



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EFICIENCIA TEÓRICA DE CUATRO TIPOS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Felix Alejandra Velasquez Huayta

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

Cajamarca – Perú

2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller **Felix Alejandra Velasquez Huayta**, denominada:

EFICIENCIA TEÓRICA DE CUATRO TIPOS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga

PRESIDENTE

Ing. Gerson Quispe Rodríguez

SECRETARIO

Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios

Por brindarme la vida y haberme regalado una hermosa familia; así mismo haber puesto en mi camino a grandes personas, ayudándome a vencer obstáculos y cada día salir adelante.

A mis padres

Quienes fueron la base para la construcción de mi vida profesional, sembraron en mí la base de responsabilidad y deseos de superación.

A mis hermanos

Por acompañarme siempre en la travesía de mi vida, son las personas que siempre me apoyaron en todo y me ofrecieron el amor y la calidez de familia.

A toda mi familia que es lo mejor y lo más valioso que Dios me ha dado.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor el Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno por el gran apoyo y dedicación para el desarrollo de la presente tesis.

Al director de la carrera de ingeniería civil de la Universidad Privada del Norte el Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga por el gran apoyo que brinda a los estudiantes de la carrera que con su experiencia y conocimientos nos ayuda a ser grandes profesionales.

A los docentes de la Universidad Privada del Norte, quienes con su experiencia y dedicación brindaron sus conocimientos para el desarrollo de esta tesis.

Y a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron con sus ideas y comentarios para mejorar este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Justificación.....	18
1.4. Delimitaciones.....	19
1.5. Objetivos	19
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	19
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	19
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes	20
2.2. Bases teóricas.....	21
2.2.1. <i>Cimentaciones</i>	21
2.2.2. <i>Consideraciones para el diseño de cimentaciones</i>	28
2.2.3. <i>Diseño de zapatas aisladas</i>	37
2.2.4. <i>Diseño de zapata aislada excéntrica</i>	43
2.2.5. <i>Diseño de zapatas conectadas</i>	46
2.2.6. <i>Diseño de zapatas combinada</i>	47
2.2.7. <i>Diseño de losa de cimentación</i>	50
2.2.8. <i>Software ETABS, versión educacional</i>	52
2.2.9. <i>Software SAFE, versión educacional</i>	52
2.3. Hipótesis	53

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	54
3.1. Operacionalización de variables	54
3.2. Diseño de investigación	54
3.3. Unidad de estudio	55
3.4. Población y muestra.....	55
3.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	55
3.6. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	55
3.6.1. <i>Ubicación y localización de la Institución Educativa</i>	<i>55</i>
3.6.2. <i>Revisión de planos y el estudio de mecánica de suelos de la Institución Educativa.</i>	<i>56</i>
3.6.3. <i>Modelamiento de la Institución Educativa en ETABS.....</i>	<i>58</i>
3.6.4. <i>Predimensionamiento en Excel.....</i>	<i>60</i>
3.6.5. <i>Exportación e importación en SAFE</i>	<i>61</i>
3.6.6. <i>Modelamiento de la cimentación en SAFE</i>	<i>61</i>
3.6.7. <i>Metrado</i>	<i>61</i>
3.6.8. <i>Presupuesto</i>	<i>66</i>
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	70
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	79
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.....	80
CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES	81
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS	82
CAPÍTULO 9. ANEXOS.....	84
ANEXO N° 1: Estudio de mecánica de suelos.....	84
ANEXO N° 2: Modelamiento de la Institución educativa en ETABS 2016 versión 16.02.....	85
ANEXO N° 3: Ejecución del programa.....	99
ANEXO N° 4: Predimensionamiento	109
ANEXO N° 5: Exportación e importación en SAFE	128
ANEXO N° 6: Modelamiento en SAFE 2016 versión 16.0.1.....	131
ANEXO N° 7: Detalle de Metrado	150
ANEXO N° 8: Análisis de precios unitarios	158
ANEXO N° 9: Planos.....	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Asentamiento Admisible	30
Tabla N° 2: Modulo de reacción del suelo – Datos para SAFE	53
Tabla N° 3: Operacionalización de Variables Independientes	54
Tabla N° 4: Operacionalización de Variables Dependientes.....	54
Tabla N° 5: Factores de zona “Z”	56
Tabla N° 6: Cargas de diseño	60
Tabla N° 7: Resumen de metrado – Zapata aislada	62
Tabla N° 8: Resumen de metrado – Zapata conectada	63
Tabla N° 9: Resumen de metrado – Zapata combinada	64
Tabla N° 10: Resumen de metrado – Losa de cimentación.....	65
Tabla N° 11: Presupuesto – Zapata aislada	66
Tabla N° 12: Presupuesto – Zapata conectada	67
Tabla N° 13: Presupuesto – Zapata combinada	68
Tabla N° 14: Presupuesto – Losa de cimentación	69
Tabla N° 15: Asentamiento diferencial	72
Tabla N° 16: Factores de asentamiento diferencial	72
Tabla N° 17: Esfuerzo del terreno	75
Tabla N° 18: Factores de esfuerzo del terreno	75
Tabla N° 19: Costo.....	76
Tabla N° 20: Factor de costo.....	77
Tabla N° 21: Factor de comportamiento.....	77
Tabla N° 22: Eficiencia.....	78
Tabla N° 23: Relación de insumos	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Giro de un edificio alto y desplazamiento de su centro de gravedad.	14
Figura N° 2: Torre de Pisa (Fenómeno de consolidación).	14
Figura N° 3: Terreno de cimentación de la Torre de Pisa.	15
Figura N° 4: Tipos de asentamiento.	15
Figura N° 5: Falla por cortante general.	22
Figura N° 6: Tipos de Zapatas.	24
Figura N° 7: Tipos de Zapatas Aisladas.	25
Figura N° 8: Zapatas Conectadas con viga de cimentación.	25
Figura N° 9: Tipo de Zapatas combinadas.	26
Figura N° 10: Losa de cimentación	27
Figura N° 11: Losa Maciza.	27
Figura N° 12: Ejemplos de estados limite últimos.	29
Figura N° 13: Distribución de presiones en una cimentación rígida	31
Figura N° 14: Parámetros para la distribución de presiones en una cimentación rígida	32
Figura N° 15: Perímetro de punzonamiento	34
Figura N° 16: Zapata Concéntrica.	37
Figura N° 17: Ubicación de fuerzas ejercidas en la zapata	38
Figura N° 18: Dimensiones para el diseño de zapata aislada.	39
Figura N° 19: Cortante Bidireccional en Zapata.	41
Figura N° 20: Cortante Bidireccional en Zapata.	41
Figura N° 21: Cortante Unidireccional en Zapata.	42
Figura N° 22: Zapata Excéntrica	43
Figura N° 23: Ubicación de fuerzas ejercidas en la zapata	44
Figura N° 24: Zapata conectada	46
Figura N° 25: Presiones en zapata combinada	48
Figura N° 26: Ancho de cimentación.	49
Figura N° 27: Zapata rectangular.	49
Figura N° 28: Diagrama de fuerza cortante y momento flector.	49
Figura N° 29: Ubicación Gregorio Pita – San Marcos – Cajamarca – Perú.	55
Figura N° 30: Tipos de columnas usadas en la Institución Educativa.	57
Figura N° 31: Asentamiento diferencial – Zapata aislada.	70

Figura N° 32: Asentamiento diferencial – Zapata conectada.....	70
Figura N° 33: Asentamiento diferencial – Zapata combinada.....	71
Figura N° 34: Asentamiento diferencial – Losa de cimentación.....	71
Figura N° 35: Asentamiento Diferencial	72
Figura N° 36: Esfuerzo del terreno – Zapata aislada.....	73
Figura N° 37: Esfuerzo del terreno – Zapata conectada.....	73
Figura N° 38: Esfuerzo del terreno – Zapata combinada.....	74
Figura N° 39: Esfuerzo del terreno – Losa de cimentación.	74
Figura N° 40: Esfuerzo del terreno.....	75
Figura N° 41: Costo directo.....	77
Figura N° 42: Inicio de ETABS.....	86
Figura N° 43: Creación del modelo de la Institución Educativa, modulo 1.....	86
Figura N° 44: Configuración de unidades.	87
Figura N° 45: Configuración de alturas.	87
Figura N° 46: Creación de grilla.	88
Figura N° 47: Configuración de materiales.....	88
Figura N° 48: Configuración de materiales.....	89
Figura N° 49: Configuración de materiales.....	89
Figura N° 50: Creación de elementos estructurales (vigas y columnas).....	90
Figura N° 51: Creación de columnas.	90
Figura N° 52: Creación de columnas.	91
Figura N° 53: Creación de columnas.	91
Figura N° 54: Creación de vigas.	92
Figura N° 55: Creación de vigas.	92
Figura N° 56: Creación de vigas.	93
Figura N° 57: Creación de vigas.	93
Figura N° 58: Creación de vigas.	94
Figura N° 59: Creación de las losas aligeradas.	94
Figura N° 60: Creación de los muros.	95
Figura N° 61: Creación de los muros.	96
Figura N° 62: Visualización YZ.	96
Figura N° 63: Visualización XY.	97
Figura N° 64: Visualización 3D.	97
Figura N° 65: Visualización 3D, extruido.	98
Figura N° 66: Definición de espectro de respuesta.	100

Figura N° 67: Definición de espectro de respuesta.	100
Figura N° 68: Definición de espectro de respuesta.	101
Figura N° 69: Definición de patrones de carga.....	101
Figura N° 70: Definición de patrones de carga.....	102
Figura N° 71: Definición de casos de carga.	102
Figura N° 72: Definición de casos de carga.	103
Figura N° 73: Definición de casos de carga.	103
Figura N° 74: Definición de casos de carga.	104
Figura N° 75: Definición de casos de carga.	104
Figura N° 76: Definición de combinación de carga.....	105
Figura N° 77: Creación de combinación de carga.	105
Figura N° 78: Definición de combinación de carga.....	106
Figura N° 79: Definición de combinación de carga.....	106
Figura N° 80: Definición de fuente de masa.....	107
Figura N° 81: Definición de fuente de masa.....	107
Figura N° 82: Definición de fuente de masa.....	108
Figura N° 83: Definición de fuente de masa.....	108
Figura N° 84: Exportación a SAFE.....	129
Figura N° 85: Exportación a SAFE.....	129
Figura N° 86: Exportación a SAFE.....	129
Figura N° 87: Programa SAFE 2016.	130
Figura N° 88: Definición de materiales.....	130
Figura N° 89: Puntos exportados de ETABS a SAFE.	130
Figura N° 90: Configuración de unidades.	132
Figura N° 91: Configuración de materiales.....	132
Figura N° 92: Configuración del suelo.....	133
Figura N° 93: Configuración de las barras de refuerzo.....	133
Figura N° 94: Creación de elementos estructurales.	134
Figura N° 95: Dibujo de zapatas.	134
Figura N° 96: Dibujo de reforzamiento.	135
Figura N° 97: Aplicación de suelo.	135
Figura N° 98: Aplicación de suelo.	135
Figura N° 99: Aplicación de suelo.	136
Figura N° 100: Aplicación de restricciones.....	136
Figura N° 101: Asentamiento diferencial.....	137

Figura N° 102: Esfuerzos del terreno.	137
Figura N° 103: Creación de elementos estructurales.	138
Figura N° 104: Dibujo de zapatas y vigas.	138
Figura N° 105: Dibujo de reforzamiento.	139
Figura N° 106: Definición de restricciones.	139
Figura N° 107: Asentamiento diferencial.	140
Figura N° 108: Asentamiento diferencial.	140
Figura N° 109: Fuerza en vigas.	141
Figura N° 110: Fuerza en vigas.	141
Figura N° 111: Creación de elementos estructurales.	142
Figura N° 112: Dibujo de la zapata combinada.	142
Figura N° 113: Dibujo de reforzamiento.	142
Figura N° 114: Definición del suelo.	143
Figura N° 115: Definición de restricciones.	143
Figura N° 116: Definición de restricciones.	143
Figura N° 117: Asentamiento diferencial.	144
Figura N° 118: Tensión en zapatas.	144
Figura N° 119: Esfuerzo del terreno.	145
Figura N° 120: Creación de elementos estructurales.	145
Figura N° 121: Dibujo de la zapata combinada.	146
Figura N° 122: Dibujo de reforzamiento.	146
Figura N° 123: Definición del suelo.	147
Figura N° 124: Definición de restricciones.	147
Figura N° 125: Asentamiento diferencial.	148
Figura N° 126: Momento por sismo.	148
Figura N° 127: Momento por sismo.	149

RESUMEN

En la presente investigación se estudió el comportamiento de cuatro tipos de cimentaciones superficiales (zapata aislada, conectada, combinada y losa de cimentación), para una institución educativa de la localidad de Carbón Alto, distrito de Gregorio Pita – San Marcos – Cajamarca. El fin del estudio es determinar la eficiencia teórica de cuatro tipos de cimentación, para lo cual se analiza los asentamientos y las reacciones para determinar cuál de ellas se comporta mejor ante las cargas de servicio; también se compara los costos de cada una de ellas. En primer lugar, se realizó el diseño de las cimentaciones para conocer las dimensiones; para luego poder modelar en el software SAFE 2016 versión 16.0.1; a continuación, se realizó el metrado de cada una de las cimentaciones y se obtuvo el costo referencial, con los resultados obtenidos se hizo la comparación para conocer cuál es el tipo de cimentación más eficiente. Los resultados obtenidos nos determinaron que las zapatas conectadas son más eficientes, teniendo un comportamiento adecuado ante las cargas de servicio que se presentan en la institución educativa y teniendo un menor costo.

Palabras claves: Eficiencia, costo, esfuerzo, asentamiento diferencial.

ABSTRACT

In the present investigation, the behavior of four types of superficial foundations (isolated, connected, combined footing and foundation slab) was studied for an educational institution in the town of Carbón Alto, district of Gregorio Pita - San Marcos - Cajamarca. The purpose of the study is to determine the theoretical efficiency of four types of foundations, for which the settlements and reactions are analyzed to determine which of them behaves better in the face of service loads; it also compares the costs of each of them. In the first place, the design of the foundations was made to know the dimensions; to then be able to model in the software SAFE 2016 version 16.0.1; Then, the metering of each of the foundations was performed and the referential cost was obtained, with the results obtained the comparison was made to know which is the most efficient type of foundation. The results obtained determined that the connected footings are more efficient, having an adequate behavior before the service loads that are presented in the educational institution and having a lower cost.

Keywords: Efficiency, cost, effort, differential settlement.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

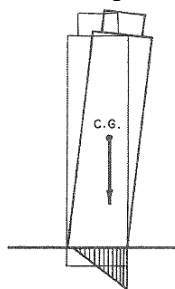
Es evidente, para que una estructura ofrezca una seguridad y comportamiento razonable ha de contar con una cimentación adecuada. Aunque la cimentación es algo que no llama la atención y pasa inadvertida por los usuarios de la estructura. La construcción de una cimentación es, a veces, el trabajo más difícil de todos los que se presentan al realizar una obra (Alva, 2009).

Lo anterior conduce a que los cimientos son en general piezas de volumen considerable, con respecto al volumen de la superestructura. Los cimientos se construyen casi invariablemente en concreto armado y, en general, se emplea en ellos concreto de calidad relativamente baja, ya que no resulta económicamente interesante el empleo de concretos de resistencias mayores (Montoya y Pinto, 2010).

La forma más antigua de cimentación son las zapatas, hasta mediados del siglo XIX la mayor parte de las zapatas eran de mampostería de piedras unidas con mortero, aunque sí se construían de piedra labrada en tamaños específicos, eran las llamadas zapatas de piedra labrada. Las zapatas de mampostería eran muy útiles para casi todo tipo de construcciones, hasta que aparecieron los edificios altos cuyas cargas en las columnas eran considerables, lo que hizo necesario la construcción de zapatas más anchas y pesadas que representaban un problema tanto por el espacio que ocupaban como para construir las (Peck, Hanson y Thornburn, 1995).

Un ejemplo, en las torres, el centro de gravedad de los pesos se sitúa muy alto (más o menos, a media altura del edificio). Si una torre se inclina, el desplazamiento horizontal que sufre el centro de gravedad puede ser de cierta importancia. Con ello, su vertical se descentra de la base y las cargas en la cimentación se modifican, aumentando, precisamente del lado más blando del terreno (Figura 1) con lo que la situación tiende a agravarse (Uriel, 2014). Un claro ejemplo es La torre de Pisa en Italia que se muestra en la Figura 2

Figura N° 1: Giro de un edificio alto y desplazamiento de su centro de gravedad.



Fuente: Uriel, 2014.

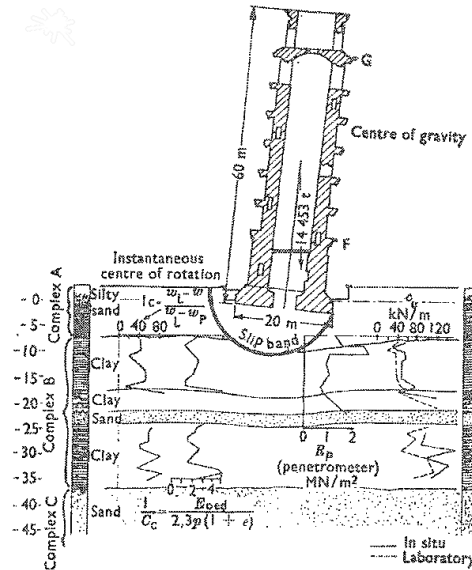
Figura N° 2: Torre de Pisa (Fenómeno de consolidación).



Fuente: Medina, 2013.

La Figura N° 3 muestra la situación de inclinación actual y el corte del terreno bajo la torre, la cual contiene arena limosa sobre una capa de 30 m de arcilla que, a su vez, descansa sobre arena. Aproximadamente en el medio de la capa de arcilla hay un estrato de arena de 6 m de espesor. Estos sedimentos están dispuestos horizontalmente y sólo acusan una deformación (que se aprecia en la figura) debida al gran asiento sufrido por la torre.

Figura N° 3: Terreno de cimentación de la Torre de Pisa.

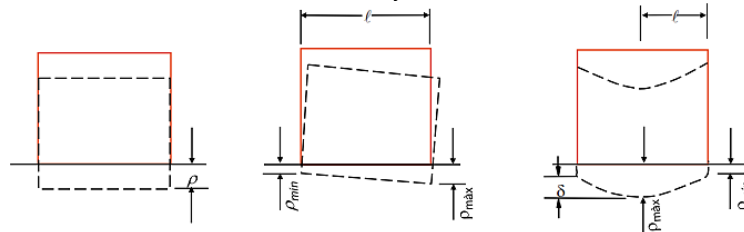


Fuente: Kérisei, 1975.

Debido a esto la más importante innovación romana en el campo de las cimentaciones de los edificios parece haber sido sus plataformas de concreto en masa; la capacidad hidráulica del cemento puzolánico permitió la colocación de las plataformas de cimentación incluso bajo agua. En algunos casos, la utilización de estas cimentaciones continuas de gran espesor (losa de cimentación), supuso una solución eficaz en suelos pobres, con riesgo de asentamientos diferenciales (Arias, Meléndez y Molina (2009).

Figura N° 4: Tipos de asentamiento

Asentamiento uniforme, Volteo y Asentamiento no Uniforme.



Fuente: Alva, 2009.

La función de una zapata de cimentación es distribuir la carga total que transmite una columna, pila o muro, incluyendo su propio peso, sobre suficiente área de terreno, de modo que la intensidad de las presiones que transmita se mantenga dentro de los límites permitidos para el suelo que la

soporta. La zapata, según se aprecia, representa voladizos que sobresalen de la columna en ambas direcciones y recibe presión del terreno hacia arriba que provocan esfuerzos de tensión en el fondo de la zapata. Las zapatas son, por lo tanto, reforzadas mediante dos parillas de acero, perpendiculares entre si y paralelas a los bordes. Puesto que estos voladizos son frecuentemente de poca luz, el esfuerzo de corte y la adherencia son normalmente más críticos que la flexión (Gonzales y Robles, 2005).

Según Calavera (2000), en el diseño de cimentaciones superficiales existen estos tipos: muro corrido, viga de cimentación, zapatas aisladas, zapata esquinara, zapata medianera, zapata combinada, zapatas corridas, zapatas conectadas y losa de cimentación; es quien ha desarrollado estudios y un completo análisis de una manera minuciosa, orientados desde el dimensionamiento, otorgando prioridad y mucha profundidad al diseño estructural de éstas.

En el análisis de la superestructura (edificios bajos) comúnmente se considera que los apoyos están empotrados, asumiendo que no hay deformaciones (asentamientos) ni giros. Bajo estos supuestos se determinan las cargas que bajan a la cimentación y se transmiten al suelo. La realidad es otra debido a que el suelo siempre se va a deformar causando que el o los apoyos empotrados se comporten más como una articulación (Rodríguez, 2005).

Los esfuerzos críticos que tienen lugar en la zapata son, por lo tanto, la compresión de la columna sobre la zapata, la presión de la zapata contra el suelo que la sostiene, esfuerzos diagonales de tensión, esfuerzos tensores en el acero, esfuerzo compresivo del concreto por flexión y esfuerzo de adherencia entre el concreto y el acero. Las zapatas individuales se plantean como solución en casos sencillos, en suelos de poca compresibilidad, suelos duros, con cargas de la estructura moderadas. Con el fin de darle rigidez lateral al sistema de cimentación, las zapatas aisladas siempre deben interconectarse en ambos sentidos por medio de vigas de amarre. La zapata aislada suele emplearse, casi siempre por razones económicas, bajo las columnas de los edificios. Tal y como ya ha quedado expuesto su antecedente más próximo es la base de piedra colocada sobre el ras del suelo. Las zapatas combinadas se plantean en casos intermedios, esto es, suelos de mediana compresibilidad y cargas no muy altas. Con esta solución se busca una reducción de esfuerzos, dándole cierta rigidez a la estructura, de modo que se restrinjan algunos movimientos relativos (CTE).

Una zapata combinada es un elemento que sirve de cimentación para dos o más columnas. En principio las zapatas aisladas sacan provecho de que diferentes columnas tienen diferentes momentos flectores. Si estos se combinan en un único elemento de cimentación, el resultado puede ser un elemento más estabilizado y sometido a un menor momento resultante. Cuando se trata de atender y transmitir al suelo las fuerzas de un muro de carga, se usa una zapata continua o corrida, cuyo comportamiento es similar al de una viga. Las zapatas corridas se emplean para cimentar

muros portantes, o hileras de columnas; estas se aplican normalmente a muros, pueden tener sección rectangular, escalonada o estrechada cónicamente, sus dimensiones están en relación con la carga que han de soportar, la resistencia a la compresión del material y la presión admisible sobre el terreno (CTE).

Cuando el área requerida para que la cimentación pueda apoyarse sobre los estratos superficiales resulte muy grande (mayor del 50% aproximadamente), ya sea porque las cargas son muy altas o la compresibilidad del suelo muy grande, puede ser más práctico y económico hacer el apoyo en toda el área del lote por medio de una losa. Lo anterior implica que los asentamientos totales puedan ser importantes debido a que se está incluyendo en el proceso de deformación una mayor cantidad de suelo, debido a que el bulbo de presiones es más profundo al ser la cimentación más ancha. Sin embargo, al ser una losa de cimentación más rígida, los asentamientos diferenciales pueden ser menores, de tal forma que se pueda tolerar asentamientos totales mayores que los de las zapatas. Las losas de cimentación se consideran como un desarrollo moderno de la técnica de cimentación, sin embargo, en una escala reducida, fueron empleadas hace ya mucho tiempo (CTE).

El crecimiento de la población del departamento de Cajamarca, observada en las últimas décadas, refleja un gran incremento de la población. De acuerdo con el censo 2017, la población urbana del departamento se incrementó en 45,9%; ocupando el cuarto lugar de la población con un 4.8% de población del Perú. La provincia de San Marcos que está conformada por 7 distritos, tiene el 3.6 % de la población Cajamarquina, esta provincia tiene una tasa de crecimiento anual de 1.5%, lo cual implica la expansión territorial de la población y la necesidad de centros educativos para la formación de la población.

La importancia del conocimiento del comportamiento de las cimentaciones de una institución educativa, radica principalmente en que las escuelas, además de ser el lugar donde niños y jóvenes aprenden, también son el sitio donde pasan más tiempo después de su hogar, siendo una estructura esencial según NTP E 0.30. Por ello, se debe considerar para el desarrollo de la educación, a la infraestructura con la que operan los centros educativos. Conviniendo saber qué tipo de cimentación utilizar al momento de construir las instituciones educativas, considerando la seguridad y la economía de las mismas.

En esta investigación se hace un análisis, desde el punto teórico, mediante la utilización del software ETABS 2016, SAFE 2016 y Excel; tomando como referencia una Institución Educativa de la localidad de Carbón Alto, distrito de Gregorio Pita – San Marcos – Cajamarca.

1.2. Formulación del problema

¿Qué tipo de cimentación superficial es más eficiente para una Institución Educativa ubicada en la localidad de Carbón Alto, distrito de Gregorio Pita – San Marcos – Cajamarca?

1.3. Justificación

Justificación teórica.

La falta de conocimiento sobre los tipos de cimentación más eficiente para una edificación de tipo educacional en Cajamarca y el poco estudio del suelo, tiene un impacto negativo directo en las estructuras, lo cual genera pérdidas económicas y malestar en los usuarios. Para lo cual se podrá visualizar el comportamiento de cada una de ellas.

Justificación práctica.

Esta investigación tiene como meta comparar los diferentes tipos de cimentaciones superficiales y presentar la propuesta más eficiente para el uso de las cimentaciones en estructuras, las cuales son bases que sirven de apoyo y sustento en cualquier edificación. Estas cimentaciones o apoyos deben ser dimensionados en base a las características de terreno y de las cargas de la estructura, y las cuales son de distinto tipo de acuerdo a la utilidad que se busca y al comportamiento natural del terreno, los cuales se tendrán idealizados para este trabajo. Además, la comparación de cimentaciones superficiales en las edificaciones sería el primer paso para solucionar el problema de cual utilizar al hacer una edificación y que sea el más eficaz tanto en su comportamiento estructural como en el costo de cada una de ellas, ésta sería una herramienta para las futuras edificaciones a construir en Cajamarca. La aplicación de esta propuesta mejorará la situación en las edificaciones, ya que la cimentación es el elemento fundamental de toda edificación, lo cual brindaría seguridad en ellas.

Justificación valorativa.

No existen otras investigaciones relacionadas con el tema, es una línea poco estudiada, por lo cual esta investigación tendrá un valor importante a la hora de la formación de futuros profesionales.

Justificación académica.

Este trabajo tiene un aporte teórico muy grande, ya que estudiantes y profesionales se podrán basar de la información para poder realizar estudios convenientes, aportando más teoría necesaria sobre el tema.

1.4. Delimitaciones

La cimentación a comparar es superficial (zapata aislada, zapata conectada, zapata combinada y losa de cimentación).

Se tomará un coeficiente de balasto en función de las tablas Winkler para un $q_c = 1.05 \text{ kg/cm}^2$ (considerando factor de seguridad = 3), se considera constante para todas las cimentaciones.

El plano a estudiar tiene un sistema aporricado, diseñado y aprobado en el 2015.

Para el predimensionamiento se considera solo las cimentaciones y no los cimientos corridos de los muros.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el tipo de cimentación superficial más eficiente para una Institución Educativa.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Comparar el asentamiento diferencial entre aisladas, conectadas, combinadas y platea de cimentación.
- b) Comparar los esfuerzos actuantes del terreno debidos a zapatas aisladas, conectadas, combinadas y platea de cimentación.
- c) Comparar el costo de la cimentación si es con los sistemas de zapatas aisladas, conectadas, combinadas y platea de cimentación.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El ingeniero Ignacio Valverde en su tesis doctoral del 2010 sostiene que: Las localidades han sido construidas para un análisis de condiciones de cimentación más adecuado bajo acciones sísmica, los modelos estructurales identificados se han realizado en el software CUPE para las cargas axiales y las dimensiones de la cimentación a partir de la tipología de referencia, según el análisis de la base de datos geotécnica, y para una tensión admisible al terreno a la cota de cimentación, teniendo como resultados que el uso de zapatas conectadas es mejor ante las zapatas aisladas.

En 2013, el ingeniero Juan Antonio López Martínez en su trabajo de fin de master, "Estudio comparativo de cimentaciones", comparando el comportamiento entre las zapatas combinadas y losa de cimentación; obteniendo como resultado que la losa de cimentación tiene un mejor comportamiento ante las cargas de servicio.

El ingeniero Marco Anrango, 2015, en su trabajo de graduación nos dice que las zapatas aisladas como elemento de sustentación está limitado y se emplean solo cuando el terreno tiene, ya en su superficie, una resistencia media o alta en relación con las cargas, y es suficientemente homogéneo como para que no sean de temer asentamientos diferenciales; comprobando que llegan a colapsar si el terreno tiene una resistencia baja.

Negrín y Cabrera (2009) presentan las consideraciones iniciales y la metodología necesaria para formular un problema de diseño óptimo de cimentaciones superficiales rectangulares en suelos con diferentes esquemas de resistencia a cortante: friccionales, cohesivos y $c-\phi$, tomando como función objetivo el costo directo mínimo de la solución. La formulación matemática del problema en régimen.

El ingeniero Jorge Alva Hurtado en su libro Diseño de cimentaciones, nos dice que el asentamiento máximo admisible en zapatas debe ser de una pulgada; comprobando también que los esfuerzos en la platea de cimentación son menores que en las zapatas aisladas, por ello las plateas de cimentación tienen una reducción de asentamiento diferencial debido a que el esfuerzo es reducido y la platea es capaz de distribuir la carga sobre pequeños puntos débiles.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cimentaciones

El cimiento es en sí el enlace entre la superestructura y el terreno, y por ello son elementos básicos en el diseño, aunque durante muchos siglos el diseño y dimensionamiento, ha sido un proceso empírico. Su misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales (Garza, 2003).

Es la parte de la estructura cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo llamamos cimentación. Esta influye cargas importantes como el peso de las estructuras sobre las cubiertas o la incidencia de los vientos en fachados o sobre superficies expuestas a los mismos, una buena cimentación puede evitar los cambios perjudiciales como por ejemplo hundimientos, agrietamiento, colapsos, inclinación de la edificación de una estructura (Díaz, 2009).

En toda construcción, las cimentaciones constituyen el elemento a través del cual se transmiten los esfuerzos de la estructura del terreno. Se trata de un elemento de enlace o trabazón que ha de tenerse en cuenta tanto en las características de la construcción como en las del terreno, tan anormal será concebir por adelantado una cimentación para una determinada estructura sin conocer previamente el terreno que se va a encontrar, como preocuparse únicamente del terreno sin inquietarse de la concepción general de la estructura (Garza, 2003).

El terreno debe trabajar bajo carga tal que no se altere su estado de equilibrio, o sea, que no se produzca deformaciones o asentamientos perceptibles que repercutan en los diferentes elementos de la estructura, produciéndose tensiones parasitas para las cuales no han sido diseñados. Si una columna se asienta más o menos que otra adyacente, la diferencia genera esfuerzos que pueden ocasionar daños en los elementos estructurales y no estructurales (Harmsen, 2002).

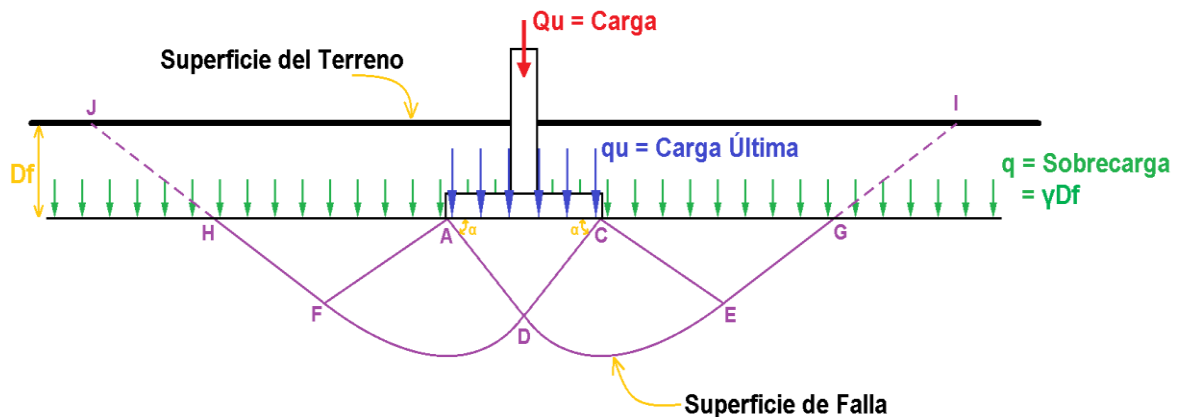
Los fallos de las cimentaciones producen daños estructurales (pudiendo incluso provocar el colapso completo de la estructura) siendo su reparación, en ocasiones, compleja y muy costosa ya que puede involucrar a las edificaciones colindantes y puede ser necesario interrumpir el uso del edificio o desalojarlo (Garza, 2003).

En las causas inmediatas de los fallos de cimentaciones tienen una importancia decisiva las circunstancias peculiares de cada región, de manera que las estadísticas de unos países no son extrapolables a otros. Sin embargo, la experiencia demuestra que son frecuentes los fallos debidos al colapso de los suelos sobre los que se apoyan cimentaciones superficiales (Uriel, 2014).

En el diseño de cimentaciones superficiales es importante considerar la respuesta de la estructura ante cargas estáticas y dinámicas. Para el caso de este proyecto se consideran únicamente cargas estáticas, por lo que el factor de seguridad a utilizar será acorde a este aspecto (Uriel, 2014).

Autores como Terzaghi y Meyerhoff han propuesto métodos para determinar la capacidad soportante de una cimentación superficial, sin embargo, Terzaghi fue el primero en proponer una teoría para el cálculo de la capacidad de carga de una cimentación superficial. La misma analiza la condición de falla por cortante general. La falla por cortante general es aquella cuando en un suelo firme falla un volumen importante de terreno (Fig. 5). La superficie que llega a fallar tiene forma curvada y se nota en el terreno circundante a la cimentación por medio de un levantamiento (Terzaghi y Meyerhoff, 1973).

Figura N° 5: Falla por cortante general.



Fuente: Cossio, 2009.

2.2.1.1. Cimentaciones superficiales

Según Alva en 2009, nos dice que las cimentaciones superficiales son aquellas que se apoyan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad portante o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas. Las cimentaciones superficiales se clasifican en:

- Cimentaciones ciclópeas.
- Zapatas:
 - Zapatas aisladas.
 - Zapatas conectadas.
 - Zapatas combinadas.
 - Losas de cimentación.

Un caso que se puede considerar intermedio entre las zapatas y las losas de cimentación es el de la cimentación por medio de un emparrillado, que consiste en una serie de zapatas corridas, entrecruzadas en dos direcciones. Cuando a nivel de la zona inferior de la estructura, el terreno presenta características adecuadas desde los puntos de vista técnico y económico para cimentar sobre él, la cimentación se denominará superficial o directa. Las cimentaciones superficiales estarán constituidas por zapatas, vigas y placas, o por combinaciones de estos elementos. Estas características del terreno son fundamentales a la hora de la elección de la cimentación (Montoya y Pinto, 2010).

La influencia del tipo de edificio a ejecutar también es importante en la selección de la cimentación. Las características más importantes de los edificios a la hora de la cimentación pueden ser:

- a) Existencia de sótanos
- b) Edificios ligeros de poca altura: se usará cimentación superficial.
- c) Edificios de poca altura: losas, pilotaje.
- d) Edificios de gran altura: Cimentaciones profundas o losas de cimentación.

Antes de la selección de la cimentación, y como parte previa a la redacción del proyecto, debe realizarse un estudio geotécnico del terreno que en sus conclusiones debe recomendar los tipos de cimentaciones más adecuados. Como características principales una zapata debe cumplir:

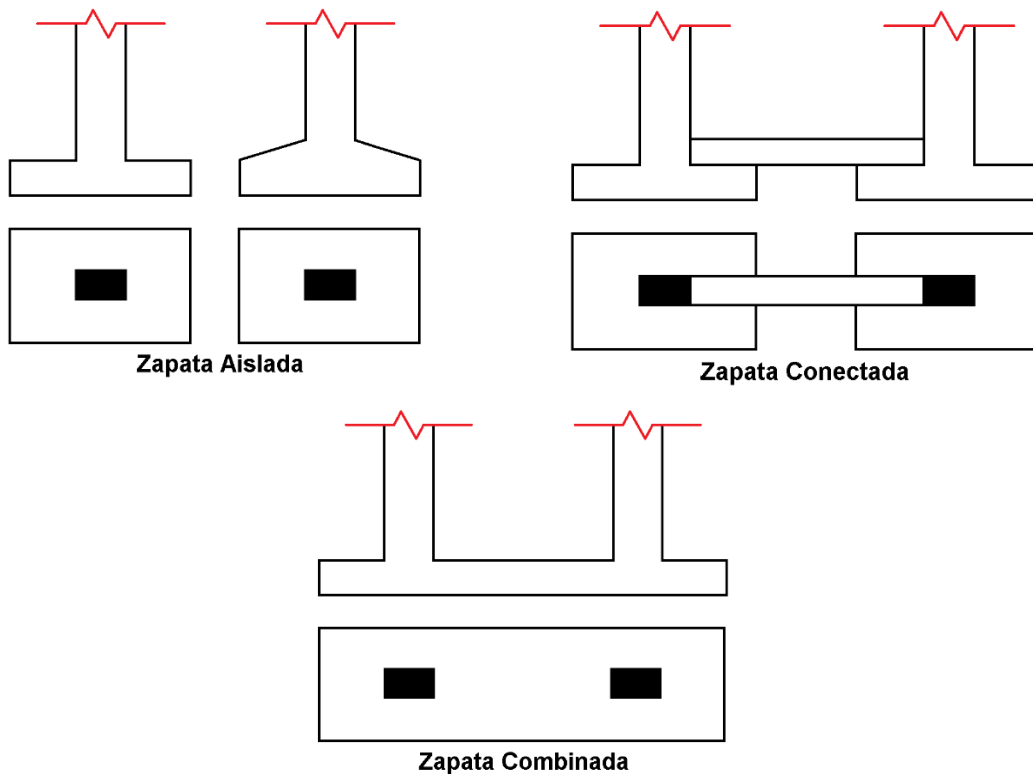
- a) Conducción de las cargas al terreno a través de los elementos estructurales.
- b) Reparto uniforme de las cargas para que no se superen las tensiones superficiales del terreno.
- c) Deben limitarse los asentamientos de la estructura a los máximos admisibles por ésta, y evitar asimismo los asentamientos diferenciales.
- d) Las cimentaciones deben quedar ocultas. (Alva, 2009)

2.2.1.2. Zapatas

Se trata de la solución más usada, debido a que es la más económica, de más fácil ejecución y adaptarse bien a terrenos resistentes. Es además una solución interesante para luces importantes. Una zapata es una ampliación de la base de una columna o muro que tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo. A las zapatas que soportan una sola columna se llaman individuales o zapatas aisladas. La zapata que se construye debajo de un muro se llama zapata corrida o zapata continua. Si una zapata soporta varias columnas se llama zapata combinada. Una forma especial de zapata combinada que se usa normalmente en el caso que una de las columnas soporte un muro exterior es la zapata en voladizo o cantiléver (UPM, 2013).

En este tipo de zapatas el elemento estructural que transmite los esfuerzos será un pilar, pudiendo ser éste de concreto o metálico. El pilar arrancará siempre desde el centro geométrico de la base de la zapata. En el caso de pilares de concreto armado se deberá dejar una armadura vertical saliente de la zapata como armadura de espera para unión con la armadura del pilar, para que se produzca la transferencia de esfuerzos del pilar a la zapata. En el caso de pilares metálicos no se dispondrá esta armadura de espera (UPM, 2013).

Figura N° 6: Tipos de Zapatas.

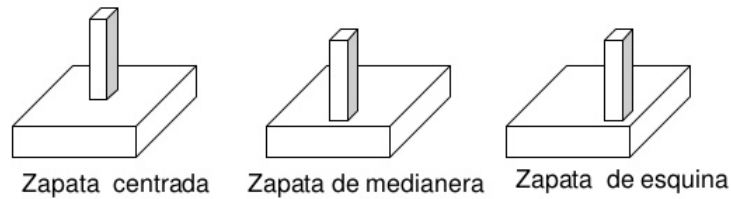


Fuente: UPM, 2013.

2.2.1.2.1 Zapata aislada

Es aquella en la que descansa o recae un solo pilar. Encargada de transmitir a través de su superficie de cimentación las cargas al terreno. Una variante de la zapata aislada aparece en edificios con junta de dilatación y en este caso se denomina “zapata bajo pilar en junta de diapasón”. La zapata no necesita junta pues al estar empotrada en el terreno no se ve afectada por los cambios térmicos, aunque en las estructuras sí que es normal además de aconsejable poner una junta cada 30m aproximadamente, en estos casos la zapata se calcula como si sobre ella solo recayese un único pilar. Importante es saber que además del peso del edificio y las sobrecargas, hay que tener también en cuenta el peso de las tierras que descansan sobre sus vuelos (Villarino, 2010).

Figura N° 7: Tipos de Zapatas Aisladas.



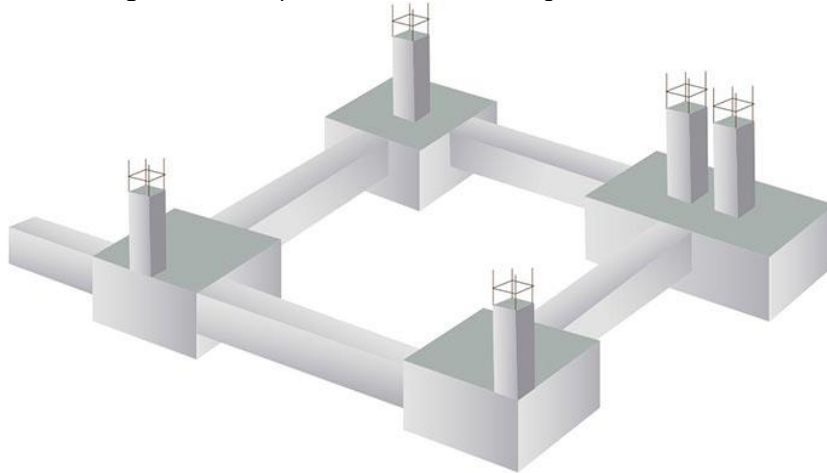
Fuente: Villarino, 2010.

2.2.1.2.2 Zapata conectada

Viga de cimentación

Se entiende por viga de cimentación aquella sobre la que apoyan tres o más pilares. De nuevo aquí la sección transversal puede ser rectangular o bien adoptar la forma de t invertida con economía de hormigón y acero, pero con un mayor coste de encofrados y mano de obra. La tendencia actual es hacia secciones rectangulares, salvo en grandes cimentaciones, en las que las formas más complicadas pueden compensar desde un punto de vista económico. (Villarino Otero, 2010)

Figura N° 8: Zapatas Conectadas con viga de cimentación.



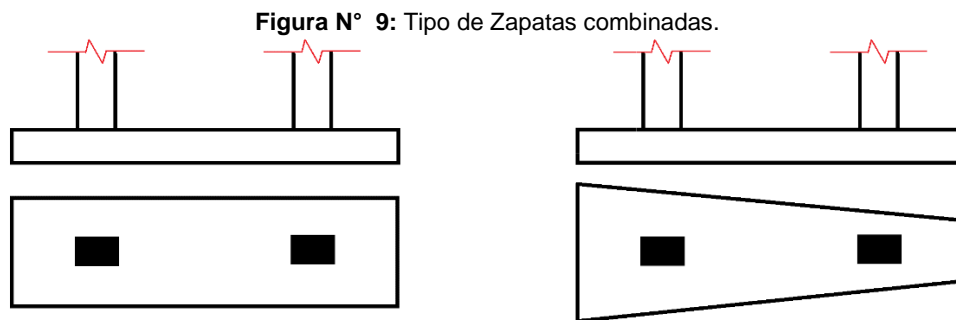
Fuente: Concremax, 2017.

Cuando una columna está ubicada en un límite de propiedad requiere de una zapata excéntrica; excéntrica; ésta, bajo las hipótesis del análisis clásico, tiene presiones muy elevadas en la zona cercana a la cara externa, producto de la distribución triangular de presiones que se produce al considerar la excentricidad de la carga actuante (Blanco, 2011).

2.2.1.2.3 Zapata combinada

Una zapata combinada es un elemento que sirve de cimentación para dos o más columnas. En principio las zapatas aisladas sacan provecho de que diferentes columnas tienen diferentes momentos flectores. Si estos se combinan en un único elemento de cimentación, el resultado puede

ser un elemento más estabilizado y sometido a un menor momento resultante. En general, es una buena práctica dimensionar el cimiento de forma que el centro de gravedad de su superficie en planta coincida con el de las acciones. Esto puede conseguirse de varias formas, una de ellas consiste en construir la zapata de ancho constante, y la otra de variar su ancho según el diseño (Villarino, 2010).



Fuente: Villarino, 2010.

Las zapatas corridas pueden ser bajo muro, o bajo pilares, y se define como la que recibe cargas lineales, en general a través de un muro, que, si es de concreto armado, puede transmitir un momento flector a la cimentación. Como se ve en la figura se tendrá diferentes zapatas para cada ocasión. En general las zapatas corridas se emplean para cimentar muros portantes, o hileras de columnas. Estructuralmente funcionan como viga flotante que recibe cargas lineales o puntuales separadas (Alva, 2009).

Son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal. Las zapatas corridas están indicadas cuando: (Villarino, 2010)

- a) Se trata de cimentar un elemento continuo.
- b) Queremos homogeneizar los asientos de una alineación de pilares y nos sirve para arriostamiento.
- c) Queremos reducir el trabajo del terreno.
- d) Para puntear defectos y heterogeneidades del terreno.

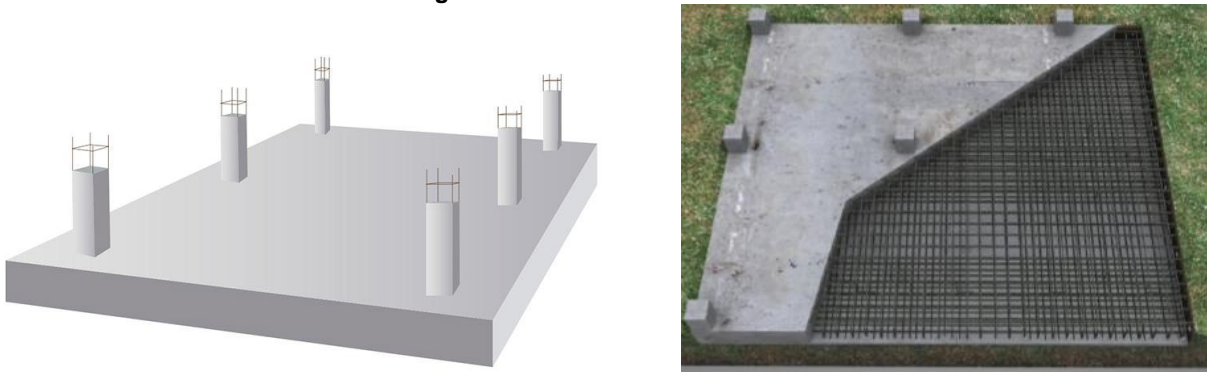
Cuando se requiere muchas zapatas aisladas próximas, resulta más sencillo realizar una zapata corrida.

2.2.1.3. Losa de cimentación

Cuando el área requerida para que la cimentación pueda apoyarse sobre los estratos superficiales resulte muy grande (mayor del 50% aproximadamente), ya sea porque las cargas son muy altas o la compresibilidad del suelo muy grande, puede ser más práctico y económico hacer el apoyo en

toda el área del lote por medio de una losa. Lo anterior implica que los asentamientos totales puedan ser importantes debido a que se está incluyendo en el proceso de deformación una mayor cantidad de suelo, debido a que el bulbo de presiones es más profundo al ser la cimentación más ancha. Sin embargo, al ser una losa de cimentación más rígida, los asentamientos diferenciales pueden ser menores, de tal forma que se pueda tolerar asentamientos totales mayores que los de las zapatas (Hernández, 2013).

Figura N° 10: Losa de cimentación



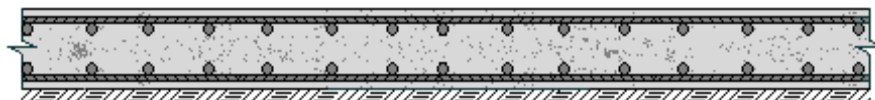
Fuente: (Hernández, 2013).

Es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones para que este tipo de cimentaciones tengan un comportamiento adecuado:

(Hernández, 2013)

- El centro de gravedad de la losa debe ser muy cercano al punto de aplicación de la resultante de las cargas de tal manera que no se produzcan excentricidades que impliquen volcamientos permanentes de la estructura. En caso de que esto no se pueda cumplir, deben considerarse los efectos de las deformaciones diferenciales a largo plazo. El desplome admisible puede ser del orden de $1/500$ de la altura de la altura del edificio.
- El mismo efecto desfavorable anterior puede ser producido por una estratigrafía heterogénea o en la que no se pueda considerar que la estratificación es paralela a la losa.

Figura N° 11: Losa Maciza



Fuente: (Hernández, 2013).

Losas de espesor constante

Elemento estructural de concreto reforzado cuyas dimensiones en planta son muy elevadas respecto a su espesor (canto). Define un plano normal a la dirección de los soportes. Este tipo de cimentación es una de cuatro tipos de zapata combinada (zapata rectangular combinada, ya explicada; zapata trapezoidal combinada y zapata en voladizo); que cubre toda la superficie bajo una estructura que soporta varias columnas o muros.

- a) Las losas de cimentación se prefieren para suelos de baja capacidad de carga pero que tienen que soportar grandes cargas de columnas y/o muros y por lo tanto se prevean asentamientos diferenciales en el terreno.
- b) Cuando la superficie de cimentación mediante zapatas aisladas o corridas tienen que cubrir más de la mitad de la superficie bajo un edificio, entonces la losa de cimentación resulta más económica.
- c) La losa de espesor constante tiene la ventaja de su gran sencillez de ejecución. Si las cargas y las luces no son importantes el ahorro de encofrados puede compensar el mayor volumen de concreto necesario.
- d) También es frecuente su aplicación cuando la tensión admisible del terreno es menor de 0.8 Kg/cm².

(Arias, Melendez y Molina, 2009).

2.2.2. Consideraciones para el diseño de cimentaciones

2.2.2.1. Cargas a utilizar en el diseño

Para el cálculo del factor de seguridad de cimentaciones: se utilizarán como cargas aplicadas a la cimentación, las Cargas de Servicio que se utilizan para el diseño estructural de las columnas del nivel más bajo de la edificación. Para el cálculo del asentamiento de cimentaciones apoyadas sobre suelos granulares: se deberá considerar la máxima carga vertical que actúe (Carga Muerta más Carga Viva más Sismo) utilizada para el diseño de las columnas del nivel más bajo de la edificación.

Para el cálculo de asentamientos en suelos cohesivos: se considerará la Carga Muerta más el 50% de la Carga Viva, sin considerar la reducción que permite la Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas. (Norma Técnica Peruana - E 0.50, 2011)

2.2.2.2. Factor de Seguridad contra Falla por Capacidad Portante

Es un método más racional que el anterior. Debe evitarse este tipo de falla. El factor de seguridad (2 a 4) debe reflejar no sólo la incertidumbre en el análisis de capacidad portante, sino la observación teórica y práctica que el asentamiento no es excesivo. No debe usarse sin estimar el asentamiento. Se presenta la forma de determinar q (Norma Técnica Peruana - E 0.60 - Sencico).

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

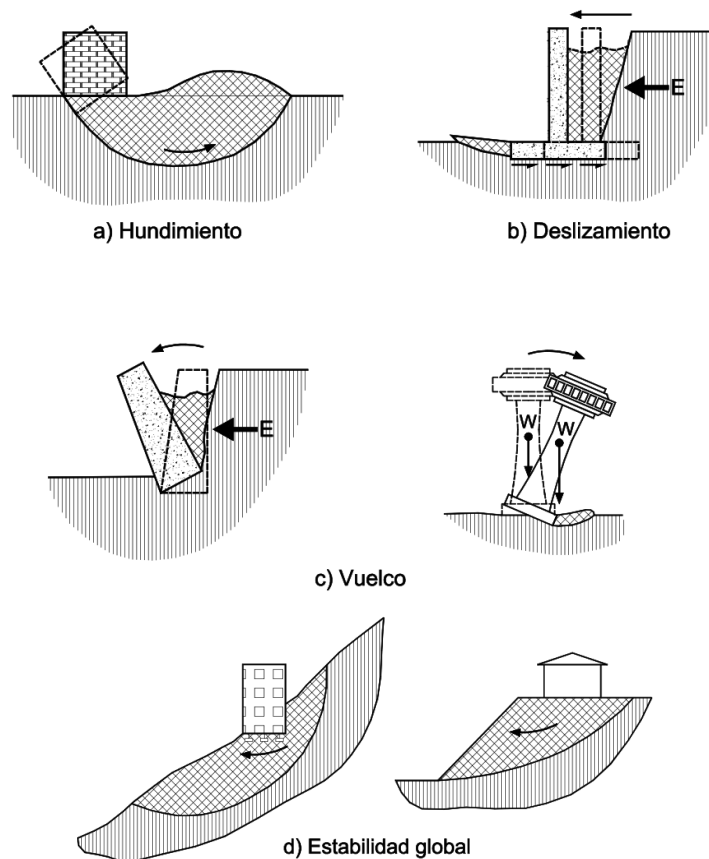
- a) Para cargas estáticas: 3,0
- b) Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

2.2.2.3. Estados Límite

Para el dimensionamiento de la cimentación se distinguirá entre:

- Estado límite último: asociados con el colapso total o parcial del terreno o con el fallo estructural de la cimentación.
- Estado límite de servicio: asociado con determinados requisitos impuestos a la deformación del terreno razones estéticas y de servicio.

Figura N° 12: Ejemplos de estados limite últimos.



Fuente: Kérisei, 1975.

2.2.2.4. Movimientos Permisibles

El asentamiento tiene importancia por tres razones: aspecto, condiciones de servicio y daños a la estructura. Los tipos de asentamiento son:

- a) Asentamiento Uniforme
- b) Inclinación
- c) Asentamiento No-Uniforme

Existen asentamientos máximos y asentamientos diferenciales. El asentamiento diferencial se caracteriza por la distorsión angular. El asentamiento admisible depende de muchos factores, tal como se ilustra en la Tabla 1 de Lambe y Whitman (Alva, 2009).

Tabla N° 1: Asentamiento Admisible

Tipo de Movimiento	Factor limitativo	Asentamiento máximo
Asentamiento total	Drenaje	6 – 12 plg.
	Acceso	12 – 24 plg.
	Probabilidad de asentamiento no uniforme	
	Estructuras con muros de mampostería	1 – 2 plg.
	Estructuras reticulares	2 – 4 plg.
Inclinación o giro	Chimeneas, silos, placas	3 – 12 plg.
	Estabilidad frente al vuelvo	Depende de la altura y el ancho
	Inclinación de chimeneas, torres	0.004 ℓ
	Rodadura de camiones, etc.	0.01 ℓ
	Almacenamiento de mercancías	0.01 ℓ
	Funcionamiento de máquinas-telares de algodón	0.003 ℓ
	Funcionamiento de máquinas - turbogeneradores	0.0002 ℓ
	Carriles de grúas	0.003 ℓ
	Drenaje de soleras	0.01 – 0.02 ℓ
	Asentamiento diferencial	Muros de ladrillo continuos y elevados
Factoría de una planta, figuración de muros de ladrillo		0.001 – 0.002 ℓ
Figuración de revocos (yeso)		0.001 ℓ
Pórticos de concreto armado		0.0025 – 0.004 ℓ
Pantallas de concreto armado		0.003 ℓ
Pórticos metálicos continuos		0.002 ℓ
Pórticos metálicos sencillos	0.005 ℓ	

Fuente: (Sowers, 1970)

2.2.2.5. Esfuerzo Permisible Transmitido

Se obtiene empíricamente al observar que la presión máxima no causa daño estructural en diferentes condiciones de suelos. Lo anterior no significa que no ocurrirán asentamientos. Esta presión admisible es válida para tamaños de cimentación y tipos de estructuras para las cuales las reglas prácticas se han establecido. Los valores son conservadores y es difícil averiguar en qué datos han sido basados. Las fallas registradas se atribuyen a mala clasificación de suelos, en vez de mala regla empírica. En muchos casos se verifica con ensayos de carga, que pueden no ser significativos (Alva, 2009).

2.2.2.6. Relación entre Asentamiento y Daño

Tiene mayor importancia el asentamiento diferencial que el total, aun cuando es más difícil estimar el diferencial. Lo anterior es debido a que la magnitud del diferencial depende del suelo y la estructura. Usualmente se establecen relaciones entre la distorsión máxima y el asentamiento diferencial máximo, luego se tiene relaciones entre el asentamiento diferencial máximo y el asentamiento máximo de una zapata. Usualmente se especifica para zapatas de edificios comerciales un asentamiento total admisible de 1 pulgada. (Alva, 2009).

Cuando el cimiento tiene mayores dimensiones esta simplificación ya no es posible debido a que una presión uniforme aplicada sobre un terreno, produce asientos distintos entre el centro y las esquinas del área cargada, de manera que la compatibilidad de deformaciones entre el suelo y el cimiento sólo es posible para esa distribución de cargas, si el cimiento es totalmente flexible.

Figura N° 13: Distribución de presiones en una cimentación rígida

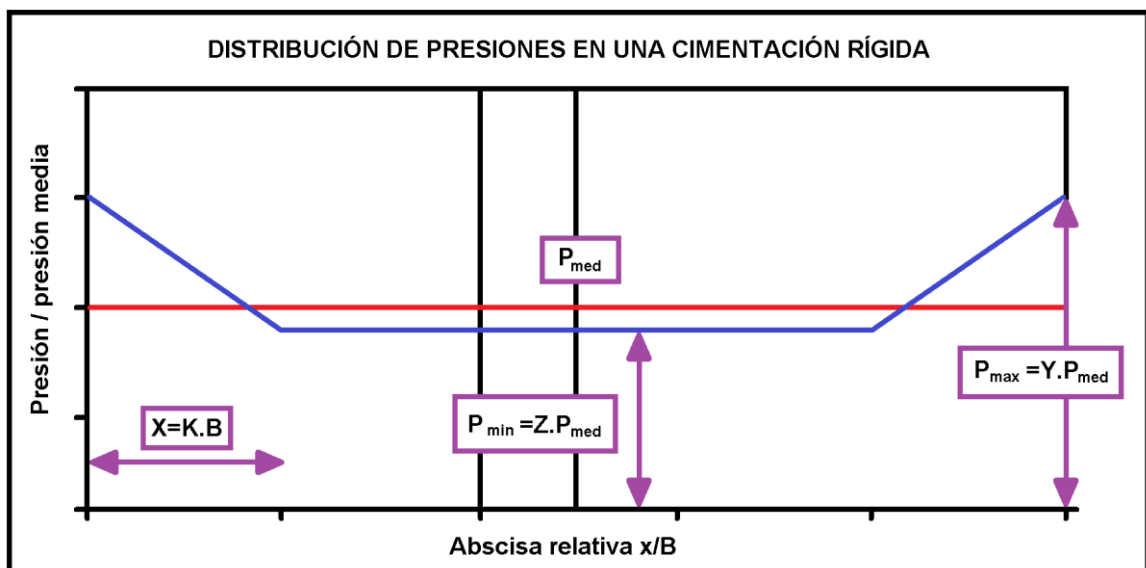
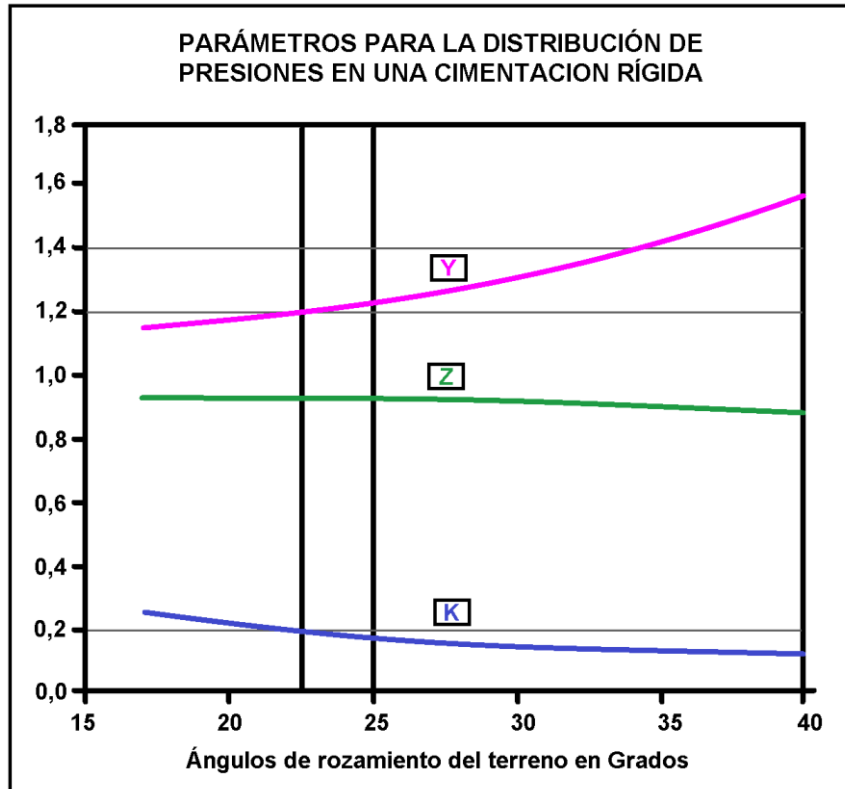


Figura N° 14: Parámetros para la distribución de presiones en una cimentación rígida



Fuente: (Seifert, 1973).

2.2.2.7. Las combinaciones de carga de diseño

Todas las cargas se considerarán que actúan en las siguientes combinaciones, la que produzca los efectos más desfavorables en el elemento estructural considerando, con las reducciones, cuando sean aplicables.

$$D + L \quad (1)$$

$$D + (W \text{ ó } 0,70 E) \quad (2)$$

$$D + T \quad (3)$$

$$\alpha [D + L + (W \text{ ó } 0,70 E)] \quad (4)$$

$$\alpha [D + L + T] \quad (5)$$

$$\alpha [D + (W \text{ ó } 0,70 E) + T] \quad (6)$$

$$\alpha [D + L + (W \text{ ó } 0,70 E) + T] \quad (7)$$

(NTP - E 0.20, 2011)

Donde:

D = Carga muerta.

L = Carga viva.

W = Carga de viento.

E = Carga de sismo.

T = Acciones por cambios de temperatura, contracciones y/o deformaciones diferidas en los materiales componentes, asentamientos de apoyos o combinaciones.

α = Factor que tendrá un valor mínimo de 0,75 para las combinaciones (5), (6) y (7); y de 0,67 para la combinación (8). En estos casos no se permitirá un aumento de los esfuerzos admisibles.

Estas son las combinaciones de carga por defecto que utiliza la Norma Técnica Peruana - E 0.20.

2.2.2.8. Los factores de reducción de resistencia

Las estructuras y los elementos estructurales deberán diseñarse para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño (ϕRn) por lo menos iguales a las resistencias requeridas (Ru), calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones. En todas las secciones de los elementos estructurales deberá cumplirse:

$$\phi Rn \geq Ru \quad (8)$$

Las estructuras y los elementos estructurales deberán cumplir además con todos los demás requisitos, para garantizar un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio.

Las resistencias de diseño (ϕRn) proporcionada por un elemento, sus conexiones con otros elementos, así como sus secciones transversales, en términos de flexión, carga axial, cortante y torsión, deben tomarse como la resistencia nominal calculada de acuerdo con los requisitos y suposiciones de la Norma Técnica Peruana – E 0.60, multiplicada por los factores ϕ de reducción de resistencia especificados a continuación.

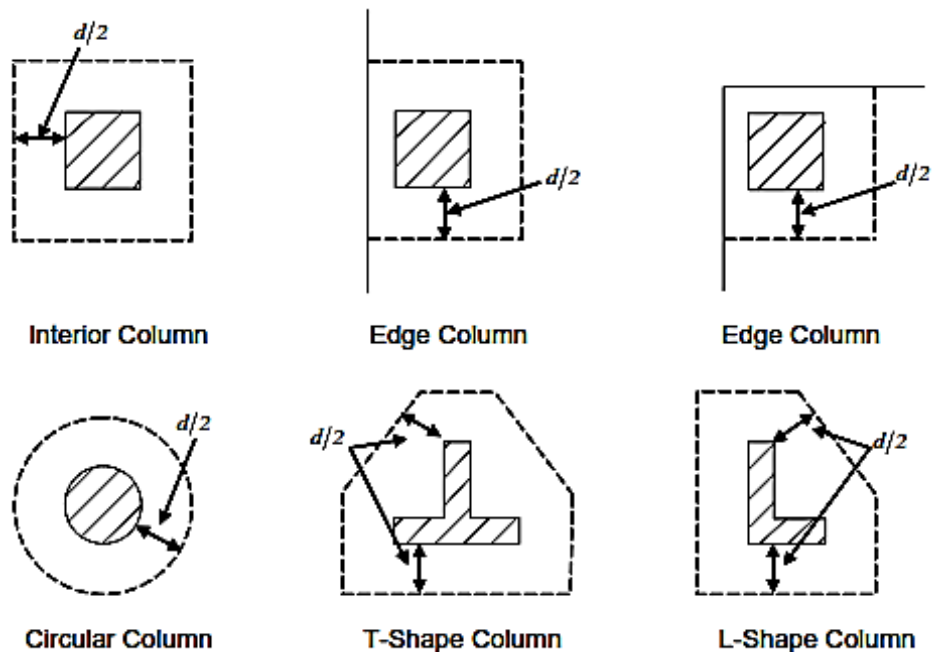
Flexión sin carga axial.....	0,90
Carga axial y carga axial con flexión:	
(a) Carga axial de tracción con o sin flexión.....	0,90
(b) Carga axial de compresión con o sin flexión:	
Elementos con refuerzo en espiral	0,75
Otros elementos.....	0,70
Cortante y torsión.....	0,85

2.2.2.9. Prueba del esfuerzo por punzonamiento

2.2.2.9.1 Sección crítica para esfuerzo de punzonamiento

El punzonamiento se comprueba en una sección crítica a una distancia de $d/2$ de la cara del soporte (ACI 11.11.1.2). Para las columnas rectangulares y cargas concentradas, el área crítica se toma como un área rectangular con los lados paralelos a los lados de las columnas o las cargas puntuales (ACI 11.11.1.3). La Figura muestra los perímetros de perforación automática considerados por SAFE para las diversas formas de columna. La ubicación de la columna (es decir, interior, borde, esquina) y el perímetro de perforación se pueden sobrescribir mediante el punzonado.

Figura N° 15: Perímetro de punzonamiento



Fuente: (Hernández, 2013).

2.2.2.9.2 Determinar la capacidad del concreto

El diseño de secciones transversales sometidas a fuerza cortante debe estar basado en la ecuación:

$$\phi V_n \geq V_u \quad (9)$$

Dónde: V_u es la fuerza cortante amplificada en la sección considerada y V_n es la resistencia nominal al cortante calculado mediante:

$$V_n = V_c + V_s \quad (10)$$

En la ecuación V_c es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto, V_s es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante.

Al determinar V_n , debe considerarse el efecto de cualquier abertura en los elementos. Las aberturas en el alma de un elemento reducen su resistencia al cortante.

2.2.2.10. Determinar relación de capacidad

Dada la fuerza de corte de perforación y las fracciones de momentos transferidos por excentricidad de cizallamiento sobre los dos ejes, el esfuerzo cortante se calcula suponiendo variación lineal a lo largo del perímetro de la sección crítica. La relación de la tensión de cizalladura máxima y la capacidad de estrés punzonamiento concreto se informa como la proporción de la capacidad de punzonamiento por SAFE.

2.2.2.11. Diseño Punzonamiento Refuerzo

El uso de conectores de cortante como se permite refuerzo de cortante en losas, siempre que la profundidad efectiva de la losa es mayor o igual a 6 pulgadas, y no menos de 16 veces el diámetro de la barra refuerzo de corte (ACI 11.11.3). Si el espesor de la losa no cumple con estos requisitos, la armadura de punzonamiento no está diseñado y el espesor de la losa debe incrementarse por el usuario.

El algoritmo para el diseño de la armadura de punzonamiento requerida se utiliza cuando la relación de capacidad de punzonamiento excede la unidad. La sección crítica para el esfuerzo de punzonamiento y transferencia de momento no balanceado como se describe en las secciones anteriores se mantienen sin cambios.

2.2.2.11.1 Determinar la capacidad de punzonamiento del concreto

La capacidad de la tensión de punzonamiento concreto de una sección con armadura de punzonamiento se limita a:

$$v_c \leq \phi 2 \lambda \sqrt{f'c} \quad \text{para cortante} \quad (11)$$

$$v_c \leq \phi 3 \lambda \sqrt{f'c} \quad \text{para torsión} \quad (12)$$

2.2.2.11.2 Determinar Obligatorio Refuerzo

La fuerza de corte se limita a un máximo de:

$$v_{max} = 6 \sqrt{f'c} b_w d \quad \text{para cortante} \quad (13)$$

$$v_{max} = 8 \sqrt{f'c} b_w d \quad \text{para torsión} \quad (14)$$

Dada V_u , V_c y V_{max} , el refuerzo de corte requerida se calcula como sigue, donde, ϕ , el factor de reducción de resistencia, es de 0,75.

$$\frac{A_v}{s} = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi f_{ys} d} \quad (15)$$

$$\frac{A_v}{s} \geq \frac{2 \sqrt{f'_c} b_o}{f_y} \quad (16)$$

Si $V_u > \phi V_{max}$, una condición de fallo.

Si V_{max} supera el valor máximo permitido de ϕV_{max} , la sección de concreto se debe aumentar de tamaño (Norma Técnica Peruana – E 0.60, 2009).

2.2.2.11.3 Determinar Refuerzo

Refuerzo a punzonamiento en las proximidades de las columnas rectangulares debe ser dispuesto en líneas periféricas, es decir, las líneas paralelas a y a distancias constantes de los lados de la columna.

La distancia entre la cara de la columna y la primera línea de refuerzo de corte no deberá exceder $d / 2$ (ACI R11.3.3, 11.11.5.2. La separación entre refuerzo de corte adyacente en la primera línea (perímetro) de refuerzo de corte no será superior $2d$ medido en una dirección paralela a la cara de la columna (ACI 11.11.3.3).

Armadura de punzonamiento en esquinas de las columnas más eficaces cerca donde hay concentraciones de esfuerzo de corte. Por lo tanto, el número mínimo de líneas de refuerzo de corte es 4, 6, y 8, para esquina, borde, y columnas interiores, respectivamente.

2.2.2.11.4 Determinación del diámetro del refuerzo, altura y espaciado

La armadura de punzonamiento es más eficaz cuando el anclaje se encuentra cerca de las superficies superior e inferior de la losa. La cubierta de los anclajes no debe ser inferior a la cobertura mínima especificada en ACI 7,7 más la mitad del diámetro de la armadura de flexión.

Al especificar conectores de cortante, la distancia, s_o , entre la cara de la columna y la primera línea periférica de conectores de cortante no debe ser menor que $0,5 d$. La separación entre montantes de corte adyacente, g , en la primera línea periférica de los postes no deberá exceder $2d$, y en el caso de los espárragos en un patrón radial, el ángulo entre carriles de refuerzo adyacentes no superará los 60 grados. Los límites de s_o y la separación, s , entre las líneas periféricas se especifican como:

$$s_o \leq 0.5d \quad (17)$$

$$s_o \leq \begin{cases} 0.75d & \text{para } v_u \leq 6 \phi \lambda \sqrt{f'c} \\ 0.50d & \text{para } v_u > 6 \phi \lambda \sqrt{f'c} \end{cases} \quad (18)$$

$$g \leq 2d \quad (19)$$

Los límites de s_o y las separaciones, s , entre por los enlaces se especifican como:

$$s_o \leq 0.5d \quad (20)$$

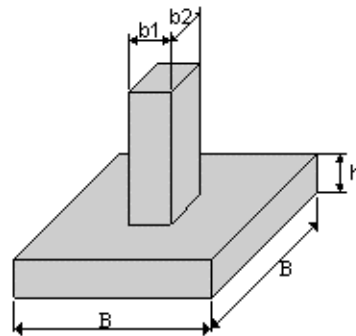
$$s \leq 0.5d \quad (21)$$

(Norma Técnica Peruana – E 0.60, 2009).

2.2.3. Diseño de zapatas aisladas

Para el diseño de una zapata concéntrica sometida solo a carga axial se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

Figura N° 16: Zapata Concéntrica



Fuente: (Hernández, 2013).

2.2.3.1. Obtener la Carga de Servicio P

Se utiliza la carga de servicio para obtener las dimensiones de las cimentaciones de forma conceptualmente compatible con la capacidad admisible del suelo, calculada por el ingeniero de suelos a partir de las propiedades del suelo y un factor de seguridad que suele ser del orden de 3 o mayor.

2.2.3.2. Determinar el Ancho B de la Zapata

Para ello se emplea la expresión:

$$B = \sqrt{\frac{P_s}{q_a}} \quad (22)$$

(Norma Técnica Peruana – E 0.60, 2009).

Donde:

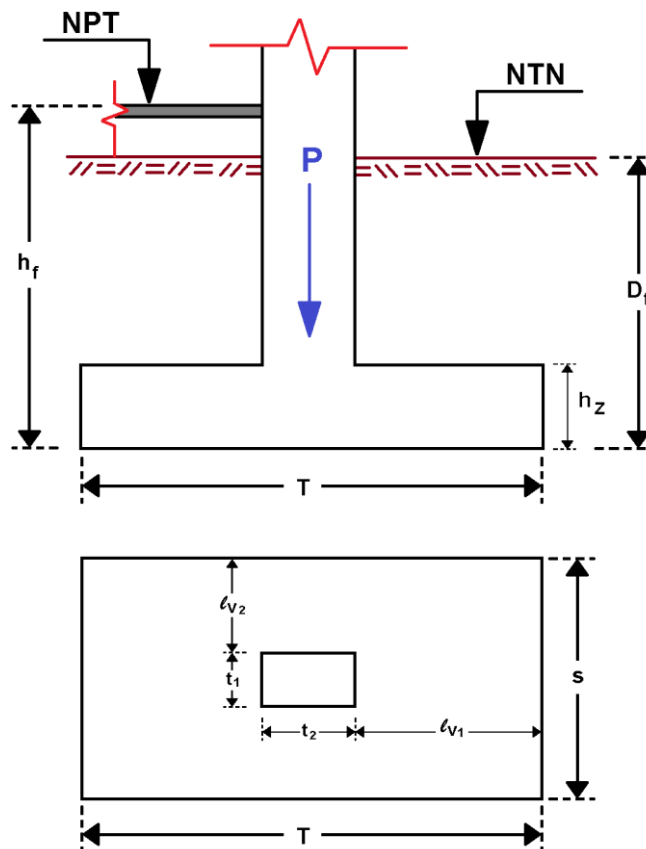
P_s = Carga de servicio, que se transfiere a la zapata a través de la columna o pedestal, N.

B = Ancho de la zapata, mm.

q_a = Capacidad admisible del suelo, MPa.

2.2.3.3. Área de zapata

Figura N° 17: Ubicación de fuerzas ejercidas en la zapata



Fuente: (Morales, 2006).

$$\sigma_n = \text{Esfuerzo Neto del Terreno} \quad (23)$$

$$\sigma_n = \sigma_t - h_f \gamma_m - \frac{S}{C} - h_c \gamma_c \quad (24)$$

$$S/C (\text{sobrecarga sobre el NPT}) \quad (25)$$

$$\gamma_m = \text{Densidad Promedio} \quad (26)$$

Debemos trabajar con condiciones de carga de servicio, por tanto, no se factorizan las cargas

$$A_{zap} = \frac{P}{\sigma_n} \quad (27)$$

En el caso que la carga P , actúe sin excentricidad, es recomendable buscar que:

$$L_{v1} = L_{v2} \quad (28)$$

Para la cual podemos demostrar que:

$$T = \sqrt{A_z} + \frac{(T_1 - T_2)}{2} \quad (29)$$

$$T = \sqrt{A_z} - \frac{(T_1 - T_2)}{2} \quad (30)$$

(Morales, 2006)

2.2.3.4. Suponer Espesor h de la Zapata

Esta suposición se hace sobre las siguientes bases conceptuales:

- El espesor efectivo de la zapata por encima del refuerzo inferior no puede ser menor de 150 mm ($d_{min} > 150 \text{ mm}$, para zapatas apoyadas sobre suelo).
- El recubrimiento mínimo debe ser de 75 mm medido desde la superficie del concreto hasta la superficie exterior del acero.

De acuerdo con estos conceptos, el espesor mínimo de una zapata será 225 mm .

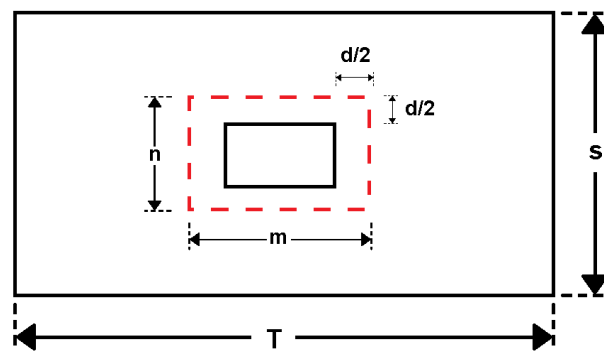
Con respecto a lo anterior se pueden hacer los siguientes comentarios:

- El recubrimiento funciona como una capa que rompe la capilaridad, protegiendo el acero de refuerzo.
- El solado o concreto pobre de 50 mm que normalmente se vacía como actividad preliminar y preparatoria de la superficie sobre la cual se colocará la zapata, no se considera recubrimiento.

2.2.3.5. Dimensiones de la altura h_z

Basándose en que la sección debe resistir el cortante por penetración (punzonamiento). Se debe trabajar con cargas factorizadas. En kg y cm .

Figura N° 18: Dimensiones para el diseño de zapata aislada.



Fuente: (Hernández, 2013).

$$W_u = \frac{P_u}{A_{zap}} \quad (31)$$

$$W_u = \frac{1.4 * P_D + 1.7 * P_L}{A_{zap}} \quad (32)$$

$$V_u = P_u - W_u m x n \quad (33)$$

Donde:

V_u = Cortante por punzonamiento actuante.

V_c = Resistencia al cortante por punzonamiento en el concreto.

$$V_c = 0.27 \left(2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_0 d \leq 1.06 \sqrt{f'_c} b_0 d \quad (34)$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \quad \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_0 d \quad (35)$$

$$b_0 = 2m + 2n \text{ (perimetro de los planos de falla)} \quad (36)$$

Se debe cumplir:

$$V_u \leq \phi V_c \quad (37)$$

(Morales, 2006)

La altura de las zapatas, medida sobre el refuerzo inferior no debe ser menor de 300 mm para zapatas apoyadas sobre el suelo, ni menor de 400 mm en el caso de zapatas apoyadas sobre pilotes. El peralte de la zapata deberá ser compatible con los requerimientos de anclaje de las armaduras de las columnas, pedestales y muros que se apoyen en la zapata (Norma Técnica Peruana - E 0.60, 2009).

2.2.3.6. Revisar Punzonamiento

Se refiere al efecto en que la zapata trata de fallar por una superficie piramidal, como respuesta a la carga vertical que le transfiere la columna o pedestal. En la práctica, para simplificar el problema, se trabaja con una superficie de falla o sección crítica perpendicular al plano de la zapata y localizada a $d/2$ de la cara de la columna, pedestal o muro si son de concreto, o a partir de la distancia media de la cara de la columna y el borde de la placa de acero si la columna es de acero, con una traza en la planta igual al perímetro mínimo b_0 (Arias, Meléndez y Molina (2009).

$$\sigma_c = \frac{V_o}{b_0 d} \quad (38)$$

$$\sigma_c = \frac{W_u [A * B * (b + d)(n + d)]}{2d(b + n + 2d)} \quad (39)$$

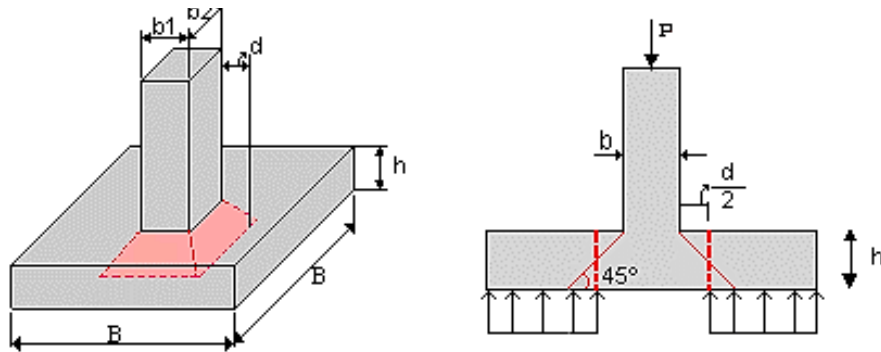
Donde:

V_o = Fuerza cortante actuante

d = peralte efectivo

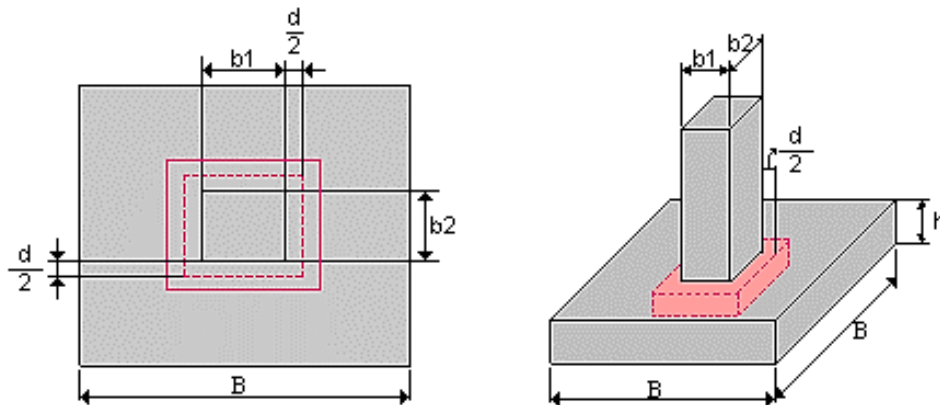
W_u = carga ultima factorizada

Figura N° 19: Cortante Bidireccional en Zapata.



Fuente: (Arias, Meléndez y Molina (2009).

Figura N° 20: Cortante Bidireccional en Zapata.



Fuente: (Arias, Meléndez y Molina (2009).

2.2.3.7. Revisar Cortante

Se refiere al efecto en el comportamiento de la zapata como elemento viga, con una sección crítica que se extiende en un plano a través del ancho total y está localizada a una distancia d de la cara de la columna, pedestal o muro si son de concreto o a partir de la distancia media de la cara de la columna y el borde de la placa de acero si este es el caso (Morales, 2006).

$$\sigma_c = \frac{V}{B * d} \quad (40)$$

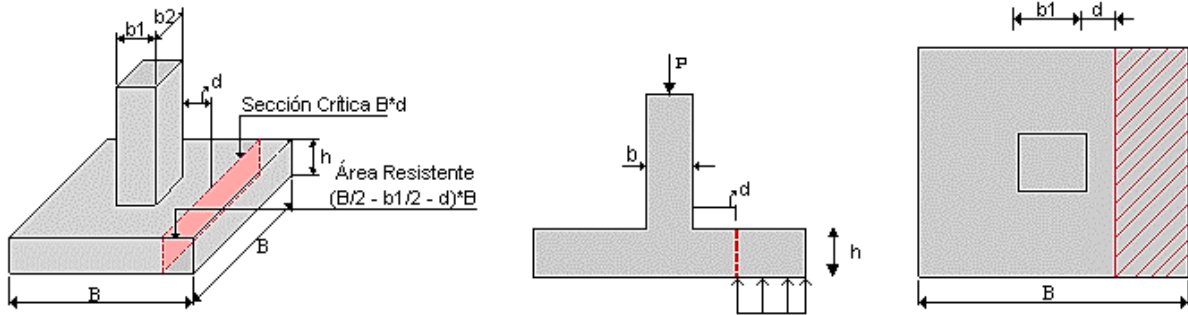
$$\sigma_c = \frac{W_u * (m - d)}{d} \quad (41)$$

$$\sigma_{uc} = \phi 0.53 \sqrt{f'c} \quad (42)$$

Debe cumplirse que:

$$\sigma_c \leq \sigma_{uc} \quad (43)$$

Figura N° 21: Cortante Unidireccional en Zapata.



Fuente: (Arias, Meléndez y Molina (2009).

2.2.3.8. Distribución del refuerzo por flexión

- En zapatas en una dirección y zapatas cuadradas en dos direcciones, el refuerzo será distribuido uniformemente a través de todo el ancho de la zapata.

Momento actuante

$$Mu = \frac{1}{2} Wu * m^2 A \quad (44)$$

$$Mu = \frac{1}{2} Wu * m^2 B \quad (45)$$

Momento resistente

$$Mur = \phi * \omega * f'c * b * d^2 \quad (46)$$

Debe cumplirse que:

$$Mu \leq Mur \quad (47)$$

- En zapatas rectangulares en dos direcciones, el refuerzo será distribuido de acuerdo a las siguientes recomendaciones:
- El refuerzo en la dirección larga será distribuido uniformemente a través de todo el ancho de la zapata.

Calculo de áreas de acero

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad (48)$$

$$a = \frac{As * fy}{0.55 * f'c * b} \quad (49)$$

$$\frac{A_s \text{ en la franja central}}{A_s \text{ total}} = \frac{2}{\beta + 1} \quad (50)$$

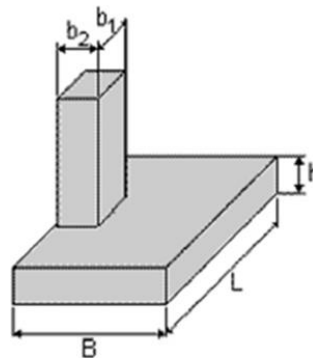
$$\beta = \frac{\text{Longitud larga de la zapata}}{A_s \text{ total} * \text{Longitud corta de la zapata}} \quad (51)$$

El refuerzo restante será distribuido uniformemente sobre las franjas laterales. (Morales, 2006)

2.2.4. Diseño de zapata aislada excéntrica

Para el diseño de una zapata aislada excéntrica sometida solo a carga axial se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

Figura N° 22: Zapata Excéntrica



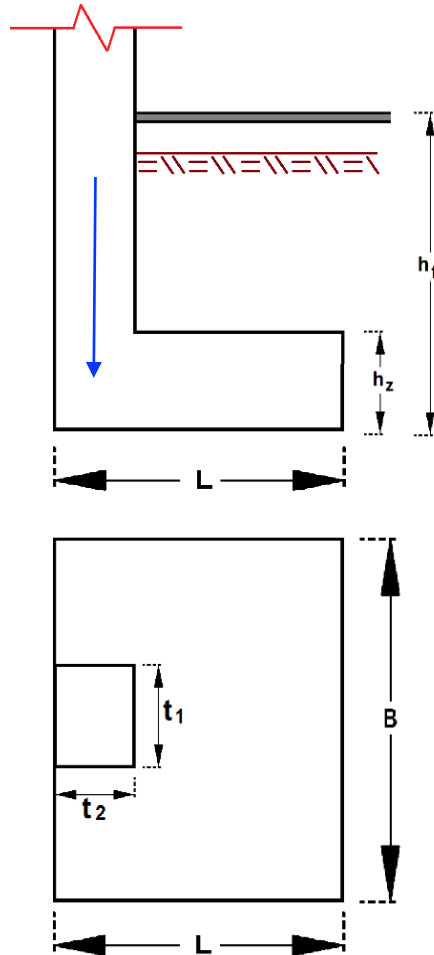
Fuente: (Hernández, 2013).

2.2.4.1. Obtener la Carga de Servicio P

Se utiliza la carga de servicio para obtener las dimensiones de las cimentaciones de forma conceptualmente compatible con la capacidad admisible del suelo, calculada por el ingeniero de suelos a partir de las propiedades del suelo y un factor de seguridad que suele ser del orden de 3 o mayor.

2.2.4.2. Área de zapata

Figura N° 23: Ubicación de fuerzas ejercidas en la zapata



Fuente: (Morales, 2006).

$$\sigma_n = \text{Esfuerzo Neto del Terreno} \quad (52)$$

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_m \cdot h_f - h_z \cdot \gamma_c - \frac{S}{C} \quad (53)$$

$$S/C (\text{sobrecarga sobre el NPT}) \quad (54)$$

$$\gamma_m = \text{Densidad Promedio} \quad (55)$$

Debemos trabajar con condiciones de carga de servicio, por tanto, no se factorizan las cargas

$$A_{zap} = \frac{Pd+Pl}{\sigma_n} \quad (56)$$

$$A_{zap} = (2L)(L) \quad (57)$$

(Morales, 2006)

2.2.4.3. Reacción neta del terreno

Calculamos la reacción del terreno ante las cargas que ejerce las zapatas, para ello debemos trabajar con la carga factorizada según Norma Técnica Peruana – E 0.60.

$$P_u = 1.4 \cdot P_D + 1.7 \cdot P_L \quad (58)$$

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_{zap}} \quad (59)$$

2.2.4.4. Dimensiones de la altura h_z

$$h_z > 2.3 \cdot L \cdot \sqrt[3]{\frac{k_0 \cdot L}{E}} \quad (60)$$

Para esta altura se debe hacer la verificación por corte

$$V_u \leq \phi V_c \quad (61)$$

$$\phi \cdot V_c = 0.53 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \quad (62)$$

2.2.4.5. Diseño por flexión

Dirección longitudinal

$$d = h - (1.5 \cdot \phi + r) \quad (63)$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{L} \quad (64)$$

$$R_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2} \quad (65)$$

$$\rho = \frac{100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y - \sqrt{(100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y)^2 - 23600 \cdot \phi \cdot R_u \cdot f'_c \cdot f_y^2}}{118 \cdot \phi \cdot f_y^2} \quad (66)$$

Dirección Transversal

$$d = h - (r + \phi/2) \quad (67)$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{B} \quad (68)$$

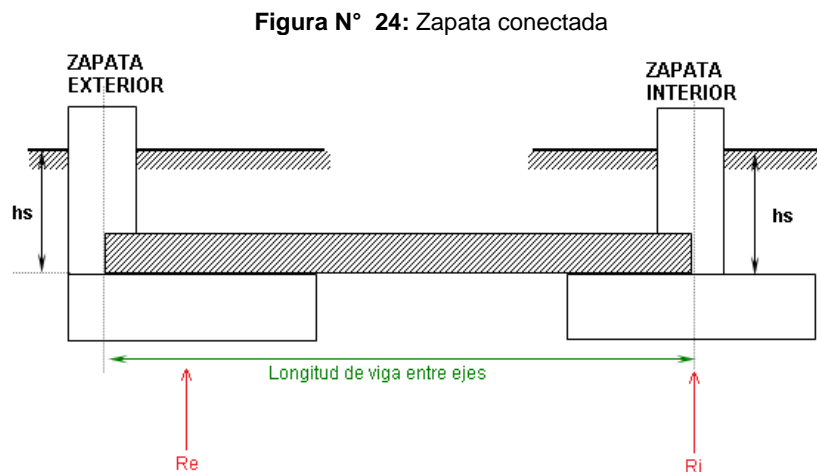
$$R_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2} \quad (69)$$

$$\rho = \frac{100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y - \sqrt{(100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y)^2 - 23600 \cdot \phi \cdot R_u \cdot f'_c \cdot f_y^2}}{118 \cdot \phi \cdot f_y^2} \quad (70)$$

(Morales, 2006)

2.2.5. Diseño de zapatas conectadas

En general, Si el área requerida para la cimentación es mayor del 30% pero menor del 50 % del área de la planta del edificio o estructura, se puede pensar en una viga continua como posible sistema de cimentación.



Fuente: (Hernández, 2013).

2.2.5.1. Dimensionamiento de la viga

El peralte y el ancho de la viga de cimentación dependerán de la luz entre columnas.

$$h = \left(\frac{1}{8} a \frac{1}{7} \right) L \quad (71)$$

$$b = \left(\frac{1}{31 L} a \frac{1}{24 L} \right) P_{serv} \quad (72)$$

Calculo del peso propio de la viga

$$W_{pv} = h * b * 2.4 \text{ tn/m}^3 \quad (73)$$

(Morales, 2006)

2.2.5.2. Diseño zapata exterior

Calculo del área de la zapata exterior

$$A_{ze} = A_e * B_e = \frac{R_e}{\sigma_t} \quad (74)$$

Calculo de R_e

$$R_e = \left[\frac{P1 * L + S/C * \left(\frac{L^2}{2} \right)}{L + \frac{te}{2} - \frac{Be}{2}} \right] + Wze \quad (75)$$

Calculo del área de la zapata por tanteo, se recomienda tomar un valor de $R_e = 1.25 P1$

Calculo de Reu (Re factorizado)

$$Reu = \left[\frac{P1u * L + Wpv * \left(\frac{L^2}{2} \right)}{L + \frac{te}{2} - \frac{Be}{2}} \right] + Wzeu \quad (76)$$

$$Wu = \frac{Reu}{Ae} \quad (77)$$

$$Vu_{crit} = Wu (m - d) \quad (78)$$

$$Vu_{crit} = 0.53 * \phi * \sqrt{f'c} * Be * d \quad (79)$$

(Morales, 2006)

2.2.5.3. Diseño de zapata interior

Calculo del área de la zapata exterior

$$Azi = Ai * Bi = \frac{Ri}{\sigma_t} \quad (80)$$

Calculo de Ri

$$Ri = P1 + Wpv * L + P2 + Wze + Wzi - Re \quad (81)$$

Donde:

Wpv = Peso propio de viga

Wze = Peso propio de zapata exterior

Wzi = Peso propio de zapata interior

2.2.5.4. Para la viga de conexión

Calculo del momento

$$Mur = \phi * \omega * f'c * b * d^2 * (1 - 0.59 * \omega) \quad (82)$$

Donde:

$$\phi = 0.90$$

$$\omega = 0.31875$$

Si:

$$Mur > Mu \quad (83)$$

No requiere acero en compresión.

2.2.6. Diseño de zapatas combinada

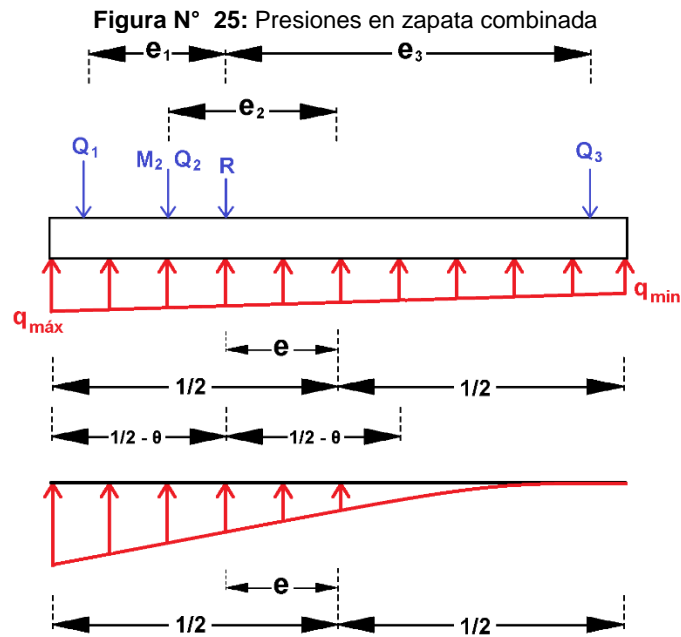
Por el método convencional:

- Determinación de las resultantes de las cargas actuantes (R) y la ubicación de la resultante.

$$R = SQ = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots \quad (84)$$

Si cualquier columna está sujeto a momento flexionante, el efecto del momento deberá ser tomado en consideración (Morales, 2006).

- Determinación de la distribución de presiones.



Fuente: (Morales, 2006).

$$e = \frac{Q_1 e_1 + Q_2 e_2 - Q_3 e_3 - M_2}{R} \quad (85)$$

Si:

$$e \leq \frac{L}{6} \quad (86)$$

$$q_{1,2} = \frac{R}{L} (1 \pm 6 e/L) \quad (87)$$

Si:

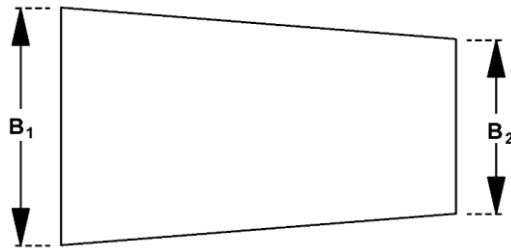
$$e \leq \frac{L}{6} \quad (88)$$

$$q_1 = \frac{2 R}{3 (1/2 - e)} \quad (89)$$

(Morales, 2006)

- Determinación del ancho de la cimentación.

Figura N° 26: Ancho de cimentación



Fuente: (Morales, 2006).

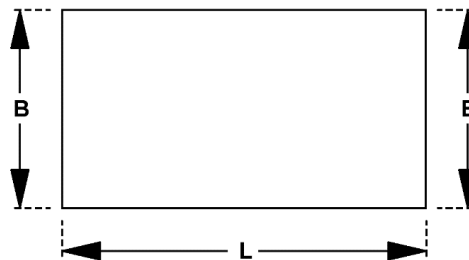
$$B_1 = \frac{q_1}{\sigma_n} = \frac{t/m}{t/m^2} \rightarrow (m) \quad (90)$$

Donde:

q esta expresado en t / unidad de longitud de la cimentación.

Si: $e = 0$

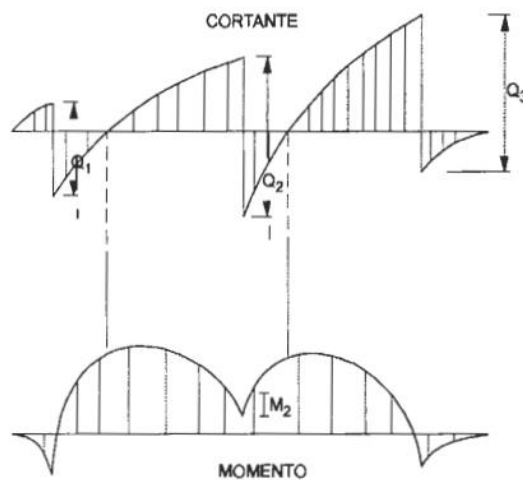
Figura N° 27: Zapata rectangular



Fuente: (Morales, 2006).

- Determinación del diagrama de fuerza cortante y el diagrama de momentos flectores.

Figura N° 28: Diagrama de fuerza cortante y momento flector



Fuente: (Morales, 2006).

Para encontrar el momento máximo:

$$M_{max} = \frac{1}{8} * W_u * L^2 \quad (91)$$

- Diseñar la cimentación como una viga continua.
- Diseñar la cimentación en dirección transversal en forma equivalente al de zapatas aisladas

2.2.7. Diseño de losa de cimentación

Similar al diseño convencional, el procedimiento de diseño losa SAFE implica la definición de dos direcciones perpendiculares entre sí. Las ubicaciones de las tiras por lo general se rigen por las ubicaciones de los soportes de la losa.

Los momentos para una tira particular, se recuperan a partir del análisis, y un diseño a la flexión se lleva a cabo basado en el método de diseño resistencia a la rotura (ACI 318-08) para concreto armado.

2.2.7.1. Diseño de flexión

SAFE diseña de la losa en forma de tira por tira. Los momentos utilizados para el diseño de los elementos de losa son los momentos nodales reactivos, que se obtienen multiplicando las matrices de rigidez de elementos de losa por el elemento de vectores de desplazamiento nodales.

Esos momentos siempre estarán en equilibrio estático con las cargas aplicadas, con independencia del refinamiento de la malla de elementos finitos.

El diseño del refuerzo de la losa para una tira particular, se lleva a cabo en lugares específicos a lo largo de la longitud de la tira. Estas localizaciones corresponden a los límites del elemento.

El procedimiento de diseño a la flexión de la losa para cada combinación de carga consiste en lo siguiente:

- Determinar momentos factorizadas para cada franja de losa.
- Diseñar un refuerzo a la flexión de la tira.

Estos dos pasos, que se describen en el texto que sigue, se repiten para cada carga combinación. El refuerzo máximo calculado para la parte superior e inferior de la losa dentro de cada varilla de diseño, junto con la combinación de carga control correspondiente, se obtiene y se informó.

2.2.7.2. Determinar momentos factorizados

Para cada elemento dentro de la tira de diseño, para cada combinación de carga, el programa calcula los momentos nodales reactivos. A continuación, se añaden los momentos nodales para obtener los momentos de la tira.

2.2.7.3. Diseño de refuerzo a la flexión de la varilla

El cálculo de refuerzo para cada varilla de diseño de losa, dado el momento de flexión, es idéntico al diseño de secciones de viga rectangular descritos anteriormente (o a la viga brida si la losa es acanalada). En algunos casos, en una sección de diseño dado en una tira de diseño, puede haber dos o más propiedades de la losa en todo el ancho de la banda de diseño.

En ese caso, el programa diseña automáticamente el ancho tributario asociado con cada una de las propiedades de la losa por separado utilizando su momento de flexión afluente. El refuerzo obtenido para cada uno de los anchos tributarios se resume para obtener el total refuerzo para todo el ancho de la tira de diseño en la sección de diseño considerado. Este es el método utilizado cuando se incluyen paneles de gota. Cuando se produzcan aberturas, el ancho de la losa se ajusta en consecuencia.

2.2.7.4. Mínimo y máximo de la losa de refuerzo

El área mínima de refuerzo por tracción de las secciones rectangulares y de las secciones T con el ala en compresión, no será menor de:

$$A_{s, \min} = \frac{0.22 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (92)$$

Para losas estructurales y zapatas de espesor uniforme, el acero mínimo en la dirección de la luz debe ser el requerido:

En losas estructurales donde el refuerzo por flexión se extienda en una dirección, se deberá proporcionar refuerzo perpendicular a éste para resistir los esfuerzos por retracción del concreto y cambios de temperatura.

La armadura por retracción y temperatura en losas, deberá proporcionar las siguientes relaciones mínimas de área de la armadura a área de la sección total de concreto, según el tipo de acero de refuerzo que se use.

- Barras lisas	0,0025
- Barras corrugadas con $f_y < 420$ MPa	0,0020
- Barras corrugadas o malla de alambre (liso o corrugado) de intersecciones soldadas, con $f_y \geq 420$ MPa	0,0018

Cuando el acero mínimo se distribuya en las dos caras de la losa, deberá cumplirse que la cuantía de refuerzo en la cara en tracción por flexión no sea menor de 0,0012. El espaciamiento máximo del refuerzo no debe exceder tres veces el espesor ni de 400 mm (NTP – E 0.60, 2009).

SAFE automatiza varias tareas de diseño de la losa y la estera. En concreto, se integra momentos de cálculo a través de la losa de diseño y diseña el refuerzo requerido; comprueba punzonamiento losa alrededor de los soportes de columna y cargas concentradas; y se diseña a la flexión del haz, cizalla, y el refuerzo de torsión. Los algoritmos de diseño reales varían en función del código de diseño específico elegido por el usuario.

Debe tenerse en cuenta que el diseño de losas de concreto armado es un tema complejo y los códigos de diseño cubre muchos aspectos de este proceso. SAFE es una herramienta para ayudar al usuario en este proceso. El usuario debe verificar los resultados producidos y abordar otros aspectos no cubiertos por SAFE.

2.2.8. Software ETABS, versión educacional

ETABS es un software innovador y revolucionario para análisis estructural y dimensionamiento de edificios. Resultado de 40 años de investigación y desarrollo continuo, esta última versión de ETABS ofrece herramientas inigualables de modelado y visualización de objetos 3D, alta capacidad de poder analítico lineal y no lineal, opciones de dimensionamiento sofisticadas y que abarcan una amplia gama de materiales, esclarecedores gráficos, informes y diseños esquemáticos que facilitan la comprensión del análisis y de los respectivos resultados.

2.2.9. Software SAFE, versión educacional

SAFE es la mejor herramienta para diseñar pisos de concreto y sistemas de cimientos. Desde el diseño del encuadre hasta la producción de planos de detalle, SAFE integra todos los aspectos del proceso de diseño de ingeniería en un entorno fácil e intuitivo. SAFE proporciona beneficios incomparables al ingeniero con su combinación verdaderamente única de potencia, capacidades integrales y facilidad de uso. La distribución de modelos es rápida y eficiente con las herramientas de dibujo sofisticadas, o utiliza una de las opciones de importación para incorporar datos de CAD, hojas de cálculo o programas de bases de datos. Las losas o cimientos pueden tener cualquier forma, y pueden incluir bordes formados con curvas circulares y estriadas.

Esta tabla es un resumen de diferentes trabajos en mecánica de suelos que han realizado el Prof. Terzaghi y otros cinco Ingenieros connotados (en diferentes épocas). Esta tabla se extrajo de la Tesis de maestría "Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler", Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona- España. 1993 (Autor Nelson Morrison).

Tabla N° 2: Modulo de reacción del suelo – Datos para SAFE

Modulo de Reaccion del Suelo Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Fuente: (Morrison, 1993).

Estos Valores de la constante elástica del terreno están dados en Kg/cm³ y la Resistencia del suelo debe ser en Kg/cm².

2.3. Hipótesis

El tipo de cimentación más eficiente para una institución educativa ubicada en la localidad de Carbón Alto, distrito de Gregorio Pita – San Marcos – Cajamarca es la zapata conectada pues tienen una mayor eficiencia.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

Tabla N° 3: Operacionalización de Variables Independientes

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES
Tipo de Cimentación	Conjunto de elementos estructurales de una edificación cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales (Alva, 2010).	Zapata aislada
		Zapata conectada
		Zapata combinada
		Platea de cimentación

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 4: Operacionalización de Variables Dependientes

VARIABLE DEPENDIENTE	CATEGORIA	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	UNIDAD
Eficiencia	Comportamiento Estructural	Análisis realizado a determinados elementos o conjunto de estructuras para conocer en detalle la reacción que presenta (CTE).	Asentamiento diferencial	cm
			Esfuerzo en el terreno	Kg/cm ²
	Costo	Costo calculado teóricamente, resultado de la multiplicación del Metrado (cantidad de materiales) con el análisis de costos unitarios (Villarino, 2010).	Precio	S/.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Diseño de investigación

La tesis es de tipo descriptiva, pues se evalúa las características generales que tiene la edificación, se interpreta y explica el comportamiento de los tipos de cimentación superficial en una Institución Educativa; revela el estado final y se compara el uso de diferentes tipos de cimentaciones superficiales en una institución educativa, se interpreta y explica el diseño y comportamiento; así mismo de los planos realizados del diseño se realiza el costo referencial.

3.3. Unidad de estudio

La unidad de análisis se consideró a la cimentación superficial que conforman el módulo 1 de la I. E. N° 82696 Carbón Alto, Distrito de Gregorio Pita, Provincia de San Marcos – Región Cajamarca.

3.4. Población y muestra

La población está constituida por la cimentación superficial que conforman el módulo 1 de la I. E. N° 82696 Carbón Alto, Distrito de Gregorio Pita, Provincia de San Marcos – Región Cajamarca.

3.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Dentro de los instrumentos de recolección de datos usados en la tesis tenemos:

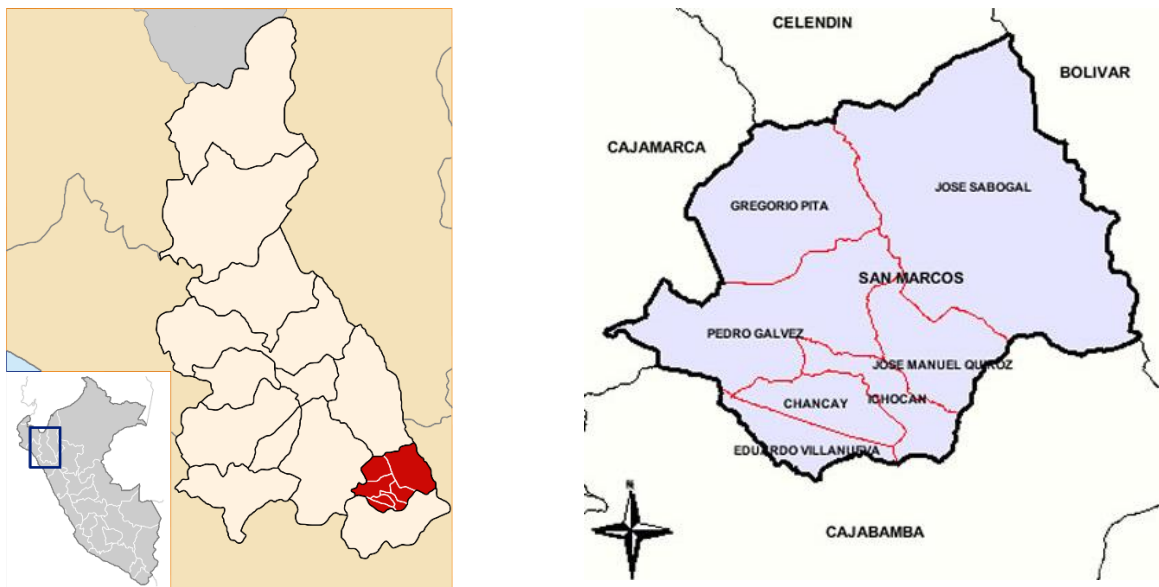
- Observación: Se evaluó las características y las necesidades para el desarrollo del estudio.
- Hojas de cálculo: Se realizó la ejecución de hojas de cálculo para el predimensionamiento y cálculo del presupuesto.
- Análisis de resultados: Se hizo la comparación de los resultados obtenidos de cada una de las cimentaciones. Con ayuda del software ETABS y SAFE se obtuvo el asentamiento diferencial y la reacción del terreno.

Los cuales se detallan en el siguiente ítem.

3.6. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

3.6.1. Ubicación y localización de la Institución Educativa

Figura N° 29: Ubicación Gregorio Pita – San Marcos – Cajamarca – Perú.



Fuente: (Valderrama, 2005)

3.6.1.1. Zonificación

Tabla N° 5: Factores de zona “Z”

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: (Norma Técnica Peruana - E 0.30 - Sencico, 2016).

La localidad de Carbón Alto, Distrito de Gregorio Pita, Provincia de San Marcos – Región Cajamarca se encuentra en la zona N° 2.

3.6.1.2. Mecánica de suelos

Para fines de cálculo de cimentación, se consideró que la resistencia del suelo de desplante es de $\delta t = 1.05 \text{ kg/cm}^2$, lo cual se obtuvo del estudio de suelos (**Anexo N° 1**).

3.6.2. Revisión de planos y el estudio de mecánica de suelos de la Institución Educativa.

El Centro educativo destinado para estudios de grado primario está conformado:

Módulo N° 1. Conformado por 2 Niveles, en el primer nivel se tienen 3 Aulas, mientras en el segundo nivel se tiene 1 Sala de Uso Múltiple y un ambiente para la Dirección y 1 Aula de Innovación tecnológica que se comunican a través de una escalera.

El diseño estructural del Centro Educativo, se orienta a proporcionar adecuada estabilidad, resistencia, rigidez y ductilidad frente a sollicitaciones provenientes de cargas muertas, vivas, asentamientos diferenciales y eventos sísmicos.

Cuenta con la siguiente distribución arquitectónica.

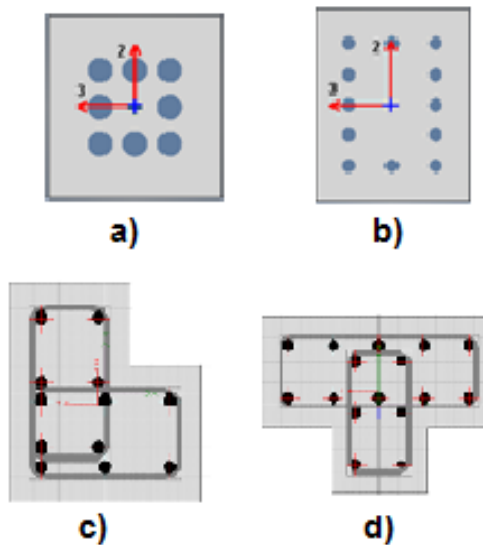
3.6.2.1. Descripción de elementos estructurales

Los elementos estructurales resistentes de la institución han sido definidos exclusivamente como elementos de concreto armado. El sistema estructural tridimensional está estructurado en base a vigas, columnas, losas de techos aligeradas. Es necesario saber de qué manera, y si es conveniente considerar la influencia de la tabiquería y/o elementos secundarios sobre la estructura resistente, dado que esta puede repercutir de forma positiva, así como de forma negativa sobre el comportamiento de la estructura de no tomarse las previsiones del caso.

Vigas: se tiene vigas de 15x15, 15x20, 20x20, 25x25, 25x30, 25x35, 25x40, 25x50 en toda la Institución Educativa.

Columnas: se tiene 4 tipos de columnas, en la figura N° 30 que se muestran a continuación, a) Columna de 15x15, b) Columnas de 25x30, c) Columnas en L 40x40, d) Columna en T 40x60.

Figura N° 30: Tipos de columnas usadas en la Institución Educativa.



Fuente: Expediente técnico.

Escalera: el espesor para la escalera es de 0.15 m, porque se ubica entre dos muros.

Losa aligerada: en el primer nivel losa de 0.20 m de espesor y para el techo del segundo piso de 0.17 m de espesor.

3.6.2.2. Materiales de elementos estructurales

Se ha considerado en el diseño y para los cálculos:

- Concreto:** Resistencia del concreto Armado $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y
Módulo de Elasticidad del Concreto, $E_c = 15,000(f'c)^{1/2} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
- Acero:** Fierro corrugado ASTM A615 GRADO 60
Esfuerzo de fluencia del Acero, $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad del Acero, $E = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/c m}^2$
Peso unitario del Acero = 7850 Kg/m^3
- Albañilería:** Resistencia de la Albañilería: $f'm = 35 \text{ kg/c m}^2$ (KK Artesanal),
Módulo de elasticidad de la albañilería: $E_m = 500 F'm$ (ladrillos de arcilla).
Módulo de Corte, $G_m = 0.40 E_m$

3.6.3. Modelamiento de la Institución Educativa en ETABS

El modelado de la Institución a estudiar se realizará en ETABS para la obtención de pesos de la edificación. El trabajo para mayor facilidad se realizará en las siguientes unidades: metros (m) para distancias, toneladas fuerza (tonf) para fuerzas y pesos, grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) para la temperatura.

3.6.3.1. Dibujo y trazo del modelo

1. Crear la grilla y configurar las alturas.
2. Configurar el material a usar (descrito en el ítem 3.6.2.2)
3. Crear las vigas, columnas y losas aligeradas (descrito en el ítem 3.6.2.1)
4. Realizar el trazo de los elementos según la arquitectura mostrada.

Para ver detalles del procedimiento ver **Anexo N° 2**.

3.6.3.2. Ejecución del programa

1. Definir el espectro de respuesta según la norma E-0.30.
2. Definir los patrones de carga, casos de carga y combinación de carga.
3. Definir la fuente de masa.
4. Exportación de cargas transmitidas en la base para el diseño de la cimentación.

Para ver detalles del procedimiento ver **Anexo N° 3**.

Para lo cual se necesita saber lo siguiente:

ANÁLISIS ESTÁTICO

Con los factores descritos y con el período correspondiente para cada dirección, el Cortante Estático se da con la siguiente formula:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P \quad (93)$$

Donde:

V = Cortante en la base de Edificación

P = Peso de la Edificación

(Norma Tecnica Peruana E - 0.30, 2016)

ANÁLISIS DINÁMICO

Pseudo – aceleración espectral

Con los parámetros ya descritos en item 3.6.1., obtuvo el espectro de Sismo que se asignó a la edificación. La pseudo- aceleración Sa que se obtuvo es la siguiente:

$$Sa = \frac{ZUCS}{R} g \quad (94)$$

Donde:

Sa = pseudo – aceleración espectral

g = aceleración de la gravedad (9.80665 m/s²)

Envolvente de diseño

Para el cálculo de la envolvente para el diseño se consideró las recomendaciones especificadas en la NTE E.060, y son las siguientes:

$$1.4D + 1.7L \quad (95)$$

$$1.25D + 1.25L \pm 1.00E \quad (96)$$

$$0.9D \pm 1.00E \quad (97)$$

Aquí, D representan las cargas debidas al peso propio de la estructura, la carga debida a los pisos terminados y a la tabiquería; L representa la envolvente de la carga viva; y E representa la carga sísmica en cada dirección de análisis.

3.6.4. Predimensionamiento en Excel

Una vez obtenida las cargas de diseño se realizará el predimensionamiento y diseño de las diferentes cimentaciones a estudiar. Las cargas obtenidas de la exportación de ETABS 2016 se muestran en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6: Cargas de diseño

EJE	D Ton	L Ton	P = D + L Ton
1-H	11.56	3.123	14.683
1-I	14.61	6.418	21.028
1-J	11.858	4.045	15.903
1-K	14.584	6.49	21.074
1-L	10.733	2.773	13.506
1-M	4.291	3.427	7.718
1-N	4.479	3.492	7.971
1-O	10.948	2.864	13.812
1-P	14.703	6.065	20.768
1-Q	11.051	3.509	14.560
1-R	11.042	2.466	13.508
2-H	5.163	0.805	5.968
2-J	3.443	1.375	4.818
2-L	4.854	0.748	5.602
2-M	5.211	1.961	7.172
2-N	5.237	2.075	7.312
2-O	5.127	0.686	5.813
2-Q	4.329	1.098	5.427
2-R	4.622	0.595	5.217
3-H	6.993	1.103	8.096
3-I	11.179	3.919	15.098
3-J	8.369	1.467	9.836
3-K	11.193	3.911	15.104
3-L	6.622	0.331	6.953
3-M	4.162	1.73	5.892
3-N	4.129	1.592	5.721
3-O	6.943	0.373	7.316
3-P	11.988	4.183	16.171
3-Q	7.956	1.262	9.218
3-R	7.465	0.27	7.735

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Para ver detalles del procedimiento ver **Anexo N° 4**.

3.6.5. Exportación e importación en SAFE

1. Se exportará el modelo realizado en ETABS al software SAFE, considerando todas las fuerzas y combinaciones en la base.
2. Se abrirá el archivo exportado.

Para ver detalles del procedimiento ver **Anexo N° 5**.

3.6.6. Modelamiento de la cimentación en SAFE

3.6.6.1. Dibujo y trazo del modelo

1. Configurar el material a usar (descrito en el ítem 3.6.2.2)
2. Configuración del suelo, utilizando la Tabla N°2 se ingresará los datos.
3. Configuración de las barras de refuerzo, se considerará las barras comerciales.
4. Crear los elementos necesarios para cada tipo de cimentación.
5. Realizar el trazo de los elementos según el predimensionamiento (mostrado en el ítem 3.6.4)

Para ver detalles del procedimiento ver **Anexo N° 6**.

3.6.7. Metrado

Para el metrado se considera cada tipo de cimentación por separado. Para ver detalles del procedimiento ver **Anexo N° 7**.

3.6.7.1. Zapata aislada

Tabla N° 7: Resumen de metrado – Zapata aislada

RESUMEN DE METRADO			
TESIS:		EFICIENCIA TEORICA DE CUATRO TIPOS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	
HECHO POR:		Felix Alejandra Velasquez Huayta	
Ítem	Descripción	Und.	Total
01	ZAPATA AISALADA		
01.01	Obras preliminares		
01.01.01	Limpieza del terreno manual	m2	246.64
01.01.02	Trazo, niveles y replanteo preliminar	m2	246.64
01.02	Movimiento de tierras		
01.02.01	Excavación para zapatas	m3	61.56
01.02.02	Relleno con material propio	m3	35.91
01.02.03	Eliminación de material excedente	m3	33.35
01.03	Obras de concreto simple		
01.03.01	Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.	m2	41.04
01.04	Obras de concreto armado		
01.04.01	Zapatas aisladas		
01.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	16.42
01.04.01.02	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	249.70
01.05	Varios		
01.05.01	Juntas de teknoport e=2"	m	21.60

Fuente: Elaboración propia.

3.6.7.2. Zapata conectada

Tabla N° 8: Resumen de metrado – Zapata conectada

RESUMEN DE METRADO			
TESIS:		EFICIENCIA TEORICA DE CUATRO TIPOS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	
HECHO POR:		Felix Alejandra Velasquez Huayta	
Ítem	Descripción	Und.	Total
02	ZAPATA CONECTADA		
02.01	Obras preliminares		
02.01.01	Limpieza del terreno manual	m2	246.64
02.01.02	Trazo, niveles y replanteo preliminar	m2	246.64
02.02	Movimiento de tierras		
02.02.01	Excavación para zapatas	m3	54.45
02.02.02	Excavación de zanjas para viga de cimentación	m3	33.73
02.02.03	Relleno con material propio	m3	10.80
02.02.04	Eliminación de material excedente	m3	40.97
02.03	Obras de concreto simple		
02.03.01	Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.	m2	36.30
02.04	Obras de concreto armado		
02.04.01	Zapatas aisladas		
02.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	14.52
02.04.01.02	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	232.56
02.04.02	Vigas de cimentación		
02.04.02.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	10.80
02.04.02.02	Encofrado y desencofrado	m2	63.76
02.04.02.03	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	346.45
02.05	Varios		
02.05.01	Juntas de teknoport e=2"	m	19.80

Fuente: Elaboración propia.

3.6.7.3. Zapata combinada

Tabla N° 9: Resumen de metrado – Zapata combinada

RESUMEN DE METRADO			
TESIS:		EFICIENCIA TEORICA DE CUATRO TIPOS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	
HECHO POR:		Felix Alejandra Velasquez Huayta	
Ítem	Descripción	Und.	Total
03	ZAPATA COMBINADA		
03.01	Obras preliminares		
03.01.01	Limpieza del terreno manual	m2	246.64
03.01.02	Trazo, niveles y replanteo preliminar	m2	246.64
03.02	Movimiento de tierras		
03.02.01	Excavación para zapatas	m3	79.15
03.02.02	Relleno con material propio	m3	48.62
03.02.03	Eliminación de material excedente	m3	39.69
03.03	Obras de concreto simple		
03.03.01	Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.	m2	52.77
03.04	Obras de concreto armado		
03.04.01	Zapatas combinada		
03.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	24.89
03.04.01.02	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	444.27
03.05	Varios		
03.05.01	Juntas de teknoport e=2"	m	21.60

Fuente: Elaboración propia.

3.6.7.4. Losa de cimentación

Tabla N° 10: Resumen de metrado – Losa de cimentación

RESUMEN DE METRADO			
TESIS:		EFICIENCIA TEORICA DE CUATRO TIPOS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	
HECHO POR:		Felix Alejandra Velasquez Huayta	
Ítem	Descripción	Und.	Total
04	LOSA DE CIMENTACION		
04.01	Obras preliminares		
04.01.01	Limpieza del terreno manual	m2	246.64
04.01.02	Trazo, niveles y replanteo preliminar	m2	246.64
04.02	Movimiento de tierras		
04.02.01	Excavación para losa	m3	293.04
04.02.02	Relleno con material propio	m3	206.02
04.02.03	Eliminación de material excedente	m3	113.13
04.03	Obras de concreto simple		
04.03.01	Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.	m2	209.32
04.04	Obras de concreto armado		
04.04.01	Losa de cimentación		
04.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	62.80
04.04.01.02	Encofrado y desencofrado	m2	42.62
04.04.01.03	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	1,408.01
04.05	Varios		
04.05.01	Juntas de teknoport e=2"	m	25.20

Fuente: Elaboración propia.

3.6.8. Presupuesto

Para el metrado se considera cada tipo de cimentación por separado, teniendo en cuenta el metrado ya detallado en el ítem 3.6.7. Para ver detalles del procedimiento ver **Anexo N° 8**.

3.6.8.1. Zapata aislada

Tabla N° 11: Presupuesto – Zapata aislada

PRESUPUESTO					
Partida	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	ZAPATA AISALADA				
01.01	Obras preliminares				
01.01.01	Limpieza del terreno manual	m2	246.64	1.28	315.70
01.01.02	Trazo, niveles y replanteo preliminar	m2	246.64	1.87	461.22
01.02	Movimiento de tierras				
01.02.01	Excavación para zapatas	m3	61.56	122.90	7,565.72
01.02.02	Relleno con material propio	m3	35.91	17.98	645.63
01.02.03	Eliminación de material excedente	m3	33.35	5.77	192.42
01.03	Obras de concreto simple				
01.03.01	Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.	m2	41.04	41.99	1,723.27
01.04	Obras de concreto armado				
01.04.01	Zapatas aisladas				
01.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	16.42	415.40	6,819.21
01.04.01.02	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	249.70	3.74	933.86
01.05	Varios				
01.05.01	Juntas de teknoport e=2"	m	21.60	8.70	187.92
COSTO DIRECTO					18,844.95

Fuente: Elaboración propia.

3.6.8.2. Zapata conectada

Tabla N° 12: Presupuesto – Zapata conectada

PRESUPUESTO					
Partida	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
02	ZAPATA CONECTADA				
02.01	Obras preliminares				
02.01.01	Limpieza del terreno manual	m2	246.64	1.28	315.70
02.01.02	Trazo, niveles y replanteo preliminar	m2	246.64	1.79	441.49
02.02	Movimiento de tierras				
02.02.01	Excavación para zapatas	m3	54.45	122.90	6,691.91
02.02.02	Excavación de zanjas para viga de cimentación	m3	33.73	58.05	1,958.26
02.02.03	Relleno con material propio	m3	10.80	17.98	194.16
02.02.04	Eliminación de material excedente	m3	40.97	5.77	236.39
02.03	Obras de concreto simple				
02.03.01	Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.	m2	36.30	41.99	1,524.24
02.04	Obras de concreto armado				
02.04.01	Zapatas aisladas				
02.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	14.52	415.40	6,031.61
02.04.01.02	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	232.56	3.74	869.77
02.04.02	Vigas de cimentación				
02.04.02.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	10.80	439.06	4,741.15
02.04.02.02	Encofrado y desencofrado	m2	63.76	69.41	4,425.59
02.04.02.03	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	744.59	3.56	2,650.74
02.05	Varios				
02.05.01	Juntas de teknoport e=2"	m	19.80	8.70	172.26
COSTO DIRECTO					30,253.26

Fuente: Elaboración propia.

3.6.8.3. Zapata combinada

Tabla N° 13: Presupuesto – Zapata combinada

PRESUPUESTO					
Partida	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
03	ZAPATA COMBINADA				
03.01	Obras preliminares				
03.01.01	Limpieza del terreno manual	m2	246.64	1.28	315.70
03.01.02	Trazo, niveles y replanteo preliminar	m2	246.64	1.87	461.22
03.02	Movimiento de tierras				
03.02.01	Excavacion para zapatas	m3	79.15	122.90	9,727.78
03.02.02	Relleno con material propio	m3	48.62	17.98	874.19
03.02.03	Eliminación de material excedente	m3	39.69	5.77	229.02
03.03	Obras de concreto simple				
03.03.01	Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.	m2	52.77	41.99	2,215.73
03.04	Obras de concreto armado				
03.04.01	Zapatas combinada				
03.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	24.89	481.31	11,981.15
03.04.01.02	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	444.27	3.74	1,661.57
03.05	Varios				
03.05.01	Juntas de teknoport e=2"	m	21.60	8.70	187.92
COSTO DIRECTO					27,654.29

Fuente: Elaboración propia.

3.6.8.4. Losa de cimentación

Tabla N° 14: Presupuesto – Losa de cimentación

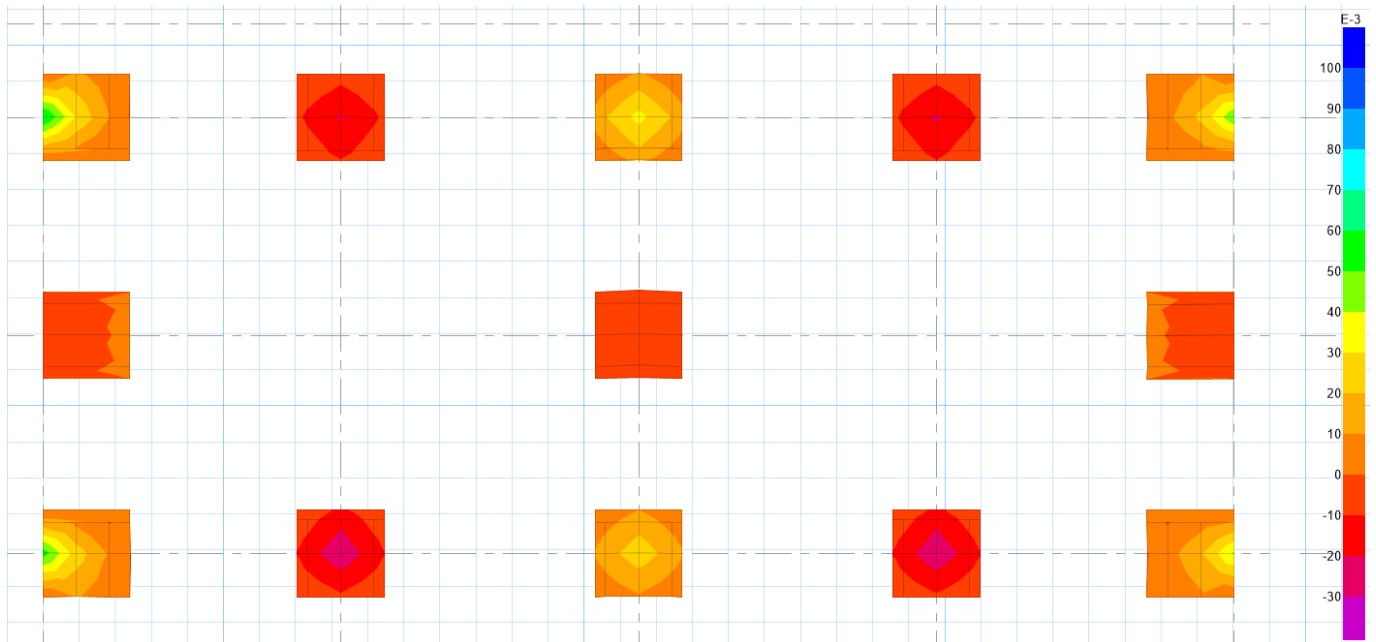
PRESUPUESTO					
Partida	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
04	LOSA DE CIMENTACION				
04.01	Obras preliminares				
04.01.01	Limpieza del terreno manual	m2	246.64	1.28	315.70
04.01.02	Trazo, niveles y replanteo preliminar	m2	246.64	1.79	441.49
04.02	Movimiento de tierras				
04.02.01	Excavacion para losa	m3	293.04	122.90	36,015.17
04.02.02	Relleno con material propio	m3	206.02	17.98	3,704.27
04.02.03	Eliminación de material excedente	m3	113.13	5.77	652.76
04.03	Obras de concreto simple				
04.03.01	Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.	m2	209.32	41.99	8,789.24
04.04	Obras de concreto armado				
04.04.01	Losa de cimentacion				
04.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	62.80	506.66	31,815.84
04.04.01.02	Encofrado y desencofrado	m2	42.62	82.87	3,531.51
04.04.01.03	Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	1408.01	3.99	5,617.95
04.05	Varios				
04.05.01	Juntas de teknoport e=2"	m	25.20	8.70	219.24
COSTO DIRECTO					91,103.17

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

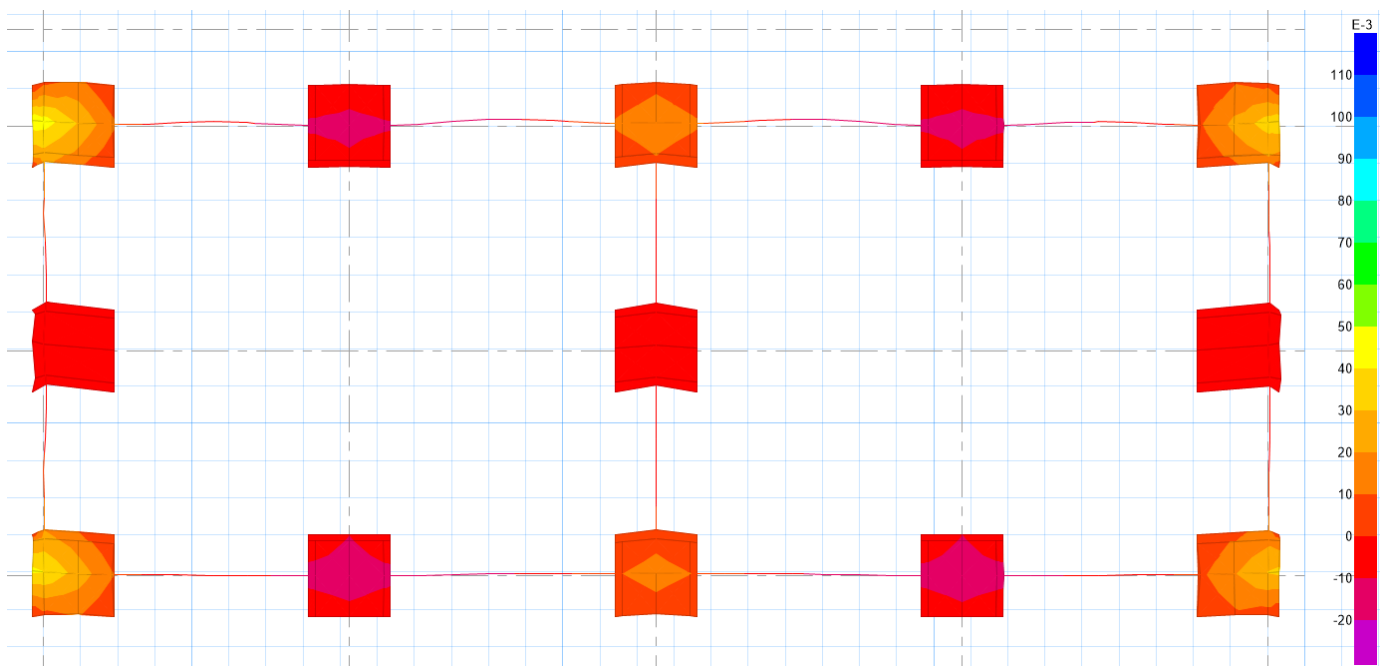
En las Figuras N° 31, 32, 33 y 34, vemos el asentamiento diferencial provocado por las zapatas aisladas, zapatas conectadas, zapatas combinadas y losa de cimentación respectivamente. Estas imágenes se obtuvieron mediante el Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 31: Asentamiento diferencial – Zapata aislada.



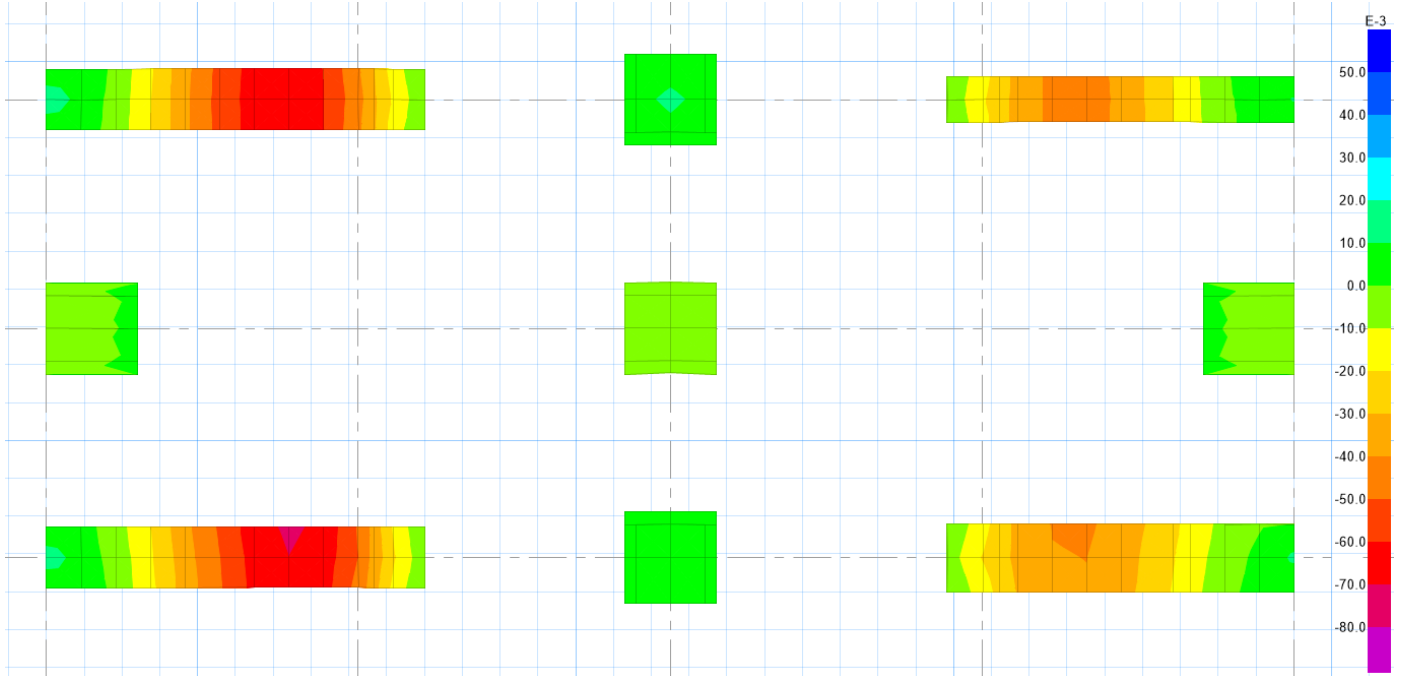
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 32: Asentamiento diferencial – Zapata conectada.



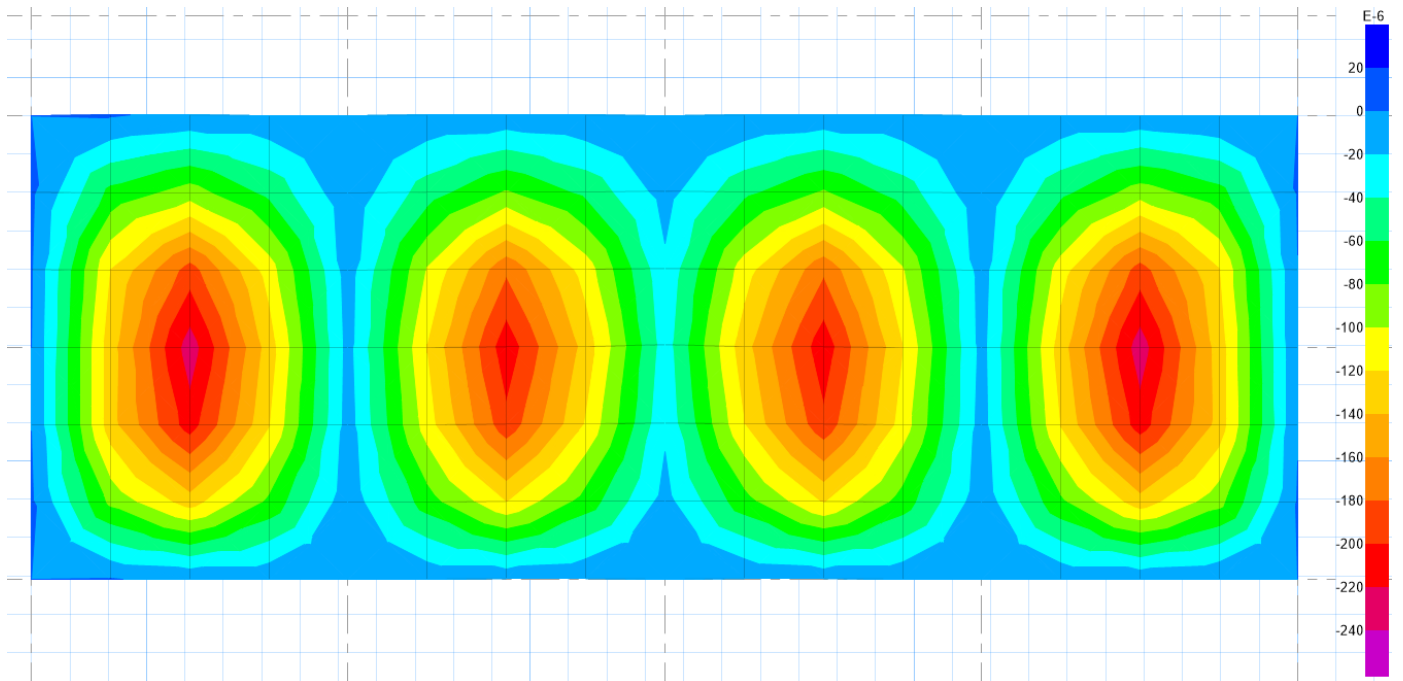
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 33: Asentamiento diferencial – Zapata combinada.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 34: Asentamiento diferencial – Losa de cimentación.



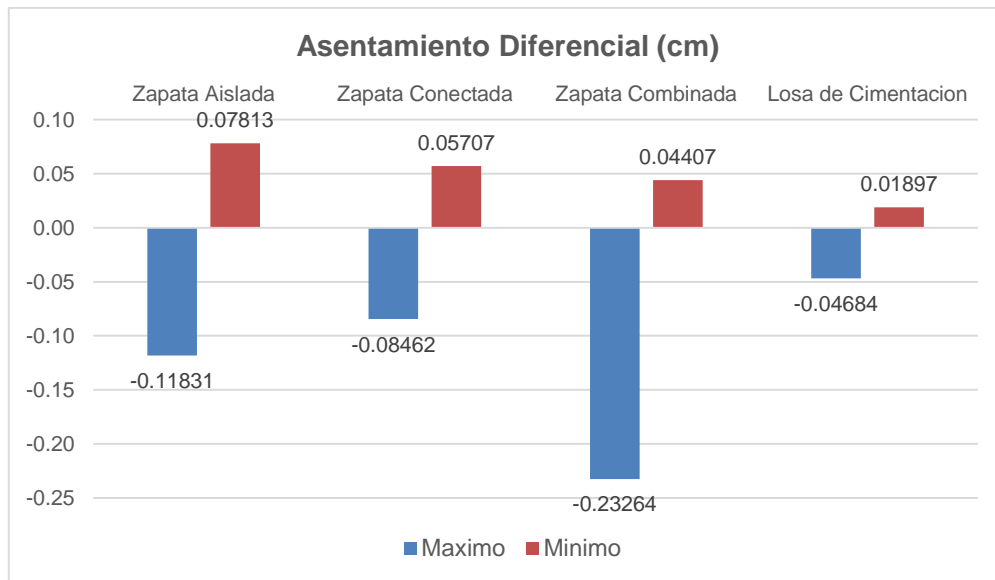
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

En la **Tabla N° 15** se muestra el resumen de las figuras mostradas anteriormente, donde se muestra los valores máximos y mínimos obtenidos de las diferentes cimentaciones.

Tabla N° 15: Asentamiento diferencial

Tipo de Cimentacion	Asentamiento Diferencial (cm)	
	Máximo	Mínimo
Zapata Aislada	-0.11831	0.07813
Zapata Conectada	-0.08462	0.05707
Zapata Combinada	-0.23264	0.04407
Losa de Cimentacion	-0.04684	0.01897

Figura N° 35: Asentamiento Diferencial



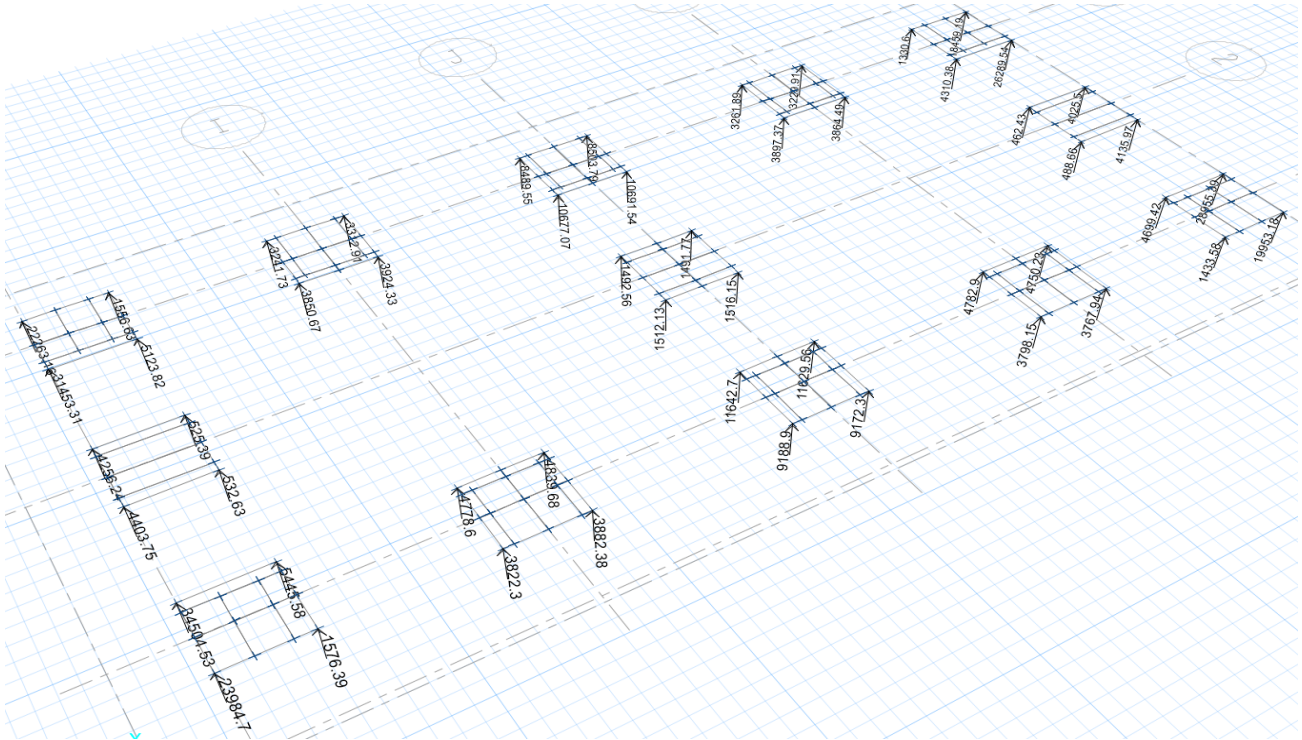
De la **Tabla N° 15** y **Figura N°35** se tomarán los valores máximos de las cimentaciones, a los cuales se les dará factores, poniendo 10.00 al que tiene un mayor asentamiento y las otras tendrán un factor dependiendo del máximo, así como se muestra en la **Tabla N° 16**

Tabla N° 16: Factores de asentamiento diferencial

Tipo de Cimentacion	Asentamiento Diferencial (cm)	Factor
	Máximo	
Zapata Aislada	0.11831	5.09
Zapata Conectada	0.08462	3.64
Zapata Combinada	0.23264	10.00
Losa de Cimentacion	0.04684	2.01

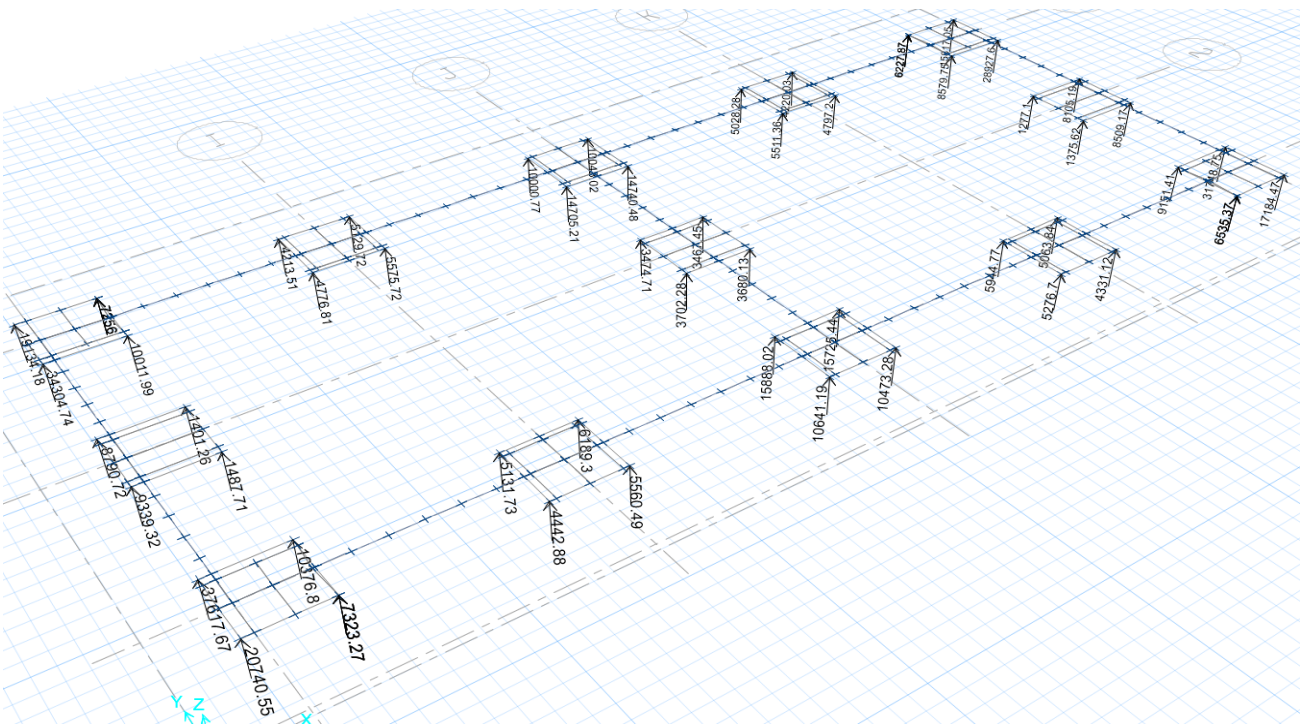
En las Figuras N° 36, 37, 38 y 39, vemos el esfuerzo del terreno actuante en las zapatas aisladas, zapatas conectadas, zapatas combinadas y losa de cimentación respectivamente. Estas imágenes se obtuvieron mediante el Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 36: Esfuerzo del terreno – Zapata aislada.



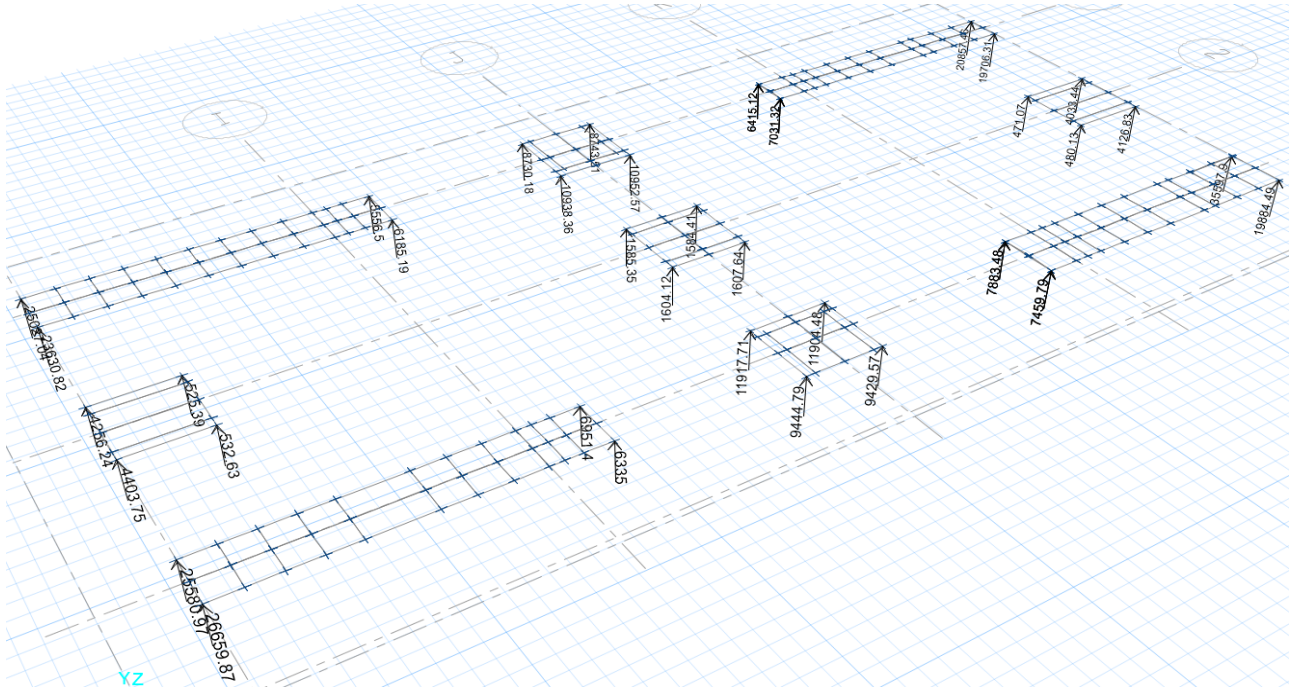
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 37: Esfuerzo del terreno – Zapata conectada.



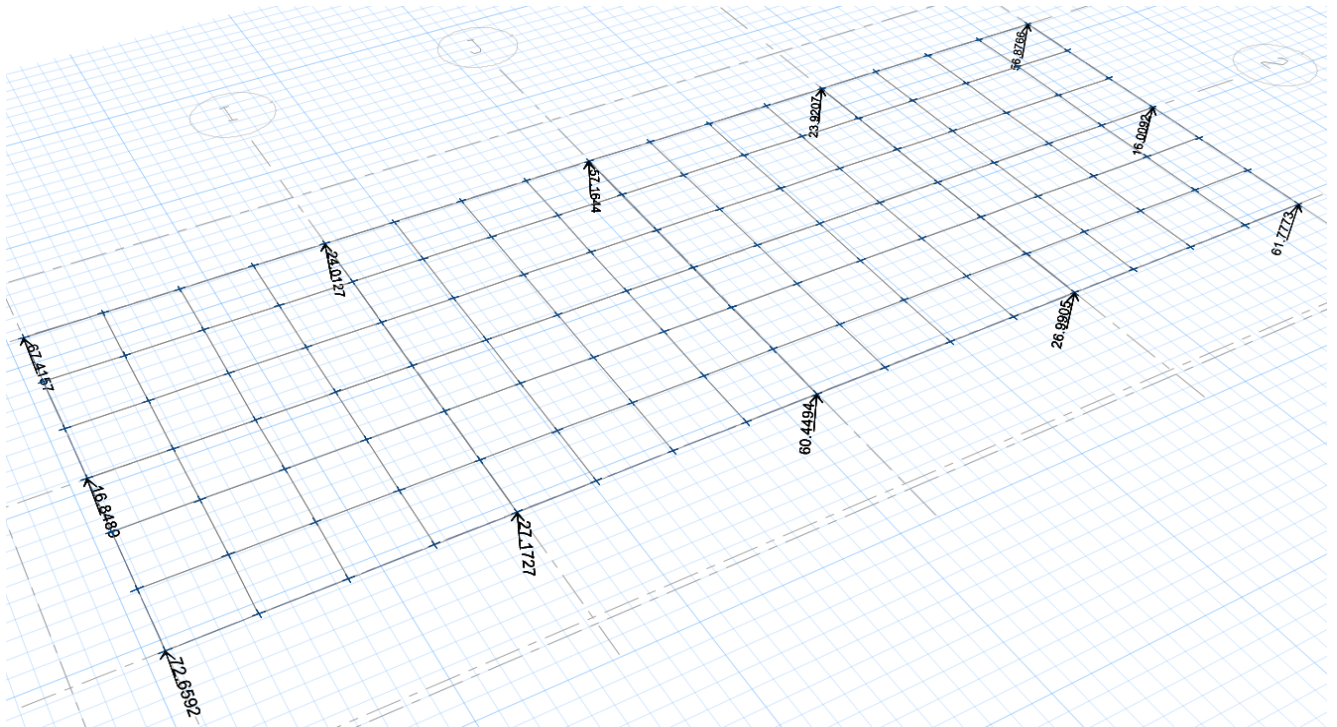
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 38: Esfuerzo del terreno – Zapata combinada.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 39: Esfuerzo del terreno – Losa de cimentación.



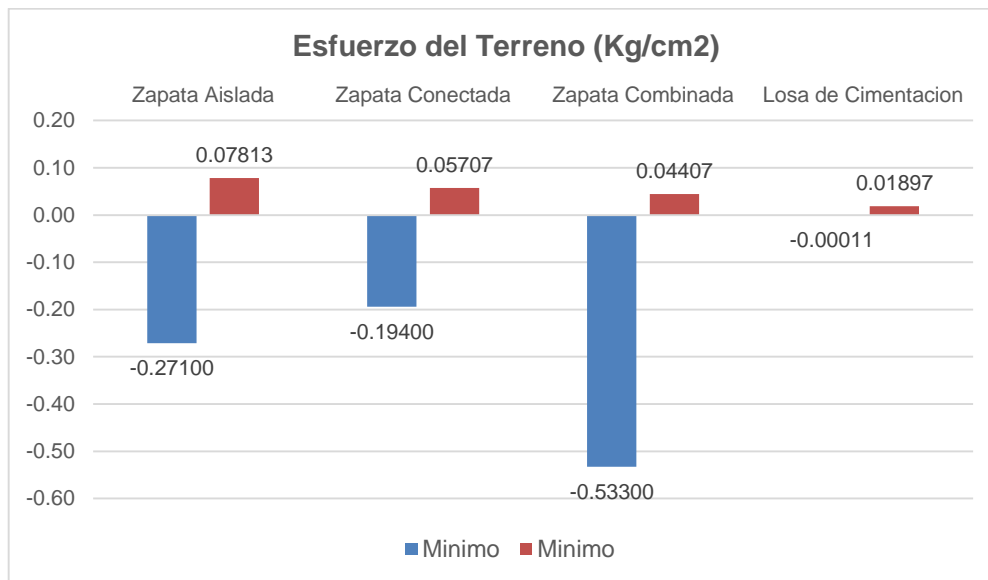
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

En la **Tabla N° 17** se muestra el resumen de las figuras mostradas anteriormente, donde se muestra los valores máximos y mínimos obtenidos de las diferentes cimentaciones.

Tabla N° 17: Esfuerzo del terreno

Tipo de Cimentacion	Esfuerzo del Terreno (Kg/cm ²)	
	Máximo	Mínimo
Zapata Aislada	0.17900	-0.27100
Zapata Conectada	0.13100	-0.19400
Zapata Combinada	0.10100	-0.53300
Losa de Cimentacion	0.00004	-0.00011

Figura N° 40: Esfuerzo del terreno



De la **Tabla N° 17** y **Figura N°40** se tomarán los valores máximos de las cimentaciones, a los cuales se les dará factores poniendo 10.00 al que tiene una mayor reacción del terreno y las otras tendrán un factor dependiendo del máximo, así como se muestra en la **Tabla N° 18**.

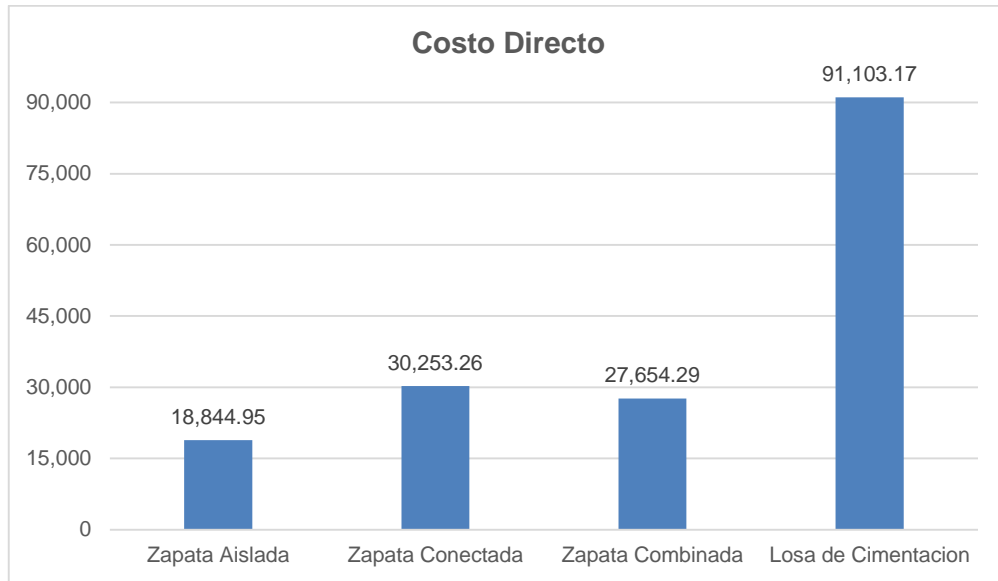
Tabla N° 18: Factores de esfuerzo del terreno

Tipo de Cimentacion	Esfuerzo del Terreno (Kg/cm ²)	Factor
	Máximo	
Zapata Aislada	0.17900	10.00
Zapata Conectada	0.13100	7.32
Zapata Combinada	0.10100	5.64
Losa de Cimentacion	0.00004	0.00

Tabla N° 19: Costo

	Unidad	Zapata Aislada		Zapata Conectada		Zapata Combinada		Losa de Cimentacion	
		Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Obras preliminares									
Limpieza del terreno manual	m2	246.64	315.70	246.64	315.70	246.64	315.70	246.64	315.70
Trazo, niveles y replanteo preliminar	m2	246.64	461.22	246.64	441.49	246.64	461.22	246.64	441.49
Movimiento de tierras									
Excavacion	m3	61.56	7,565.72	88.18	8,650.16	79.15	9,727.78	293.04	36,015.17
Relleno con material propio	m3	35.91	645.63	10.80	194.16	48.62	874.19	206.02	3,704.27
Eliminación de material excedente	m3	33.35	192.42	40.97	236.39	39.69	229.02	113.13	652.76
Obras de concreto simple									
Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.	m2	41.04	1,723.27	36.30	1,524.24	52.77	2,215.73	209.32	8,789.24
Obras de concreto armado									
Concreto fc=210 kg/cm2	m3	16.42	6,819.21	25.32	10,772.76	24.89	11,981.15	62.80	31,815.84
Encofrado y desencofrado	m2	-	-	63.76	4,425.59	-	-	42.62	3,531.51
Acero fy=4200 kg/cm2	Kg.	249.70	933.86	977.15	3,520.52	483.77	1,661.57	1,408.01	5,617.95
Varios									
Juntas de teknoport e=2"	m	21.60	187.92	19.80	172.26	21.60	187.92	25.20	219.24
		18,844.95		30,253.26		27,654.29		91,103.17	

Figura N° 41: Costo directo



De la **Tabla N° 19** y **Figura N°41** se tomarán el costo máximo de las cimentaciones, al cual se le dará el factor de 10.00 al que tiene mayor costo y las otras tendrán un factor dependiendo del máximo, así como se muestra en la **Tabla N° 20**.

Tabla N° 20: Factor de costo

Tipo de Cimentacion	Costo (S/.)	Factor
Zapata Aislada	18844.95	2.07
Zapata Conectada	30253.26	3.32
Zapata Combinada	27654.29	3.04
Losa de Cimentacion	91103.17	10.00

En lo observado de las **Tablas N° 16 y 18** se puede obtener el factor del comportamiento, lo cual se muestra en la **Tabla N° 21**.

Tabla N° 21: Factor de comportamiento

Tipo de Cimentacion	Asentamiento Diferencial (cm)	Esfuerzo del Terreno (Kg/cm ²)	Comportamiento
	50%	50%	
Zapata Aislada	5.09	10.00	7.54
Zapata Conectada	3.64	7.32	5.48
Zapata Combinada	10.00	5.64	7.82
Losa de Cimentacion	2.01	0.00	1.01

De la **Tabla N° 20 y 21** podemos obtener la eficiencia, teniendo en cuenta que según los factores asignados el máximo valor será el que tiene peor comportamiento y el que tenga el mínimo valor será la cimentación más eficiente. Teniendo en cuenta la importancia del comportamiento de igual manera que del costo. En la **Tabla N° 22** se muestra los resultados obtenidos.

Tabla N° 22: Eficiencia

	Comportamiento	Costo	Eficiencia
Tipo de Cimentacion	50%	50%	
Zapata Aislada	7.54	2.07	4.81
Zapata Conectada	5.48	3.32	4.40
Zapata Combinada	7.82	3.04	5.43
Losa de Cimentacion	1.01	10.00	5.50

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como propósito conocer el mejor tipo de cimentación para una Institución Educativa, los resultados de esta investigación comprueban la hipótesis propuesta. Se afirma que las cimentaciones conectadas son más eficientes para una Institución Educativa. Sobre todo, se pretendió analizar el comportamiento estructural (asentamiento diferencial y esfuerzo del terreno) y el costo directo de cuatro tipos de cimentación para definir cuál es más eficiente. A continuación, se estará discutiendo los principales puntos del estudio.

De las **Figuras N° 31, 32, 33, 34**, las cuales se resumen la **Tabla N° 15** (resultados obtenidos mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1), el asentamiento diferencial máximo de las cimentaciones lo tiene la zapata combinada con 0.23264 cm, el menor asentamiento lo tiene la losa de cimentación con 0.04684 cm.

De las **Figuras N° 36, 37, 38 y 39**, las cuales se resumen la **Tabla N° 17** (resultados obtenidos mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1), el esfuerzo máximo ejercido sobre el terreno de las cimentaciones lo tiene la zapata aislada con 0.179 Kg/cm², el menor esfuerzo lo tiene la losa de cimentación con 0.00004 Kg/cm².

Los asentamientos diferenciales obtenidos en la **Tabla N° 15** no pasan una pulgada, lo cual cumple con lo que dice el ingeniero Jorge Alva Hurtado en su libro Diseño de cimentaciones.

Como demostró el ingeniero Juan Antonio López Martínez, la losa de cimentación es la que tiene mejor comportamiento.

En la **Tabla N° 19** se muestran los costos directos, el costo de las zapatas aisladas es de S/.18,844.95, de las zapatas conectadas es de S/.30,253.26, de las zapatas combinadas es de S/.27,654.29 y de la losa de cimentación es de S/.91,103.17; donde la zapata aislada es la que tiene menor costo y la losa de cimentación tiene el mayor costo.

En las **Tablas N° 20 y 21**, mediante la asignación de factores se realiza una comparativa en la **Tabla N° 22**, en donde se determinó que el tipo de zapata más eficiente es la zapata conectada ya que tiene la mejor relación costo-comportamiento; corroborando lo que nos dice el Ingeniero Ignacio Valverde es su tesis doctoral del 2010.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

- a) Se confirma la hipótesis antes propuesta ya que el tipo de cimentación más eficiente para una institución educativa ubicada en la localidad de Carbón Alto, distrito de Gregorio Pita – San Marcos – Cajamarca es la zapata conectada pues tienen una mayor eficiencia, un buen comportamiento frente a las cargas de servicio que se presentan en la infraestructura educativa, por lo tanto, es la que tiene una mejor relación costo/comportamiento.
- b) El asentamiento diferencial máximo de la zapata aislada es de 0.11831 cm, el de la zapata conectada es de 0.08462 cm, el de la zapata combinada es de 0.23264 cm y de la losa de cimentación es de 0.04684 cm, viendo que el menor asentamiento lo tiene la losa de cimentación seguido de la zapata conectada y zapata aislada y por último con el asentamiento diferencial mayor es la zapata combinada.
- c) El esfuerzo máximo ejercido sobre el terreno debido a las zapatas aisladas es de 0.179 Kg/cm², zapatas conectadas es de 0.131 Kg/cm², zapatas combinadas es de 0.101 Kg/cm² y el de losa de cimentación es de 0.00004 Kg/cm², viendo que el menor esfuerzo lo tiene la losa de cimentación seguido de la zapata combinada y zapata conectada y por último con el esfuerzo del terreno mayor es la zapata aislada.
- d) El costo de las zapatas aisladas es de S/.18,844.95, de las zapatas conectadas es de S/.30,253.26, de las zapatas combinadas es de S/.27,654.29 y de la losa de cimentación es de S/.91,103.17.

CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES

Realizar una investigación de las cimentaciones superficiales en otra zona de Cajamarca y en otro tipo de edificación para corroborar el presente estudio.

Complementar la investigación considerando la parte del cimiento corrido de los muros.

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS

- Alva Hurtado, J. E. (2009). *Diseño de Cimentaciones*. Lima: ICG.
- Anrango Cañarejo, M. R. (2015). *Análisis del uso de zapatas aisladas en edificaciones*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Arias, Melendez, & Molina. (2009). *Revisión de los procedimientos de diseño estructural para fundaciones de concreto reforzado y su aplicación según el código*. San Salvador.
- Bautista. (2010). *Aplicación del programa Safe al diseño de cimentaciones comunes en la construcción*. Guatemala.
- Blanco Blasco, A. (2011). Cimentaciones en Edificaciones. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU* (págs. 29-32). Lima: PUCP.
- Calavera Ruiz, J. (2000). *Calculo de Estructuras de Cimentacion* (4° ed.). Madrid, España: Instituto técnico de materiales y construcciones (INTEMAC).
- Concremax. (21 de Marzo de 2017). *Concremax*. Obtenido de <http://www.firth.com.pe/noticia/tipos-de-cimientos>
- Cossio Tapia, M. (2009). *Diseño Geotecnico*. Costa Rica. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de *Diseño Geotecnico*: http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/compression_no_confinada.pdf
- CTE. (s.f.). *Código Técnico de la Edificación*.
- Díaz, Y. (2009). *La cimentación*. Venezuela.
- Garza Vasquez, L. (2003). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACION DE ACUERDO A NSR-10*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Recuperado el 2016
- Gonzales Cueva O.M, R. F. (2005). *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*. Limusa S.A de C.V. Grupo Noriega Editores, Cuarta edición.
- Harmsen, T. E. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández Rodríguez, F. (2013). *Comportamiento de losas de cimentación durante el proceso de consolidación*. Bogota.
- López Martínez, J. A. (2013). *Estudio comparativo de cimentaciones*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.
- Lopez, & Guita. (2000). Asientos en zapatas corridas. Comparación entre teorías clásicas y el método de los elementos finitos. *Informes de la Construcción – Vol. 52*, 467 .

- Montoya, J., & Pinto Vega, F. (2010). *CIMENTACIONES*. Universidad de los Andes. Mérida: Facultad de Ingeniería. Recuperado el 14 de Septiembre de 2015
- Morales Morales, R. (2006). *Diseño en Concreto Armado*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Morrison, N. (1993). *Interaccion Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler*. Barcelona - España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Negrín, & Cabrera. (2009). Diseño óptimo de cimentaciones superficiales rectangulares. Formulación. *Revista de la construcción - Volumen 8, 2*.
- NTP. (2009). *Norma Técnica Peruana - E 0.60*. Lima: Sencico.
- NTP. (2011). *Norma Técnica Peruana - E 0.20*. Lima: Sencico.
- NTP. (2011). *Norma Técnica Peruana - E 0.50*. Lima: Sencico.
- NTP. (2016). *Norma Técnica Peruana E - 0.30*. Lima: Sencico.
- Olmedo. (2013). *Implementación de programas computacionales para el cálculo y diseño de cimentaciones superficiales aplicación al cálculo de edificios*. Quito.
- Peck, R. B., Hanson, W. E., & Thornburn, T. H. (1995). *Ingeniería de cimentaciones*. México: Limusa Noriega Editores.
- Rodríguez, F. H. (2005). *Comportamiento de losas de cimentación durante el proceso de consolidación*. Bogotá.
- S10. (2010). S10. Obtenido de http://www.s10peru.com/10_presupuestos_i.html
- Sowers, G. y. (1970). *Introductory Soil Mechanics and Foundations*. Mac Millan Co.
- Terzaghi, & Meyerhoff. (1973). *Capacidad de Carga*.
- UPM, U. P. (2013). *Cimentaciones*. Madrid: Grupo de Ingeniería Gráfica y Simulación.
- Uriel Ortiz, Á. (2014). *Patología de las cimentaciones*. Master of Science, D.I.C. Madrid: Laboratorio de Carreteras y Geotecnia, CEDEX (MOPU).
- Valderrama, G. (30 de Marzo de 2005). *Peru Tours*. Obtenido de <http://www.perutouristguide.com>
- Valverde, I. (2010). *Cimentaciones de edificios en condiciones estáticas y dinámicas*. Granada.
- Villarino Otero, A. (2010). *Cimentaciones*. Avila.

CAPÍTULO 9. ANEXOS

ANEXO N° 1: Estudio de mecánica de suelos.

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA".

1.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

a.) RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION:

Cuadro 1.1 Resumen de las Condiciones de Cimentación

Tipo de Cimentación	Zapatas de sección rectangular a cuadrada, conectadas por medio de una viga de cimentación.
Estrato de Apoyo de la cimentación	Suelos residuales, producto de la desintegración de la matriz rocosa; conformado por una estratigrafía heterogénea que va desde acillas inorgánicas medianamente plásticas, hasta grava y arena mal gradada, combinado con aglutinante limo arcilloso de baja plasticidad.
Parámetros de Diseño de la Cimentación - Profundidad mínima de Cimentación - Presión Admisible - Factor de Seguridad por Corte - Asentamiento Diferencial - Asentamiento Total	1.50 m. $1.05 \text{ Kg/cm}^2 = 105 \text{ kPa}$ > 3 1.27 cm 3.81 cm
Recomendaciones Adicionales	Debido a la formación del suelo; Antes de cimentar se deberá compactar y mejorar nivel de fundación.

b.) INFORMACIÓN PREVIA:

El presente informe Técnico, está referido a los estudios de Mecánica de Suelos solicitados por Ing. Segundo Chávez Carranza, para la elaboración del Proyecto: **"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA"**.

La intensidad y alcance de cada actividad ha sido definida en función de la extensión del área a reconocer, la complejidad del terreno, e importancia de la edificación prevista; para lo cual se ha tenido en cuenta lo Estipulado en la Norma Peruana E050 de Suelos y Cimentaciones;

El presente estudio es indispensable para el desarrollo del proyecto, puesto que la naturaleza de la obra a ejecutar, se encuentra enmarcada dentro de las obligaciones señaladas en el numeral 1.3.1 párrafo A de la Norma E050.

c.) EXPLORACION DE CAMPO:
d.)

El proceso de investigación de campo, fue realizado por la parte solicitante, y consistió en la excavación de seis (06) calicatas o pozos a cielo abierto hasta la profundidad


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 100053

mínima de 3.00 m. por debajo del nivel actual del terreno. Luego se recogió y trasladó al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Empresa Neo Terra Ingenieros E.I.R.L., muestras alteradas provenientes de la excavación de la calicata para la realización de ensayos y cálculo de la capacidad portante del suelo de fundación.

Los resultados de los ensayos de laboratorio, se muestran en los anexos del presente informe técnico.

Cabe indicar que de las seis calicatas se muestrearon solamente cinco y la cuarta fue para la verificación por parte de la supervisión del proyecto.

e.) ENSAYOS DE LABORATORIO:

Al momento de realizar los trabajos de muestreo en campo, se ha extraído material suficiente para realizar los correspondientes trabajos de Laboratorio, los que figuran en el listado presentado a continuación, (y han sido realizados mediante el empleo de las siguientes normas):

- DESCRIPCIÓN VISUAL – MANUAL DEL SUELO, acorde con la Norma ASTM D2488.
- CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD, mediante procedimiento de secado en estufa a la temperatura de 110° C, según norma ASTM D2216.
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, por vía húmeda o por lavado con cribado manual, de acorde a la norma ASTM D422.
- LÍMITES DE ATTERBERG, Límite líquido y Límite plástico, de acorde con la norma ASTM D4318.
- PESO UNITARIO, acorde con la Norma Técnica Peruana 339.139.
- ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D 3080
- CLASIFICACIÓN DE SUELOS, en base al Sistema de clasificación SUCS norma ASTM D2487

f.) PERFIL DEL SUELO:

En general el suelo encontrado en la zona de estudio presenta una estratigrafía heterogénea, conformado por suelos residuales medianamente densos y poco saturados. Proviene del proceso de meteorización de la roca in situ y que no ha sido transportado de su lugar de origen; en ese sentido a dado paso a la formación de depósitos granulares y de composición heterogénea que van desde la roca sana pasando por rocas meteorizadas o "saprolitos", hasta el "suelo" o material completamente meteorizado y a coluviones, en forma errática aparecen grandes fragmentos de roca de diámetro promedio de 5".

Por su formación estos depósitos presentan granos de fino a muy grueso y perfil o forma angular, debido al ciclo de meteorización al que ha sido sometido existe abundante cantidad de aglutinantes arcillosos, suelos de mediana permeabilidad, y medianamente consolidados, moderados grados de saturación, de textura agregada o fragmentaria.

La fracción gruesa lo forma bloques angulares y heterométricos, predominado tamaño comprendido entre 2" y 1/4", también existe importantes porcentajes de arcilla limosa medianamente plástica.

En forma local, las calicatas excavadas, presenta el siguiente perfil estratigráfico:

CALICATA N° 01: Superficialmente y hasta una profundidad promedio de 0.70 m. se encuentra la capa de suelo orgánico, subyaciendo aparece un depósito color amarillos de arcillas limosas inorgánicas medianamente plásticas, incrustado aparece restos de grava de perfil angular y diámetro máximo de 1/2", así como arena de grano fino a grueso, el conjunto tiene una clasificación del tipo CL, en el Sistema SUCS, comportamiento estable y resistente en estado seco, inestable al entrar en contacto con la humedad.

CALICATA N° 02: Superficialmente y hasta una profundidad promedio de 0.40 m. está la capa de suelo orgánico, subyaciendo se encontró un depósito color amarillo, cuyas condiciones de meteorización son menores a la calicata anterior, aquí aparece abundante cantidad de fragmentos de roca de perfil angular mal gradados combinado con arena de grano fino a grueso y aglutinantes arcillosos medianamente plásticos, que en conjunto lo forma depósitos granulares de grava angulosa, suelos del tipo GC, en el sistema de Clasificación SUCS. Porcentualmente contiene aproximadamente el 41% de grava angulosa y diámetro máximo de 1 ½", 33% de fragmentos de menor diámetro que representa el volumen de arena, y finalmente como aglutinante material limo arcilloso medianamente plástico. En forma errática también se encontró fragmentos de hasta 10" de la matriz rocosa.

CALICATA N° 03: Superficialmente y hasta una profundidad promedio de 0.40 m. está la capa de suelo orgánico, subyaciendo se encontró abundante cantidad de fragmentos de roca de perfil angular y diámetro promedio de 15", lo que complicó el proceso de excavación de calicatas, la fase discontinua del material hallado, lo compone restos de roca meteorizada que por su granulometría se clasifica como arena de grano fino a grueso del tipo SC en el Sistema SUCS, está combinado con aglutinantes limo arcillosos medianamente plásticos.

CALICATA N° 04: Excavada únicamente con fines de verificación para la supervisión, por lo que no se recogieron muestras, además que la estratigrafía es similar a la encontrada en las anteriores calicatas.

CALICATA N° 05: Superficialmente y hasta una profundidad promedio de 0.50 m. se encuentra la capa de suelo orgánico, subyaciendo aparece un depósito color amarillos de arcillas limosas inorgánicas medianamente plásticas, incrustado aparece pequeños porcentajes de grava de perfil angular y diámetro máximo de 1/2", así como arena de grano fino a grueso, el conjunto tiene una clasificación del tipo CL, en el Sistema SUCS, comportamiento estable y resistente en estado seco, inestable al entrar en contacto con la humedad. Presencia de fragmentos angulares de roca de diámetro promedio igual a 10".

CALICATA N° 06: Superficialmente y hasta una profundidad promedio de 1.00 m. está la capa de suelo orgánico, subyaciendo se encontró un depósito color amarillo, aquí aparece abundante cantidad de fragmentos de roca de perfil angular mal gradados combinado con arena de grano fino a grueso y aglutinantes arcillosos medianamente plásticos, que en conjunto lo forma depósitos granulares de grava angulosa, **Excavada únicamente con fines de verificación del tipo de suelo , por lo que no se recogieron muestras, además que la estratigrafía es similar a la encontrada en la calicata N° 02**

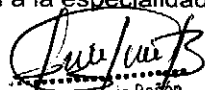
CUADRO N° 01 UBICACIÓN DE CALICATAS, PARA EL ESTUDIO DE ESTRUCTURAS A CONSTRUIR

CALICATA	UBICACIÓN		ESTRUCTURA PROYECTADA
	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	
CALICATA N°01	808886.980	9205367.770	COCINA
CALICATA N°02	808834.251	9205354.682	PLATAFORMA DEPORTIVA
CALICATA N° 03	808825.763	9205380.211	AULAS (2 NIVELES)
CALICATA N° 04	808808.870	9205385.350	SS HH
CALICATA N° 05	808832.810	9205386.880	AULAS (2 NIVELES)
CALICATA N° 06	808823.110	9205341.630	MURO PERIMETRICO

g.) NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA:

La ubicación de la napa freática es función de la época del año en que se realice la investigación de campo, así como las variaciones naturales de los sistemas de lluvia que abastecen los estratos acuíferos.

Por información proporcionada por la parte solicitante, al momento de realizar las investigaciones de campo (Diciembre del 2014), NO se encontró el nivel freático, desconociéndose su variación estacional pues esto es un tema que escapa a la especialidad.


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 100053

h.) ANALISIS DE LA CIMENTACION:

El estudio y proyecto de cualquier cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo y la tipología de la edificación prevista, el entorno donde se ubica la construcción. Para poder encontrar las características del terreno de apoyo se ha determinado mediante una serie de actividades que en su conjunto se denomina reconocimiento del terreno y cuyos resultados quedarán reflejados en el presente Informe Técnico.

En el área del proyecto, se ha encontrado una estratigrafía heterogénea de suelos de origen residual, que va desde suelos granulares, hasta depósito de arcilla limosa medianamente plástica, en estos casos la capacidad de carga depende de su resistencia al corte del suelo o capa menos resistente, y también limitándose los asentamientos de tal forma que el asentamiento total se encuentre dentro de los límites tolerables para la estructura, igualmente el cálculo de la capacidad portante de un suelo, prevé utilizar fórmulas empíricas propuestas por diversos autores, finalmente en base a los dos criterios expuestos se analizó una serie de expresiones de cálculo todas ellas aceptadas por la Mecánica de Suelos, de donde se tiene que la expresión que dio resultados más razonables fue el modelo propuesto por Terzaghi, para el caso del falla por corte local en una cimentación superficial de sección rectangular a cuadrada.

PARAMETROS PARA DETERMINAR LA PRESION ADMISIBLE DEL SUELO FUNDACION

	N _c	N _q	N _γ	γ (gr/cm ³)	B* (m)	φ	c (Kg/cm ²)
Zapatas	15.53	6.05	2.59	1.514	1.00	26.00	0.12

B: Ancho de la cimentación (dato asumido), el valor definitivo será obtenido luego de realizar el correspondiente análisis estructural.

Por lo que la presión admisible del suelo de fundación $q_u = q'c/FS$.

VALORES DE LA PRESION ADMISIBLE DEL SUELO FUNDACION

	Capacidad Portante (q'c) (Kg/cm ²)	Factor Seguridad (FS)	Capacidad de Carga de Diseño (q _u) (Kg/cm ²)	Profundidad de cimentación* (D _f) (m)
Zapatas	3.15	3.00	1.05	1.50

* La profundidad de cimentación se medirá a partir del nivel de terreno una vez realizado el corte (Norma E-0.50 Suelos y cimentaciones).

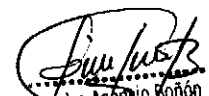
CÁLCULO DE ASENTAMIENTO:

El Método Elástico, para el cálculo de asentamientos, se basa en aplicaciones empíricas de la teoría de la elasticidad, La aplicación de esta teoría es empírica porque se realizan ciertas modificaciones (generalmente a las propiedades del material utilizadas en el análisis) para hacer las simplificaciones menos restrictivas

Es una buena práctica determinar el asentamiento inicial del suelo empleando la Teoría Elástica de Boussinesq, quien propone la siguiente expresión:

Método Elástico (Bossinesq):

$$S_i = \frac{q_u B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053

Donde:

S_i = Asentamiento probable (cm)

ν = Relación de Poisson

E_s = Módulo de elasticidad (Tn/m²)

I_f = Factor de Forma (cm/cm)

q = Presión de Trabajo (Tn/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

ASENTAMIENTOS DE LA ESTRUCTURA

Elemento Estructural	ν	Es (Tn/m ²)	If			Asentamiento probable Si (cm)		
			Centro	Esquina	Medio	Centro	Esquina	Medio
Zapatas	0.18	1270	153	77	130	1.22	0.62	1.04

Como se puede apreciar los asentamientos obtenidos no son significativos, esto no hubiera sido posible si no se hubiera realizado un mejoramiento del suelo a nivel de cimentación, por lo que es importante tener en cuenta algunas recomendaciones brindadas en el presente informe.

Por otro lado paralelo al cálculo del asentamientos, se verificó la distorsión angular que produce los asentamientos, lográndose restringir a valores comprendidos entre 1/500 a 1/700, los que están dentro del límite establecido en el ítem 3.2 de la Norma E0.50 de Suelos y Cimentaciones.

Finalmente al estimar los asentamientos diferenciales de la edificación, es necesario tener un asentamiento máximo permisible, y debido a la complejidad del comportamiento del suelo y a la poca información disponible es difícil tomar un parámetro de control de los asentamientos, no obstante diversos autores proponen emplear un asentamiento máximo permisible para estructuras aporricadas con muros de corte y ladrillos, equivalente a 1.50" o a 3.81 cm.

Entonces tomando como referencia el valor antes indicado, de la tabla N° 1.4, se puede apreciar que las zapatas van a soportar asentamientos que se encuentran por debajo del límite máximo recomendado, lo que no significa que se deje de preparar al suelo a fin de que soporte el peso de las estructuras sin sufrir grandes asentamientos.

i.) DISEÑO DE LA CIMENTACION:

Se entiende por cimentación al elemento intermedio que permite transmitir las cargas que soporta una estructura al suelo sub yacente, de modo que no rebasa la capacidad portante del suelo y que las deformaciones producidas en este sean admisibles para la estructura, entonces en base a esto se procederá diseñar la cimentación para las zapatas estructurales de la siguiente manera:

Al llegar al nivel de fundación recomendado (1.50 m.), por debajo se colocará a manera de solera de asiento una sub zapata de concreto simple de cuanto menos 0.40 m. de peralte y estará compuesto por una mezcla de Cemento: Hormigón 1:10 (entre los niveles 1.50 m. a 1.65 m.)

Igualmente en terrenos arenosos o gravosos resulta de gran importancia el grado de compactación, sobre todo en zonas sísmicas. Por este motivo es importante que por debajo de la sub zapata (a partir de 1.65 m.), se recomienda escarificar y compactar el sub suelo en una profundidad mínima de 0.15 m. y al 95% de la Máxima Densidad Seca obtenida con el Próctor Modificado


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053

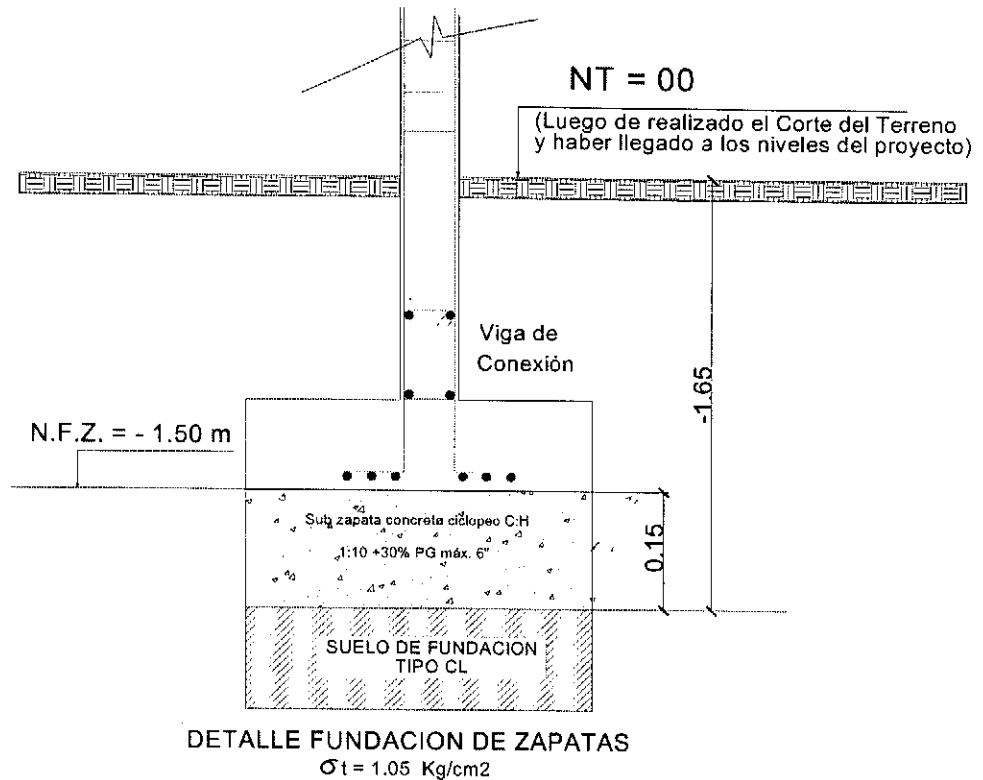


FIGURA N° 01 – DETALLE PARA LA CIMENTACION

j.) EFECTO DE SISMO:

Las vibraciones producidas por un sismo se transmiten a través de las rocas de la corteza terrestre. En un lugar específico, las vibraciones que llegan al basamento rocoso son a su vez transmitidas hacia la superficie a través de los suelos existentes en el lugar. Las vibraciones sufren variaciones al ser transmitidas a lo largo de las trayectorias recorridas, llegando a la superficie con características que dependen no sólo de las que tenían en su origen, sino también de la trayectoria seguida a lo largo de la corteza terrestre y de las propiedades de los suelos que existen en el lugar.

En el presente caso para determinar la sismicidad del lugar se han analizado las aceleraciones procedentes de los mapas de aceleraciones máximas en la roca para periodos de recurrencia sísmica de 30, 50 y 100 años propuestas por Casaverde y Vargas (1980) los que indican que el terreno estudiado se encuentra en una **zona de sismicidad alta**.

De acuerdo al Reglamento Nacional de construcciones, Norma Técnica de Edificación E.030 – Diseño Sismorresistente, las estructuras se proyectarán en base a las siguientes características:

CUADRO N° 1.7 – VALORES PARA DISEÑO SISMICO DE LAS ESTRUCTURAS

Parametro	Valor
Factor de uso, (Categoría A)	1.50
Factor de Zona (Zona 3)	0.40
Tipo de Suelo	S ₃
Periodo (Tp)	0.90
Amplificación del suelo (S)	1.40


 Alejandro Asencio Boñón
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 100053

k.) COEFICIENTE DE BALASTO DEL SUELO:

En todo problema geotécnico, el conocimiento o la estimación de las deformaciones en relación a las cargas asociadas que transfiere una fundación al terreno natural, es uno de los problemas más importantes de los proyectos de ingeniería.

Para resolver esta situación, se utiliza muy frecuentemente, el “**Coefficiente de Balasto**” o “**Módulo de Reacción del Suelo**” también conocido como “**Coefficiente de Sulzberger**”, estudiado muy en profundidad por Terzaghi

El método simplificado propuesto por Vesic, proporciona una expresión adecuada que permiten tomar valores típicos del suelo y asociarlos para el cálculo del Coeficiente de Balasto (K), por lo que K para el presente estudio puede calcularse como:

$$K = E_s / [B(1-\mu^2)]$$

Donde:

K = Coeficiente de Balasto

Es = Módulo de deformación o elasticidad del suelo.

B = Ancho de la zapata

μ = Coeficiente del Poisson del terreno.

Los valores recomendados para el cálculo del Coeficiente de Balasto (K) del suelo son los siguientes:

CUADRO N° 1.6 – PARAMETROS PARA CALCULO DE COEFICIENTE DE BALASTO

Módulo de Elasticidad (Tn/m ²)	Coefficiente de Poisson	Coefficiente de Balasto (Tn/m ³)
1270	0.18	1312.53

- I.) **CLORUROS Y SULFATOS DEL SUELO:** de acuerdo a los ensayos realizados a la calicata N° 05 estrato 01 tenemos los siguientes resultados:

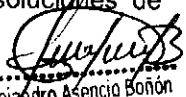
SO4-2 = 171.25

De acuerdo a la Norma E.060 del RNE, tabla 4.4.3 (concreto expuesto a soluciones de sulfatos) se utilizara **Cemento tipo I Portland MS**

2.0 **CONCLUSIONES :**

Correlacionando la investigación de campo realizada con los resultados de los ensayos de Laboratorio y según el análisis efectuado en el transcurso del informe, establecemos las siguientes Conclusiones:

- 2.1 La zona de Estudio se ubica en terreno propiedad de la I.E. 82969 Carbón Alto, del Distrito de Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.
- 2.2 Para poder realizar los estudio de Mecánica de Suelos, la parte solicitante realizó la excavación de cinco calicatas de 3.00 m. de profundidad, luego de lo cual extrajeron muestras alteradas y alcanzaron al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Empresa Neo Terra Ingenieros E.I.R.L. para las determinaciones necesarias para poder proceder a su clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), a saber: límite líquido, límite plástico, y porcentaje de partículas menores que las mallas de los tamices número 40 y 200, mediante lavado, así como también humedad natural y otros ensayos indicados; para poder obtener la capacidad portante del nivel de fundación.
- 2.3 Por información alcanzada por la parte solicitante, al momento de realizar las investigaciones de campo (Diciembre del 2014), NO se encontró el nivel freático.
- 2.4 Luego de realizar los correspondientes ensayos de laboratorio, se tiene que el sub suelo de la zona del proyecto; en general presenta una estructura maciza o continua, con presencia de grietas y micro fisuras por donde penetra la humedad superficial hacia el sub suelo, y lo conforma suelos residuales medianamente densos y poco saturados. Proviene del proceso de meteorización de la roca in situ y que no ha sido transportado de su lugar de origen; en ese sentido a dado paso a la formación de depósitos granulares y de composición heterogénea que van desde la roca sana pasando por rocas meteorizadas o "saprolitos",


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053

- hasta el "suelo" o material completamente meteorizado y a coluviones, en forma errática aparecen grandes fragmentos de roca de diámetro promedio de 5", variando mucho su densidad. Suelos muy anisotrópicos en su distribución y de continuidad irregular, sus propiedades están estrechamente relacionadas con la granulometría. El depósito encontrado en esta parte mayormente está conformado por una mezcla de elementos finos con material grueso como grava de perfil angular, presentando una densificación baja a media, también está presente en forma dispersa bloques o cantos de grava de perfil anguloso y diámetro promedio entre 3" y 8", además de pequeños bolsones de material arcilloso. Es de indicar que la continuidad del estrato se profundiza a cotas mayores a la máxima profundidad investigada (3.00 m).
- 2.5 Para obtener la capacidad portante del suelo de fundación, se identificó al suelo sobre el que va a ir cimentada la estructura, y se procedió a determinar el peso unitario, y luego, se proceda a calcular la capacidad Portante del suelo de fundación; en este punto se indicará que debido a la configuración de la estratigrafía de la zona, se procedió a calcular la capacidad portante para la cimentación, empleando para esto la fórmula de Terzaghi, para el caso de una falla por corte local y conformada por zapatas aisladas de sección rectangular a cuadrada.
- 2.6 Para el cálculo del asentamiento, se empleó el método elástico, de donde se tuvo como parámetros principales la capacidad portante del lugar, y de acuerdo con la Norma E050 Suelos y cimentaciones; se adoptó un asentamiento máximo permisible para este tipo de edificaciones, de 1.50", o equivalente a 30.81 mm. obteniéndose los valores indicados en el anexo I – Cálculo de la capacidad Portante del terreno.
- 2.7 Para el cálculo de la capacidad de carga, se empleó la ecuación de Terzaghi, donde se adoptó un coeficiente de seguridad de 3.00, con el objeto de:
- Prevenir las variaciones naturales en la resistencia al corte del suelo.
 - Prever asentamientos diferenciales perjudiciales de la cimentación.
 - Las incertidumbres implicadas en los métodos ó fórmulas a utilizarse para la determinación de la carga última de falla.

3.0 RECOMENDACIONES

Como antecedentes de las conclusiones anteriores y según lo expresado a través del informe, se emiten las siguientes recomendaciones:

- 3.1 La profundidad de cimentación más adecuada es aquella que garantice que la estructura se cimiente sobre un terreno natural y estable.
- 3.2 Debido al tipo de estructura a proyectar, se recomienda emplear una profundidad mínima de cimentación igual a 1.50 m, con respecto a la superficie final (luego del corte) del terreno, para de esta manera proporcionar a la cimentación una profundidad de confinamiento adecuada, y estará apoyada sobre un suelo estable y medianamente densificado.
- 3.3 El tipo de cimentación sugerido para este caso, es una cimentación directa, compuesta por zapatas aisladas, y de planta rectangular a cuadrada, cuyas dimensiones y geometría deberán ser determinadas previo análisis estructural. Para evitar asentamientos diferenciales inesperados y absorber cualquier esfuerzo de torsión debido a la colocación de zapatas excéntricas y asentamientos diferenciales, será necesario unir las zapatas aisladas por medio de una viga de cimentación.
- 3.4 De igual manera para muros no estructurales y cercos perimétricos se utilizará una cimentación corrida, igualmente reforzada con vigas de cimentación para evitar asentamientos diferenciales
- 3.5 Tomando como base lo indicado en las recomendaciones se tendrá una profundidad mínima de 1.50 m. de excavación para zapatas, por debajo de esta cota se recomienda cuanto menos colocar una sub zapata de asiento compuesta por concreto simple C:H 1:10 de 0.15 m. de peralte (cotas de 1.50 m. a 1.65 m.), previo a la construcción de la sub zapata, se

deberá compactar el nivel de fundación hasta obtener un porcentaje mínimo de compactación equivalente al 95% del Próctor Estandar.

- 3.6 Los materiales aflorantes en la zona; se caracterizan por ser inestables ante la presencia de humedad; por lo tanto es imprescindible diseñar un sistema adecuado de drenaje superficial construyendo canaletas de drenaje para las aguas de lluvia, las mismas que deberán evacuar hacia un colector ubicado a una cota más baja que la edificación a proyectar; además para proteger a la cimentación se construirán veredas perimétricas alrededor de toda la edificación.
- 3.7 Para la aplicación de la Norma E0.30 de Diseño Sismo Resistente del R. N. E. El estudio de una arcilla inorgánica de mediana plasticidad (suelo flexibles, medianamente consolidada) terminará en base al diseño estructural, debe considerarse: $S= 1.4$ y $T_s=0.9$ seg.
- 3.8 El proyecto plantea construcción de patios, pisos y obras exteriores, donde se deberá tener en consideración los siguientes aspectos importantes:

PISOS, PATIOS Y OBRAS EXTERIORES: tendrá el siguiente diseño geométrico:

- **Subrasante.-** El material de la sub rasante está conformado por arcillas y limos inorgánicos medianamente plásticos, que será escarificado a una profundidad mínima de 0.20 m. y re compactado, al 95% de la Máxima densidad Seca del Proctor Modificado – Método A.
- **Base.-** El material a emplear en la base será del tipo granular, con un espesor mínimo de 0.15 m. compactada, al 95 % de la Máxima densidad Seca del Proctor Modificado – Método C.

- 3.9 Los agregados utilizados en la elaboración del concreto deben cumplir con la norma ASTM C 33 así como el agua con la norma E-060, el aglomerante a emplear será cemento de mediana resistencia a los sulfatos.
- 3.10 Se deberá de utilizar **Cemento Portland Tipo I MS**, en todas las Estructuras cimentadas.

3.11 ESPECIFICACIONES ADICIONALES:

MATERIAL DE BASE: El material a emplear en la conformación de la base granular para la construcción de las losas, relleno y la cama de apoyo de la cimentación corrida, deberá ser una capa de afirmado, el que deberá estar constituido principalmente de grava triturada, opcionalmente se puede colocar grava redondeada, además arena gruesa con partículas más finas para llenar los vacíos, y una proporción pequeña de arcilla que actué como ligante.

El material deberá ser de buena estabilidad, que cumpla con las siguientes especificaciones:

- Desgaste Los Angeles : 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: no debe exceder de 35%
- Índice de Plasticidad : 4 – 9 (MTC E 111)
- CBR : 40% mín. referido al 100% de la MDS y a una penetración de carga de 2.5 mm
- Los materiales granulares, son adecuados para la construcción de las diferentes estructuras de mejoramiento, estos deberán tener una distribución granulométrica tal que garantice un correcto proceso de compactación y estabilidad del sub suelo, por lo que para el empleo de estos materiales, necesariamente deberán cumplir con alguna de las dos gradaciones recomendadas.

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A - 1	A - 2
50 mm (2")	100	---
37.5 mm (1½")	100	---
25 mm (1")	90 - 100	100
19 mm (¾")	65 - 100	80 - 100
9.5 mm (3/8")	45 - 80	65 - 100
4.75 mm (N° 4)	30 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	22 - 52	33 - 67
4.25 um (N° 40)	15 - 35	20 - 45


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053

75 um (N° 200)

5 - 20

5 - 20

MATERIAL PARA RELLENOS: Debido a las características del proyecto, surge la necesidad de rellenar áreas para poder alcanzar las cotas o niveles necesarios para la construcción y que no cumplen ninguna función estructural, en vista de esto, se deberá tener especial cuidado al utilizar materiales que deberán ser acordes con estas labores, debiéndose tenerse en cuenta además que :

Antes de ejecutar el relleno de una zona se limpiará la superficie del terreno eliminando las raíces u otras materias orgánicas, garantizando que el terreno a rellenar permanezca estable, exento de agua, materia orgánica y otros desperdicios no aptos para la construcción.

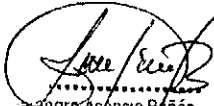
El material del relleno a emplear estará libre de material orgánico y de cualquier otro material comprimible.

Podrá emplearse el material excedente de las excavaciones siempre que cumpla con los requisitos indicados en el párrafo anterior y previa mezcla con un mínimo de 30% de material granular, conformado por hormigón, con la finalidad de poder estabilizar el suelo.

Adicionalmente los rellenos se realizarán conformando capas de 0.20 m. de espesor, las cuales deberán ir compactadas a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca obtenida con el proctor estándar.


3.12 Es importante indicar que toda recomendación expuesta en relación a la cimentación, es complementario con criterios estructurales que puedan definirse después de realizar el respectivo metrado de cargas y correspondiente análisis estructural del comportamiento de la edificación a proyectar, por lo que en esta etapa puede definirse otros conceptos que pudieran ser adoptados como válidos para cimentar.

Cajamarca, Diciembre del 2014.


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053

ANEXO I

RECORD DE EXCAVACION GEOTECNICA DE LAS CALICATAS MUESTREADAS


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053

PERFIL ESTRATIGRAFICO (RECORD DE EXCAVACION GEOTECNICA)

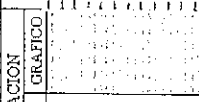
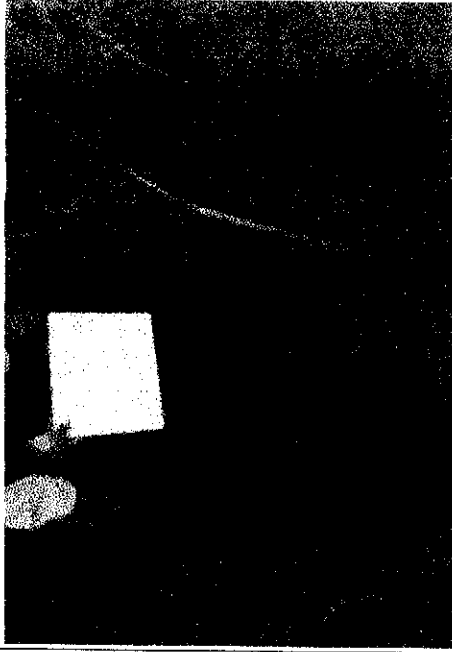
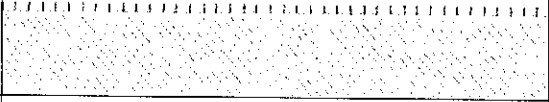
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82989 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITÁ, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA

Realizado por: Ing. Alejandro Asencio Boñón

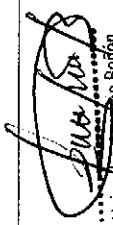
fecha: Cajamarca, Diciembre del 2014.

ING. SEGUNDO CHAVEZ CARRANZA

Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.

SUCS	CLASIFICACION GRAFICO	Profundidad Ex. mts	CONT. HUMED	LIMITES DE CONSISTENCIA			DESCRIPCION DEL MATERIAL	FOTOGRAFIA
				LL	LP	IP		
pt		0.70					Suelos orgánicos, no apto para la construcción, no se recogieron muestras, se identificó solamente por medio de pruebas sencillas de campo	
CL		3.00	16.95%	31.00%	17.00%	14.00%	Arcillas limosas inorgánicas medianamente plásticas, incrustado aparece restos de grava de perfil angular y diámetro máximo de 1/2", así como arena de grano fino a grueso, el conjunto tiene una clasificación del tipo CL, en el Sistema SUCS, comportamiento estable y resistente en estado seco, inestable al entrar en contacto con la humedad	

OBSERVACIONES: Durante el proceso de muestreo, no se encontró el nivel freático.


 ALEJANDRO ASCENCIO BOÑÓN
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 100000

PERFIL ESTRATIGRAFICO (RECORD DE EXCAVACION GEOTECNICA)

CALICATA N° 02

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82989 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA

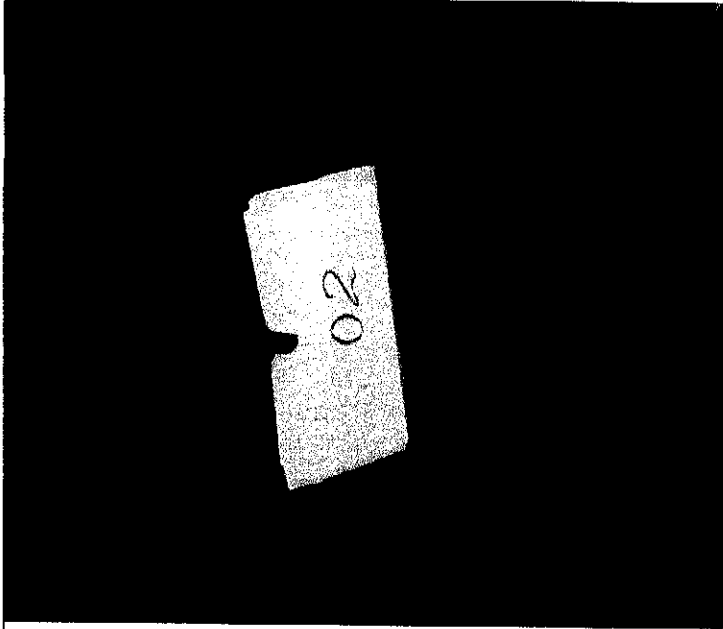
Realizado por: Ing. Alejandro Asencio Borión

ING. SEGUNDO CHAVEZ CARRANZA

fecha: Cajamarca, Diciembre del 2014.

Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.

FOTOGRAFIA



DESCRIPCION DEL MATERIAL

Suelos orgánicos, no apto para la construcción, no se recogieron muestras, se identificó solamente por medio de pruebas sencillas de campo

Depósito color amarillo, de roca parcialmente meteorizada que ha dado paso a una mezcla de abundante cantidad de fragmentos de roca de perfil angular mal gradados combinado con arena de grano fino a grueso y aglutinantes arcillosos medianamente plásticos, que en conjunto lo forma depósitos granulares de grava angulosa, suelos del tipo GC, en el sistema de Clasificación SUCS. Porcentualmente contiene aproximadamente el 41% de grava angulosa y diámetro máximo de 1 1/2", 33% de fragmentos de menor diámetro que representa el volumen de arena, y finalmente como aglutinante material limo arcilloso medianamente plástico. En forma errática también se encontró fragmentos de hasta 10" de la matriz rocosa.

CLASIFICACION SUCS	Profundidad En emb.	CONT. HUMED	LIMITES DE CONSISTENCIA			UBICACIÓN
			LL	LP	IP	
pt	0.40					
GC	3.00	12.01%	30.00%	21.00%	9.00%	

OBSERVACIONES: Durante el proceso de muestreo, no se encontró el nivel freático.

Segundo Chavez Carranza
 Alejandro Asencio Borión
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 10000

PERFIL ESTRATIGRAFICO (RECORD DE EXCAVACION GEOTECNICA)

CALICATA N° 03

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA

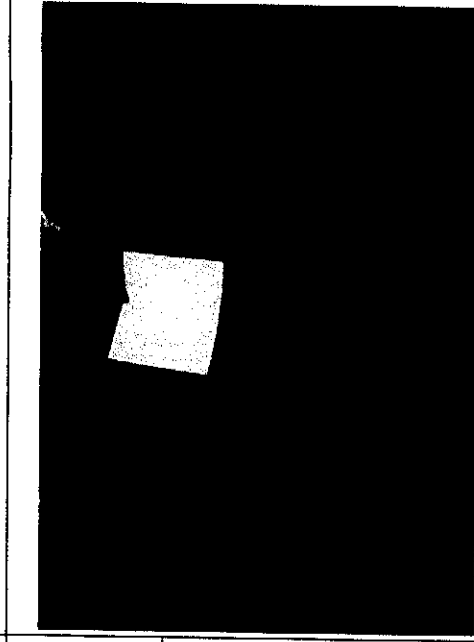
Realizado por: Ing. Alejandro Asencio Boñón

ING. SEGUNDO CHAVEZ CARRANZA

fecha: Cajamarca, Diciembre del 2014.

Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.

CLASIFICACION SUCS	GRAFICO	Profundidad En. ms.	CONT. HUMED	LIMITES DE CONSISTENCIA			DESCRIPCION DEL MATERIAL	FOTOGRAFIA
				U.L.	LP	IP		



pt		0.40				Suelos orgánicos, no apto para la construcción, no se recogieron muestras, se identificó solamente por medio de pruebas sencillas de campo	
SC		3.00	6.97%	31.00%	21.00%	Depósito conformado por abundante cantidad de fragmentos de roca de perfil angular y diámetro promedio de 15", lo que complicó el proceso de excavación de calicatas, la fase discontinua del material hallado, lo compone restos de roca meteorizada que por su granulometría se clasifica como arena de grano fino a grueso del tipo SC en el Sistema SUCS, está combinado con aglutinantes limo arcillosos medianamente plásticos	

OBSERVACIONES: Durante el proceso de muestreo, no se encontró el nivel freático.

Alejandro Asencio Boñón
 Alejandro Asencio Boñón
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 10000

PERFIL ESTRATIGRAFICO (RECORD DE EXCAVACION GEOTECNICA)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA
Realizado por: Ing. Alejandro Ascencio Borjón
fecha: Cojamarca, Diciembre del 2014.

ING. SEGUNDO CHAVEZ CARRANZA


Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.

FOTOGRAFIA



CLASIFICACION SUCS	GRAFICO	Profundidad En mts.	CONT. HUMED			LIMITES DE CONSISTENCIA			DESCRIPCION DEL MATERIAL
			LL	LP	IP	LL	LP	IP	
pt		0.50						Suelos orgánicos, no apto para la construcción, no se recogieron muestras. se identificó solamente por medio de pruebas sencillas de campo	
CL		3.00	30.00%	18.00%	12.00%	20.17%		Depósito color amarillos de arcillas limosas inorgánicas medianamente plásticas, incrustado aparece pequeños porcentajes de grava de perfil angular y diámetro máximo de 1/2", así como arena de grano fino a grueso, el conjunto tiene una clasificación del tipo CL, en el Sistema SUCS, comportamiento estable y resistente en estado seco, inestable al entrar en contacto con la humedad. Presencia de fragmentos angulares de roca de diámetro promedio igual a 10".	

OBSERVACIONES: Durante el proceso de muestreo, no se encontró el nivel freático.


 Alejandro Ascencio Borjón
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 10000

ANEXO II

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO DE FUNDACION.


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053

PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA		
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza		
UBICACION	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.		
MUESTRA	Calicata 5, Estrato 1		
FECHA:	Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014		

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO - CASO FALLA POR CORTE LOCAL - ZAPATA DE SECCION RECTANGULAR A CUADRADA

PARAMETROS CONOCIDOS

CLASIFICACION SUCS	:	CL
[Ø] ANGULO FRICCION INTERNA.	:	26.00 (Ingresar en grados y decimales de grado)
[c] COHESION.	:	0.12 (Ingresar en Kg/cm ²)
[γ] PESO UNITARIO	:	1.514 (Ingresar en gr/cm ³)
[D] PROF. CIMENTACION (cm)	:	150.00 (Ingresar en centímetros)
[B] ANCHO ZAPATA (cm)	:	100.00 (Ingresar en centímetros)

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N _c	:	15.53 **
N _q	:	6.05 **
N _γ	:	2.59 **

** Valores obtenidos de la tabla 3.2 - Factores de Capacidad de Carga de Terzaghi
Pg. 160 - Cap. Tres - Principios de Ingenieria de Cimentaciones Braja M. Das - 4ta Edición.

CAPACIDAD PORTANTE

$$q_c = c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

q_c : 3.15 kg/cm²

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO (q_u)

q_c / 3 (Rango de seguridad). 1.05 Kg/cm²

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA POR ASENTAMIENTO)

Se propone limitar el asentamiento de la cimentación a 1.50" (3.81 cm.), utilizando la ecuación planteada por Terzaghi y Peck que se presenta a continuación:

$$q_u = \frac{S_i \cdot E_s}{B(1 - \mu^2) I_f}$$

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
Alfredo Sifuentes Ortiz
Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz
GERENTE
CIP 74682

Alejandro Asencio Bonón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053

PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA		
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza		
UBICACION	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.		
MUESTRA	Calicata 5, Estrato 1		
FECHA:	Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014		

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO - CASO FALLA POR ASENTAMIENTO - METODO TERZAGHI - PECK

Relación de Poisson	μ	=	0.18
Módulo de Elasticidad	E_s	=	1270 Ton/m ²
Asentamiento permisible	$S_{i(max)}$	=	3.81 cm
Ancho de la cimentación	B	=	1.00 m
Factor de Forma	I_f	=	120 cm/m

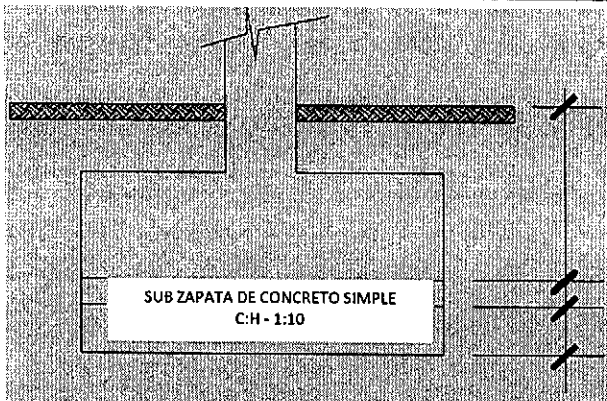
CAPACIDAD PORTANTE (FALLA POR ASENTAMIENTO)

$$q_u = \frac{S_i * E_s}{B(1 - \mu^2) I_f} \quad q_u = 4.17 \text{ Kg/cm}^2$$

Finalmente, considerando el valor más desfavorable entre falla por corte local y falla por asentamientos, obtenemos:

q_u (diseño) = 1.05 Kg/cm²

VERIFICACION DE LA CIMENTACION



$D_f = 1.50 \text{ m.}$

$H = 0.40 \text{ m.}$

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.

Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz

GERENTE
C.I.P. 74682

$\gamma = 1.51 \text{ gr/cm}^3$

$\Phi = 26^\circ$

$c = 0.12 \text{ Kg/cm}^2$

ASENTAMIENTOS EN ZAPATAS		ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES (δ) Y DISTORSION ANGULAR (α)			COEFICIENTE DE BALASTO K (Tn/m ³)
ZONA	S_i (cm)		δ^*		
Zapata Central	1.22	Zapata Centro - Esquina	α	0.61	Método de Versic $K = E_s / [B(1 - \mu^2)]$
Zapata Esquina	0.62	Zapata Esquina - Medio	δ^*	0.42	K = 1312.53 Tn/m ³
Zapata medianera	1.04		α	1/700 -- (O.K.)	

ANEXO III

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS.


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053

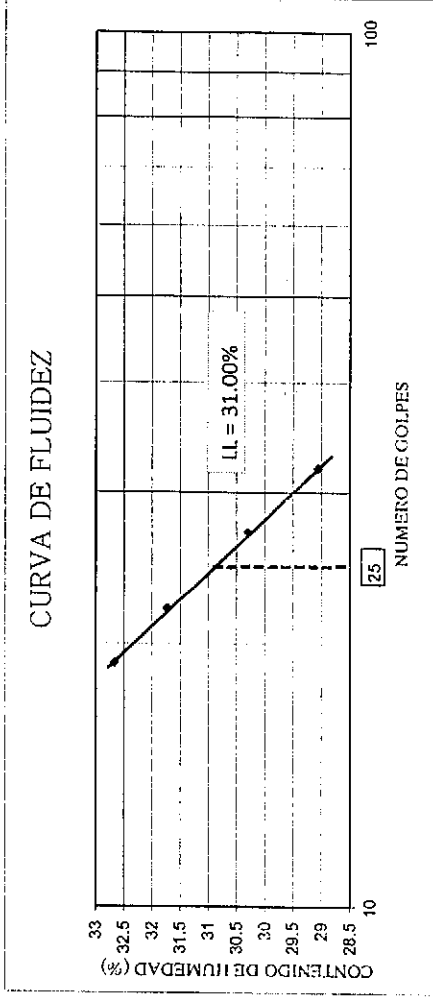
PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	
MUESTRA	Calicata 1, Estrab 2	Cajamarca, 07 de Diciembre del 2014
UBICACIÓN	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.	

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD ASTM D 2216

MUESTRA	Calicata 1	Calicata 1	Calicata 1
ESTRATO	2	2	2
TARA No	A	B	C
Peso suelo hum+tara	92.68	91.16	103.71
Peso suelo seco + tara	80.86	79.79	89.79
Peso del agua	11.82	11.37	13.92
Peso tara	10.29	10.77	10.81
Peso del suelo	70.57	69.02	78.98
Contenido de humedad (%)	16.75	16.47	17.62
PROMEDIO (%)	16.95		

LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D4318

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Peso suelo hum+tara	48.37	40.29	42.74	45.57	34.88	33.53
Peso suelo seco + tara	43.79	37.33	39.32	41.15	32.61	31.46
Peso del Agua	4.58	2.96	3.42	4.42	2.27	2.07
Peso Tara	28.03	27.56	28.54	27.62	19.32	19.12
Peso del suelo	15.76	9.77	10.78	13.53	13.29	12.34
Contenido de humedad (%)	29.06	30.30	31.73	32.67	17.08	16.77
Numero de golpes	32	27	22	19	PROMEDIO (%)	16.93



LÍMITE LIQUIDO =	31.00%
LÍMITE PLÁSTICO =	17.00%
INDICE PLÁSTICO =	14.00%
W(%) PROM.	16.95%
INDICE LIQUEZ	0.00

ESPECIFICACIONES:
Secado de la muestra antes del ensayo: A temperatura ambiente.
Secado de la muestra para obtener humedad: Al horno a 110°C ±5°C
Tipo de Muestra para Ensayo: Alterada.
Agua Empleada: Agua Potable.
Rango de Medición: Balanza electrónica de 500gr. y 0.01gr.
Muestra: Calicata 1, Estrato 2

Realizado por la parte solicitante

SUCS	TIPO DE MUESTRA ALCANZADA
CL	Alterada del tipo: Mod.

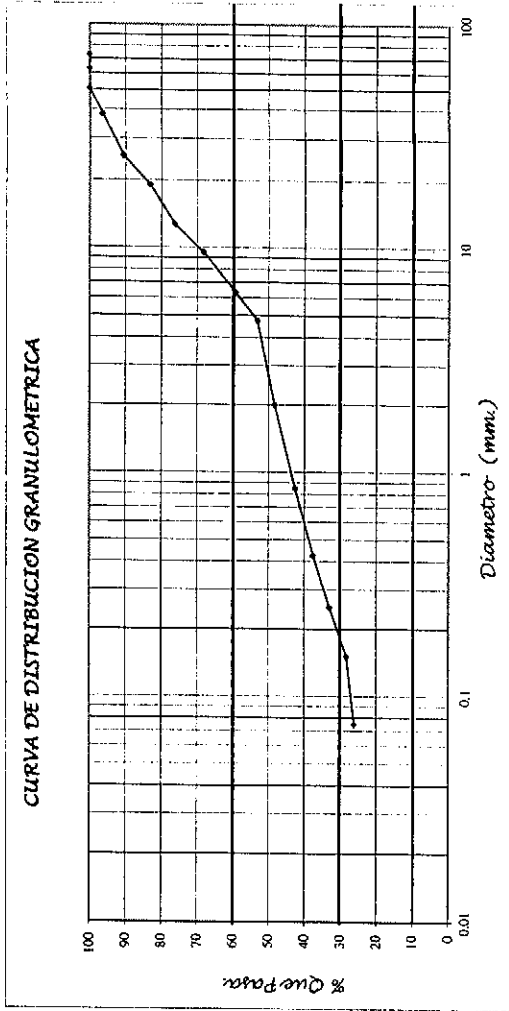
NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.

Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz
GERENTE
C.I.P. 74682

OBRA	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	
MUESTRA	Calicata 2, Estrato 2	Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014
ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO ASTM - D422		

PESO SECO INICIAL :	1480.00 gr.
PESO SECO FINAL :	1094.01 gr.
PESO MENOR No 200 :	385.99 gr.

TAMIZ N°	PESO RETENIDO		PORCENTAJE ACUMULADO	
	Abert (mm)	PARCIAL	% Parcial	% Reten. Acumulado
3	73.15	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	52.69	3.56	3.56
1"	25.40	86.27	5.83	9.39
3/4"	19.00	110.03	7.43	16.82
1/2"	12.70	102.23	6.91	23.73
3/8"	9.50	119.51	8.08	31.81
1/4"	6.30	132.46	8.95	40.76
N° 4	4.75	89.74	6.06	46.82
N° 10	2.00	71.56	4.84	51.65
N° 20	0.85	83.99	5.68	57.33
N° 40	0.43	75.83	5.12	62.45
N° 60	0.25	67.47	4.56	67.01
N° 100	0.15	69.42	4.69	71.70
N° 200	0.08	32.81	2.22	73.92
Cazoleta	0.00	0.00	0.00	73.92
TOTAL		1094.01		



RESUMEN

MACETA	% QUE PASA	SUCS	GC
N° 4	53.18		
N° 10	48.35	% GRAVA	40.76
N° 40	37.55	% ARENA	33.16
N° 200	26.08	% FINOS	26.08

CONDICION DE MUESTREO: Realizado por la parte solicitante
TIPO DE MUESTRA: Alterada tipo M35.

TIPO MUESTRA	ALTERADA
Cu =	-----
Cc =	-----

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
C.I.P. N° 74682
Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz
GERENTE

ALDO VILLALBA
INGENIERO CIVIL
REGISTRO INDECOP N° 00048905

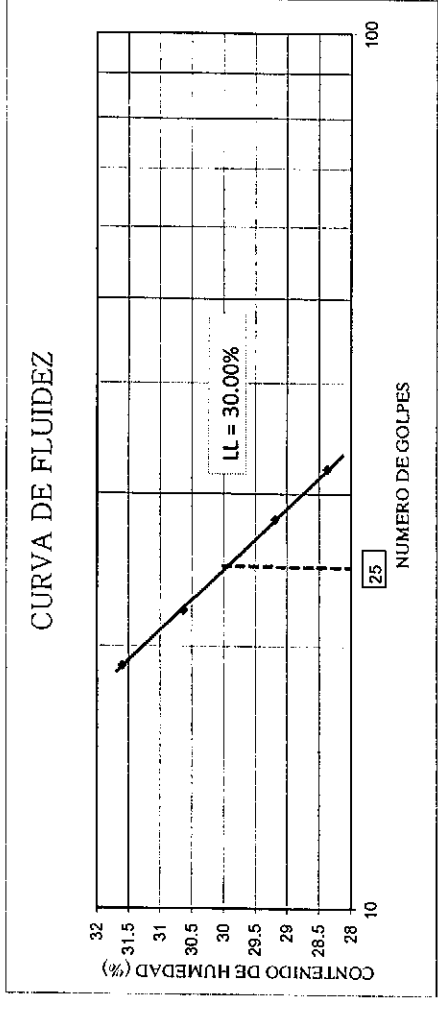
PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	
MUESTRA	Calicata 2, Estrato 2	Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014
UBICACIÓN	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.	

LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D4318

ENSAYON N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Peso suelo hum-tara	42.68	44.59	45.89	43.75	33.90	34.99
Peso suelo seco + tara	39.06	40.64	41.48	39.73	31.43	33.60
Peso del Agua	3.62	3.95	4.41	4.02	2.47	1.39
Peso Tara	26.30	27.11	27.08	27.01	19.68	27.09
Peso del suelo	12.76	13.53	14.40	12.72	11.75	6.51
Contenido de humedad (%)	28.37	29.19	30.63	31.60	21.02	21.35
Número de golpes	32	28	22	19	PROMEDIO (%)	21.19

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD ASTM D 2216

MUESTRA	Calicata 2		Calicata 2	
	2	A	2	B
ESTRATO	A		B	
TARA No	114.01		87.90	
Peso suelo hum-tara	102.63		79.87	
Peso suelo seco + tara	11.38		8.03	
Peso del agua	10.95		11.81	
Peso tara	91.68		68.06	
Peso del suelo	12.41		11.80	
Contenido de humedad (%)			12.01	
PROMEDIO (%)			12.01	



LIMITE LIQUIDO =	30.00%	W(%) PROM.	12.01%
LIMITE PLÁSTICO =	21.00%	INDICE LIQUEDEZ	-1.00
INICE PLÁSTICO =	9.00%		

ESPECIFICACIONES:
 Secado de la muestra antes del ensayo: A temperatura ambiente.
 Secado de la muestra para obtener humedades: Al horno a 110°C +5°C
 Tipo de Muestra para Ensayo: Alterada.
 Agua Empleada: Agua Potable.
 Rago de Medición: Balanza electrónica de 500gr. y 0.01gr.
 Muestra: Calicata 2, Estrato 2
CONDICION DE MUESTRO:
 Realizado por la parte solicitante

TIPO DE MUESTRA ALCANZADA: **NEO TERRA INGENIEROS EIRU**
 Alterada del tipo Mab.
 Ing. *[Signature]*
GERENTE
 C.I.P. 74682
 Cajamarca



NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
INGENIERO CIVIL - CONSULTOR DE OBRAS
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, ANALISIS DE CANTERAS Y DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
C.I.P. N° 74682

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
Registro INDECOPI N° 00048905

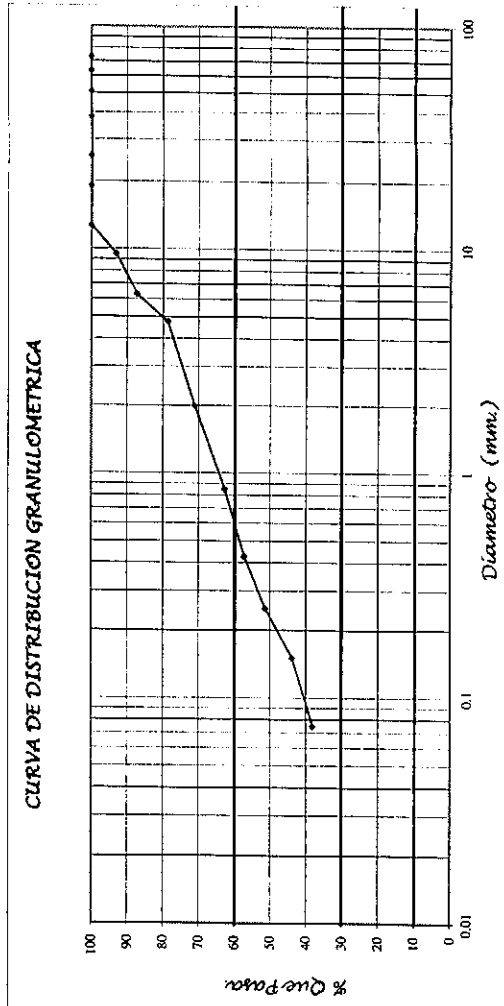
OBRA		MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	UBICACION	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.
MUESTRA	Calicata 3, Estrato 2	Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO ASTM - D422

PESO SECO INICIAL :	1100.00 gr.
PESO SECO FINAL :	680.89 gr.
PESO MENOR N° 200 :	419.11 gr.

TAMIZ N°	Abert (mm)	PESO RETENIDO		PORCENTAJE ACUMULADO	
		PARCIAL	% Parcial	% Reten. Acumulado	% Que Pasa
3	73.15	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	76.01	6.91	6.91	93.09
1/4"	6.30	63.86	5.81	12.72	87.28
N° 4	4.75	95.24	8.66	21.37	78.63
N° 10	2.00	82.71	7.52	28.89	71.11
N° 20	0.85	92.66	8.42	37.32	62.68
N° 40	0.43	60.38	5.49	42.81	57.19
N° 60	0.25	64.35	5.85	48.66	51.34
N° 100	0.15	82.76	7.52	56.18	43.82
N° 200	0.08	62.93	5.72	61.90	38.10
Cazoleta	0.00	0.00	0.00	61.90	38.10
TOTAL		680.89			

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



RESUMEN

MALLA	%QUE PASA	SUCS	SC
N° 4	78.63		
N° 10	71.11	% GRAVA	12.72
N° 40	57.19	% ARENA	49.18
N° 200	38.10	% FINOS	38.10

TIPO MUESTRA	ALTERADA
Cu =	
Cc =	

CONDICION DE MUESTREO: Realizado por el laboratorio.
TIPO DE MUESTRA: Alterada tipo Mlab.

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.

[Signature]
ALEXANDRO ASENCIO VILLANUEVA
Cel. 976664817

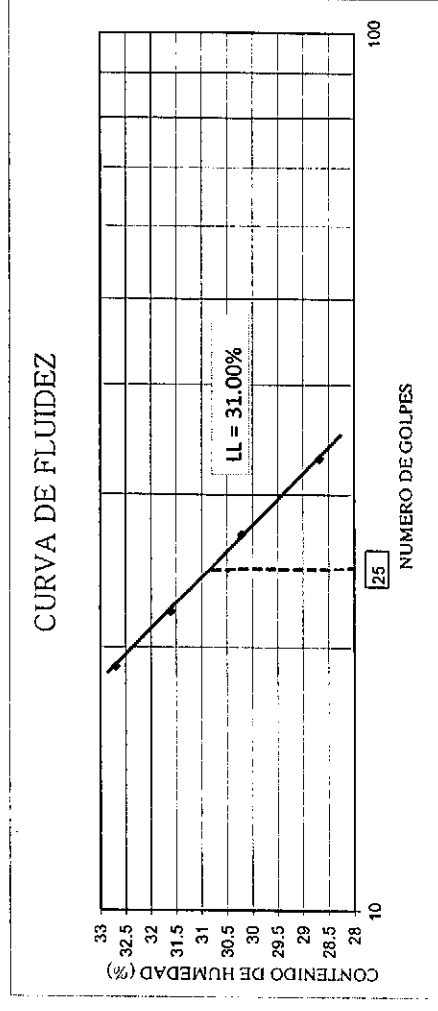
[Signature]
Ing. Alfredo Fuentes Ortiz
DEFINITE
C.I.P. 74682

PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	
MUESTRA	Calicata 3, Estrato 2	Cajamarca, 07 de Diciembre del 2014
UBICACIÓN	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.	

LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D4318

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Peso suelo hum+tara	48.20	41.18	47.99	40.48	34.50	33.22
Peso suelo seco + tara	43.27	38.21	42.80	37.21	32.49	31.10
Peso del Agua	4.93	2.97	5.19	3.27	2.01	2.12
Peso Tara	26.08	28.38	26.38	27.21	22.71	20.87
Peso del suelo	17.19	9.83	16.42	10.00	9.78	10.23
Contenido de humedad (%)	28.68	30.21	31.61	32.70	20.55	20.72
Numero de golpes	33	27	22	19	PROMEDIO (%)	20.64

MUESTRA	Calicata 1			Calicata 1
ESTRATO	3	3	3	3
TARA No	A	B	C	C
Peso suelo hum+tara	108.92	106.85	90.41	
Peso suelo seco + tara	102.47	100.78	85.18	
Peso del agua	6.45	6.08	5.23	
Peso tara	10.26	11.97	11.24	
Peso del suelo	92.21	88.81	73.94	
Contenido de humedad (%)	7.00	6.84	7.07	
PROMEDIO (%)				6.97



LIMITE LIQUIDO =	31.00%
LIMITE PLASTICO =	21.00%
INDICE PLASTICO =	10.00%
W(%) PROM.	6.97%
INDICE LIQUIDEZ	-1.40

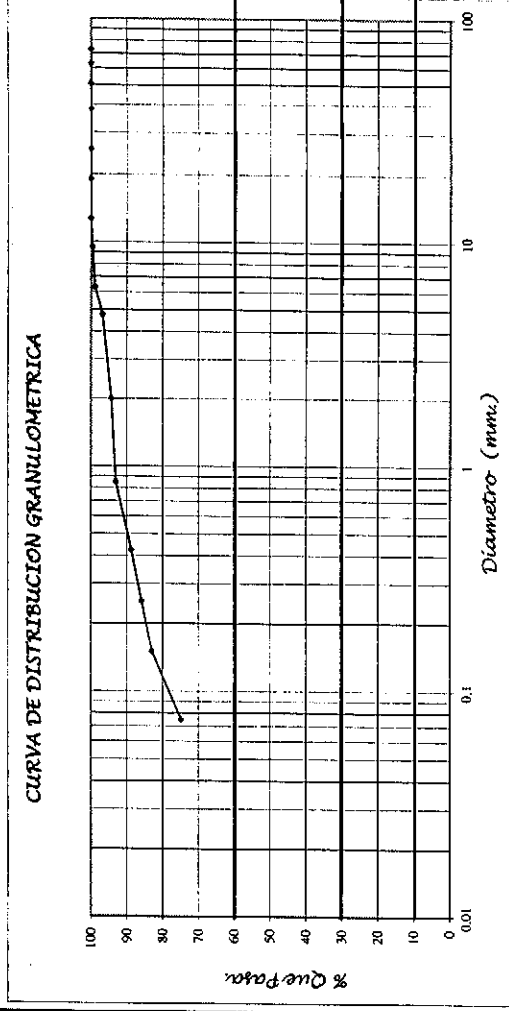
ESPECIFICACIONES:
 Secado de la muestra antes del ensayo: A temperatura ambiente.
 Secado de la muestra para obtener humedades: Al horno a 110°C +/- 5°C
 Tipo de Muestra para Ensayo: Alterada.
 Agua Empleada: Agua Potable.
 Rango de Medición: Balanza electrónica de 500gr. y 0.01gr.
 Muestra: Calicata 3, Estrato 2
CONDICION DE MUESTRO:
 Realizado por el laboratorio.

TIPO DE MUESTRA ALCANZADA
 Alterada del tipo Mbb **NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.**
 Gerente: *Alfredo Sifuentes Ortiz*
 C.I.P. 74682

OBRA	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	
MUESTRA	Calicata 5, Estrato 1	Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014
ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO ASTM - D422		

PESO SECO INICIAL :	900.00 gr.
PESO SECO FINAL :	226.17 gr.
PESO MENOR N° 200 :	673.83 gr.

TAMIZ N°	Abert (mm)	PESO RETENIDO		PORCENTAJE ACUMULADO	
		PARCIAL	% Parcial	% Reten. Acumulado	% Que Pasa
3	73.15	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	3.28	0.36	0.36	99.64
1/4"	6.30	6.77	0.75	1.12	98.88
N° 4	4.75	19.26	2.14	3.26	96.74
N° 10	2.00	21.87	2.43	5.69	94.31
N° 20	0.85	11.33	1.26	6.95	93.05
N° 40	0.43	38.97	4.33	11.28	88.72
N° 60	0.25	25.44	2.83	14.10	85.90
N° 100	0.15	26.04	2.89	17.00	83.00
N° 200	0.08	73.21	8.13	25.13	74.87
Cazoleta	0.00	0.00	0.00	25.13	74.87
TOTAL		226.17			



RESUMEN

MALLA	%QUE PASA	SUCS	CL
N° 4	96.74		
N° 10	94.31	% GRAVA	1.12
N° 40	88.72	% ARENA	24.01
N° 200	74.87	% FINOS	74.87

-) CONDICION DE MUESTREO: Realizado por la parte solicitante
 -) TIPO DE MUESTRA : Alterada tipo Mab.

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
 Alfredo Siufentes Ortiz
 C.I.P. N° 74682
 SER ENTE

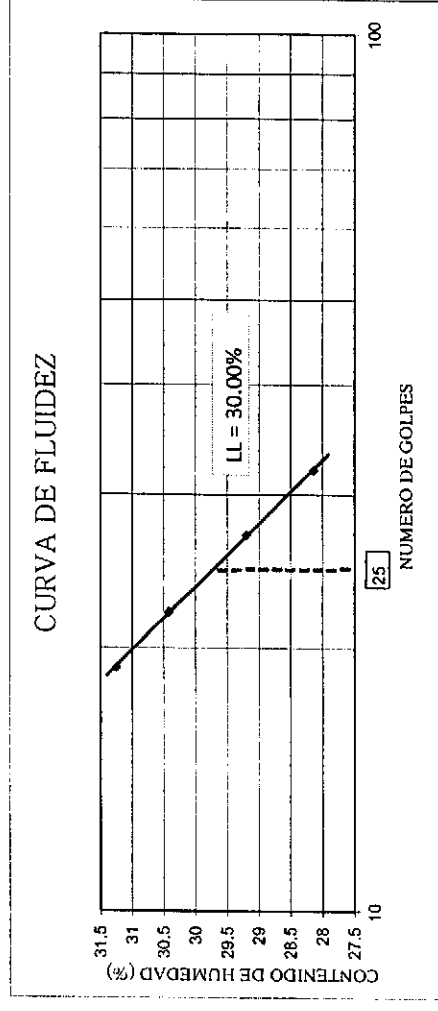
PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	
MUESTRA	Calicata 5, Estrato 1	Cajamarca, 07 de Diciembre del 2014
UBICACIÓN	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.	

LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D4318

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Peso suelo hum+ tara	46.87	49.95	51.94	50.53	34.94	34.34
Peso suelo seco + tara	42.48	44.96	46.20	44.84	32.90	32.39
Peso del Agua	4.39	4.99	5.74	5.69	2.04	1.95
Peso Tara	26.88	27.87	27.33	26.63	21.68	21.71
Peso del suelo	15.60	17.09	18.87	18.21	11.22	10.68
Contenido de humedad (%)	28.14	29.20	30.42	31.25	18.18	18.26
Numero de golpes	32	27	22	19	PROMEDIO (%)	18.22

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD ASTM D 2216

MUESTRA	Calicata 1			Calicata 1
	2	2	2	
ESTRATO	A			B
TARA No	114.67	103.68	98.04	98.04
Peso suelo hum+ tara	97.42	87.87	83.45	83.45
Peso del agua	17.25	15.81	14.59	14.59
Peso tara	10.49	11.13	10.78	10.78
Peso del suelo	86.93	76.74	72.67	72.67
Contenido de humedad (%)	19.84	20.60	20.08	20.17
PROMEDIO (%)				20.17



Alejandro Asinco Babilón
 RUT: 1053

LÍMITE LIQUIDO =	30.00%
LÍMITE PLÁSTICO =	18.00%
INDICE PLÁSTICO =	12.00%
W(%) PROM.	20.17%
INDICE LIQUIDEZ	0.18

ESPECIFICACIONES:
 Secado de la muestra antes del ensayo: A temperatura ambiente.
 Secado de la muestra para obtener humedades: Al horno a 110°C +5°C
 Tipo de Muestra para Ensayo: Alterada.
 Agua Empleada: Agua Potable.
 Rango de Medición: Balanza electrónica de 500gr. y 0.01gr.
 Muestra: Calicata 5, Estrato 1
CONDICION DE MUESTRO:
 Realizado por la parte solicitante
 SUCS: TIPO DE MUESTRA ALCANZABA
 CL: Alterada del tipo Mab.

Alejandro Sifuentes Ortiz
 RUT: 1053
 GERENTE

PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	UBICACIÓN
MUESTRA	Calicata 1, Estrato 2	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.
	Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014	

PESO ESPECÍFICO ASTM D 854

PESO ESPECÍFICO MATERIAL < N° 4 - ASTM D854

Muestra	Calicata 1, Estrato 2
Peso muestra seca (gr.)	100.00
Peso fiola (gr.)	163.70
Peso fiola + agua (gr.)	659.84
Peso fiola + agua + suelo (gr.)	723.86
Peso Especifico (gr/cm3)	2.78
Peso Especifico prom. (gr/cm3)	2.78
% Ret. N° 4	

PESO VOLUMETRICO HUMEDO - DE SUELOS COHESIVOS N.T.P. 339.139

Muestra	Calicata 1, Estrato 2
ENSAYO N°	1
Peso muestra en el aire (gr.)	55.25
Peso muestra sumergida (gr.)	18.12
Peso volumétrico (gr/cm3)	1.488
Peso volumétrico promedio (gr/cm3)	1.49

Peso Volumétrico natural gr/cm3	1.49
---------------------------------	------

PESO VOLUMETRICO SECO - DE SUELOS COHESIVOS N.T.P. 339.139

Muestra	Calicata 1, Estrato 2
ENSAYO N°	1
Peso muestra en el aire (gr.)	48.64
Peso muestra sumergida (gr.)	14.77
Peso volumétrico (gr/cm3)	1.436
Peso volumétrico promedio (gr/cm3)	

144
NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
Ing. Segundo Chavez Carranza
Ing. Alfonso Sfrabites Ortiz
GERENTE
C.I.P. 74682

CEL: 976661817

ESPECIFICACIONES:

Tipo de Muestra: Inalterada, tallada en laboratorio en prismas de 8 cm. x 8 cm.	
Peso volumétrico húmedo para el contenido de humedad natural de la muestra	
Peso volumétrico seco, para la muestra secada en el horno	
Temperatura de secado de la muestra = 110°C	
Peso específico, con muestra alterada seca y tamizada	
CONDICION DE MUESTRO: Realizado por el solicitante.	
SUCS	TIPO DE MUESTRA ALCANZADA
CL	Alterada del tipo Mab.

OBRA	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014
MUESTRA	Calicata 2, Estrato 2	UBICACIÓN Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.

PESO ESPECÍFICO MATERIAL < N° 4 - ASTM D854

Muestra	Calicata 2, Est. 2	
Peso muestra seca (gr.)	100.00	100.00
Peso fiola (gr.)	163.70	163.70
Peso fiola + agua (gr.)	659.84	659.84
Peso fiola + agua + suelo (gr.)	721.08	721.23
Peso Especifico (gr/cm3)	2.58	2.59
Peso Especifico prom. (gr/cm3)	2.59	

PESO VOLUMETRICO MINIMO (SUELOS GRANULARES) ASTM D4254

Muestra	Calicata 2, Est. 2	
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2105	2105
PESO DEL MOLDE (gr)	6366	6366
PESO MOLDE + MUESTRA (gr)	9633	9646
PESO MUESTRA (gr)	3267	3280
PESO VOLUM. MINIMO (gr/cc)	1.552	1.558
PROMEDIO (gr/cc)	1.553	
% Ret. N° 4	46.92	

PESO VOLUMETRICO MAXIMO (SUELOS GRANULARES) ASTM D4253

ENSAYO N°	1	2	3
MUESTRA	Calicata 2, Est. 2		
MOLDE N°	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2105	2105	2105
PESO DEL MOLDE (gr)	6366	6366	6366
PESO MOLDE + MUESTRA (gr)	10140	10128	10147
PESO MUESTRA (gr)	3774	3762	3781
DENSIDAD APARENTE (gr/cc)	1.793	1.787	1.796
PROMEDIO (gr/cc)	1.79		
% Pasa N° 4	53.18		

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
C. Alfredo Sifuentes Ortiz
Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz
GERENTE
CIP 74682

Peso Volumétrico Mínimo gr/cm3	1.55
Peso Volumétrico Máximo gr/cm3	1.79

Peso Volumétrico gr/cm3	1.66
-------------------------	------

Lugar de muestreo: In	SUCS
Situ.	GC
CONDICION DE MUESTRO: Realizado por la parte solicitante	

[Signature]

OBRA	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA	
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014
MUESTRA	Calicata 3, Estrato 2	UBICACIÓN Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.

PESO ESPECÍFICO MATERIAL < N° 4 - ASTM D854

Muestra	Calicata 3, Est. 2	
Peso muestra seca (gr.)	100.00	100.00
Peso fiola (gr.)	163.70	163.70
Peso fiola + agua (gr.)	659.84	659.84
Peso fiola + agua + suelo (gr.)	721.39	721.33
Peso Especifico (gr/cm ³)	2.60	2.60
Peso Especifico prom. (gr/cm ³)	2.60	

PESO VOLUMETRICO MINIMO (SUELOS GRANULARES) ASTM D4254

Muestra	Calicata 3, Est. 2	
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2105	2105
PESO DEL MOLDE (gr)	6366	6366
PESO MOLDE + MUESTRA (gr)	9532	9547
PESO MUESTRA (gr)	3166	3181
PESO VOLUM. MINIMO (gr/cc)	1.504	1.511
PROMEDIO (gr/cc)	1.508	
% Ret. N° 4	46.82	

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz
GERENTE
CIP 74682

PESO VOLUMETRICO MAXIMO (SUELOS GRANULARES) ASTM D4253

ENSAYO N°	1	2	3
MUESTRA	Calicata 3, Est. 2		
MOLDE N°	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE (cc)	2105	2105	2105
PESO DEL MOLDE (gr)	6366	6366	6366
PESO MOLDE + MUESTRA (gr)	10102	10117	10098
PESO MUESTRA (gr)	3736	3751	3732
DENSIDAD APARENTE (gr/cc)	1.775	1.782	1.773
PROMEDIO (gr/cc)	1.78		
% Pasa N° 4	53.18		

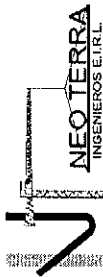
Peso Volumétrico/Mínimo gr/cm ³	1.51
Peso Volumétrico Máximo gr/cm ³	1.78

Peso Volumétrico gr/cm ³	1.62
-------------------------------------	------

Lugar de muestreo: In	SUCS
Situ.	SC

CONDICION DE MUESTRO:
Realizado por la parte solicitante

Registro Asignación
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 10053



NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
ALFREDO SIFUENTES ORTIZ
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, ANALISIS DE CANTERAS Y DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.
 Registro INDECOPRI N°: 00048905

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
INGENIERO CIVIL - CONSULTOR DE OBRAS
C.I.P. N° 74682

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA		
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza	UBICACIÓN	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.
MUESTRA	Calicata 5, Estrato 1		
			Cajamarca, 02 de Diciembre del 2014

PESO ESPECÍFICO ASTM D 854

PESO ESPECÍFICO MATERIAL < N° 4 - ASTM D854		
Muestra	Calicata 5, Estrato 1	
Peso muestra seca (gr.)	100.00	100.00
Peso fiola (gr.)	163.70	163.70
Peso fiola + agua (gr.)	659.84	659.84
Peso fiola + agua + suelo (gr.)	723.06	722.89
Peso Especifico (gr/cm3)	2.72	2.71
% Ret. N° 4		

PESO VOLUMETRICO HUMEDO - DE SUELOS COHESIVOS N.T.P. 339.139		
Muestra	Calicata 5, Estrato 1	
ENSAYO N°	1	2
Peso muestra en el aire (gr.)	57.73	58.09
Peso muestra sumergida (gr.)	19.82	19.46
Peso volumétrico (gr/cm3)	1.523	1.504
Peso volumétrico promedio (gr/cm3)	1.51	
Peso Volumétrico natural gr/cm3	1.51	

PESO VOLUMETRICO SECO - DE SUELOS COHESIVOS N.T.P. 339.139		
Muestra	Calicata 5, Estrato 1	
ENSAYO N°	1	2
Peso muestra en el aire (gr.)	41.66	49.49
Peso muestra sumergida (gr.)	11.52	13.73
Peso volumétrico (gr/cm3)	1.387	1.389
Peso volumétrico promedio (gr/cm3)	1.39	

ESPECIFICACIONES:		
Tipo de Muestra: Inalterada, tallada en laboratorio en prismas de 8 cm. x 8 cm.		
Peso volumétrico húmedo para el contenido de humedad natural de la muestra		
Peso volumétrico seco, para la muestra secada en el horno		
Temperatura de secado de la muestra = 110°C		
Peso específico, con muestra alterada seca y tamizada		
CONDICION DE MUESTRO: Realizado por el solicitante.		
SUCS	TIPO DE MUESTRA ALCANZADA	
CL	Alterada del tipo Mab.	

Alfredo Sifuentes Ortiz
INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 10085

PROYECTO :	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82969 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS - REGION CAJAMARCA
UBICACIÓN:	Distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, Región Cajamarca.
SOLICITA	Ing. Segundo Chavez Carranza
MUESTRA:	Calicata 5, Estrato 1
FECHA:	Cajamarca, Diciembre del 2014

DETERMINACION DE SULFATOS, CLORUROS Y PH (ASTM D516 / ASTM D512 / ASTM D4972)

RESULTADOS

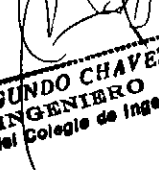
MUESTRA	ESTRATO	PH	Cl- (ppm)	Sales Solubles Totales	SO4-2 (ppm)
Calicata 5	1	10.30	93.04	0.6640	171.25

[Signature]
Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO
REG. CIP 74682

[Signature]
NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
Alfredo Sifuentes Ortiz
GERENTE
CIP 74682

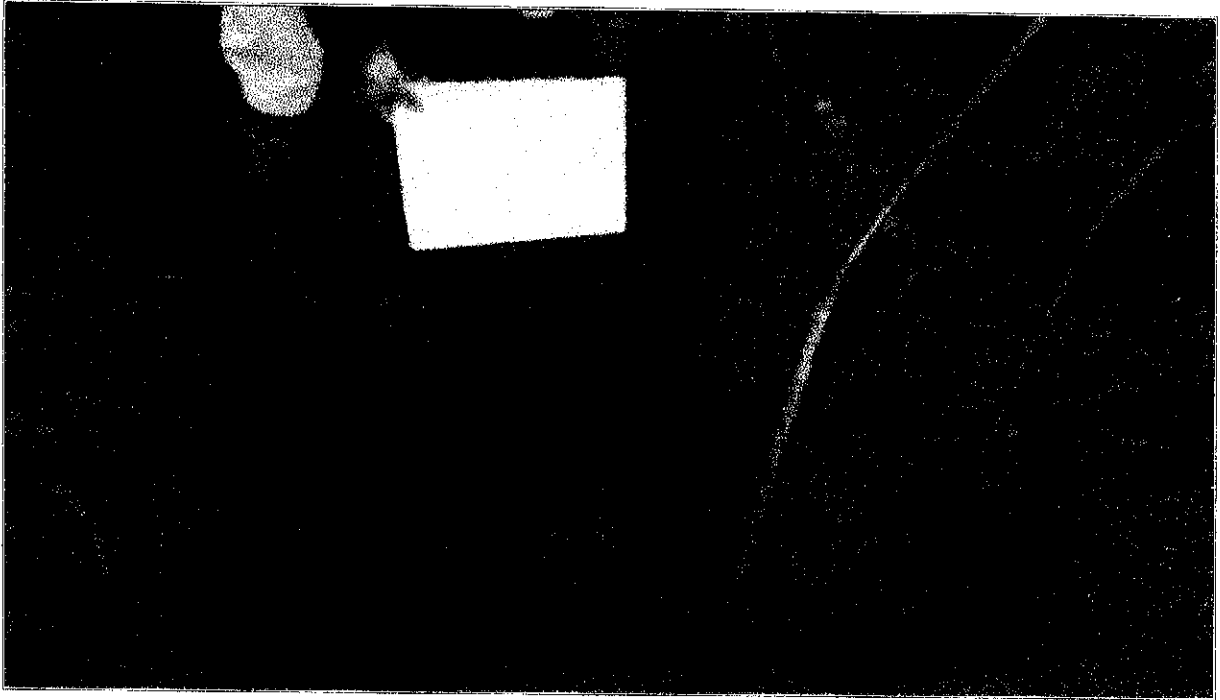
MECANICA DE SUELOS

ILUSTRACION FOTOGRAFICA



Ing. SEGUNDO CHAVEZ CARRANZA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 51131

“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82696 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS – REGIONA CAJAMARCA”

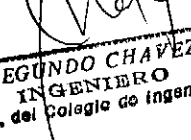


CALICATA N° 01

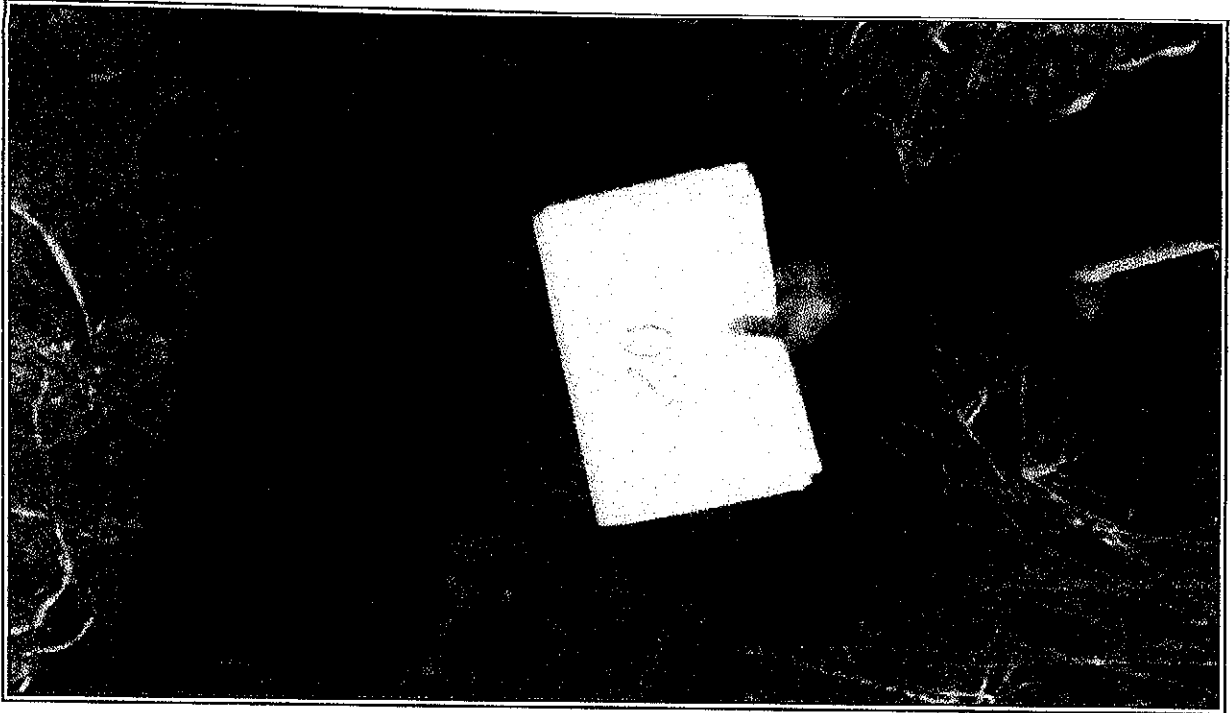


CALICATA N° 01

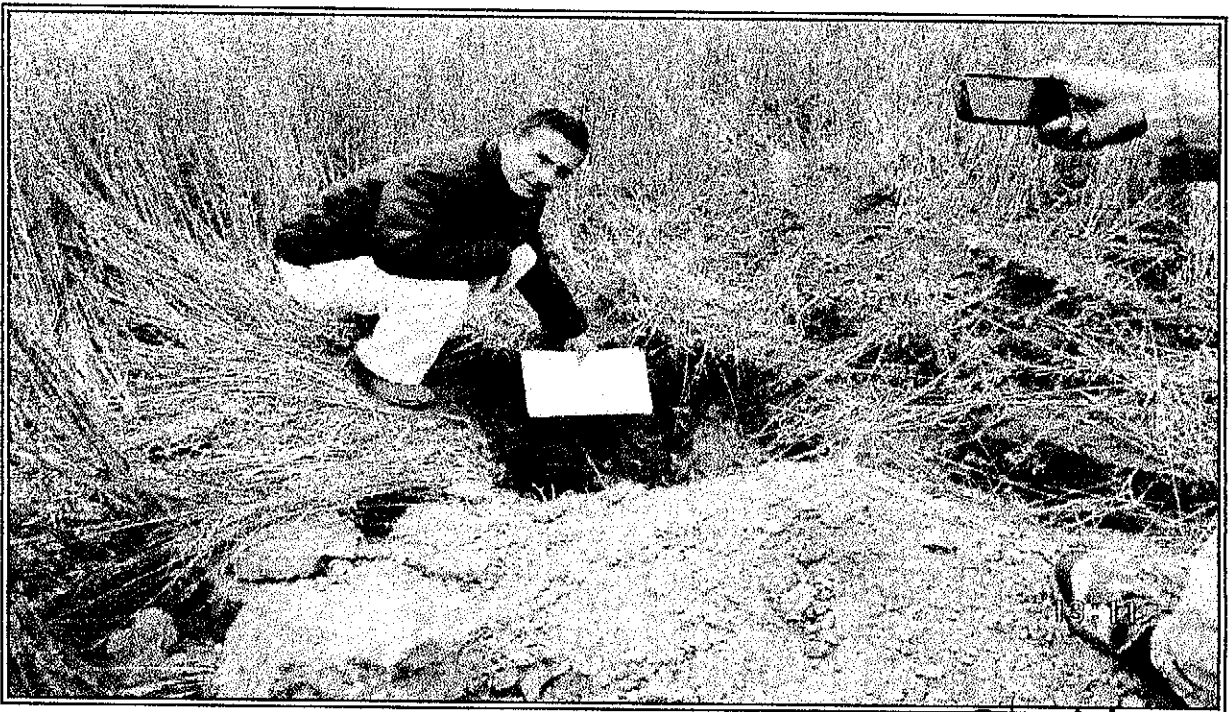

Alejandro Asencia Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053


Ing. SEGUNDO CHAVEZ CARRANZA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 51131

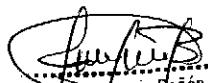
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82696 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS – REGIONA CAJAMARCA"

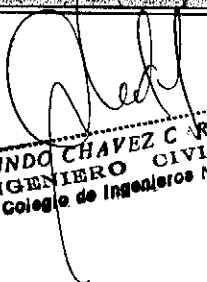


CALICATA N° 02



CALICATA N° 02


Alejandro Alencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CO. 00053


Ing. SEGUNDO CHAVEZ CARRANZA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 61181

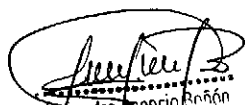
“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82696 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS – REGIONA CAJAMARCA”




CALICATA N° 03



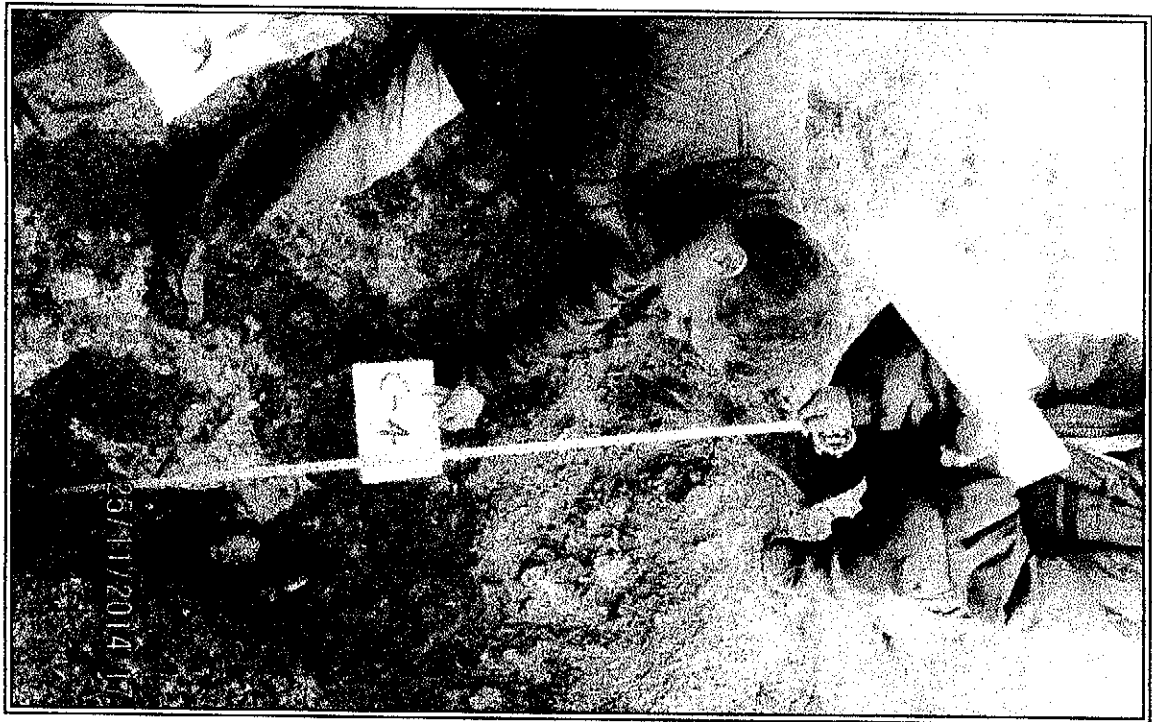
CALICATA N° 03


Alejandro Asencio
INGENIERO CIVIL
REG. C. 12345


ING. SEGUNDO CHAVEZ C RANZA
INGENIERO CIVIL
MIO. REG. Colegio de Ingenieros N° 51751




CALICATA N° 04



CALICATA N° 04 (CON FINES DE VERIFICACION DEL TIPO DE SUELO)


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 100053



Ricardo CHAVEZ CARRANZA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 100053

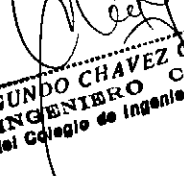


CALICATA N° 05 (ENSAYO DE CORTE DIRECTO)

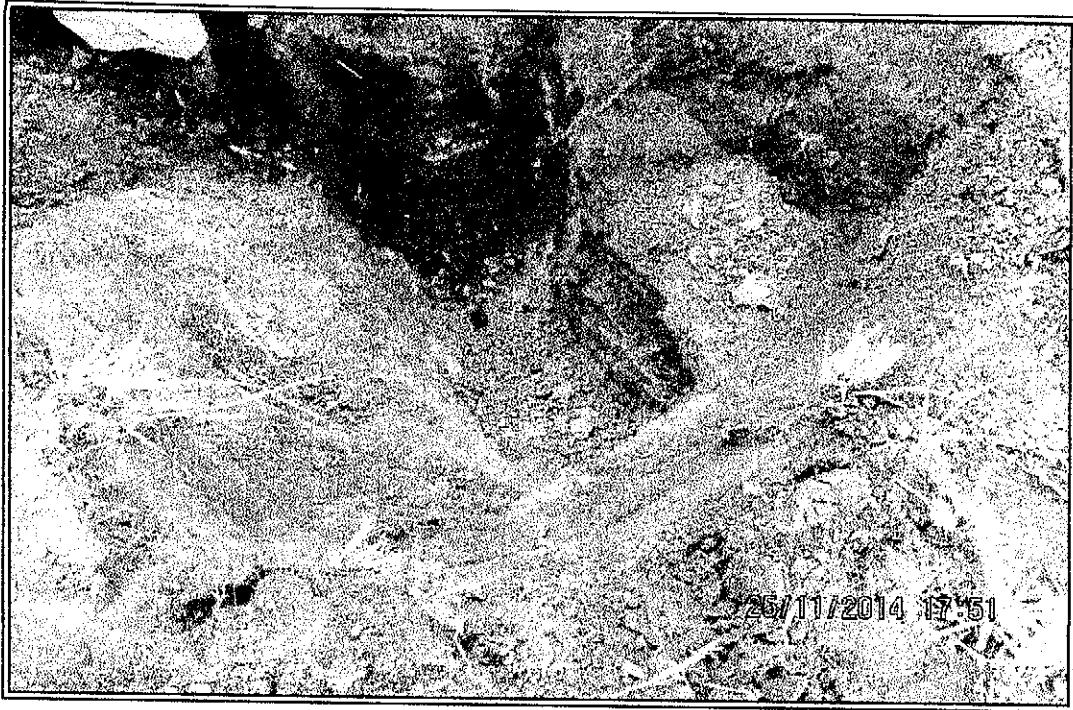


CALICATA N° 05


Alejandro Asencio Bonón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053


Ing. SEGUNDO CHAVEZ GURRANZA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros No 51184


“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82696 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS – REGIONA CAJAMARCA”




CALICATA N° 05



CALICATA N° 05


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 100053


ING. SEGUNDO CHAVEZ CARRANZA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 51137

“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 82696 CARBON ALTO, DISTRITO DE GREGORIO PITA, PROVINCIA DE SAN MARCOS – REGIONA CAJAMARCA”




CALICATA N° 06



CALICATA N° 06


Alejandro Asencio Boñón
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 100053


Ing. SEGUNDO CHAVEZ C. RRANZA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 51131

**ANEXO N° 2: Modelamiento de la Institución educativa en ETABS 2016
versión 16.02.**

Inicio del Software

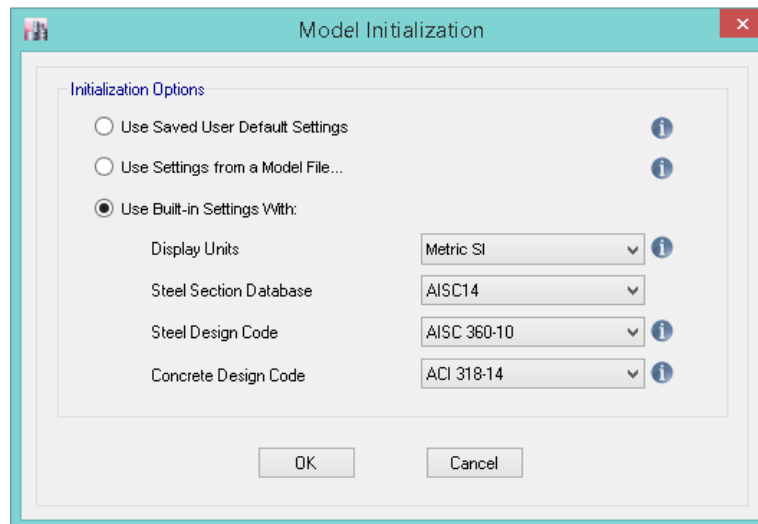
Figura N° 42: Inicio de ETABS.



Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

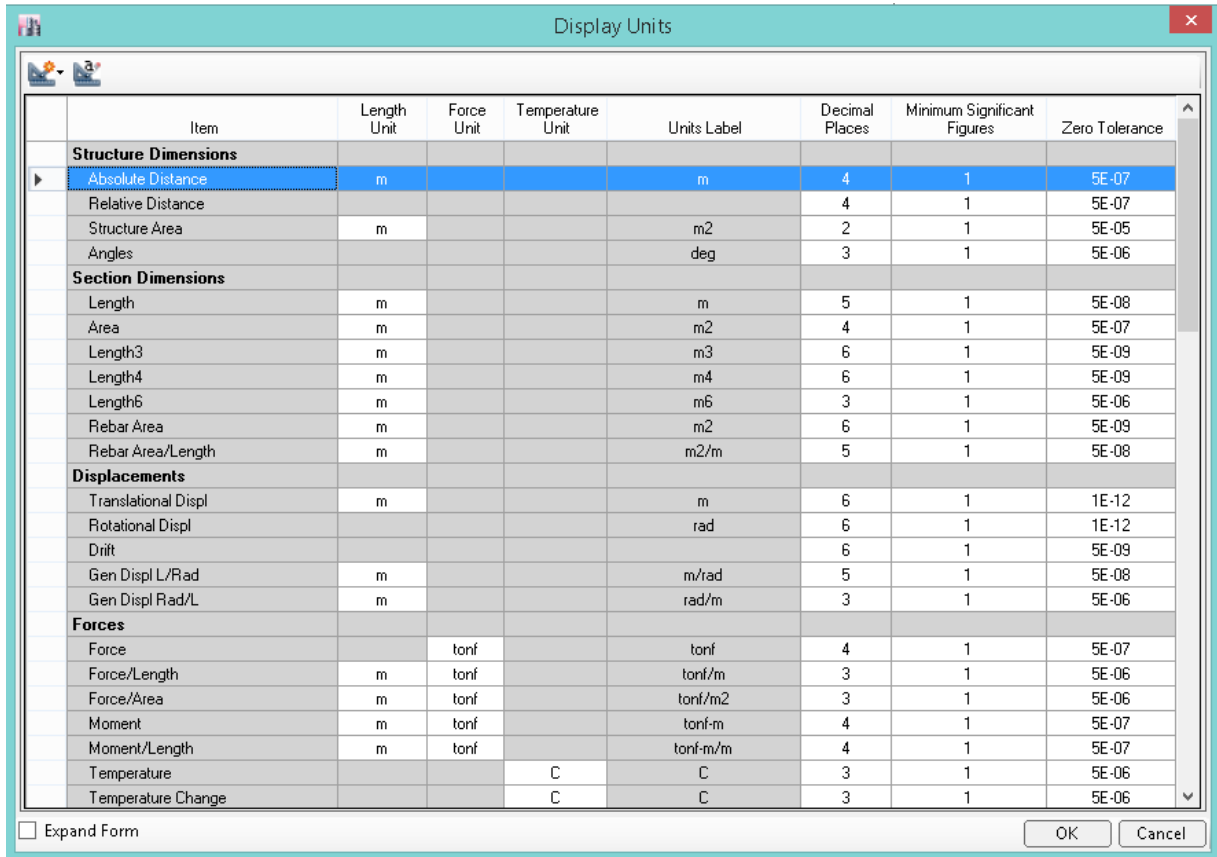
Configuración y dibujo

Figura N° 43: Creación del modelo de la Institución Educativa, modulo 1.



Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

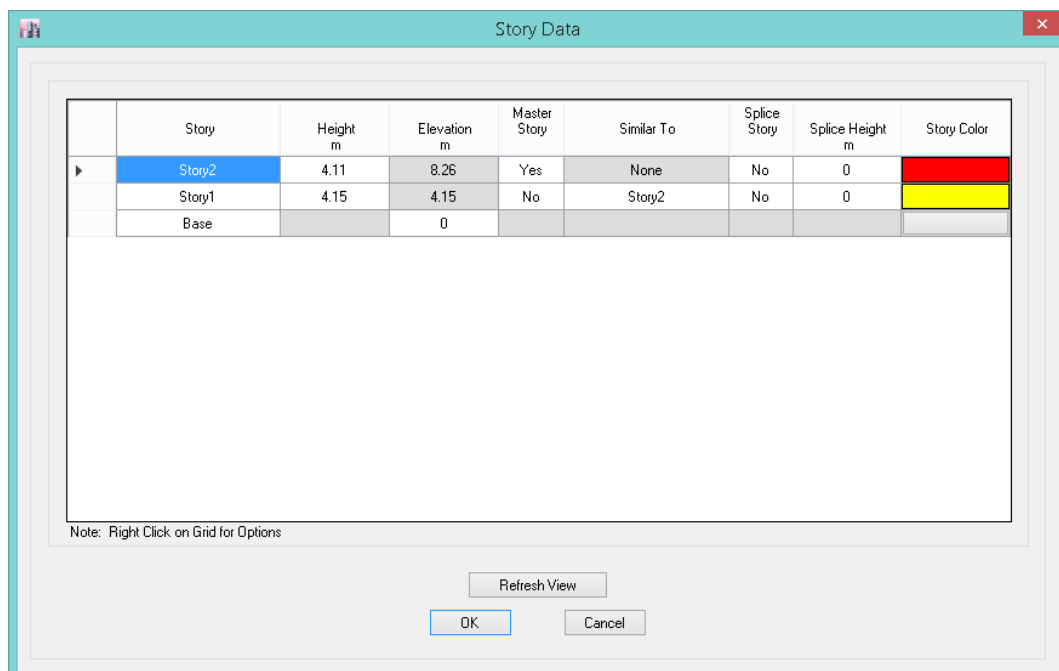
Figura N° 44: Configuración de unidades.



Item	Length Unit	Force Unit	Temperature Unit	Units Label	Decimal Places	Minimum Significant Figures	Zero Tolerance
Structure Dimensions							
Absolute Distance	m			m	4	1	5E-07
Relative Distance					4	1	5E-07
Structure Area	m			m ²	2	1	5E-05
Angles				deg	3	1	5E-06
Section Dimensions							
Length	m			m	5	1	5E-08
Area	m			m ²	4	1	5E-07
Length3	m			m ³	6	1	5E-09
Length4	m			m ⁴	6	1	5E-09
Length6	m			m ⁶	3	1	5E-06
Rebar Area	m			m ²	6	1	5E-09
Rebar Area/Length	m			m ² /m	5	1	5E-08
Displacements							
Translational Displ	m			m	6	1	1E-12
Rotational Displ				rad	6	1	1E-12
Drift					6	1	5E-09
Gen Displ L/Rad	m			m/rad	5	1	5E-08
Gen Displ Rad/L	m			rad/m	3	1	5E-06
Forces							
Force		tonf		tonf	4	1	5E-07
Force/Length	m	tonf		tonf/m	3	1	5E-06
Force/Area	m	tonf		tonf/m ²	3	1	5E-06
Moment	m	tonf		tonf-m	4	1	5E-07
Moment/Length	m	tonf		tonf-m/m	4	1	5E-07
Temperature			C	C	3	1	5E-06
Temperature Change			C	C	3	1	5E-06

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 45: Configuración de alturas.

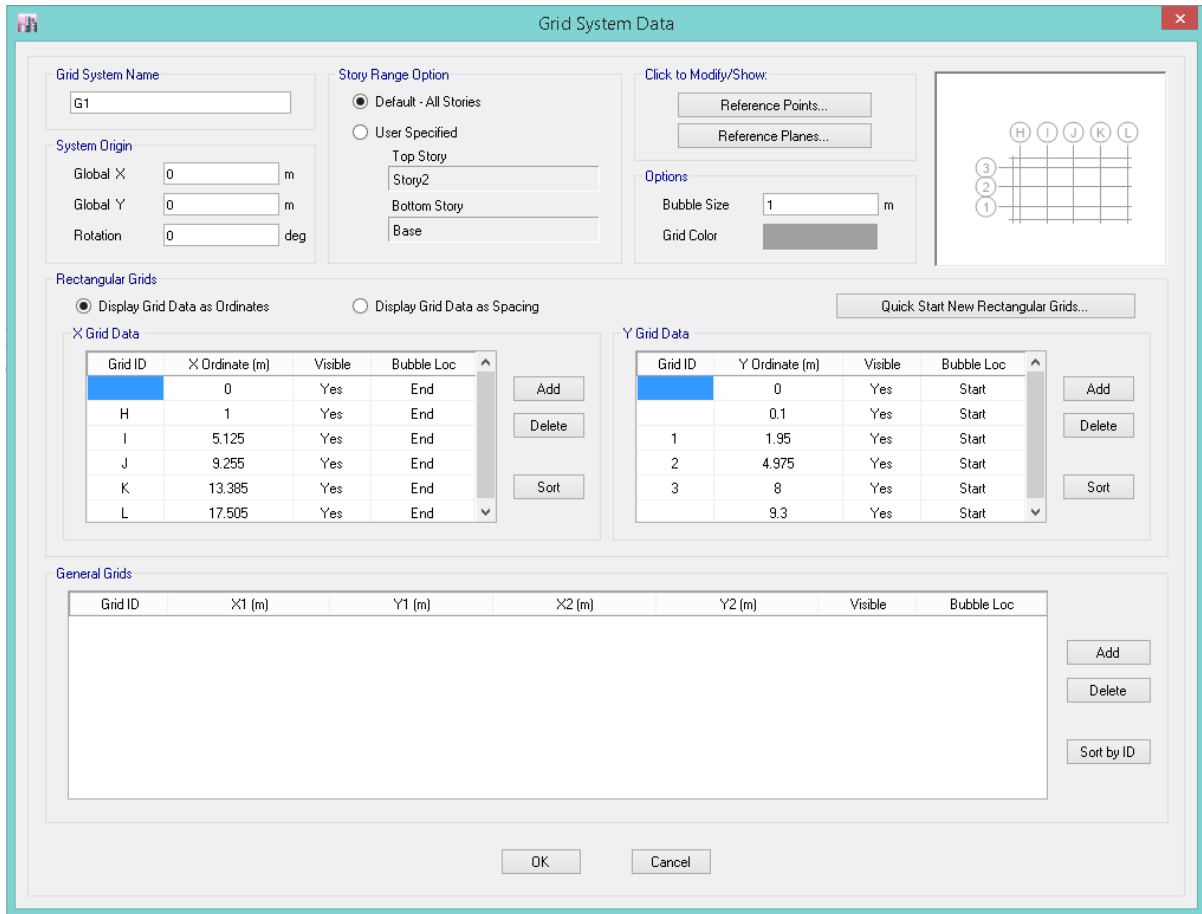


Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
Story2	4.11	8.26	Yes	None	No	0	Red
Story1	4.15	4.15	No	Story2	No	0	Yellow
Base		0					

Note: Right Click on Grid for Options

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 46: Creación de grilla.



Grid System Data

Grid System Name: G1

System Origin: Global X: 0 m, Global Y: 0 m, Rotation: 0 deg

Story Range Option: Default - All Stories, User Specified

Click to Modify/Show: Reference Points..., Reference Planes...

Options: Bubble Size: 1 m, Grid Color: [Color]

Rectangular Grids: Display Grid Data as Ordinates, Display Grid Data as Spacing

X Grid Data

Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
H	0	Yes	End
I	5.125	Yes	End
J	9.255	Yes	End
K	13.385	Yes	End
L	17.505	Yes	End

Y Grid Data

Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
0	0	Yes	Start
1	1.95	Yes	Start
2	4.975	Yes	Start
3	8	Yes	Start
	9.3	Yes	Start

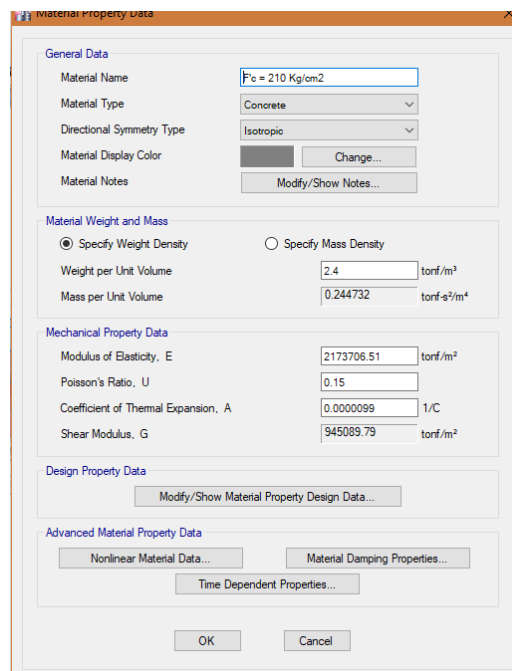
General Grids

Grid ID	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)	Visible	Bubble Loc
---------	--------	--------	--------	--------	---------	------------

Buttons: Add, Delete, Sort, OK, Cancel

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 47: Configuración de materiales



Material Property Data

General Data: Material Name: Fc = 210 Kg/cm2, Material Type: Concrete, Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Weight and Mass: Specify Weight Density, Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2.4 tonf/m³, Mass per Unit Volume: 0.244732 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data: Modulus of Elasticity, E: 2173706.51 tonf/m², Poisson's Ratio, U: 0.15, Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000099 1/C, Shear Modulus, G: 945089.79 tonf/m²

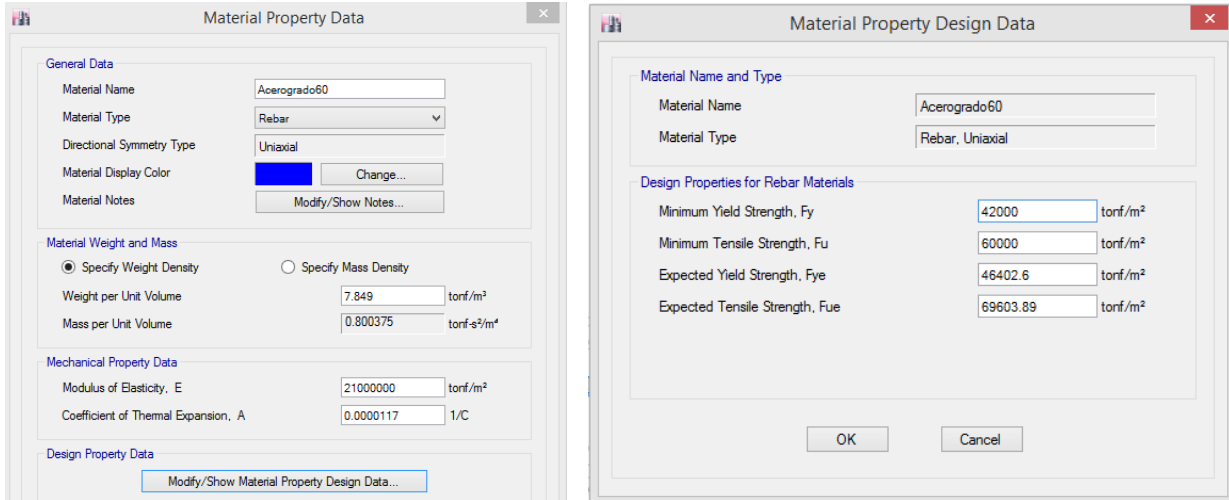
Design Property Data: Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data: Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties...

Buttons: OK, Cancel

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 48: Configuración de materiales



Material Property Data

General Data

Material Name: Acerogrado60

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: [Blue] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7.849 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.800375 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 21000000 tonf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: Acerogrado60

Material Type: Rebar, Uniaxial

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, Fy: 42000 tonf/m²

Minimum Tensile Strength, Fu: 60000 tonf/m²

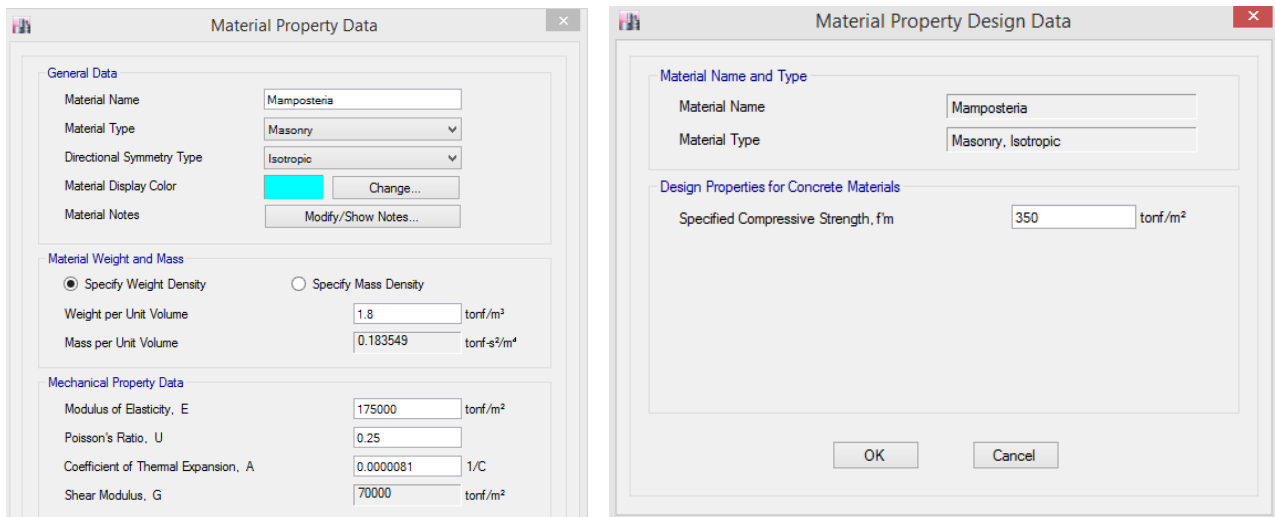
Expected Yield Strength, Fye: 46402.6 tonf/m²

Expected Tensile Strength, Fue: 69603.89 tonf/m²

OK Cancel

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 49: Configuración de materiales



Material Property Data

General Data

Material Name: Mamposteria

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Cyan] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1.8 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.183549 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 175000 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C

Shear Modulus, G: 70000 tonf/m²

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: Mamposteria

Material Type: Masonry, Isotropic

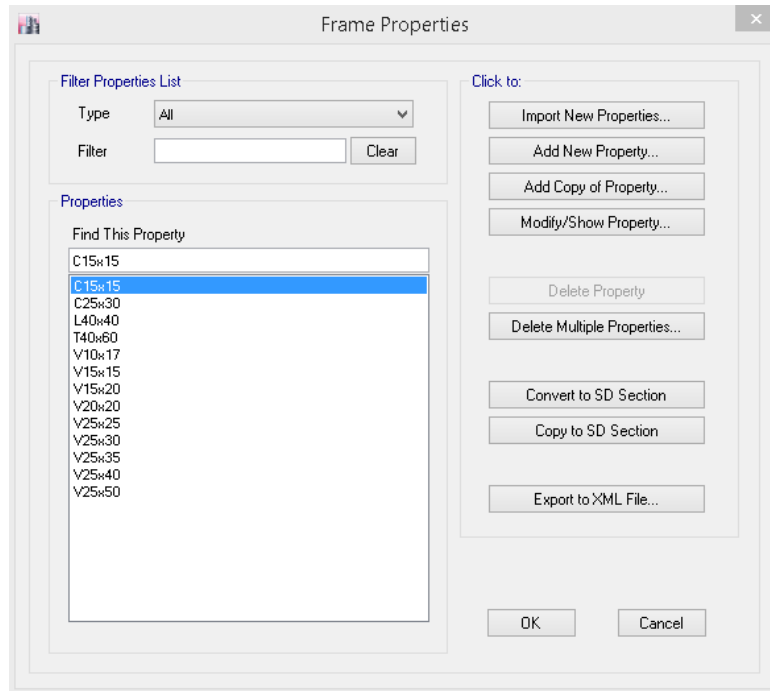
Design Properties for Concrete Materials

Specified Compressive Strength, f_m: 350 tonf/m²

OK Cancel

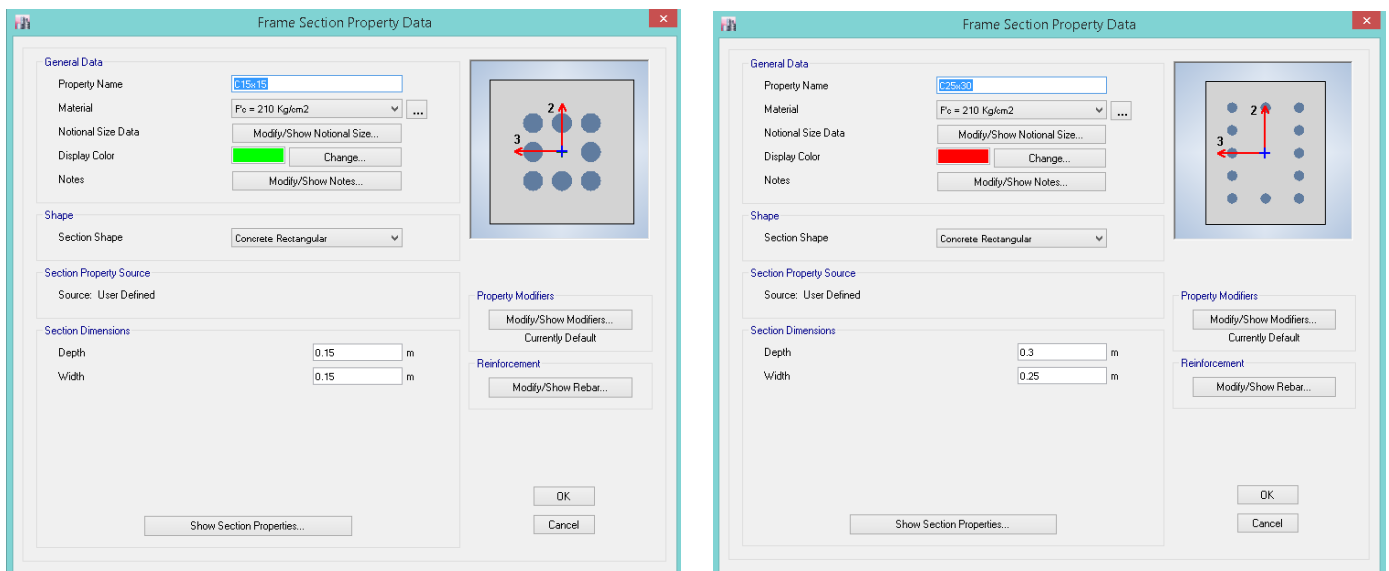
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 50: Creación de elementos estructurales (vigas y columnas)



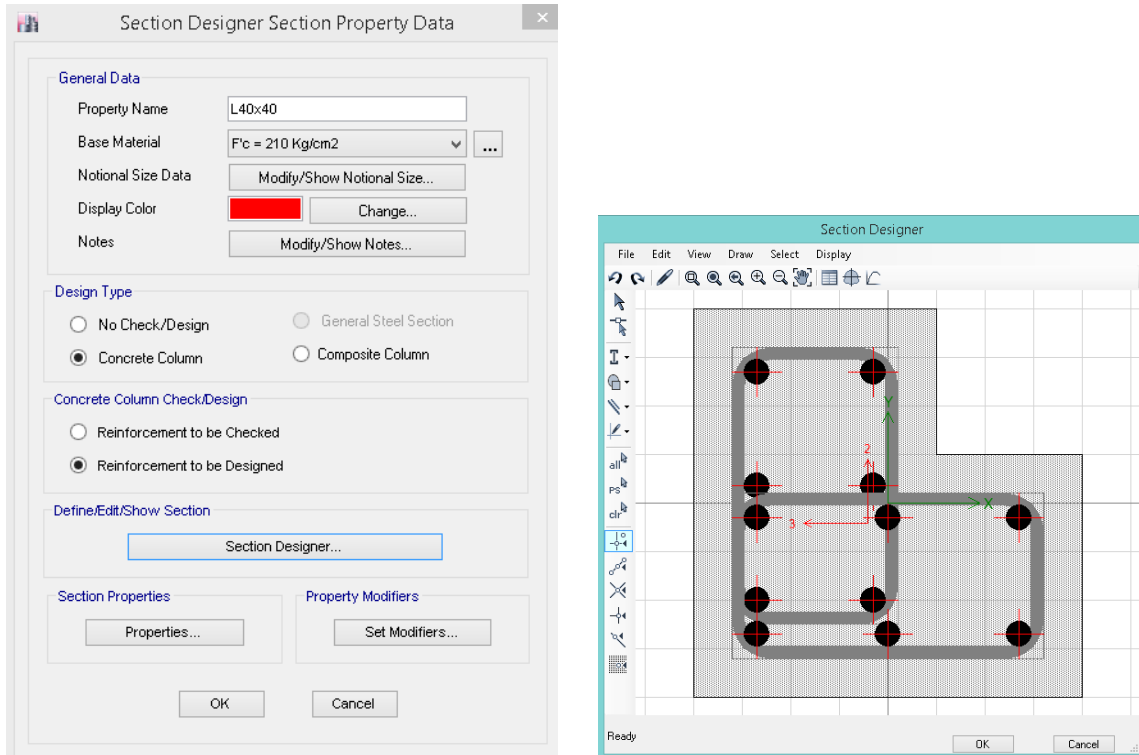
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 51: Creación de columnas.



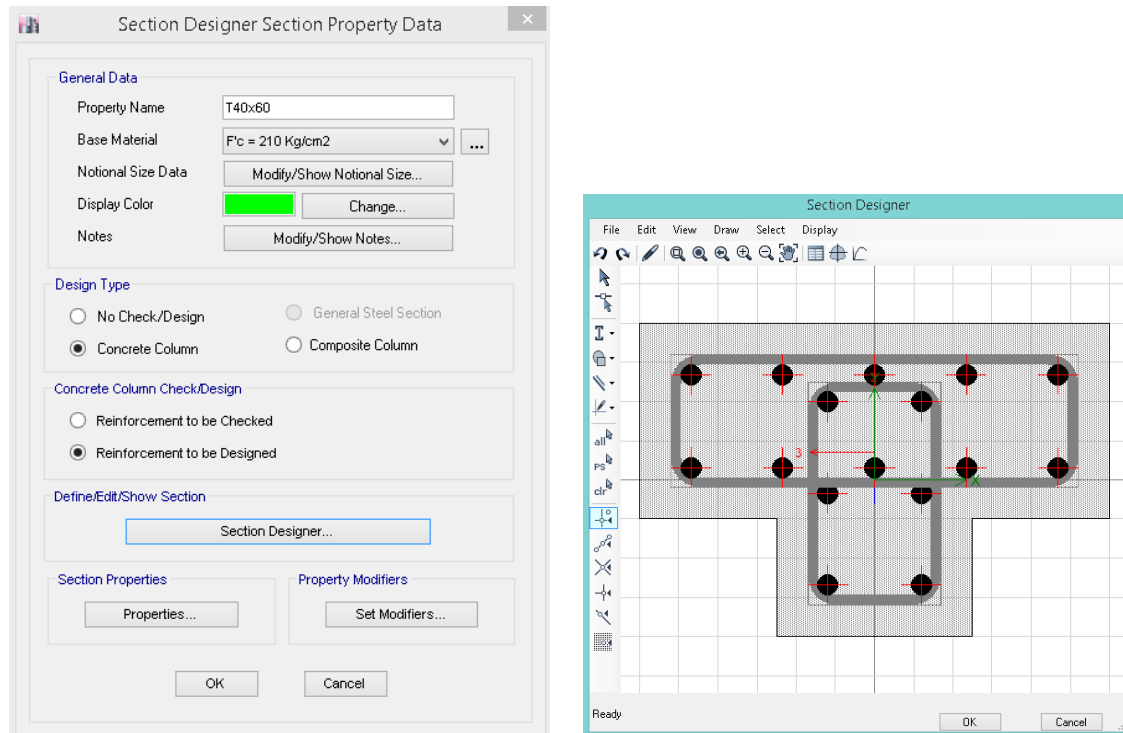
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 52: Creación de columnas.



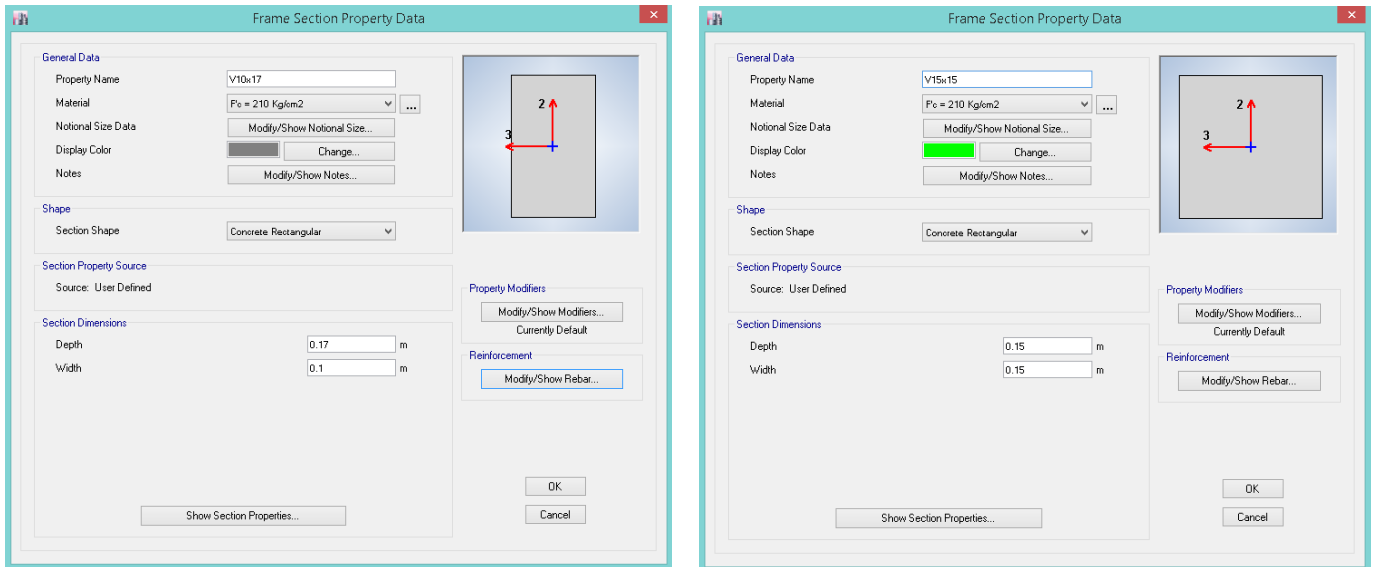
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 53: Creación de columnas.



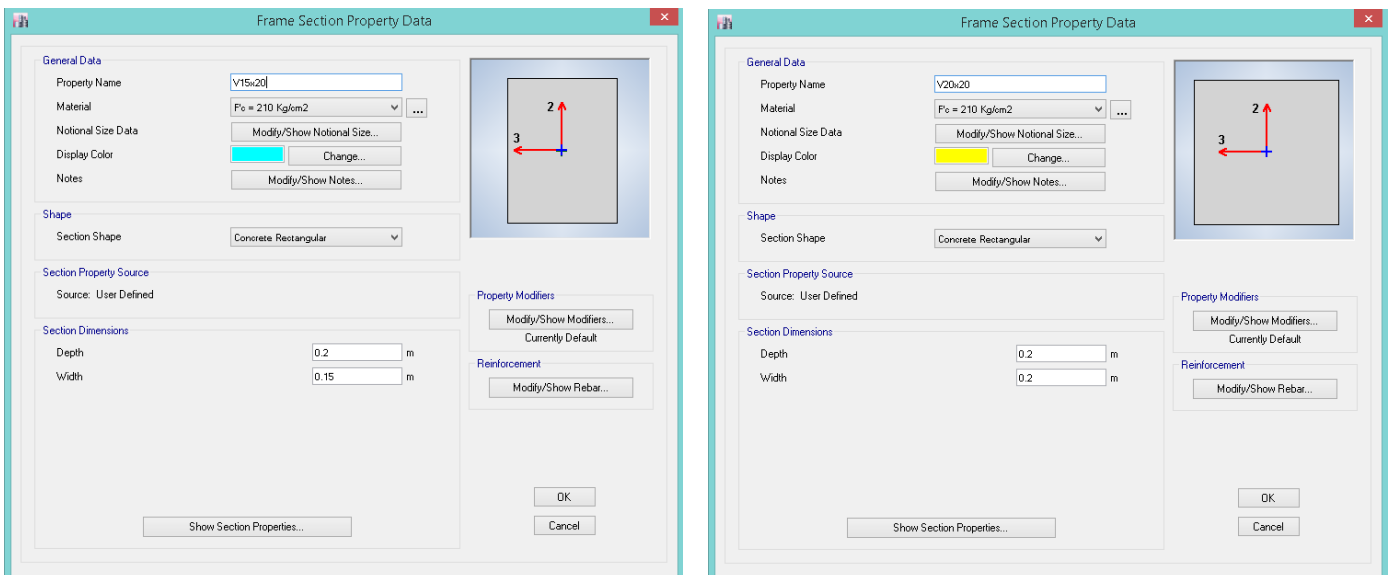
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 54: Creación de vigas.



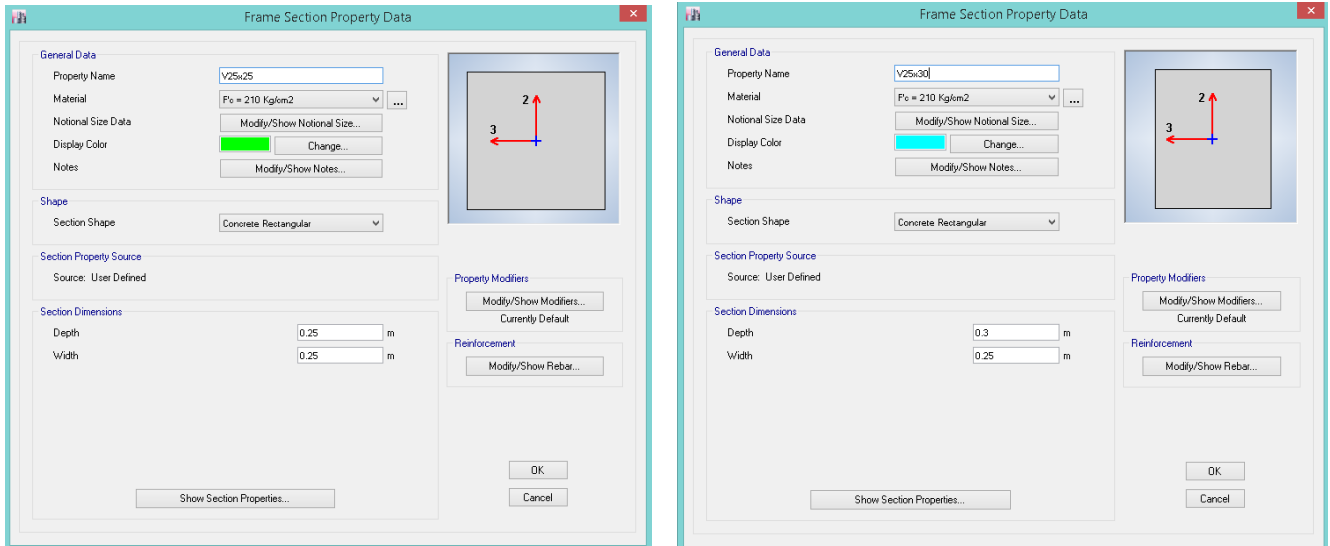
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 55: Creación de vigas.



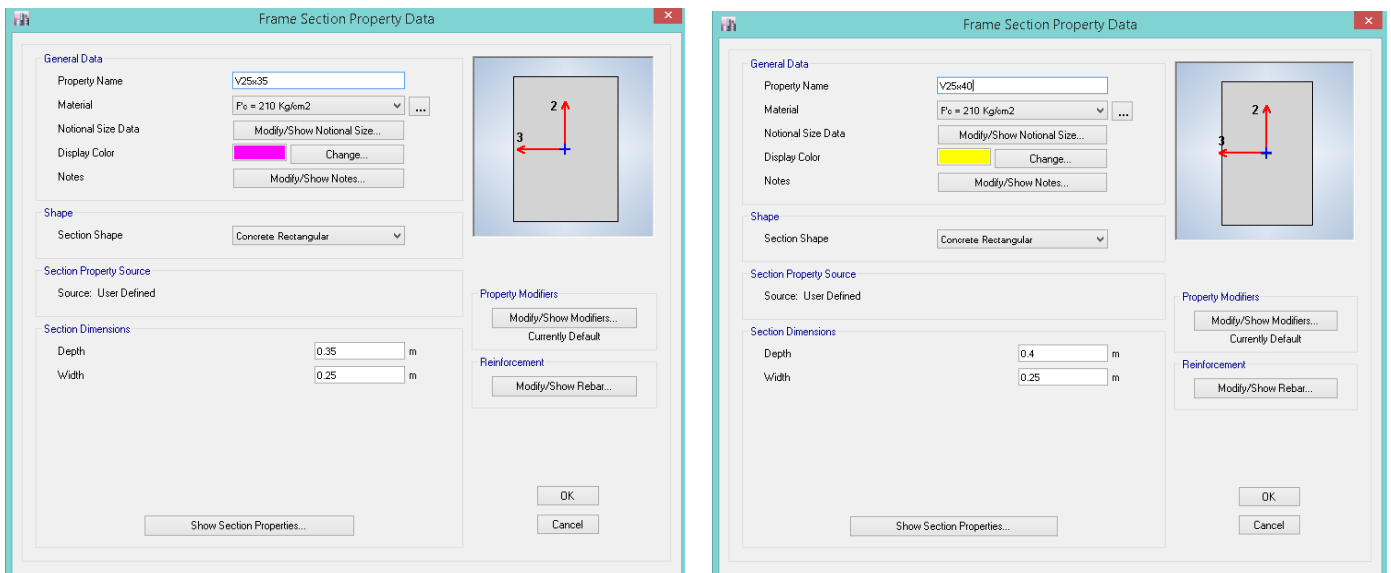
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 56: Creación de vigas.



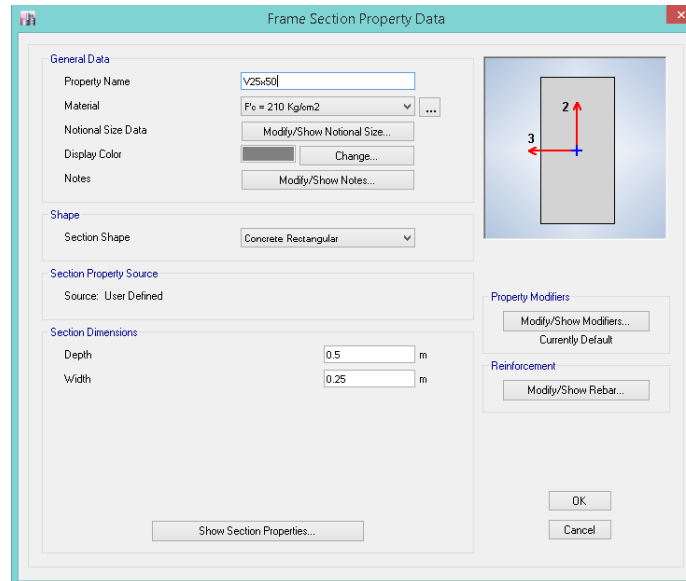
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 57: Creación de vigas.



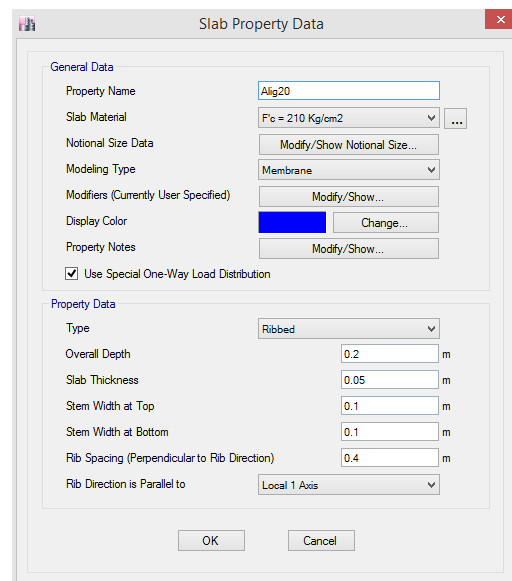
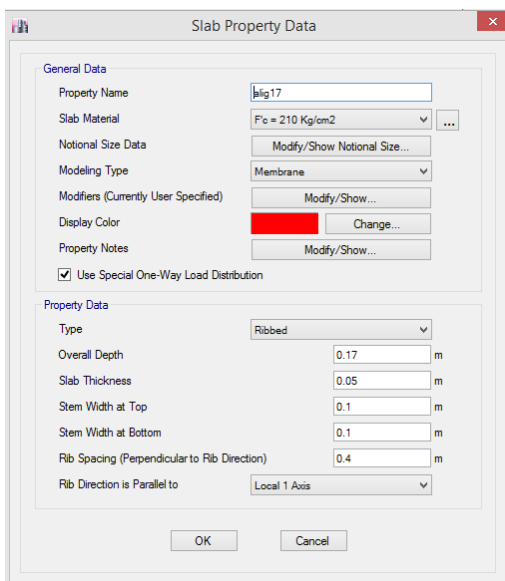
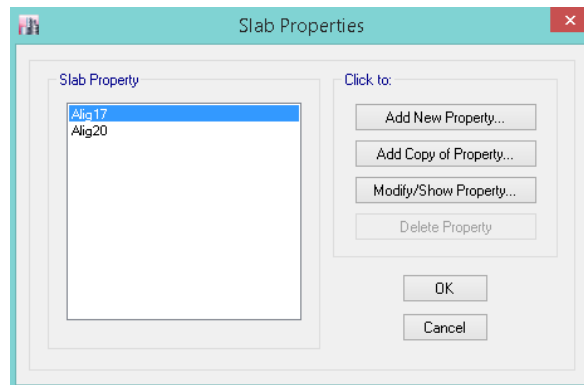
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 58: Creación de vigas.



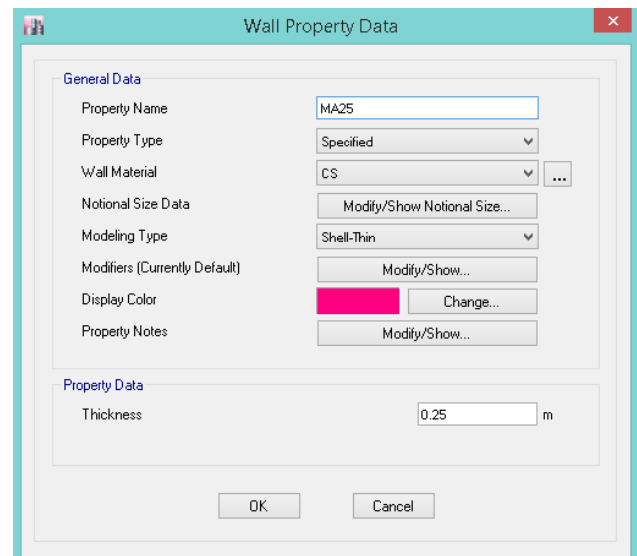
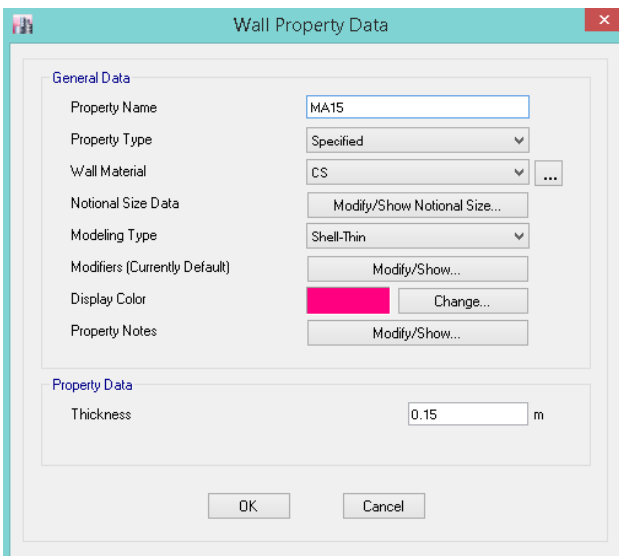
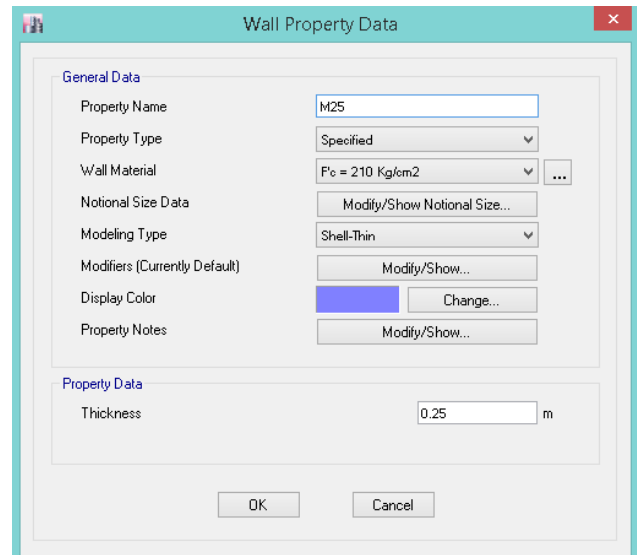
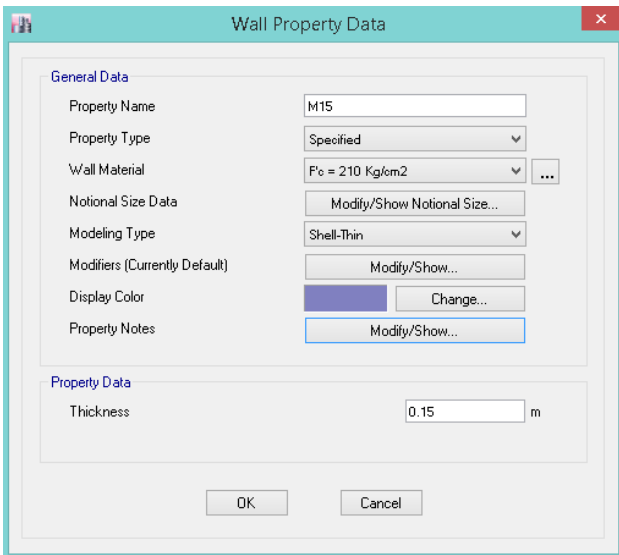
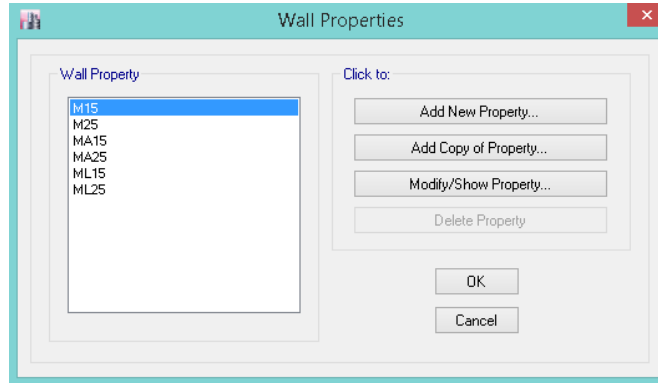
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 59: Creación de las losas aligeradas.



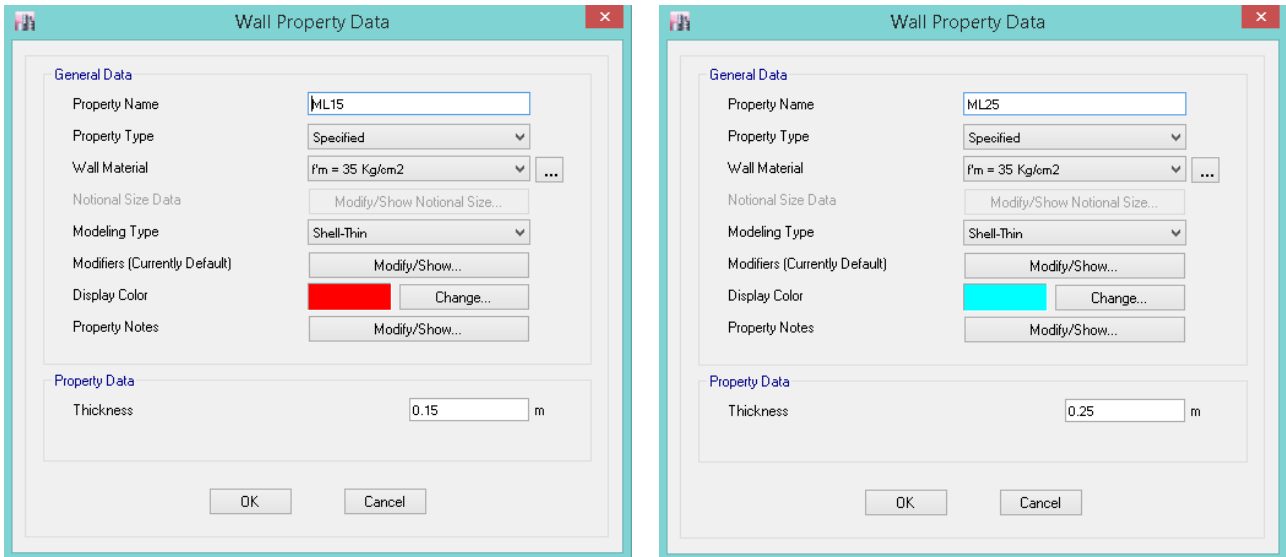
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 60: Creación de los muros.



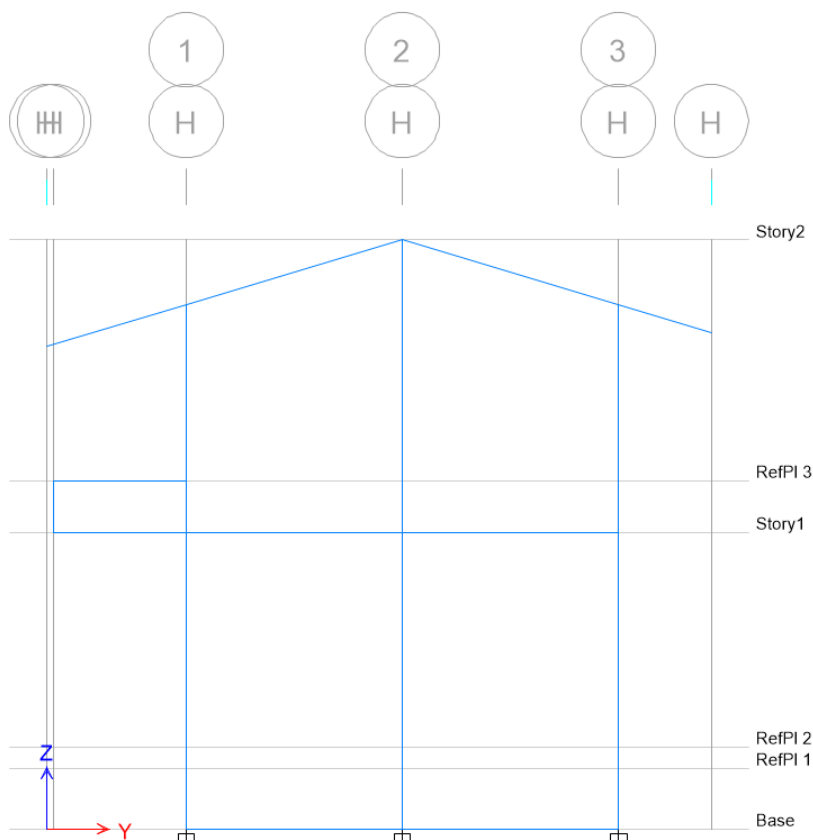
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 61: Creación de los muros.



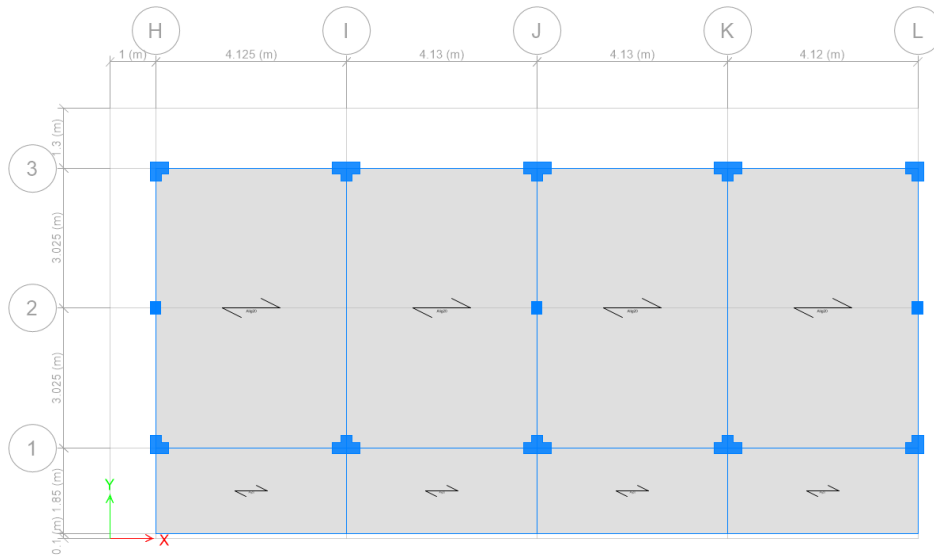
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 62: Visualización YZ.



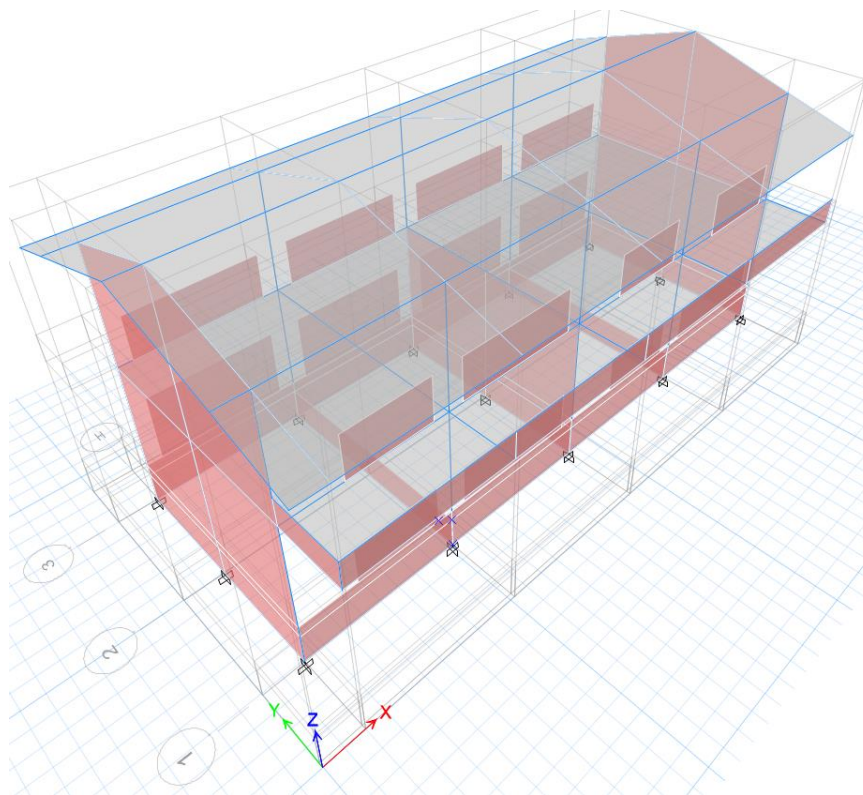
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 63: Visualización XY.



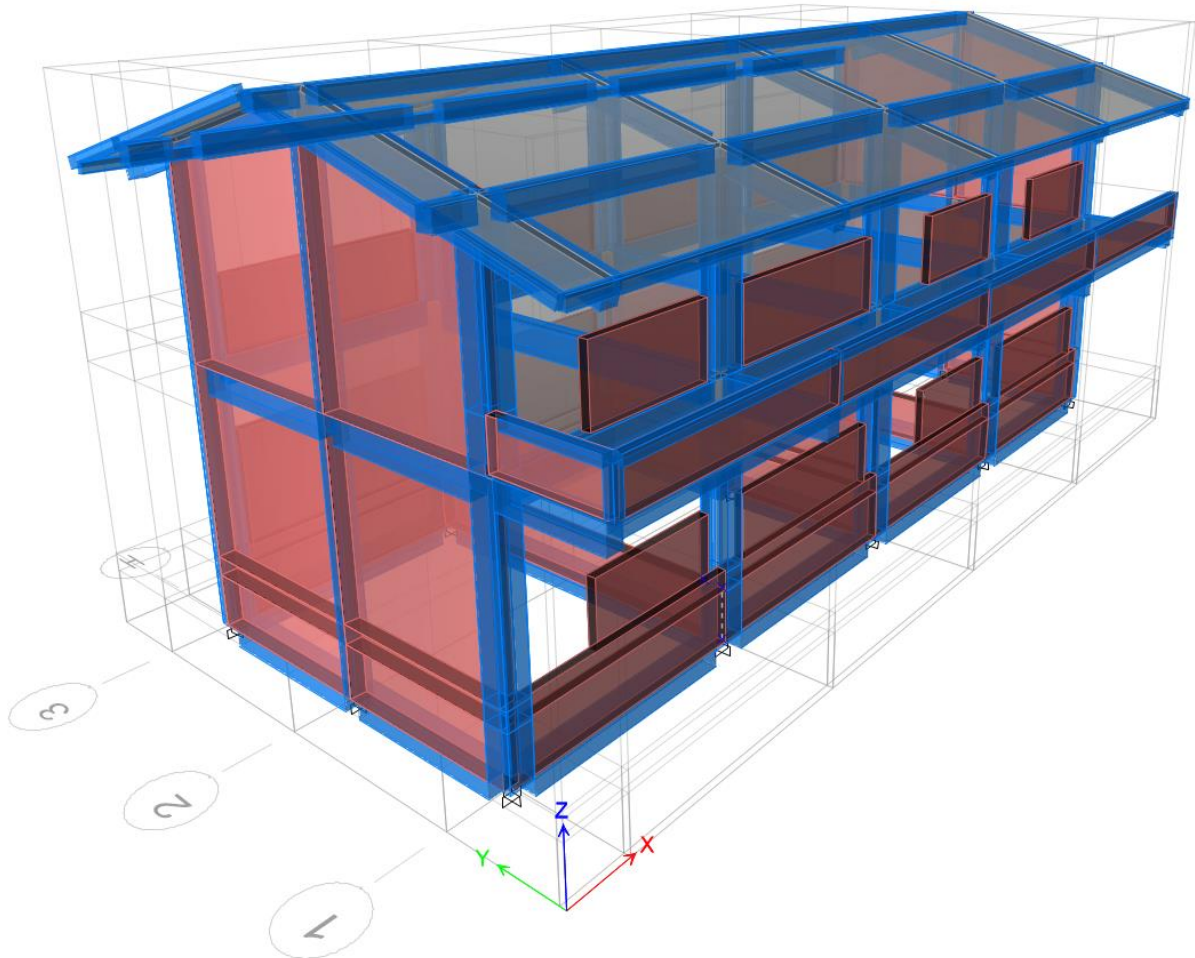
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 64: Visualización 3D.



Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 65: Visualización 3D, extruido.

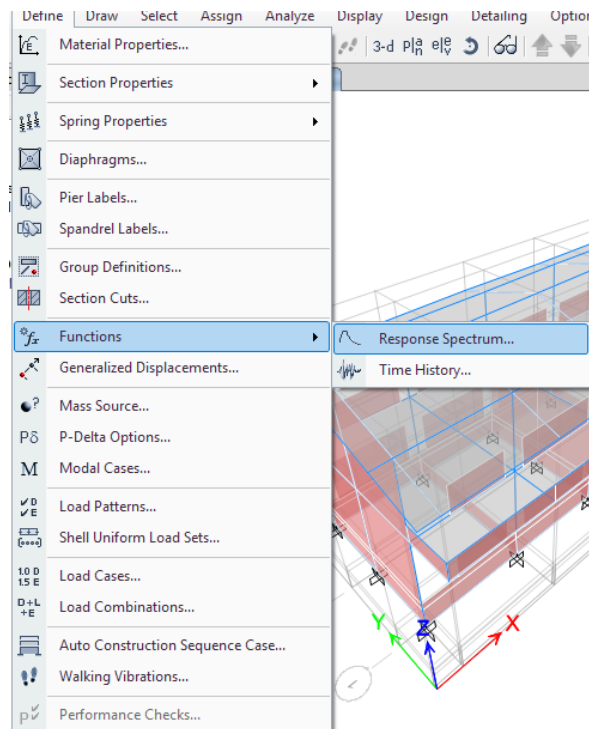


Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

ANEXO N° 3: Ejecución del programa

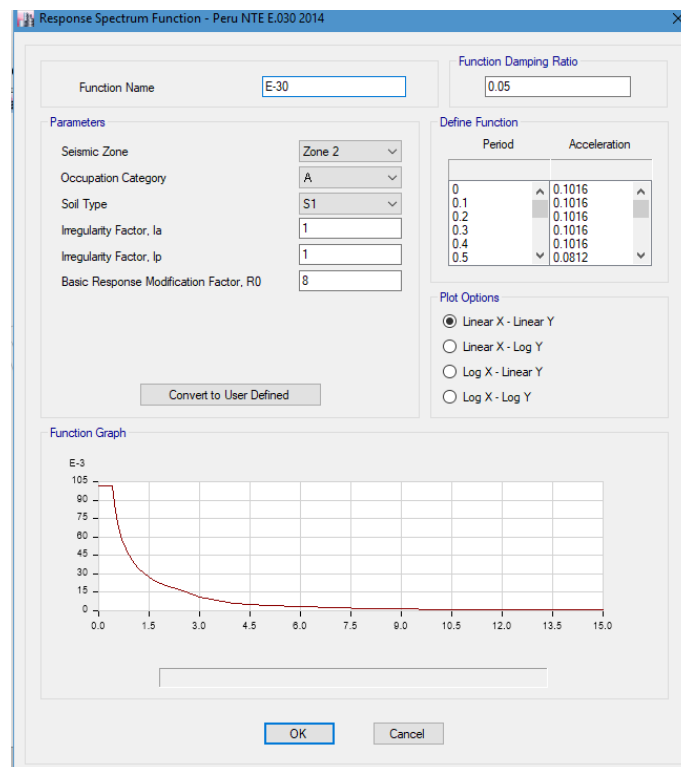
Ejecución del programa

Figura N° 66: Definición de espectro de respuesta.



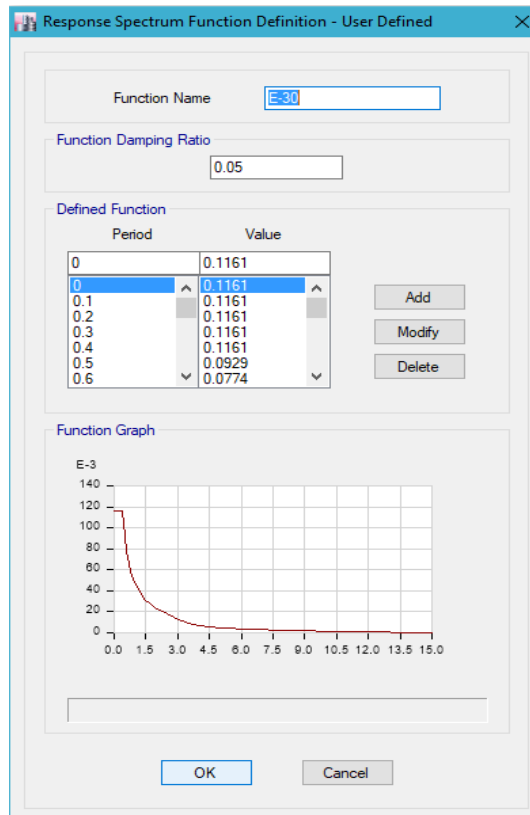
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 67: Definición de espectro de respuesta.



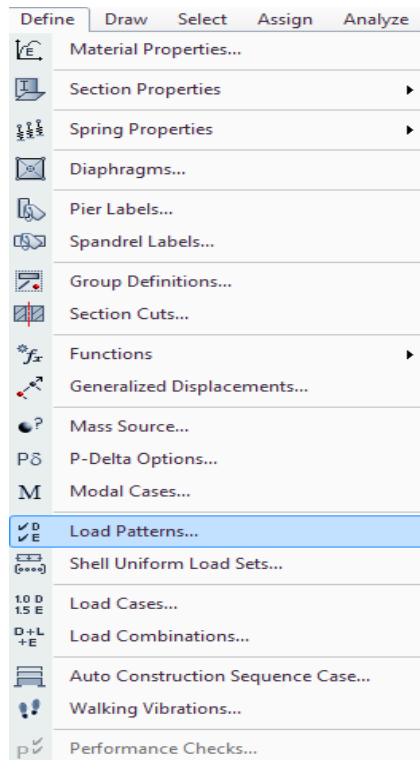
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 68: Definición de espectro de respuesta.



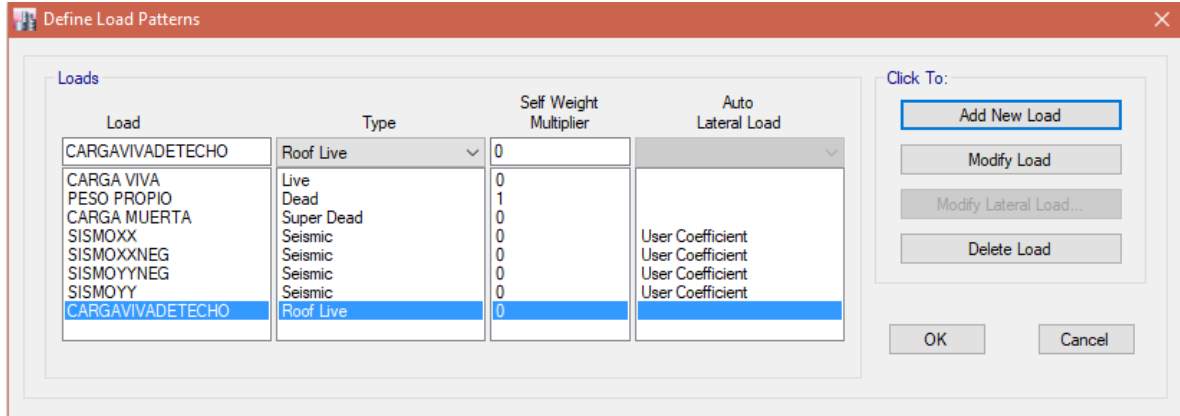
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 69: Definición de patrones de carga.



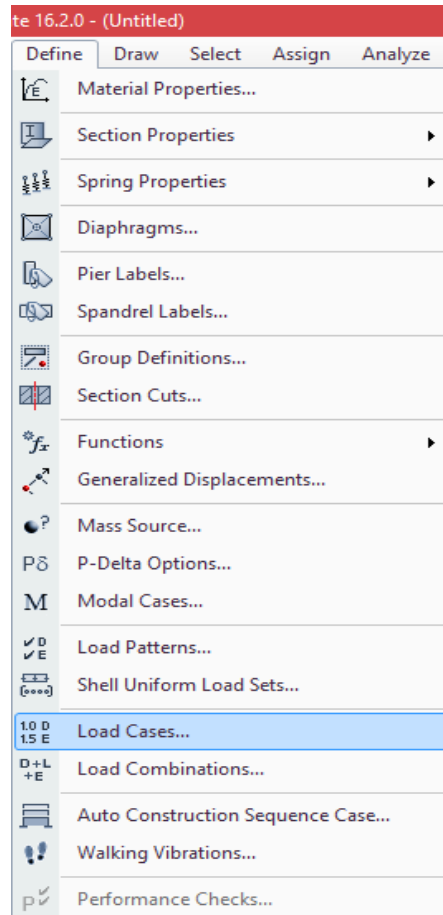
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 70: Definición de patrones de carga.



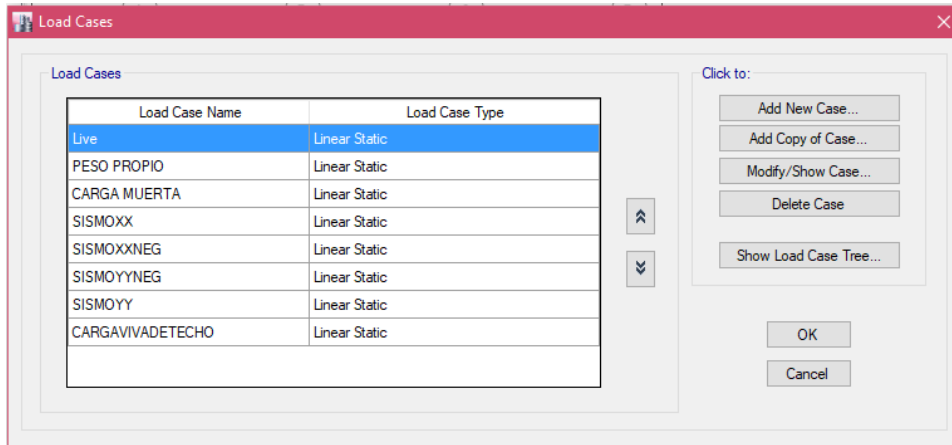
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 71: Definición de casos de carga.



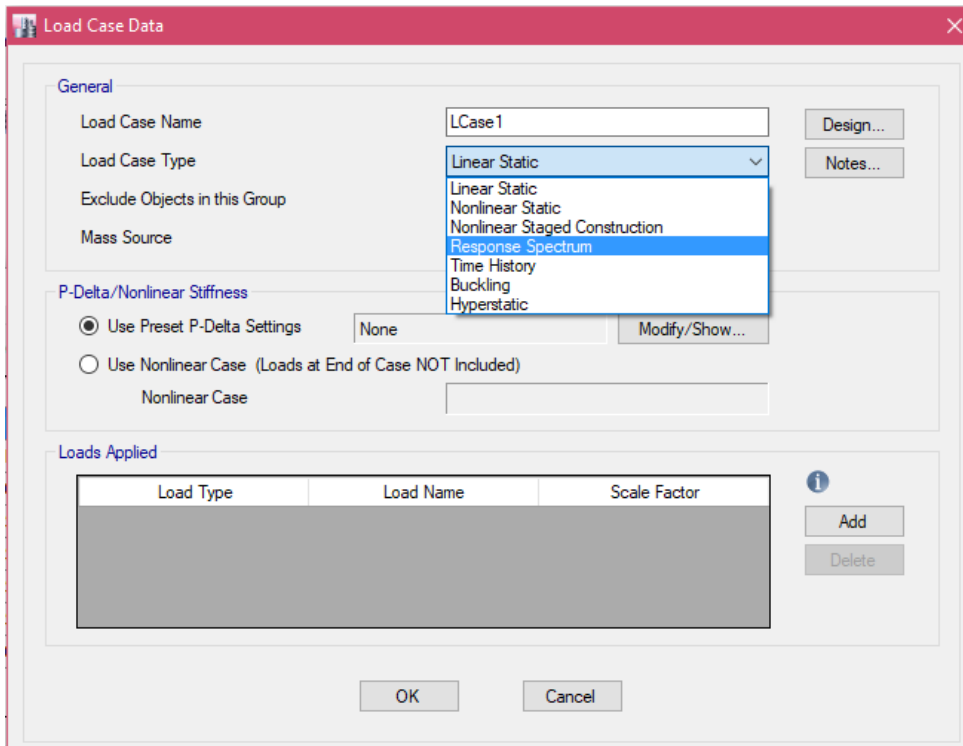
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 72: Definición de casos de carga.



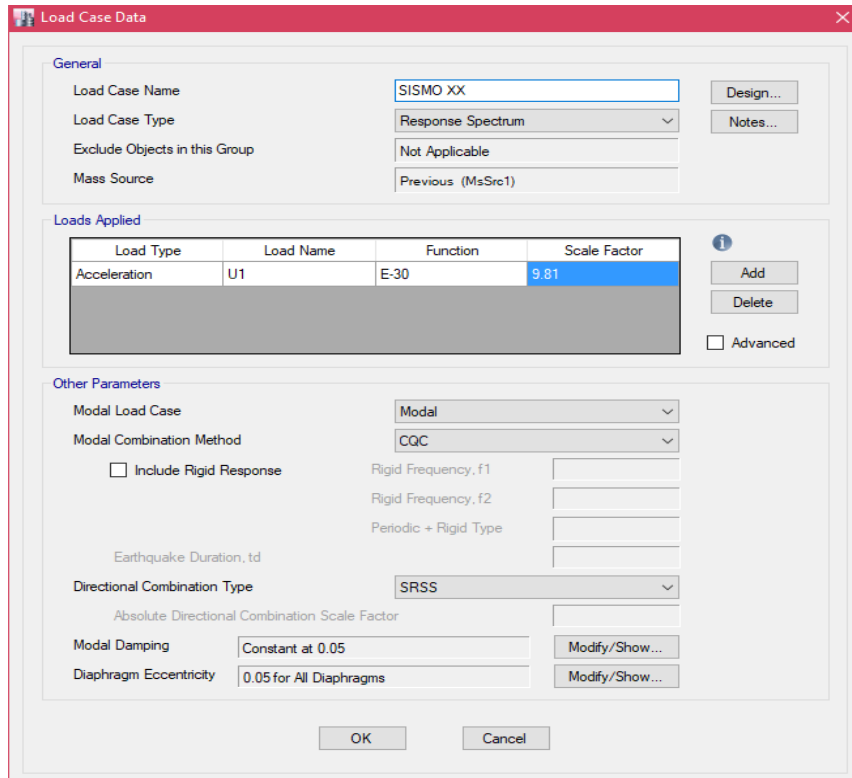
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 73: Definición de casos de carga.



Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 74: Definición de casos de carga.



General

Load Case Name: SISMO XX [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E-30	9.81

[Add] [Delete] Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: []

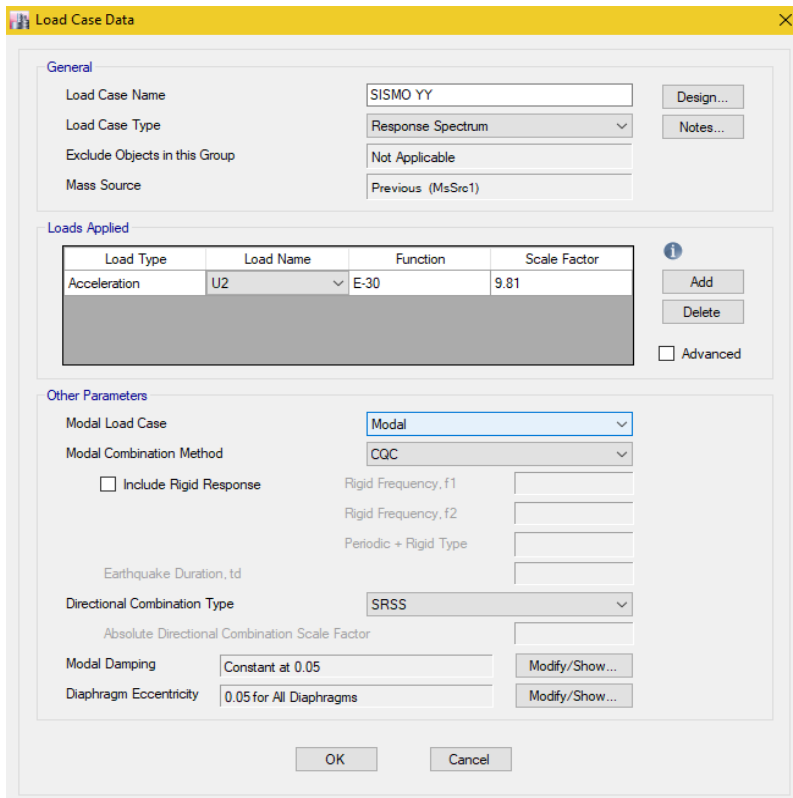
Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 75: Definición de casos de carga.



General

Load Case Name: SISMO YY [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E-30	9.81

[Add] [Delete] Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: []

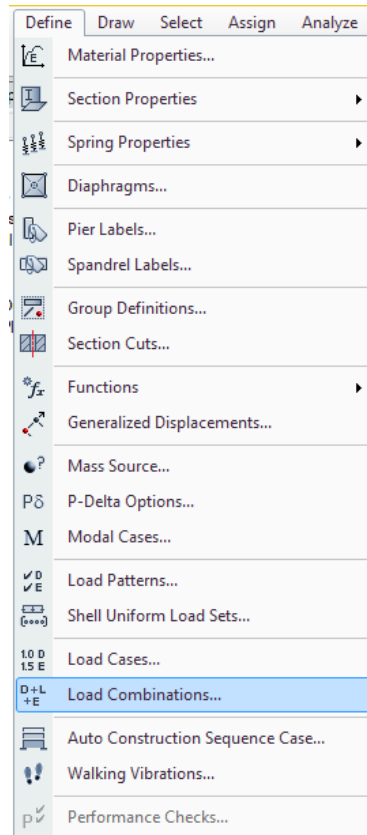
Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

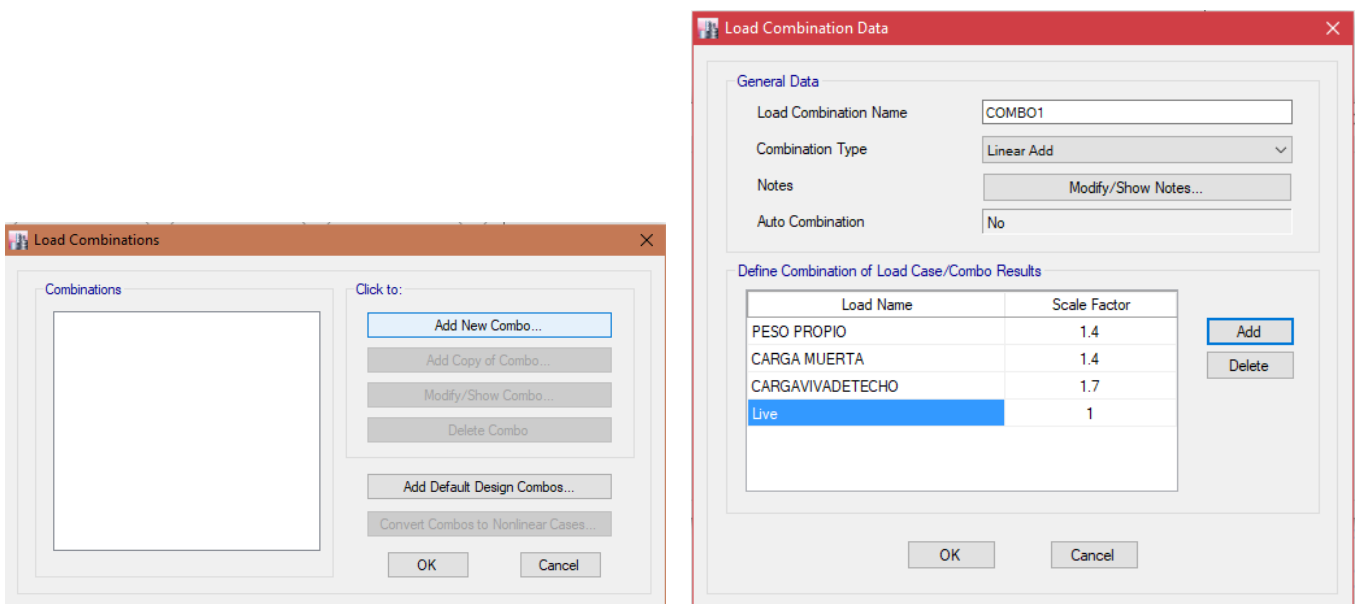
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 76: Definición de combinación de carga.



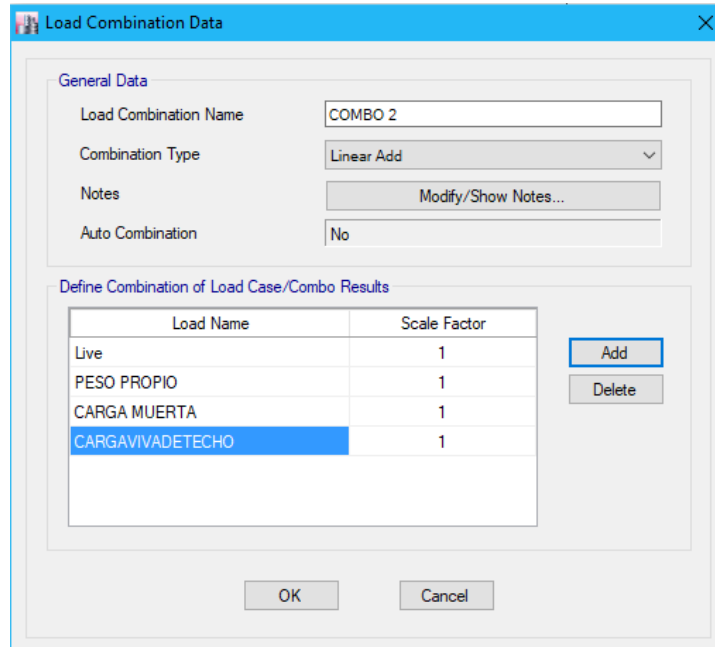
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 77: Creación de combinación de carga.



Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 78: Definición de combinación de carga.

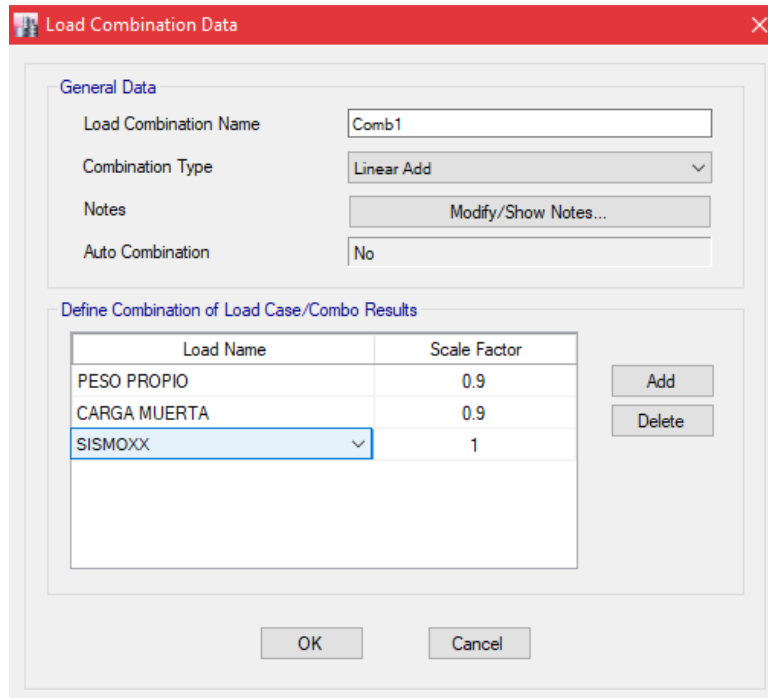


Load Combination Name: COMBO 2
 Combination Type: Linear Add
 Notes: Modify/Show Notes...
 Auto Combination: No

Load Name	Scale Factor
Live	1
PESO PROPIO	1
CARGA MUERTA	1
CARGAVIVADETECHO	1

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 79: Definición de combinación de carga.

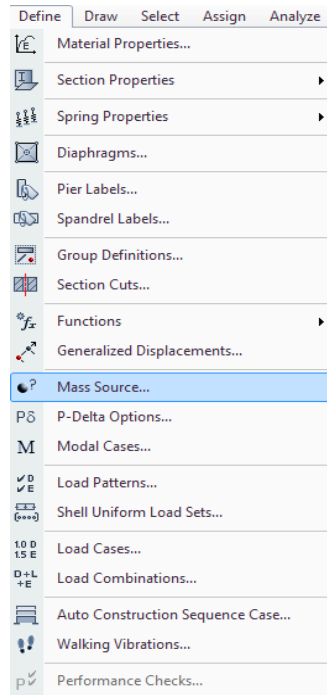


Load Combination Name: Comb1
 Combination Type: Linear Add
 Notes: Modify/Show Notes...
 Auto Combination: No

Load Name	Scale Factor
PESO PROPIO	0.9
CARGA MUERTA	0.9
SISMOXX	1

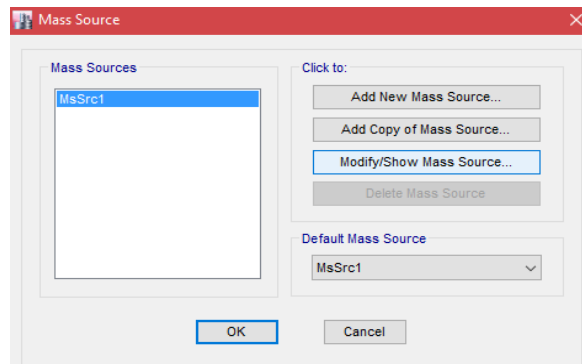
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 80: Definición de fuente de masa.



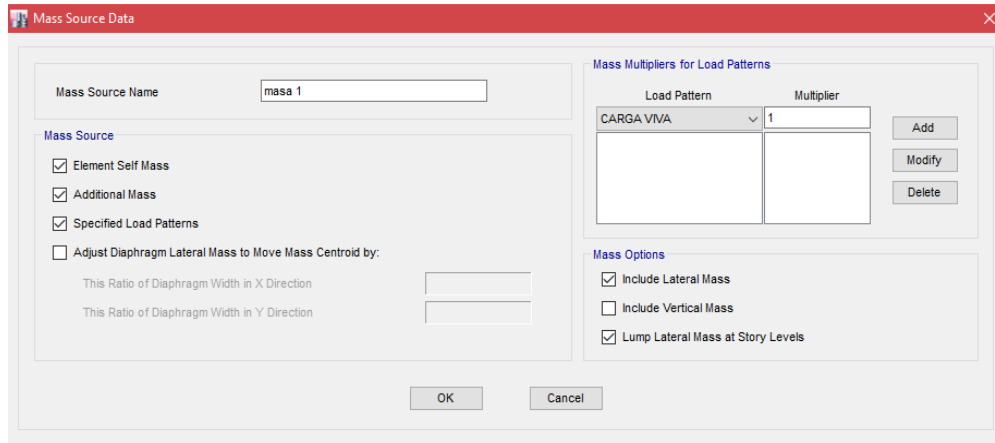
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 81: Definición de fuente de masa.



Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 82: Definición de fuente de masa.



Mass Source Name: masa 1

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
CARGA VIVA	1

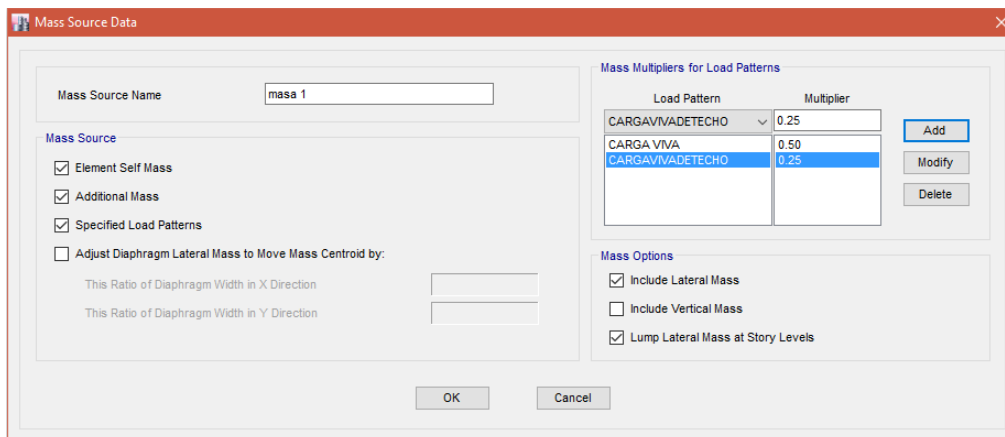
Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 83: Definición de fuente de masa.



Mass Source Name: masa 1

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
CARGA VIVA/DETECHO	0.25
CARGA VIVA	0.50
CARGA VIVA/DETECHO	0.25

Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel

Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

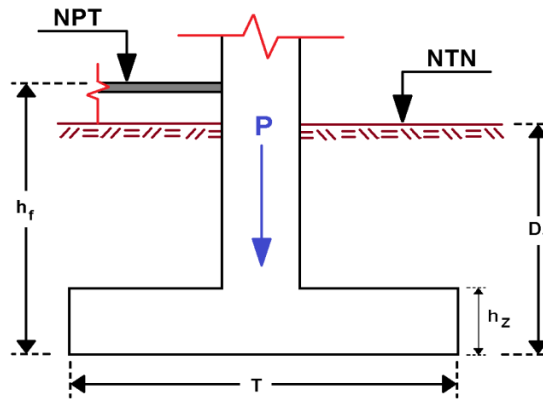
ANEXO N° 4: Predimensionamiento

Zapata Aislada

ZAPATA AISLADA CÉNTRICA

Zapata	1-I
--------	-----

$Pd =$	14610.00 Kg
$Pl =$	6418.00 Kg
$hf =$	1.50 m
$S/C =$	400.00 Kg/m ²
$t1 =$	0.45 m
$t2 =$	0.40 m
$hc =$	0.15 m
$Ym =$	1514.00 Kg/m ³
$\sigma_t =$	1.05 Kg/cm ²
$f'c =$	210.00 Kg/cm ²
$f'c =$	280.00 Kg/cm ²
$fy =$	4200.00 Kg/cm ²
$r =$	7.50 cm



1° Esfuerzo Neto del Terreno

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_m \cdot h_f - h_z \cdot \gamma_c - S/C$$

$$\sigma_n = 0.747 \text{ Kg/cm}^2$$

2° Área de la zapata

$$A_{zap} = \frac{Pd + Pl}{\sigma_n}$$

$$A_{zap} = 28153.70 \text{ cm}^2 \longrightarrow 28050.00 \text{ cm}^2$$

$$T = S \rightarrow \frac{1.68 \times 1.68}{1.68} \text{ m}^2$$

Debe Cumplir que $Lv1 = Lv2$:

$$T = 1.71 \text{ m} \longrightarrow 1.70 \text{ m}$$

$$S = 1.65 \text{ m} \longrightarrow 1.65 \text{ m}$$

$$Lv1 = Lv2 = 0.63 \text{ m}$$

$$= 0.63 \text{ m}$$

Conforme

3° Reacción neta del terreno

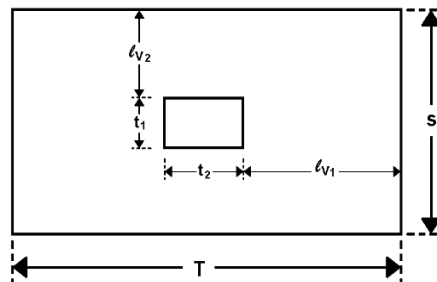
$$P_u = 1.4 \cdot P_D + 1.7 \cdot P_L \rightarrow \text{NTE E.060}$$

$$P_u = 31364.60 \text{ Kg}$$

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_{zap}}$$

$$A_{zap} = 28050.00 \text{ cm}^2$$

$$W'_u = 1.12 \text{ Kg/cm}^2$$



4° Dimensionamiento de la altura hz de la Zapata

- Por Punzonamiento

$$V_u \leq \phi \cdot V_c \quad \phi = 0.85$$

$$V_u = P_u - W_u \cdot m \cdot x \cdot n$$

$$V_u = 31364.6 - 1.12(45 + d)(40 + d)$$

$$\phi \cdot V_c = 1.06 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$$

$$b_o = 2 \cdot (t_1 + d) + 2 \cdot (t_2 + d)$$

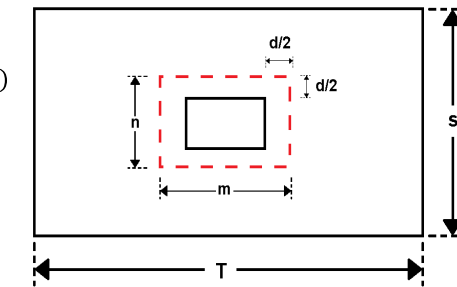
$$d = 10.37 \text{ cm}$$

$$r = 7.5 \text{ cm}$$

Diametro de Varilla: 1/2"

$$h_z = 19.00 \text{ cm}$$

$$d_{prom} = 11.23 \text{ cm}$$



$$\longrightarrow h_z = 20.00 \text{ cm}$$

- Verificación por Cortante

$$\phi \cdot V_c = 0.53 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$\phi = 0.85$$

$$V_{du} = 9459.19$$

$$\phi \cdot V_c = 12096.73$$

$$V_{du} < \phi V_c \dots\dots\dots(\text{Conforme})$$

5° Diseño por flexión

- Dirección Longitudinal

Usar 13 ϕ 1/2" @ 12 cm

$$M_u = 3603.47 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2}$$

$$R_u = 17.32 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho = \frac{100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y - \sqrt{(100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y)^2 - 23600 \cdot \phi \cdot R_u \cdot f'_c \cdot f_y^2}}{118 \cdot \phi \cdot f_y^2}$$

$$\rho = 0.00486$$

$$\rho_{min} = 0.0018$$

$$A_s = 16.038 \text{ cm}^2$$

$$A_v = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = 12.63 \longrightarrow 13 \text{ varillas}$$

$$\text{Esp. S} = 12.40 \text{ cm} \longrightarrow 12 \text{ cm}$$

• Dirección Transversal

Usar 13 ϕ 1/2" @ 12 cm

$$\begin{aligned} A_{st} &= 16.52 \text{ cm}^2 \\ \# \text{ var} &= 13.01 \longrightarrow 13 \text{ varillas} \\ \text{Esp. S} &= 12.80 \text{ cm} \longrightarrow 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

6° Longitud de Desarrollo del Refuerzo de la Zapata

$$c_b = \frac{S - 2 \cdot (r + d_b)}{2 \cdot (n - 1)} \longrightarrow \frac{165 - 2 \cdot (7.5 + 1.27)}{24} = 6.10 \text{ cm}$$

$$c_b = r + \frac{d_b}{2} \longrightarrow 7.5 + 1.27 / 2 = 8.10 \text{ cm}$$

$$c_b = r + 1.5 \cdot d_b \longrightarrow 7.5 + 1.5 \cdot 1.27 = 9.40 \text{ cm}$$

$$l_d = \left(\frac{f_y}{3.51 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \right)} \right) \cdot d_b \quad \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \leq 2.5 \quad k_{tr} = \frac{40 \cdot A_{tr}}{sn}$$

$$C_b = 6.10 \text{ cm}$$

$$K_{tr} = 0.00 \text{ No hay Estribos}$$

$$d_b = 1.27 \text{ cm}$$

$$\psi_t = 1.00$$

$$\psi_e = 1.00$$

$$\psi_s = 0.80$$

$$\lambda = 1.00 \text{ C° de Peso Normal}$$

$$\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \leq 4.80 \rightarrow 2.50$$

$$\psi_t \cdot \psi_e = 1 < 1.7$$

$$l_d = 34 \text{ cm}$$

$$l_{dmin} = 30 \text{ cm}$$

Longitud de Desarrollo Disponible :

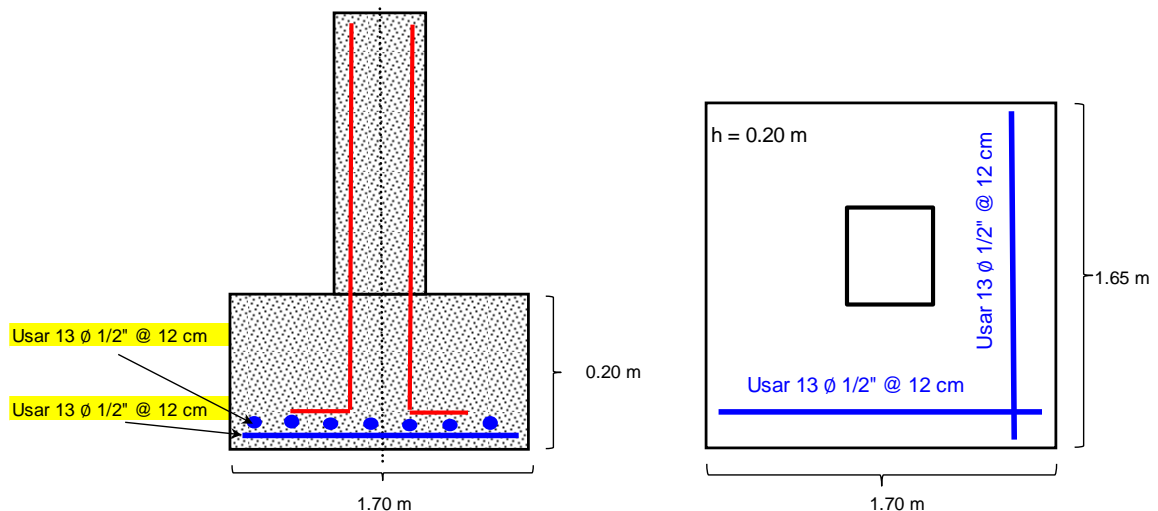
$$L_{V1} - r \quad L_{V1} = \frac{T - t_1}{2} \quad \Lambda \quad L_{V2} = \frac{S - t_2}{2}$$

$$L_{V1} = L_{V2} = 0.63 \text{ m}$$

Longitud de Desarrollo disponible en ambos sentidos

$$L_d = 0.55 \text{ m}$$

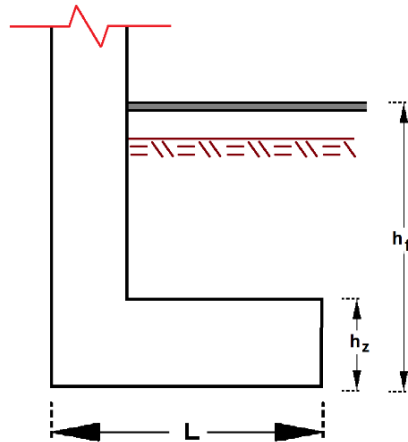
No se Necesita doblar el Refuerzo



ZAPATA AISLADA EXCÉNTRICA

Zapata 2-N

$P_d =$	2075.00 Kg
$P_l =$	7312.00 Kg
$h_f =$	1.50 m
$S/C =$	400.00 Kg/m ²
$t_1 =$	0.25 m
$t_2 =$	0.30 m
$h_c =$	0.15 m
$\gamma_m =$	1514.00 Kg/m ³
$\sigma_t =$	1.05 Kg/cm ²
$f'_c =$	210.00 Kg/cm ²
$f'_c =$	280.00 Kg/cm ²
$f_y =$	4200.00 Kg/cm ²
$r =$	7.50 cm
$k_s =$	1.31 Kg/m ³



1° Esfuerzo Neto del Terreno

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_m \cdot h_f - h_z \cdot \gamma_c - S/C$$

$$\sigma_n = 0.747 \text{ Kg/cm}^2$$

2° Área de la zapata

$$A_{zap} = \frac{P_d + P_l}{\sigma_n}$$

$$A_{zap} = 12567.95 \text{ cm}^2$$

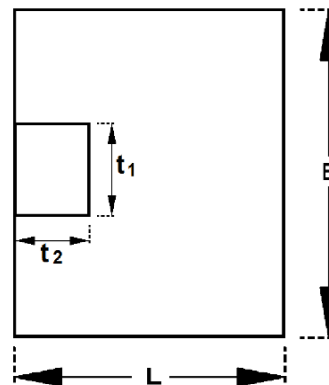
$$A_{zap} = (2L)(L) \rightarrow L = 79.27 \text{ cm}$$

$$\text{Usar } L = 0.80 \text{ m} \rightarrow B = \frac{A_{zap}}{L} \rightarrow B = 1.57 \text{ m}$$

$$L = 0.80 \text{ m}$$

$$B = 1.55 \text{ m}$$

$$\rightarrow A_{zap} = 12400.00 \text{ cm}^2$$



3° Reacción neta del terreno

$$P_u = 1.4 \cdot P_D + 1.7 \cdot P_L \rightarrow \text{NTE E.060}$$

$$P_u = 15335.4 \text{ Kg}$$

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_{zap}}$$

$$A_{zap} = 12400.00 \text{ cm}^2$$

$$W_u = 1.24 \text{ Kg/cm}^2$$

4° Dimensionamiento de la altura h_z de la Zapata

$$h_z > 2.3 \cdot L \cdot \sqrt[3]{\frac{k_0 \cdot L}{E}}$$

$$\rightarrow h_z > 0.14 \text{ m}$$

$$\text{Usar } h_z = 0.20 \text{ m}$$

• Verificación por Cortante

$$\phi \cdot V_c = 0.53 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$\phi = 0.85$$

$$V_{du} = 7734.79$$

$$\phi \cdot V_c = 21827.21$$

$V_{du} < \phi V_c$ (Conforme)

5° Diseño por flexión

• Dirección Longitudinal

Usar 9 ϕ 1/2" @ 17 cm

$$d = h - (1.5 \cdot \phi + r)$$

$$\phi = 1.90$$

$$d = 20 - (1.5 \cdot \phi + 7.5)$$

$$d = 9.65 \text{ cm}$$

Diametro de Varilla: 1/2"

$$d_{prom} = 11.23 \text{ cm}$$

$$P_u = 1.4 \cdot P_D + 1.7 \cdot P_L \rightarrow NTE E.060$$

$$P_u = 15335.40 \text{ Kg}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{L}$$

$$L = 0.80 \text{ m}$$

$$W_{nu} = 19169.25 \text{ Kg/m}$$

$$M_{u \max} = 2396.16 \text{ Kg-m}$$

$$R_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2}$$

$$R_u = 12.26 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho = \frac{100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y - \sqrt{(100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y)^2 - 23600 \cdot \phi \cdot R_u \cdot f'_c \cdot f_y^2}}{118 \cdot \phi \cdot f_y^2}$$

$$\rho = 0.0034$$

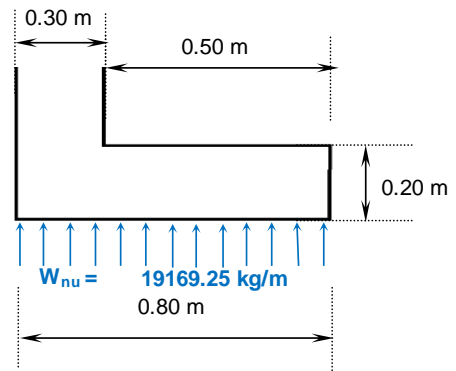
$$\rho_{min} = 0.0018$$

$$A_s = 10.47 \text{ cm}^2$$

$$A_v = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = 8.24 \longrightarrow 9 \text{ varillas}$$

$$\text{Esp. S} = 17.30 \text{ cm} \longrightarrow 17 \text{ cm}$$



• Dirección Transversal

Usar 5 ϕ 1/2" @ 15 cm

$$d = h - (r + \phi/2)$$

$$\phi = 1.90$$

$$d = 20 - (7.5 + \phi/2)$$

$$d = 19.05 \text{ cm}$$

Diametro de Varilla: 1/2"

$$d_{prom} = 18.73 \text{ cm}$$

$$P_u = 1.4 \cdot P_D + 1.7 \cdot P_L \rightarrow NTE E.060$$

$$P_u = 15335.40 \text{ Kg}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{B}$$

$$B = 1.55 \text{ m}$$

$$W_{nu} = 9893.81 \text{ Kg/m}$$

$$M_{u \max} = 1932.38 \text{ Kg-m}$$

$$R_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2}$$

$$R_u = 23.75 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho = \frac{100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y - \sqrt{(100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y)^2 - 23600 \cdot \phi \cdot R_u \cdot f'_c \cdot f_y}}{118 \cdot \phi \cdot f_y^2}$$

$$\rho = 0.0068$$

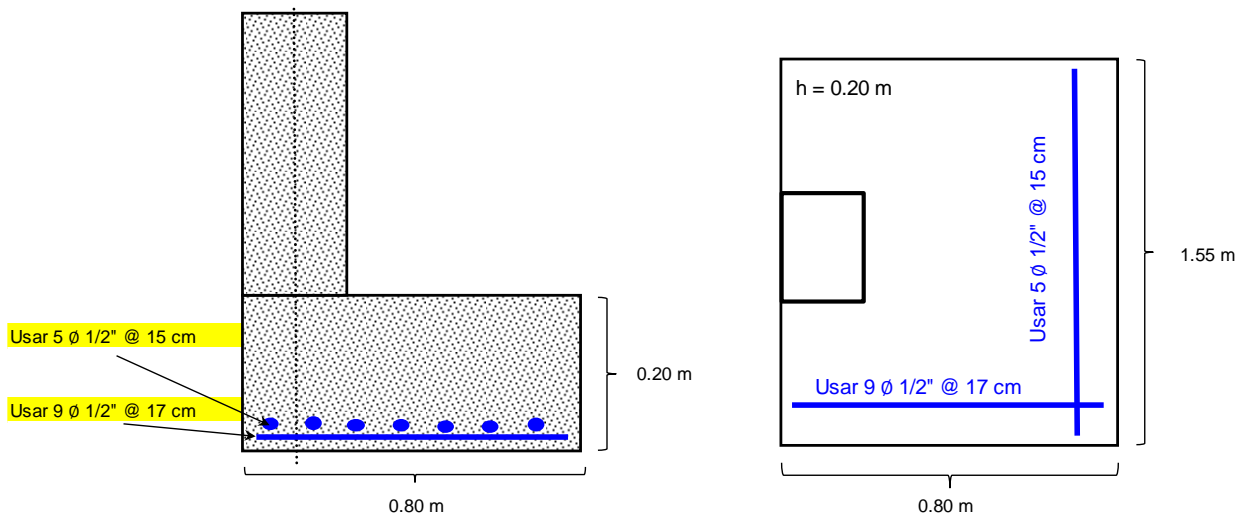
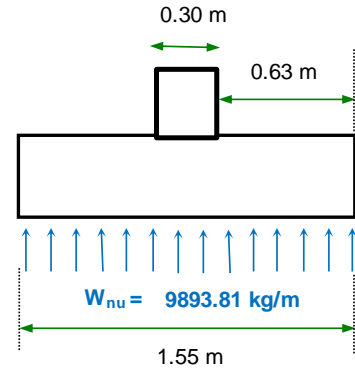
$$\rho_{min} = 0.0018$$

$$A_s = 5.40 \text{ cm}^2$$

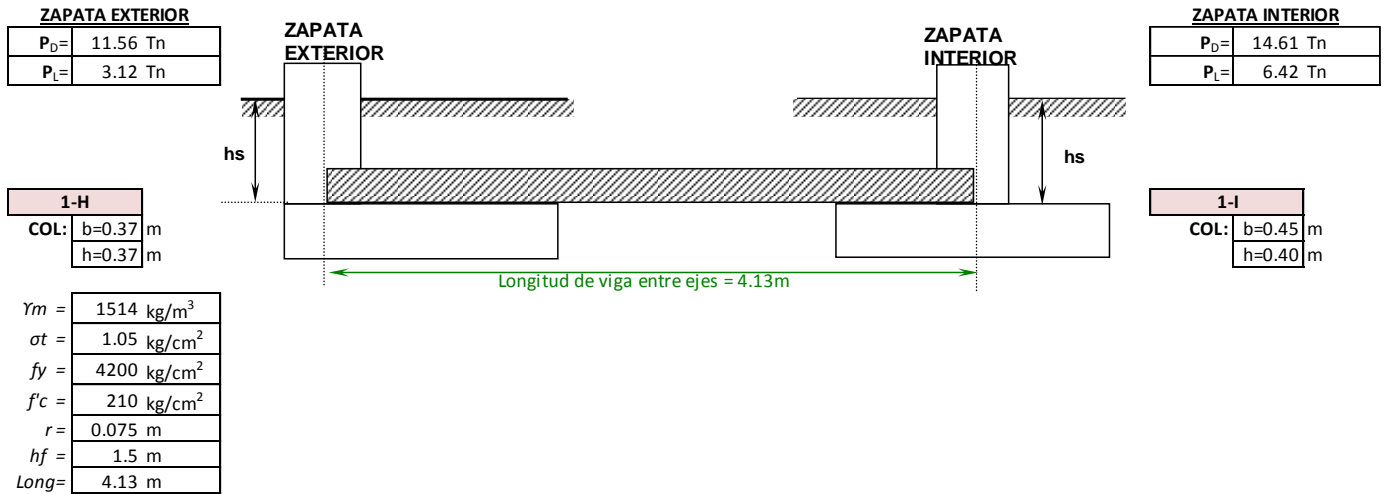
$$A_v = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = 4.26 \rightarrow 5 \text{ varillas}$$

$$\text{Esp. S} = 15.90 \text{ cm} \rightarrow 15 \text{ cm}$$

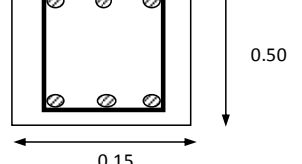


Zapata conectada

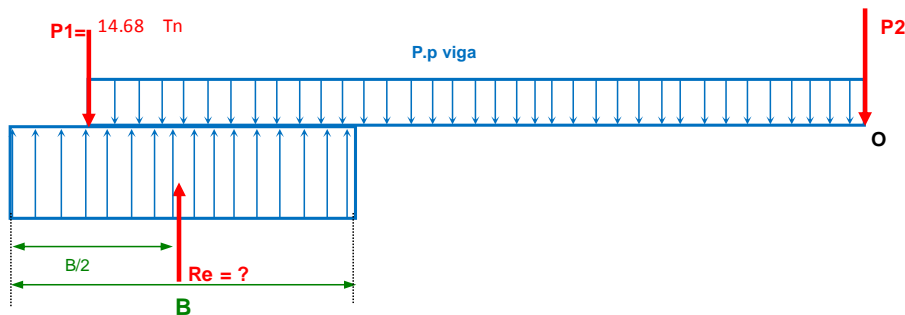


DIMENSIONAMIENTO DE LA VIGA DE CONEXIÓN

VIGA DE CONEXIÓN

$$\left\{ \begin{array}{l} b = \frac{P}{24 L} = \frac{14.68}{24 \times 4.13} = 0.15 \text{ m} \\ h = \frac{L}{8} = \frac{4.13}{8} = 0.52 \text{ m} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{ASUMIMOS} \\ b = 15 \text{ cm} \\ h = 50 \text{ cm} \end{array} \right.$$


Peso propio de Viga = $gc \times b \times h = 0.15 \text{ m} \times 0.50 \times 2.40 = 0.18 \text{ Tn/m}$



ZAPATA EXTERIOR

ASUMIMOS $Re = 1.25 \times P1 = 1.25 \times 14.68 = 18.35 \text{ Tn}$

ASUMIMOS PERALTE DE LA ZAPATA EXTERIOR

ASUMIMOS $t = 40 \text{ cm} \Rightarrow q_e = q_a - g_s \cdot h_s - g_c \cdot h_c = 10.5 - 1.51 \times 1.5 - 2.40 \times 0.4 = 7.27 \text{ Tn/cm}^2$

AREA DE LA ZAPATA $\frac{18.35}{7.27} = 2.52 \text{ m}^2$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA TANTEANDO

$B = 1.12 \text{ m}$ $A = 2.51$
 $L = 2.24 \text{ m}$

PARA ESTAS DIMENSIONES CHEQUEAMOS Re QUE SATISFAGA EL EQUILIBRIO $\sum M_O = 0$

$$Re \cdot (L_{vig} + b_{col}/2 - B/2) - (P1 \cdot L_{vig}) - (P \cdot P_{viga} \cdot L_{vig}^2/2) = 0$$

$$Re \cdot (4.13 + 0.19 - 0.43) - (14.68 \times 4.13) - (0.18 \times 8.53) = 0$$

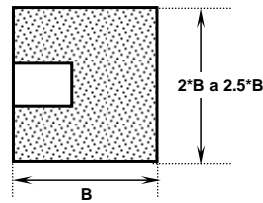
$Re = 15.98 \text{ Ton}$

$$A = \frac{P \cdot 2}{\sigma_n} = \frac{15.98}{7.27} \approx 2.20 \text{ m}^2 \quad \Rightarrow \quad Az = 1.12 \times L$$

$$L = 1.96$$

ASUMIMOS

Zap. Exterior	AREA
B = 0.85m	1.70 m ²
L = 2.00m	

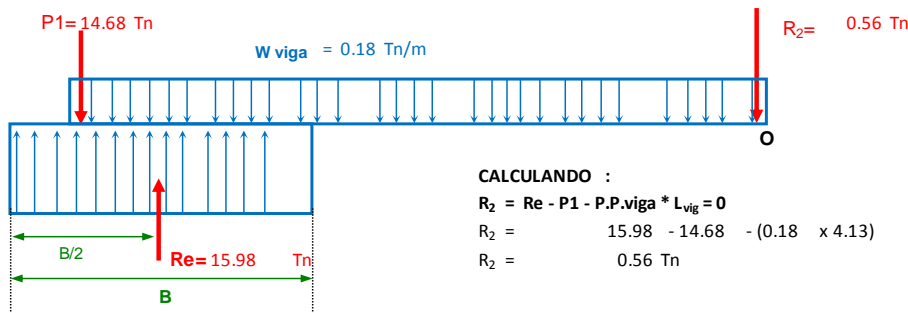


PRESION TOTAL SOBRE LA ZAPATA

Peso propio de zapata = $gc \times B \times L \times t = 2.40 \times 0.85 \times 2.00 \times 0.40 = 1.63 \text{ Ton}$

Se debe verificar $\frac{Re + Ppz}{A} \leq qa \Rightarrow \frac{15.98 + 1.63}{2.52} = 6.98 < 10.50 \dots\dots\dots \text{CUMPLE}$

FINALMENTE TENEMOS EL SIGUIENTE DIAFRAMA DE CARGAS



CALCULANDO :

$$R_2 = Re - P1 - P.P.viga \cdot L_{vig} = 0$$

$$R_2 = 15.98 - 14.68 - (0.18 \times 4.13) = 0.56 \text{ Tn}$$

$$R_2 = 0.56 \text{ Tn}$$

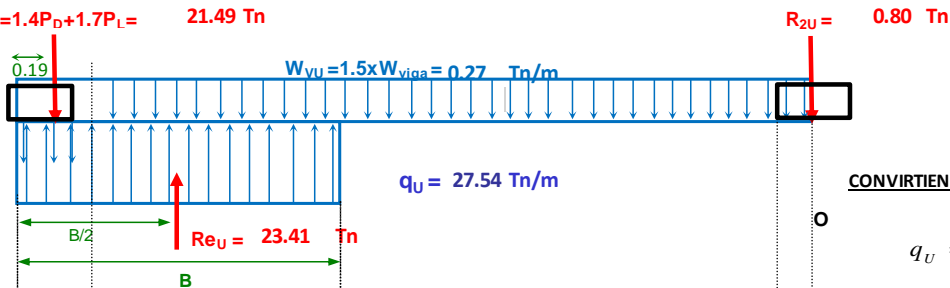
GRAFICO CON FACTORES DE CARGA:

Si $Re_u \cdot (L_{vig} + b_{col}/2 - B/2) - (P1 \cdot L_{vig}) - (P.P.viga \cdot L_{vig}^2/2) = 0$

$$Re_u \cdot (4.13 + 0.19 - 0.43) - (21.49 \times 4.13) - (0.27 \times 8.53) = 0$$

$$Re_u = 23.41 \text{ Tn}$$

$$P_{U1} = 1.4P_D + 1.7P_L = 21.49 \text{ Tn}$$



CONVIERTIENDO RE_U A DISTRIBUIDA:

$$q_U = \frac{Re_U}{B \times L} = \frac{23.41}{1.70} = 13.77 \text{ Tn/m}$$

$$q_U = 13.77 \times 2.00 = 27.54 \text{ Tn/m}$$

DIAGRAMA DE CORTE

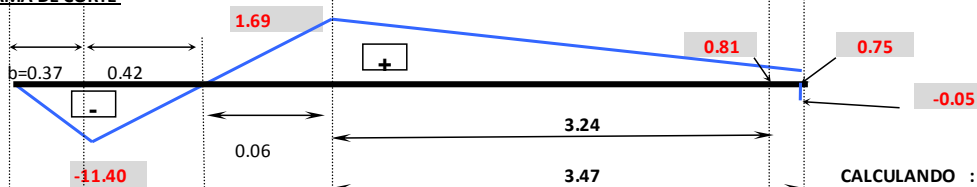


DIAGRAMA DE MOMENTO



CALCULANDO :

$$R_{2U} = Re_U - P_{U1} - W_{VU} \cdot L_{vig} = 0$$

$$R_{2U} = 23.41 - 21.49 - 1.12 = 0.80 \text{ Tn}$$

$$R_{2U} = 0.80 \text{ Tn}$$

COMPARANDO CON EL MOMENTO MAS ALTO
4.7% < 5% OK

CALCULO DEL ACERO PRINCIPAL

MOMENTO NEGATIVO $M_u = 4.49$ Ton-m

ASUMIMOS $a = 4.00$ cm

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times (d - a/2)} = \frac{4.493}{0.9 \times 4200 \left[\begin{array}{c} 40 \\ - 2.00 \end{array} \right]} = 3.13 \text{ cm}^2 ; a = \frac{A_s \times f_y}{\phi \times f_c \times b} = \frac{3.13 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.74 \text{ cm}$$

RECALCULANDO

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times (d - a/2)} = \frac{4.493}{0.9 \times 4200 \left[\begin{array}{c} 40 \\ - 0.37 \end{array} \right]} = 3.00 \text{ cm}^2 ; a = \frac{A_s \times f_y}{\phi \times f_c \times b} = \frac{2.9992 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.71 \text{ cm}$$

$$A_{s_{MIN}} = \frac{0.8 \times \sqrt{f_c} \times b \times d}{f_y} = \frac{0.80 \times \sqrt{210} \times 15 \times 40}{4200} = 1.66 \text{ cm}^2$$

SI $A_s = 1.66 \text{ cm}^2$ \Rightarrow USAMOS $2 \Phi \ 1/2'' + 0 \Phi \ 0'' = 2.53 \text{ cm}^2$

MOMENTO POSITIVO (como no hay momento positivo tomamos la mitad del valor del momento negativo)

$M_u = 2.25$ Ton-m

ASUMIMOS $a = 4.00$ cm

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times (d - a/2)} = \frac{2.25}{0.9 \times 4200 \left[\begin{array}{c} 40 \\ - 2.00 \end{array} \right]} = 1.6 \text{ cm}^2 ; a = \frac{A_s \times f_y}{\phi \times f_c \times b} = \frac{1.56 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.37 \text{ cm}$$

RECALCULANDO

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times (d - a/2)} = \frac{2.25}{0.9 \times 4200 \left[\begin{array}{c} 40 \\ - 0.18 \end{array} \right]} = 1.49 \text{ cm}^2 ; a = \frac{A_s \times f_y}{\phi \times f_c \times b} = \frac{1.4926 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.35 \text{ cm}$$

$$A_{s_{MIN}} = \frac{0.8 \times \sqrt{f_c} \times b \times d}{f_y} = \frac{0.80 \times \sqrt{210} \times 15 \times 40}{4200} = 1.66 \text{ cm}^2$$

SI $A_s = 1.66 \text{ cm}^2$ \Rightarrow USAMOS $2 \Phi \ 1/2'' + 0 \Phi \ 0'' = 2.53 \text{ cm}^2$

CALCULO DE LOS ESTRIBOS

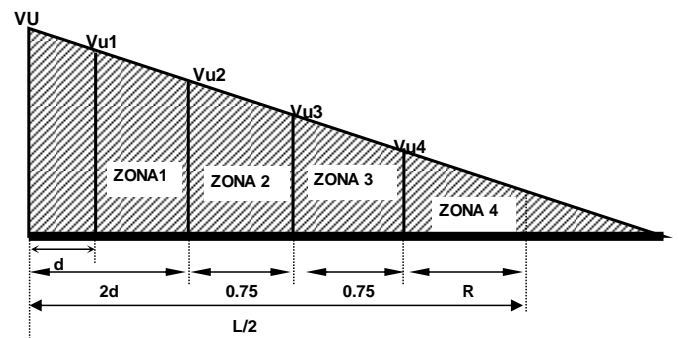
Hallando el corte critico

$$\frac{11.4}{0.42} = \frac{V_u}{0.42 - 0.40} \Rightarrow V_u = 0.49 \text{ Ton}$$

corte maximo que absorbe la seccion propuesta

$$V_{MAX} = \phi \times 2.1 \times \sqrt{f_c} \times b \times d = 0.85 \times 2.10 \times \sqrt{210} \times 15 \times 40 = 14.8 \text{ Ton}$$

Verificando $V_u < V_{MAX}$
 $0.49 < 14.7899$ CUMPLE



CALCULO DEL ESPACIAMIENTO

$$V_c = \phi \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 15 \times 40 = 3.92 \text{ Ton}$$

$$V_s = V_u - V_c = 0.49 - 3.92 = -3.42 \text{ Tn}$$

USAMOS ESTRIBOS DE $F \ \Phi 3/8'' \Rightarrow A_v = 2 \times 0.71 = 1.43 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{\phi \times A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{0.85 \times 1.43 \times 4200 \times 40}{-3.42 \times 1000} = -59.44 \text{ cm}$$

ESPACIAMIENTO MAXIMO

$$V'_u = \phi \times 1.1 \times \sqrt{f'c} \times b \times d = 0.85 \times 1.10 \times \sqrt{210} \times 15 \times 40 = 8.13 \text{ Ton}$$

VERIFICACION DEL ESPACIAMIENTO "S" ENTRE ESTRIBOS

$$S_{\max} = \begin{cases} \text{Si } Vu < V'_u = \phi \times 1.1 \times \sqrt{f'c} \Rightarrow S_{\max} = \frac{d}{2} \\ \text{Si } Vu > V'_u = \phi \times 1.1 \times \sqrt{f'c} \Rightarrow S_{\max} = \frac{d}{4} \end{cases} \Rightarrow 8.13 > 0.49 \Rightarrow S = \frac{40}{2} = 20.00 \text{ cm}$$

TOMAMOS EL MENOR ESPACIAMIENTO S =

ASUMIMOS **S = 20cm**

POR SISMO L = Longitud de desarrollo

$$L_d = 2 \times d = 2 \times 40.0 = 80 \text{ cm}$$

$$S = \begin{cases} 8 * dv = 20.32 \text{ cm} \\ d/4 = 10.00 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} : 30.00 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow 30 \text{ cm} < 80 \text{ cm} \dots \text{BIEN}$$

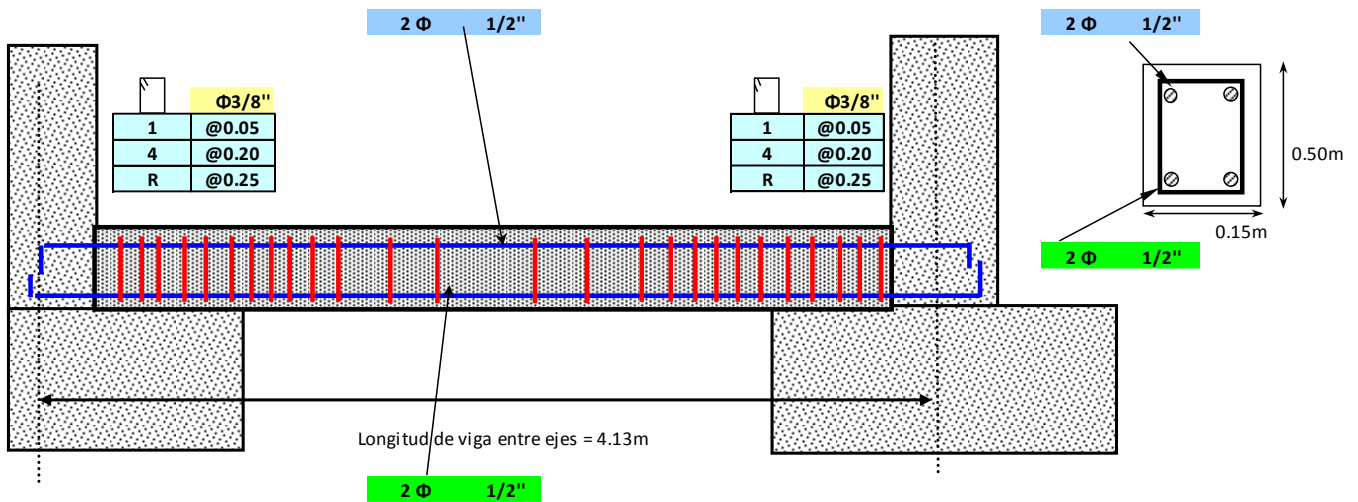
NUMERO DE ESTRIBOS

$$\# = \frac{80 \text{ cm}}{20} = 4$$

USAR ESTRIBOS

Φ3/8"	1	@0.05	m
	4	@0.20	m
	R	@0.25	m

ARMADO FINAL DE LA VIGA DE CONEXION



DISEÑO DE ZAPATA EXTERIOR

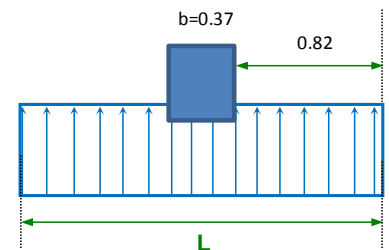
$$W_{eu} = \frac{R_{eu}}{B} = \frac{23.41}{2.00 \text{ m}} = 11.71 \text{ Ton/m} \Rightarrow M_{u\max} = 11.71 \times \frac{(0.82)^2}{2} = 3.89 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = \phi * f'c * b * d^2 * w * (1 - 0.59 w) \quad w = \rho \frac{f_y}{f'c} \quad \rho = 0.004$$

$$388755.97 = 0.90 \times 210 \times b \times d^2 \times 0.08 \times (1.00 - 0.59 \times 0.08)$$

$$b = 85 \text{ cm} \Rightarrow d = 31.58 \text{ cm}$$

$$\text{USAR } h=50 \text{ cm} \quad d = 50 - (7.50 + 1.91 / 2) = 41.55 \text{ cm}$$



DISEÑO POR CORTE

$$Vud = Weu (lv - d) = 11.71 (0.82 - 0.42) = 4.68 \text{ Ton}$$

$$Vn = \frac{Vud}{\phi} = 6.24 \text{ Ton}$$

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d = 2.71 \text{ Ton} \quad \dots\dots\dots\text{CONFORME}$$

DISEÑO POR FLEXION

ASUMIMOS $a=4.00 \text{ cm}$

$$As = \frac{M_u}{\phi \times fy \times (d - a/2)} = \frac{388755.97}{0.9 \times 4200 (41.55 - 2.00)} = 2.60 \text{ cm}^2 ; a = \frac{As \times fy}{\phi \times fc \times b} = \frac{2.60 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 85} = 0.72 \text{ cm}$$

RECALCULANDO

$$As = \frac{M_u}{\phi \times fy \times (d - a/2)} = \frac{388755.97}{0.9 \times 4200 (41.55 - 0.36)} = 2.50 \text{ cm}^2 ; a = \frac{As \times fy}{\phi \times fc \times b} = \frac{2.50 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 85} = 0.69 \text{ cm}$$

$$As_{MIN} = \frac{0.8 \times \sqrt{fc} \times b \times d}{fy} = \frac{0.80 \times \sqrt{210} \times 85 \times 42}{4200} = 9.75 \text{ cm}^2$$

Si $As = 9.75 \text{ cm}^2$ \rightarrow USAMOS

5 Φ	3/4"	+ 0 Φ	0 "	=14.25 cm^2
----------	------	------------	-----	----------------------

$As = 9.75 \text{ cm}^2$
 $Av = 2.85 \text{ cm}^2$
 $\# \text{ var} = 3.42 \rightarrow 4 \text{ varillas}$
 $\text{Esp. S} = 27.60 \text{ cm} \rightarrow 27 \text{ cm}$

Refuerzo Transversal

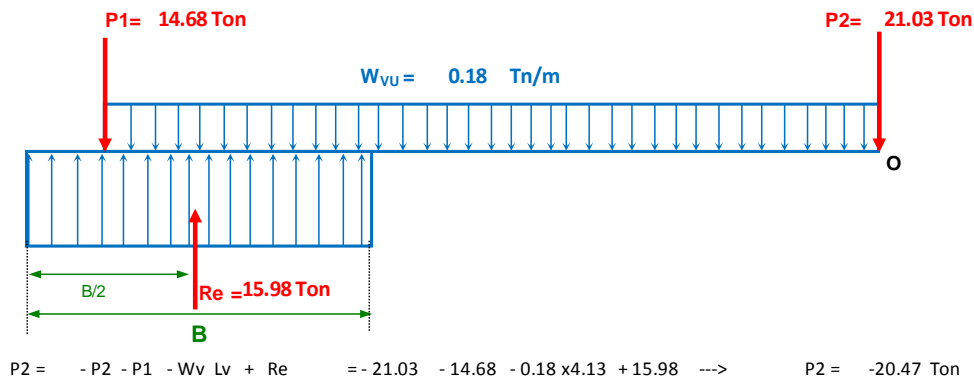
$$A_{temp} = 0.0018 \text{ b t} \quad A_{temp} = 0.0018 \times 200 \times 37.00 = 13.32 \text{ cm}^2$$

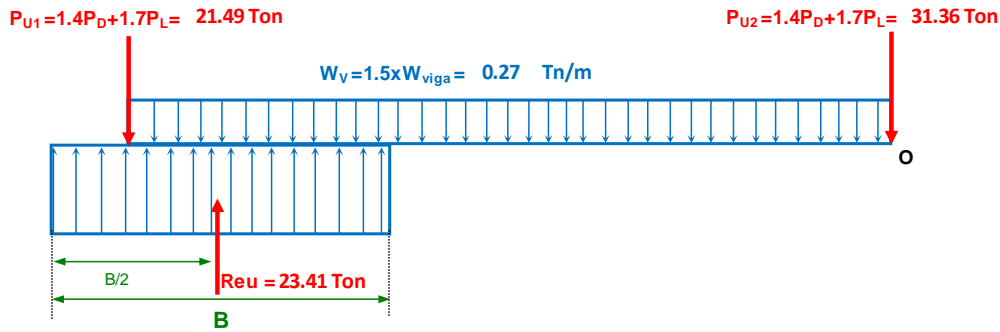
Si $As = 13.32 \text{ cm}^2$ \rightarrow USAMOS

7 Φ	5/8"	+ 0 Φ	0 "	=13.86 cm^2
----------	------	------------	-----	----------------------

$As = 13.320 \text{ cm}^2$
 $Av = 1.98 \text{ cm}^2$
 $\# \text{ var} = 6.73 \rightarrow 7 \text{ varillas}$
 $\text{Esp. S} = 33.00 \text{ cm} \rightarrow 33 \text{ cm}$

DISEÑO DE ZAPATA INTERIOR





$$Pe2 = -Pu2 - Pu1 - Wuv Lv + Re = -31.36 - 21.49 - 0.27 \times 4.13 + 23.41 \rightarrow Pe2 = -30.56 \text{ Ton}$$

AREA DE LA ZAPATA

$$A = \frac{P^2}{\sigma n} = \frac{20.47}{7.27} = 2.82 \text{ m}^2$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

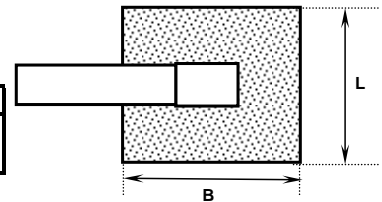
TANTEANDO

$$B = 1.68 \text{ m}$$

$$L = 1.68 \text{ m}$$

$$A = 2.82 \text{ ASUMIMOS}$$

Zap. Exterior	AREA
B = 1.70m	2.89 m ²
L = 1.70m	



$$Weu = \frac{Pe2}{Az} = \frac{30.56}{2.82 \text{ m}} = 10.85 \text{ Ton/m}$$

$$Mumax = 10.85 \times 4.13 \times \frac{(0.63)^2}{2} = 8.75 \text{ Ton-m}$$

$$Mu = \phi * f'c * b * d^2 * w * (1 - 0.59 w)$$

$$w = \rho \frac{fy}{f'c} \quad \rho = 0.004$$

$$w = 0.08$$

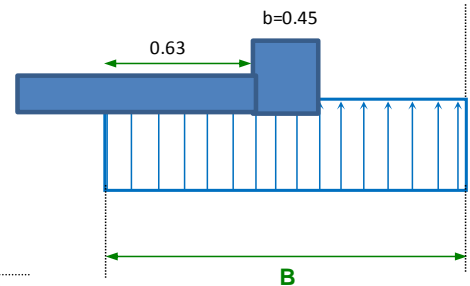
$$875259.26 = 0.90 \times 210 \times b \times d^2 \times 0.08 \times (1.00 - 0.59 \times 0.08)$$

$$b = 170 \text{ cm}$$

$$d = 33.51 \text{ cm}$$

$$\text{USAR } h=50 \text{ cm} \quad d = \frac{50 - (7.50 + 1.90)}{2}$$

$$d = 41.55 \text{ cm}$$



VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO

$$Vu = Pe2 - Weu * m * n$$

$$m = 1.28 \text{ m}$$

$$n = 0.82 \text{ m}$$

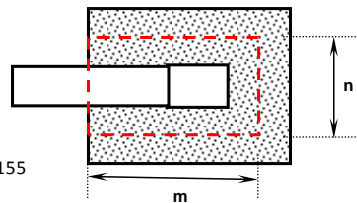
$$Vu = 30.5628 - 10.850671726644 \times 1.28 \times 0.8155$$

$$Vu = 19.24 \text{ Ton}$$

$$bo = 2m + n \quad bo = 3.38 \text{ m}$$

$$Vn = \frac{Vu}{\phi} = 25.65 \text{ Ton}$$

$$Vc = 1.06 \times \sqrt{f'c} \times bo \times d = 26.54 \text{ Ton} \dots \text{CONFORME}$$



DISEÑO POR CORTE

$$Vud = Weu * L * (lv - d) = 10.85 \times 1.70 \times (1.41 - 0.42) = 18.31 \text{ Ton}$$

$$Vn = \frac{Vud}{\phi} = 24.42 \text{ Ton}$$

$$Vc = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d = 27.13 \text{ Ton} \dots \text{CONFORME}$$

DISEÑO POR FLEXION

ASUMIMOS a=4.00 cm

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times (d - a/2)} = \frac{875259.26}{0.9 \times 4200 (41.55 - 2.00)} = 5.85 \text{ cm}^2 ; a = \frac{A_s \times f_y}{\phi \times f_c \times b} = \frac{5.85 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 170} = 0.81 \text{ cm}$$

RECALCULANDO

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times (d - a/2)} = \frac{875259.26}{0.9 \times 4200 (41.55 - 0.41)} = 5.63 \text{ cm}^2 ; a = \frac{A_s \times f_y}{\phi \times f_c \times b} = \frac{5.63 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 170} = 0.78 \text{ cm}$$

$$A_{s_{MIN}} = \frac{0.8 \times \sqrt{f_c} \times b \times d}{f_y} = \frac{0.80 \times \sqrt{210} \times 170 \times 0}{4200} = 0.00 \text{ cm}^2$$

Si $A_s = 5.63 \text{ cm}^2$ \rightarrow **USAMOS** 5 Φ 1/2" + 0 Φ 0 " = 6.33 cm^2

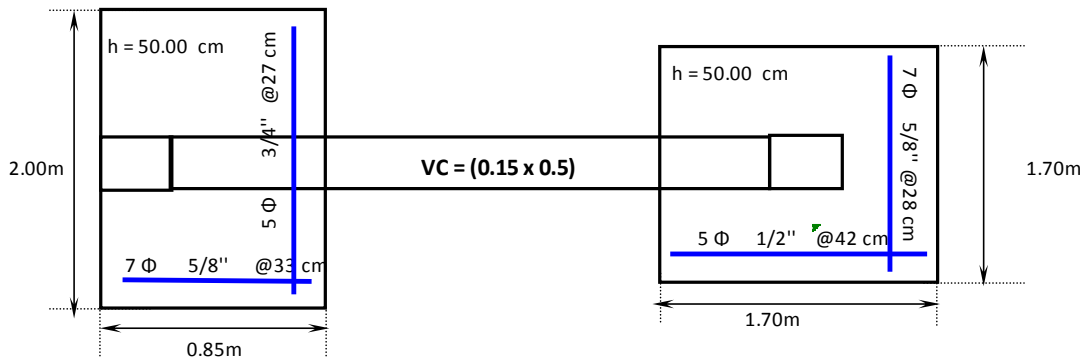
$A_s = 5.63 \text{ cm}^2$
 $A_v = 1.27 \text{ cm}^2$
 # var = 4.43 \rightarrow 5 varillas
 Esp. S = 42.10 cm \rightarrow 42 cm

Refuerzo Transversal

$$A_{stemp} = 0.0018 \times b \times t \quad A_{stemp} = 0.0018 \times 170 \times 40.00 = 12.24 \text{ cm}^2$$

Si $A_s = 12.24 \text{ cm}^2$ \rightarrow **USAMOS** 7 Φ 5/8" + 0 Φ 0 " = 13.86 cm^2

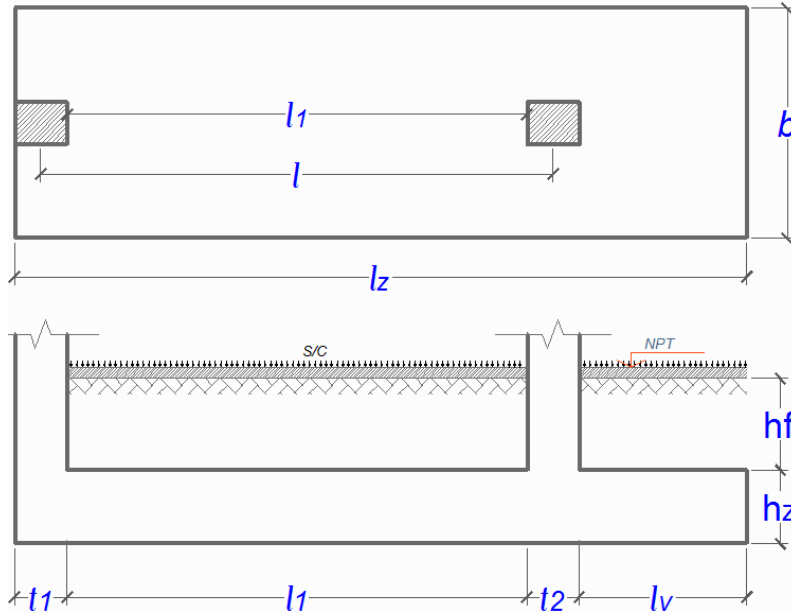
$A_s = 12.240 \text{ cm}^2$
 $A_v = 1.98 \text{ cm}^2$
 # var = 6.18 \rightarrow 7 varillas
 Esp. S = 28.00 cm \rightarrow 28 cm



Zapata combinada

Columna Izquierda		Columna Derecha		Cimentación	
1-H		1-I			
Pd = 11560 Kg		Pd = 11560 Kg		hf = 1.50 m	
PI = 3123 Kg		PI = 6418 Kg		S/C = 400 Kg/m ²	
t1 = 0.37 m		t1 = 0.45 m		hc = 0.15 m	
t2 = 0.37 m		t2 = 0.40 m		Ym = 1514 Kg/m ³	
fc = 280 Kg/m ²		fc = 280 Kg/m ²		σt = 1.05 Kg/m ²	
				fc = 210 Kg/m ²	
				fy = 4200 Kg/m ²	

$l1 = 4.13 \text{ m}$



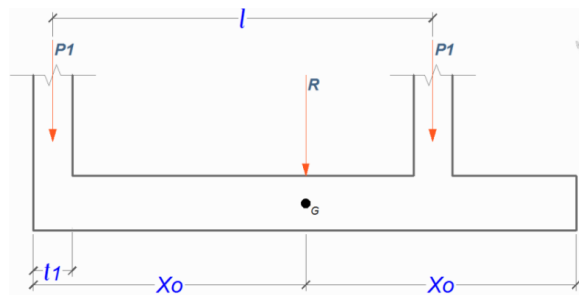
1° Esfuerzo Neto del Terreno

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_{pom} \cdot h_f - h_c \cdot \gamma_c - S/C$$

$\sigma_n = 0.75 \text{ Kg/cm}^2$

2° Area de la Zapata $A_{zap} = \frac{P_T}{\sigma_n}$

- Pt = 32661 Kg
- Azap = 43548 cm²
- Xo = 2.68 m
- Lz = 5.36 m → 5.4 m
- lv = 0.45 m
- b = 80.644 cm → 80 cm



3° Reacción Neta del Terreno

$$W_{NU} = \frac{P_{1U} + P_{2U}}{Lz}$$

$$W_{nu} = \frac{W_{NU}}{b}$$

• Por Unidad de Longitud

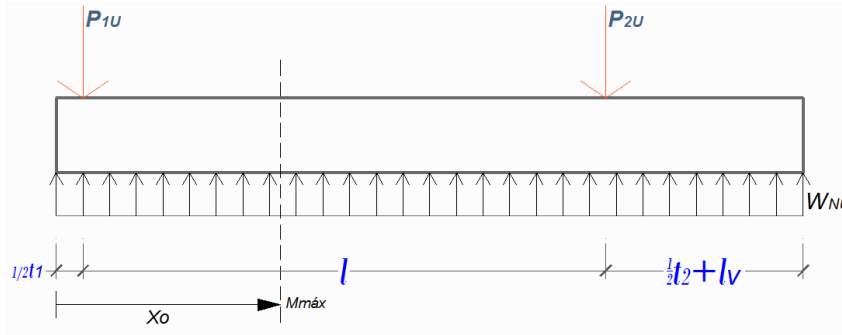
• Por Unidad de Area

- P1u = 22961 Kg
- P2u = 28892 Kg
- WNU = 9602.6 Kg/m

- WNU = 9602.556 Kg/m
- b = 80 cm
- Wnu = 1.2 Kg/cm²

4° Dimensionamiento de la Altura hz de la Zapata

Para una Cuantía $\rho = 0.0036$ $\phi = 0.9$
 $\rho_{min} = 0.0018$



$$V_z = -P_{1U} + W_{NU} \cdot X_0 = 0$$

$$M_{m\acute{a}x} = W_{NU} \cdot \frac{X_0^2}{2} - P_{1U} \cdot \left(X_0 - \frac{l_1}{2} \right)$$

$$M_U = \phi \cdot \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y \cdot \left(1 - 0.59 \cdot \rho \right)$$

$$\begin{aligned} X_0 &= 2.391 \text{ m} \\ M_{m\acute{a}x} &= -23205 \text{ Kg-m} \\ d &= 47.18 \text{ cm} \\ h_z &= 55.95 \text{ cm} \longrightarrow h_z = 55 \text{ cm} \end{aligned}$$

Peralte Efectivo en Tramo Interior

Recubrimiento $r = 7.5 \text{ cm}$
 Varillas a Usar $\phi: 1/2''$ Interior

$d = 46.865 \text{ cm}$ Interior

Peralte Efectivo en Voladizo

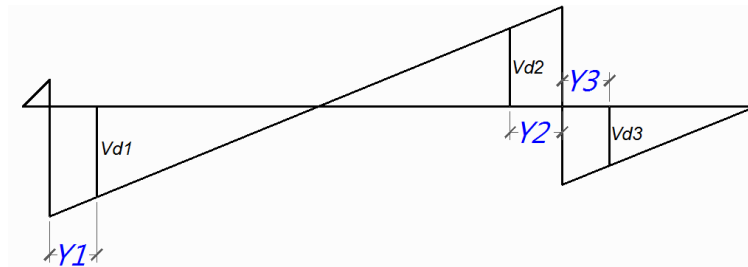
Recubrimiento $r = 7.5 \text{ cm}$
 Varillas a Usar $\phi: 1/2''$ Voladizo

$d = 46.87 \text{ cm}$ Voladizo

5° Verificaciones

• Por Cortante

$\phi = 0.85$



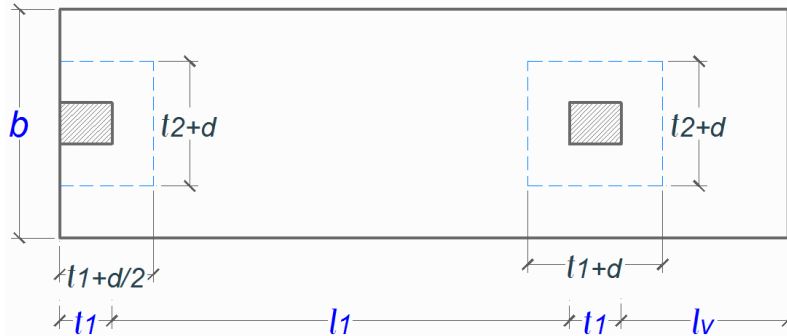
$$\begin{aligned} Y1 &= 0.654 \text{ m} \longrightarrow & Vd1 &= 14904.9 \text{ Kg} \\ Y2 &= 0.694 \text{ m} \longrightarrow & Vd2 &= 15746.5 \text{ Kg} \\ Y3 &= 0.694 \text{ m} \longrightarrow & Vd3 &= 182.449 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad V_u = 15746.5 \text{ Kg} \quad V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_n = 18525.3 \text{ Kg} \quad V_c = 28795 \text{ Kg}$$

$V_n < V_c \dots\dots\dots(\text{Conforme})$

• Por Punzonamiento $\phi = 0.85$



$$V_{U1} = P_{1U} - W_{nu} \cdot \left(t_1 + \frac{d}{2}\right) \cdot (t_2 + d) \quad \Delta \quad V_{U2} = P_{U2} - W_{nu} \cdot (t_1 + d) \cdot (t_2 + d)$$

$$V_c \leq \begin{cases} 0.27 \cdot \left(2 + \frac{4}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d \\ 0.27 \cdot \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d \\ 1.06 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d \end{cases}$$

a) Columna Exterior

$$V_u = 18578.9 \text{ Kg} \quad \longrightarrow \quad V_n = 21858 \text{ Kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{c1} = 88016.33 \text{ Kg} \\ V_{c2} = 287144.1 \text{ Kg} \\ V_{c3} = 57590.93 \text{ Kg} \end{array} \right\} V_c = 57590.9 \text{ Kg}$$

$V_n < V_c \dots\dots\dots(\text{Conforme})$

b) Columna Interior

$$V_u = 19315.5 \text{ Kg} \quad \quad \quad V_n = 22724 \text{ Kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{c1} = 81505.3 \text{ Kg} \\ V_{c2} = 373155.7 \text{ Kg} \\ V_{c3} = 57597.08 \text{ Kg} \end{array} \right\} V_c = 57597.1 \text{ Kg}$$

$V_n < V_c \dots\dots\dots(\text{Conforme})$

6° **Diseño por Flexión**

$\phi = 0.9$

$$\rho = \frac{M_U}{b \cdot d^2} \quad \rho = \frac{100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y - \sqrt{(100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y)^2 - 23600 \cdot \phi \cdot R_U \cdot f'_c \cdot f_y^2}}{118 \cdot \phi \cdot f_y^2}$$

• Refuerzo Superior

$M_u = 23204.51 \text{ Kg-m}$	$A_s = 13.69 \text{ cm}^2$	
$R_u = 13.21 \text{ Kg/cm}^2$	$A_v = 1.27 \text{ cm}^2$	
$\rho = 0.003652$	$\# \text{ var} = 10.78 \rightarrow$	11 Varillas
$p_{min} = 0.0018$	$\text{Esp. S} = 7.1 \rightarrow$	7 cm

Usar 11 ϕ 1/2" @ 7 cm

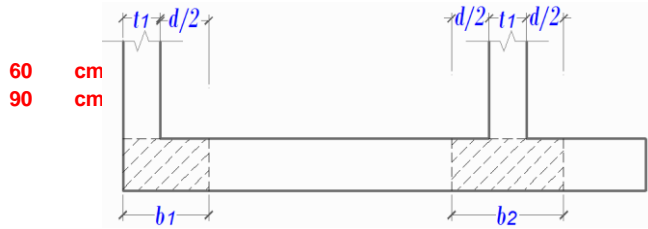
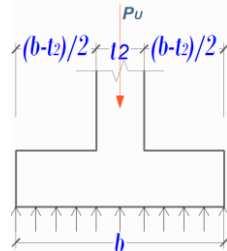
• Refuerzo Inferior

$M_u = 972.2588 \text{ Kg-m}$	$A_s = 6.75 \text{ cm}^2$	
$R_u = 0.55 \text{ Kg/cm}^2$	$A_v = 1.27 \text{ cm}^2$	
$\rho = 0.00015$	$\# \text{ var} = 5.31 \rightarrow$	6 Varillas
$p_{min} = 0.0018$	$\text{Esp. S} = 14.2 \rightarrow$	14 cm

Usar 6 ϕ 1/2" @ 14 cm

7° Diseño en Dirección Transversal

b1 = 60.43 cm →
b2 = 91.87 cm →



$$q_{NU} = \frac{P_U}{b} \quad M_U = \frac{q_{NU} \cdot \left(\frac{b-t_2}{2}\right)^2}{2}$$

• Zapata Exterior

qNU = 28702 Kg/m
Mu = 663.37 Kg-m
Ru = 0.5 Kg/cm2
ρ = 0.0001
pmin = 0.0018
As = 5.06 cm2
As min = 5.25 cm2

Diámetro de Varilla ϕ 1/2"
Av = 1.27 cm2
var = 3.98 → 4 Varillas
Esp. S = 14.6 cm → 14 cm

Usar 4 ϕ 1/2" @ 14 cm

S = 36 · ϕ

• Zapata Interior

qNU = 36116 Kg/m
Mu = 722.31 Kg-m
Ru = 0.37 Kg/cm2
ρ = 1E-04
pmin = 0.0018
As = 7.59 cm2
As min = 5.25 cm2

Diámetro de Varilla ϕ 1/2"
Av = 1.27 cm2
var = 5.98 → 6 Varillas
Esp. S = 14.7 cm → 14 cm

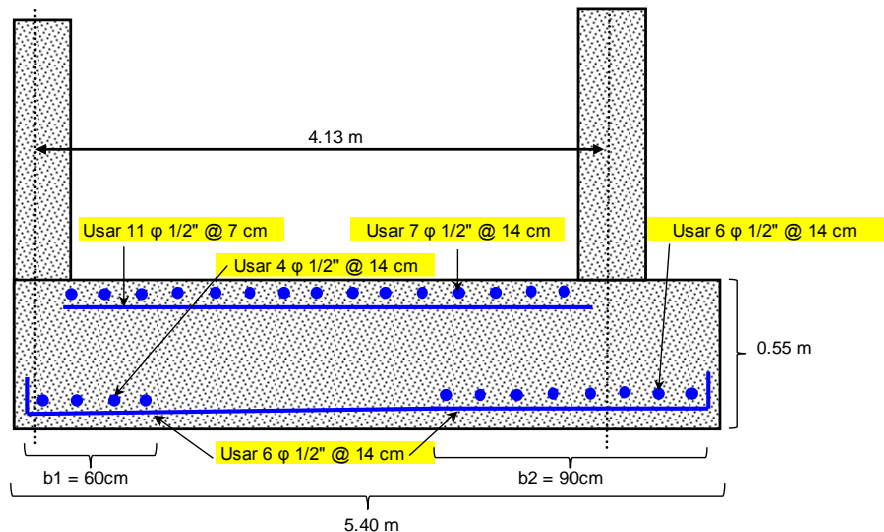
Usar 6 ϕ 1/2" @ 14 cm

9° Acero de repartición

Asr = 6.56 cm2

Diámetro de Varilla ϕ: 1/2"
Av = 1.27 cm2
var = 5.17 → 7 Varillas
Esp. S = 14 cm → 14 cm

Usar 7 ϕ 1/2" @ 14 cm



Losa de cimentación

$$H > \frac{(1.6 * L - 1)}{10}$$

Donde :

- H:** Peralte de losa de cimentación
- L:** Distancia media entre columnas

Distancia entre columnas 3.025

L: 1.51

H 0.14

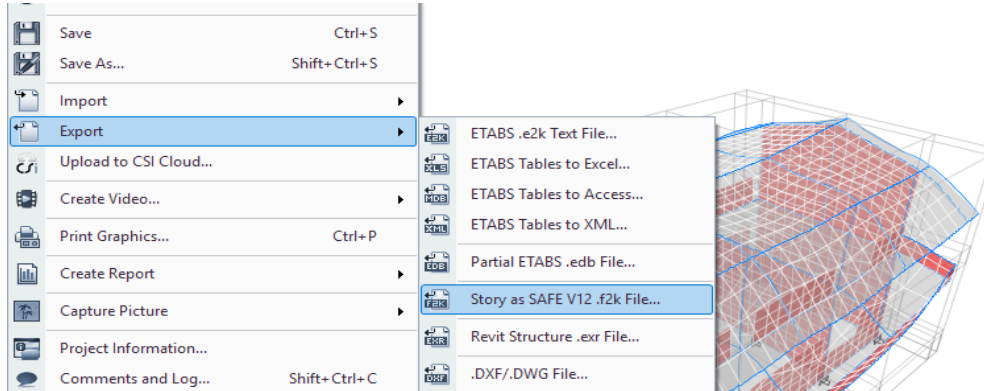
Considerando dimensión de anclaje de columna y losa

H 0.30

ANEXO N° 5: Exportación e importación en SAFE

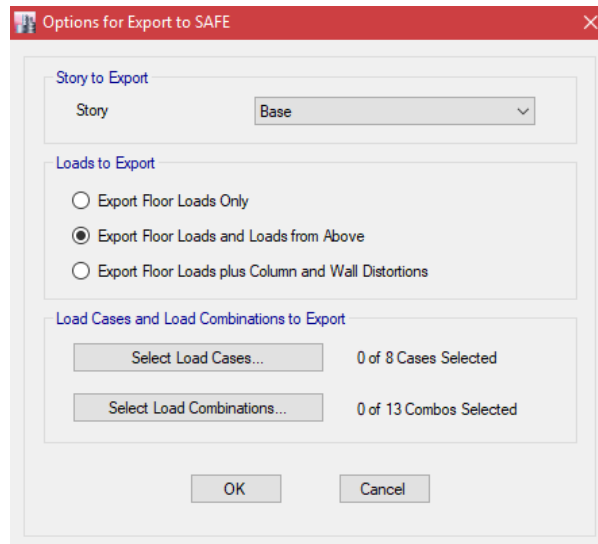
Exportacion para SAFE

Figura N° 84: Exportación a SAFE.



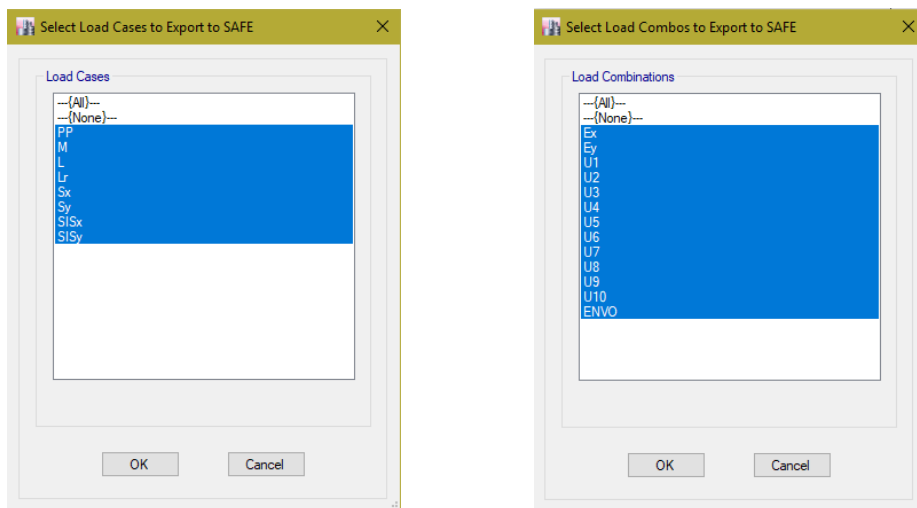
Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 85: Exportación a SAFE.



Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

Figura N° 86: Exportación a SAFE.



Fuente: Obtenida mediante Software ETABS 2016 versión 16.02.

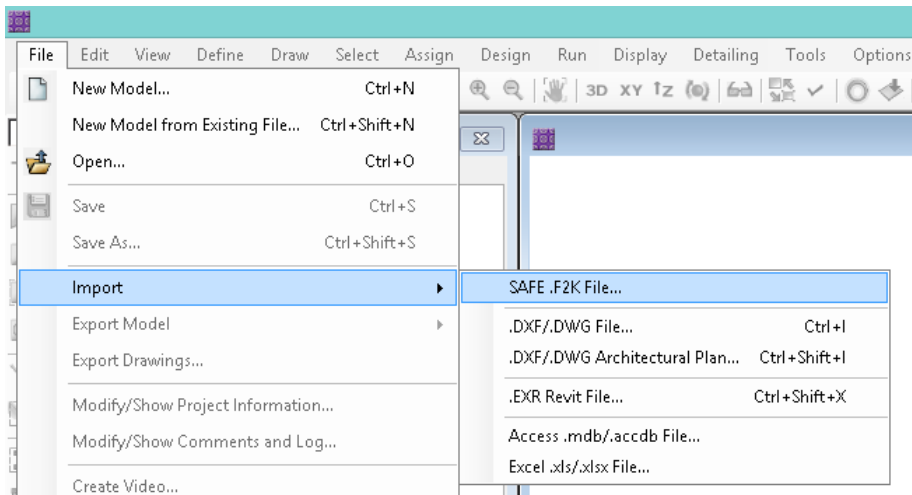
Importación en SAFE

Figura N° 87: Programa SAFE 2016.



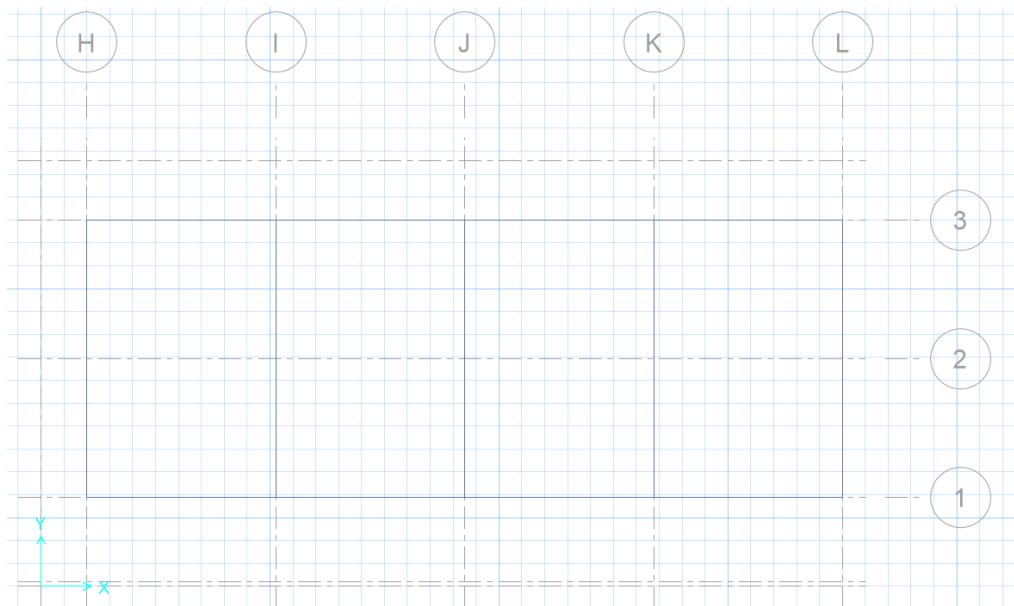
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 88: Definición de materiales.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 89: Puntos exportados de ETABS a SAFE.

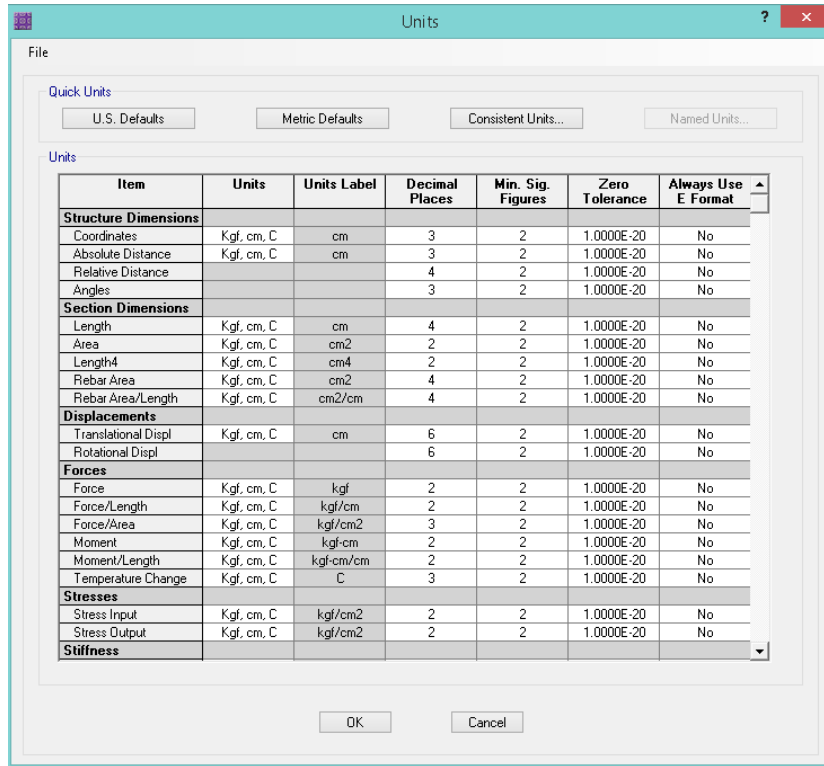


Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

ANEXO N° 6: Modelamiento en SAFE 2016 versión 16.0.1.

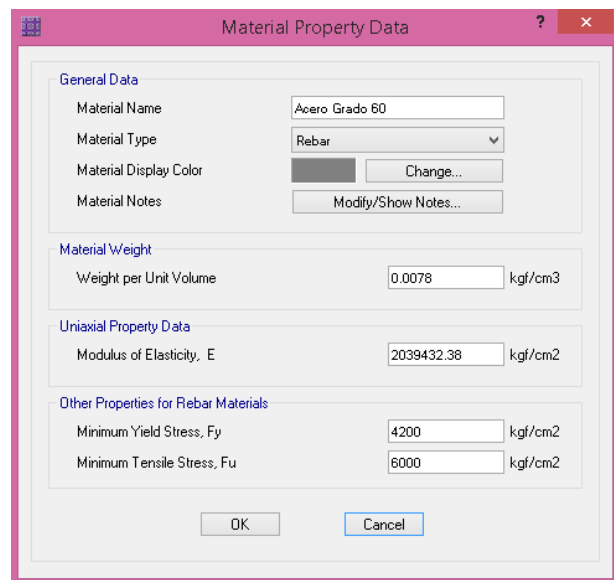
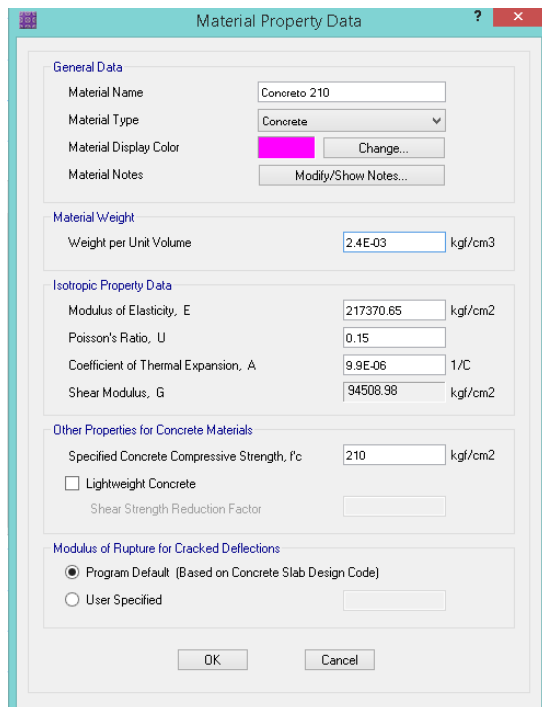
Configuración y dibujo

Figura N° 90: Configuración de unidades.



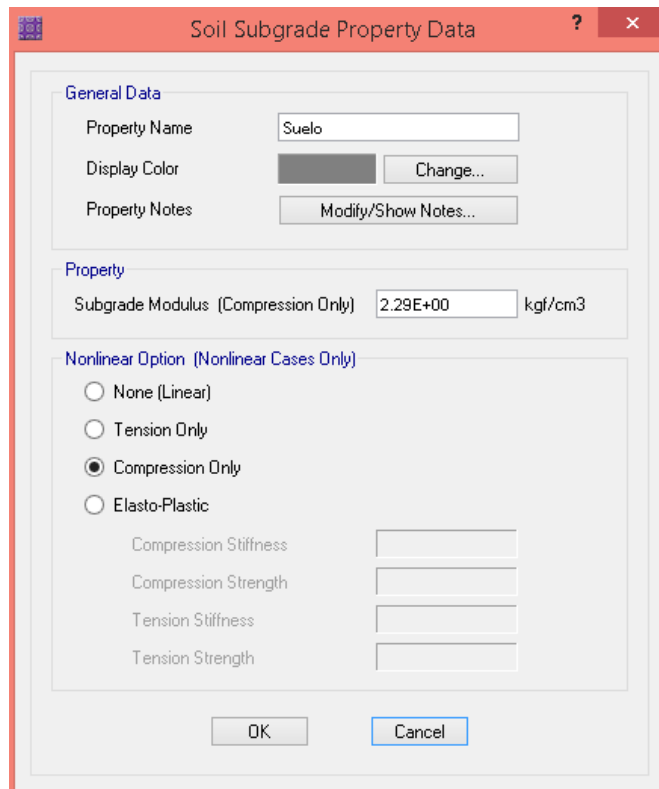
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 91: Configuración de materiales.



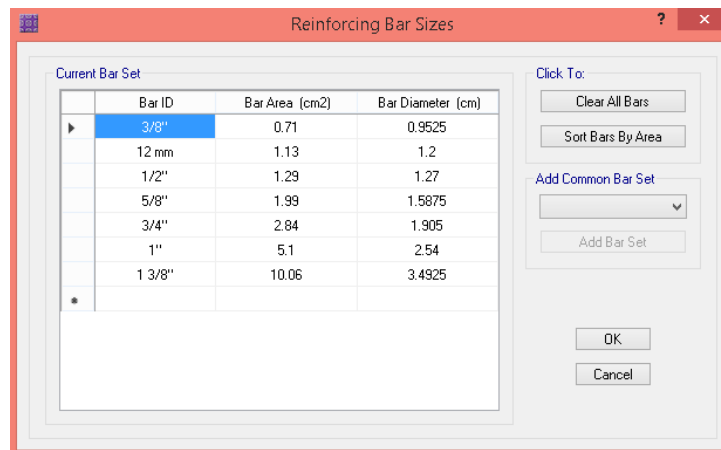
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 92: Configuración del suelo.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 93: Configuración de las barras de refuerzo.

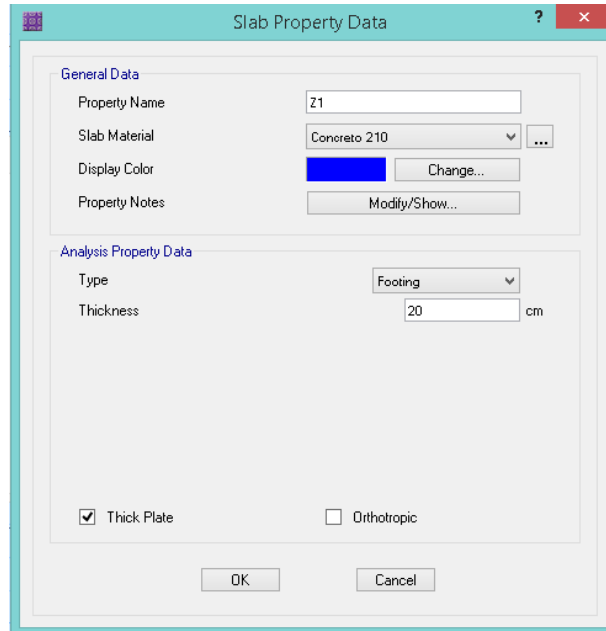


Bar ID	Bar Area (cm ²)	Bar Diameter (cm)
3/8"	0.71	0.9525
12 mm	1.13	1.2
1/2"	1.29	1.27
5/8"	1.99	1.5875
3/4"	2.84	1.905
1"	5.1	2.54
1 3/8"	10.06	3.4925

Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

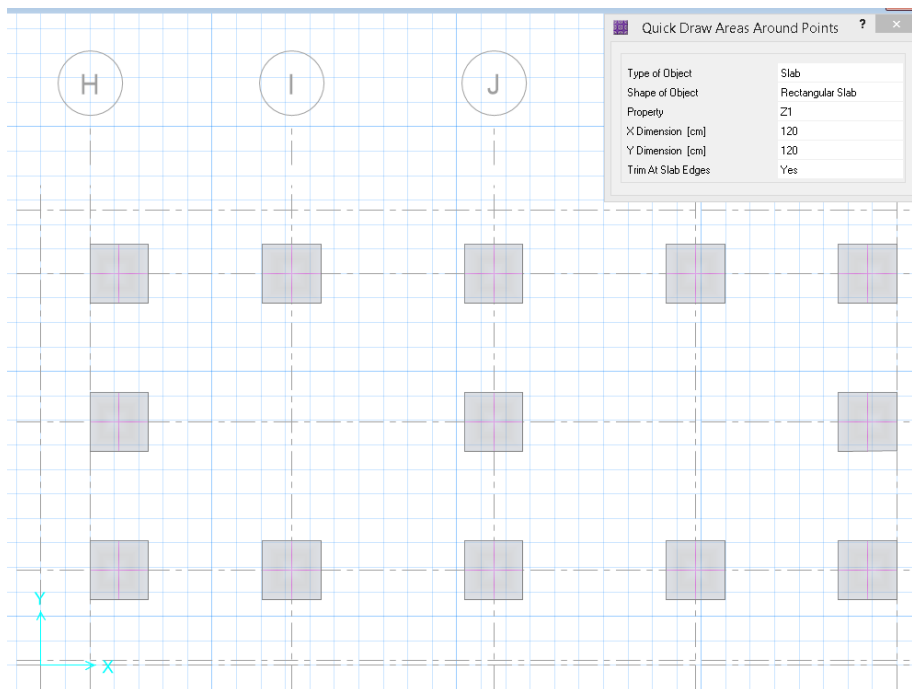
ZAPATA AISLADA

Figura N° 94: Creación de elementos estructurales.



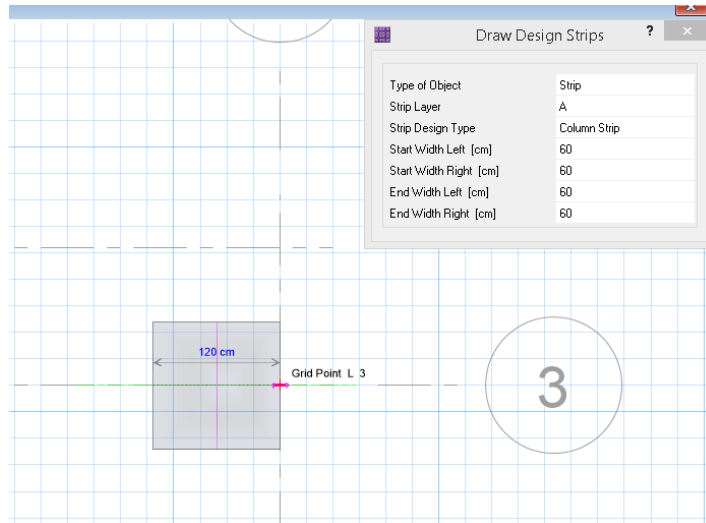
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 95: Dibujo de zapatas.



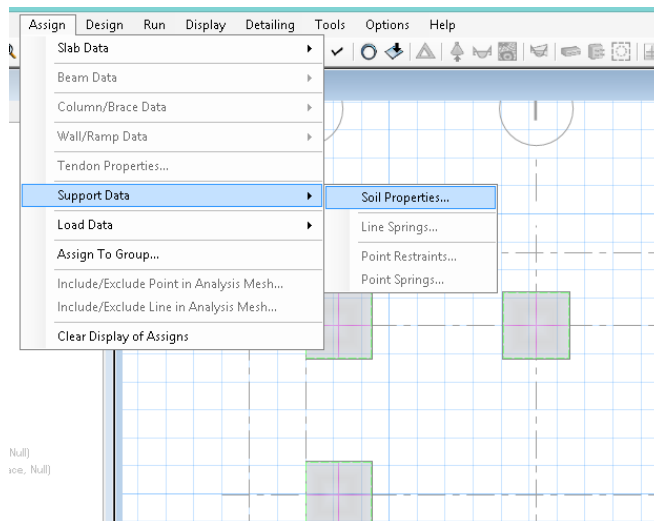
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 96: Dibujo de reforzamiento.



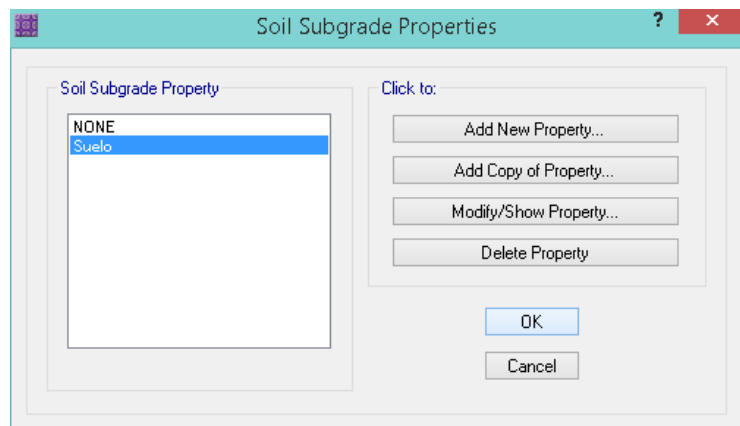
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 97: Aplicación de suelo.



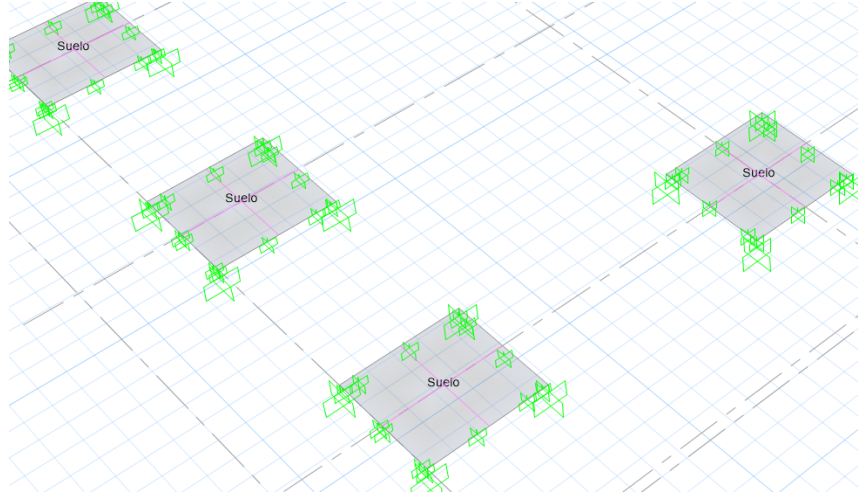
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 98: Aplicación de suelo.



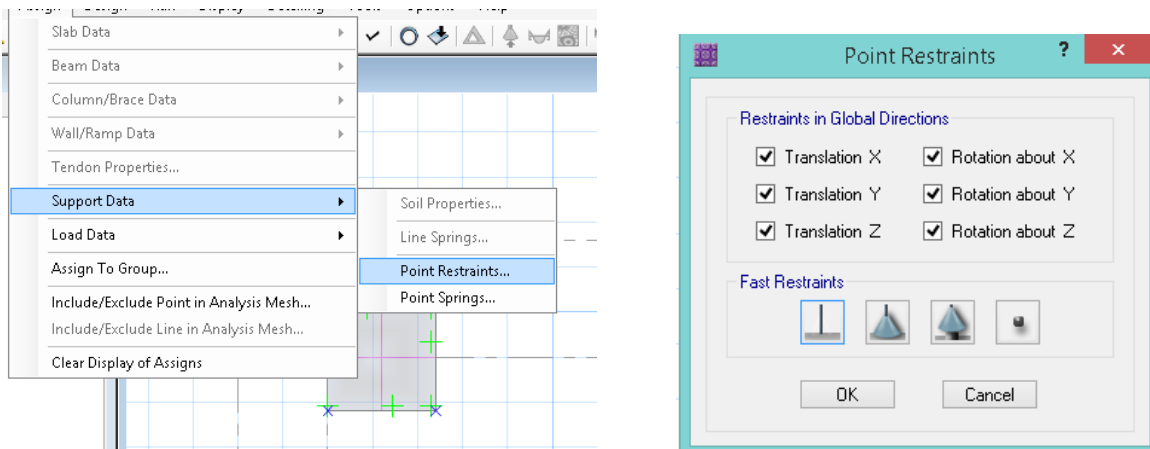
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 99: Aplicación de suelo.



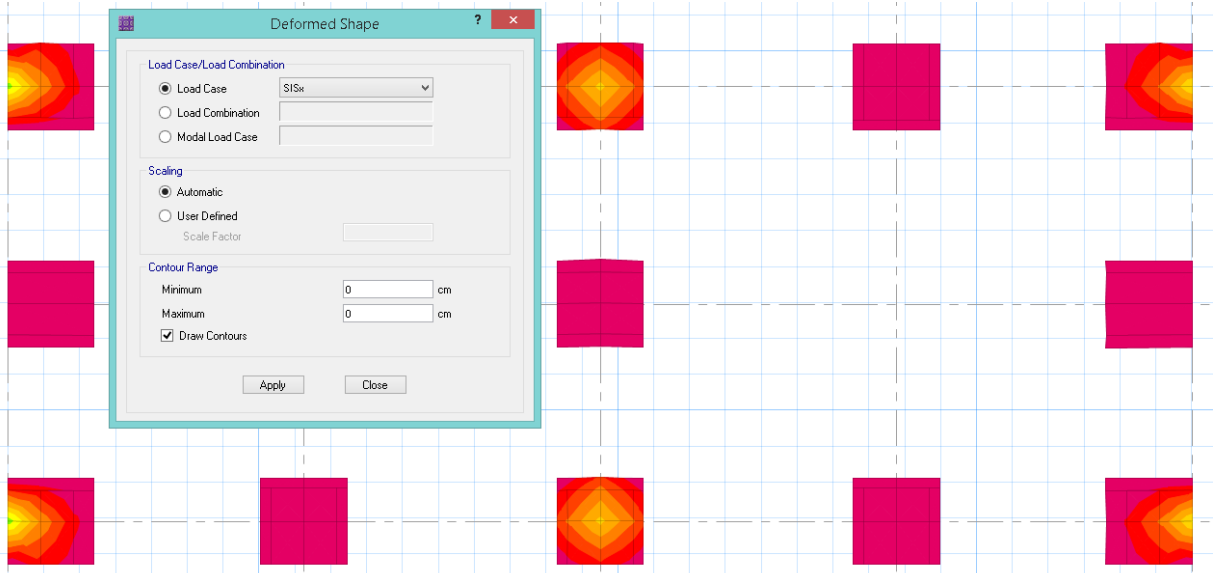
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 100: Aplicación de restricciones



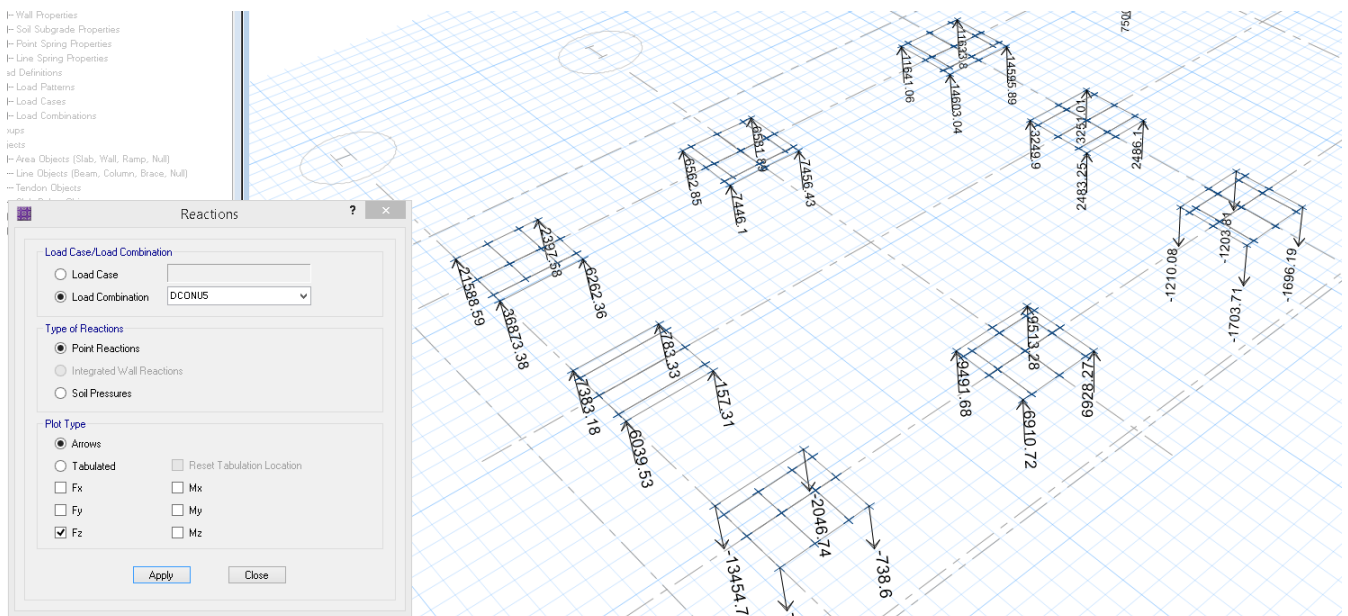
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 101: Asentamiento diferencial.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

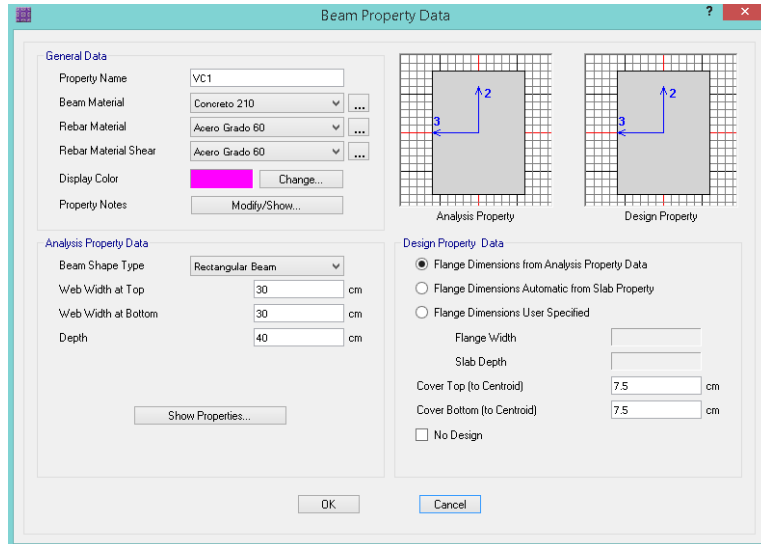
Figura N° 102: Esfuerzos del terreno.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

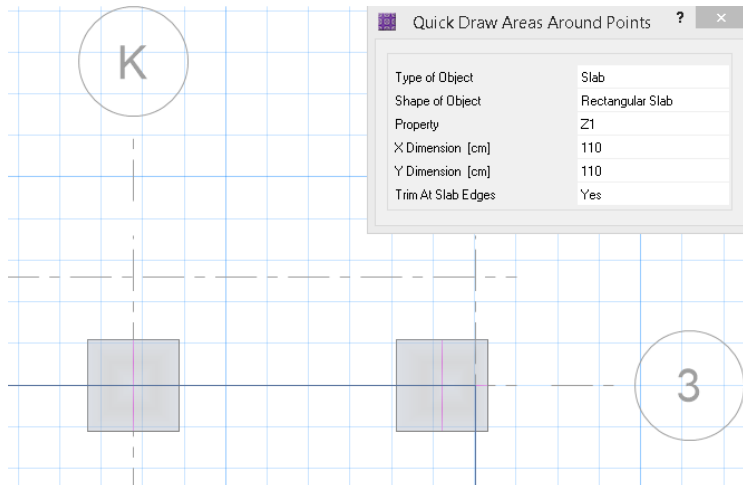
ZAPATA CONECTADA

Figura N° 103: Creación de elementos estructurales.



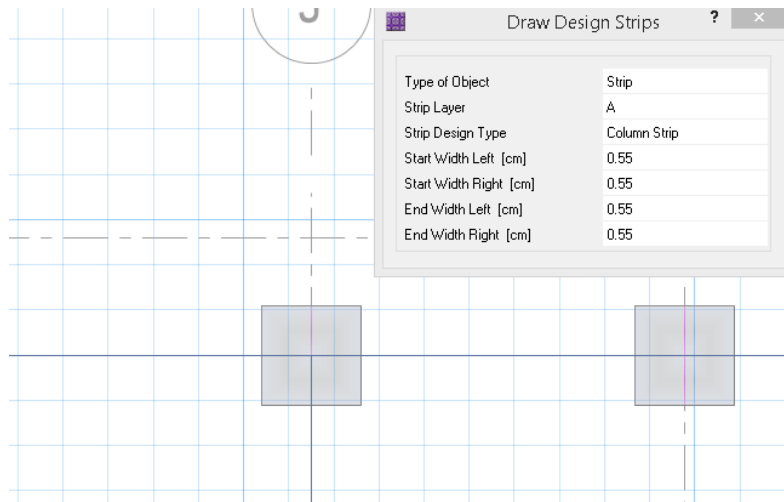
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 104: Dibujo de zapatas y vigas.



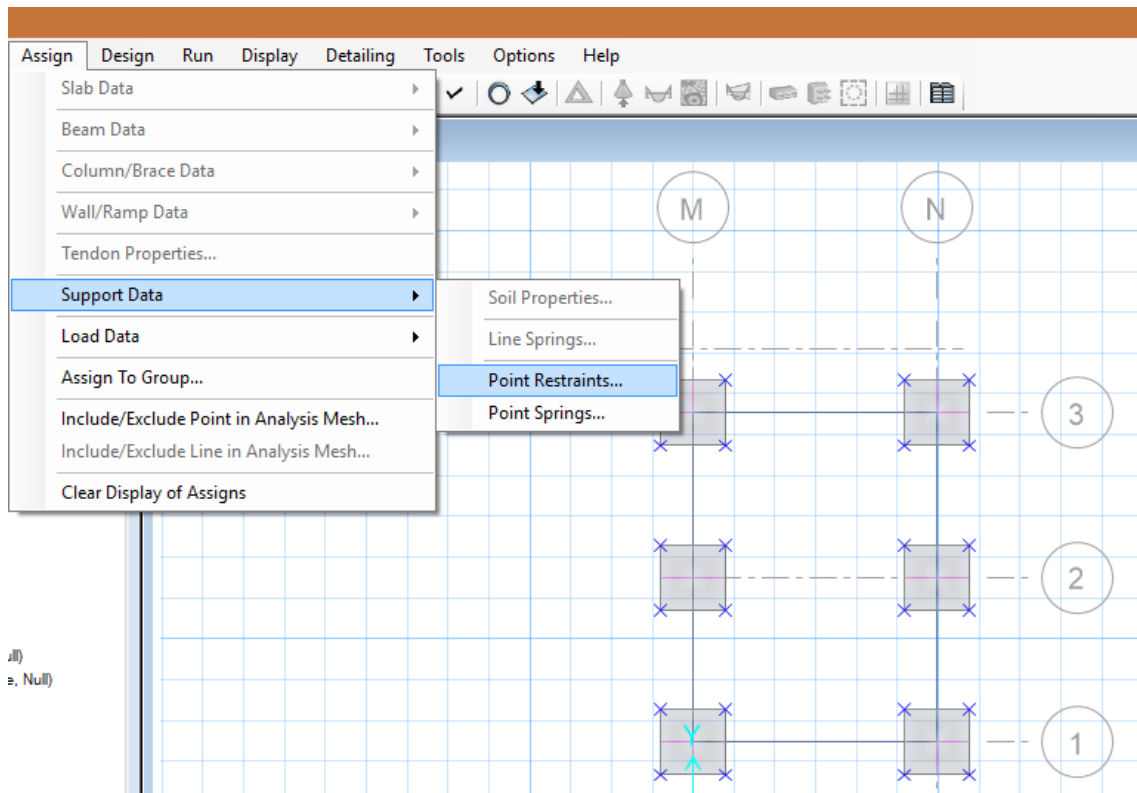
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 105: Dibujo de reforzamiento.



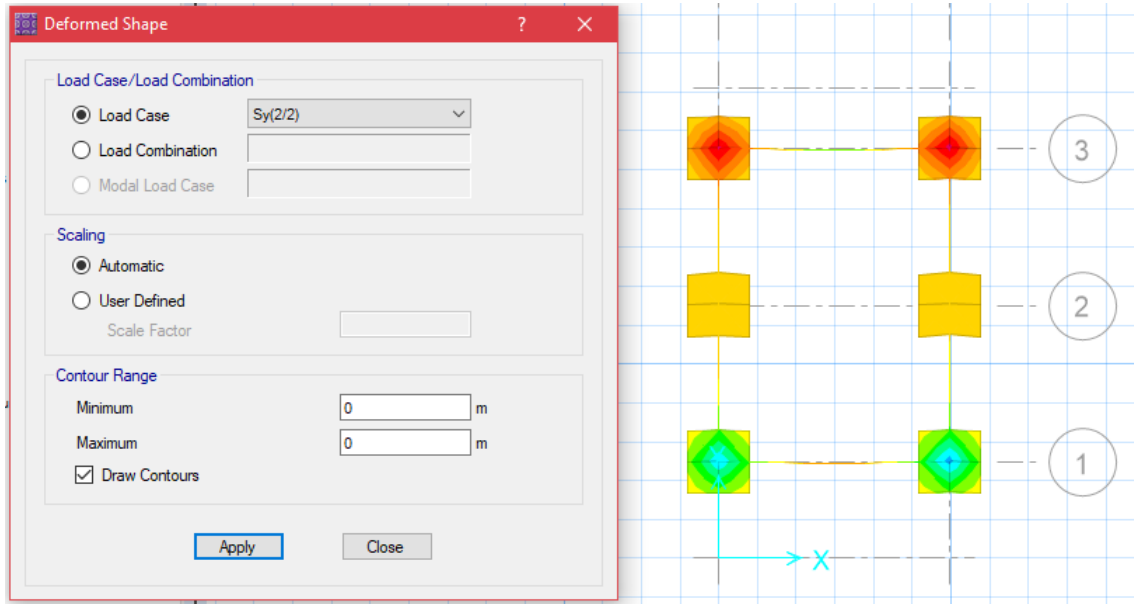
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 106: Definición de restricciones.



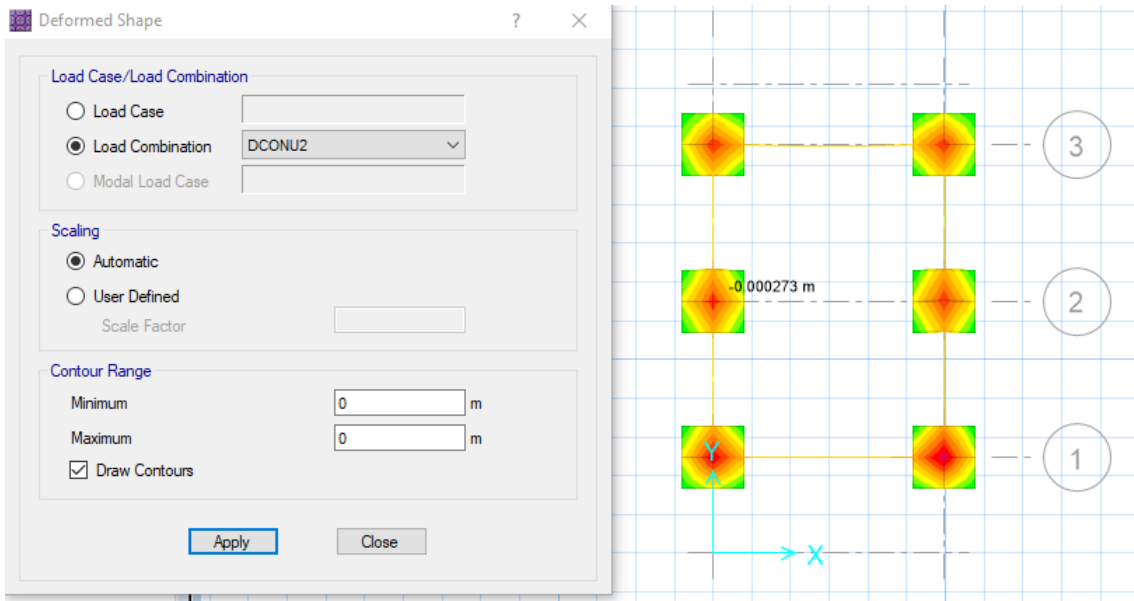
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 107: Asentamiento diferencial.



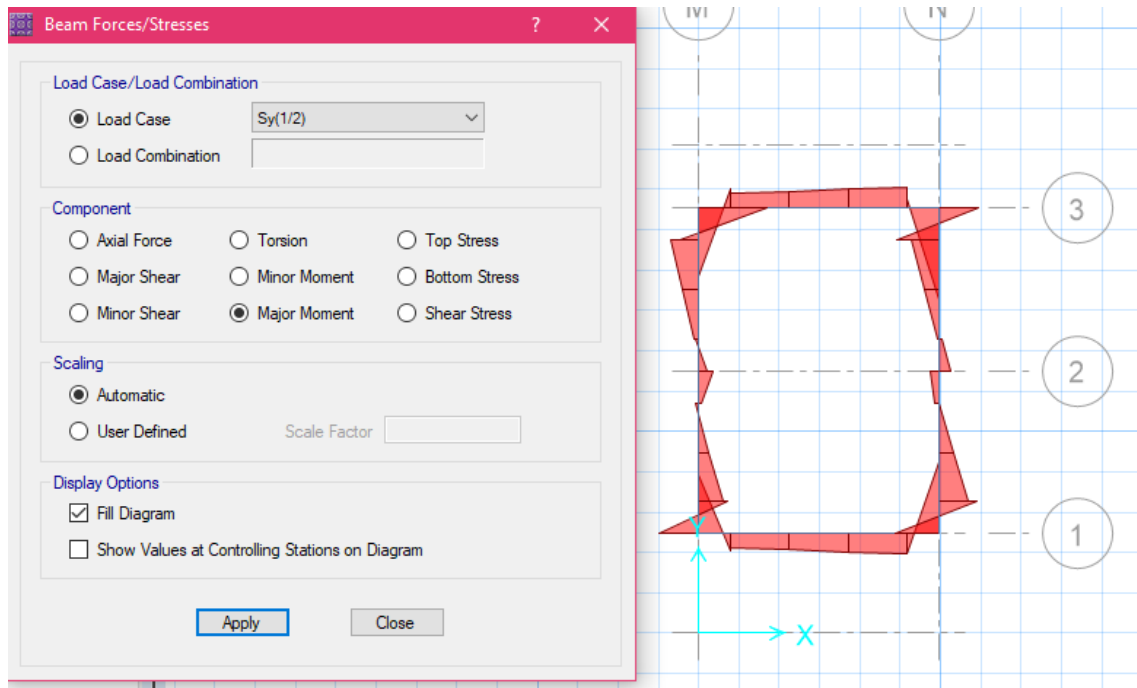
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 108: Asentamiento diferencial.



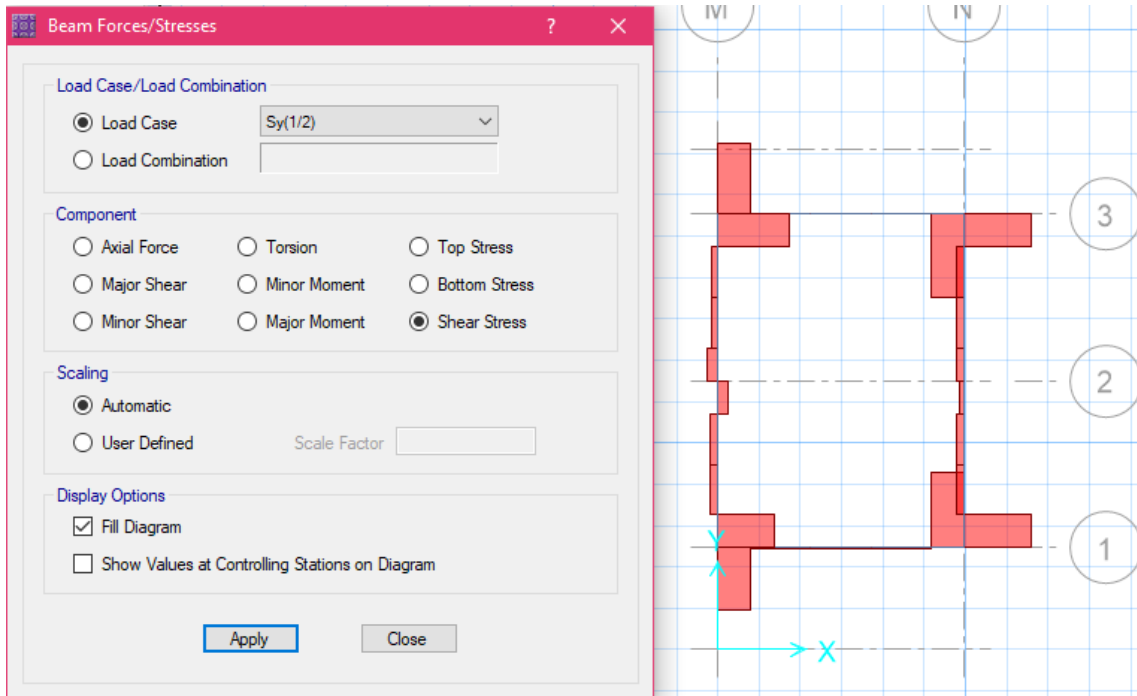
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 109: Fuerza en vigas.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

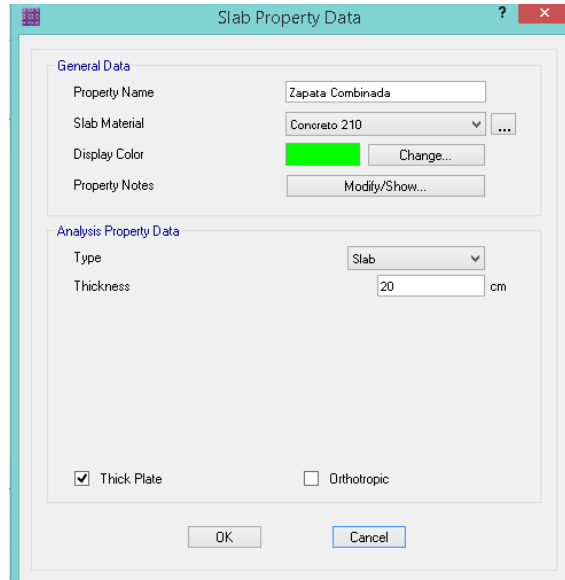
Figura N° 110: Fuerza en vigas.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

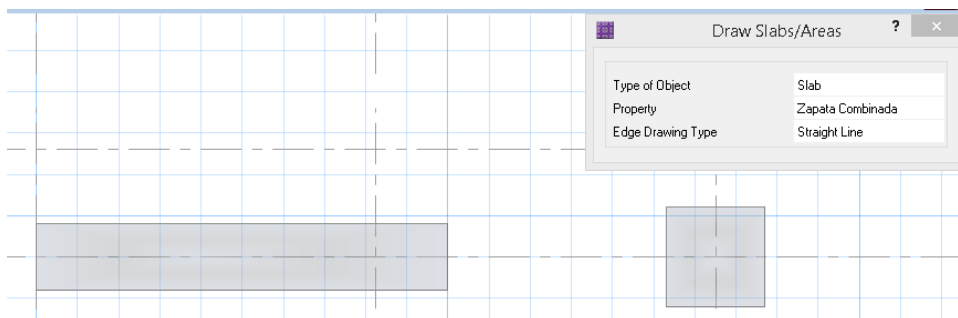
ZAPATA COMBINADA

Figura N° 111: Creación de elementos estructurales.



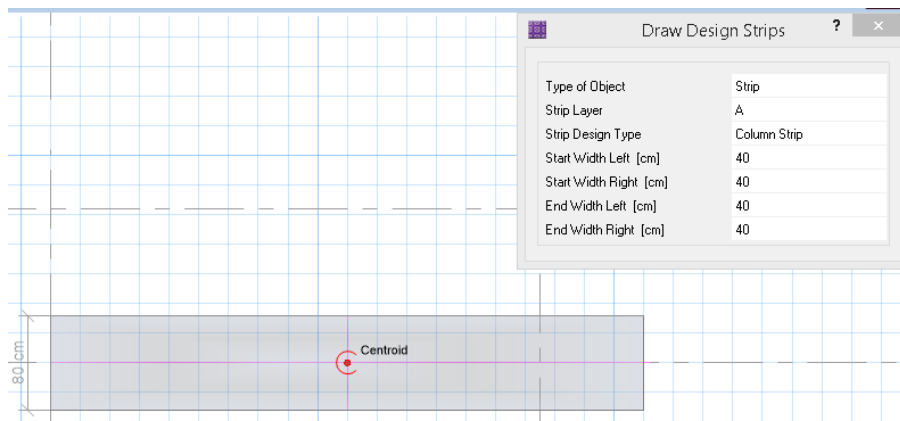
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 112: Dibujo de la zapata combinada.



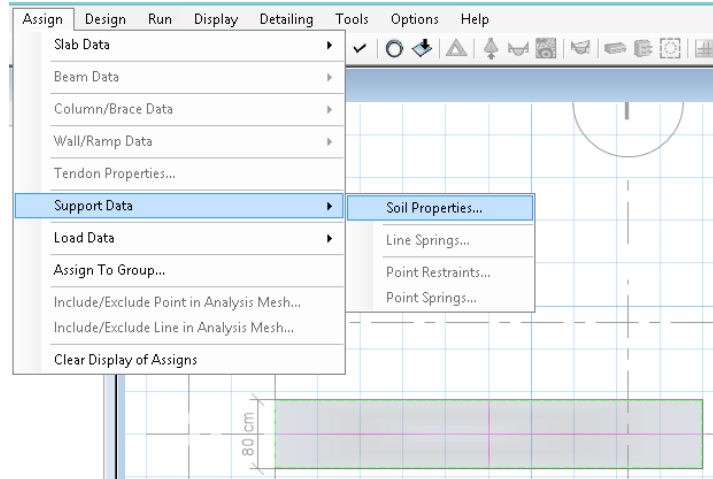
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 113: Dibujo de reforzamiento.



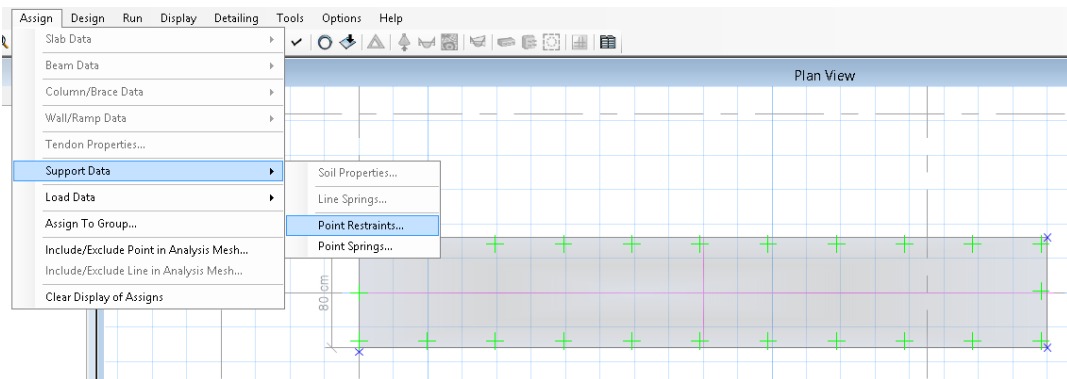
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 114: Definición del suelo.



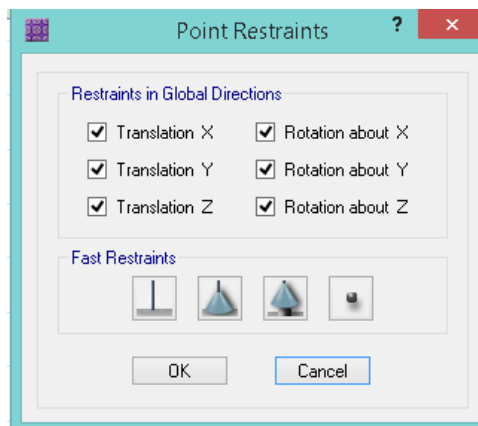
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 115: Definición de restricciones.



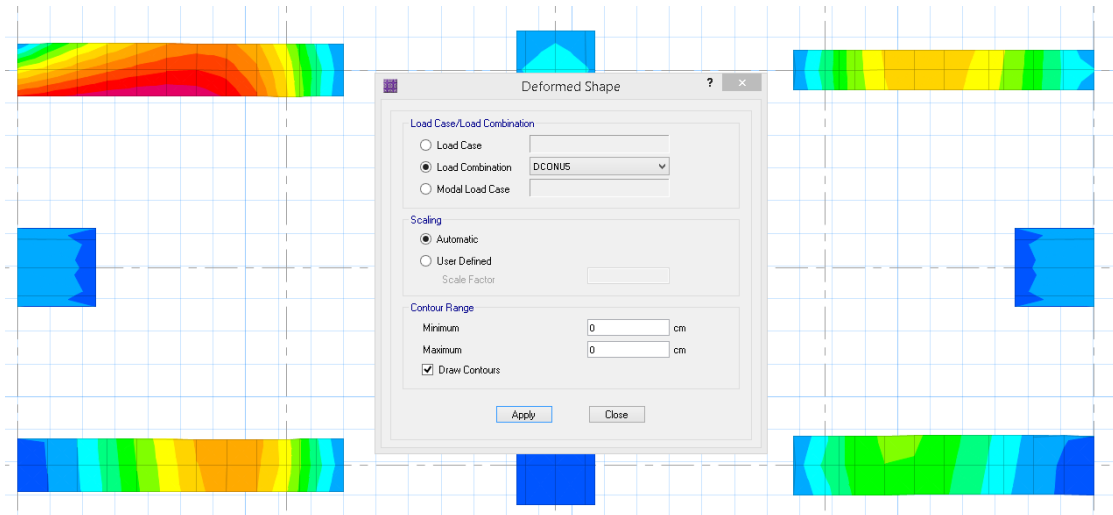
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 116: Definición de restricciones.



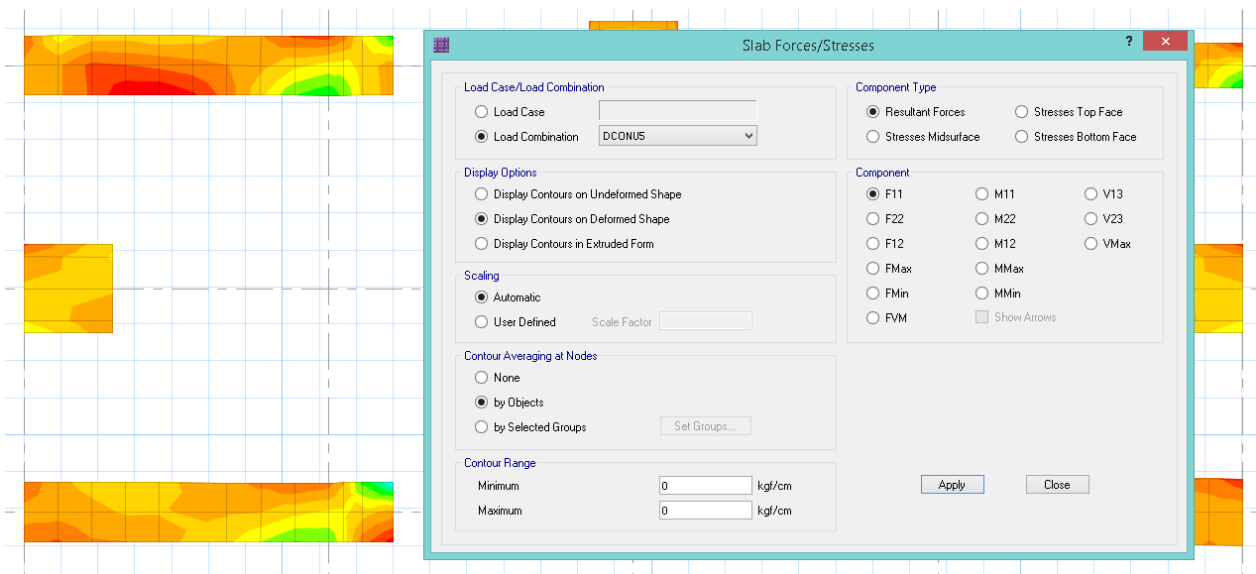
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 117: Asentamiento diferencial.



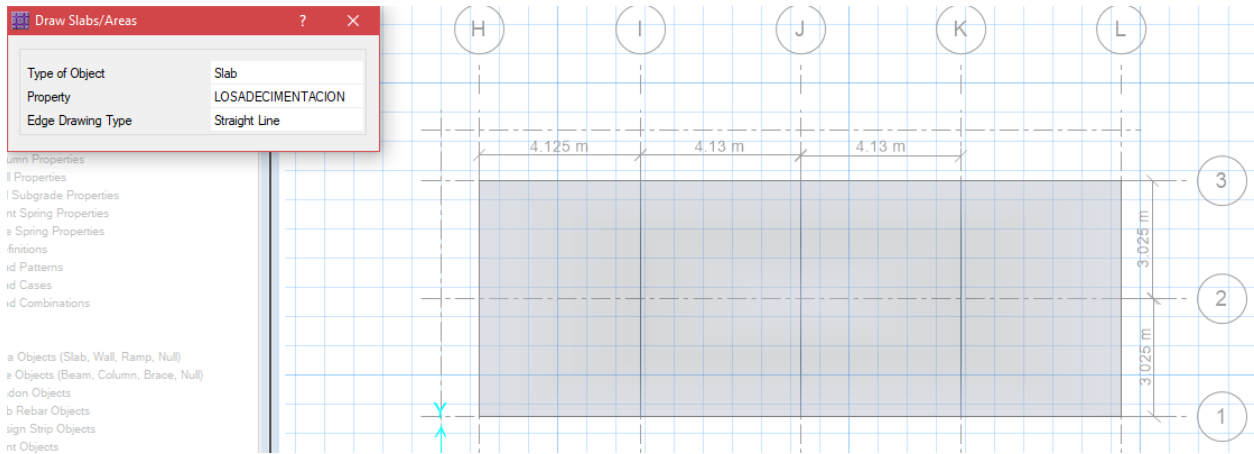
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 118: Tensión en zapatas.



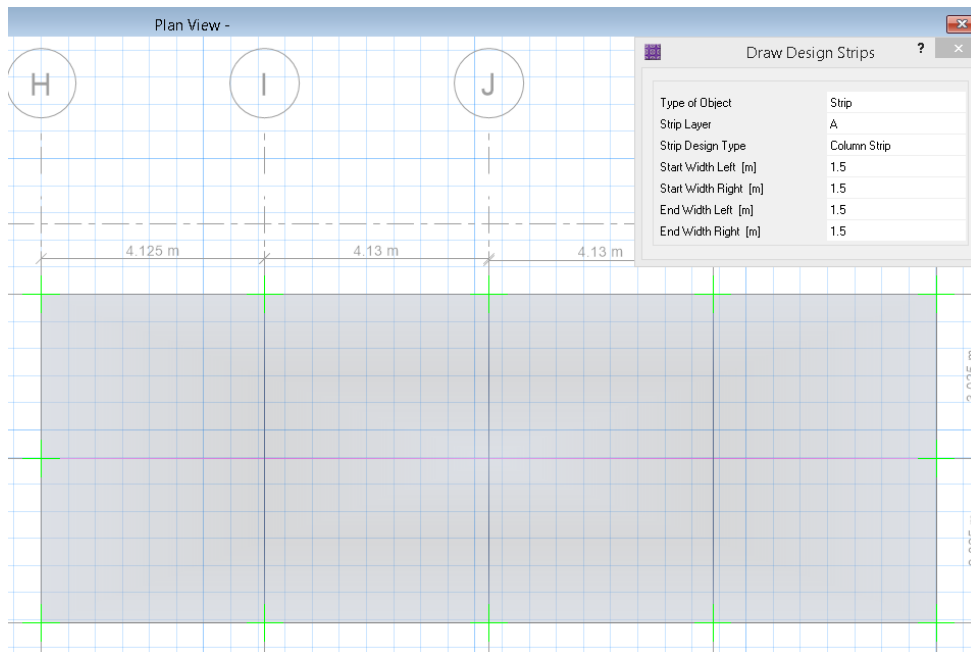
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 121: Dibujo de la zapata combinada.



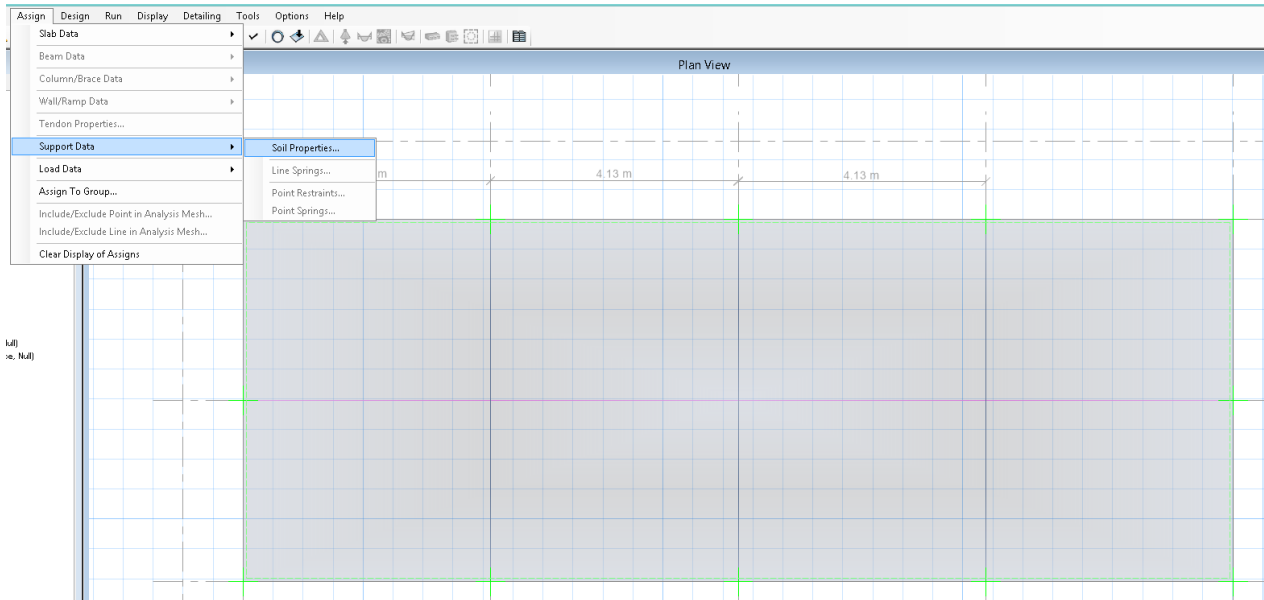
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 122: Dibujo de reforzamiento.



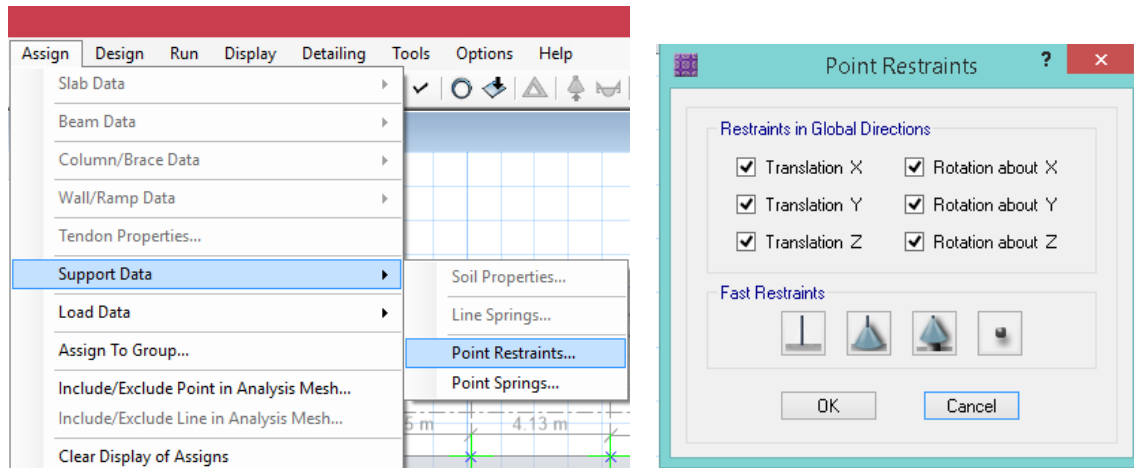
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 123: Definición del suelo.



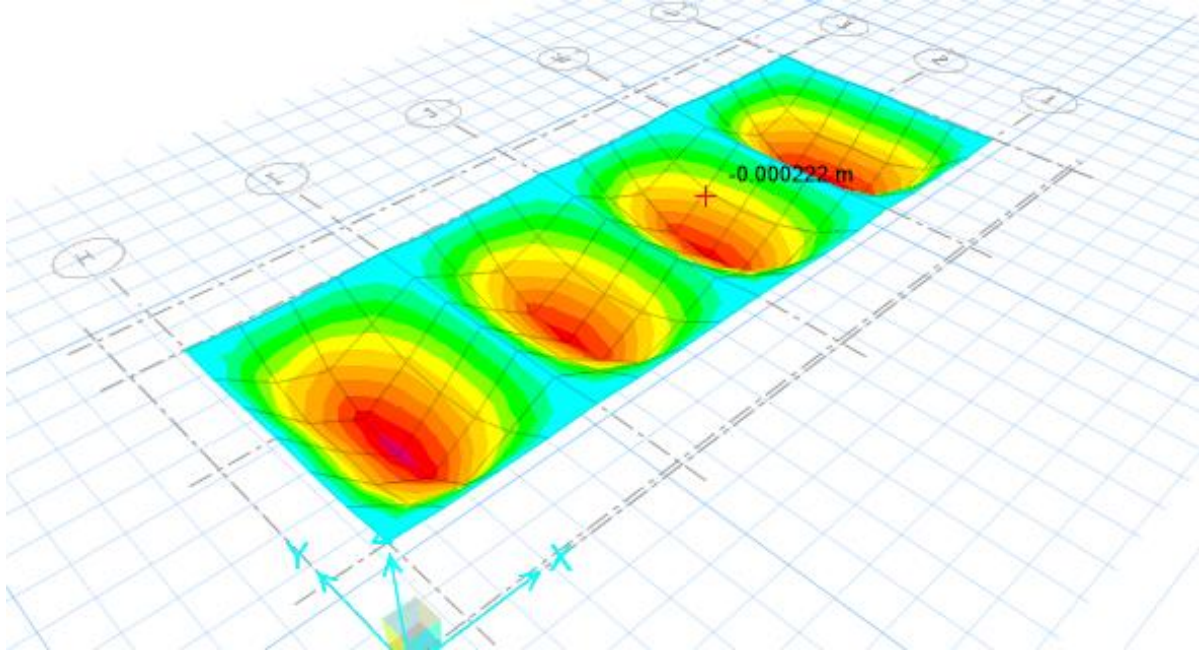
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 124: Definición de restricciones.



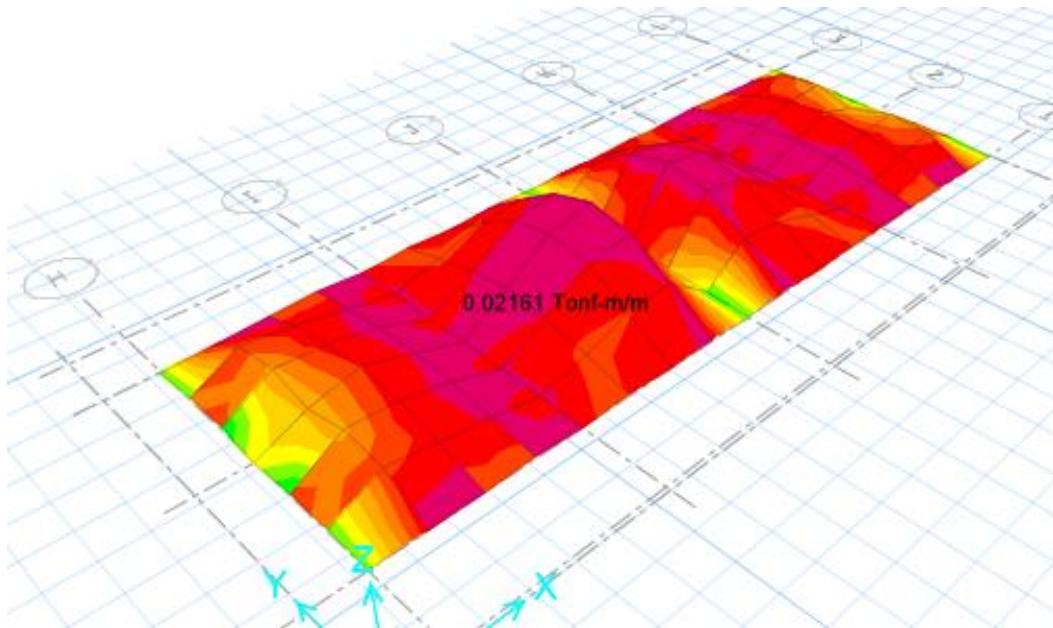
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 125: Asentamiento diferencial.



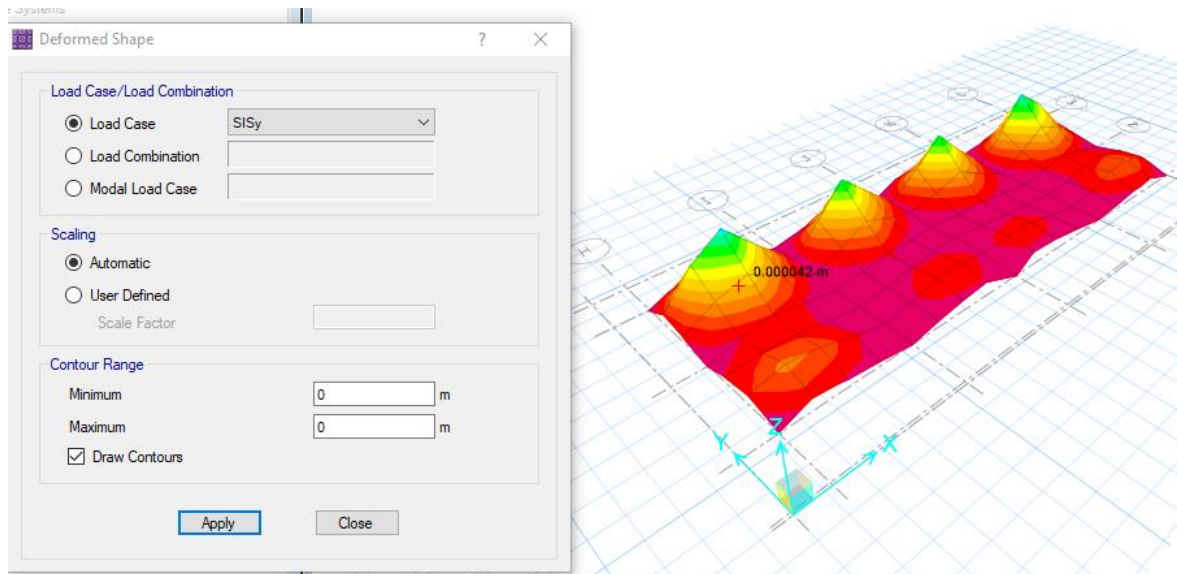
Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 126: Momento por sismo.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

Figura N° 127: Momento por sismo.



Fuente: Obtenida mediante Software SAFE 2016 versión 16.0.1.

ANEXO N° 7: Detalle de Metrado

ZAPATA AISLADA

Limpieza del terreno manual					m2	246.64
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Area del terreno	1	33.33	7.40	1.00	246.642	

Trazo, niveles y replanteo preliminar					m2	246.64
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Area del terreno	1	33.33	7.40	1.00	246.642	

Excavacion para zapatas					m3	61.56
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Z-1	12	1.20	1.20	1.50	25.920	
Z-2	18	1.10	1.20	1.50	35.640	

Relleno con material propio					m3	35.91
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Z-1	12	1.20	1.20	1.00	14.714	
Z-2	18	1.10	1.20	1.00	21.194	

Eliminación de material excedente					m3	33.35
Descripción	# veces	V. E.	V.R.	%D.	Parcial	
Vol.Exc. - Vol. Rell.	1	61.56	35.91	1.30	33.348	

Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.					m2	41.04
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Z-1	12	1.20	1.20	1.00	17.280	
Z-2	18	1.10	1.20	1.00	23.760	

Concreto $f'c=210$ kg/cm²					m^3	16.42
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Z-1	12	1.2	1.2	0.40	6.91	
Z-2	18	1.1	1.2	0.40	9.50	

Acero $f_y=4200$ kg/cm²										Kg.	249.70
					1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
Kg/ml	# Veces	Cant.	Long.	Long.total	0.25	0.58	1.02	1.6	2.25	3.95	Kg
1.02	12	4	1.05	50.40	0.00	0.00	50.40	0.00	0.00	0.00	51.41
1.02	12	4	1.05	50.40	0.00	0.00	50.40	0.00	0.00	0.00	51.41
1.02	18	4	1.05	75.60	0.00	0.00	75.60	0.00	0.00	0.00	77.11
1.02	18	4	0.95	68.40	0.00	0.00	68.40	0.00	0.00	0.00	69.77
Longitud (ml)					0.00	0.00	244.80	0.00	0.00	0.00	249.70
Nº Varillas					1	1	28	1	1	1	

Juntas de teknoport $e=2"$				m	21.60
Descripción	# veces	Largo	Parcial		
Z-1	18	1.20	21.600		

ZAPATA CONECTADA

Excavacion para zapatas					m^3	54.45
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Z-1	30	1.10	1.10	1.50	54.450	

Excavacion de zanjas para viga de cimentacion					m^3	10.80
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
VC-1	6	2.60	0.30	0.40	1.868	
	6	3.03	0.30	0.40	2.178	
	6	2.52	0.30	0.40	1.814	
	6	1.73	0.30	0.40	1.242	
	16	1.92	0.30	0.40	3.696	

Relleno con material propio					m3	33.73
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Z-1	30	1.10	1.10	1.00	33.734	

Eliminación de material excedente					m3	40.97
Descripción	# veces	V. E.	V.R.	%D.	Parcial	
Vol.Exc. - Vol. Rell.	1	65.25	33.73	1.30	40.969	

Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.					m2	36.30
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Z-1	30	1.10	1.10	1.00	36.300	

Zapatas

Concreto f'c=210 kg/cm2					m3	14.52
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Z-1	30	1.10	1.10	0.40	14.52	

Acero fy=4200 kg/cm2										Kg.	232.56
					1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
Kg/ml	# Veces	Cant.	Long.	Long.total	0.25	0.58	1.02	1.6	2.25	3.95	Kg
1.02	30	4	0.95	114.00	0.00	0.00	114.00	0.00	0.00	0.00	116.28
1.02	30	4	0.95	114.00	0.00	0.00	114.00	0.00	0.00	0.00	116.28
					4						
Longitud (ml)					0.00	0.00	228.00	0.00	0.00	0.00	232.56
Nº Varillas					1	1	26	1	1	1	

VIGA DE CIMENTACION

Concreto f'c=210 kg/cm2					m3	10.80
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
VC-1	6	2.595	0.3	0.4	1.868	
	6	3.025	0.3	0.4	2.178	
	6	2.52	0.3	0.4	1.814	
	6	1.725	0.3	0.4	1.242	
	16	1.9248	0.3	0.4	3.696	

Encofrado y desencofrado				m²	63.76
Descripción	# veces	Longitud	Alto	Parcial	
VC-1	6	2.60	0.80	12.456	
	6	3.03	0.80	14.520	
	6	2.52	0.80	12.096	
	6	1.73	0.60	6.210	
	16	1.92	0.60	18.478	

Acero fy=4200 kg/cm²										Kg.	367.38
					1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
Kg/ml	Veces	Cant.	Long.	Long.total	0.25	0.58	1.02	1.60	2.25	3.95	Kg
1.02	6	3	3.30	59.40	0	0	59.4	0	0	0	60.588
0.58	1	4	3.10	59.40	0	59.4	0	0	0	0	7.192
0.58	1	10	4.00	40.00	0	40	0	0	0	0	23.200
1.02	6	3	3.95	71.10	0	0	71.1	0	0	0	72.522
1.02	6	6	5.15	185.40	0	0	185.4	0	0	0	189.108
0.58	1	19	1.34	185.40	0	185.4	0	0	0	0	14.767
Longitud (m)					0.00	284.80	315.90	0.00	0.00		367.38
Nº Varillas					1	33	36	1	1		

Juntas de teknoport e=2"				m	19.80
Descripción	# veces	Largo	Parcial		
Z-1	18	1.10	19.800		

ZAPATA COMBINADA

Excavación para zapatas					m³	79.15
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
Z-1	4	1.20	1.20	1.50	8.640	
Z-2	4	1.10	1.20	1.50	7.920	
Z-Combinada	6	5.00	0.80	1.50	36.000	
	3	4.72	0.80	1.50	16.992	
	2	4.00	0.80	1.50	9.600	

Relleno con material propio						m3	48.62
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
Z-1	4	1.20	1.20	1.00	3.194		
Z-2	4	1.10	1.20	1.00	4.810		
Z-Combinada	6	5.00	0.80	1.00	23.740		
	3	4.72	0.80	1.00	10.861		
	2	4.00	0.80	1.00	6.015		

Eliminación de material excedente						m3	39.69
Descripción	# veces	V. E.	V.R.	%D.	Parcial		
Vol.Exc. - Vol. Rell.	1	79.15	48.62	1.30	39.692		

Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.						m2	52.77
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
Z-1	4	1.2	1.2	1.00	5.760		
Z-2	4	1.1	1.2	1.00	5.280		
Z-Combinada	6	5	0.8	1.00	24.000		
	3	4.72	0.8	1.00	11.328		
	2	4	0.8	1.00	6.400		

Concreto f'c=210 kg/cm2						m3	21.11
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
Z-1	4	1.2	1.2	0.40	2.30		
Z-2	4	1.1	1.2	0.40	2.11		
Z-Combinada	6	5	0.8	0.40	9.60		
	3	4.72	0.8	0.40	4.53		
	2	4	0.8	0.40	2.56		

Acero fy=4200 kg/cm2										Kg.	346.45
Kg/ml	Veces	Cant.	Long.	Long.total	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	Kg
					0.25	0.58	1.02	1.60	2.25	3.95	
1.02	6	3	3.30	59.40	0	0	59.4	0	0	0	60.588
0.58	1	4	3.10	59.40	0	59.4	0	0	0	0	7.192
0.58	1	5	4.00	20.00	0	20	0	0	0	0	11.600
1.02	6	3	3.95	71.10	0	0	71.1	0	0	0	72.522
1.02	6	6	5.15	185.40	0	0	185.4	0	0	0	189.108
0.58	1	7	1.34	185.40	0	185.4	0	0	0	0	5.440
Longitud (m)					0.00	264.80	315.90	0.00	0.00		346.45
Nº Varillas					1	30	36	1	1		

Juntas de teknoport e=2"				m	21.60
Descripción	# veces	Largo	Parcial		
Z-1	18	1.20	21.600		

LOSA DE CIMENTACION

Limpieza del terreno manual						m2	246.64
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
Area del terreno							
	1	33.33	7.40	1.00	246.642		

Trazo, niveles y replanteo preliminar						m2	246.64
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
Area del terreno							
	1	33.33	7.40	1.00	246.642		

Excavacion para losa						m3	293.04
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
L-1	1	16.76	6.30	1.40	147.779		
L-2	1	4.72	6.30	1.40	41.630		
L-3	1	11.75	6.30	1.40	103.635		

Relleno con material propio						m3	206.02
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
L-1	1	16.76	6.30	1.00	102.991		
L-2	1	4.72	6.30	1.00	29.266		
L-3	1	11.75	6.30	1.00	73.765		

Eliminación de material excedente						m3	113.13
Descripción	# veces	V. E.	V.R.	%D.	Parcial		
Vol.Exc. - Vol. Rell.	1	293.04	206.02	1.30	113.130		

Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.					m²	209.32
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
L-1	1	16.76	6.30	1.00	105.557	
L-2	1	4.72	6.30	1.00	29.736	
L-3	1	11.75	6.30	1.00	74.025	

Concreto f'c=210 kg/cm²					m³	62.80
Descripción	# veces	Largo	Ancho	Alto	Parcial	
L-1	1	16.76	6.30	0.30	31.667	
L-2	1	4.72	6.30	0.30	8.921	
L-3	1	11.75	6.30	0.30	22.208	

Encofrado y desencofrado				m²	42.62
Descripción	# veces	Longitud	Alto	Parcial	
L-1	1	16.76	0.60	10.053	
L-2	1	4.72	0.60	2.832	
L-3	1	11.75	0.60	7.050	
	6	6.30	0.60	22.680	

Acero fy=4200 kg/cm²					Kg.						1,408.01
Kg/ml	Veces	Cant.	Long.	Long.total	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	Kg
					0.25	0.58	1.02	1.60	2.25	3.95	
1.02	1	21	8.45	177.45	0	0	177.45	0	0	0	180.999
1.02	1	21	8.45	177.45	0	0	177.45	0	0	0	180.999
1.02	1	21	4.45	93.45	0	0	93.45	0	0	0	95.319
1.02	1	21	8.45	177.45	0	0	177.45	0	0	0	180.999
1.02	1	21	3.40	177.45	0	0	177.45	0	0	0	72.828
1.02	1	56	6.10	341.60	0	0	341.6	0	0	0	348.432
1.02	1	16	6.10	97.60	0	0	97.6	0	0	0	99.552
1.02	1	40	6.10	97.60	0	0	97.6	0	0	0	248.880
Longitud (m)					0.00	0.00	1340.05	0.00	0.00		1,408.01
Nº Varillas					1	1	150	1	1		

Juntas de teknoport e=2"			m	25.20
Descripción	# veces	Largo	Parcial	
	4	6.30	25.200	

ANEXO N° 8: Análisis de precios unitarios

Tabla N° 23: Relación de insumos

RELACION DE INSUMOS

MANO DE OBRA

Recurso	Unidad	Precio S/.
OFICIAL	HH	13.92
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	17.48
OPERARIO	HH	16.79
PEON	HH	12.43
TOPOGRAFO	HH	17.41

MATERIALES

Recurso	Unidad	Precio S/.
CLAVOS PARA MADERA	Kg.	3.05
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	Kg.	2.42
AGUA	m3	1.50
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	Kg.	2.97
ARENA GRUESA	m3	118.64
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol	19.92
CURADOR DE CONCRETO ANTISOL (20 KG)	Bal	74.15
ESTACA DE MADERA	p2	0.85
HORMIGON	m3	101.69
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	118.64
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln	32.20
TECKNOPORT E=2"	m2	5.56
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	Kg	2.97
MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2	5.08
WINCHA	und	30.00
YESO DE 28 Kg	Bol	10.40

HERRAMIENTA Y EQUIPOS

Recurso	Unidad	Precio S/.
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP	HM	190.00
COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	12.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	15.00
MIRAS Y JALONES	HM	2.10
MOCHILA PULVERIZADORA CLIMAX MOOP20	HM	8.50
NIVEL OPTICO	HM	5.30
TEODOLITO	HM	8.47
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	13.40
VOLQUETE 6X4 330 HP 10 M3	HM	120.00

Fuente: Elaboración propia.

ZAPATA AISLADA

PARTIDA N°: 01.01.01 - Limpieza del terreno manual

Precio por m2 = 1.28

Rendimiento 80.00 m2/DIA Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
PEON	HH	1.0000	0.1000	12.43	1.24	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.24
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.24	0.04	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.04
TOTAL S/.						1.28

PARTIDA N°: 01.01.02 - Trazo, niveles y replanteo preliminar

Precio por m2 = 1.87

Rendimiento 450.00 m2/DIA Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
TOPOGRAFO	HH	1.0000	0.0178	17.41	0.31	
PEON	HH	4.0000	0.0711	12.43	0.88	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.19
MATERIALES						
CLAVOS PARA MADERA	Bol		0.0050	19.92	0.100	
YESO DE 28 Kg	Bol		0.0050	10.40	0.050	
WINCHA	und		0.0030	30.00	0.090	
ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	0.85	0.020	
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln		0.0030	32.20	0.100	
COSTO MATERIALES S/.						0.36
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.19	0.04	
TEODOLITO	HM	1.0000	0.0178	8.47	0.15	
NIVEL OPTICO	HM	1.0000	0.0178	5.30	0.09	
MIRAS Y JALONES	HM	1.0000	0.0178	2.10	0.04	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.32
TOTAL S/.						1.87

PARTIDA N°: 01.02.01 - Excavacion para zapatas

Precio por m3 = 122.90

Rendimiento 3.50 m3/DIA Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	1.0000	2.2857	13.92	31.82	
PEON	HH	3.0000	6.8571	12.43	85.23	
COSTO MANO DE OBRA S/.						117.05
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	117.05	5.85	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						5.85
TOTAL S/.						122.90

PARTIDA N°: 01.02.02 - Relleno con material propio

Precio por m3 = 17.98

Rendimiento 14.00 m3/DIA Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	0.2000	0.1143	16.79	1.92	
PEON	HH	2.0000	1.1429	12.43	14.21	
COSTO MANO DE OBRA S/.						16.13
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	16.13	0.48	
COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.2000	0.1143	12.00	1.37	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.85
TOTAL S/.						17.98

PARTIDA N°: 01.02.03 - Eliminación de material excedente

Precio por m3 = 5.77

Rendimiento 575.00 m3/DIA Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	0.2000	0.0028	13.92	0.04	
PEON	HH	8.0000	0.1113	12.43	1.38	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.42
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.42	0.04	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP	HM	1.0000	0.0139	190.00	2.64	
VOLQUETE 6X4 330 HP 10 M3	HM	1.0000	0.0139	120.00	1.67	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						4.35
TOTAL S/.						5.77

PARTIDA N°: 01.03.01 - Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.

Precio por m2 = 41.99

Rendimiento 80.00 m2/DIA Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	2.0000	0.2000	16.79	3.36	
OFICIAL	HH	1.0000	0.1000	13.92	1.39	
PEON	HH	6.0000	0.6000	12.43	7.46	
COSTO MANO DE OBRA S/.						12.21
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol		0.4800	19.92	9.560	
HORMIGON	m3		0.1800	101.69	18.300	
AGUA	m3		0.0300	1.50	0.050	
COSTO MATERIALES S/.						27.91
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	12.21	0.37	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	1.0000	0.1000	15.00	1.50	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.87
TOTAL S/.						41.99

PARTIDA N°: 01.04.01.01 - Concreto f'c=210 kg/cm2

Precio por m3 = 415.40

Rendimiento

25.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.0000	0.6400	17.48	11.19	
OPERARIO	HH	2.0000	0.6400	16.79	10.75	
OFICIAL	HH	1.0000	0.3200	13.92	4.45	
PEON	HH	6.0000	1.9200	12.43	23.87	
COSTO MANO DE OBRA S/.						50.26
MATERIALES						
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6130	118.64	72.730	
ARENA GRUESA	m3		0.5360	118.64	63.590	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol		10.9400	19.92	217.920	
AGUA	m3		0.1980	1.50	0.300	
COSTO MATERIALES S/.						354.54
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	50.26	1.51	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	1.0000	0.3200	15.00	4.80	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.0000	0.3200	13.40	4.29	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						10.60
TOTAL S/.						415.40

PARTIDA N°: 01.04.01.02 - Acero fy=4200 kg/cm2

Precio por Kg. = 3.74

Rendimiento

250.00 Kg./DIA

Unidad Kg.

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	1.0000	0.0320	16.79	0.54	
OFICIAL	HH	1.0000	0.0320	13.92	0.45	
COSTO MANO DE OBRA S/.						0.99
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	Kg.		0.0600	2.97	0.180	
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	Kg.		1.0500	2.42	2.540	
COSTO MATERIALES S/.						2.72
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	0.99	0.03	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.03
TOTAL S/.						3.74

PARTIDA N°: 01.05.01 - Juntas de teknoport e=2"

Precio por m = 8.70

Rendimiento

40.00 m/DIA

Unidad m

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	1.0000	0.2000	13.92	2.78	
COSTO MANO DE OBRA S/.						2.78
MATERIALES						
TECKNOPORT E=2"	m2		1.0500	5.56	5.840	
COSTO MATERIALES S/.						5.84
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	2.78	0.08	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.08
TOTAL S/.						8.70

ZAPATA CONECTADA

PARTIDA N°: 02.01.01 - Limpieza del terreno manual

Precio por m2 = 1.28

Rendimiento

80.00 m2/DIA

Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
PEON	HH	1.0000	0.1000	12.43	1.24	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.24
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.24	0.04	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.04
TOTAL S/.						1.28

PARTIDA N°: 02.01.02 - Trazo, niveles y replanteo preliminar

Precio por m2 = 1.79

Rendimiento

450.00 m2/DIA

Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
TOPOGRAFO	HH	1.0000	0.0178	17.41	0.31	
PEON	HH	4.0000	0.0711	12.43	0.88	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.19
MATERIALES						
CLAVOS PARA MADERA	Kg.		0.0050	3.05	0.020	
YESO DE 28 Kg	Bol		0.0050	10.40	0.050	
WINCHA	und		0.0030	30.00	0.090	
ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	0.85	0.020	
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln		0.0030	32.20	0.100	
COSTO MATERIALES S/.						0.28
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.19	0.04	
TEODOLITO	HM	1.0000	0.0178	8.47	0.15	
NIVEL OPTICO	HM	1.0000	0.0178	5.30	0.09	
MIRAS Y JALONES	HM	1.0000	0.0178	2.10	0.04	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.32
TOTAL S/.						1.79

PARTIDA N°: 02.02.01 - Excavacion para zapatas

Precio por m3 = 122.90

Rendimiento

3.50 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	1.0000	2.2857	13.92	31.82	
PEON	HH	3.0000	6.8571	12.43	85.23	
COSTO MANO DE OBRA S/.						117.05
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	117.05	5.85	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						5.85
TOTAL S/.						122.90

PARTIDA N°: 02.02.02 - Excavacion de zanjas para viga de cimentacion

Precio por m3 = 58.05

Rendimiento

4.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	0.2000	0.4000	13.92	5.57	
PEON	HH	2.0000	4.0000	12.43	49.72	
COSTO MANO DE OBRA S/.						55.29
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	55.29	2.76	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						2.76
TOTAL S/.						58.05

PARTIDA N°: 02.02.03 - Relleno con material propio

Precio por m3 = 17.98

Rendimiento

14.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	0.2000	0.1143	16.79	1.92	
PEON	HH	2.0000	1.1429	12.43	14.21	
COSTO MANO DE OBRA S/.						16.13
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	16.13	0.48	
COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.2000	0.1143	12.00	1.37	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.85
TOTAL S/.						17.98

PARTIDA N°: 02.02.04 - Eliminación de material excedente

Precio por m3 = 5.77

Rendimiento

575.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	0.2000	0.0028	13.92	0.04	
PEON	HH	8.0000	0.1113	12.43	1.38	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.42
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.42	0.04	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP	HM	1.0000	0.0139	190.00	2.64	
VOLQUETE 6X4 330 HP 10 M3	HM	1.0000	0.0139	120.00	1.67	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						4.35
TOTAL S/.						5.77

PARTIDA N°: 02.03.01 - Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.

Precio por m2 = 41.99

Rendimiento

80.00 m2/DIA

Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	2.0000	0.2000	16.79	3.36	
OFICIAL	HH	1.0000	0.1000	13.92	1.39	
PEON	HH	6.0000	0.6000	12.43	7.46	
COSTO MANO DE OBRA S/.						12.21
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol		0.4800	19.92	9.560	
HORMIGON	m3		0.1800	101.69	18.300	
AGUA	m3		0.0300	1.50	0.050	
COSTO MATERIALES S/.						27.91
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	12.21	0.37	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	1.0000	0.1000	15.00	1.50	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.87
TOTAL S/.						41.99

PARTIDA N°: 02.04.01.01 - Concreto f'c=210 kg/cm2

Precio por m3 = 415.40

Rendimiento

25.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.0000	0.6400	17.48	11.19	
OPERARIO	HH	2.0000	0.6400	16.79	10.75	
OFICIAL	HH	1.0000	0.3200	13.92	4.45	
PEON	HH	6.0000	1.9200	12.43	23.87	
COSTO MANO DE OBRA S/.						50.26
MATERIALES						
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6130	118.64	72.730	
ARENA GRUESA	m3		0.5360	118.64	63.590	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol		10.9400	19.92	217.920	
AGUA	m3		0.1980	1.50	0.300	
COSTO MATERIALES S/.						354.54
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	50.26	1.51	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	1.0000	0.3200	15.00	4.80	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.0000	0.3200	13.40	4.29	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						10.60
TOTAL S/.						415.40

PARTIDA N°: 02.04.01.02 - Acero fy=4200 kg/cm2

Precio por Kg. = 3.74

Rendimiento

250.00 Kg/DIA

Unidad Kg.

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	1.0000	0.0320	16.79	0.54	
OFICIAL	HH	1.0000	0.0320	13.92	0.45	
COSTO MANO DE OBRA S/.						0.99
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	Kg.		0.0600	2.97	0.180	
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	Kg.		1.0500	2.42	2.540	
COSTO MATERIALES S/.						2.72
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	0.99	0.03	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.03
TOTAL S/.						3.74

PARTIDA N°: 02.04.02.01 - Concreto f'c=210 kg/cm2

Precio por m3 = 439.06

Rendimiento

18.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.0000	0.8889	17.48	15.54	
OPERARIO	HH	2.0000	0.8889	16.79	14.92	
OFICIAL	HH	1.0000	0.4444	13.92	6.19	
PEON	HH	6.0000	2.6667	12.43	33.15	
COSTO MANO DE OBRA S/.						69.80
MATERIALES						
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6130	118.64	72.730	
ARENA GRUESA	m3		0.5360	118.64	63.590	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol		10.9400	19.92	217.920	
AGUA	m3		0.1980	1.50	0.300	
COSTO MATERIALES S/.						354.54
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	69.80	2.09	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	1.0000	0.4444	15.00	6.67	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.0000	0.4444	13.40	5.96	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						14.72
TOTAL S/.						439.06

PARTIDA N°: 02.04.02.02 - Encofrado y desencofrado

Precio por m2 = 69.41

Rendimiento

16.00 m2/DIA

Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	2.0000	1.0000	16.79	16.79	
OFICIAL	HH	2.5000	1.2500	13.92	17.40	
PEON	HH	0.8000	0.4000	12.43	4.97	
COSTO MANO DE OBRA S/.						39.16
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	Kg		0.3000	2.97	0.890	
CLAVOS PARA MADERA	Kg.		0.1300	3.05	0.400	
MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		5.4700	5.08	27.790	
COSTO MATERIALES S/.						29.08
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	39.16	1.17	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.17
TOTAL S/.						69.41

PARTIDA N°: 02.04.02.03 - Acero fy=4200 kg/cm2

Precio por Kg. = 3.56

Rendimiento

300.00 Kg./DIA

Unidad Kg.

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	1.0000	0.0267	16.79	0.45	
OFICIAL	HH	1.0000	0.0267	13.92	0.37	
COSTO MANO DE OBRA S/.						0.82
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	Kg.		0.0600	2.97	0.180	
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	Kg.		1.0500	2.42	2.540	
COSTO MATERIALES S/.						2.72
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	0.82	0.02	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.02
TOTAL S/.						3.56

PARTIDA N°: 02.05.01 - Juntas de teknoport e=2"

Precio por m = 8.70

Rendimiento

40.00 m/DIA

Unidad m

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	1.0000	0.2000	13.92	2.78	
COSTO MANO DE OBRA S/.						2.78
MATERIALES						
TECKNOPORT E=2"	m2		1.0500	5.56	5.840	
COSTO MATERIALES S/.						5.84
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	2.78	0.08	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.08
TOTAL S/.						8.70

ZAPATA COMBINADA

PARTIDA N°: 03.01.01 - Limpieza del terreno manual

Precio por m2 = 1.28

Rendimiento

80.00 m2/DIA

Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
PEON	HH	1.0000	0.1000	12.43	1.24	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.24
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.24	0.04	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.04
TOTAL S/.						1.28

PARTIDA N°: 03.01.02 - Trazo, niveles y replanteo preliminar

Precio por m2 = 1.87

Rendimiento

450.00 m2/DIA

Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
TOPOGRAFO	HH	1.0000	0.0178	17.41	0.31	
PEON	HH	4.0000	0.0711	12.43	0.88	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.19
MATERIALES						
CLAVOS PARA MADERA	Bol		0.0050	19.92	0.100	
YESO DE 28 Kg	Bol		0.0050	10.40	0.050	
WINCHA	und		0.0030	30.00	0.090	
ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	0.85	0.020	
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln		0.0030	32.20	0.100	
COSTO MATERIALES S/.						0.36
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.19	0.04	
TEODOLITO	HM	1.0000	0.0178	8.47	0.15	
NIVEL OPTICO	HM	1.0000	0.0178	5.30	0.09	
MIRAS Y JALONES	HM	1.0000	0.0178	2.10	0.04	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.32
TOTAL S/.						1.87

PARTIDA N°: 03.02.01 - Excavacion para zapatas

Precio por m3 = 122.90

Rendimiento

3.50 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	1.0000	2.2857	13.92	31.82	
PEON	HH	3.0000	6.8571	12.43	85.23	
COSTO MANO DE OBRA S/.						117.05
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	117.05	5.85	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						5.85
TOTAL S/.						122.90

PARTIDA N°: 03.02.02 - Relleno con material propio

Precio por m3 = 17.98

Rendimiento

14.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	0.2000	0.1143	16.79	1.92	
PEON	HH	2.0000	1.1429	12.43	14.21	
COSTO MANO DE OBRA S/.						16.13
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	16.13	0.48	
COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.2000	0.1143	12.00	1.37	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.85
TOTAL S/.						17.98

PARTIDA N°: 03.02.03 - Eliminación de material excedente

Precio por m3 = 5.77

Rendimiento

575.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	0.2000	0.0028	13.92	0.04	
PEON	HH	8.0000	0.1113	12.43	1.38	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.42
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.42	0.04	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP	HM	1.0000	0.0139	190.00	2.64	
VOLQUETE 6X4 330 HP 10 M3	HM	1.0000	0.0139	120.00	1.67	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						4.35
TOTAL S/.						5.77

PARTIDA N°: 03.03.01 - Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.

Precio por m2 = 41.99

Rendimiento

80.00 m2/DIA

Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	2.0000	0.2000	16.79	3.36	
OFICIAL	HH	1.0000	0.1000	13.92	1.39	
PEON	HH	6.0000	0.6000	12.43	7.46	
COSTO MANO DE OBRA S/.						12.21
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol		0.4800	19.92	9.560	
HORMIGON	m3		0.1800	101.69	18.300	
AGUA	m3		0.0300	1.50	0.050	
COSTO MATERIALES S/.						27.91
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	12.21	0.37	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	1.0000	0.1000	15.00	1.50	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.87
TOTAL S/.						41.99

PARTIDA N°: 03.04.01.01 - Concreto f'c=210 kg/cm²

Precio por m³ = 481.31

Rendimiento

12.00 m³/DIA

Unidad m³

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.0000	1.3333	17.48	23.31	
OPERARIO	HH	2.0000	1.3333	16.79	22.39	
OFICIAL	HH	1.0000	0.6667	13.92	9.28	
PEON	HH	6.0000	4.0000	12.43	49.72	
COSTO MANO DE OBRA S/.						104.70
MATERIALES						
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m ³		0.6130	118.64	72.730	
ARENA GRUESA	m ³		0.5360	118.64	63.590	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol		10.9400	19.92	217.920	
AGUA	m ³		0.1980	1.50	0.300	
COSTO MATERIALES S/.						354.54
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	104.70	3.14	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	1.0000	0.6667	15.00	10.00	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.0000	0.6667	13.40	8.93	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						22.07
TOTAL S/.						481.31

PARTIDA N°: 03.04.01.02 - Acero fy=4200 kg/cm²

Precio por Kg. = 3.74

Rendimiento

250.00 Kg./DIA

Unidad Kg.

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	1.0000	0.0320	16.79	0.54	
OFICIAL	HH	1.0000	0.0320	13.92	0.45	
COSTO MANO DE OBRA S/.						0.99
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	Kg.		0.0600	2.97	0.180	
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	Kg.		1.0500	2.42	2.540	
COSTO MATERIALES S/.						2.72
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	0.99	0.03	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.03
TOTAL S/.						3.74

PARTIDA N°: 03.05.01 - Juntas de teknoport e=2"

Precio por m = 8.70

Rendimiento

40.00 m/DIA

Unidad m

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	1.0000	0.2000	13.92	2.78	
COSTO MANO DE OBRA S/.						2.78
MATERIALES						
TECKNOPORT E=2"	m ²		1.0500	5.56	5.840	
COSTO MATERIALES S/.						5.84
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	2.78	0.08	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.08
TOTAL S/.						8.70

LOSA DE CIMENTACIÓN

PARTIDA N°: 04.01.01 - Limpieza del terreno manual

Precio por m2 = 1.28

Rendimiento 80.00 m2/DIA Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
PEON	HH	1.0000	0.1000	12.43	1.24	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.24
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.24	0.04	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.04
TOTAL S/.						1.28

PARTIDA N°: 04.01.02 - Trazo, niveles y replanteo preliminar

Precio por m2 = 1.79

Rendimiento 450.00 m2/DIA Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
TOPOGRAFO	HH	1.0000	0.0178	17.41	0.31	
PEON	HH	4.0000	0.0711	12.43	0.88	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.19
MATERIALES						
CLAVOS PARA MADERA	Kg.		0.0050	3.05	0.020	
YESO DE 28 Kg	Bol		0.0050	10.40	0.050	
WINCHA	und		0.0030	30.00	0.090	
ESTACA DE MADERA	p2		0.0200	0.85	0.020	
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln		0.0030	32.20	0.100	
COSTO MATERIALES S/.						0.28
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.19	0.04	
TEODOLITO	HM	1.0000	0.0178	8.47	0.15	
NIVEL OPTICO	HM	1.0000	0.0178	5.30	0.09	
MIRAS Y JALONES	HM	1.0000	0.0178	2.10	0.04	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.32
TOTAL S/.						1.79

PARTIDA N°: 04.02.01 - Excavacion para losa

Precio por m3 = 122.90

Rendimiento 3.50 m3/DIA Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	1.0000	2.2857	13.92	31.82	
PEON	HH	3.0000	6.8571	12.43	85.23	
COSTO MANO DE OBRA S/.						117.05
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	117.05	5.85	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						5.85
TOTAL S/.						122.90

PARTIDA N°: 04.02.02 - Relleno con material propio

Precio por m3 = 17.98

Rendimiento

14.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	0.2000	0.1143	16.79	1.92	
PEON	HH	2.0000	1.1429	12.43	14.21	
COSTO MANO DE OBRA S/.						16.13
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	16.13	0.48	
COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.2000	0.1143	12.00	1.37	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.85
TOTAL S/.						17.98

PARTIDA N°: 04.02.03 - Eliminación de material excedente

Precio por m3 = 5.77

Rendimiento

575.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	0.2000	0.0028	13.92	0.04	
PEON	HH	8.0000	0.1113	12.43	1.38	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.42
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.42	0.04	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP	HM	1.0000	0.0139	190.00	2.64	
VOLQUETE 6X4 330 HP 10 M3	HM	1.0000	0.0139	120.00	1.67	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						4.35
TOTAL S/.						5.77

PARTIDA N°: 04.03.01 - Solado en zapatas C:H 1:10 e=0.15 m.

Precio por m2 = 41.99

Rendimiento

80.00 m2/DIA

Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	2.0000	0.2000	16.79	3.36	
OFICIAL	HH	1.0000	0.1000	13.92	1.39	
PEON	HH	6.0000	0.6000	12.43	7.46	
COSTO MANO DE OBRA S/.						12.21
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol		0.4800	19.92	9.560	
HORMIGON	m3		0.1800	101.69	18.300	
AGUA	m3		0.0300	1.50	0.050	
COSTO MATERIALES S/.						27.91
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	12.21	0.37	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	1.0000	0.1000	15.00	1.50	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.87
TOTAL S/.						41.99

PARTIDA N°: 04.04.01.01 - Concreto f'c=210 kg/cm2

Precio por m3 = 506.66

Rendimiento

10.00 m3/DIA

Unidad m3

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.0000	1.6000	17.48	27.97	
OPERARIO	HH	2.0000	1.6000	16.79	26.86	
OFICIAL	HH	1.0000	0.8000	13.92	11.14	
PEON	HH	6.0000	4.8000	12.43	59.66	
COSTO MANO DE OBRA S/.						125.63
MATERIALES						
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6130	118.64	72.730	
ARENA GRUESA	m3		0.5360	118.64	63.590	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 KG)	Bol		10.9400	19.92	217.920	
AGUA	m3		0.1980	1.50	0.300	
COSTO MATERIALES S/.						354.54
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	125.63	3.77	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3-18 HP	HM	1.0000	0.8000	15.00	12.00	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.0000	0.8000	13.40	10.72	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						26.49
TOTAL S/.						506.66

PARTIDA N°: 04.04.01.02 - Encofrado y desencofrado

Precio por m2 = 82.87

Rendimiento

12.00 m2/DIA

Unidad m2

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	2.0000	1.3333	16.79	22.39	
OFICIAL	HH	2.5000	1.6667	13.92	23.20	
PEON	HH	0.8000	0.5333	12.43	6.63	
COSTO MANO DE OBRA S/.						52.22
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	Kg		0.3000	2.97	0.890	
CLAVOS PARA MADERA	Kg.		0.1300	3.05	0.400	
MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		5.4700	5.08	27.790	
COSTO MATERIALES S/.						29.08
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	52.22	1.57	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						1.57
TOTAL S/.						82.87

PARTIDA N°: 04.04.01.03 - Acero fy=4200 kg/cm2

Precio por Kg. = 3.99

Rendimiento

200.00 Kg/DIA

Unidad Kg.

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OPERARIO	HH	1.0000	0.0400	16.79	0.67	
OFICIAL	HH	1.0000	0.0400	13.92	0.56	
COSTO MANO DE OBRA S/.						1.23
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	Kg.		0.0600	2.97	0.180	
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	Kg.		1.0500	2.42	2.540	
COSTO MATERIALES S/.						2.72
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	1.23	0.04	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.04
TOTAL S/.						3.99

PARTIDA N°: 04.05.01 - Juntas de teknoport e=2"

Precio por m = 8.70

Rendimiento

40.00 m/DIA

Unidad m

DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
OFICIAL	HH	1.0000	0.2000	13.92	2.78	
COSTO MANO DE OBRA S/.						2.78
MATERIALES						
TECKNOPORT E=2"	m2		1.0500	5.56	5.840	
COSTO MATERIALES S/.						5.84
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	2.78	0.08	
COSTO EQUIPO Y HERRAMIENTAS S/.						0.08
TOTAL S/.						8.70

ANEXO N° 9: Planos