	
Fuente.- Propia.....	79
Figura 3.29 Ensayo de SPT en el punto No 6 (2)	
Fuente.- Propia.....	79
Figura 3.30 Ensayo de SPT en el punto No 6 (3)	
Fuente.- Propia.....	80
Figura 3.31 Punto No 7	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	81
Figura 3.32 Ubicación del punto No 7	
Fuente.- Propia.....	82
Figura 3.33 Toma general de los 7 puntos	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	83
Figura 3.34 Área en Estudio	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	84
Figura 3.35 Pozos Sobrantes	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	85
Figura 3.36 Zona 1	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	86
Figura 3.37 Zona 2	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	87
Figura 3.38 Zona 1 – Zona 2	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	88
Figura 3.39 Zona General	
Fuente.- Google Earth - Diseño propio.....	90
Figura 3.40 Estratigrafía Zona 1	
Fuente.- Propia.....	92
Figura 3.41 Estratigrafía Zona 2	
Fuente.- Propia.....	92
Figura 3.42 Estratigrafía Zona General	
Fuente.- Propia.....	93

Figura 3.43 Esquema de Zapatas	
Fuente.- CYPECAD.....	94
Figura 3.44 Nomenclatura de las Zapatas	
Fuente.- CYPECAD - diseño propio.....	94
Figura 3.45 Edificación Prototipo	
Fuente.- CYPECAD.....	95
Figura 3.46 Esquema de la zapata (1) – Zona 1	
Fuente.- diseño propio	96
Figura 3.47 Edificación Prototipo	
Fuente.- CYPECAD.....	97
Figura 3.48 Esquema de la zapata (2) – Zona 1	
Fuente.- diseño propio	98
Figura 3.49 Edificación Prototipo	
Fuente.- CYPECAD.....	99
Figura 3.50 Esquema de la zapata (3) – Zona 1	
Fuente.- diseño propio	100
Figura 3.51 Edificación Prototipo	
Fuente.- CYPECAD.....	101
Figura 3.52 Esquema de la zapata (1) – Zona 2	
Fuente.- diseño propio	102
Figura 3.53 Edificación Prototipo	
Fuente.- CYPECAD.....	103
Figura 3.54 Esquema de la zapata (2) – Zona 2	
Fuente.- diseño propio	104
Figura 3.55 Edificación Prototipo	
Fuente.- CYPECAD.....	105
Figura 3.56 Edificación Prototipo	
Fuente.- CYPECAD.....	106
Figura 3.57 Esquema de la zapata (1) – Zona General	
Fuente.- diseño propio	107

Figura 3.58 Edificación Prototipo	
Fuente.- CYPECAD.....	108
Figura 3.59 Esquema de la zapata (2) – Zona General	
Fuente.- diseño propio	109
Figura 3.60 Edificación Prototipo	
Fuente.- CYPECAD.....	111
Figura 3.61 Esquema de la zapata (3) – Zona General	
Fuente.- diseño propio	111
Figura 4.1 Identificación de las Zapatas	
Fuente.- diseño propio	113
Figura 4.2 4kg/cm ² - inicial1	
Fuente.- diseño propio	147
Figura 4.3 4kg/cm ² - corregido1	
Fuente.- diseño propio	147
Figura 4.4 4kg/cm ² - inicial2	
Fuente.- diseño propio	147
Figura 4.5 4kg/cm ² - corregido2	
Fuente.- diseño propio	147
Figura 4.6 4kg/cm ² - inicial4	
Fuente.- diseño propio	147
Figura 4.7 4kg/cm ² - corregido4	
Fuente.- diseño propio	147
Figura 4.8 4kg/cm ² - inicial6	
Fuente.- diseño propio	148
Figura 4.9 4kg/cm ² - corregido6	
Fuente.- diseño propio	148
Figura 4.10 4kg/cm ² - inicial8	
Fuente.- diseño propio	148
Figura 4.11 4kg/cm ² - corregido8	
Fuente.- diseño propio	148

Figura 4.12 4kg/cm ² - inicial10	
Fuente.- diseño propio	148
Figura 4.13 4kg/cm ² - corregido10	
Fuente.- diseño propio	148
Figura 4.14 2,3kg/cm ² - inicial1	
Fuente.- diseño propio	149
Figura 4.15 2,3kg/cm ² - corregido1	
Fuente.- diseño propio	149
Figura 4.16 2,3kg/cm ² - inicial2	
Fuente.- diseño propio	149
Figura 4.17 2,3kg/cm ² - corregido2	
Fuente.- diseño propio	149
Figura 4.18 2,3kg/cm ² - inicial4	
Fuente.- diseño propio	149
Figura 4.19 2,3kg/cm ² - corregido4	
Fuente.- diseño propio	149
Figura 4.20 2,3kg/cm ² - inicial6	
Fuente.- diseño propio	150
Figura 4.21 2,3kg/cm ² - corregido6	
Fuente.- diseño propio	150
Figura 4.22 2,3kg/cm ² - inicial8	
Fuente.- diseño propio	150
Figura 4.23 2,3kg/cm ² - corregido8	
Fuente.- diseño propio	150
Figura 4.24 2,3kg/cm ² - inicial10	
Fuente.- diseño propio	150
Figura 4.25 2,3kg/cm ² - corregido10	
Fuente.- diseño propio	150
Figura 4.26 1,5kg/cm ² - inicial1	
Fuente.- diseño propio	151

Figura 4.27 1,5kg/cm ² - corregido1	
Fuente.- diseño propio	151
Figura 4.28 1,5kg/cm ² - inicial2	
Fuente.- diseño propio	151
Figura 4.29 1,5kg/cm ² - corregido2	
Fuente.- diseño propio	151
Figura 4.30 1,5kg/cm ² - inicial4	
Fuente.- diseño propio	151
Figura 4.31 1,5kg/cm ² - corregido4	
Fuente.- diseño propio	151
Figura 4.32 1,5kg/cm ² - inicial6	
Fuente.- diseño propio	152
Figura 4.33 1,5kg/cm ² - corregido6	
Fuente.- diseño propio	152
Figura 4.34 1,5kg/cm ² - inicial8	
Fuente.- diseño propio	152
Figura 4.35 1,5kg/cm ² - corregido8	
Fuente.- diseño propio	152
Figura 4.36 1,5kg/cm ² - inicial10	
Fuente.- diseño propio	152
Figura 4.37 1,5kg/cm ² - corregido10	
Fuente.- diseño propio	152
Figura 4.38 Propuesta	
Fuente.- diseño propio	161

INDICE DE ECUACIONES

Página

Ecuación.- 1.1 Formula de Asentamiento Método Schmerttman	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	9
Ecuación.- 1.2 Factor empírico por profundidad	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	9

<i>Ecuacion.-1.3</i> Factor empírico por deformación lenta	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	9
<i>Ecuacion.-1.4</i> Correlación del Módulo de elasticidad con la resistencia de cono	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	9
<i>Ecuacion.-1.5</i> Correlación del N° de golpes de SPT con la resistencia de cono	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	9
<i>Ecuacion.-2.1</i> Deformación Unitaria	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	23
<i>Ecuacion.-2.2</i> Coeficiente de Poisson	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	24
<i>Ecuacion.-2.3</i> Peso específico Sumergido	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	25
<i>Ecuacion.-2.4</i> Asentamiento elástico en suelo granular	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	38
<i>Ecuacion.-2.5</i> Deformación vertical bajo el centro de un área circular con carga “q”	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	43
<i>Ecuacion.-2.6</i> Factor de influencia por deformación	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	43
<i>Ecuacion.-2.7</i> Deformación vertical en la ecuación elástica	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	45
<i>Ecuacion.-2.8</i> Deformación Vertical en forma diferencial	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	46
<i>Ecuacion.-2.9</i> Asentamiento por integración de las deformaciones	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	46
<i>Ecuacion.-2.10</i> Asentamiento para la distribución de influencia	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	46
<i>Ecuacion.-2.11</i> Asentamiento según Schmertmann	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	46
<i>Ecuacion.-2.12</i> Factor empírico por profundidad de cimentación	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	48

<i>Ecuacion.-2.13</i> Factor empírico por fluencia en el tiempo	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	48
<i>Ecuacion.-2.14</i> Modulo de Young	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	48
<i>Ecuacion.-2.15</i> Factor de influencia por deformación	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	49
<i>Ecuacion.-2.16</i> Factor de influencia por deformación (1)	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	50
<i>Ecuacion.-2.17</i> Asentamiento en zapata cuadrada	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	50
<i>Ecuacion.-2.18</i> Asentamiento en zapata corrida	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	50
<i>Ecuacion.-2.19</i> Modulo equivalente de Young (Schmertmann)	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	51
<i>Ecuacion.-2.20</i> Modulo de Young (Manual Canadiense)	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	51
<i>Ecuacion.-2.21</i> Modulo de Young- (Axisimetricas)	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	51
<i>Ecuacion.-2.22</i> Modulo de Young (deformación plana)	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	52
<i>Ecuacion.-4.1</i> Factor de influencia por deformación	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	117
<i>Ecuacion.-4.2</i> Factor empírico por profundidad de cimentación	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	118
<i>Ecuacion.-4.3</i> Factor empírico por fluencia en el tiempo	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	118
<i>Ecuacion.-4.4</i> Asentamiento según Schmertmann	
Fuente.- Ing. De Cimentaciones Autor Manuel Delgado Vargas.....	118

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1.1.- Esquema lógico estructural	
Fuente.-Propia.....	8
Cuadro 2.1.- Sistema de Clasificación Unificado y AASHTO	
Fuente.- Principios de la Ingeniería de Cimientos Autor Braja M.Das (pag.6).....	16
Cuadro 2.2.- Relaciones de valores del SPT	
Fuente.- Principios de la Ingeniería de Cimientos Autor Braja M.Das.....	20
Cuadro 2.3.- Relación SPT con “qc”	
Fuente.- Principios de la Ingeniería de Cimientos Autor Braja M.Das.....	20
Cuadro 2.4.- Relación SPT con qc (2)	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	20
Cuadro 2.5.- Ejemplo de carga en el seno de un terreno	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz (pag.316).....	34
Cuadro 2.6.- Asentamientos Generales Admisibles	
Fuente.- Mecánica de suelos y Cimentaciones; Autor Crespo Villalaz.....	53
Cuadro 3.1.- Resultados Obtenidos Punto No 1	
Fuente.- Propia.....	68
Cuadro 3.2.- Resultados Obtenidos Punto No 2	
Fuente.- Propia.....	70
Cuadro 3.3.- Resultados Obtenidos Punto No 3	
Fuente.- Propia.....	72
Cuadro 3.4.- Resultados Obtenidos Punto No 4	
Fuente.- Propia.....	74
Cuadro 3.5.- Resultados Obtenidos Punto No 5	
Fuente.- Propia.....	77
Cuadro 3.6.- Resultados Obtenidos Punto No 6	
Fuente.- Propia.....	80
Cuadro 3.7.- Resultados Obtenidos Punto No 7	
Fuente.- Propia.....	82

Cuadro 3.8.- Resultados Zona 1	
Fuente.- Propia.....	86
Cuadro 3.9.- Resultados Zona 2	
Fuente.- Propia.....	88
Cuadro 3.10.- Resultados Zona General	
Fuente.- Propia.....	91
Cuadro 3.11.- Zona General Idealizada	
Fuente.- Propia.....	93
Cuadro 3.12.- Dimensiones de las zapatas (1); Zona 1	
Fuente.- Propia.....	95
Cuadro 3.13.- Dimensiones de las zapatas (2); Zona 1	
Fuente.- Propia.....	97
Cuadro 3.14.- Dimensiones de las zapatas (3); Zona 1	
Fuente.- Propia.....	99
Cuadro 3.15.- Dimensiones de las zapatas (1); Zona 2	
Fuente.- Propia.....	101
Cuadro 3.16.- Dimensiones de las zapatas (2); Zona 2	
Fuente.- Propia.....	103
Cuadro 3.17.- Dimensiones de las zapatas (3); Zona 2	
Fuente.- Propia.....	105
Cuadro 3.18.- Dimensiones de las zapatas (1); Zona General	
Fuente.- Propia.....	106
Cuadro 3.19.- Dimensiones de las zapatas (2); Zona General	
Fuente.- Propia.....	108
Cuadro 3.20.- Dimensiones de las zapatas (3); Zona General	
Fuente.- Propia.....	110
Cuadro 4.1.- Procedimiento de cálculo etapa 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	112
Cuadro 4.2.- Procedimiento de cálculo etapa 2	
Fuente.- Diseño Propio.....	114

Cuadro 4.3.- Procedimiento de cálculo etapa 3	
Fuente.- Diseño Propio.....	115
Cuadro 4.4.- Procedimiento de cálculo etapa 4	
Fuente.- Diseño Propio.....	116
Cuadro 4.5.- Procedimiento de cálculo etapa 5	
Fuente.- Diseño Propio.....	117
Cuadro 4.6.- Etapa Final “Asentamiento”	
Fuente.- Diseño Propio.....	118
Cuadro 4.7.- Asentamiento (1) Zona 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	119
Cuadro 4.8.- Corrección (1) Zona 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	120
Cuadro 4.9.- Comparación de áreas (1) Zona 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	121
Cuadro 4.10.- Asentamiento (2) Zona 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	122
Cuadro 4.11.- Corrección (2) Zona 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	123
Cuadro 4.12.- Comparación de áreas (2) Zona 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	124
Cuadro 4.13.- Asentamiento (3) Zona 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	125
Cuadro 4.14.- Corrección (3) Zona 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	126
Cuadro 4.15.- Comparación de áreas (3) Zona 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	127
Cuadro 4.16.- Asentamiento (1) Zona 2	
Fuente.- Diseño Propio.....	128
Cuadro 4.17.- Corrección (1) Zona 2	
Fuente.- Diseño Propio.....	129

Cuadro 4.18.- Comparación de áreas (1) Zona 2	
Fuente.- Diseño Propio.....	130
Cuadro 4.19.- Asentamiento (2) Zona 2	
Fuente.- Diseño Propio.....	131
Cuadro 4.20.- Corrección (2) Zona 2	
Fuente.- Diseño Propio.....	132
Cuadro 4.21.- Comparación de áreas (2) Zona 2	
Fuente.- Diseño Propio.....	133
Cuadro 4.22.- Asentamiento (1) Zona General	
Fuente.- Diseño Propio.....	134
Cuadro 4.23.- Corrección (1) Zona General	
Fuente.- Diseño Propio.....	135
Cuadro 4.24.- Comparación de áreas (1) Zona General	
Fuente.- Diseño Propio.....	136
Cuadro 4.25.- Asentamiento (2) Zona General	
Fuente.- Diseño Propio.....	137
Cuadro 4.26.- Corrección (2) Zona General	
Fuente.- Diseño Propio.....	138
Cuadro 4.27.- Comparación de áreas (2) Zona General	
Fuente.- Diseño Propio.....	139
Cuadro 4.28.- Asentamiento (3) Zona General	
Fuente.- Diseño Propio.....	140
Cuadro 4.29.- Corrección (3) Zona General	
Fuente.- Diseño Propio.....	141
Cuadro 4.30.- Comparación de áreas (3) Zona General	
Fuente.- Diseño Propio.....	142
Cuadro 4.31.- Nivel de cimentación y nivel freático	
Fuente.- Diseño Propio.....	143
Cuadro 4.32.- Asentamiento con 4 kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	143

Cuadro 4.33.- Asentamiento con 2,3 kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	144
Cuadro 4.34.- Asentamiento con 1,5 kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	144
Cuadro 4.35.- Asentamiento corregido con 4 kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	145
Cuadro 4.36.- Asentamiento corregido con 2,3 kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	145
Cuadro 4.37.- Asentamiento corregido con 1,5 kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	146
Cuadro 4.38.- Dimensiones sin corregir 4kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	153
Cuadro 4.39.- Dimensiones sin corregir 2,3kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	154
Cuadro 4.40.- Dimensiones sin corregir 1,5kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	154
Cuadro 4.41.- Dimensiones corregidas 4kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	155
Cuadro 4.42.- Dimensiones corregidas 2,3kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	155
Cuadro 4.43.- Dimensiones corregidas 1,5kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	156
Cuadro 4.44.- Incremento de área 4kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	157
Cuadro 4.45.- Incremento de área 2,3kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	158
Cuadro 4.46.- Incremento de área 1,5kg/cm ²	
Fuente.- Diseño Propio.....	158
Cuadro 4.47.- Ventaja 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	159

Cuadro 4.48.- Ventaja 2	
Fuente.- Diseño Propio.....	159
Cuadro 4.49.- Ventaja 3	
Fuente.- Diseño Propio.....	159
Cuadro 4.50.- Desventaja 1	
Fuente.- Diseño Propio.....	160
Cuadro 4.51.- Desventaja 2	
Fuente.- Diseño Propio.....	160
Cuadro 4.52.- Desventaja 3	
Fuente.- Diseño Propio.....	160

INDICE DE ANEXOS

- ANEXO A	
(PUNTOS)	
- ensayos in situ y de laboratorio	
Zona general	
Punto 1	
Pozo 1	
- ensayos in situ y de laboratorio	
Zona general	
Punto 1	
Pozo 2	
- ensayos in situ y de laboratorio	
- zona general	
Punto 1	
Pozo 3	
- ensayos in situ y de laboratorio	
- zona general	
Punto 2	

Pozo 4

- ensayos in situ y de laboratorio
- zona general

Punto 2

Pozo 5

- ensayos in situ y de laboratorio
- zona general

Punto 3

Pozo 6

- ensayos in situ y de laboratorio
- zona general

Punto 3

Pozo 7

- ensayos in situ y de laboratorio
- zona general

Punto 3

Pozo 8

- ensayos in situ y de laboratorio
- zona 1

Punto 4

Pozo 10

- ensayos in situ y de laboratorio
- zona 1

Punto 4

Pozo 11

- ensayos in situ y de laboratorio
- zona 1

Punto 4

Pozo 12

- ensayos in situ y de laboratorio

- zona 1

Punto 5

Pozo 9

- ensayos in situ y de laboratorio

- zona 2

Punto 6

Pozo 13

- ensayos in situ y de laboratorio

- zona 2

Punto 6

Pozo 14

- ensayos in situ y de laboratorio

- zona 2

Punto 6

Pozo 15

- ensayos in situ y de laboratorio

- zona 2

Punto 6

Pozo 16

- ensayos in situ y de laboratorio

- zona 2

Punto 6

Pozo 17

- ensayos in situ y de laboratorio

- zona general

Punto 7

Pozo 18

- ANEXO B

(PESOS ESPECÍFICOS)

- ANEXO C

(% DE HUMEDAD ZONA1-ZONA2)

ANEXO D

(PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO EN LAS DISTINTAS ZONAS)

Zona 1

Zona 1 perfil geotécnico

Zona 1 esfuerzo admisible de 4 kg/cm²

Zona 1 esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm²

Zona 1 esfuerzo admisible de 1,5 kg/cm²

Zona 2

Zona 2 perfil geotécnico

Zona 2 esfuerzo admisible de 4 kg/cm²

Zona 2 esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm²

Zona 2 esfuerzo admisible de 1,5 kg/cm² (no presento)

Zona general

Zona general perfil geotécnico

Zona general esfuerzo admisible de 4 kg/cm²

Zona general esfuerzo admisible de 2,3 kg/cm²

Zona general esfuerzo admisible de 1,5 kg/cm²

-ANEXO E

RESPALDO FOTOGRÁFICO

Pesos específicos (gravas y granular)

Granulometría

Limite líquido y limite plástico

Ensayo de SPT

Materiales utilizados

