

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Interacción suelo-estructura en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la región de Ica

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Astocaza Camargo, Esther Amalia (ORCID: 0000-0002-2795-2699)

Astocaza Camargo, Sonia Justina (ORCID: 0000-0001-9111-7295)

ASESORA:

M(o). De La Cruz Vega, Sleyther Arturo ([ORCID: 0000-0003-0254-301X](https://orcid.org/0000-0003-0254-301X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

CALLAO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios “YHWH”, quien en su infinito amor y gracia nos ha capacitado de sabiduría para llegar hasta este momento de nuestra carrera y sé que estará con nosotras hasta el fin, esa es su promesa. San Mateo (28, 16-20)

A nuestros padres Wilfredo y Estela, su incondicional apoyo, son el motivo por el que cada día nos esforcemos más, ustedes son nuestros ejemplos de perseverancia.

A nuestros hermanos Víctor, Willy, Flor, Sofía y a nuestros hermanos de fe, por sus palabras de aliento, sus oraciones y el aporte a nuestras vidas, los queremos mucho.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradecer a Dios, ya que sin su misericordia y amor nada sería alcanzado.

A nuestros amados padres Wilfredo y Estela, por su gran apoyo incondicional durante estos años y por formar en nosotras las personas que somos en la actualidad, muchos de nuestros logros se lo debemos a ustedes.

A nuestros asesores, M(o) De la Cruz Vega, Sleyther Arturo y Mag. Tineo Aranda Daniel Bernabé, por su tiempo, orientación y guía en todo el proceso de la presente investigación. Sus aportes han sido sustanciales para esta investigación.

A la empresa “Road Tech SAC”, por su aporte técnico y contribución con los datos e información geotécnica, valioso para el desarrollo de esta tesis.

A nuestros docentes de nuestra casa de estudio; la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica y finalmente, a la Universidad Cesar Vallejo por darnos la oportunidad de cumplir nuestras metas.

Sonia y Esther

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
INDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	ix
RESUMEN xi	
ABSTRACT	xii
I.- INTRODUCCIÓN	13
II.- MARCO TEÓRICO	17
3.1. Tipo y diseño de investigación:	28
3.1.1 Método de investigación:	28
3.1.2 Tipo de Investigación:	28
3.1.3 Nivel de Investigación:	29
3.1.4 Diseño de investigación:	29
3.2. Variables y Operacionalización:	30
3.3. Población, muestra y muestreo:	30
3.3.1 Población:	30
3.3.2 Muestra:	31
3.3.3 Muestreo:	31
3.3.4 Unidad de análisis:	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	32
3.4.1 Técnica	32
3.4.2 Instrumento	32
3.4.3 Validez	32

3.4.4	Confiabilidad	33
3.5.	Procedimientos:	34
3.5.1	Aspectos generales de la edificación:	34
3.5.2	Aspectos Geotécnicos del Suelo de fundación:	37
3.5.3	Modelo Espacial de la Oficina “Salcedo”	41
3.5.4	Criterios sísmicos	44
3.5.5	Interacción Dinámica Suelo Estructura (DISS):	45
3.6.	Método de análisis de datos:	54
3.7.	Aspectos éticos:	54
IV.-	RESULTADOS	55
4.1	Fuerzas internas máximas	55
4.1.1	Fuerza cortante	55
4.1.2	Fuerza Axial	56
4.1.3	Momentos Flectores	57
4.2	Período de Vibración:	59
4.2.1	Período de Vibración con la Norma Peruana E.030-2018 (M1)	59
4.2.2	Período de Vibración del modelo dinámico de la Norma Rusa SNIP 2.02.05-87(M2)	60
4.2.3	Período de Vibración del modelo dinámico de D.D. Barkan -O.A Savinov (M3)	61
4.3	Distorsión de Entrepiso	64
4.3.1	Distorsión de entrepiso de la Norma peruana E.030-2018 (M1)	64
4.3.2	Distorsión de entrepiso del modelo dinámico de la Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 (M2)	64
4.3.3	Distorsión de entrepiso del modelo dinámico de D.D. Barkan -O.A Savinov (M3)	65

V.- DISCUSIÓN	68
VI.- CONCLUSIONES	72
VII.- RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Perfiles de suelo.....	22
Tabla 2. Valores para el coeficiente C_o derivadas del perfil del suelo.	25
Tabla 3. Límites para la Distorsión de Entrepiso.....	27
Tabla 4. Índice de Validez de contenido del instrumento de investigación.	33
Tabla 5. Rango de validez de los instrumentos	33
Tabla 6. Rangos de confiabilidad.....	33
Tabla 7. Descripción arquitectónica por niveles de la Oficina “Salcedo”.....	36
Tabla 8. Síntesis de Suelo de Fundación en estudio	37
Tabla 9. Características geotécnicas para el caso A.	38
Tabla 10. Características geotécnicas para el caso B.	38
Tabla 11. Síntesis del ensayo geofísico de MASW N°01 para suelo blando S3. .	39
Tabla 12. Síntesis del ensayo geofísico de MASW N°02 para suelo blando S3.	40
Tabla 13. Síntesis del ensayo geofísico de MASW para suelo Intermedio S2....	40
Tabla 14. Síntesis de cargas de entrepiso (Kg/m ²)	42
Tabla 15. Cargas muertas en vigas (kg/m)	42
Tabla 16. Síntesis de los parámetros Sísmicos en suelos Caso A y B.	44
Tabla 17. Fuerza cortante Mínima en el Modelo (M1) sobre el Suelo S3.	45
Tabla 18. Fuerza cortante Mínima en el Modelo (M1) sobre el Suelo S2.	45
Tabla 19. Masas rotacionales y traslacionales de la Edificación base.....	46
Tabla 20. Masas en el centroide de la zapata con el perfil del suelo S3.....	48
Tabla 21. Masas en el centroide de la zapata con el perfil del suelo S2.....	49
Tabla 22. Consideraciones para una cimentación infinitamente rígida.	49
Tabla 23. Coeficientes de rigidez con el Modelo (M2) para Suelo tipo S3.....	50
Tabla 24. Coeficientes de rigidez el Modelo (M2) para Suelo tipo S2.....	50
Tabla 25. Coeficientes de rigidez con el Modelo (M3) en el Suelo tipo S3.	51
Tabla 26. Coeficientes de rigidez con el Modelo (M3) en el Suelo tipo S2.	51
Tabla 27. Fuerzas Cortantes máximas ($V_{máx.}$) con suelo S2 y S3.	55
Tabla 28. Fuerzas Axiales máximas ($F_{máx}$) con suelo S2 y S3.	56
Tabla 29. Momentos Flectores máximas ($M_{máx}$) con suelo S2 y S3.	57

Tabla 30. Masa participativa y periodos de vibración con el Modelo (M1).....	59
Tabla 31. Masa participativa y periodos de vibración con el Modelo (M2)	60
Tabla 32. Masa participativa y periodos de vibración con el Modelo (M3).....	61
Tabla 33. Fluctuación de los Períodos de vibración con y sin DISS en suelo S3 y S2.....	63
Tabla 34. Distorsión de entrepiso del Modelo (M1) con suelo S2 y S3.....	64
Tabla 35. Distorsión de entrepiso del Modelo (M2) con suelo S2 y S3.....	64
Tabla 36. Distorsión de entrepiso del modelo (M3) con suelo S2 y S3.....	65
Tabla 37. Variación de las Distorsiones de entrepiso X-X con y sin DISS en suelo S3 y S2.....	65
Tabla 38. Variación de las Distorsiones de entrepiso Y-Y con y sin DISS en suelo S3 y S2.....	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Mapa Sísmico del Perú, periodo: 1960-2019	16
Figura 2. Daños estructurales en la ciudad de Ica luego del sismo 2007.....	16
Figura 3. Esquema de interacción suelo-estructura	21
Figura 4. Representación espacial del esquema suelo-estructura de una cimentación tipo zapata aislada.	23
Figura 5. Comportamiento Sismorresistente, a) edificio sin daños y b) edificio dañado.	26
Figura 6. Ubicación y localización de Oficinas “Salcedo”, caso A.	34
Figura 7. Ubicación y localización de Oficinas “Salcedo”, caso B.	35
Figura 8. Planta de Estructuración modelado en el software ETABS V16.2.1	37
Figura 9. Ensayo Masw N°01 para el caso A, suelo blando S3.....	39
Figura 10. Ensayo Masw N° 02 para el caso A, suelo blando S3.....	39
Figura 11. Ensayo Masw para el caso B, suelo Intermedio S2.....	40
Figura 12. Características de los materiales.....	41
Figura 13. Definición de la sección geométrica	41
Figura 14. Asignación de cargas vivas.	43
Figura 15. Modelamiento espacial de la Edificación “Salcedo” y direcciones de análisis, ETABS v.16.2.1.....	43
Figura 16. Incorporación del Espectro de respuesta para el modelo (M1) sobre el suelo S3.	46
Figura 17. Incorporación del Espectro de respuesta para el modelo (M1) sobre el suelo S2.	47
Figura 18. Espectro de pseudoaceleraciones del modelo (M1) sobre el suelo Blando (S3).	47
Figura 19. Espectro de pseudoaceleraciones del Modelo (M1) sobre el suelo intermedio (S2).....	48
Figura 20. Discretización de las zapatas aisladas en el modelo (M3), en el suelo S3 con DISS.....	52

Figura 21. Discretización de las zapatas aisladas en el modelo (M3), en el suelo S2 con DISS.....	52
Figura 22. Asignación de coeficientes de rigidez con DISS para el suelo Blando (S3).	53
Figura 23. Asignación de coeficientes de rigidez con DISS para el suelo Intermedio (S2).....	53
Figura 24. Fuerza Cortante máx. X-X con suelo S2 y S3.	55
Figura 25. Fuerza Cortante máx. Y-Y con suelo S2 y S3.	55
Figura 26. Fuerza Axial máx. X-X con suelo S2 y S3.	56
Figura 27. Fuerza Axial máx. Y-Y con suelo S2 y S3.	56
Figura 28. Momento Flector máx. X-X con suelo S2 y S3.	57
Figura 29. Momento Flector máx. Y-Y con suelo S2 y S3.	57
Figura 30. Variación de las fuerzas internas con DISS para el perfil S3.	58
Figura 31. Variación de las fuerzas internas con DISS para el perfil S2.	58
Figura 32. Periodo de vibración de la estructura sobre el perfil S3 con DISS.	62
Figura 33. Periodo de vibración de la estructura sobre el perfil S2 con DISS.	62
Figura 34. Distorsión de Entrepiso X-X con y sin DISS, suelo S3.	66
Figura 35. Distorsión de Entrepiso X-X con y sin DISS, suelo S2.	66
Figura 36. Distorsión de Entrepiso Y-Y con y sin DISS, suelo S3.	67
Figura 37. Distorsión de Entrepiso Y-Y con y sin DISS, suelo S2.	67

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo determinar la variación del comportamiento sismorresistente de una edificación de concreto armado con 5 niveles, considerando la influencia de la flexibilidad del suelo (DISS) mediante los modelos dinámicos de D.D. Barkan-O.A.Savinov y Norma Rusa SNIP 2.02.05-87, aplicados en la cimentación que consta de zapatas aisladas tanto para un suelo blando(S3) como intermedio(S2) en la región Ica. Para ello, se llevaron a cabo los ensayos de mecánica del suelo, diseño de cimentación, cálculo de los coeficientes de rigidez y por último el análisis modal espectral de acuerdo a la N.T.E E.030 -2018 mediante el software ETABS v.16.2.1. Se empleó el método científico del tipo aplicado, el cual, los resultados obtenidos para las fuerzas internas máximas muestran un incremento de las fuerzas cortantes de hasta 45.87% y 43.87%, reducción en las fuerzas axiales de hasta 55.60% y 25.56% y reducción para los momentos flectores de hasta 18.66% y 22.41% sobre el suelo blando e intermedio respectivamente, luego se obtuvo un incremento del periodo de vibración de hasta 43.34% y 36.63% en el suelo blando e intermedio. Finalmente, se obtuvo un incremento de las distorsiones de entrepiso de hasta 84.48% para suelo blando y 65.82% para suelo intermedio.

Palabras clave: Interacción suelo estructura, periodo de vibración, distorsión de entrepiso, fuerzas internas máximas, comportamiento sismorresistente.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the variation of the earthquake-resistant behavior of a reinforced concrete building with 5 levels, considering the influence of the flexibility of the soil (DISS) through the dynamic models of D.D. Barkan-O.A. Savinov and Russian Standard SNIP 2.02.05-87, applied in the foundations consisting of isolated footings for both soft (S3) and intermediate (S2) soil in the Ica region. For this, the soil mechanics tests, foundation design, calculation of the stiffness coefficients and finally the spectral modal analysis according to NTE E.030 -2018 were carried out using the ETABS v.16.2.1 software. . The scientific method of the applied type was used, which, the results obtained for the maximum internal forces show an increase in shear forces of up to 45.87% and 43.87%, reduction in axial forces of up to 55.60% and 25.56% and reduction for bending moments of up to 18.66% and 22.41% on soft and intermediate soil respectively, then an increase in the period of vibration of up to 43.34% and 36.63% was obtained on soft and intermediate soil. Finally, an increase in mezzanine distortions of up to 84.48% for soft soil and 65.82% for intermediate soil was obtained.

Keywords: Soil structure interaction, vibration period, mezzanine distortion, maximum internal forces, earthquake resistance.

I.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los eventos sísmicos son los fenómenos que catalizan los mayores daños. Según Tavera (2014) menciona que “La acción sísmica es cíclica con el tiempo, por el cual se esperaría un inminente movimiento telúrico en la misma zona de acción con similares o mayores intensidades” (p.10). Ante ello, países como Rusia, catalogado como una de las potencias mundiales en estos últimos años, ha establecido métodos y normativas de diseño conocida como Norma SNIP II-7-81, así mismos investigadores como el científico ruso D.D. Barkan, O.A Savinov entre otros, contribuyeron con modelos dinámicos considerando la flexibilidad del suelo en el análisis estructural.

El Perú se encuentra localizado entre la interacción de dos placas tectónicas, nazca y sudamericana, por lo tanto, estamos expuestos a constantes actividades sísmicas con altas intensidades. Según Tavera (2018) menciona que “El potencial sísmico del Perú es muy alto, debido a que forma parte del denominado cinturón de fuego del pacífico, región donde la tierra manifiesta más del 85% de energía acumulada desde el interior de la tierra a la superficie mediante los movimientos deslizantes causados por las corrientes de convección del manto.” (párr.1). Además nuestro territorio peruano cuenta con una diversa clasificación de suelos con comportamientos dinámicos diferentes. Por ello, Tavera (2014) dice que “Algunos efectos sísmicos dependen directamente del factor suelo, ya que estas amplifican las ondas sísmicas de acuerdo a sus propiedades mecánicas y físicas” (p.10). Por lo que es evidente la alta actividad sísmica que presenta nuestro país, al cual estamos expuestos. Por ello, es necesario que se contemple una exigencia estructural en las edificaciones y se realicen estudios e investigaciones sobre Interacción Suelo-Estructura. Esto, permitirá mejorar las técnicas y métodos de análisis de estructuras con la finalidad de obtener resultados más cercanos a la realidad.

Por otro lado, de acuerdo a la N.T.E E.030 la región de Ica se encuentra localizada en la zona sísmica 4, zona de mayores aceleraciones sísmicas, lo que significa inminentes sismos de gran intensidad. En el 2007, la región de Ica ha sido escenario de un sismo de 7.9 grados en la escala de Richter, generando daños estructurales importantes, en viviendas, centros comerciales, oficinas, colegios entre otros hasta incluso pérdidas de vidas humanas. En la actualidad, es la región donde se han generado altos índices de crecimiento constructivo que proporciona desarrollo en el país.

Por otro lado, en el cálculo normativo, para el análisis estructural según la norma de diseño sismorresistente E.0.30, se considera el suelo de fundación como un medio externo completamente rígido y sobre la cual es colocada la estructura de cimentación, generándose así empotramiento entre ellas. Sin embargo, este modelo no representa el comportamiento sísmico real de una edificación en nuestro país, y por ello, es importante considerar la flexibilidad del suelo de fundación en el Comportamiento Sismorresistente de una edificación. En este contexto, es necesario realizar estudios geotécnicos, debido a que la mayoría de estructuras fallan por efecto del suelo. Por lo tanto, la necesidad de investigaciones que profundicen en la interacción suelo estructura en el litoral peruano es importante.

Esta **situación problemática** anteriormente mencionado y la investigación a realizar, nos condiciona a responder un **problema general**: ¿En cuánto varía el comportamiento Sismorresistente de una edificación considerando la interacción suelo-estructura en suelo blando e intermedio de la región de Ica?

Del mismo modo, esta tesis de investigación tiene **justificación práctica**, debido a que mediante la aplicación de los modelos dinámicos de interacción suelo estructura contribuye en la prevención de daños importantes en elementos estructurales no esperados, garantizando un óptimo comportamiento sismorresistente para las edificaciones en suelos blandos e intermedios. Del mismo modo tiene **justificación teórica**, porque se fundamenta en normativas internacionales como el modelo dinámico de la norma SNIP 2.02.05-87 (Rusia) y el modelo dinámico de D.D. Barkan -O.A Savinov (Rusia), quienes establecieron los

primeros principios de la interacción suelo estructura, asimismo se busca profundizar los conceptos de la Ingeniería Geotécnica y la Ingeniería Estructural, ya que por ninguna razón la edificación debe aislarse de su suelo de fundación. Y finalmente presenta **Justificación metodológica**, ya que para lograr los objetivos propuestos se requerirá el empleo de la técnica de observación no participante o estructurada y su procesamiento en el software ETABS v.16, Microsoft Excel, AutoCAD v.16.2.1, con ellos se determinara la variación del comportamiento sismorresistente de la edificación considerando la flexibilidad de la base, asimismo se aportaría como guía metodológica de uso y aplicación en el análisis sismorresistente con la Interacción suelo- Estructura en beneficio a los pobladores de la región de Ica.

Seguidamente, argumentado los aspectos que nos anteponen, tenemos como **objetivo general** del presente tema de investigación determinar la variación del comportamiento sismorresistente de una edificación considerando la interacción suelo-estructura en suelo blando e intermedio de la región de Ica y como **objetivos específicos**: Determinar la variación de las **fuerzas internas máximas** en el comportamiento sismorresistente de una edificación considerando la interacción suelo-estructura en suelo blando e intermedio de la región de Ica ; determinar la fluctuación de los **periodos de vibración** en el comportamiento sismorresistente de una edificación considerando la interacción suelo-estructura en suelo blando e intermedio de la región de Ica y finalmente determinar el rango de valores de la **distorsión de entrepiso** en el comportamiento sismorresistente de una edificación considerando la interacción suelo-estructura en suelo blando e intermedio de la región de Ica.

Por último, una vez establecidos el problema general y objetivos, exponemos como **hipótesis general**: El comportamiento sismorresistente de una edificación varía notablemente considerando la Interacción suelo estructura en suelo blando e intermedio de la región de Ica y expresamos como **hipótesis específico**: La variación de las **fuerzas internas máximas** en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio es notable considerando la interacción suelo-estructura; la fluctuación de los **periodos de vibración** en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo

blando e intermedio es notable considerando la interacción suelo-estructura y finalmente el rango de valores de la **distorsión de entrepiso** en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio es notable considerando la interacción suelo-estructura.

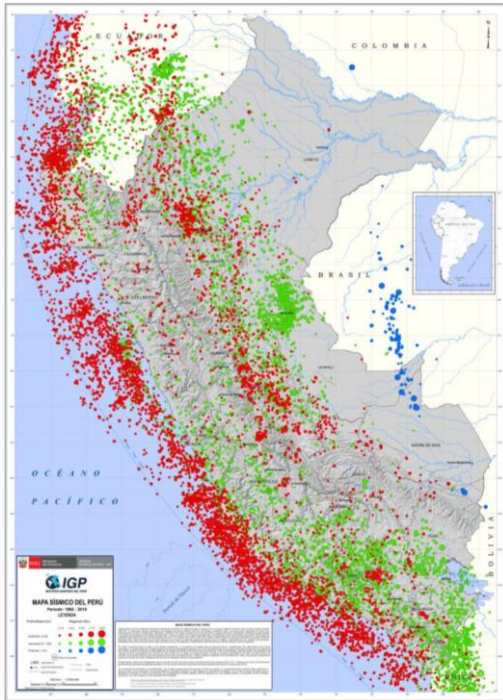


Figura 1. Mapa Sísmico del Perú, periodo: 1960-2019

Fuente: (Instituto Geofísico del Perú, 2019)



Figura 2. Daños estructurales en la ciudad de Ica luego del sismo 2007.

Fuente: (Hernando Tavera, 2014)

II.- MARCO TEÓRICO

Concerniente a los **antecedentes a nivel nacional** se tiene, Neyra & Romero (2019), en su tesis de pregrado **titulada**: “Influencia de la interacción suelo-estructura en el análisis sísmico en edificaciones aporricadas sobre zapatas aisladas debido al cambio de geometría y condiciones geotécnicas”. Estableció como **objetivo** encontrar las intermitencias de los principales criterios para el análisis sísmico tomando en cuenta el efecto de la Interacción Suelo Estructura y cuando se tiene una conexión infinitamente rígida, además considerando las variantes de altura y tipo de suelo. Como **resultado** tenemos que para el caso de suelos blandos S3, las derivas presentan un considerable incremento a diferencia del suelo S2, de este modo se afirma que mientras el suelo sea más blando o desfavorable los criterios como deriva de entrepiso, fuerzas internas y periodos se amplifican.

Por otro lado, Villanueva (2018) en su tesis de pregrado **titulada**: “Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018”. Estableció como **objetivo** determinar el grado de influencia que presenta la relación del suelo arenoso en la respuesta sísmica con la edificación en mención. Como **resultado** final fue que los asentamientos, periodos fundamentales de vibración y el desplazamiento de la estructura aumentan considerablemente en un 80.16%, 32.77% y 55.6% debido a la influencia del comportamiento dinámico y mecánico del suelo arenoso de soporte.

Además, Garay (2017) en su tesis de pregrado **titulada**: “Influencia de la Interacción Suelo-Estructura en el comportamiento sísmico de un edificio de 7 niveles del proyecto “ Multifamiliar los Balcones del Valle” Barrio Columbo-Cajamarca”. El cual estableció como **objetivo** analizar los resultados sísmicos de una edificación multifamiliar incorporando la rigidez del suelo en el análisis sísmico, para ello considero los modelos constitutivos de DD.Barkan-O.A Savinov, Ilichev, sargsian y lo establecido en la norma Rusa.El cual obtuvo como **resultado** el decrecimiento de las fuerzas internas de 37.18% y un acrecentamiento en las derivas de

entrepiso 28.49%, de igual modo la reducción de los periodos de vibración de 23.78% en referencia al modelo convencional de análisis sísmico.

Adicionalmente, Valderrama & Meza (2014) en su tesis de pregrado **titulada**: “Influencia de la interacción suelo-estructura en la reducción de esfuerzos de una edificación a porticada con zapatas aisladas”. Estableció como **objetivo** dar a conocer si los esfuerzos internos obtenidos son mayores o menores que el análisis sísmico convencional. En el procedimiento de dicha investigación se utilizaron los esquemas de modelos dinámicos de interacción suelo estructura para analizar el amortiguamiento y evaluarlo para diferentes tipos de suelos en el programa SAP2000. Cuya **conclusión** fue que el suelo de fundación, características geométricas de las zapatas y características del edificio en particular influyen en los coeficientes de rigidez de la edificación, estas a su vez influyen en los desplazamientos laterales de entresijos y fuerzas internas de los elementos estructurales. Los esfuerzos internos implementando la Interacción Suelo Estructura (ISE) de una edificación a porticada con zapatas aisladas decrecen considerablemente debido a que el comportamiento del suelo es como un resorte y cierto porcentaje de la energía liberada en un movimiento sísmico son disipados por el suelo de fundación.

Concerniente a los **antecedentes a nivel internacional** se tiene, Catelan et, al (2021) en su artículo internacional titulada: “Análisis del efecto constructivo y la interacción suelo-estructura en proyectos de edificios altos con cimientos poco profundos en suelos arenosos”. El cual se estableció como **objetivo**, evaluar la influencia del efecto incremental y la interacción suelo-estructura en análisis de estabilidad general de una estructura de hormigón armado con cimentaciones superficiales en suelos arenosos. Cuya **conclusión** fue que el uso de la Interacción suelo estructura (SSI) presentó variaciones más relevantes, mostrándose como la herramienta más compleja y requiriendo mayor atención por parte del diseñador, lo cual está de acuerdo con los estudios de la estabilidad general, que llaman la atención sobre las variaciones encontradas en los parámetros analizados.

Por otra parte, Mejia (2018) refiere en su tesis **titulada**: “Análisis de interacción suelo estructura en conjunto con un análisis Push Over en una edificación de 10 pisos en pórticos de concreto, en zonas lacustres de la microzonificación sísmica de Bogotá”. Estableció como **objetivo** analizar los efectos del comportamiento elástico de una edificación utilizando un modelo de análisis no lineal y lineal (Análisis Push Over) y la influencia del ISE. Cuya **conclusión** fue que los resultados de los modelos de análisis lineal que no consideran la acción recíproca del suelo estructura, tienen una cortante de diseño más bajo que el obtenido en el análisis no lineal considerando la interacción suelo estructura, y recomienda utilizar las mismas en el estudio y diseño de los elementos estructurales de las edificaciones de concreto, porque permite conocer y controlar mejor el comportamiento estructural. Asimismo al disminuir la aceleración espectral a 4g en zonas específicas de Bogotá, influyó de tal manera que se requiere menos cantidad de acero de refuerzo en los elementos estructurales de la edificación en mención.

Además, Aguiar & Ortiz (2017) en su artículo internacional de ingeniería estructural **titulado**: “Análisis Sísmico de un edificio de doce pisos de la ciudad de Manta considerando la interacción suelo estructura”. Estableció como **objetivo** aplicar el método de análisis modal espectral para las fuerzas en el centro de masa por pisos de la edificación y desplazamientos laterales por cada entrepiso, para lo cual se emplearon el espectro sísmico de Manta. Cuya **conclusión** fue que el edificio de Manta por encontrarse en suelo tipo C, el factor de ampliación del suelo afectó muy poco a los períodos y desplazamiento, a su vez se debe considerar que una cimentación con Vigas T aporta un grado de empotramiento fuerte a la estructura, lo cual facultaría modelar la estructura sin tomar en cuenta la cimentación.

Finalmente, Dueñas (2016) en su **tesis** de maestría **titulado**: “Análisis comparativo de dos edificios considerando los efectos de interacción dinámica suelo estructura según el código reglamentario para el municipio de Puebla”. se planteó como **objetivo** analizar la comparativa y obtener los contrastes de diferencia del diseño estructural tomando en cuenta la influencia de la relación del suelo con la estructura de dos modelos de edificación con variación de niveles o alturas en un mismo suelo de estudio. El cual llegó a la **conclusión** de que para ciertos casos en particular la aplicación de la acción recíproca del suelo con la estructura incide en el

amenoramiento de las fuerzas de acción en el análisis de diseño estructural de la edificación modelada, es decir, no necesariamente los efectos de los mismos requiere sobredimensionar las secciones estructurales sino que en muchos casos nos permite optimizar el costo de la edificación en cuantías de acero, geometría de la sección, seguridad estructural entre otros.

De la misma manera, los **fundamentos teóricos** con respecto a **las variables y dimensiones** de estudio, se exponen a continuación.

Correspondiente a la variable independiente: **Interacción suelo-estructura**. Fernandez (2017), en su conferencia expone que: “La interrelación del suelo con la estructura radica en que los efectos de la flexibilidad relativa del esquema suelo cimentación generan alteraciones en la respuesta dinámica del suelo y de la edificación”(p.4). Adicionalmente a ello. Villarreal (2009) menciona que: “En aspectos generales este tema de investigación se genera mediante una unión dinámica entre la base de fundación y la estructura, causado por las fuerzas dinámicas externas, el cual influye en el estado esfuerzo-deformación de la edificación” (p.30).

Por lo mencionado líneas arriba se puede afirmar que la flexibilidad del suelo influye de manera directa en la respuesta dinámica de la superestructura, asimismo es inevitable que existan diferentes esquemas y algoritmos de cálculo para dar solución a estos problemas. Para ello. Villarreal (2009) concluye que: “Es esencial que el problema interacción suelo estructura sea analizado de forma sencilla, para ello el método de péndulo invertido con masas puntuales a nivel de entresijos, es favorable, no obstante considerar la concepción de flexibilidad elástica en la cimentación o base de fundación”(p.24).

A continuación se representa los esquemas suelo-cimentación en donde (a) Esquema tradicional de fijación suelo cimentación y (b) Esquema de fijación considerando la flexibilidad elástica suelo-cimentación. Ver figura 3.

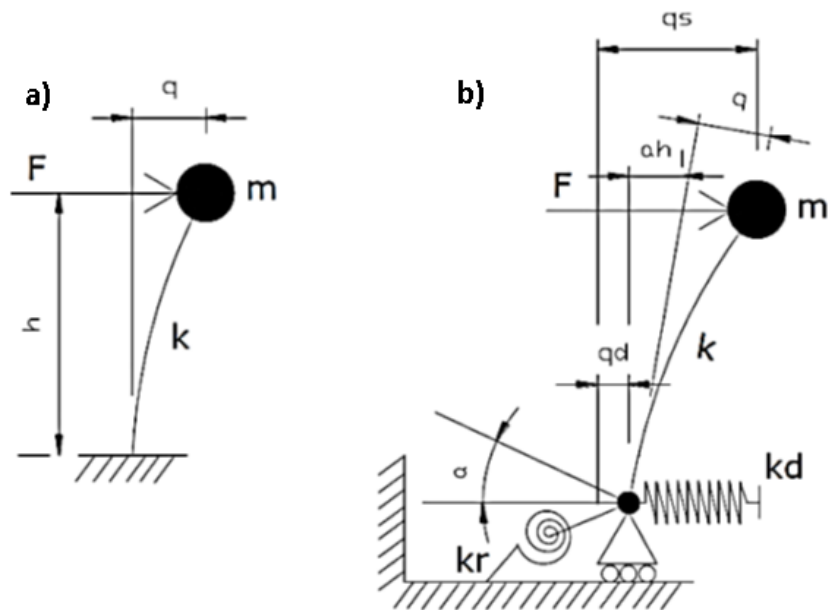


Figura 3. Esquema de interacción suelo-estructura

Fuente:(Gallegos, 2014)

Al mismo tiempo, la variable mencionada, se encuentra enmarcada conforme a sus dimensiones, en primer lugar tenemos al **comportamiento mecánico del suelo de fundación**, para ello. Braja (2013) menciona que: “La mecánica de suelos consiste en el uso de las ciencias teoricas físicas para estudiar sus propiedades físicas y el comportamiento de las masas de suelos sometidas a una variedad de fuerzas”(p.1). Por otro lado. Verruijt (2006) con respecto a ello menciona que : “Es la ciencia del equilibrio y del movimiento de los cuerpos, entendiendose que el suelo es el material degradado entre las capas superiores de la corteza terrestre con propiedades particulares, imprescindibles de estudio”(p.6). Por lo mencionado anteriormente, las masas del suelo en estudio requieren ser clasificadas, del cual podemos partir de los propiedades básicas entre otras como granulometría y la plasticidad de los suelos comúnmente utilizados para fines ingenieriles según la clasificación AASHTO y sistema unificado SUCS. De acuerdo con lo expuesto, la dimensión mencionada tiene como **indicadores** a la **capacidad admisible suelo y módulo de elasticidad del suelo**.

Tabla 1. Perfiles de suelo

Perfiles de suelo	
S_0	Roca Dura
S_1	Roca o Suelos muy Rígidos
S_2	Suelos intermedios
S_3	Suelos Blandos
S_4	Condiciones excepcionales

Fuente: (Normativa E.030 Diseño Sismorresistente, 2018)

Del mismo modo, la segunda dimensión: **Comportamiento dinámico del suelo de fundación**. Gazeta (2015) menciona que: “La Dinámica de Suelos es un campo de la ingeniería que se encarga de analizar la respuesta del suelo de fundación sometidos a cargas externas dependientes del tiempo y el uso de transmisión de ondas para evaluar las cualidades del terreno” (p.1). Por su parte. Alva Hurtado (s.f) indica que: “El esquema de la masa apoyada por un resorte debe ser empleado para representar el comportamiento dinámico suelo-estructura, en lo posible esquemas sencillos. No obstante, debemos tomar en cuenta la inercia de la masa y las características esfuerzo-deformación-tiempo del resorte durante la acción de las cargas” (p.13). En la actualidad se han podido apreciar muchos casos de licuefacción, fallas del suelo, etc. por ello y lo expuesto anteriormente el comportamiento del suelo sometido a cargas dinámicas es fundamental, para garantizar la seguridad estructural.

La dimensión mencionada se encuentra enmarcada por dos **indicadores**, en primer lugar tenemos del **Modelo dinámico SNIP 2.02.05-87(Rusia)** .Para Gutierrez (2019) considera que “Con la aplicación del la Norma SNIP 2.02.05-87 en la acción reciproca del suelo estructura, arrojan resultados más cercanos a la norma peruana de Diseño de edificación ya que toma en consideración la rotación en la dirección de análisis vertical”(p.15).Ante ello, el modelo dinámico en mención se fundamenta en hallar el valor numérico de los coeficientes de rigidez tanto la rigidez de compresión elástica uniforme K_z , traslacion elástica uniforme K_x e K_y , compresion elástica no uniforme K_φ y traslacion elástica no uniforme K_ψ , ya que estos valores nos permitirá conocer el comportamiento o accion reciproca entre el

suelo-cimentación y estructura. Así mismo estos 6 coeficientes equivalentes de rigidez del suelo serán aplicados en el centro geométrico para el caso de zapata aislada, no obstante también se pueden aplicar con procedimientos distintivos para cimentaciones como plateas y pilotes. [Vease figura 4.](#)

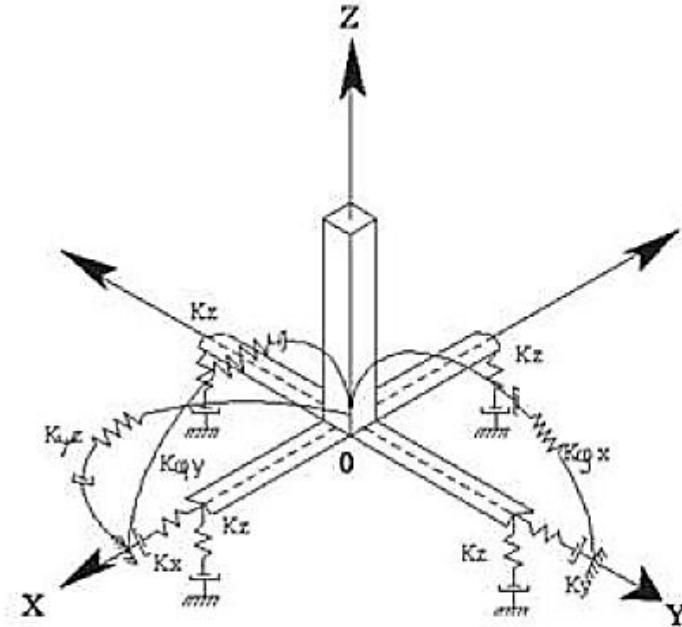


Figura 4. Representación espacial del esquema suelo-estructura de una cimentación tipo zapata aislada.

Fuente: (Villarreal, 2009)

Para hallar estos coeficientes de rigidez es necesario saber el área de contacto de la base de fundación, además el coeficiente de compresión elástica uniforme C_z , como también el coeficiente de traslación elástica uniforme en ambas direcciones C_x y C_y , del mismo modo el coeficiente de compresión elástica no uniforme para ambas direcciones $C_{\phi x}$, $C_{\phi y}$ y traslación elástica no uniforme $C_{\psi z}$, adicional a ello es necesario determinar el momento inercial rotacional de la base de la zapata en caso que lo sea, en referencia al plano horizontal I_{ϕ} y finalmente momento de inercia de la base de cimentación en referencia al plano vertical, el cual serán halladas por las siguientes ecuaciones :

$$K_x = C_x \cdot A , K_z = C_z \cdot A$$

$$K_{\phi x} = C_{\phi x} \cdot I_{\phi x} , K_{\psi} = C_{\psi} \cdot I_{\psi}$$

Para el cálculo de C_z (T/m³), tenemos b_0 (coeficiente m^{-1} de acuerdo al perfil del suelo) y E (módulo de deformación del suelo de fundación T/m³), se determina de la siguiente manera.

$$C_z = b_0 x E (1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}})$$

Para los valores como C_x , C_φ y C_ψ se determina con las siguientes ecuaciones.

$$C_x = 0.7 x C_z$$

$$C_\varphi = 2.0 x C_z$$

$$C_\psi = C_z$$

Los amortiguamientos en el suelo de fundación son relativas, para las vibraciones verticales se presentara como ξ_z y se determinan de forma experimental. Entre otras ecuaciones tenemos.

$$\xi_z = \frac{2}{\sqrt{p_m}} \quad , \text{ donde } p_m \leq \gamma_{ts} x R$$

$$\xi_x = 0.6 x \xi_z$$

$$\xi_x = 0.5 x \xi_z$$

$$\xi_\psi = 0.3 x \xi_z$$

Asimismo, como segundo **indicador** de la dimensión mencionada tenemos al **Modelo dinámico de D.D. Barkan - O.A Savinov**, realizado por el científico O.A shejter. Según Villarreal (2009) menciona que “El modelo argumentado por D.D. Barkan - O.A Savinov, es mas perceptible ya que considera la interaccion de la cimentación con el suelo de fundacion como un proceso de vibraciones forzadas”(p.32).Así mismo, se sustenta en que los coeficientes C_x , C_y y C_φ son dependientes de la presión estática del suelo ρ y estas mismas son transmitidas desde la cimentación propuesta hasta la base de fundación. De esta manera definimos los coeficientes de compresión y desplazamiento de la base.

$$C_z = C_o \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta \cdot A} \right] \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_x = D_o \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta \cdot A} \right] \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

$$C_\phi = C_o \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta \cdot A} \right] \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}}$$

Entendiéndose a, b como dimensiones en el eje X e Y de la cimentación, C_o como un valor empírico dependientes del tipo y propiedades del suelo de fundación y D_o valor experimental dependiente de coeficiente de poisson μ y del módulo de elasticidad del suelo E_s .

$$D_o = \frac{1 - \mu}{1 - 0.5\mu} \cdot C_o$$

Finalmente se tienen las ecuaciones de rigidez.

$$K_z = C_z x A \quad , \quad K_x = C_x x A$$

$$K_\phi = C_\phi x I$$

Tabla 2. Valores para el coeficiente C_o derivadas del perfil del suelo.

Características de la base de fundación	Suelo	C_o (Kg/cm ³)
	Arcilla y arena arcillosa dura ($I < 0$)	3.0
Roca o suelos muy rígidos	Arena Compacta ($I < 0$)	2.2
	Cascajo, grava, canto rodado, arena densa	2.6
	Arcilla y arena arcillosa plastica ($0.25 < I < 0.5$)	2.0
Suelos intermedios	Arena plastica ($0 < I < 0.5$)	1.6
	Arena polvorosa medio densa y densa ($e \leq 0.80$)	1.4
	Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de su densidad y humedad	1.8
Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad ($0 < I \leq 0.75$)	0.8
	Arena plastica ($0.5 < I \leq 1$)	1.0
	Arenas polvorosa, saturada, porosa ($e > 0.8$)	1.2
Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda ($I > 0.75$)	0.6
	Arena movediza ($I > 1$)	0.6

Fuente: (Villarreal, 2009)

Continuamente, la segunda variable es: **Comportamiento sismorresistente de una edificación**. Bazán & Meli (1990) prescriben que: “La superestructura diseñada debe ser lo suficientemente dúctil y resistente para poder absorber y disipar la energía generada eventualmente por un sismo, no debiendo colapsar ni ocasionar mayores daños a la edificación, evitando pérdidas de vidas humanas” (p.40). De lo anteriormente expuesto, la dimensión de la variable comportamiento sismorresistente de una edificación es el **Análisis dinámico modal espectral (DMSA)**. D.A, Rade & V,Steffen.Jr (2008) dicen que:”El análisis modal se entiende como el conjunto de técnicas, procesos analíticos y experimentales, destinados al modelado del comportamiento dinámico de sistemas vibrantes que derivan del hecho de que, en determinadas condiciones, la respuesta dinámica puede ser representado como una superposición de las respuestas del sistema dinámico mecánico elemental, en términos de las llamadas características modales” (p.2).Adicionalmente a ello. Huaripata et al (2020) mencionan que: “Se encuentra representado por una pseudoaceleración y periodo de vibración de la superestructura en función a las cualidades propias de sitio, además se regula por un espectro de respuesta” (p.2).Ver figura 5.

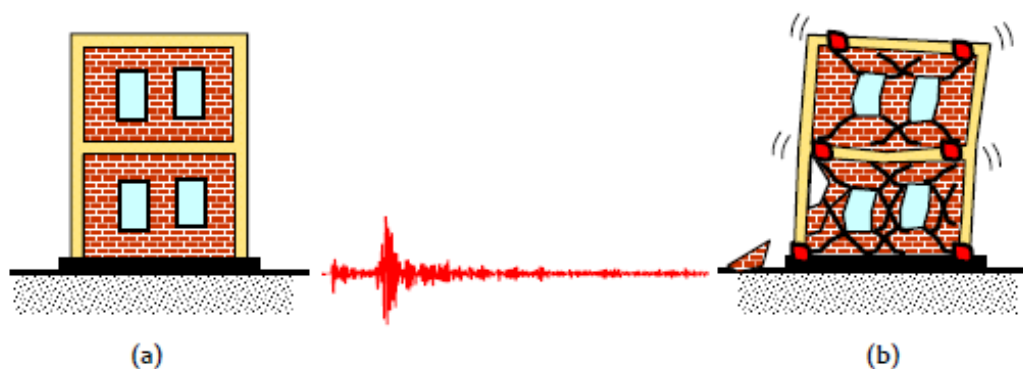


Figura 5.Comportamiento Sismorresistente, a) edificio sin daños y b) edificio dañado.

Fuente:(C. V. R.et, al., 2012)

Además esta dimensión se encuentra determinada por sus indicadores, en primer lugar tenemos a las **Fuerzas internas máximas**, en dónde. Lefevre et, al (2015) mencionan que “Son aquellas que reaccionan en oposición de las fuerzas externas para mantener el estado de equilibrio en el cuerpo en análisis” (p.10).Como

segundo indicador tenemos al **Periodo de vibración**. Para ello S. Graham (2011) define que: “El periodo de vibración es el tiempo en que las oscilaciones de un sistema estructural en una posición de equilibrio necesitan para realizar un ciclo completo de movimiento y se inician cuando un elemento de inercia traslada su posición de equilibrio debido a una energía impartida al sistema a través de una fuente externa” (p.1). Finalmente como tercer indicador tenemos a la **Distorsión de entrepiso**. Según. Aguiar (2008) “La distorsión de entrepiso viene a ser la relación entre el desplazamiento inelástico del nivel y la altura respectiva del mismo” (p.153). Para ello, adicionalmente. Wei-Hua (2020) menciona que: “En condiciones de funcionamiento, el desplazamiento lateral dinámico es un criterio de rendimiento clave, no debe exceder un cierto valor para evitar daños a los elementos de construcción frágiles. Por tanto, es necesario evaluar el desplazamiento dinámico estructural de forma precisa” (p.1).

Tabla 3. Límites para la Distorsión de Entrepiso.

Material predominante	(Δ_i/h_i)
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente:(N.T.E E.030, 2018)

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

3.1.1 Método de investigación:

Para.C.R (2004) asegura que: “El método científico busca lograr una interrelación sistemática de sucesos, con el fin de encontrar la veracidad en la investigación como ideal mediante la observación, suposición o hipótesis, demostración e interpretación de resultados” (p.9).

Así mismo este estudio empezó con la análisis del sistema y configuración de la edificación "Salcedo", así también las propiedades del suelo de fundación, por el cual , para fines de esta investigación son de tipo intermedio y blando, luego nos planteamos las hipótesis de que la relación del suelo con la estructura incide considerablemente en el comportamiento Sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la región de Ica, para ello se desarrolló en primer lugar el diseño de las cimentaciones, el modelo tridimensional de la estructura mediante el programa de análisis ETABS y la aplicación del modelo constitutivo de la Norma Rusa y D.D. Barkan- O.A savinov. Seguidamente para el desarrollo de la información, se efectuaron tablas y gráficos de resultado finalmente se pudo aprobar o rechazar la hipótesis propuesta.

En tal sentido, se puede afirmar que aplicamos el **método científico**.

3.1.2 Tipo de Investigación:

Para C.R (2004) dice que: “La investigación aplicada tiene como objetivo buscar soluciones para un problema inmediato que enfrenta una investigación, a través del conocimiento” (p. 20).

De lo mencionado anteriormente, al realizar el análisis del comportamiento sismorresistente de una edificación considerando el efecto del suelo en la estructura tanto para suelo blando como intermedio, arrojaron diferentes resultado

de análisis, por el cual se determinó el incremento o reducción de estos con respecto a lo estipulado en la N.T.E Diseño Sismorresistente E.030, en consecuencia la conexión de estos resultados se tuvieron nuevas apreciaciones, es decir, se gestó el conocimiento como base en el instante del análisis.

De este modo, es evidente que empleamos la **investigación aplicada**.

3.1.3 Nivel de Investigación:

Para, Ñaupas et al. (2018): “El nivel explicativo busca dilucidar las relaciones de causa propio de las dimensiones de los hechos. En pocas palabras se busca explicar las causas de los hechos, fenómenos, eventos y procesos naturales o sociales” (p.135).

Correspondiente a la tesis de investigación, el estudio o análisis de la relación dinámica suelo estructura busca esclarecer la influencia del mismo en los resultados sísmico de la edificación bajo a los métodos y procesos establecidos.

Por el cual, la presente tesis pertenece al nivel de **investigación explicativa**.

3.1.4 Diseño de investigación:

Bruce A (2012) expone que: “Los diseños cuasi-experimentales implican contrastar los resultados de una variable que es el foco de evaluación de otra variable que no tuvo un tratamiento real alternativo, con el fin de determinar su influencia” (p. 9).

En referencia de lo expuesto, la variable que es el foco de evaluación es la Interacción suelo- estructura, el cual por medio de dos dimensiones se determinó la influencia de esta en la variable dependiente Comportamiento sismorresistente de una edificación.

Por tal razón, emplearemos el **diseño cuasi-experimental**.

3.2. Variables y Operacionalización:

- **Variable 1:** Interacción suelo-estructura.

Definición conceptual: Según Villanueva (2018) lo define como “Fenómeno que se genera mediante la unión dinámica entre a base de fundación y la estructura, causado por las fuerzas dinámicas externas repetidas, el cual influye en la condición esfuerzo-deformación de la edificación” (p.30).

Definición operacional: La variable Interacción suelo-estructura se trató mediante el análisis del comportamiento mecánico y dinámico del suelo de fundación, en cual se determinó por medio de sus indicadores.

- **Variable 2:** Comportamiento sismorresistente de una edificación.

Definición conceptual: Para Swamy & Prasad (2015) definen como “Es la reacción o respuesta de la superestructura sometida repetidamente a fuerzas sísmicas y gravitacionales, según la filosofía estructural la edificación sismorresistente debe poseer rigidez, ductilidad y evitar colapsos imprevisto”.

Definición operacional: La variable Comportamiento sismorresistente de una edificación se trató por medio de las fuerzas internas, periodo de vibración y distorsión de entrepiso del análisis modal espectral establecido en la norma técnica de edificaciones E.030, estos miden el comportamiento estructural. [Véase anexo 3.](#)

3.3. Población, muestra y muestreo:

3.3.1 Población:

Ñaupas, et al. (2018) indica: “La población o universo se define como la totalidad de las unidades bases de análisis, que contienen las cualidades precisas para ser valoradas en la investigación” (p.334).

En tal sentido, la población de esta presente investigación estuvo constituida por las edificaciones para uso de oficinas en suelos blandos e intermedios de la región de Ica.

3.3.2 Muestra:

Para Hernández et, al (2014) menciona que “La muestra de clase no probabilística y dirigida, no pretende que estas sean representativos de la población, por lo tanto no se realiza por medio de criterios de selección”(p.171).

Dada la condición mencionada, se trabajó con las oficinas “Salcedo” y por fines de la presente investigación se encuentran ubicadas en la Urb. El Sol de Ica, distrito de Ica, provincia de Ica, Departamento de Ica y en la ciudad de Nazca, distrito de Nazca, Departamento de Ica. La **muestra es no probabilística y dirigida.**

3.3.3 Muestreo:

Chinelo (2016) considera que:” El muestreo es una técnica que se ocupa de la selección de un subconjunto de individuos dentro de una población para estimar las características de toda la población. Cada variable individual mide una o más propiedades de cuerpos observables distinguidos como objetos o individuos independientes” (p. 33).

Con respecto al tipo de muestreo, se empleó el **muestreo por conveniencia.**

3.3.4 Unidad de análisis:

Según. Ñaupas et,al. (2018) afirman: “Las unidades de análisis empíricamente se podría decir que son las particularidades de los objetos en la que se le emplean los indicadores de medición, estos pueden ser sucesos o fenómenos” (p. 326).

Por ello, la unidad de análisis fueron las oficinas “Salcedo” ubicadas en la Urb. El Sol de Ica, distrito de Ica, provincia de Ica, Departamento de Ica y en la ciudad de Nazca, distrito de Nazca, Departamento de Ica, en las cuales estarán medidos por sus indicadores.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1 Técnica

Ñaupas et,al (2018) mencionan que: “Las técnicas de recolección de datos pueden ser definidas como un conglomerado de preceptos que regulan cada etapa del proceso de investigación con el fin de lograr los objetivos establecidos” (p.274).

En consecuencia, se aplicará la **observación directa - no participante** como técnica de recolección de datos, el cual se empleó para recoger la información obtenida tanto en el estudio de mecánica de suelos (EMS) como para el registro de los resultados con los softwares empleados de análisis estructural.

3.4.2 Instrumento

Chavez de Paz (2008) dicen “En la tecnica de observacion estructurada se puede contar con un plan estructurado por medio de fichas y registro de información como instrumentos de recolección de informacion, el cual se colocan la información más destacados”(p.20).

Por ende, para fines de esta presente tesis emplearemos a la **ficha de recoleccion de datos**.

3.4.3 Validez

Según Bohrnstedt (1976) “La validez propiamente dicho, es el nivel en el que un mecanismo valora a una variable o dominio del contenido medido” (p.103).

Para tal efecto, se tuvo la participación de 3 expertos en ingeniería estructural, quienes dictaron una valoración por cada uno de los ítems descritos en la ficha de recolección de datos. Así mismo el grado de validez obtenido fue de **excelente validez** con un promedio de 0.91. [Véase anexo 4.](#)

$$IVC = \frac{\text{Suma de puntuación}}{\text{Número total de ítems}}$$

Tabla 4. Índice de Validez de contenido del instrumento de investigación.

Especialista	Grado académico	Nombres y Apellidos	CIP	Valoración
1	Ingeniero	Garayar Quintanilla Lienzo	117802	0.86
2	Ingeniero	Tineo Aranda Daniel Bernabé	221544	0.90
3	Ingeniero	Lliuya Manrique Santos Antonio	224830	0.96

Fuente: Propiedad del autor

Tabla 5. Rango de validez de los instrumentos

<0.53	Nula
0.54 – 0.59	Baja
0.60 – 0.65	Valida
0.66 – 0.71	Muy valida
0.72 – 0.99	Excelente
1.00	Validez perfecta

Fuente: (Representado de Oseda ,2011)

3.4.4 Confiabilidad

Según, Ñaupas Paitan et,al (2018) dicen que “ Un instrumento será confiable cuando no presenta una variación considerable con respecto a otras y diferentes aplicaciones para un mismo grado de instrucción”(p.277)

Tabla 6. Rangos de confiabilidad

0.01 – 0.20	Muy baja
0.21 – 0.40	Baja
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Alta
0.81 – 1.00	Muy alta

Fuente: (Bernal,2010)

3.5.Procedimientos:

3.5.1 Aspectos generales de la edificación:

Para fines de esta investigación se realizó la estructuración y diseño de una edificación base o patrón denominado oficina “Salcedo”, el cual para ambos casos de fundación, ya sea en suelos blandos (S3) e intermedios (S2) presenta la misma configuración arquitectónica y estructural. No obstante, se realizó el diseño de la cimentación para cada escena de fundación establecida.

3.5.1.1 Ubicación y Localización:

La presente tesis de investigación aborda el análisis de comportamiento sismorresistente de la Oficina “Salcedo” considerando la acción recíproca del suelo con la estructura en suelos blandos (caso A) e intermedios (caso B) de la región de Ica, para tal efecto se encuentran ubicado en dos zonas específicas.

Caso A:

Departamento: Ica.

Provincia : Ica.

Distrito : Ica.

Localidad : Urb.El Sol de Ica.

Latitud Sur : 14° 3' 50".

Altitud : 414 m.s.n.m.



Figura 6. Ubicación y localización de Oficinas “Salcedo”, caso A.

Fuente: (Google Earth Pro, 2021)

Caso B:

Departamento: Ica

Provincia : Nazca

Distrito : Nazca

Latitud Sur : 14°49'11"

Altitud : 588 m.s.n.m.



Figura 7. Ubicación y localización de Oficinas “Salcedo”, caso B.

Fuente: (Google Earth Pro, 2021)

3.5.1.2 Configuración arquitectónica:

La edificación base es para uso de oficina y cuenta con 5 niveles, cuya configuración geométrica es rectangular teniendo un ancho de 10m y un largo de 25m, además cuenta con un ancho de circulación de 2.50m de longitud ubicada a lo largo de la edificación. [Véase anexo 5.](#)

Área total construida: 250.00 m²

Área del 1er nivel : 227.40 m²

Área del 2do nivel : 227.40 m²

Área del 3er nivel : 227.40 m²

Área del 4to nivel : 227.40 m²

Área del 5to nivel : 227.40 m²

Tabla 7. Descripción arquitectónica por niveles de la Oficina “Salcedo”

Nivel	Nº Ambientes	Descripción	Área
Primer nivel	06	Oficinas con baño propio	13.83 m2 c/u
	02	Cocheras	17.10 m2 c/u
	04	jardines	3.10 m2 c/u
	01	Depósito	3.0 m2
	01	Área de circulación en común	58.75 m2
	01	Caja de escalera	9.36 m2
Segundo nivel	08	Oficinas con baño propio	13.83 m2 c/u
Tercer nivel	01	Depósito	3.0 m2
Cuarto nivel	01	Área de circulación en común	58.75 m2
Quinto Nivel	01	Caja de escalera	9.36m2

Fuente: Propiedad del autor.

3.5.1.3 Características Estructurales:

El sistema estructural es dual de concreto armado para el eje “X” e “Y” y se encuentra constituido por pórticos y muros de concreto armado, estos últimos resisten una cortante entre el 20% a 70% en la base del edificio de acuerdo a la Normativa técnica de Edificaciones “Diseño Sismorresistente” E.030. Asimismo sobre estas se apoyan losas aligeradas con un espesor de 0.20 m y cuenta con una escalera que se encuentra ubicado en el lado central izquierdo de la edificación con un piso de descanso de 0.20m de espesor. Los elementos estructurales están conformados por columnas, muros estructurales y columnas rectangulares, así también como vigas peraltadas de forma rectangular.

- Muro estructural : P100X20
- Espesor de muros estructurales : e=20cm
- Columnas rectangulares : C25x40
- Columnas rectangulares : C20x60
- Vigas peraltadas : V30x35

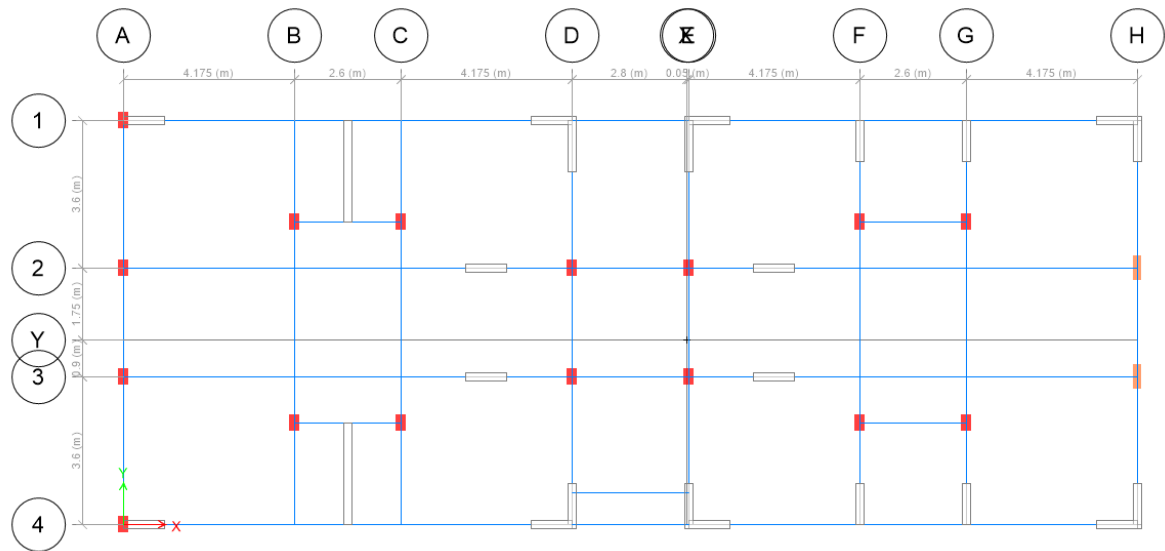


Figura 8. Planta de Estructuración modelado en el software ETABS V16.2.1

Fuente: Propiedad del autor.

3.5.1.4 Características del material:

- Resistencia nominal a compresión del concreto : $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del concreto : $E_c = 15000 \times \sqrt{210} \text{ kgf/cm}^2$
- Peso específico del concreto : $\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$
- Coefficiente de Poisson del concreto : $\mu = 0.15$.
- Resistencia nominal del acero grado 60 : $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

3.5.2 Aspectos Geotécnicos del Suelo de fundación:

Los suelos de fundación para cada caso (A y B) presentan características particulares, para consiguiente, se realizó el estudio de mecánica de suelos (EMS) en las zonas mencionadas por la empresa ROAD TECH, el cual describimos en resumen.

Tabla 8. Síntesis de Suelo de Fundación en estudio

Suelos en Estudio	Ubicación	Tipo de Suelo	Descripción
CASO A	Urb.El sol de Ica, en el distrito de Ica, provincia de Ica, departamento de Ica.	S3	Suelo Blando
CASO B	Ciudad de Nazca, distrito de Nazca, provincia de Nazca, departamento de Ica.	S2	Suelo intermedio

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 9. Características geotécnicas para el caso A.

CASO A		
Tipo de suelo	S3	
Contenido de humedad natural	2.10	%
Densidad natural promedio	4.54	Ton/m3
Angulo de fricción	31	°
Capacidad de carga	1.59	Kg/cm2
Profundidad de cimentación(df)	1.60	m
Acho de cimentación	1.60	m
Módulo de poisson	0.25	
Módulo de elasticidad	1300	Ton/m2

Fuente: (Adaptado del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021)

Tabla 10. Características geotécnicas para el caso B.

CASO B		
Tipo de suelo	S2	
Contenido de humedad natural	6.14	%
Densidad unitaria promedio	1.5	Ton/m3
Angulo de fricción	29	°
Capacidad de carga	1.93	Kg/cm2
Profundidad de cimentación(df)	2.50.	m
Acho de cimentación	1.8	m
Módulo de poisson	0.25	
Módulo de elasticidad	1450	Ton/m2

Fuente: (Adaptado del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021)

3.5.2.1 Ensayos Geofísicos

- Ensayo MASW para suelo blando (S3)

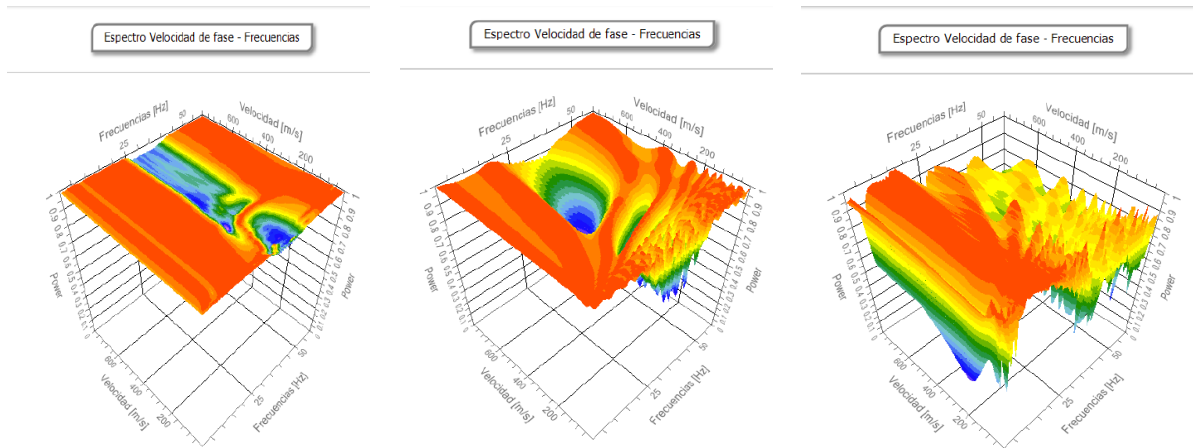


Figura 9. Ensayo Masw N°01 para el caso A, suelo blando S3.

Fuente: Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021

Tabla 11. Síntesis del ensayo geofísico de MASW N°01 para suelo blando S3.

	Prof. promedio (m)	Espesor (m)	Densidad (Kg/mc)	Coef. Poisson	TRAZA N° 1		TRAZA N° 2		TRAZA N° 3	
					Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	3.72	3.72	1370.00	0.30	172.05	321.87	170.91	319.74	171.50	320.85
2	12.88	9.16	1480.00	0.25	205.60	356.11	202.29	348.65	201.51	349.03
3	30.00	17.12	1490.00	0.20	207.01	338.04	210.08	343.06	209.66	342.38

Vs: Velocidad de las ondas "S".

Vp: Velocidad de las ondas "P"

Fuente: (Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021)

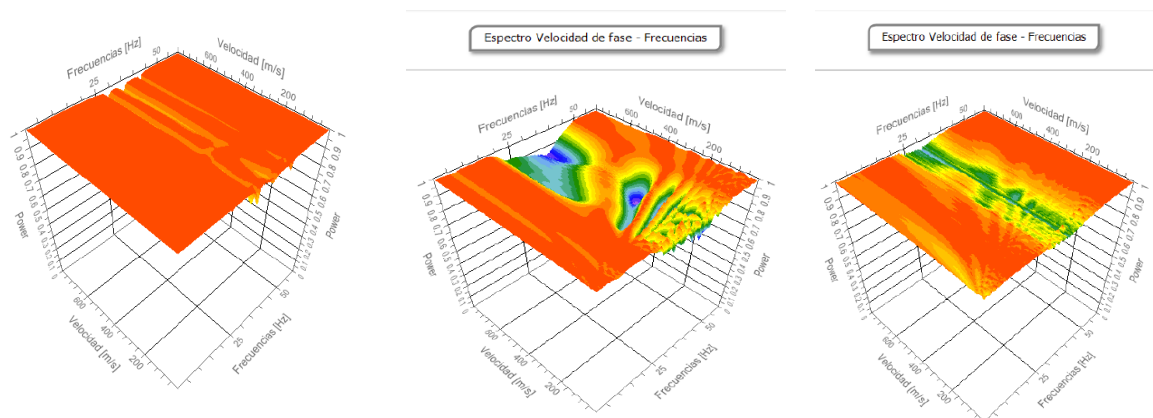


Figura 10. Ensayo Masw N° 02 para el caso A, suelo blando S3.

Fuente: Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021

Tabla 12. Síntesis del ensayo geofísico de MASW N°02 para suelo blando S3.

	Prof. promedio (m)	Espesor (m)	Densidad (Kg/mc)	Coef. Poisson	TRAZA N° 1		TRAZA N°2		TRAZA N°3	
					Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	3.31	3.31	1400.00	0.30	160.07	299.46	165.82	310.22	166.75	311.95
2	10.92	7.61	1680.00	0.25	177.65	307.69	184.63	319.79	188.15	325.89
3	30.00	19.08	1720.00	0.20	203.23	331.87	214.18	349.75	208.22	340.03

Vs: Velocidad de las ondas "S".

Vp: Velocidad de las ondas "P"

Fuente: (Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021)

- Ensayo MASW para suelo Intermedio (S2)

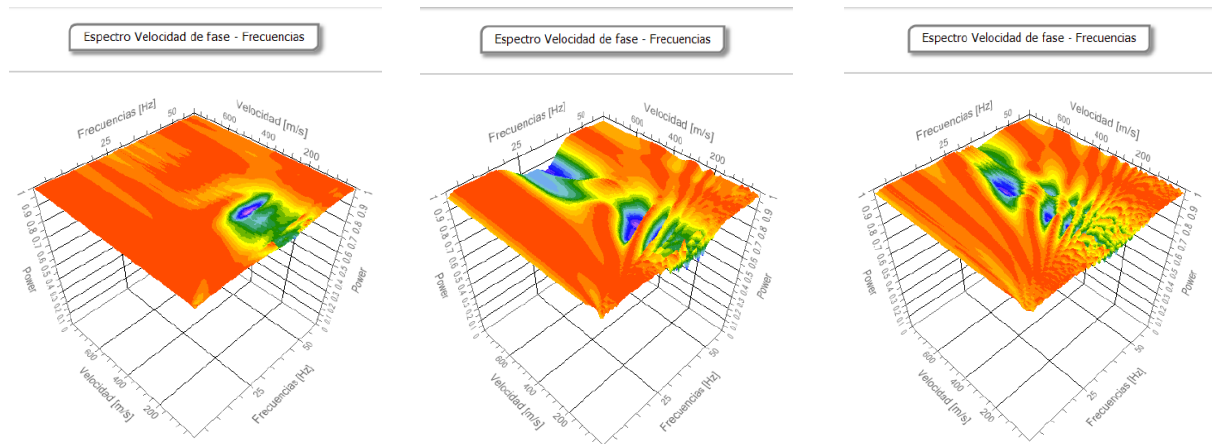


Figura 11. Ensayo Masw para el caso B, suelo Intermedio S2.

Fuente: Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021

Tabla 13. Síntesis del ensayo geofísico de MASW para suelo Intermedio S2.

	Prof. promedio (m)	Espesor (m)	Densidad (Kg/mc)	Coef. Poisson	TRAZA N° 1		TRAZA N°2		TRAZA N°3	
					Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
1	3.38	3.38	1500.00	0.25	188.10	325.79	183.58	317.98	188.67	326.67
2	8.81	5.43	1500.00	0.23	209.20	353.28	202.42	341.84	215.68	364.22
3	30.00	21.19	1500.00	0.20	215.21	351.44	224.26	366.22	213.07	347.95

Vs: Velocidad de las ondas "S".

Vp: Velocidad de las ondas "P"

Fuente: (Adaptación del EMS de la empresa ROAD TECH, 2021)

En referencia a la cimentación de la edificación, se realizó el diseño del mismo para ambos casos geotécnicos descritos, cumpliendo las verificaciones por punzonamiento, cortante y flexión. Véase anexo 10.

3.5.3 Modelo Espacial de la Oficina “Salcedo”

Para el modelamiento de la Oficina “Salcedo” se utilizó el software informático ETABS v.16.2.1 y se empleó el modelo matemático de masas concentradas con tres grados de libertad comúnmente conocido como “péndulo invertido”. En primer lugar se colocaron los ejes de referencia para los espacios y ambientes de acuerdo al plano de distribución arquitectónico, luego se definió las características de los materiales, seguidamente se modeló los elementos principales como columnas, placas, losas aligeradas y vigas de acuerdo a su sección geométrica establecida.

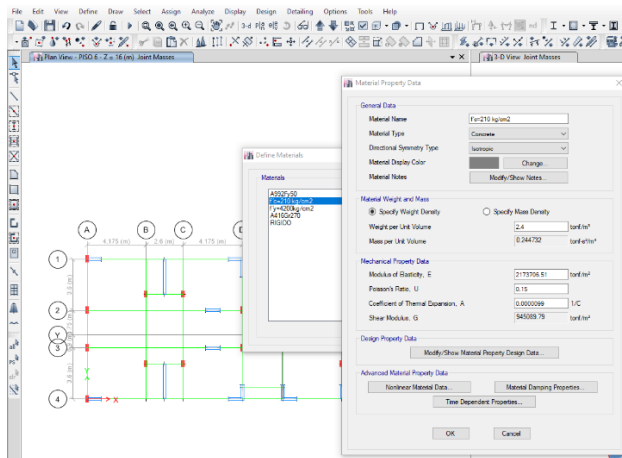


Figura 12. Características de los materiales, ETABS v16.2.1

Fuente: Obtenido del software ETABS.

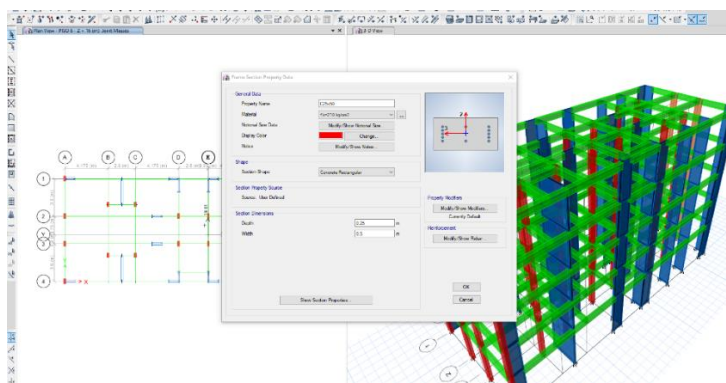


Figura 13. Definición de la sección geométrica, ETABS v.16.2.1

Fuente: Obtenido del software ETABS.

Finalmente se asignó las cargas vivas, en ese sentido la edificación base está proyectado para uso de oficina, donde son 500kg/cm², 400kg/cm², 250 kg/cm² para salas de archivo, corredores y escaleras y salas de computación respectivamente según la N.T.E de cargas E.020. Es relevante mencionar que los procesos de modelamiento espacial serán iguales para ambos casos de tipo de suelo.

Tabla 14. Síntesis de cargas de entrepiso (Kg/m²)

Cargas Muertas de entrepiso (Kg/m²)					
Referencia		Oficinas	Deposito	Corredor	Escaleras
Losa aligerada en una dirección h=20cm	Ladrillo	72	72	72	0
	Acabados	100	100	100	0
Losa maciza h=20cm	Acabados	0	0	0	580
TOTAL		172	172	172	580
Cargas Vivas de entrepiso (Kg/m²)					
Sobrecarga	uso	250	500	400	400
TOTAL		250	500	400	400

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 15. Cargas muertas en vigas (kg/m)

Cargas de tabiquería en vigas (kg/m)			
Vigas peraltadas (30x35)	Espesor	Altura	Peso específico
	(m)	(m)	(kg/m ³)
	0.15	2.6	1350
TOTAL			527 kg/m

Fuente: Propiedad del autor.

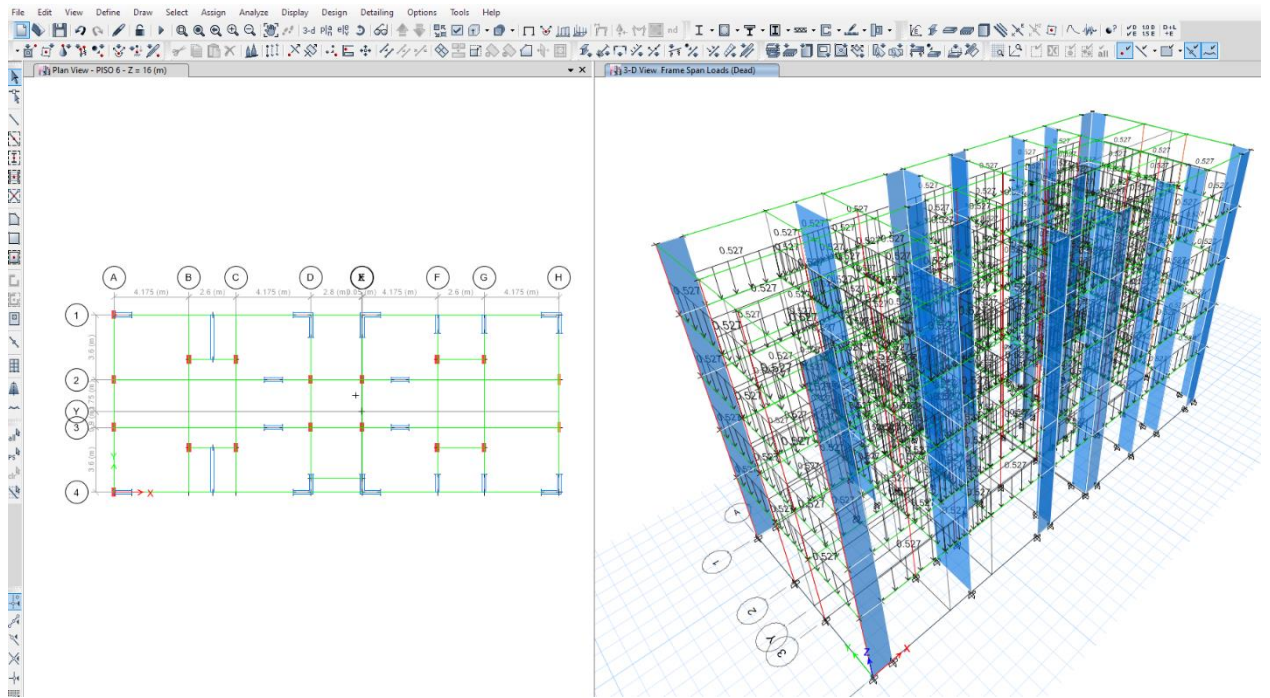


Figura 14.Asignación de cargas vivas, ETABS v16.

Fuente: Obtenido del software ETABS v.16.

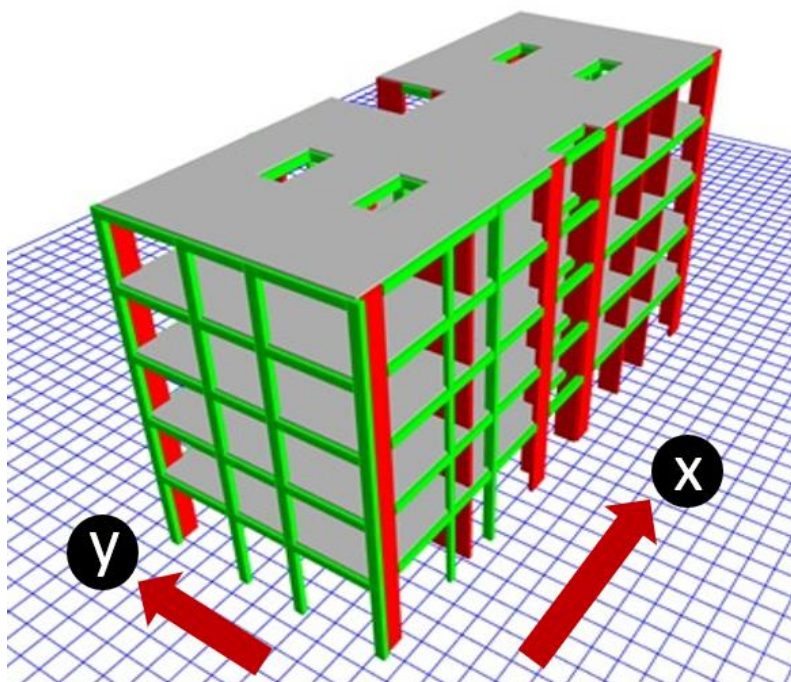


Figura 15. Modelamiento espacial de la Edificación “Salcedo” y direcciones de análisis, ETABS v.16.2.1.

Fuente: Obtenido del software ETABS v.16

3.5.4 Criterios sísmicos

Factor de zonificación (Z): En términos generales la edificación Oficinas “Salcedo” en estudio se encuentra ubicado en el departamento de Ica, el cual según la distribución espacial sísmica de la Norma E.030, pertenece a la zona tipo Z4.

Categoría de edificación y factor de Uso (U): Las edificaciones para uso de oficinas pertenecen a la categoría C, por tal razón $U=1.0$.

Factor de Suelo (S): Para el caso A, se tiene $S=1.10$ y para el caso B, se tiene $S=1.05$.

Parámetros de Sitio (Tp y Tl): Con respecto al caso A, tenemos para Tp y Tl el valor de 1.00 y 1.60 respectivamente y con respecto al caso B, los valores para Tp y Tl son 0.60 y 2.00 respectivamente. Este parámetro depende únicamente del perfil del suelo.

Factor de Amplificación Sísmica (C): Se entiende como la aceleración de la superestructura en referencia a la aceleración del suelo. El cual se encuentran establecidas de acuerdo al periodo TP y TL, parámetros que dependen de la zona de estudio.

Se calcula de la siguiente manera: Si $T < T_p$ entonces $C= 2.5$, para $T_p < T < T_l$ entonces $C= 2.5 \left(\frac{T_p}{T_l}\right)$ y para $T > T_l$ se tiene $C=2.5 \left(\frac{T_p T_l}{T^2}\right)$.

Coeficiente Básico de Reducción (Ro): La edificación base está conformada por un sistema dual, además no presenta irregularidades, en consecuencia el factor $R=7.0$, para las dos direcciones de análisis X e Y.

Tabla 16. Síntesis de los parámetros Sísmicos en suelos Caso A y B.

Descripción	Suelo Caso A	Suelo Caso B
Factor Sísmico (z)	0.45	0.45
Factor de Amplificación del suelo (S)	1.10	1.05
Factor de Uso (U)	1.0	1.0
Parámetros de sitio TP (s) y TL (s)	TP (s)= 1.00 TL (s) = 1.60	TP (s)= 0.60 TL (s) = 2.00
Rx	7.0	7.0
Ry	7.0	7.0

Fuente: Propiedad del autor.

3.5.5 Interacción Dinámica Suelo Estructura (DISS):

3.5.5.1 Modelo con base rígido indeformable con la Norma técnica Peruana E.030-2018 (M1)

DMSA: Se realizaron el análisis modal para ambos casos y particularidades de suelo caso A y B, argumentadas en la norma técnica peruana de Diseño Sismorresistente con la ayuda del software ETABS v.16.2.1, además se consideró un 5% de amortiguamiento del concreto en la edificación. Para ello previamente se efectuó un análisis estático verificando de esa forma que la fuerza cortante sea la mínima, en consecuencia la fuerza cortante dinámica en el primer entrepiso es mayor o igual al 80% de la fuerza cortante estática.

Se escala la fuerza cortante dinámica para así poder determinar las fuerzas internas máximas que se tiene uno de los objetivos en la presente investigación.

Tabla 17. Fuerza cortante Mínima en el Modelo (M1) sobre el Suelo S3.

Fuerzas cortantes	Coefficiente sísmico (C)	Peso estático (Ton)	Fuerza cortante estática (Ton)	Fuerza cortante dinámica escalado (Ton)
Vx (ZUCS/Rx)	0.17679	715.6072	126.509	101.21
Vy (ZUCS/Ry)	0.17679	715.6072	126.509	101.21

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 18. Fuerza cortante Mínima en el Modelo (M1) sobre el Suelo S2.

Fuerzas cortantes	Coefficiente sísmico (C)	Peso estático (Ton)	Fuerza cortante estática (Ton)	Fuerza cortante dinámica escalado (Ton)
Vx (ZUCS/Rx)	0.16875	715.6072	120.759	96.61
Vy (ZUCS/Ry)	0.16875	715.6072	120.759	96.61

Fuente: Propiedad del autor.

Así mismo, se obtuvieron de los entrepisos las masas traslacionales (Mt) en dirección X-X e Y-Y y también las masas rotacionales (Mr) en la dirección Z-Z, empleando así el modelo matemático de masas concentradas. Es importante

mencionar que estas masas de entrepiso serán asignadas en los siguientes modelos de base flexible considerando la interacción suelo estructura, el cual serán considerados como un diafragma rígido.

Tabla 19. Masas rotacionales y traslacionales de la Edificación base.

TECHO	Mt(6)=	19.61	Ts2/m
	Mr(6)=	1184.73	Ts2/m
PISO 5	Mt(5)=	26.94	Ts2/m
	Mr(5)=	1627.61	Ts2/m
PISO 4	Mt(4)=	26.94	Ts2/m
	Mr(4)=	1627.61	Ts2/m
PISO 3	Mt(3)=	26.94	Ts2/m
	Mr(3)=	1627.61	Ts2/m
PISO 2	Mt(2)=	29.27	Ts2/m
	Mr(2)=	1768.38	Ts2/m

Fuente: Propiedad del autor.

A continuación, definiremos el espectro de respuesta, considerando los parámetros ya establecidos para el suelo caso A y B. A si mismo se asignó las restricciones de empotramiento en la base cimentación-estructura y se procedió con el análisis de resultados.

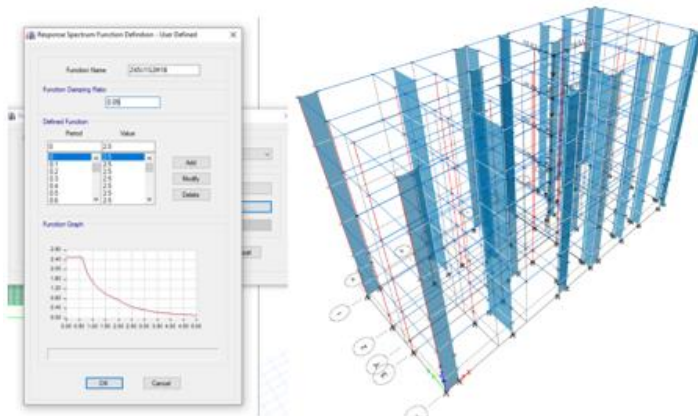


Figura 16. Incorporación del Espectro de respuesta para el modelo (M1) sobre el suelo S3.

Fuente: Obtenido del software ETABS.

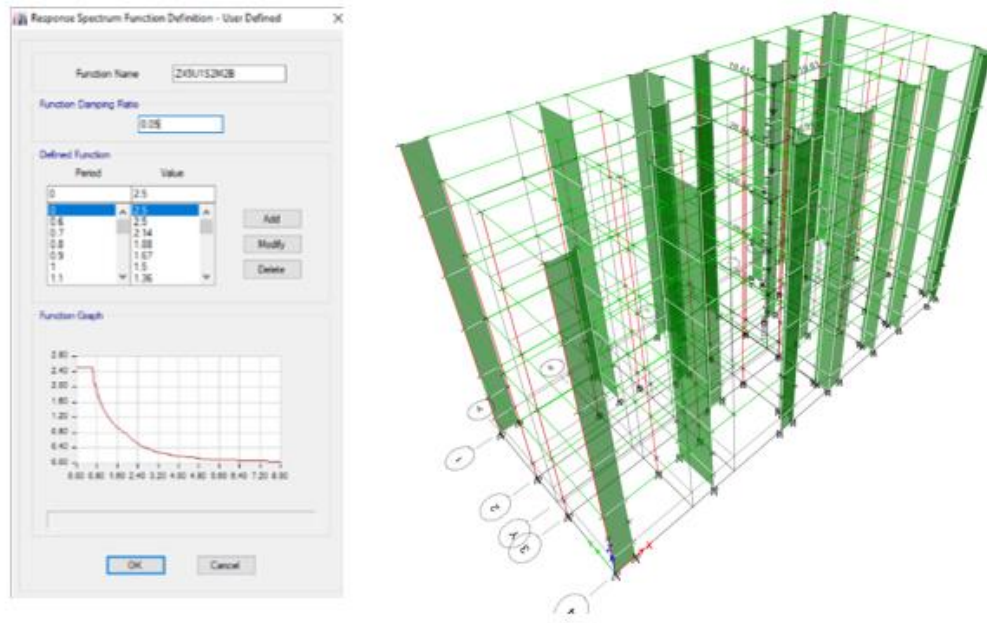


Figura 17. Incorporación del Espectro de respuesta para el modelo (M1) sobre el suelo S2.

Fuente: Obtenido del software ETABS.

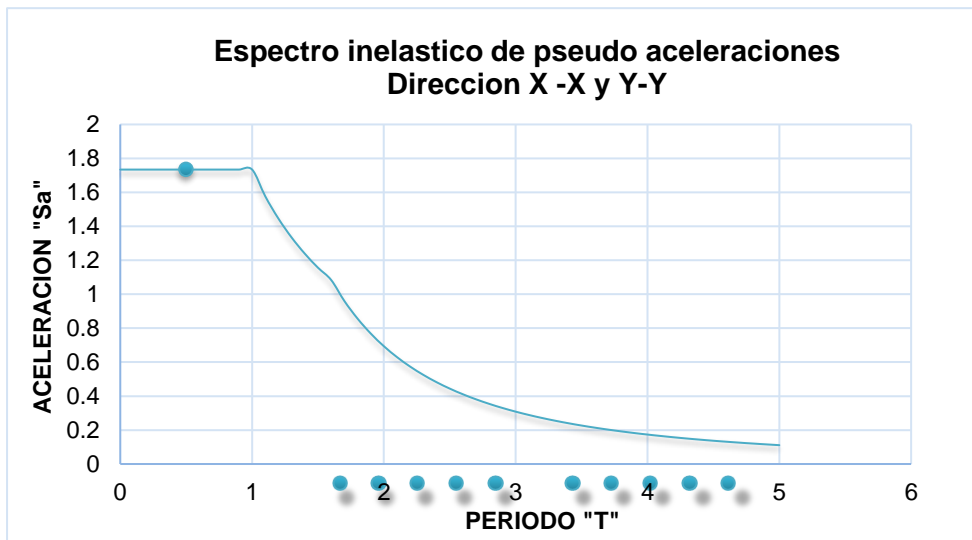


Figura 18. Espectro de pseudoaceleraciones del modelo (M1) sobre el suelo Blando (S3).

Fuente: Propiedad del autor.

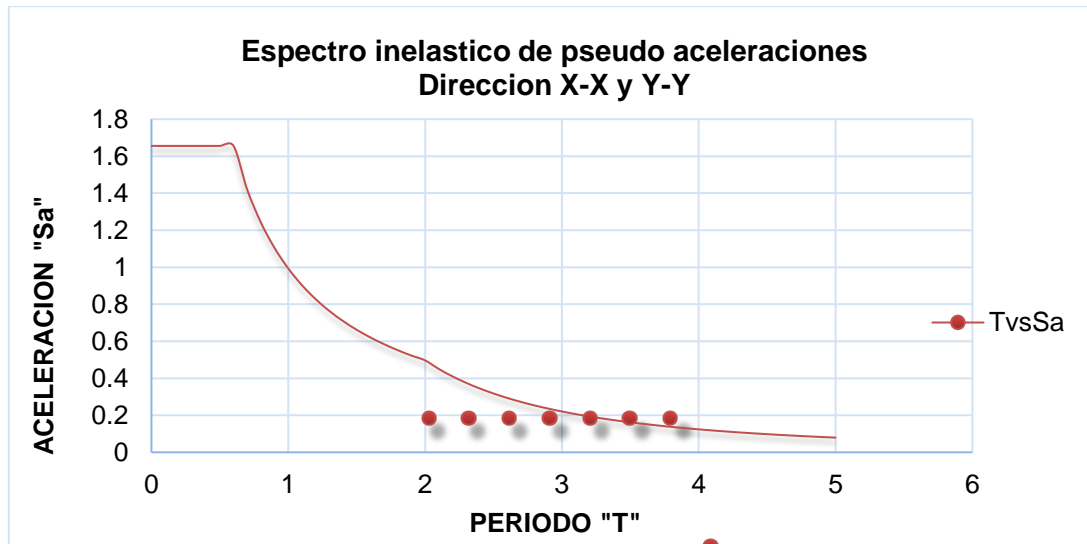


Figura 19. Espectro de pseudoaceleraciones del Modelo (M1) sobre el suelo intermedio (S2).

Fuente: Propiedad del autor.

3.5.5.2 Modelo de base flexible con la Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 (M2)

Para determinar los coeficientes equivalentes de rigidez de la cimentación, se modeló en la base de la edificación las zapatas como un material infinitamente rígido y se le atribuyó a cada una de ellas sus respectivas masas, según su geometría y profundidad. Para tal efecto se diseñaron las zapatas de acuerdo a sus parámetros geotécnicos, respectivamente. Véase anexo 8 y 9 .

Tabla 20. Masas en el centroide de la zapata con el perfil del suelo S3.

Z	ax(m)	by(m)	Mx (Ts2/m)	My (Ts2/m)	Mz (Ts2/m)	Mφx (Ts2.m)	Mφy (Ts2.m)	MΨz (Ts2.m)
Z1	2.00	1.15	0.394	0.394	0.394	0.108	0.196	0.175
Z2	1.40	2.08	0.499	0.499	0.499	0.261	0.163	0.261
Z3	1.15	1.90	0.374	0.374	0.374	0.174	0.102	0.154
Z4	1.80	4.10	1.264	1.264	1.264	1.977	0.548	2.112
Z5	2.10	1.75	0.629	0.629	0.629	0.263	0.334	0.392
Z6	2.75	1.90	0.895	0.895	0.895	0.415	0.710	0.833
Z7	1.58	2.05	0.555	0.555	0.555	0.285	0.206	0.310

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 21. Masas en el centroide de la zapata con el perfil del suelo S2.

Tipo	ax(m)	by(m)	Mx (Ts2/m)	My (Ts2/m)	Mz (Ts2/m)	Mφx (Ts2/m)	Mφy (Ts2/m)	MΨz (Ts2/m)
Z1	1.95	1.10	0.420	0.420	0.420	0.132	0.223	0.175
Z2	1.35	2.00	0.528	0.528	0.528	0.289	0.193	0.256
Z3	1.10	1.78	0.383	0.383	0.383	0.183	0.120	0.140
Z4	1.70	3.85	1.281	1.281	1.281	1.856	0.582	1.891
Z5	2.35	1.55	0.713	0.713	0.713	0.295	0.480	0.471
Z6	2.10	2.30	0.945	0.945	0.945	0.618	0.549	0.764
Z7	1.35	1.65	0.436	0.436	0.436	0.192	0.159	0.165
Z8	1.85	1.85	0.669	0.669	0.669	0.333	0.333	0.382

M: Momento rotacional en las dirección de análisis (x, y, z).

Mφ : Momento traslacional en las dirección de análisis (x, y, z).

a(x): Ancho de la zapata aislada referente al eje x-x.

b(y): Largo de la zapata aislada referente al eje y-y.

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 22. Consideraciones para una cimentación infinitamente rígida.

Características del concreto	
Módulo de elasticidad	E zapata=9x10 ⁸ ton/m ²
Módulo de poisson	u=0.05

Fuente: (Villarreal, 2009)

Una vez modeladas y asignadas las masas en las zapatas, procedemos a calcular los coeficientes equivalentes de rigidez. Para el suelo caso A y B, el factor “bo” es 1, entendiéndose este factor para suelos del tipo arenas. Así mismo los demás parámetros para el cálculo dependen directamente de la geometría de la zapata y propiedades mecánicas del suelo de fundación. Véase tabla 13.

Tabla 23. Coeficientes de rigidez con el Modelo (M2) para Suelo tipo S3.

Z	kz (ton/m)	kx (ton/m)	ky (ton/m)	KΨz (ton.m)	Kφx (ton.m)	Kφy (ton.m)
Z1	9224.58	6457.21	6457.21	4091.49	2033.25	6149.72
Z2	10800.78	7560.55	7560.55	5658.17	7788.08	3528.26
Z3	8917.22	6242.05	6242.05	3665.35	5365.19	1965.50
Z4	20761.90	14533.33	14533.33	34689.68	58167.92	11211.43
Z5	12658.33	8860.83	8860.83	7882.45	6461.02	9303.87
Z6	16189.44	11332.61	11332.61	15073.04	9740.65	20405.44
Z7	11609.29	8126.50	8126.50	6480.79	8131.34	4830.24

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 24. Coeficientes de rigidez el Modelo (M2) para Suelo tipo S2.

Z	kz (ton/m)	kx (ton/m)	ky (ton/m)	KΨz (ton.m)	Kφx (ton.m)	Kφy (ton.m)
Z1	9825.80	6878.06	6878.06	4104.32	1981.54	6227.10
Z2	11449.42	8014.59	8014.59	5555.35	7632.95	3477.76
Z3	9255.25	6478.67	6478.67	3376.93	4887.39	1866.47
Z4	21220.92	14854.64	14854.64	31322.96	52424.52	10221.41
Z5	14032.83	9822.98	9822.98	9267.51	5618.98	12916.05
Z6	17080.74	11956.52	11956.52	13806.93	15059.52	12554.34
Z7	10073.35	7051.35	7051.35	3815.28	4570.78	3059.78
Z8	13445.43	9411.80	9411.80	7669.50	7669.50	7669.50

Nota: Kx: Coeficiente de desplazamiento elástico uniforme (X), Ky: Coeficiente de desplazamiento elástico uniforme (Y), Kz: Coeficiente de rigidez de compresión elástica uniforme (Z), Kφx: Coeficiente de rigidez de compresión elástica no uniforme (X), Kφy: Coeficiente de rigidez de compresión elástica no uniforme (Y) y KΨz: Coeficiente de desplazamiento elástico no uniforme (Z).

Fuente: Propiedad del autor.

3.5.5.3 Modelo dinámico de base flexible de D.D. BARKAN -O.A SAVINOV (M3)

De igual manera, los coeficientes de rigidez de las cimentaciones fueron asignadas en el centro geométrico de las zapatas tomando en cuenta la geometría, peso y área de la cimentación de la superestructura. Por otro lado en este modelo se puede apreciar la dependencia de la presión estática que trasmite la cimentación al suelo de fundación. Por lo cual se determinó la presión estática para cada tipo de zapata aislada establecida mediante áreas tributarias. Para ello se tiene:

Tabla 25. Coeficientes de rigidez con el Modelo (M3) en el Suelo tipo S3.

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Kz	30620.44	25515.08	26955.92	45978.28	28483.85	52281.71	53305.05
Kx	26246.09	21870.07	23105.07	39409.96	24414.72	44812.90	45690.05
Ky	26246.09	21870.07	23105.07	39409.96	24414.72	44812.90	45690.05
K_{øx}	5179.66	16951.87	15548.01	119480.37	11742.74	23957.58	33247.98
K_{øy}	19701.53	6531.50	4620.20	17074.29	18197.89	57900.67	17764.52

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 26. Coeficientes de rigidez con el Modelo (M3) en el Suelo tipo S2.

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
Kz	34908.28	29287.70	30479.25	58412.04	33634.79	59207.52	31949.01	44661.35
Kx	29921.39	21133.10	21829.06	39350.11	24023.40	38561.51	22643.73	30282.15
Ky	29921.39	21133.10	21829.06	39350.11	24023.40	38561.51	22643.73	30282.15
K_{øx}	5398.35	18071.14	14022.46	135122.19	10382.69	43718.11	13063.03	21447.39
K_{øy}	21526.11	7003.34	4883.58	19488.90	28195.00	35168.42	8036.96	21447.39

Fuente: Propiedad del autor.

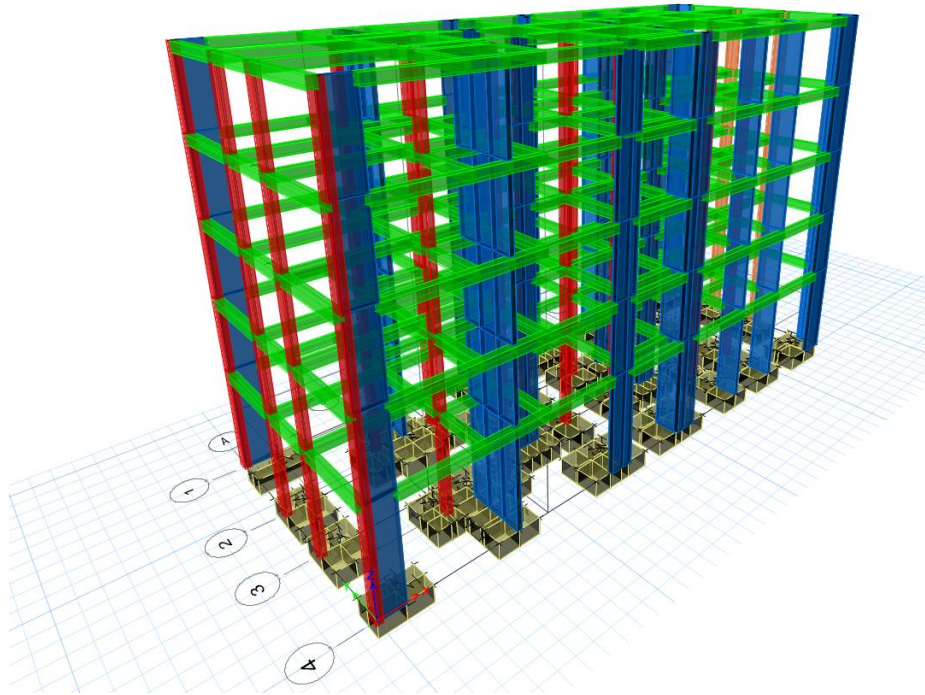


Figura 20. Discretización de las zapatas aisladas en el modelo (M3), en el suelo S3 con DISS

Fuente: Obtenido del software ETABS.v16.2.12.1.

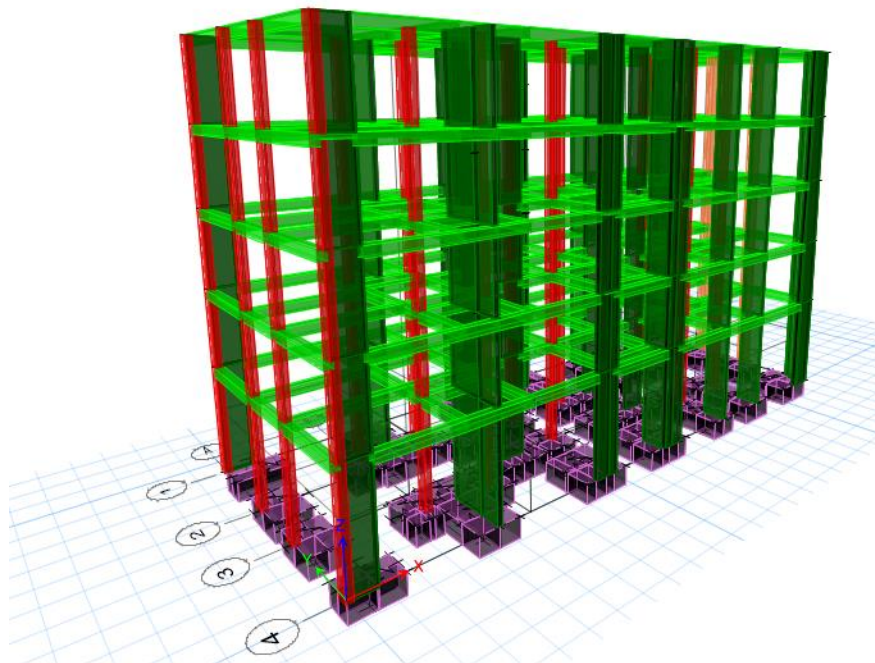


Figura 21. Discretización de las zapatas aisladas en el modelo (M3), en el suelo S2 con DISS

Fuente: Obtenido del software ETABS.v16.2.12.1.

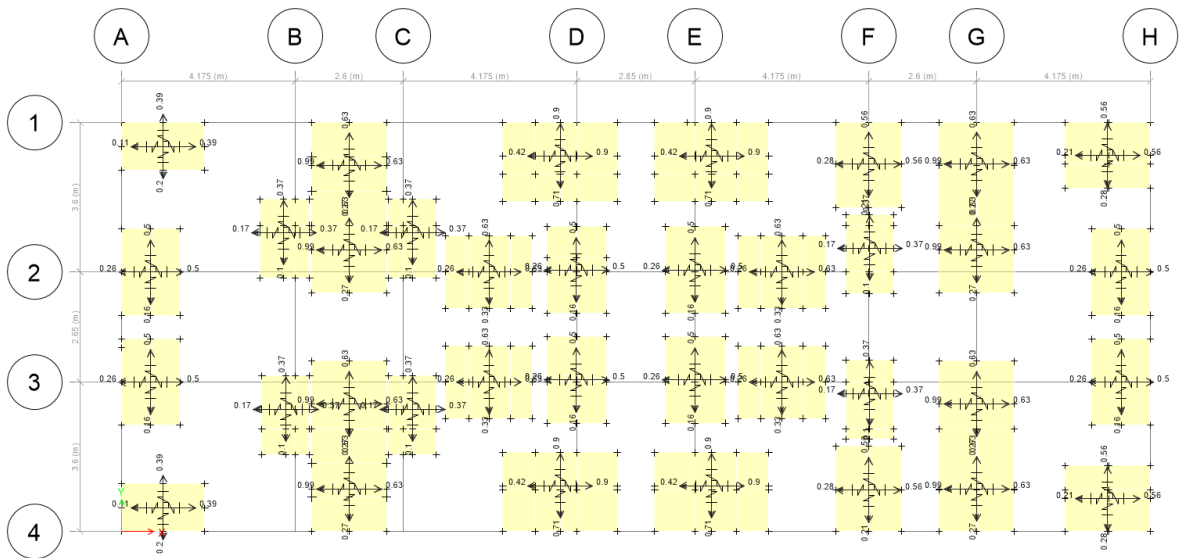


Figura 22. Asignación de coeficientes de rigidez con DISS para el suelo Blando (S3).

Fuente: Obtenido del software ETABS.v16.2.1

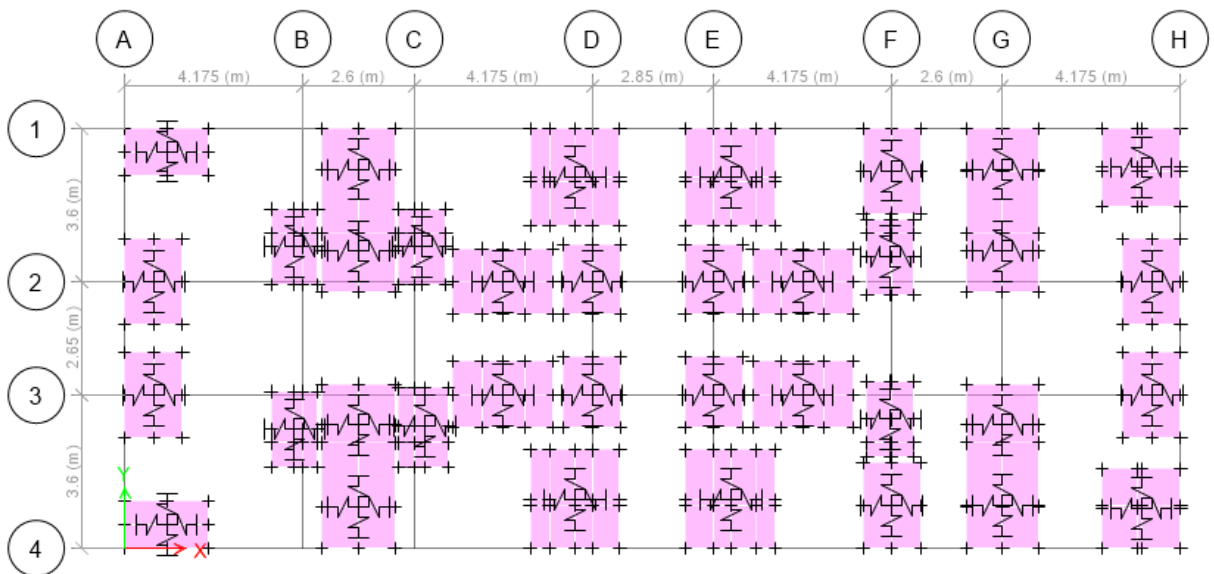


Figura 23. Asignación de coeficientes de rigidez con DISS para el suelo Intermedio (S2).

Fuente: Obtenido del software ETABS.v16.2.1

3.6. Método de análisis de datos:

Para poder analizar el comportamiento sismorresistente de la edificación oficinas “Salcedo” considerando la base empotrada y flexible, se usaron procedimientos sistemáticos mediante los siguientes medios.

- Gráficos lineales y cuadros comparativos computarizados empleando el Microsoft Excel 2016
- Hojas de cálculo de diseño estructural con Microsoft Excel 2016.
- Creación de planos utilizando AutoCAD 2018.
- El procesamiento con software ETABS 16.

3.7. Aspectos éticos:

En la presente tesis de investigación se acató el derecho de la propiedad intelectual y autonomía del autor en las reiteradas citas que se ha ido empleando, de igual modo la veracidad y validez de la información presentada. [Véase anexo 4.](#)

Habiendo dicho lo anteriormente nombrado, los juicios aplicados en esta presente tesis fueron la justicia, honestidad, rigor científico, responsabilidad, imparcialidad y originalidad, como también se permitirá la divulgación de los hechos de investigación cumpliendo así el proceso de transparencia de la investigación y permitir el acceso a nuevos estudios bajo las diferentes condiciones científicas.

IV.- RESULTADOS

4.1 Fuerzas internas máximas

4.1.1 Fuerza cortante

Tabla 27. Fuerzas Cortantes máximas (V máx.) con suelo S2 y S3.

Fuerzas Cortantes Máximas (Ton)		Norma Peruana E.030-2018	Modelo Dinámico de SNIP 2.02.05-87 (Rusia)	Modelo dinámico de D.D. Barkan - O.A Savinov	% Δ
S3	SXX	9.748	12.7119	11.1882	22.59%
	SY Y	20.667	33.80	26.492	45.87%
S2	SXX	9.4695	11.1173	13.8127	31.63%
	SY Y	17.2885	25.775	23.8797	43.61%

% Δ: Variación promedio considerando DISS en referencia a la norma Peruana.

Fuente: Propiedad del autor.

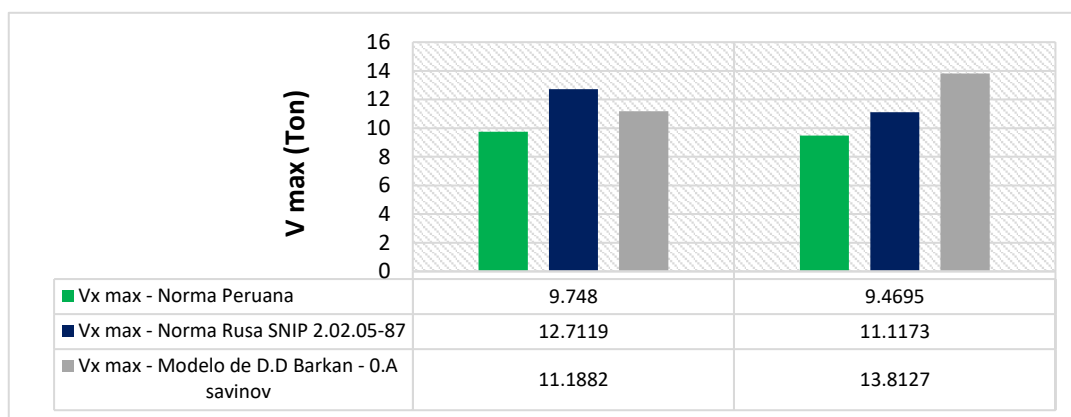


Figura 24. Fuerza Cortante máx. X-X con suelo S2 y S3.

Fuente: Propiedad del autor.

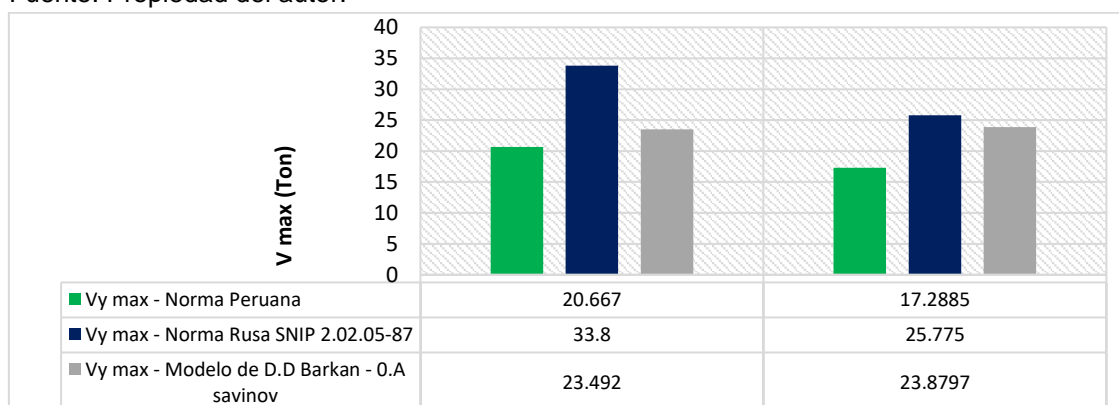


Figura 25. Fuerza Cortante máx. Y-Y con suelo S2 y S3.

Fuente: Propiedad del autor.

4.1.2 Fuerza Axial

Tabla 28. Fuerzas Axiales máximas (F máx) con suelo S2 y S3.

Fuerzas Axiales Máximas (Ton)		Norma Peruana E.030-2018	Modelo Dinámico de SNIP 2.02.05-87 (Rusia)	Modelo Dinámico de D.D. Barkan - O.A Savinov	% Δ
S3	SXX	35.1159	14.2786	16.9028	-55.60%
	SYX	32.4812	35.9125	33.8125	7.33%
S2	SXX	20.5102	13.5814	16.9542	-25.56%
	SYX	23.5582	15.7182	20.7186	-22.67%

% Δ : Variación promedio considerando DISS en referencia a la norma Peruana.

Fuente: Propiedad del autor.

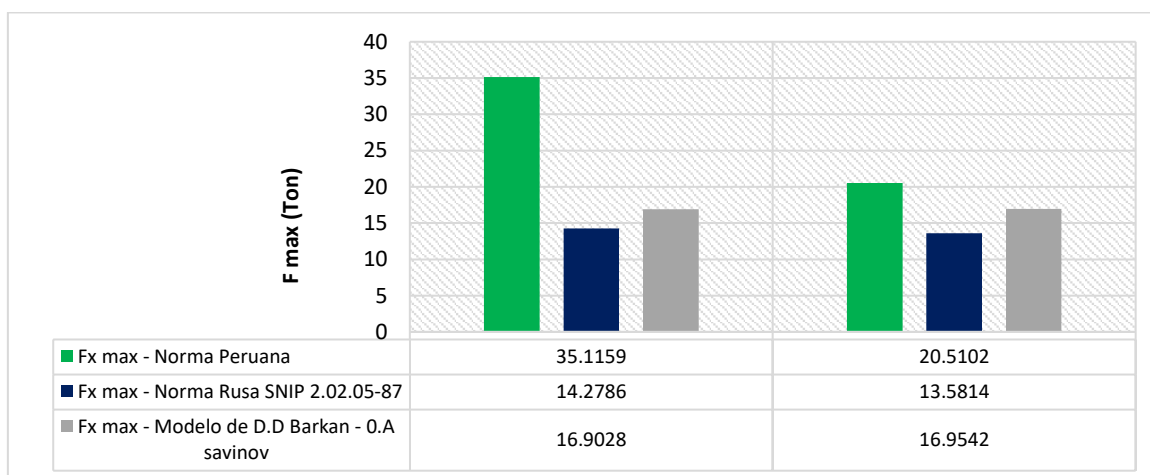


Figura 26. Fuerza Axial máx. X-X con suelo S2 y S3.

Fuente: Propiedad del autor.

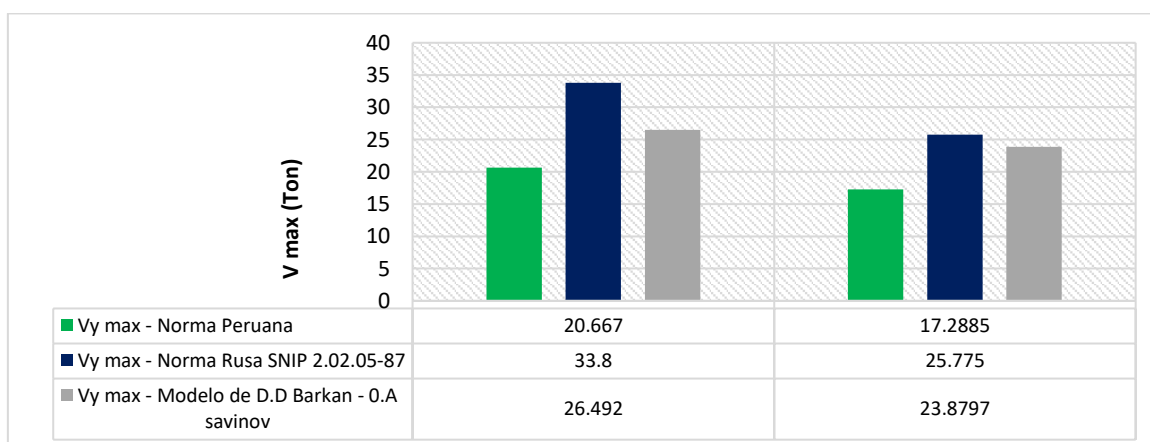


Figura 27. Fuerza Axial máx. Y-Y con suelo S2 y S3.

Fuente: Propiedad del autor.

4.1.3 Momentos Flectores

Tabla 29. Momentos Flectores máximas (M máx.) con suelo S2 y S3.

Momento Flector Máximas (Ton.m)		Norma Peruana E.030-2018	Modelo Dinámico de SNIP 2.02.05-87 (Rusia)	Modelo dinámico de D.D. Barkan - O.A Savinov	% Δ
S3	SXX	46.3672	37.4101	38.0164	-18.66%
	SYX	144.5819	114.7588	135.2413	-13.54%
S2	SXX	44.3279	25.5946	43.1902	-22.41%
	SYX	121.9285	91.115	111.93	-16.74%

% Δ: Variación promedio considerando DISS en referencia a la norma Peruana.

Fuente: Propiedad del autor.

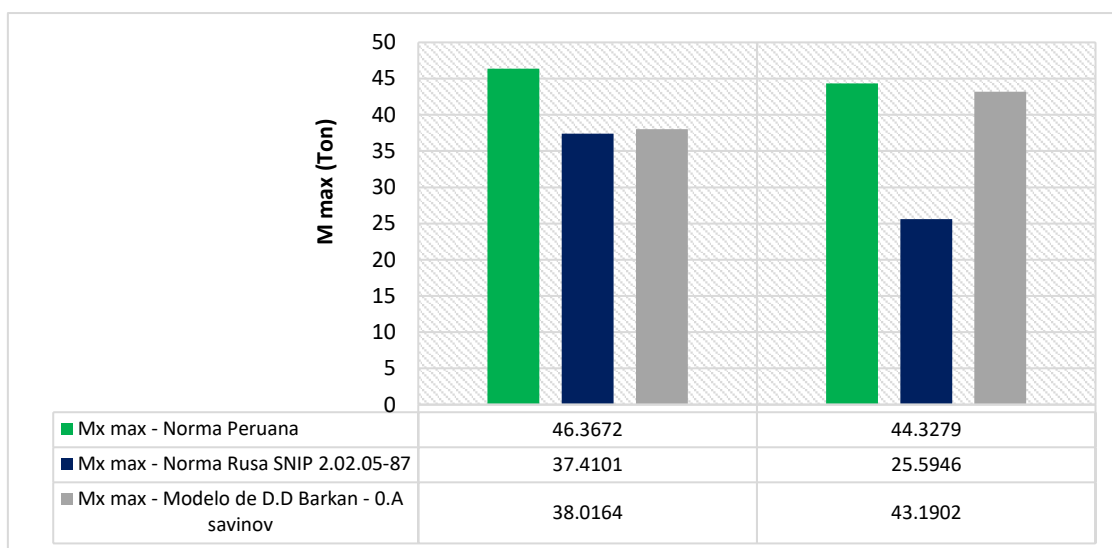


Figura 28. Momento Flector máx. X-X con suelo S2 y S3.

Fuente: Propiedad del autor.

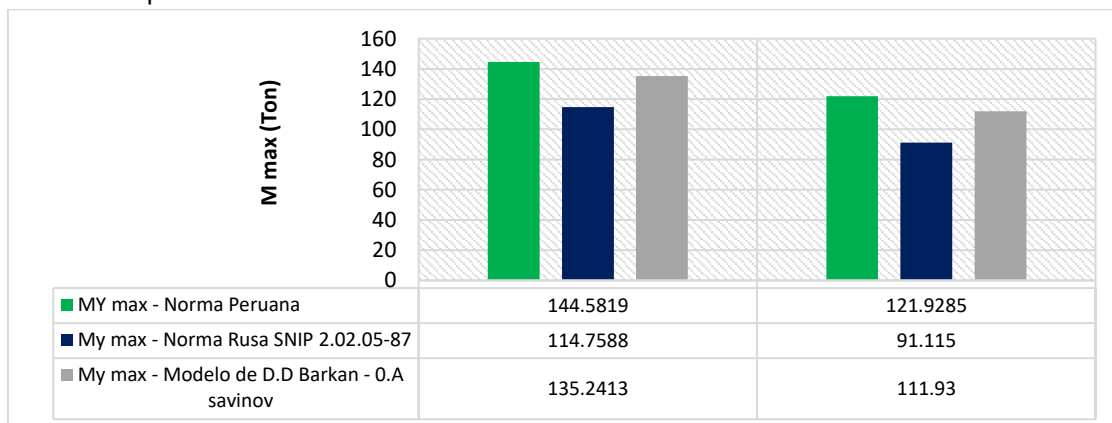


Figura 29. Momento Flector máx. Y-Y con suelo S2 y S3.

Fuente: Propiedad del autor.

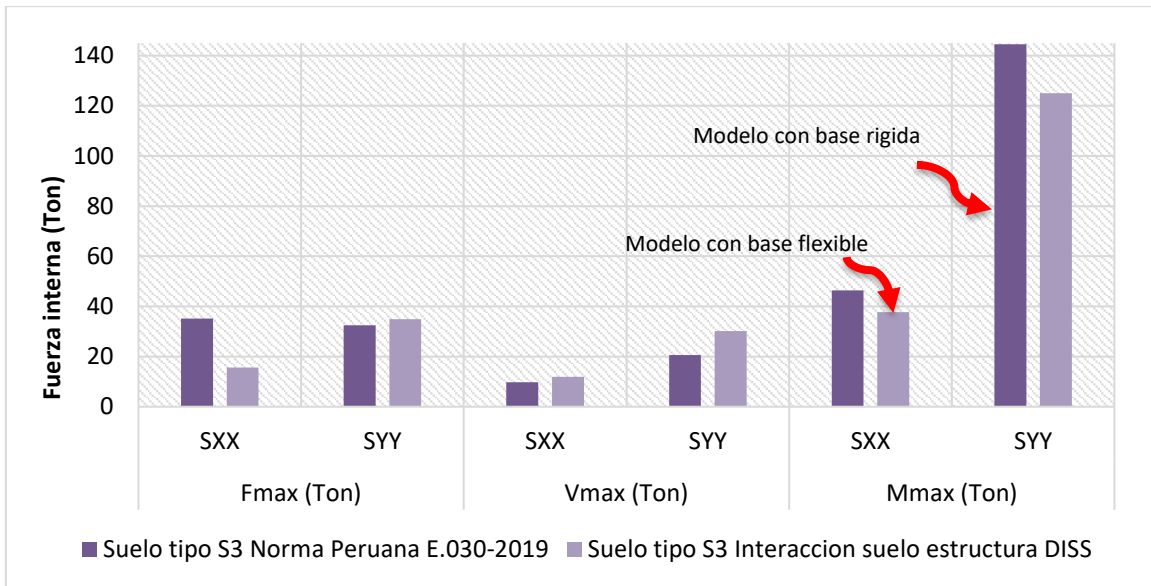


Figura 30. Variación de las fuerzas internas con DISS para el perfil S3.

Fuente: Propiedad del autor.

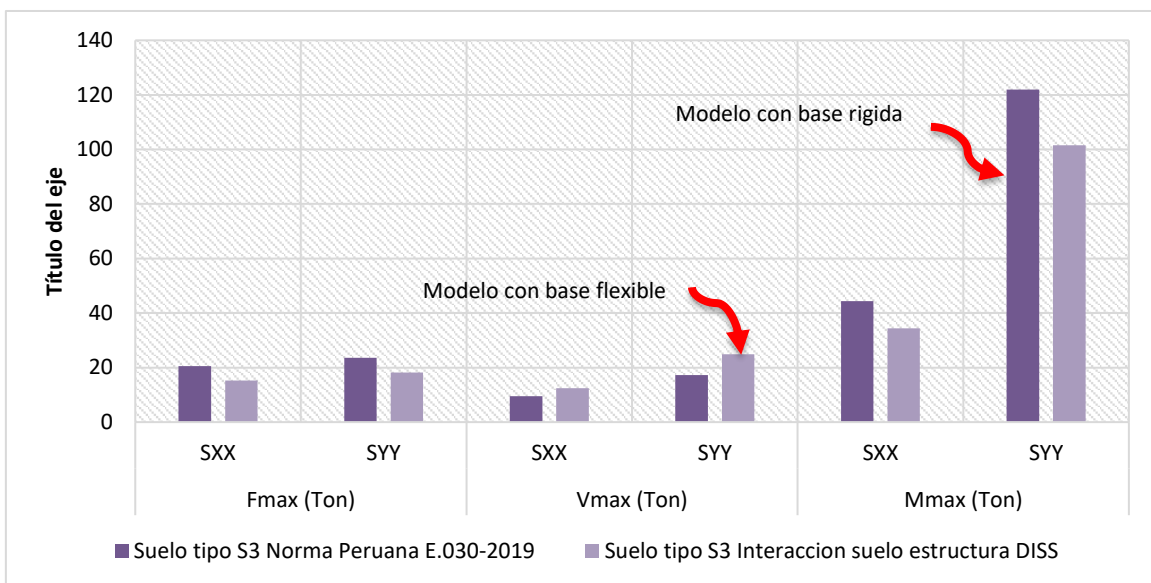


Figura 31. Variación de las fuerzas internas con DISS para el perfil S2.

Según lo referido, es evidente que considerando los modelos de interacción suelo estructura disminuyen e incrementan sus valores con respecto al modelo de base empotrada o rígida. Por lo tanto, se acepta la hipótesis establecida inicialmente que la variación de las fuerzas internas máximas en el comportamiento sismorresistente de una edificación de concreto armado en suelo blando e intermedio es notable considerando la acción recíproca del suelo-estructura.

4.2. Período de Vibración:

4.2.1 Período de Vibración con la Norma Peruana E.030-2018 (M1)

Tabla 30. Masa participativa y periodos de vibración con el Modelo (M1).

Modos	Suelo tipo S3			Suelo tipo S2				
	Periodo seg	UX	UY	RZ	Periodo seg	UX	UY	RZ
1	0.4910	0.6325	0.0712	0.0864	0.484	0.755	0.013	0.019
2	0.4720	0.1562	0.3679	0.2577	0.460	0.032	0.383	0.360
3	0.4140	0.0023	0.3231	0.4262	0.421	0.000	0.361	0.388
4	0.1260	0.1310	0.0021	0.0043	0.124	0.136	0.001	0.001
5	0.1160	0.0055	0.0712	0.0738	0.113	0.002	0.064	0.086
6	0.0920	0.0001	0.0906	0.0796	0.094	0.000	0.101	0.072
7	0.0540	0.0434	0.0004	0.0009	0.053	0.046	0.000	0.000
8	0.0480	0.0012	0.0203	0.0241	0.047	0.000	0.018	0.028
9	0.0370	0.0000	0.0274	0.0224	0.038	0.000	0.031	0.020
10	0.0280	0.0184	0.0002	0.0005	0.028	0.020	0.000	0.000
11	0.0260	0.0007	0.0077	0.0102	0.025	0.000	0.006	0.013
12	0.0200	0.0000	0.0106	0.0073	0.022	0.000	0.013	0.005
13	0.0170	0.0079	0.0001	0.0005	0.018	0.007	0.000	0.000
14	0.0150	0.0006	0.0019	0.0054	0.017	0.000	0.000	0.004
15	0.0160	0.0000	0.0000	0.0000	0.016	0.000	0.000	0.001
Suma		100.0%	99.5%	99.0%		99.8%	99.3%	99.8%

Fuente: Propiedad del autor.

De lo representado, se puede apreciar que la sumatoria de masa participativa es superior al 90%, cumpliéndose así lo establecido en la masa participativa de la normativa peruana de Diseño sismorresistente E.030, de este modo se define los periodos de vibración para el suelo tipo S3, **T_x = 0.491 (s)** en donde prevalece el modo en la dirección (X) con $U_x = 0.6325$ y **T_y = 0.472 (s)** el cual prevalece el modo en la dirección (Y) con $U_y = 0.3679$. De igual manera tenemos los periodos de vibración para el suelo tipo S2, **T_x = 0.484 (s)** en donde prevalece el modo en la dirección (X) con $U_x = 0.755$ y **T_y = 0.460 (s)** el cual prevalece el modo en la dirección (Y) con $U_y = 0.383$. En resumen tenemos que el en el suelo intermedio S2 el periodo T_x se ha reducido en un 1.45% y para el periodo T_y en 2.61% de su valor con respecto al modelo con el tipo de suelo S3.

4.2.2 Período de Vibración del modelo dinámico de la Norma Rusa SNIP 2.02.05-87(M2)

Tabla 31. Masa participativa y periodos de vibración con el Modelo (M2)

Modos	Suelo tipo S3			Suelo tipo S2				
	Periodo seg	UX	UY	RZ	Periodo seg	UX	UY	RZ
1	0.719	0.050	0.432	0.351	0.694	0.779	0.064	0.000
2	0.687	0.799	0.029	0.019	0.684	0.061	0.658	0.093
3	0.459	0.000	0.309	0.410	0.589	0.007	0.079	0.707
4	0.166	0.094	0.001	0.001	0.166	0.094	0.000	0.000
5	0.148	0.001	0.054	0.062	0.132	0.000	0.068	0.068
6	0.097	0.000	0.090	0.077	0.129	0.000	0.067	0.065
7	0.069	0.018	0.000	0.000	0.068	0.018	0.000	0.000
8	0.062	0.000	0.009	0.015	0.056	0.000	0.015	0.021
9	0.040	0.001	0.016	0.019	0.050	0.000	0.012	0.009
10	0.040	0.001	0.010	0.014	0.038	0.002	0.000	0.000
11	0.039	0.000	0.004	0.000	0.037	0.000	0.002	0.009
12	0.036	0.005	0.000	0.000	0.035	0.005	0.000	0.000
13	0.035	0.001	0.005	0.003	0.032	0.000	0.007	0.006
14	0.029	0.001	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.001
15	0.027	0.000	0.001	0.000	0.028	0.006	0.000	0.000
Suma		96.9%	96.0%	97.1%		97.3%	97.0%	97.8%

Fuente: Propiedad del autor.

De lo manifestado, podemos definir los periodos de vibración para el suelo tipo S3, **Ty= 0.719 (s)** en donde prevalece el modo en la dirección (Y) con Uy= 0.432 y **Tx = 0.687 (s)** el cual prevalece el modo en la dirección (X) con Ux= 0.799. Del mismo modo tenemos los periodos de vibración para el suelo tipo S2, **Tx= 0.694(s)** en donde prevalece el modo en la dirección (X) con Ux= 0.779 y **Ty = 0.684 (s)** el cual prevalece el modo en la dirección (Y) con Uy= 0.658. En resumen tenemos que con el suelo intermedio S2 el periodo Tx se ha incrementado en un 1.01 % y para Ty se ha reducido en un 5.12 % respectivamente de su valor con respecto al modelo con suelo S3.

4.2.3 Período de Vibración del modelo dinámico de D.D. Barkan -O.A Savinov (M3)

Tabla 32. Masa participativa y periodos de vibración con el Modelo (M3)

Modos	Suelo tipo S3			Suelo tipo S2				
	Periodo seg	UX	UY	RZ	Periodo seg	UX	UY	RZ
1	0.62800	0.70010	0.08100	0.05380	0.614	0.818	0.009	0.005
2	0.61200	0.13360	0.54540	0.13240	0.573	0.011	0.761	0.009
3	0.56800	0.00570	0.16770	0.62760	0.540	0.004	0.011	0.774
4	0.16400	0.10440	0.00020	0.00050	0.161	0.109	0.000	0.000
5	0.14300	0.00060	0.03960	0.09210	0.130	0.000	0.052	0.089
6	0.11800	0.00002	0.09750	0.04500	0.117	0.000	0.092	0.056
7	0.07200	0.01590	0.00010	0.00010	0.071	0.018	0.000	0.000
8	0.06400	0.00030	0.00190	0.00470	0.056	0.000	0.012	0.028
9	0.06300	0.00000	0.00650	0.01270	0.049	0.000	0.000	0.001
10	0.04900	0.00000	0.01920	0.01100	0.049	0.002	0.000	0.000
11	0.04800	0.00140	0.00000	0.00000	0.048	0.000	0.020	0.012
12	0.04800	0.00000	0.00020	0.00002	0.046	0.000	0.000	0.000
13	0.04700	0.00010	0.00000	0.00004	0.046	0.000	0.000	0.000
14	0.04700	0.00000	0.00000	0.00000	0.045	0.000	0.000	0.000
15	0.04600	0.00000	0.00010	0.00010	0.045	0.001	0.000	0.000
Suma		96.2%	95.9%	98.0%		96.3%	95.6%	97.3%

Fuente: Propiedad del autor.

De lo manifestado, podemos definir los periodos de vibración para el suelo tipo S3, **T_x = 0.628 (s)** en donde prevalece el modo en la dirección (X) con U_x= 0.700 y **T_y = 0.612 (s)** el cual prevalece el modo en la dirección (Y) con U_y= 0.545. Del mismo modo tenemos los periodos de vibración para el suelo tipo S2, **T_x = 0.614(s)** en donde prevalece el modo en la dirección (X) con U_x= 0.818 y **T_y = 0.573 (s)** el cual prevalece el modo en la dirección (Y) con U_y= 0.761. En resumen tenemos que el periodo T_x y T_y con suelo S2 ha disminuido en un 2.28% y 6.81% respectivamente de su valor con respecto al modelo con suelo S3.

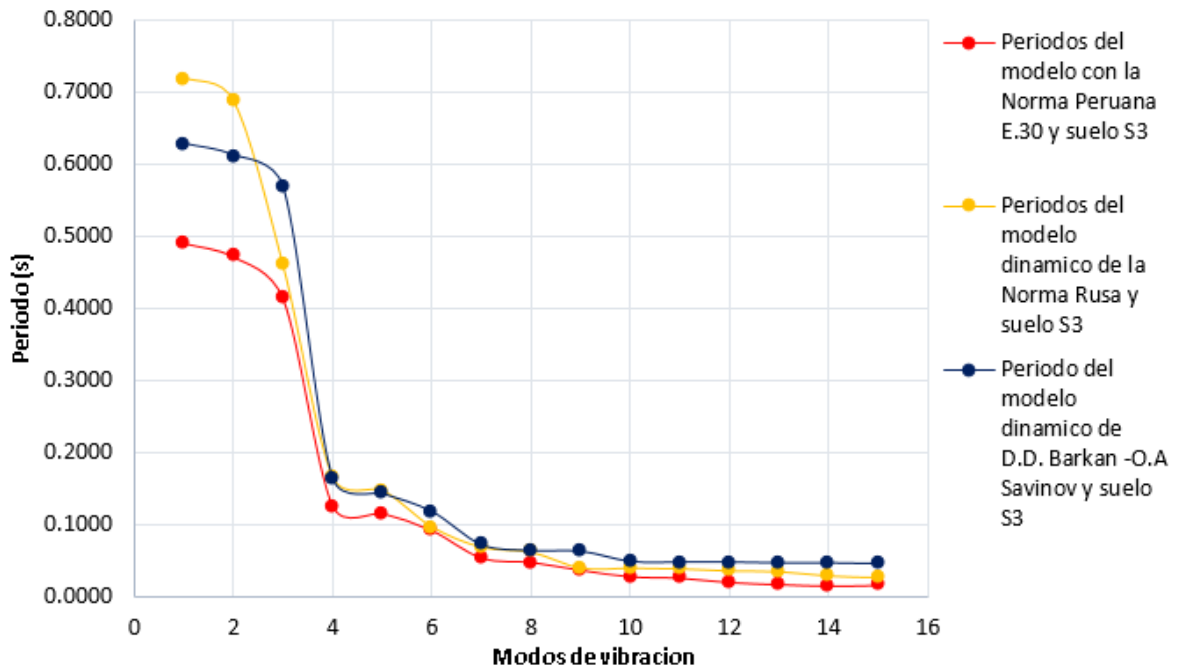


Figura 32. Periodo de vibración de la estructura sobre el perfil S3 con DISS.

Fuente: Propiedad del autor.

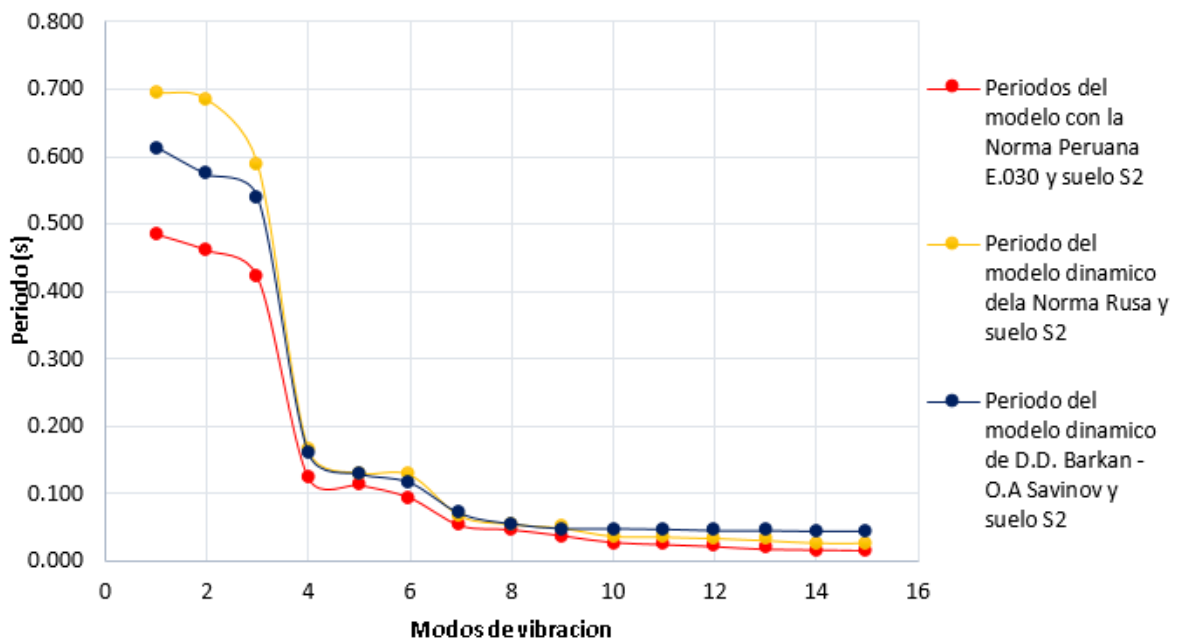


Figura 33. Periodo de vibración de la estructura sobre el perfil S2 con DISS.

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 33. Fluctuación de los Períodos de vibración con y sin DISS en suelo S3 y S2.

Periodo	Norma Peruana E.030-2018 (Patrón)		Modelo Dinámico de SNIP 2.02.05-87 (Rusia)		Modelo Dinámico de D.D. Barkan - O.A Savinov		$\Delta_{s2}\%$	$\Delta_{s3}\%$
	S2	S3	S2	S3	S2	S3		
Tx	0.484	0.4910	0.694	0.687	0.614	0.687	35.12%	34.22%
Ty	0.460	0.4720	0.684	0.719	0.573	0.719	36.63%	43.34%

$\Delta_{s2}\%$: Variación promedio del perfil S2 en referencia al patrón.

$\Delta_{s3}\%$: Variación promedio del perfil S3 en referencia al patrón.

Fuente: Propiedad del autor.

De acuerdo a lo manifestado, se puede apreciar un incremento de hasta 43.34% del periodo de vibración considerando los modelos constitutivos que permiten la acción reciproca del suelo con la estructura en referencia del modelo rígido (M1). Por lo cual, se admite que la fluctuación de los periodos de vibración en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio es notable considerando la interacción suelo-estructura.

4.3 Distorsión de Entrepiso

Las distorsiones presentadas, son las máximas distorsiones obtenidas en las esquinas de la edificación, considerando estas como las más críticas de la edificación y de mayor interés de análisis.

4.3.1 Distorsión de entrepiso de la Norma peruana E.030-2018 (M1)

Tabla 34. Distorsión de entrepiso del Modelo (M1) con suelo S2 y S3.

Nivel	h(m)	Suelo tipo S3		Suelo tipo S2	
		Δ Max(X)	Δ Max(Y)	Δ Max(X)	Δ Max(Y)
Nivel 5	16.00	0.003860	0.005373	0.003822	0.005293
Nivel 4	13.05	0.004926	0.006176	0.004871	0.006080
Nivel 3	10.10	0.005855	0.006748	0.005762	0.006617
Nivel 2	7.15	0.005948	0.006398	0.005791	0.006211
Nivel 1	4.20	0.004537	0.004539	0.004250	0.004258

Fuente: Propiedad del autor.

4.3.2 Distorsión de entrepiso del modelo dinámico de la Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 (M2)

Tabla 35. Distorsión de entrepiso del Modelo (M2) con suelo S2 y S3.

Nivel	h(m)	Suelo tipo S3		Suelo tipo S2	
		Δ Max(X)	Δ Max(Y)	Δ Max(X)	Δ Max(Y)
Nivel 5	16.00	0.006501	0.010514	0.005808	0.009941
Nivel 4	13.05	0.007813	0.011756	0.006896	0.010425
Nivel 3	10.10	0.009331	0.013055	0.008181	0.010832
Nivel 2	7.15	0.010609	0.014027	0.009267	0.010849
Nivel 1	4.20	0.011688	0.013091	0.009927	0.010926

Fuente: Propiedad del autor.

4.3.3 Distorsión de entrepiso del modelo dinámico de D.D. Barkan -O.A Savinov (M3)

Tabla 36. Distorsión de entrepiso del modelo (M3) con suelo S2 y S3.

Nivel	h(cm)	Suelo tipo S3		Suelo tipo S2	
		Δ Max(X)	Δ Max(Y)	Δ Max(X)	Δ Max(Y)
Nivel 5	16.00	0.005832	0.008129	0.005466	0.006700
Nivel 4	13.05	0.007064	0.009136	0.006573	0.007502
Nivel 3	10.10	0.008278	0.009976	0.007687	0.008146
Nivel 2	7.15	0.009100	0.010288	0.008382	0.008139
Nivel 1	4.20	0.010355	0.008238	0.008008	0.005803

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 37. Variación de las Distorsiones de entrepiso X-X con y sin DISS en suelo S3 y S2.

Nivel	h(m)	Norma Peruana E.030-2018 (Patrón)		Modelo Dinámico de SNIP 2.02.05-87 (Rusia)		Modelo Dinámico de D.D. Barkan -O.A Savinov	
		S3	S2	S3	S2	S3	S2
		Δx	Δx	Δx %	Δx %	Δx %	Δx %
Nivel 5	16.00	0.00386	0.00382				
Nivel 4	13.05	0.00493	0.00487				
Nivel 3	10.10	0.00585	0.00576	84.48%	65.82%	63.42%	48.90%
Nivel 2	7.15	0.00595	0.00579				
Nivel 1	4.20	0.00454	0.00425				

Δx %: Variación promedio de la distorsión de entrepiso X-X en referencia al patrón.

Fuente: Propiedad del autor.

Tabla 38. Variación de las Distorsiones de entrepiso Y-Y con y sin DISS en suelo S3 y S2.

Nivel	h(m)	Norma Peruana E.030-2018 (Patrón)		Modelo Dinámico de SNIP 2.02.05-87 (Rusia)		Modelo Dinámico de D.D. Barkan -O.A Savinov	
		S3	S2	S3	S2	S3	S2
		Δy	Δy	Δy %	Δy %	Δy %	Δy %
Nivel 5	16.00	0.00537	0.00529				
Nivel 4	13.05	0.00618	0.00608				
Nivel 3	10.10	0.00675	0.00662	117.43%	90.86%	57.87%	28.08%
Nivel 2	7.15	0.00640	0.00621				
Nivel 1	4.20	0.00454	0.00426				

Δy %: Variación promedio de la distorsión de entrepiso Y-Y en referencia al patrón.

Fuente: Propiedad del autor.

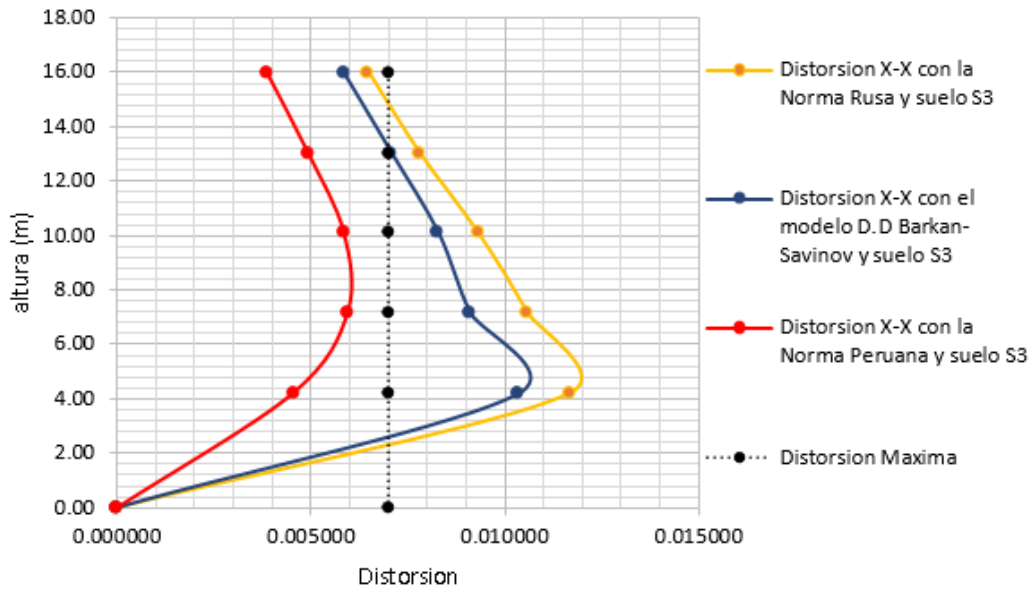


Figura 34. Distorsión de Entrepiso X-X con y sin DISS, suelo S3.

Fuente: Propiedad del autor.

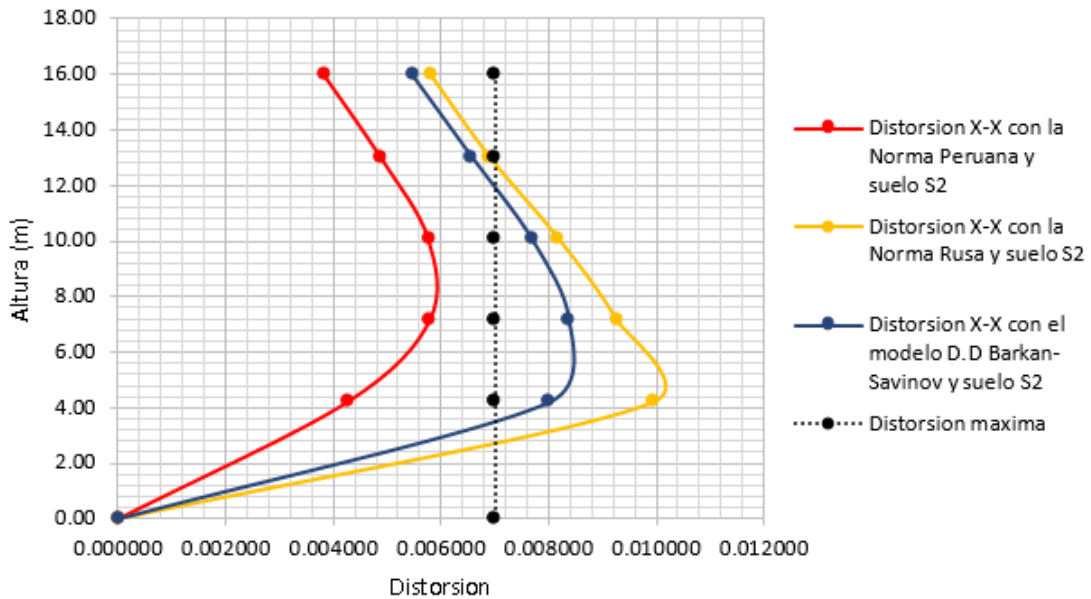


Figura 35. Distorsión de Entrepiso X-X con y sin DISS, suelo S2.

Fuente: Propiedad del autor.

Acerca de la distorsión de entrepiso X-X considerando los Modelos constitutivos que permiten la acción recíproca del suelo y la estructura para el suelo S3, se tiene una amplificación de hasta un 84.48 % y para el suelo S2 tenemos una amplificación de hasta un 65.82% con respecto a las distorsiones de la Norma de edificaciones E.030-2018.

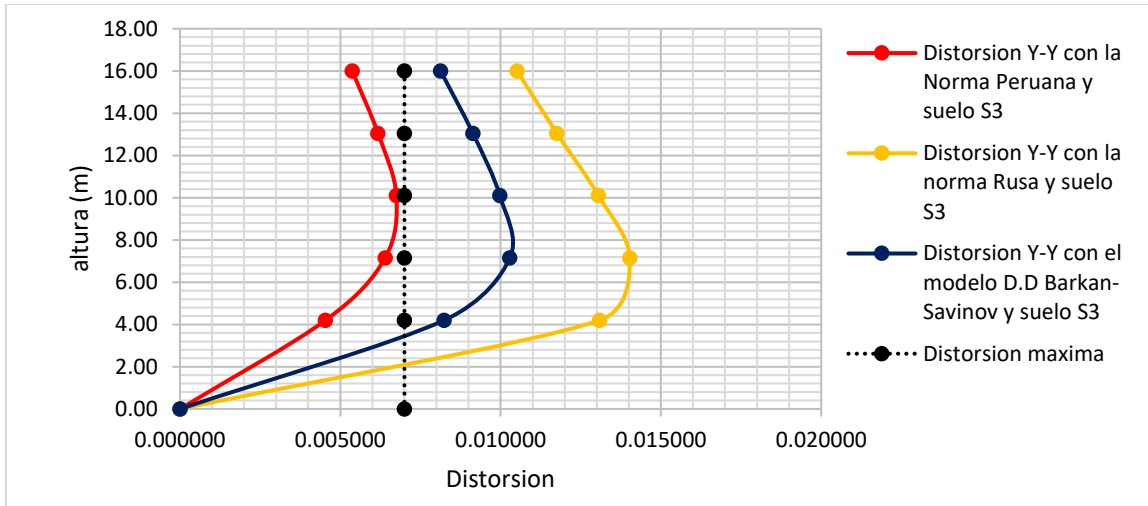


Figura 36. Distorsión de Entrecimiento Y-Y con y sin DISS, suelo S3.

Fuente: Propiedad del autor.

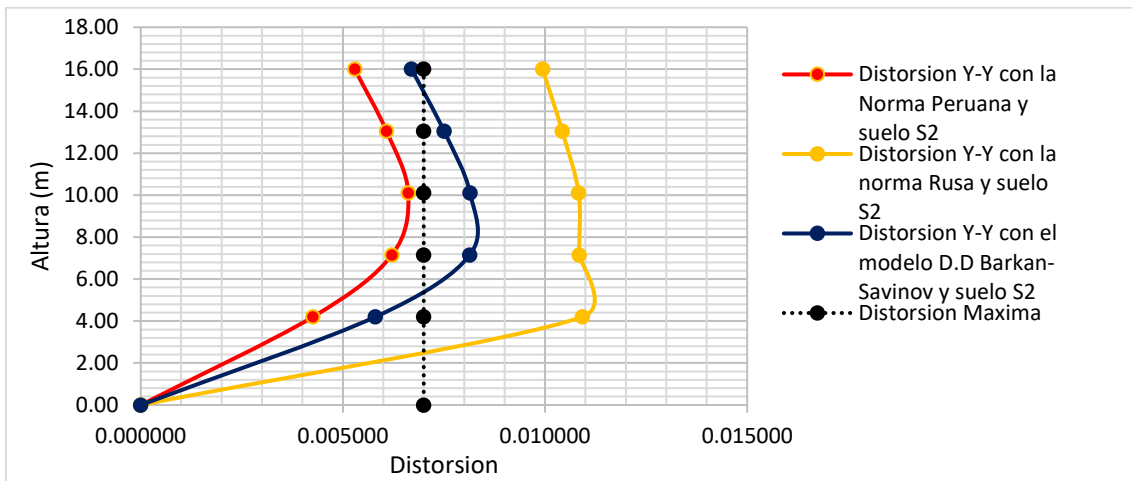


Figura 37. Distorsión de Entrecimiento Y-Y con y sin DISS, suelo S2.

Fuente: Propiedad del autor.

Acerca de la distorsión de entrecimiento Y-Y considerando los Modelos constitutivos para el suelo S3, se tiene una amplificación de hasta 117.43 % y para el suelo S2 tenemos una amplificación de hasta 90.86 % con respecto a las distorsiones del modelo empotrado o rígido. Asimismo estos valores superan las distorsiones máximas establecidas en la N.T.E E.030 de Diseño sismorresistente Por lo cual, según lo expuesto se acepta la hipótesis de que el rango de valores de la distorsión de entrecimiento en el comportamiento sismorresistente de una edificación tanto en suelo blando como intermedio es notable considerando la interacción suelo-estructura.

V.- DISCUSIÓN

Habiendo **determinado las fuerzas internas máximas en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la región de Ica**, Con respecto a lo explicado por Valderrama & Meza (2014). Cuyo objetivo general fue hallar los esfuerzos de los elementos estructurales en una edificación aporticada con zapatas aisladas de 5 pisos con tipo de suelo rígido (S1) con variación de amortiguamiento de 2% y 5% para el concreto, en los resultados se observa que la **fuerza cortante máxima** con un amortiguamiento de 5% y al aplicar la relación dinámica del suelo con la estructura disminuye hasta 5.14% con respecto al modelo de base empotrado, **fuerza axial máxima** con un amortiguamiento de 5% y al aplicar la interacción dinámica suelo estructura disminuye en 62.98% y finalmente obtiene en sus resultados una reducción del **momento flector máximo** con un amortiguamiento de 5% y al aplicar la interacción dinámica suelo estructura en 4.50%.

En la presente investigación los resultados obtenidos con un perfil de suelo intermedio (S2) y blando (S3) para un tipo de edificación dual de concreto armado de 5 pisos , se tuvo un incremento promedio de **las fuerzas cortante máximas** de 22.59% para un tipo de suelo blando (S3) para un fuerza externa de sismo en la dirección de análisis "X" y un aumento de 45.87% para un fuerza externa de sismo en la dirección de análisis "Y", para un tipo de suelo intermedio (S2) se tiene un aumento promedio de fuerzas cortantes de 31.63% para un fuerza externa de sismo en la dirección de análisis "X" y un incremento 43.61% para un fuerza externa de sismo en la dirección de análisis "Y".

Esta variación de incremento de fuerzas cortante según Guanchez, E. (2017) indica que los fenómenos de interacción suelo estructura, al evidenciar que es una base flexible y no una base rígida, pueden ocurrir una concentración de esfuerzos en elementos que anteriormente no ocurrían ocasionando así un incremento de esfuerzos, como también procesos de disipación de energía que pueden producir reducción de los mismos.

Lo mencionado anteriormente se encuentra reflejado en el desarrollo establecidos en la presente tesis de investigación, ya que las placas y columnas que tienen las

fuerzas internas máximas en el modelo convencional con base empotrada (patrón), no son las mismas de los resultados obtenidos de placas y columnas con respecto a las fuerzas máximas internas aplicando la interacción suelo estructura (base flexible) ocasionado así particularmente un incremento de fuerza cortante máxima.

Los resultados obtenidos para un tipo de edificación dual de concreto armado Oficina "Salcedo", se tiene para un suelo intermedio (S2) una reducción promedio de **la fuerza axial máxima** de 25.56% para un sismo en el sentido de análisis "X" y en el sentido de análisis del sismo "Y" se tiene una reducción promedio del 22.67% y para un tipo de suelo blando (S3) se tiene una reducción promedio de la fuerza axial máxima en el sentido de análisis del sismo "X" de 55.60% y en el sentido de análisis del sismo "Y" un ligero aumento promedio del 7.33%. Estos resultados concuerdan con los resultados que obtiene Valderrama & Meza (2014).

Los resultados obtenidos para los **momentos flectores máximos** para un tipo de suelo intermedio (S2) se tiene una reducción promedio de 22.41% para un sismo en el sentido de análisis "X" y en el sentido de análisis "Y" se tiene una reducción promedio de 16.74%. Para un tipo de suelo blando (S3) se tiene al aplicar la interacción suelo estructura una reducción promedio de 18.66% para un sismo en el sentido de análisis "X" y para un sismo en el sentido de análisis "Y" se tiene una reducción de 13.54%. Estos resultados varían respecto a los resultados que obtiene Valderrama & Meza (2014), debido a las propiedades mecánica del suelo, estructuración y geometría de la edificación son diferentes a comparación con la presente tesis de investigación.

El método científico empleado con una investigación aplicada y el análisis de datos señalados anteriormente como son las tablas y los gráficos, ha permitido poder determinar los rangos de valores de las fuerzas internas en la Influencia de la relación dinámica del suelo con la estructura en la respuesta sísmica de la presente investigación bajo métodos y procesos establecidos.

Habiendo **determinado el periodo de vibración en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la región de Ica**, en concordancia con Villanueva (2018), el cual busca analizar la relación dinámica del suelo arenoso de una estructura de tipo albañilería confinada con 5 niveles utilizando modelos numéricos de Barkan, Ilichev y Norma Rusa teniendo como uno de sus objetivos el periodo de vibración, donde concluyó que hubo un incremento con un perfil de suelo blando (S3) en un 32.77% en la dirección de análisis "X" y 7.85% en la dirección de análisis "Y".

La actual investigación obtuvo un incremento promedio en la dirección de análisis "X" de 34.22% y un incremento promedio de hasta 43.34% en la dirección de análisis "Y" para un perfil de suelo blando (S3) y para un suelo intermedio (S2) se tuvo un incremento promedio de 35.12% en la dirección de análisis "X" y un incremento de hasta 36.63% en la dirección de análisis "Y".

Es importante también resaltar que en contraste con Neyra & Romero (2019). Que indica que los periodos de vibración para ambas direcciones de análisis "X" e "Y" para una edificación específica y variación de geometría vertical es de 14.58% para un suelo intermedio (S2) y 29.16% para un suelo blando (S3) con respecto al modelo de análisis de la edificación por el método convencional con base empotrada. Por lo cual la presente tesis de investigación tiene correlación con Villanueva (2018) y Neyra & Romero (2019).

El método científico empleado con una investigación aplicada y el análisis de datos señalados anteriormente como son las tablas y los gráficos, ha permitido poder determinar la alteración del periodo de vibración en la Influencia de la relación dinámica del suelo con la estructura en los resultados sísmicos de la presente investigación bajo métodos y procesos establecidos.

Habiendo **determinado la distorsión de entrepiso en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la región de Ica**, en comparación con Garay (2017). Los resultados que obtuvo de distorsión de entrepisos para una edificación de 7 niveles en una zona sísmica 3 para un $\alpha=0$, se tiene un incremento del 14.56% en la dirección de análisis "X" y para la dirección de análisis "Y" se tiene un incremento del 5.95%.

Según Villanueva (2018). Tuvo como uno de sus objetivos la deriva de entrepiso, donde concluyó que hubo un incremento con un perfil de suelo blando (S3) en un 55.56% en la dirección de análisis "X" y 88.97% en la dirección de análisis "Y" en una edificación ubicada en zona sísmica 4.

En la presente investigación se obtuvo un incremento promedio de la deriva de entrepiso en la dirección de análisis "X" de hasta 55.86% y para la dirección de análisis "Y" se tiene un incremento promedio de 59.47% para un tipo de suelo intermedio (S2) y al aplicar la relación del suelo con la estructura Oficinas "Salcedo" con un perfil de suelo blando (S3) se obtiene un incremento promedio en la deriva de entrepiso de 73.95% en la dirección de análisis "X" y un incremento promedio de 87.65% en la dirección de análisis "Y". Estos resultados varían debido a las características propias de la edificación, características mecánicas del suelo y la zona sísmica de la edificación, y estas a la vez son semejantes a los resultados obtenidos por Villanueva (2018).

El método científico empleado con una investigación aplicada y el análisis de datos señalados anteriormente como son las tablas y los gráficos, ha permitido poder determinar la fluctuación de la distorsión de entrepiso en la Influencia de la relación dinámica suelo con la estructura en el resultado sísmico de la presente investigación bajo métodos y procesos establecidos.

VI.- CONCLUSIONES

1. La alteración de las **fuerzas internas máximas** en el comportamiento sismorresistente de la oficina “salcedo” considerando la interacción suelo-estructura se presenta primeramente para **la fuerza cortante** sobre el suelo blando (S3) con un de incremento promedio de hasta 45.87%, asimismo para el suelo blando (S2) con un incremento promedio de hasta 43.61% en la dirección de análisis “X”. En segundo lugar tenemos a las **fuerzas axiales** para el suelo blando (S3) con un decrecimiento promedio de 55.60% y para el suelo intermedio (S2) de hasta 25.56%. Por último los **momentos flectores** para el suelo blando (S3) con un decrecimiento promedio de hasta 18.66% y para el suelo intermedio (S2) de hasta 22.41%. Con respecto a la fluctuación **de los periodos de vibración**, para el suelo blando (S3) se tiene un incremento de hasta 43.34% y para el suelo intermedio (S2) un incremento de hasta 36.63%. Finalmente, el **rango de la distorsión de entrepiso** para el suelo blando (S3) se tiene un incremento promedio de hasta 87.65% y para el suelo intermedio (S2) de hasta 59.47%. Por lo cual se concluye que la flexibilidad del suelo blando e intermedio en especial de tipo blando presenta una variación importante en el comportamiento sismorresistente de la superestructura en cuestión.
2. Las **fuerzas internas máximas** de diseño de las unidades de análisis estructurales de la oficina “salcedo” al incluir la interacción suelo estructura, concerniente a las **fuerzas cortantes máximas**, tiene un incremento promedio para el suelo blando (S3) de hasta 45.87% y para el suelo intermedio (S2) de hasta 43.61%, por otro lado, las **fuerzas axiales máximas** se reducen considerablemente, obteniendo como resultados para el suelo blando (S3) de hasta 55.60% y el suelo intermedio (S2) de hasta 25.56%. De igual manera para los **Momentos flectores**, se reducen considerablemente obteniendo como resultados para el suelo blando (S3) una reducción promedio de hasta 18.66% y para el suelo intermedio (S2) una reducción promedio de hasta 22.41% con respecto al modelo

convencional de base empotrada. Por lo cual se concluye que la reducción (fuerza axial y momento flector) e incremento (fuerza cortante) de las fuerzas internas máximas de los elementos estructurales es debido a la disipación de energía y concentración de esfuerzos de los mismos por influencia del suelo blando e intermedio. Por tanto, se acepta que la variación de las fuerzas internas máximas en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio es notable considerando la acción recíproca del suelo y la estructura.

3. Los máximos **períodos de vibración** de la oficina “Salcedo” considerando el DISS se amplifican, obteniendo para el suelo blando (S3) un incremento promedio de hasta 43.34% y para el suelo intermedio (S2) un incremento promedio de hasta 36.63%, teniendo incrementos promedio predominantes mayores en suelo blando. Por tanto, se acepta que la fluctuación de los periodos de vibración en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio es notable considerando la interacción suelo-estructura.
4. Las **distorsiones de entrepiso** máximas se desarrollaron en el primer nivel de la oficina “Salcedo”, considerando el DISS. Obteniendo resultados para el suelo blando (S3) una amplificación promedio de hasta 87.65% y para el perfil de suelo intermedio (S2) se tiene un incremento 59.47% respectivamente, teniendo incrementos promedio predominantes en el suelo blando. Por tanto se acepta que los valores de la distorsión de entrepiso en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio se incrementan considerando la interacción suelo-estructura.

VII.- RECOMENDACIONES

- Obtener el valor del coeficiente inicial de balasto (b_0) mediante ensayos experimentalmente para determinar los coeficientes equivalentes de rigidez con el modelo dinámico de (M3), en efecto encontrar resultados más cercanos con respecto a las particularidades mecánicas del suelo.
- El uso de los modelos constitutivos que relacionan la acción dinámica del suelo y la estructura en los análisis sísmicos, con mayor importancia en estructuras que tengan cimentaciones masivas y profundas, estructuras altas y esbeltas y cimentadas en suelos muy blandos, ya que se hace de suma importancia poder saber el comportamiento más cercano del suelo con la superestructura.
- Para el análisis sismorresistente se deberían realizar análisis elásticos como el tiempo historia con registros sísmicos de la zona, así mismo tomar en consideración discretizar los elementos estructurales como muros de corte y zapatas para que se puedan distribuir mejor las cargas a la cimentación con la finalidad de obtener resultados más cercanos al comportamiento real de la edificación.
- Para líneas de futuras investigaciones se recomienda realizar la interacción suelo estructura en sótanos con la finalidad de aportar conocimientos con respecto a quien disipa la energía, si es el suelo o los muros de corte respectivamente.

REFERENCIAS

Aguiar Falconí , Roberto. 2008. *ANÁLISIS SÍSMICO DE EDIFICIOS*. Quito : s.n., 2008. 978-9978-30-104-3.

Alva Hurtado, Jorge. s.f. *Dinamica de Suelos*. Facultad de Ingenieria Civil, Universidad Nacional de Ingenieria. Lima : s.n., s.f. Posgrado.

—. **2015.** *Diseño de Cimentaciones*. Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2015.

Analysis of constructive effect and soil-structure interaction in tall building projects with shallow foundations on sandy soils. **Catelan Marques, Olivia , y otros. 2021.** e14103, Vitoria, Brazil : IBRACON Structures and Materials Journal, 2021, Vol. 14. 1983-4195.

Bernal, César Augusto. 2010. *Metodología de la Investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. 3a Edición. Colombia : Pearson educación, 2010. pág. 322.

Bohrnstedt, George W. 1976. Evaluación de la confiabilidad y validez en la medición de actitudes. *GF Summers (comp.), Medición de actitudes*. 1976, págs. 103-127.

Braja M, Das. 2013. *geotechnical engineering fundamentals*. Cuarta. Mexico : Cengage Learning, 2013. 978-1-111-57675-2.

Bruce A, Thyer. 2012. *Quasi-Experimental Research Designs*. [ed.] DSW Tony Tripodi. New York : OUP UNCORRECTED PROOF, 2012. 978-0-19-538738-4.

C. V. R, Murty, y otros. 2012. *Some Concepts in Earthquake Behaviour of Buildings*. Gobierno de Gujarat : Gujarat State Disaster Management Authority, 2012.

C.R, Kothari. 2004. *Research Methodology Methods and Techniques*. Segunda. New Delhi : NEW AGE INTERNATIONAL (P) LIMITED, PUBLISHERS, 2004. 978-81-224-2488-1.

Chinelo, Igwenagu. 2016. *Fundamentals of research methodology and data collection*. Nigeria : LAP Lambert Academic Publishing, 2016. 978-3-659-86884-9.

Comparative analysis of the seismic response of an essential and a common building using site spectra and dynamic modal spectral analysis according to South American standards. **F, Huaripata, J F , Torres y J , Orihuela. 2020.** Lima : IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, IOPscience, Vol. 910.

Conceptos y Técnicas de recolección de datos en la investigación jurídico social. **Chavez de Paz, Dennis. 2008.** La paz : s.n., 2008.

Dueñas Fomperosa , Hugo Fernando. 2016. *Análisis comparativo de dos edificios considerado los efectos de interacción dinámica suelo estructura según el código reglamentario para el municipio de Puebla*. Facultad de ingeniería , Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla : s.n., 2016. Teis de maestría.

Dynamic soil structure-interaction. **Fernández Sola, Luciano Roberto. 2017.** Azcapotzalco : Colegio de ingenieros Civiles de Mexico, 2017. structural engineering conference. págs. 1-50.

Estimation of the Lateral Dynamic Displacement of High-Rise Buildings under Wind Load Based on Fusion of a Remote Sensing Vibrometer and an Inclinometer. **Wei-Hua Hu, y otros. 2020.** Shenzhen : s.n., 2020, remote sensing.

Garay Chávez, Rigo Kibing. 2017. *INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE 7 NIVELES DEL PROYECTO “MULTIFAMILIAR LOS BALCONES DEL VALLE” BARRIO COLUMBO-CAJAMARCA*. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2017.

Guanchez, Edinson . 2017. Ingeniería Sismo-Geotécnica y Fenómenos de Interacción Dinámica Suelo-Estructura. *Seminario de Sísmica Adiestramiento*. [En línea] 03 de Septiembre de 2017. [Citado el: 13 de Agosto de 2021.]
<https://www.youtube.com/watch?v=sYxi7M9Jy3U&t=274s>.

Gutierrez Rodriguez, Marcos Ruben . 2019. *Interacción suelo-estructura en base a modelos dinámicos -Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 y A.E. Sargsian*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Union. Lima : s.n., 2019. Trabajo de investigación.

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición. Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-607-15-0291-9.

Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2006. *Metologia de la Investigacion*. Cuarta Edición. Iztapalapa : The McGraw-Hill, 2006. 970-10-5753-8.

Influencia de la interacción dinámica suelo-estructura en la respuesta dinámica de las estructuras. **Fernández Sola, Luciano Roberto . 2013.** Azcapotzalco : s.n., 2013, Construcción y Tecnología en concreto, Vol. 2.

Lefevre, Rosa y Vi I lar, Dam ián . 2015. *Resistencia de Materiales*. Valencia : Universidad Nacional de Rosario, 2015. Cód. 20401-15.

Morales Curo, Filder Antonio. 2018. *Alternativas de cimentacion superficial para edificaciones cimentadas en un terreno con asentamiento diferencial*. Escuela Academica Profesional de Ingenieria Civil, Universidad continental. Huancayo : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

Neyra Herrera, Cristhian Deyvi y Romero Pérez, George Michael. 2019. *Influencia de la interacción suelo-estructura en el análisis sísmico en edificaciones aporticadas sobre zapatas aisladas debido al cambio de geometría y condiciones geotécnicas*. Facultad de Ingenieria Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2019.

Ñaupas Paitan , Humberto, y otros. 2018. *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y Redacción de Tesis*. Quinta. Bogota : Ediciones de la U, 2018. 978-958-762-876-0.

S. Graham, KELLY. 2011. *Mechanical Vibrations Theory and applications*, S.I. United States of America : Cengage Learning, 2011. 13: 978-1-4390-6214-2.

Seismic analysis of a twelve story building of manta city considering soil structure interaction. **Aguiar, Roberto y Ortiz, Dennis. 2017.** 251-279, Quito : Ingeniería internacional de estructuras, 2017, Vols. Vol. 22, 3.

Soil Dynamics and Seismic Geotechnical Engineering. **Gazetas, George . 2015.** Athens : International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE), 2015.

Structural dynamics and modal analysis. **D.A, Rade y V,Steffen.Jr. 2008.** Brazil : s.n., 2008, EOLSS—Encyclopedia of Life Support, págs. 1-13.

Swamy, B.S, Prasad, S.K y Sunil, N. 2015. *Influence of strong column & Weak beam concept, soil type and seismic zone on seismic Performance of r c frames from pushover analysis*. s.l. : International Journal of Research in Engineering and Technology, 2015. Vol. IV. 2321-7308.

Tavera, Hernando. 2014. *EVALUACIÓN DEL PELIGRO ASOCIADO A LOS SISMOS Y EFECTOS SECUNDARIOS EN PERÚ*. Lima : Instituto Geofísico del Perú, 2014. 978-612-45795-9-2.

Verruijt, Arnold . 2006. *Soil Mechanics*. s.f : Delft University of Technology, 2006.

Villanueva Olivas, Hilder Oblach. 2018. *Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018*. Escuela profesional de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

Villarreal Castro, Genner. 2009. *Interaccion sismica suelo-estructura en edificaciones con zapatas aisladas*. Lima : ASAMBLEA NACIONAL DE RECTORES, 2009.

ANEXOS

ANEXO 1: Declaratoria de autenticidad (autores)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTORES

Yo, Astocaza Camargo Esther Amalia identificada con DNI N° 76244004 y Astocaza Camargo Sonia Justina identificada con DNI N° 70121465, alumnos de la Facultad de Ingeniería, Escuela de ingeniería civil de la Universidad César Vallejo sede Callao, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la tesis titulado **“Interacción Suelo-estructura en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la región de Ica”**, son:

1. De nuestra autoría.
2. La presente Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. La presente Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en la presente Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Ica, 21 de agosto del 2021



Bach. Astocaza Camargo, Esther Amalia

DNI: 76244004



Bach. Astocaza camargo Sonia Justina

DNI: 70121465

ANEXO 2: Declaratoria de autenticidad (asesor)




Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA, docente de la Facultad de ingeniería y arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Universidad César Vallejo Sede Callao, asesor (a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA EN EL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN EN SUELO BLANDO E INTERMEDIO DE LA REGION DE ICA" del autor ASTOCAZA CAMARGO, ESTHER AMALIA constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Callao, 09 de setiembre del 2021.

Apellidos y Nombres del Asesor: De La Cruz Vega Sleyther Arturo	
DNI 70407573	Firma 
ORCID 0000-0003-0254-301X	




Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA, docente de la Facultad de ingeniería y arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Universidad César Vallejo Sede Callao, asesor (a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA EN EL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN EN SUELO BLANDO E INTERMEDIO DE LA REGION DE ICA" del autor ASTOCAZA CAMARGO, SONIA JUSTINA constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Callao, 09 de setiembre del 2021.


Apellidos y Nombres del Asesor: De La Cruz Vega Sleyther Arturo	
DNI 70407573	Firma 
ORCID 0000-0003-0254-301X	

ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables


VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Interacción suelo-estructura.	Fenómeno se genera mediante la unión dinámica entre a base de fundación y la estructura, causado por las fuerzas dinámicas externas repetidas, el cual influye en el estado esfuerzo-deformación de la edificación (Villanueva Olivas, 2018, p.30)	La variable Interacción suelo - estructura se trató mediante el análisis del comportamiento mecánico y dinámico del Suelo de fundación el cual se determinó en base a sus indicadores.	D1: Comportamiento mecánico del suelo de fundación. D2: Comportamiento dinámico del suelo de fundación.	I1: Capacidad admisible del suelo I2: Modulo de Elasticidad del suelo. I1: Modelo dinámico SNIP 2.02.05-87 (Rusia) I2: Modelo dinámico de D.D. Barkan -O.A Savinov Suelo tipo S2	I1: Estudio de Mecánica de Suelos (EMS). I1: Ficha de Recolección de datos.	Razón
V2: Comportamiento sismorresistente de una edificación.	Es la reacción o respuesta de la superestructura sometida repetidamente a fuerzas sísmicas y gravitacionales, según la filosofía estructural la edificación sismorresistente debe poseer rigidez, ductilidad y evitar colapsos imprevisto (Swamy y Prasad, 2015).	La variable Comportamiento sismorresistente de una edificación se trató por medio de las fuerzas internas, periodo de vibración y distorsión de entrepiso del análisis modal espectral establecido en la norma técnica de edificaciones E.030, estos indicadores miden el comportamiento estructural.	D1: Analisis dinámico modal espectral (DMSA)	I1: Fuerzas internas máximas. I2: Periodo de vibración I3: Distorsión de entrepiso.	I1: Ficha de Recolección de datos.	Razón

ANEXO 4 : Instrumento de recolección de datos

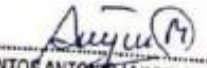
SIMULACION DE ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO: Interacción suelo-estructura en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la region Ica							valoración de 0.0a 1.0	
AUTOR: Astocaza Camargo, Esther Amalia Astocaza Camargo, Sonia Justina								
I.-	INFORMACION GENERAL: Características Geotecnicas del Suelo						1.0	
	Suelo blando (S3)			Suelo Intermedio (S2)				
	Ubicación:	Urb.El Sol de Ica			Ubicación:			
	Distrito:	Ica			Distrito:	Nasca		
	Provincia:	Ica			Provincia:	Nasca		
	Región:	Ica			Región:	Ica		
II.-	ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL						1.0	
	Se procedera a recolectar información en base a los estudios realizados							
	Espectro de respuesta		Und	Cortante minima		Und		
	<i>Se adjunta en la figura</i>			<i>Se adjunta en la figura</i>				
III.-	DISTORSIÓN DE ENTREPISO						0.7	
		Suelo Tipo S3			Suelo Tipo S2			
		Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	
	Distorsión Máxima	0.006748	0.00140	0.01035	0.006617	0.010926	0.008332	
IV.-	PERÍODO DE VIBRACIÓN						0.8	
		Suelo Tipo S3			Suelo Tipo S2			
		Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	
	T_x	0.491	0.667	0.637	0.434	0.694	0.614	
	T_y	0.472	0.719	0.719	0.460	0.684	0.573	
V.-	FUERZAS INTERNAS MÁXIMAS						0.8	
		Suelo Tipo S3			Suelo Tipo S2			
		Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	
	V max. X-X	9.784	12.711	11.133	9.469	11.113	13.812	
	V max. Y-Y	20.667	33.80	26.492	17.288	25.775	23.379	
	F max. X-X	35.116	14.278	16.902	20.510	13.581	16.954	
	F max. Y-Y	32.471	35.912	33.812	23.558	19.718	20.718	
	M max. X-X	46.367	37.4101	33.016	44.327	25.594	43.19	
	M max. Y-Y	144.582	114.75	135.241	121.928	91.115	110.93	
TOTAL DE VALORACIÓN						4.5		
PROMEDIO DE VALORACIÓN						0.9		
NOMBRES Y APELLIDOS:								
PROFESION: Daniel 'Bunche' Tineo Aranda								
REGISTRO CIP N°: Ingeniero Civil								
EMAIL: 221544								
TELEFONO: Daniel.tineoaranda@gmail.com								
 <p>FIRMA Y SELLO</p>								

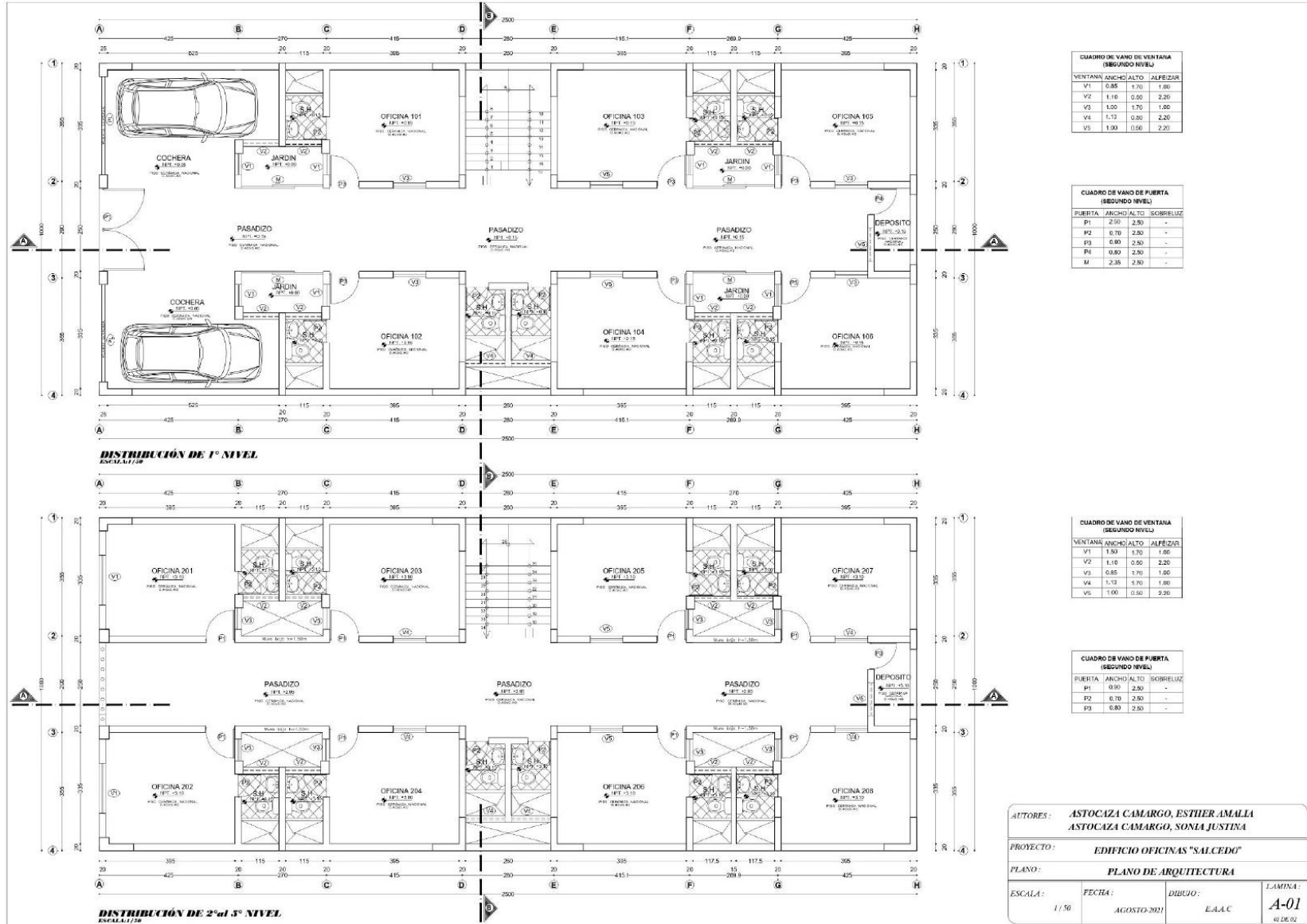
SIMULACION DE ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO: Interacción suelo-estructura en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la region Ica							valoración de 0.0a 1.0
AUTOR: Astocaza Camargo, Esther Amalia Astocaza Camargo, Sonia Justina							
I.-	INFORMACION GENERAL: Características Geotecnicas del Suelo						0.80
	Suelo blando (S3)			Suelo Intermedio (S2)			
	Ubicación:	Urb.El Sol de Ica		Ubicación:			
	Distrito:	Ica		Distrito:	Nasca		
	Provincia:	Ica		Provincia:	Nasca		
	Región:	Ica		Región:	Ica		
II.-	ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL						0.90
	Se procedera a recolectar información en base a los estudios realizados						
	Espectro de respuesta		Und	Cortante mínima		Und	
	<i>Se adjunta en la figura.</i>			<i>Se adjunta en la figura.</i>			
III.-	DISTORSIÓN DE ENTREPISO						0.85
	Suelo Tipo S3			Suelo Tipo S2			
	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	
	Distorsión Máxima	0.006748	0.0074027	0.010355	0.006617	0.010926	0.008382
IV.-	PERÍODO DE VIBRACION						0.90
	Suelo Tipo S3			Suelo Tipo S2			
	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	
	T_x	0.491	0.687	0.687	0.484	0.694	0.614
	T_y	0.472	0.719	0.719	0.460	0.684	0.573
V.-	FUERZAS INTERNAS MÁXIMAS						0.85
	Suelo Tipo S3			Suelo Tipo S2			
	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	
	V max. X-X	9.784	12.711	11.188	9.469	11.4173	13.812
	V max. Y-Y	20.667	33.80	26.492	17.288	25.775	23.819
	F max. X-X	35.116	14.278	16.902	20.510	13.531	16.954
	F max. Y-Y	32.481	35.912	33.812	23.556	15.718	20.718
	M max. X-X	46.367	37.4101	38.016	44.327	25.594	43.190
	M max. Y-Y	144.582	114.75	135.241	121.928	91.115	111.930
TOTAL DE VALORACIÓN						4.30	
PROMEDIO DE VALORACIÓN						0.86	
NOMBRES Y APELLIDOS:		<i>Luis Garayoa Quintanilla</i>					
PROFESION:		<i>Ing. Civil</i>					
REGISTRO CIP N°:		<i>117802</i>					
EMAIL:		<i>lg219@Hotcivil.com</i>					
TELEFONO:		<i>939173332</i>					
 <p> FIRMA Y SELLO LUIS GARAYOA QUINTANILLA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 117802 </p>							

SIMULACION DE ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO: Interacción suelo-estructura en el comportamiento sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la region Ica							valoración de 0.0a 1.0
AUTOR: Astocaza Camargo, Esther Amalia Astocaza Camargo, Sonia Justina							
I.-	INFORMACION GENERAL: Características Geotecnicas del Suelo						0.9
	Suelo blando (S3)			Suelo Intermedio (S2)			
	Ubicación:	Urb.El Sol de Ica		Ubicación:			
	Distrito:	Ica		Distrito:	Nasca		
	Provincia:	Ica		Provincia:	Nasca		
	Región:	Ica		Región:	Ica		
II.-	ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL						1.0
	Se procedera a recolectar información en base a los estudios realizados						
	Espectro de respuesta		Und	Cortante minima		Und	
	<i>Se adjunta en la figura</i>			<i>Se adjunta en la figura</i>			
III.-	DISTORSIÓN DE ENTREPISO						1.0
	Suelo Tipo S3			Suelo Tipo S2			
	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	
	Distorsión Máxima	0.006743	0.00140	0.01035	0.00617	0.01926	0.00038
IV.-	PERÍODO DE VIBRACION						0.9
	Suelo Tipo S3			Suelo Tipo S2			
	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	
	T_x	0.451	0.687	0.687	0.484	0.694	0.614
	T_y	0.472	0.719	0.719	0.460	0.684	0.573
V.-	FUERZAS INTERNAS MÁXIMAS						1.0
	Suelo Tipo S3			Suelo Tipo S2			
	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	Norma Peruana	Norma Rusa	Modelo Barkan	
	V max. X-X	9.784	12.711	11.188	9.469	11.113	13.312
	V max. Y-Y	20.667	33.80	26.492	17.238	25.775	23.879
	F max. X-X	35.116	14.278	16.902	20.510	13.581	16.054
	F max. Y-Y	32.481	35.912	33.012	23.558	15.718	20.718
	M max. X-X	46.367	37.4101	38.016	44.327	25.594	43.19
	M max. Y-Y	144.582	114.75	135.241	121.928	91.115	110.93
TOTAL DE VALORACIÓN						4.8	
PROMEDIO DE VALORACIÓN						0.96	
NOMBRES Y APELLIDOS:		SANTOS ANTONIO LLUYA MARRIQUE					
PROFESION:		INGENIERO CIVIL					
REGISTRO CIP N°:		224830					
EMAIL:		SantosAm777@gmail.com					
TELEFONO:		939793207					
 SANTOS ANTONIO LLUYA MARRIQUE INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 224830 FIRMA Y SELLO							

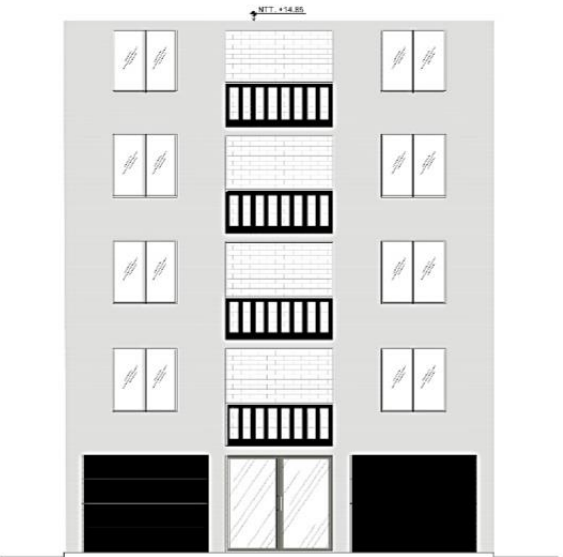
Anexo 5: Plano de Arquitectura



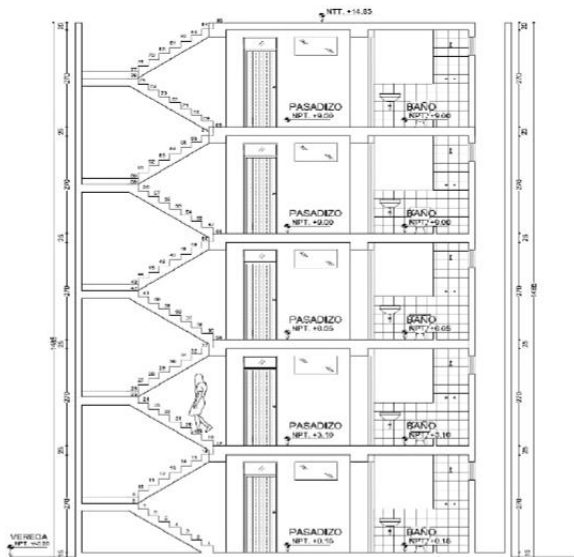
AUTORES: ASTOCAZA CAMARGO, ESTHER-AMALLA ASTOCAZA CAMARGO, SONIA JUSTINA			
PROYECTO: EDIFICIO OFICINAS "SALCEDO"			
PLANO: PLANO DE ARQUITECTURA			
ESCALA: 1/50	FECHA: AGOSTO 2021	DEBUJO: E.A.A.C	LAMINA: A-01 40 DE 92



CORTE A-A
ESCALA: 1/50



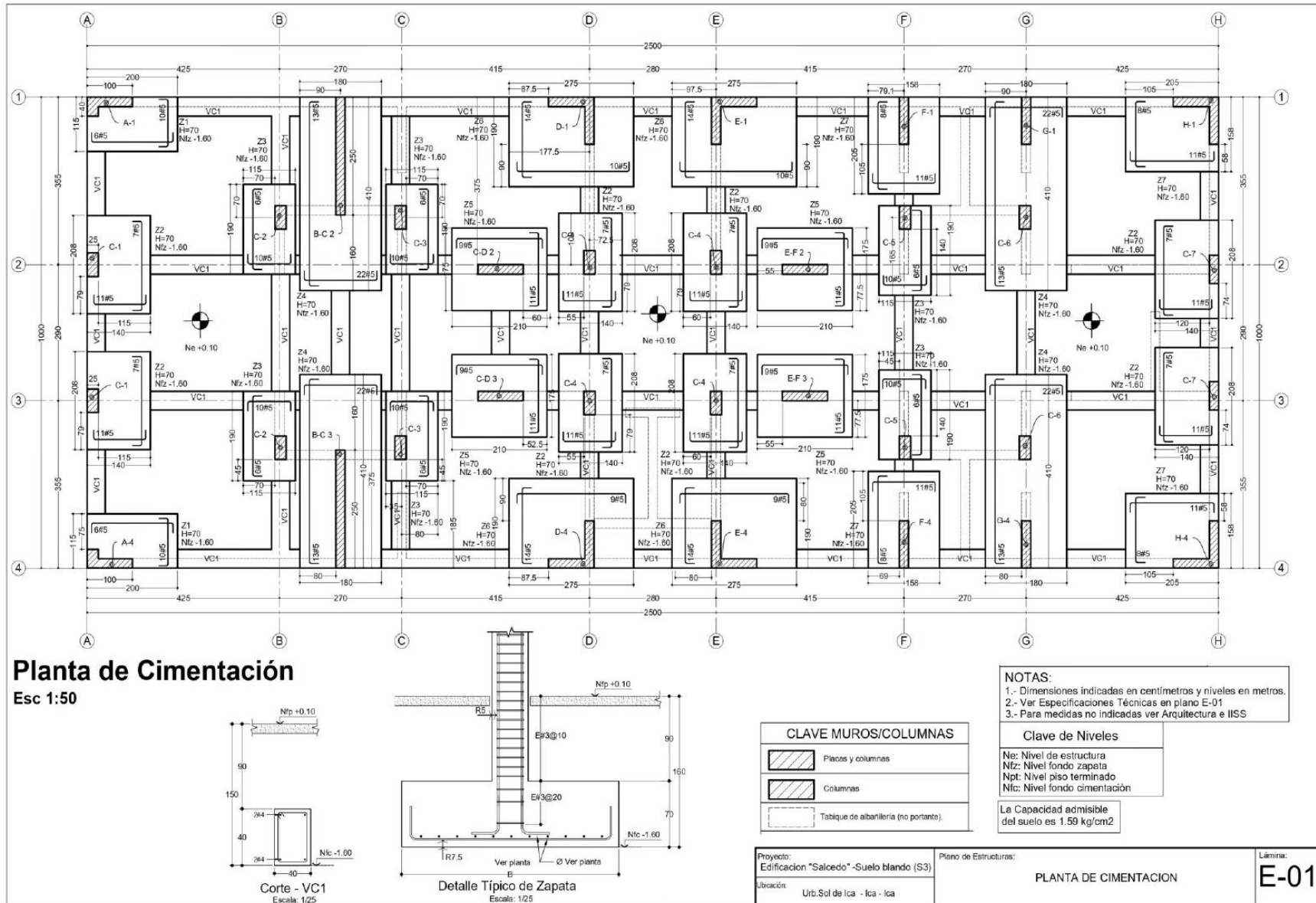
ELEVACION
ESCALA: 1/50

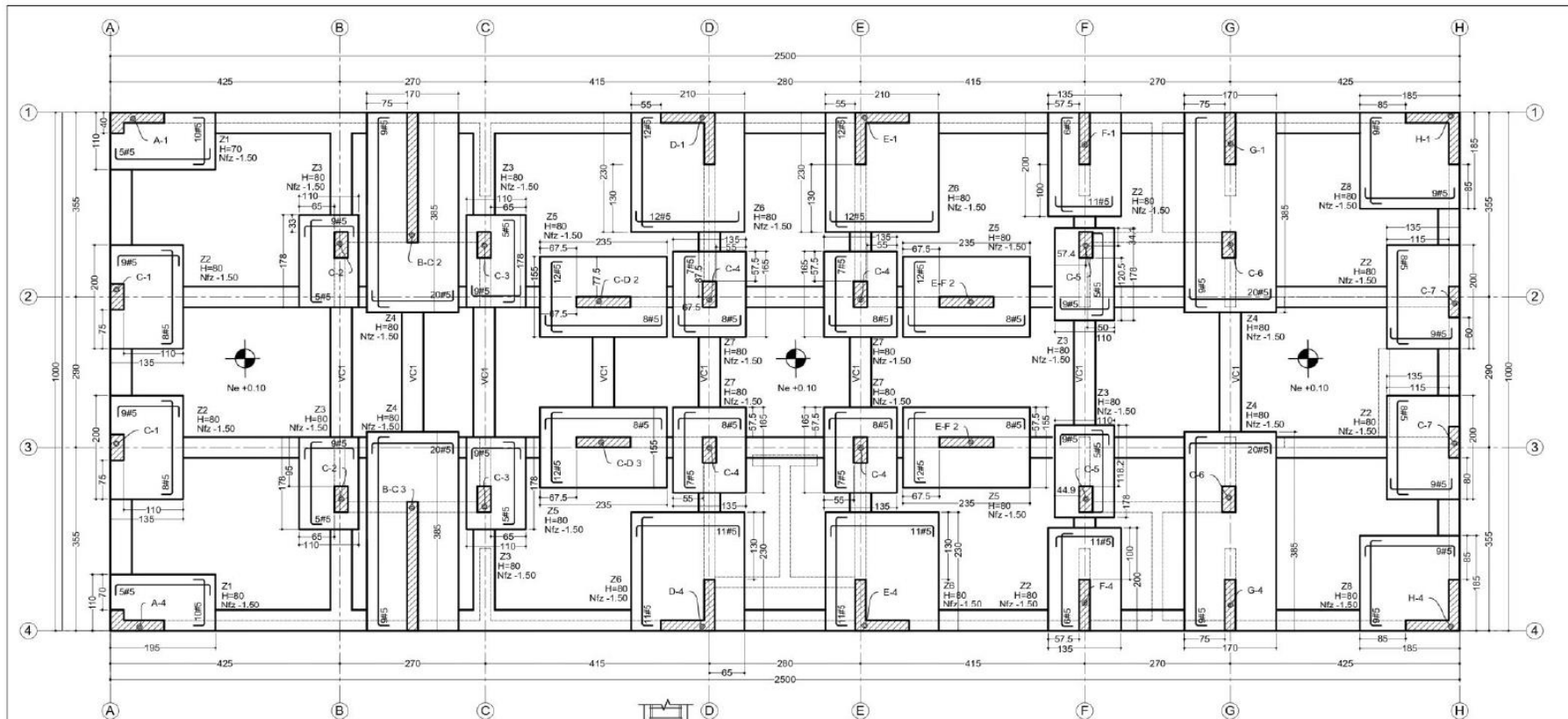


CORTE B-B
ESCALA: 1/50

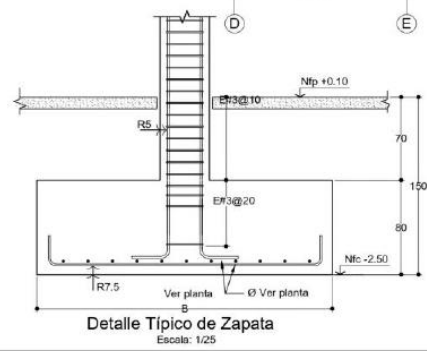
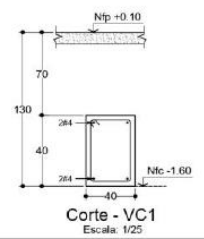
AUTORES: ASTOCAZA CAMARGO, ESTHER AMALIA			
AUTORES: ASTOCAZA CAMARGO, SONIA JUSTINA			
PROYECTO: EDIFICIO OFICINAS "SALCEDO"			
PLANO: CORTES Y ELEVACIONES			
ESCALA:	FECHA:	DIBUJO:	LAMINA:
1/50	AGOSTO 2021	E.A.A.C	A-02
			01 DE 01

Anexo 6 : Planta de cimentación





Planta de Cimentación
Esc 1:50



CLAVE MUROS/COLUMNAS	
	Placas y columnas
	Placas y columnas
	Tablaje de albanilería (no portante).

- NOTAS:**
- 1.- Dimensiones indicadas en centímetros y niveles en metros.
 - 2.- Ver Especificaciones Técnicas en plano E-01
 - 3.- Para medidas no indicadas ver Arquitectura e IISS

Clave de Niveles
Ne: Nivel de estructura
Nfz: Nivel fondo zapata
Nfp: Nivel piso terminado
Nfc: Nivel fondo cimentación
La Capacidad admisible del suelo es 1.93 kg/cm ²

Proyecto: Edificación "Salcedo" -Suelo blando (S2)	Plano de Estructuras:	PLANTA DE CIMENTACION	E-01
Ubicación: 14° 49' 31" Latitud Sur y 74° 58' 07" Longitud Occidental - Nasca - Ica - Ica			

Anexo 07: Solicitud de parámetros geotécnicos



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Callao, 08 de junio de 2021

CARTA N° 027-2021/UCV-CALLAO/DG

Señores
ROAD TECH SAC
Presente. -

Asunto: Autorizar información geotécnica para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Civil

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a ustedes, para saludarlos muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Callao y en el mío propio, deseándole la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que la Bach. Esther Amalia Astocaza Camargo y Bach. Sonia Justina Astocaza Camargo del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ing. Civil, puedan ejecutar información geotécnica para su investigación titulada: **"Interacción Suelo-estructura en el comportamiento Sismorresistente de una edificación en suelo blando e intermedio de la región de Ica"**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



Dr. RAÚL VALENCIA MEDINA
Director General
Universidad César Vallejo Filial - Callao

cc: Archivo PTUN.

Recibido

ROADTECH S.A.C.
María Elena Ordoñez Fuentes
GERENTE GENERAL



ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



Anexo 08: Parámetros geotécnicos para suelo blando (S3)

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION	
PROFESIONAL RESPONSABLE(PR)	Ing. Luis Alberto Ordoñez Fuentes ING. CIVIL CIP: 64667
TIPO DE CIMENTACION	El tipo que se viene utilizando, es una cimentación a base de zapatas cuadradas las cuales irán conectadas por vigas de cimentación cuya sección será determinado por el Ingeniero Estructural.
ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION	De acuerdo a los perfiles estratigráficos obteniéndose desde suelos granulares y finos, tales como limo arenoso, arena limosa, arena limosa mal graduada y arena mal graduada como detalla en el presente informe.
PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREATICA	NO se halló nivel de napa freatica en la zona de estudio FECHA: 25 03 2021
PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION	
Profundidad de Cimentacion	De esta manera se concluye que la profundidad de cimentación será mayor o igual a 1.60 m, para zapatas cuadradas las cuales irán conectadas por vigas de cimentación cuya sección será determinado por el Ingeniero Estructural de acuerdo a los cálculos que el realice.
Presion Admisible	Cap Admisible a 1,60m = 1,400/ 1,80m = 1,580/ 2,00m = 1,610
Factor de seguridad por Corte (Estatico, Dinamico)	Factor de seguridad 3,0
Asentamiento Diferencial Maximo Aceptable	Los asentamientos calculados son los permisibles, evitando asentamientos mayores a 2.50 m, asentamiento máximo permisible según norma técnica peruana.
PARAMETROS SISMICOS DEL SUELO (DE ACUERDO A LA NORMA E,030)	
Zona Sísmica	Zona Z=4
Tipo de perfil del Suelo	Perfil tipo S3 (suelos blandos)
Factor del Suelo (S)	Factor de amplificación del suelo es S=1.10
Periodo TP (s)	Tp = 1.0 seg.
Periodo TL(s)	Tl = 1.6 seg.
AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION:	Al realizar las excavaciones NO se han registrado sustancias agresivas al concreto, por lo que se recomienda el uso del Cemento Portland Tipo I, para las obras de concreto que este en contacto con el suelo.
PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACION	
Licueccion	En la zona de estudio no se han encontrado este tipo de suelos descritos por lo que no existe el riesgo de la ocurrencia de suelos colapsables, siempre y cuando se construya de la manera apropiada compactado cada capa o fondo de cimentación a proyectar.
Colapso	
Expansion	

42

2 GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 GEOLOGIA

➤ Topografía

Geología Local, la columna geológica de la zona de Nasca está constituida por unidades lito-estratigráficas con un rango vertical comprendido entre el Jurásico y el Cuaternario, separados por discordancias, como efectos de sucesivos procesos tectónicos. La distribución de las rocas precámbricas y paleozoica es restringida, predominando rocas del Mesozoico y el Cenozoico. Limitado por secuencias volcánicas y sedimentarias jurásico-cretáceas (formación Cerritos o formación Tierras Blancas).

➤ Geodinámica Externa

Durante los trabajos de campo no se ha detectado fenómenos de geodinámica externa reciente, como levantamientos y/o hundimientos, ni desplazamientos de la formación sedimentaria existente en la zona.

➤ Hidrología

El sistema hidrográfico del Río Grande en la provincia de Nasca comprende 11 afluentes provenientes del departamento de Ayacucho, estos son de régimen pluvial ya que no existen glaciares ni nieve en las cabeceras de sus cuencas. Las lluvias temporales determinan la crecida de los ríos desde enero hasta marzo o abril. Al finalizar la temporada de lluvias el caudal se reduce rápidamente. El régimen de escurrimiento de los ríos es variable.

2.2 SISMICIDAD

Desde el punto de vista sísmico, el territorio peruano pertenece al círculo circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor o menor frecuencia de estos movimientos. Así tenemos que las Normas de Diseño Sísmo resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, divide al País en Cuatro Zonas:

Zona I.- Comprende de los Departamentos de Loreto, Ucayali y Madre de Dios; en esta Zona la sismicidad es baja.

Zona 2.- Comprende los departamentos de Amazonas, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, y parte de los departamentos Cajamarca, Ucayali, Madre de Dios, Huancavelica, Apurímac.; hasta los departamentos Cuzco, Puno en esta Zona la sismicidad es media.

Zona 3.- Comprende el resto de la Región sierra. Partes de Los departamentos Piura, Lambayeque, Cajamarca, la Libertad, Ancash, Huánuco, Pasco, Lima, Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, Moquegua y Tacna. La sismicidad es alta.

Zona 4.- Es la zona de más alta sismicidad. Comprende la Costa Peruana, de Tumbes a Tacna, así como parte de la ceja de la sierra. Es la zona más afectada por los fenómenos telúricos, la sismicidad es muy alta.

La zona en estudio se encuentra dentro de la zona 4, de sismicidad muy alta, a pesar de ello, en sus características estructurales no se identifican rasgos sobre fenómenos de tectonismo que haya influido en la estructura de la geológica de la zona.

❖ **Parámetros de diseño Sismo Resistente**

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma Técnica de edificación E-030- Diseño Sismo resistente (Modificada el 11 de febrero de 2019), se deberá tomar los siguientes valores:

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

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _l (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

(a) Factor de zona (Tabla N°1) _____ Z = 0.45(*)

▪ **Condiciones Geotécnicas**

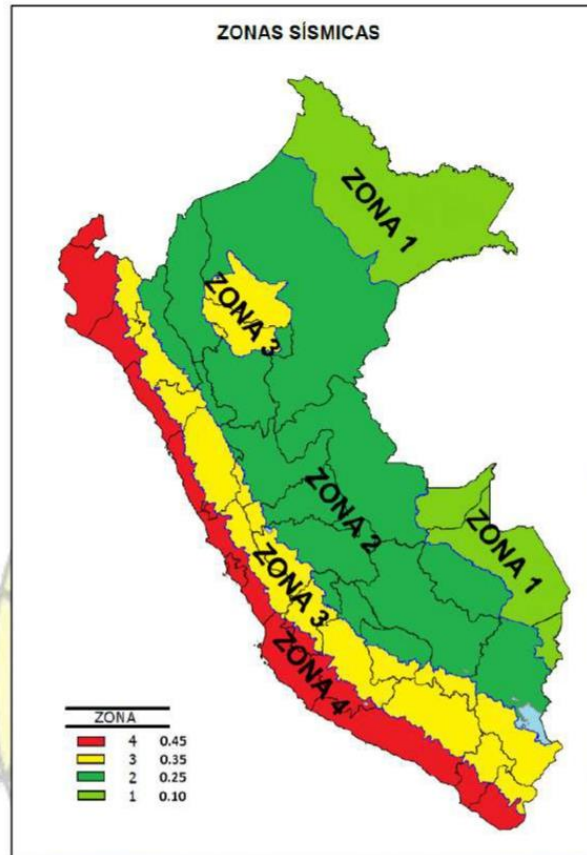
(b) Periodo de Vibración del suelo (Tabla N°4) _____ T_p = 1.0 seg.
 T_l = 1.6 seg.

▪ **Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)**

(c) Categoría de las Edificaciones (Tabla N° 5) _____ A(**)

(d) Factor de Uso (Tabla N° 5) _____ U = 1.5

MAPA DE RIESGO SISMICO



10

Figura 5. Ilustración del mapa de zonificación de Sismo.

(*) A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. El área en estudio, corresponde a la zona 4, el factor de zona se interpreta como una aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

(**) Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo al factor de uso o importancia definido en el Reglamento nacional de edificaciones. Para este tipo de edificación el factor de uso e importancia $U=1.5$ según los parámetros sísmicos tal y como se muestra en la tabla N°5 categoría de las Edificaciones y factor "U".

El tipo de suelo pertenece al perfil tipo **S2** (suelos intermedios $V_{Sp}=2112.76$ m/s) que según tabla N°3 factores del suelo, su factor de amplificación del suelo es $S=1.05$

CLASIFICACION DE LOS PERFILES DEL SUELO	
PERFIL	
S ₀	Roca Dura
S ₁	Roca o Suelos Muy Rígidos
S ₂	Suelos Intermedios
S ₃	Suelos Blandos
S ₄	Condiciones Excepcionales

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{s}_a
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.	1,5
	Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree polígonos adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1.5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

10. CONCLUSIONES GENERALES

10.1 CONCLUSIONES

27

- En base a los resultados de la exploración realizada, ensayos de resistencia y análisis complementarios, se puede mencionar lo siguiente:
- El suelo de este proyecto ha sido estudiado realizando los sondajes a cielo abierto en todo el área del estudio, determinando así la capacidad portante del suelo de la siguiente manera:

PARA ZAPATA CUADRADA B=1.80 m				
PROF. (m)	ϕ	N	B (m)	CAP. ADM. (kg/cm ²)
2.50	29.00	14.00	1.80	1.930
2.80	29.00	14.00	1.80	2.140
3.00	29.00	14.00	1.80	2.290

- Se ha determinado un peso de 61.25 Tn, para una edificación de 04 niveles + sotano.
- Los parámetros de diseño se ha realizado para un ángulo de fricción del suelo de $\phi=29^\circ$, y para un módulo de poisson de $u=0.25$, y módulo de elasticidad del suelo de $E=1450 \text{ Tn/m}^2$.
- Al realizar las excavaciones NO se han registrado sustancias agresivas al concreto, por lo que se recomienda el uso del Cemento Portland Tipo I, para las obras de concreto que este en contacto con el suelo.

10.2 ASENTAMIENTOS

Los asentamientos calculados son los permisibles, para las dimensiones de las zapatas que se están calculando, evitando asentamientos mayores a 2.50cm, asentamiento máximo permisible según norma técnica peruana.



ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



65

P.A.S.I. S.r.l. — Via Galliari, 5/E — 10125 TORINO TO — ITALY

Instrument Operating Training

Name: Eng. Luis Alberto Ordonez Fuentes

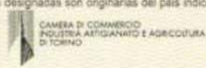
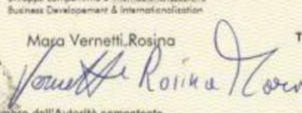
Company: Estudio Ingeniero Ordonez Fuentes

Training: 3-days instruction training on GEA24 SEISMOGRAPH
and seismic theory (Torino, 23-25-26 March 2019)

Trainer: Eng. Osvaldo Pirchio

Data: 26/03/2019

IASI

1 Speditore - Expéditeur - Consignor - Expéditeur P.A.S.I. SRL - Prodotti Apparecchi Scienze Industria VIA B. GALLIARI, S/E 10125 TORINO - ITALY		Z/ 0711865 N. Prog. 9597/2019 N. Prot. 44019/2019	ORIGINALE
2 Destinatarlo - Destinataire - Consignee - Destinatarlo ROAD TECH SAC CALLE AYACUCHO N° 855 ICA- ICA- ICA PERU*		UNIONE EUROPEA UNION EUROPÉENNE EUROPEAN UNION UNIÓN EUROPEA CERTIFICATO DI ORIGINE CERTIFICAT D'ORIGINE CERTIFICATE OF ORIGIN CERTIFICADO DE ORIGEN	
4 Informazioni riguardanti il trasporto (indicazione facoltativa) Informations relatives au transport Transport details - Expedition		3 Paese d'origine - Pays d'origine - Country of origin - Pais de origin ITALIA	
5 Osservazioni - Remarques - Remarks - Observaciones INVOICE N. 285 - DATE 18/04/2019			
8 N. d'ordine; marche, numeri, quantità e natura dei colli; denominazione delle merci N° d'ordre; marques, numéros, nombre et nature des colis; désignation des marchandises Item number; marks, numbers, number and kind of packages; description of goods N° de orden; marcas, números, nombre y naturaleza de los bultos; designación de las mercancías		7 Quantità Quantité Quantity Cantidad	
N. 1 MEASURING INSTRUMENT GEA24 - S.N. 18291 - P.A.S.I. N. 2 SEISMIC CABLE, 12 channels, 130m - P.A.S.I. N. 24 GEOPHONES - 4,5 Hz VERTICAL - P.A.S.I. N. 24 HORIZONTAL GEOPHONE 10 Hz - P.A.S.I. N. 1 PIEZOELECTRIC STARTER - P.A.S.I. N. 2 SHIELDED CABLE FOR HAMMER SWITCH - P.A.S.I. N. 1 ALLUMINIUM STRIKING PLATE - P.A.S.I. N. 1 SOFTWARE INETRISM LITE RIF - S.N. T5N 31 17 - P.A.S.I. BOX: N. 4		GROSS WEIGHT Kg. 71,100 NET WEIGHT Kg. 68,100	
8 La sottoscritta Autorità certifica che le merci sopra elencate sono originarie del paese menzionato nel riquadro 3 L'Autorité soussignée certifie que les marchandises désignées ci-dessus sont originaires du pays figurant dans la case N° 3 The undersigned Authority certifies that the goods described above originate in the country shown in box 3 La Autoridad infrascrita certifica que las mercancías designadas son originarias del país indicado en la casilla N° 3  CAMERA DI COMMERCIO POLIZIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA DI TORINO Sviluppo competitività e internazionalizzazione Business Development & Internationalization Maja Vernetti Rosina  TORINO, 02/05/2019 Luogo e data del rilascio; denominazione, firma e timbro dell'Autorità competente Lieu et date de délivrance; désignation, signature et cachet de l'Autorité compétente Place and date of issue; name, signature and stamp of competent Authority Lugar y fecha de expedición; designación, firma y sello de la Autoridad competente stampati a cura dell'UNIONCAMERE e distribuiti dalla Camera di Commercio			



ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



ESTRUCTURAS METALICAS Y BALANZAS ELECTRONICAS

Venta y Servicio Técnico de Balanzas Electrónicas Y Máquinas Procesadoras de Alimentos

145

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 1094/2020

FECHA: 20/07/2020
PAGINAS: 1 de 3

SOLICITANTE: 20494540151 - ROAD TECH S.A.C.

DIRECCION: CAL. AYACUCHO NRO. 855 (2DO PISO, ESQ ENTRE AYACUCHO Y CHINCHA) ICA-ICA-ICA

2. INSTRUMENTO DE MEDICION: BALANZA ELECTRONICA
-CLASIFICACION NO AUTOMATICA
- MARCA T-SCALE
- MODELO SOLO PESO
- CANTIDAD 01 UNIDAD
- CAPACIDAD MAXIMA 30KG
- CAPACIDAD MINIMA 1GR
- CODIGO 0110011005
- UTILIDAD INSUMOS

3. METODO DE CALIBRACION EMPLEADO

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrón, según el procedimiento INDECOPI/SNM PC-001 3era. Edición: 2009 "procedimiento para la calibración de las balanzas de funcionamiento No Automático clase III y III", elaborado en base a la norma meteorológica peruana NMP-003: 2009 Instrumentos de pesar de funcionamiento no automático. Requisitos técnicos y metrológicos equivalentes a la recomendación de la organización internacional de metrología OIML R 76:2006 "Non automatic weighing instruments. Part 1: Metrological and Technical Requirements-Test". Utilizando pesas certificadas por laboratorio acreditado por la INACAL, según certificado de calibración N° M-1549-2018, N° M-1550-2018, N° M-1551-2018, N° M-1552-2018.

4. RESULTADOS

La balanza tiene errores menores a los máximos permitidos para este tipo de medio de medición, quedando, por lo tanto: APROBADA.

Atentamente,

IMPORTACION DE BALANZAS ELECTRONICAS
LUMEN BELEN
RUC: 20494540151
MARIA A. FUENTES CONSIGLIERI
GERENTE
GERENTE DE OPERACIONES

PROLONGACION MATIAS MANZANILLA N° 1016 C.P. SANTA ROSA ICA-PERU (TEL.056- 626473)
Correo: rodrigo2004@hotmail.com col.954192724

OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA- ICA- PUEBLO NUEVO

Tel. 956889021 - 955925088

E-mail: roadtechsac@gmail.com



ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



146



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LL-166-2020

Laboratorio de Longitud

Pág. 1 de 2

Expediente	20098
Solicitante	ROAD TECH S.A.C.
Dirección	C.RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA - ICA - PUEBLO NUEVO
Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE
Marca (o Fabricante)	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	299
Procedencia	NO INDICA
Marca del contómetro	MICKY NAY
Ubicación del Equipo	INSTALACIONES DEL SOLICITANTE
Lugar de Calibración	LABORATORIO DE LONGITUD DE CEM INDUSTRIAL EIRL
Fecha de Calibración	2020-09-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma ASTM D4318, MTC E-110.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: L-1189-2019; T-0292-2020.

Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 19,9 °C ; Humedad relativa prom. 74,0 HR%

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Las dimensiones del aparato de límite líquido son las especificadas en la MTCE-110.

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2020-09-09	
		CEM INDUSTRIAL JESÚS QUINTO C. JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 1B, Urb. El Pacifico II etapa, S.M.P. - Lima
 • Tel.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA - ICA - PUEBLO NUEVO

Tel. 956889021 - 955925088

E-mail: roadtechsac@gmail.com



ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



150

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-056-2020

Laboratorio de Temperatura		Pág. 1 de 4
Expediente	20098	
Solicitante	ROAD TECH S.A.C.	
Dirección	C. RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA - ICA - PUEBLO NUEVO	
Instrumento de medición	HORNO	
Marca (o Fabricante)	MG LABORATORIOS	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Instrumento de Medición	Termómetro con Indicación Digital	
Marca / Modelo	AUTONICS	
Alcance de Indicación	0 °C a 110 °C	
Div. de escala (Resoluc.)	10 °C	
Identificación	NO INDICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Selector	Controlador digital	
Marca / Modelo	NO INDICA	
Alcance de Indicación	0 °C a 110 °C	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Div. de escala (Resoluc.)	10 °C	
Ubicación	INSTALACIONES DEL SOLICITANTE	
Lugar de Calibración	LABORATORIO DE TEMPERATURA DE CEM INDUSTRIAL EIRL	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Fecha de Calibración	2020-09-08	
Método de Calibración		

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-18, 2da. Ed. Junio 2009, "Procedimiento Para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostático".

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: LT-255-2019; LT-256-2019; T-0292-2020.

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial: 19,9 °C ; Final : 20,0 °C
 Humedad Relativa ambiental: Inicial: 74,0 HR% ; Final : 74,0 HR%

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2020-09-09	 JESUS QUINTO C. JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA- ICA- PUEBLO NUEVO

Tel. 956889021 – 955925088

E-mail: roadtechsac@gmail.com

ANEXO 10: MEMORIA DE CALCULO

1) ESPECTRO DE ACELERACIONES DE LA NORMA PERUANA E030-2018
Para el suelo blando S3 e intermedio S2

Factores de zona	
ZONA	Z
1	0.1
2	0.25
3	0.35
4	0.45



Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"					
SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10	
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20	
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40	
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00	

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"					
SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10	
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20	
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40	
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00	

Tabla N° 4 PERIODOS "T _P " Y "T _L "					
	Perfil de suelo				
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	
T _P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0	
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6	

Tabla N° 4 PERIODOS "T _P " Y "T _L "					
	Perfil de suelo				
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	
T _P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0	
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6	

CONSIDERANDO UNA ZONA SISMICA DE Z3, SUELO S2 Y UNA EDIFICACION DE VIVIENDA

Perfil de Suelo =	S3
Zona Sismica =	Z4
Categoria =	C

Perfil de Suelo =	S2
Zona Sismica =	Z4
Categoria =	C

Z	0.45		
T _P (S)	1.0	TL	1.6
Factor de suelo "S" =	1.1		
Factor de Uso "U" =	1	C	
R _x	7	No tiene	FALTA TORSION Y PISO BLAND
R _y	7	No tiene	FALTA TORSION Y PISO BLAND
FACTOR=ZUSg/R			0.69371
FACTOR=ZUSg/R			0.69371

Z	0.45		
T _P (S)	0.6	TL	2
Factor de suelo "S" =	1.05		
Factor de Uso "U" =	1	C	
R _x	7	No tiene	FALTA TORSION Y PISO BLAND
R _y	7	No tiene	FALTA TORSION Y PISO BLAND
FACTOR=ZUSg/R			0.662175
FACTOR=ZUSg/R			0.662175

2.5 Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

T es el periodo según se define en el numeral 4.5.4 o en numeral 4.6.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

T	C	S _a
0	2.5	1.734267857
0.1	2.5	1.734267857
0.2	2.5	1.734267857
0.3	2.5	1.734267857
0.4	2.5	1.734267857
0.5	2.5	1.734267857
0.6	2.5	1.734267857
0.7	2.5	1.734267857
0.8	2.5	1.734267857
0.9	2.5	1.734267857
1	2.5	1.734267857
1.1	2.2727273	1.576607143
1.2	2.0833333	1.44523214
1.3	1.9230769	1.334052198
1.4	1.7857143	1.238762755
1.5	1.6666667	1.156178571
1.6	1.5625	1.083917411
1.7	1.384083	0.960148295

FACTOR=ZUS/R*g

T	C	S _a
0	2.5	1.6554375
0.1	2.5	1.6554375
0.2	2.5	1.6554375
0.3	2.5	1.6554375
0.4	2.5	1.6554375
0.5	2.5	1.6554375
0.6	2.5	1.6554375
0.7	2.142857143	1.41894643
0.8	1.875	1.24157813
0.9	1.666666667	1.103625
1	1.5	0.9932625
1.1	1.363636364	0.90296591
1.2	1.25	0.82771875
1.3	1.153846154	0.76404808
1.4	1.071428571	0.70947321
1.5	1	0.662175
1.6	0.9375	0.62078906
1.7	0.882352941	0.58427206

FACTOR=Z

1.8	1.2345679	0.856428571
1.9	1.1080332	0.768650574
2	1	0.693707143
2.1	0.9070295	0.629212828
2.2	0.8264463	0.573311688
2.3	0.7561437	0.524542263
2.4	0.6944444	0.481741071
2.5	0.64	0.443972571
2.6	0.591716	0.410477599
2.7	0.5486968	0.380634921
2.8	0.5102041	0.353932216
2.9	0.4756243	0.329943944
3	0.4444444	0.308314286
3.1	0.4162331	0.288743868
3.2	0.390625	0.270979353
3.3	0.3673095	0.254805195
3.4	0.3460208	0.240037074
3.5	0.3265306	0.226516618
3.6	0.308642	0.214107143
3.7	0.2921841	0.202690181
3.8	0.2770083	0.192162643
3.9	0.2629849	0.182434489
4	0.25	0.173426786
4.1	0.2379536	0.165070111
4.2	0.2267574	0.157303207
4.3	0.2163332	0.150071854
4.4	0.2066116	0.143327922
4.5	0.1975309	0.137028571
4.6	0.1890359	0.131135566
4.7	0.1810774	0.125614693
4.8	0.1736111	0.120435268
4.9	0.1665973	0.115569703
5	0.16	0.110993143

TL=

1.8	0.833333333	0.5518125
1.9	0.789473684	0.522769774
2	0.75	0.49663125
2.1	0.680272109	0.45045918
2.2	0.619834711	0.41043905
2.3	0.56710775	0.37552457
2.4	0.520833333	0.34488281
2.5	0.48	0.317844
2.6	0.443786982	0.29386464
2.7	0.411522634	0.2725
2.8	0.382653061	0.25338329
2.9	0.356718193	0.23620987
3	0.333333333	0.220725
3.1	0.312174818	0.20671436
3.2	0.29296875	0.19399658
3.3	0.275482094	0.18241736
3.4	0.259515571	0.17184472
3.5	0.244897959	0.16216531
3.6	0.231481481	0.15328125
3.7	0.219138057	0.14510774
3.8	0.207756233	0.13757098
3.9	0.197238659	0.13060651
4	0.1875	0.12415781
4.1	0.178465199	0.11817519
4.2	0.170068027	0.1126148
4.3	0.162249865	0.1074378
4.4	0.154958678	0.10260976
4.5	0.148148148	0.0981
4.6	0.141776938	0.09388114
4.7	0.135808058	0.0899287
4.8	0.130208333	0.0862207
4.9	0.124947938	0.0827374
5	0.12	0.079461

US/R*g

2) IRREGULARIDAD
Para la oficina salcedo

A.- MODELO DE SUELO BLANDO S3

PISO BLANDO

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Rigidez de entripiso X	Cortante Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez de entripiso X-y:	70%* Rigidez por piso	80%*Promedio de rigidez superiores
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	Rig por piso		
PISO 6	SDXX	42.7258	0.001784	23952.015	4.4295	0.000412	10739.313	23952.015	16766.4105	
PISO 5	SDXX	93.6876	0.002227	42072.781	9.9392	0.000521	19079.297	18120.766	12684.5362	16829.1124
PISO 4	SDXX	132.0369	0.002521	52377.924	14.1172	0.000611	23123.332	34257.158	23980.0106	20354.6504
PISO 3	SDXX	158.1207	0.00245	64537.689	16.9803	0.000602	28186.231	30280.531	21196.3717	22042.25467
PISO 2	SDXX	171.0882	0.001856	92183.319	18.3122	0.000426	42946.436	61902.788		
PISO 6	SDYY	4.4347	0.000432	10259.238	39.1715	0.001626	24088.58	24088.580	16862.006	
PISO 5	SDYY	9.8869	0.000524	18858.485	85.3553	0.001936	44085.313	19996.733	13997.7131	
PISO 4	SDYY	14.0092	0.000594	23587.054	119.2531	0.002138	55784.865	35788.132	25051.6924	21299.58533
PISO 3	SDYY	16.9025	0.000591	28604.841	141.9325	0.00196	72428.707	36640.575	25648.4025	24646.784
PISO 2	SDYY	18.3124	0.00041	44672.306	153.1417	0.001411	108550.335	71909.760		

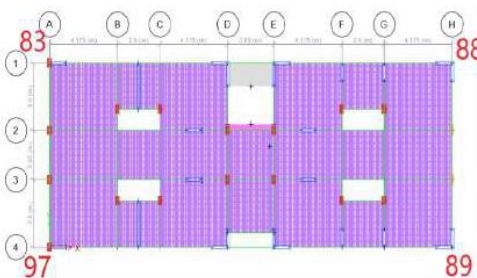
NO PRESENTA NO PRESENTA

PISO DEBIL

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Rigidez de entripiso X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Fuerza cortante:	80%* Rigidez por piso	Irregularidad Extrema de Resistencia
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	Rig por piso		
PISO 6	SDXX	45.294	0.002	25030.627	4.735	0.000	11293.866	45.294	36.235	29.441
PISO 5	SDXX	93.777	0.002	41903.340	9.973	0.001	18994.122	93.777	75.022	60.955
PISO 4	SDXX	131.888	0.003	52270.031	14.130	0.001	23071.695	131.888	105.510	85.727
PISO 3	SDXX	157.826	0.002	64446.137	16.985	0.001	28165.988	157.826	126.261	102.587
PISO 2	SDXX	170.733	0.002	92087.667	18.314	0.000	42928.065	170.733		
PISO 6	SDYY	4.724	0.000	10777.926	41.482	0.002	25178.858	41.482	33.185	26.963
PISO 5	SDYY	9.921	0.001	18800.340	85.427	0.002	43852.972	85.427	68.342	55.528
PISO 4	SDYY	14.023	0.001	23558.151	119.105	0.002	55602.620	119.105	95.284	77.418
PISO 3	SDYY	16.908	0.001	28602.352	141.657	0.002	72285.498	141.657	113.326	92.077
PISO 2	SDYY	18.314	0.000	44691.026	152.812	0.001	108390.146	152.812		

NO PRESENTA NO PRESENTA

TORSION X-X



Extremo 83-88

Promedio Drifts	Max. Drift X	FactorIrregular.	Maximo Fi
0.002643	0.002643	1	1.3
0.003517	0.003517	1	1.3
0.00426	0.00426	1	1.3
0.00465	0.00465	1	1.3
0.002579	0.002579	1	1.3

Extremo 97-89

Promedio Drifts	Max. Drift X	FactorIrregular.	Maximo Fi
0.002472	0.002472	1	1.3
0.00329	0.00329	1	1.3
0.003979	0.003979	1	1.3
0.004325	0.004325	1	1.3
0.002375	0.002375	1	1.3

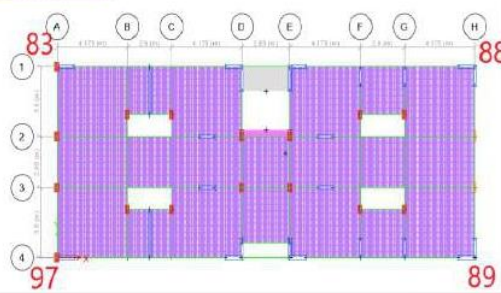
Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	83	DERIVAXX Max	0.055028	0.020374	0.002643	0.001205
PISO 5	83	DERIVAXX Max	0.047336	0.016843	0.003517	0.001428
PISO 4	83	DERIVAXX Max	0.037058	0.012649	0.00426	0.001597
PISO 3	83	DERIVAXX Max	0.024542	0.00795	0.00465	0.001557
PISO 2	83	DERIVAXX Max	0.010833	0.003361	0.002579	0.0008

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	88	DERIVAXX Max	0.055028	0.026185	0.002643	0.001443
PISO 5	88	DERIVAXX Max	0.047336	0.021966	0.003517	0.001769
PISO 4	88	DERIVAXX Max	0.037058	0.016783	0.00426	0.002034
PISO 3	88	DERIVAXX Max	0.024542	0.010804	0.00465	0.002087
PISO 2	88	DERIVAXX Max	0.010833	0.004652	0.002579	0.001108

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	97	DERIVAXX Max	0.051189	0.020374	0.002472	0.001205
PISO 5	97	DERIVAXX Max	0.044015	0.016843	0.00329	0.001428
PISO 4	97	DERIVAXX Max	0.034411	0.012649	0.003979	0.001597
PISO 3	97	DERIVAXX Max	0.022726	0.00795	0.004325	0.001557
PISO 2	97	DERIVAXX Max	0.009976	0.003361	0.002375	0.0008

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	89	DERIVAXX Max	0.051189	0.026185	0.002472	0.001443
PISO 5	89	DERIVAXX Max	0.044015	0.021966	0.00329	0.001769
PISO 4	89	DERIVAXX Max	0.034411	0.016783	0.003979	0.002034
PISO 3	89	DERIVAXX Max	0.022726	0.010804	0.004325	0.002087
PISO 2	89	DERIVAXX Max	0.009976	0.004652	0.002375	0.001108

TORSION Y-Y



Extremo 83-97

Promedio Drifts	Max. Drift Y	FactorIrregular r.	Maximo Fi
0.004432	0.004432	1	1.3
0.005019	0.005019	1	1.3
0.005382	0.005382	1	1.3
0.005064	0.005064	1	1.3
0.002582	0.002582	1	1.3

Extremo 88-89

Promedio Drifts	Max. Drift Y	FactorIrregular	Maximo Fi
0.002778	0.002778	1	1.3
0.003351	0.003351	1	1.3
0.003802	0.003802	1	1.3
0.003882	0.003882	1	1.3
0.002057	0.002057	1	1.3

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	83	DERIVAYY Max	0.014525	0.069259	0.000795	0.004432
PISO 5	83	DERIVAYY Max	0.012219	0.056301	0.000969	0.005019
PISO 4	83	DERIVAYY Max	0.00939	0.041597	0.001122	0.005382
PISO 3	83	DERIVAYY Max	0.006098	0.025771	0.001164	0.005064
PISO 2	83	DERIVAYY Max	0.002669	0.010844	0.000636	0.002582

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	97	DERIVAYY Max	0.02031	0.069259	0.001217	0.004432
PISO 5	97	DERIVAYY Max	0.01682	0.056301	0.001447	0.005019
PISO 4	97	DERIVAYY Max	0.012641	0.041597	0.001604	0.005382
PISO 3	97	DERIVAYY Max	0.007967	0.025771	0.001564	0.005064
PISO 2	97	DERIVAYY Max	0.003365	0.010844	0.000801	0.002582

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	88	DERIVAYY Max	0.014525	0.049166	0.000795	0.002778
PISO 5	88	DERIVAYY Max	0.012219	0.041058	0.000969	0.003351
PISO 4	88	DERIVAYY Max	0.00939	0.031252	0.001122	0.003802
PISO 3	88	DERIVAYY Max	0.006098	0.020082	0.001164	0.003882
PISO 2	88	DERIVAYY Max	0.002669	0.008637	0.000636	0.002057

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	89	DERIVAYY Max	0.02031	0.049166	0.001217	0.002778
PISO 5	89	DERIVAYY Max	0.01682	0.041058	0.001447	0.003351
PISO 4	89	DERIVAYY Max	0.012641	0.031252	0.001604	0.003802
PISO 3	89	DERIVAYY Max	0.007967	0.020082	0.001564	0.003882
PISO 2	89	DERIVAYY Max	0.003365	0.008637	0.000801	0.002057

B.-MODELO DE SUELO INTERMEDIO S2

PISO BLANDO

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez de entrespo X-y:	70%* Rigidez por piso	80%*Promedio de rigidez superiores
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	Rig por piso		
PISO 6	SDXX	33.0414	0.000564	58562.219	7.122	0.000546	13046.682	13046.682	9132.6774	
PISO 5	SDXX	76.8562	0.000782	98277.843	16.0606	0.00071	22607.015	9560.333	6692.2331	9042.806
PISO 4	SDXX	111.9225	0.000969	115545.969	23.1362	0.000852	27148.758	17588.425	12311.8975	10718.784
PISO 3	SDXX	137.5396	0.001104	124535.386	28.1819	0.000895	31493.032	13904.607	9733.2249	10947.564
PISO 2	SDXX	151.3517	0.000901	168015.969	30.7574	0.000657	46821.088	32916.481		
PISO 6	SDYY	6.3292	0.000204	31053.353	36.0667	0.000382	94348.582	94348.582	66044.0074	
PISO 5	SDYY	15.0065	0.000261	57496.801	85.1191	0.00052	163725.711	69377.129	48563.9903	
PISO 4	SDYY	22.3147	0.000309	72158.129	124.8822	0.000634	197092.928	127715.799	89401.0593	77717.736
PISO 3	SDYY	27.7426	0.000331	83804.376	154.1736	0.000687	224298.841	96583.042	67608.1294	78313.592
PISO 2	SDYY	30.7574	0.000257	119602.381	170.3826	0.000614	277379.113	180796.071		

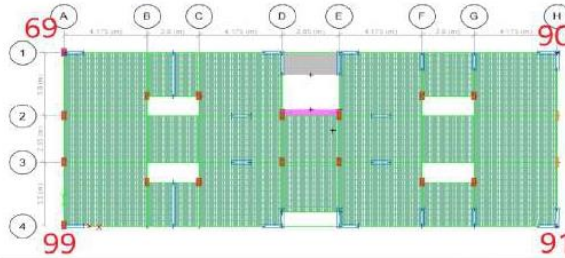
NO PRESENTA NO PRESENTA

PISO DEBIL

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Fuerzas cortantes	80%* Rigidez por piso	Irregularidad Extrema de Resistencia
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m	tonf		
PISO 6	SDXX	33.0414	0.000564	58562.219	7.122	0.000546	13046.682	33.0414	26.43312	21.47691
PISO 5	SDXX	76.8562	0.000782	98277.843	16.0606	0.00071	22607.015	76.8562	61.48496	49.95653
PISO 4	SDXX	111.9225	0.000969	115545.969	23.1362	0.000852	27148.758	111.9225	89.538	72.749625
PISO 3	SDXX	137.5396	0.001104	124535.386	28.1819	0.000895	31493.032	137.5396	110.03168	89.40074
PISO 2	SDXX	151.3517	0.000901	168015.969	30.7574	0.000657	46821.088	151.3517		
PISO 6	SDYY	6.3292	0.000204	31053.353	36.0667	0.000382	94348.582	36.0667	28.85336	23.443355
PISO 5	SDYY	15.0065	0.000261	57406.801	85.1191	0.00052	163725.711	85.1191	68.09528	55.327415
PISO 4	SDYY	22.3147	0.000309	72158.129	124.8822	0.000634	197092.928	124.8822	99.90576	81.17343
PISO 3	SDYY	27.7426	0.000331	83804.376	154.1736	0.000687	224298.841	154.1736	123.33888	100.21284
PISO 2	SDYY	30.7574	0.000257	119602.381	170.3826	0.000614	277379.113	170.3826		

NO PRESENTA NO PRESENTA

TORSION X-X



Extremo 99-91

PromedioDrifts	Max. Drift X	actorIrregula	Maximo Fi
0.001667	0.001667	1	1.3
0.002807	0.002807	1	1.3
0.00368	0.00368	1	1.3
0.004184	0.004184	1	1.3
0.002357	0.002357	1	1.3

Extremo 69-90

PromedioDrifts	Max. Drift X	actorIrregula	Maximo Fi
0.001429	0.001429	1	1.3
0.002981	0.002981	1	1.3
0.004072	0.004072	1	1.3
0.004703	0.004703	1	1.3
0.002688	0.002688	1	1.3

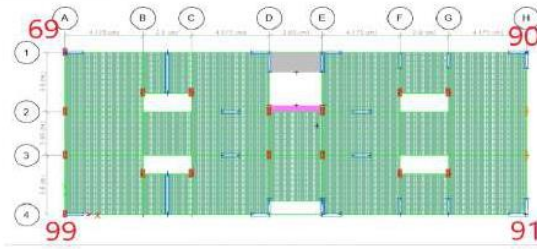
Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	99	DERIVAXX Max	0.047071	0.024805	0.001667	0.001335
PISO 5	99	DERIVAXX Max	0.042313	0.021082	0.002807	0.001646
PISO 4	99	DERIVAXX Max	0.034111	0.016306	0.00368	0.001905
PISO 3	99	DERIVAXX Max	0.023298	0.010722	0.004184	0.001956
PISO 2	99	DERIVAXX Max	0.010962	0.00496	0.002357	0.001067

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	69	DERIVAXX Max	0.051212	0.024805	0.001429	0.001335
PISO 5	69	DERIVAXX Max	0.047051	0.021082	0.002981	0.001646
PISO 4	69	DERIVAXX Max	0.038331	0.016306	0.004072	0.001905
PISO 3	69	DERIVAXX Max	0.026365	0.010722	0.004703	0.001956
PISO 2	69	DERIVAXX Max	0.012498	0.00496	0.002688	0.001067

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	91	DERIVAXX Max	0.047071	0.032304	0.001667	0.001462
PISO 5	91	DERIVAXX Max	0.042313	0.028341	0.002807	0.002048
PISO 4	91	DERIVAXX Max	0.034111	0.022406	0.00368	0.002522
PISO 3	91	DERIVAXX Max	0.023298	0.015013	0.004184	0.002729
PISO 2	91	DERIVAXX Max	0.010962	0.006971	0.002357	0.001499

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	90	DERIVAXX Max	0.051212	0.032304	0.001429	0.001462
PISO 5	90	DERIVAXX Max	0.047051	0.028341	0.002981	0.002048
PISO 4	90	DERIVAXX Max	0.038331	0.022406	0.004072	0.002522
PISO 3	90	DERIVAXX Max	0.026365	0.015013	0.004703	0.002729
PISO 2	90	DERIVAXX Max	0.012498	0.006971	0.002688	0.001499

TORSION Y-Y



Extremo 99-91

Promedio Drifts	Max. Drift Y	Factor Irregular.	Maximo Fi
0.00272	0.00272	1	1.3
0.004034	0.004034	1	1.3
0.004813	0.004813	1	1.3
0.004888	0.004888	1	1.3
0.002705	0.002705	1	1.3

Extremo 69-90

Promedio Drifts	Max. Drift Y	Factor Irregular.	Maximo Fi
0.001666	0.001666	1	1.3
0.002565	0.002565	1	1.3
0.003266	0.003266	1	1.3
0.003577	0.003577	1	1.3
0.00197	0.00197	1	1.3

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	99	DERIVAYY Max	0.019336	0.060912	0.001168	0.00272
PISO 5	99	DERIVAYY Max	0.016085	0.052991	0.001315	0.004034
PISO 4	99	DERIVAYY Max	0.012314	0.041152	0.001467	0.004813
PISO 3	99	DERIVAYY Max	0.008048	0.026987	0.001484	0.004888
PISO 2	99	DERIVAYY Max	0.003679	0.012577	0.000791	0.002705

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	69	DERIVAYY Max	0.012725	0.060912	0.000409	0.00272
PISO 5	69	DERIVAYY Max	0.011573	0.052991	0.000764	0.004034
PISO 4	69	DERIVAYY Max	0.009357	0.041152	0.001002	0.004813
PISO 3	69	DERIVAYY Max	0.006426	0.026987	0.001132	0.004888
PISO 2	69	DERIVAYY Max	0.003096	0.012577	0.000666	0.002705

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	91	DERIVAYY Max	0.019336	0.041201	0.001168	0.001666
PISO 5	91	DERIVAYY Max	0.016085	0.036782	0.001315	0.002565
PISO 4	91	DERIVAYY Max	0.012314	0.029306	0.001467	0.003266
PISO 3	91	DERIVAYY Max	0.008048	0.019708	0.001484	0.003577
PISO 2	91	DERIVAYY Max	0.003679	0.009162	0.000791	0.00197

Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY
PISO 6	90	DERIVAYY Max	0.012725	0.041201	0.000409	0.001666
PISO 5	90	DERIVAYY Max	0.011573	0.036782	0.000764	0.002565
PISO 4	90	DERIVAYY Max	0.009357	0.029306	0.001002	0.003266
PISO 3	90	DERIVAYY Max	0.006426	0.019708	0.001132	0.003577
PISO 2	90	DERIVAYY Max	0.003096	0.009162	0.000666	0.00197

ZAPATAS AISLADAS

Columna

$b = 60$ cm
 $t = 20$ cm
 $\beta_{c} = t/b = 0.33$
 $P_{serv} = 38$ ton
 $U/S = 1.50$
 $P_u = 57$ ton

Zapata de igual voladizo

Computado Tomado
 $\text{Área} = 2.4$ 2.9 m^2
 $\text{Voladizo} = 59$ 65 cm
 $\text{Ancho} = 179$ 190 cm
 $\text{Largo} = 139$ 150 cm

Punzonamiento RNC E-80.15.2.1.b)
 Resolviendo: $P_u = q_u \cdot A_{punz} + V_u = q_u [b \cdot t]$

Zapata

$r_c = 210$ Kg/cm²
 $V_c = 15.9$ Kg/cm²

$\text{recub} + db/2 = 7.5$ cm
 $bo = 218$ cm

Suelo

$\text{prof cim} = 1.5$ m
 $q_{adm} = 19.3$ ton/m²
 $q_{adm \text{ ajust}} = 16.0$ ton/m²
 $q_u \text{ previsto} = 24.0$ ton/m²
 $q_u \text{ tomado} = 20.0$ ton/m²

Computado Tomado
 $d = 14.6$ 52.5 cm
 $H = 22.1$ 60 cm
 20.73
 -817.96
 14.60

$\text{Área punz.} = 0.26$ 0.82 m^2
 $\text{Actuante } V_u = 52$ 41 ton
 $bo = 218.38$ 370 cm
 $\emptyset V_h = 43.186$ 263 ton

Verificamos cortante recto

Long. franja hasta d de la cara = 12.5 cm
 V_u por metro de ancho = $2,500$ Kg
 $V_c = 7.7$ Kg/cm²
 $.85 V_h = 34,274$ Kg
 $V_u < .85 V_h$ OK

Refuerzo por flexión

M_u (Kg-m) por m ancho = 4225

Refuerzo requerido por metro de ancho de zapata en cada dirección

MARCAR X EN LAS CASILLAS PARA INDICAR LA COMBINACION ELEGIDA

poco para losas

$p = 0.0004$ $4/3 p = 0.0005$ $\text{temp} = 0.0018$
 $As = 2.1$ $As = 2.9$ $As = 10.8$

Bar	cm ²	Cant S cm	Cant S cm	Cant S cm
#3	0.71	3.0	33.2	4.0
#4	1.29	1.7	60.3	2.2
#5	2.00	1.1	93.5	1.4
#6	2.84	0.8	132.8	1.0
#8	5.10	0.4	238.4	0.6
				15.2
				6.6
				8.4
				11.9
				5.4
				18.5
				3.8
				26.3
				2.1
				147.2

Refuerzo en la dirección larga = 10 #5 cm
 Refuerzo en la dirección corta = 8 #5 cm

MODELO DINAMICO DE INTERACCION SUELO ESTRUCTURAS

1.-MASAS EN EL CENTROIDE DE LA ZAPATA PARA SUELO S3

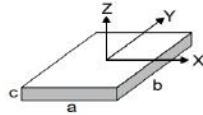
Modelo base con suelo tipo S3 (M2A)

DIMENSIONES DE LA ZAPATA:

X=	2	m
Y=	1.15	m
Z=	0.7	m
$\gamma c =$	2.4	ton/m3

Mt=Mx=My=Mz=	0.394	Ts2/m
M ϕ x'	0.108	Ts2/m
M ϕ y'	0.196	Ts2/m
M Ψ z'	0.175	Ts2/m

MASAS EN EL CENTROIDE DE LA ZAPATA

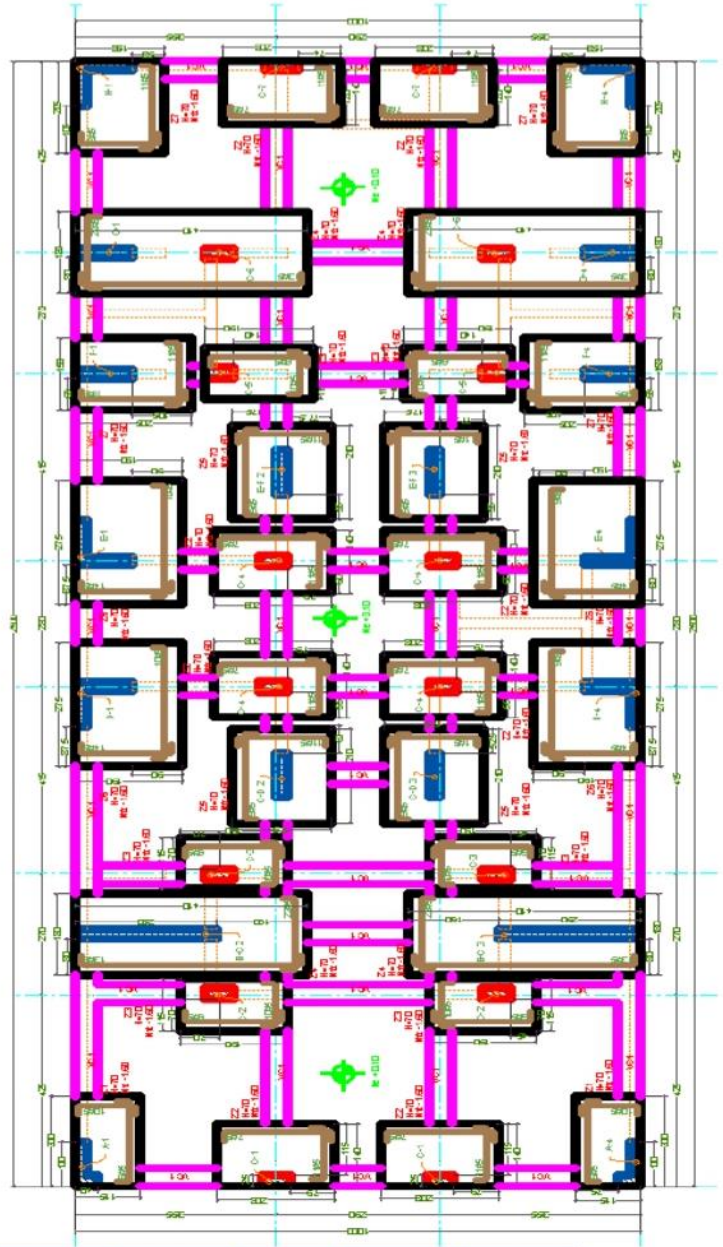


$$M_t = M_x = M_y = M_z = \frac{P_{zapata}}{g} = \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot c}{g}$$

$$M_{\phi x'} = M_t \cdot d^2 + I_{mx} = M_t \left(\frac{c}{2} \right)^2 + \frac{M_t (b^2 + c^2)}{12}$$

$$M_{\phi y'} = M_t \cdot d^2 + I_{my} = M_t \left(\frac{a}{2} \right)^2 + \frac{M_t (a^2 + c^2)}{12}$$

$$M_{\Psi z'} = I_{mz} = \frac{M_t (a^2 + b^2)}{12}$$



Z	ax(m)	by(m)	Mx (Ts2/m)	My (Ts2/m)	Mz (Ts2/m)	M ϕ x (Ts2.m)	M ϕ y (Ts2.m)	M Ψ z (Ts2.m)
Z1	2.00	1.15	0.394	0.394	0.394	0.108	0.196	0.175
Z2	1.40	2.08	0.499	0.499	0.499	0.261	0.163	0.261
Z3	1.15	1.90	0.374	0.374	0.374	0.174	0.102	0.154
Z4	1.80	4.10	1.264	1.264	1.264	1.977	0.548	2.112
Z5	2.10	1.75	0.629	0.629	0.629	0.263	0.334	0.392
Z6	2.75	1.90	0.895	0.895	0.895	0.415	0.710	0.833
Z7	1.58	2.05	0.555	0.555	0.555	0.285	0.206	0.310

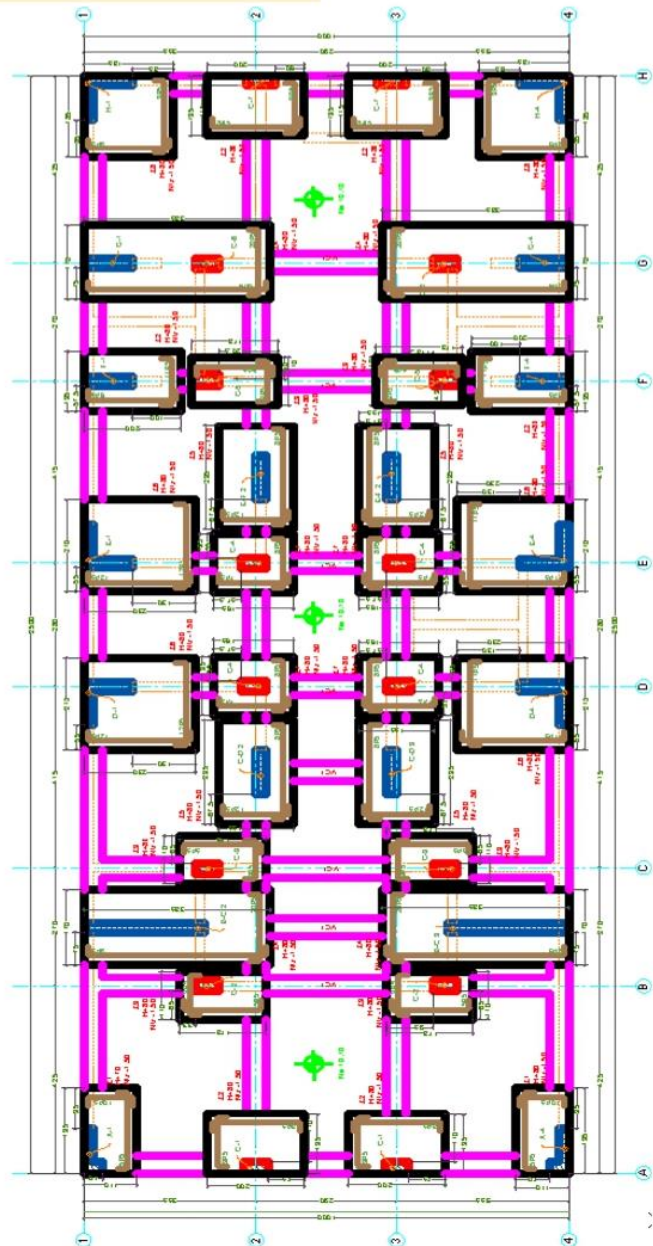
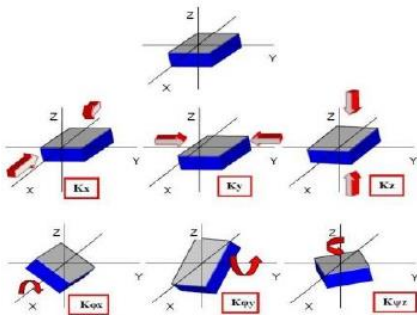
2.-MASAS EN EL CENTROIDE DE LA ZAPATA PARA SUELO S2

Modelo base con suelo tipo S2 (M2B)

1.-DIMENSIONES DE LA ZAPATA:

a=	1.95	m
b=	1.1	m
c=	0.8	m
$\gamma_c =$	2.4	ton/m ³

COEFICIENTES DE RIGIDEZ



Tipo	ax(m)	by(m)	Mx (Ts2/m)	My (Ts2/m)	Mz (Ts2/m)	M ϕ x (Ts2/m)	M ϕ y (Ts2/m)	M Ψ z (Ts2/m)
Z1	1.95	1.10	0.420	0.420	0.420	0.132	0.223	0.175
Z2	1.35	2.00	0.528	0.528	0.528	0.289	0.193	0.256
Z3	1.10	1.78	0.383	0.383	0.383	0.183	0.120	0.140
Z4	1.70	3.85	1.281	1.281	1.281	1.856	0.582	1.891
Z5	2.35	1.55	0.713	0.713	0.713	0.295	0.480	0.471
Z6	2.10	2.30	0.945	0.945	0.945	0.618	0.549	0.764
Z7	1.35	1.65	0.436	0.436	0.436	0.192	0.159	0.165
Z8	1.85	1.85	0.669847	0.669847	0.669847	0.333947	0.33395	0.382092

COEFICIENTE DE RIGIDEZ NORMA RUSA -ZAPATAS AISLADAS

Modelo base con suelo tipo S3 (M2A)

$K_z = C_z A$ $K_x = C_x A$ $K_\varphi = C_\varphi I_\varphi$ $K_\psi = C_\psi I_\psi$	$C_x = 0,7 C_z$ $C_\varphi = 2 C_z$ $C_\psi = C_z$	$C_z = b_0 E \left(1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}} \right)$
--	--	--

1.- Datos:

b0=	1	arena
Es=	1300	ton/m3
A10=	10	m2

TIPO DE ZAPATAS

Z	ax(m)	by(m)	lx (m4)	ly (m4)	lz (m4)	A (m2)
Z1	2.00	1.15	0.253	0.767	1.020	2.30
Z2	1.40	2.08	1.050	0.476	1.525	2.91
Z3	1.15	1.90	0.657	0.241	0.898	2.19
Z4	1.80	4.10	10.338	1.993	12.331	7.38
Z5	2.10	1.75	0.938	1.351	2.288	3.68
Z6	2.75	1.90	1.572	3.293	4.865	5.23
Z7	1.58	2.05	1.134	0.674	1.808	3.24

2.- Hallando Cz:

Z	Cz (ton/m3)	Cx (ton/m3)	Cy (ton/m3)	Cψz (ton/m3)	Cφx (ton/m3)	Cφy (ton/m3)
Z1	4010.69	2807.48	2807.48	4010.69	8021.37	8021.37
Z2	3709.06	2596.34	2596.34	3709.06	7418.12	7418.12
Z3	4081.11	2856.77	2856.77	4081.11	8162.21	8162.21
Z4	2813.27	1969.29	1969.29	2813.27	5626.53	5626.53
Z5	3444.44	2411.11	2411.11	3444.44	6888.89	6888.89
Z6	3098.46	2168.92	2168.92	3098.46	6196.92	6196.92
Z7	3584.22	2508.95	2508.95	3584.22	7168.44	7168.44

3.- Coeficiente de rigidez (K):

Z	kz (ton/m)	kx (ton/m)	ky (ton/m)	Kψz (ton.m)	Kφx (ton.m)	Kφy (ton.m)
Z1	9224.58	6457.21	6457.21	4091.49	2033.25	6149.72
Z2	10800.78	7560.55	7560.55	5658.17	7788.08	3528.26
Z3	8917.22	6242.05	6242.05	3665.35	5365.19	1965.50
Z4	20761.90	14533.33	14533.33	34689.68	58167.92	11211.43
Z5	12658.33	8860.83	8860.83	7882.45	6461.02	9303.87
Z6	16189.44	11332.61	11332.61	15073.04	9740.65	20405.44
Z7	11609.29	8126.50	8126.50	6480.79	8131.34	4830.24

COEFICIENTE DE RIGIDEZ NORMA RUSA -ZAPATAS AISLADAS

Modelo base con suelo tipo S2 (M2B)

$$C_z = b_0 E \left(1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}} \right)$$

1.-Datos:

b0=	1	arena limosa
Es=	1450	ton/m3
A10=	10	m2

$$\begin{aligned} K_z &= C_z A \\ K_x &= C_x A \\ K_\varphi &= C_\varphi I_\varphi \\ K_\psi &= C_\psi I_\psi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_x &= 0,7 C_z \\ C_\varphi &= 2 C_z \\ C_\psi &= C_z \end{aligned}$$

TIPO DE ZAPATAS

Z	ax(m)	by(m)	lx (m4)	ly (m4)	lz (m4)	A (m2)
Z1	1.95	1.10	0.216	0.680	0.896	2.15
Z2	1.35	2.00	0.900	0.410	1.310	2.70
Z3	1.10	1.78	0.517	0.197	0.714	1.96
Z4	1.70	3.85	8.084	1.576	9.661	6.55
Z5	2.35	1.55	0.729	1.676	2.406	3.64
Z6	2.10	2.30	2.129	1.775	3.904	4.83
Z7	1.35	1.65	0.505	0.338	0.844	2.23
Z8	1.85	1.85	0.976	0.976	1.952	3.42

2.- Hallando Cz:

Z	Cz (ton/m3)	Cx (ton/m3)	Cy (ton/m3)	Cψz (ton/m3)	Cφx (ton/m3)	Cφy (ton/m3)
Z1	4580.79	3206.56	3206.56	4580.79	9161.59	9161.59
Z2	4240.53	2968.37	2968.37	4240.53	8481.05	8481.05
Z3	4726.89	3308.82	3308.82	4726.89	9453.78	9453.78
Z4	3242.31	2269.62	2269.62	3242.31	6484.62	6484.62
Z5	3852.53	2696.77	2696.77	3852.53	7705.05	7705.05
Z6	3536.38	2475.47	2475.47	3536.38	7072.77	7072.77
Z7	4522.27	3165.59	3165.59	4522.27	9044.54	9044.54
Z8	3928.54	2749.98	2749.98	3928.54	7857.08	7857.08

3.-Coeficiente de rigidez (K):

Z	kz (ton/m)	kx (ton/m)	ky (ton/m)	Kψz (ton/m)	Kφx (ton/m)	Kφy (ton/m)
Z1	9825.80	6878.06	6878.06	4104.32	1981.54	6227.10
Z2	11449.42	8014.59	8014.59	5555.35	7632.95	3477.76
Z3	9255.25	6478.67	6478.67	3376.93	4887.39	1866.47
Z4	21220.92	14854.64	14854.64	31322.96	52424.52	10221.41
Z5	14032.83	9822.98	9822.98	9267.51	5618.98	12916.05
Z6	17080.74	11956.52	11956.52	13806.93	15059.52	12554.34
Z7	10073.35	7051.35	7051.35	3815.28	4570.78	3059.78
Z8	13445.43	9411.80	9411.80	7669.50	7669.50	7669.50

MODELO DINAMICO D.D. BARKAN -O.A SAVINOV

Modelo base con suelo tipo S3 (M2A)

1.-Datos de zapata :

TIPO DE ZAPATAS							
Dimensiones	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
A (m)	2	1.4	1.15	1.8	2.1	2.75	1.58
B (m)	1.15	2.08	1.9	4.1	1.75	1.9	2.05
Area (m2)	2.300	2.912	2.185	7.380	3.675	5.225	3.239
Peso (Kg)	3864.0	4892.2	3670.8	12398.4	6174.0	8778.0	5441.5
Unidad	2	8	6	4	4	4	2

2.- Presion estatica por tipo de zapatas

Psismico de la edificacion

1272.3435

Dimensiones	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
P trib sismico (Ton)	36.63	22.13	28.45	46.50	25.83	85.24	110.52
Ptrib+P zap (Ton)	40.50	27.02	32.12	58.90	32.01	94.02	115.96
Presion estatica (Ton/m2)	17.61	9.28	14.70	7.98	8.71	17.99	35.80
Presion estatica (kg/cm2)	1.761	0.928	1.470	0.798	0.871	1.799	3.580

2.- Datos del suelo

u	0.25	
Eo	1300	Kg/cm2
h	0.7	
p	2400	kg/m3

3.-Valor de Do :

p		kg/cm2
Po	0.2000	kg/cm2
Co	1.2000	kg/cm3
Do	1.0286	kg/cm2

$$C_z = C_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$C_x = D_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$C_y = C_0 \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$K_z = C_z A$$

$$K_x = C_x A$$

$$K_y = C_y I$$

Tipo de perfil	Característica de la base de fundación	Suelo	C ₀ (kg/cm ³)
S1	Roca o suelos muy rígidos	Arcilla y arena arcillosa dura (I _L < 0)	3,0
		Arena compacta (I _L < 0)	2,2
		Caacajo, grava, canto rodado, arena densa	2,6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica (0,25 < I _L ≤ 0,5)	2,0
		Arena plástica (0 < I _L ≤ 0,3)	1,6
		Arena pulverosa medio densa y densa (e ≤ 0,80)	1,4
		Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de su densidad y humedad	1,8
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad (0,5 < I _L ≤ 0,75)	0,8
		Arena plástica (0,5 < I _L ≤ 1)	1,0
		Arenas pulverosa, saturada, porosa (e > 0,80)	1,2
S4	Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda (I _L > 0,75)	0,6
		Arena movediza (I _L > 1)	0,6

3.- Valore de Cz (kg/cm3)

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Cz	13.313	8.762	12.337	6.230	7.751	10.006	16.457
Cx	11.411	7.510	10.574	5.340	6.643	8.577	14.106
Cy	11.411	7.510	10.574	5.340	6.643	8.577	14.106
Cøx	20.434	16.147	23.654	11.557	12.520	15.242	29.311
Cøy	25.698	13.732	19.186	8.569	13.474	17.584	26.364

4.-Valores de K

ton/m

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Kz	30620.44	25515.08	26955.92	45978.28	28483.85	52281.71	53305.05
Kx	26246.09	21870.07	23105.07	39409.96	24414.72	44812.90	45690.05
Ky	26246.09	21870.07	23105.07	39409.96	24414.72	44812.90	45690.05
Køx	5179.66	16951.87	15548.01	119480.37	11742.74	23957.58	33247.98
Køy	19701.53	6531.50	4620.20	17074.29	18197.89	57900.67	17764.52

MODELO DINAMICO D.D. BARKAN -O.A SAVINOV

Modelo base con suelo tipo S2 (M2B)

1.-Datos de zapata :

TIPO DE ZAPATAS								
Dimensiones	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
A (m)	1.95	1.35	1.1	1.7	2.35	2.1	1.35	1.85
B (m)	1.1	2	1.7	3.85	1.55	2.3	1.65	1.85
Area (m2)	2.145	2.700	1.870	6.545	3.643	4.830	2.228	3.423
Peso (Kg)	4118.4	5184.0	3590.4	12566.4	6993.6	9273.6	4276.8	6571.2
Unidad	2	6	6	4	4	4	4	2

2.- Presion estatica por tipo de zapatas

Psismico de la edificacion 1272.3435

Dimensiones	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
P trib sismico (Ton)	35.12	21.56	28.18	60.62	25.12	83.73	30.00	52.90
Ptrib+P zap (Ton)	39.24	26.75	31.77	73.19	32.12	93.00	34.27	59.47
Presion estatica	18.29	9.91	16.99	11.18	8.82	19.25	15.39	17.38
Presion estatica	1.829	0.991	1.699	1.118	0.882	1.925	1.539	1.738

2.- Datos del suelo

u	0.25	
Eo	1450	kg/cm2
h	0.8	
ρ	2400	kg/m3

3.-Valor de Do :

p		kg/cm2
Po	0.2000	kg/cm2
Co	1.4000	kg/cm3
Do	1.2000	kg/cm2

$$C_i = C_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$C_x = D_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$C_p = C_0 \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}$$

$$K_z = C_z A$$

$$K_x = C_x A$$

$$K_p = C_p I$$

Tipo de perfil	Característica de la base de fundación	Suelo	C ₀ (kg/cm ³)
S1	Roca o suelos muy rígidos	Arcilla y arena arcillosa dura (I _c < 0)	3,0
		Arena compacta (I _c < 0)	2,2
		Cascajo, grava, canto rodado, arena densa	2,6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica (0,25 < I _c ≤ 0,5)	2,0
		Arena plástica (0 < I _c ≤ 0,5)	1,6
		Arena polvorosa medio densa y densa (e ≤ 0,80)	1,4
		Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de su densidad y humedad	1,8
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad (0,5 < I _c ≤ 0,75)	0,8
		Arena plástica (0,5 < I _c ≤ 1)	1,0
		Arenas polvorosas, saturadas, porosas (e > 0,80)	1,2
S4	Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda (I _c > 0,75)	0,6
		Arena movediza (I _c > 1)	0,6

3.- Valore de Cz (kg/cm3)

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
Cz	16.274	10.847	16.299	8.925	9.234	12.258	14.343	13.049
Cx	13.949	7.827	11.673	6.012	6.595	7.984	10.166	8.848
Cy	13.949	7.827	11.673	6.012	6.595	7.984	10.166	8.848
Cøx	24.959	20.079	31.136	16.714	14.237	20.532	25.849	21.972
Cøy	31.670	17.079	25.900	12.364	16.820	19.813	23.757	21.972

4.-Valores de K ton/m

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
Kz	34908.28	29287.70	30479.25	58412.04	33634.79	59207.52	31949.01	44661.35
Kx	29921.39	21133.10	21829.06	39350.11	24023.40	38561.51	22643.73	30282.15
Ky	29921.39	21133.10	21829.06	39350.11	24023.40	38561.51	22643.73	30282.15
Køx	5398.35	18071.14	14022.46	135122.19	10382.69	43718.11	13063.03	21447.39
Køy	21526.11	7003.34	4883.58	19488.90	28195.00	35168.42	8036.96	21447.39