



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Villanueva Olivas, Hilder Oblach

ASESOR:

Mg. Ing. Tello Malpartida, Omart

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural

Lima – Perú

2018

Página del Jurado

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

Villanueva Olivas, Hilder Oblach

cuyo título es:

" Influencia del suelo arenoso en el comportamiento
estructural de una edificación de albañilería confinada
de 5 pisos en ventanilla, 2018 "

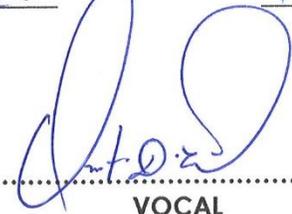
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

14 (número) CATORCE (letras).

Lugar y fecha 06/12/2017


.....
PRESIDENTE
Ms. Fabiana Corbin Salcedo
Grado y nombre


.....
SECRETARIO
Ms. Cecilia Areiza Marcano
Grado y nombre


.....
VOCAL

DR. ORTIZ TELLO M
Grado y nombre

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi padre Segundo Jara Tinta por haber sido quien impulso la decisión de iniciar mi carrera, y mi madre Marleny Olivas Domínguez por su apoyo incondicional. Abuelos, tíos y hermanos por sus consejos de perseverancia.

Agradecimiento

En primer lugar al Dios por darnos un día más de vida.

El autor expresa su profundo agradecimiento a las personas que contribuyeron con sus valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente proyecto de investigación.

Dr. César Acuña Peralta, fundador de la Universidad “CÉSAR VALLEJO”, gratitud eterna por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Pregrado.

A mi asesor de tesis Mg. Tello Malpartida Omar, por su experiencia científica para la formulación de la Tesis.

A mis padres Segundo y Marleny por demostrarme su brillante ejemplo de trabajo y superación, por su ayuda moral y económica, he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

A todos ellos, infinitas gracias.

El autor.

Declaración de autenticidad

Yo, Hilder Oblach Villanueva Olivas, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI 70608526, con proyecto de investigación titulada “Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada en Ventanilla- 2018”

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseadas, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 20 de diciembre del 2018.

Villanueva Olivas, Hilder Oblach

.....

DNI 70608526

Presentación

Señores miembros del Jurado, se presenta ante ustedes El Proyecto de Investigación titulada: “Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada en Ventanilla- 2018” con la finalidad de determinar la influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Los resultados que se han obtenido durante el proceso de investigación representan esfuerzo y evidencia un constante trabajo.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El autor

INDICE

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación.....	vi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCION.....	16
1.1 Realidad problemática:	17
1.2 Trabajos previos.....	19
1.2.1 Antecedentes internacionales:	19
1.2.2 Antecedentes nacionales:.....	21
1.3 Teoría relacionada al tema.....	24
1.3.1 Densidad del suelo.....	24
1.3.2 Análisis Granulométrico.....	25
1.3.3 Esfuerzo Cortante y ángulo de fricción interna:.....	25
1.3.4 Capacidad Admisible del terreno	26
1.3.5 Módulos Elásticos del suelo:	26
1.3.6 Módulo de Balasto:.....	28
1.3.7 Asentamientos en el suelo	28
1.3.8 Comportamiento dinámico de suelos:	29
1.3.9 Interacción Dinámica Suelo- Estructura:.....	30
1.3.10 Análisis del comportamiento dinámico de estructuras.....	37
1.4 Formulación del problema.....	39

1.4.1	Problema General	39
1.4.2	Problemas específicos	39
1.5	Justificación del estudio	39
1.5.1	Técnica	39
1.5.2	Económica	40
1.5.3	Social	40
1.5.4	Ambiental.	40
1.6	Hipótesis	40
1.6.1	Hipótesis General	40
1.6.2	Hipótesis específicas	40
1.7	Objetivos	40
1.7.1	Objetivo General	41
1.7.2	Objetivos específicos	41
II.	METODO	42
2.1	Diseño de investigación:	43
2.1.1	Método de investigación:	43
2.1.2	Enfoque de investigación:	43
2.1.3	Nivel de investigación:	43
2.1.4	Tipo de investigación:	44
2.2	Variables, Operacionalización:	44
2.2.1	Variable independiente:	44
2.2.2	Variable dependiente:	44
2.2.3	Operacionalización de variables:	44
2.3	Población, muestra y muestreo	47
2.3.1	Población:	47

2.3.2	Muestra:	47
2.3.3	Muestreo:	47
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	48
2.4.1	Técnicas de recolección de datos:	48
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	48
2.4.3	Validez:.....	48
2.4.4	Confiabilidad:	50
2.5	Métodos de análisis de datos	51
2.6	Aspectos éticos	51
III.	RESULTADOS	52
3.1	Ubicación del proyecto	53
3.2	Descripción de los modelos de estudio del proyecto:	54
3.3	Características Mecánicas del suelo:	54
3.3.1	Cálculo de la capacidad de carga del suelo:	55
3.3.2	Módulo de Elasticidad del suelo de fundación y el módulo de poisson:.....	56
3.3.3	Coefficiente de Balasto:.....	57
3.4	Coefficientes de rigidez de la base de fundación por los modelos dinámico de Interaccion suelo-estructura:.....	58
3.4.1	Modelo dinámico Barkan-Savinov:.....	58
3.4.2	Modelo dinámico V.A. Ilchev:.....	61
3.4.3	Modelo dinámico Norma Rusa:.....	64
3.5	Modelamiento de la subestructura de la edificación:.....	65
3.6	Modelo de suelo rígido (M0):	68
3.6.1	Resultados del modelo suelo rígido (M0):	69
3.7	Modelo del suelo arenoso (M1):	71

3.7.1	Resultados de asentamiento y presiones para el suelo arenoso (M1):.....	71
3.8	Modelamiento de la superestructura de la edificación:.....	73
3.9	Modelo de base rígida indeformable (M0):	77
3.10	Modelo de base Flexibilidad:.....	79
3.10.1	Modelo dinámico Barkan (M1)......	79
3.10.2	Modelo dinámico Ilichev.....	80
3.10.3	Modelo dinámico Norma Rusa.....	82
3.11	Cuadros comparativos:	84
3.11.1	Asentamientos totales:.....	84
3.11.2	Periodos de vibracion fundamentales:.....	85
3.11.3	Desplazamientos laterales:	86
IV.	DISCUSIÓN.....	91
V.	CONCLUSIONES.....	93
VI.	RECOMENDACIONES	95
VII.	REFERENCIAS	97
VIII.	ANEXOS	100
	Anexo 01: Matriz de consistencia	101
	Anexo 02: Plano de ubicación y perfil estratigráfico de las calicatas	102
	Anexo 03: Perfiles de suelo.....	103
	Anexo 04: Inspección en campo.....	107
	Anexo 05: Planos.....	111
	Anexo 06: Resultados de ensayos de laboratorio	115
	Anexo 07: Fichas de validación de instrumentos	122
	Anexo 08: Validación del software ETABS y SAFE 2016.....	127
	Anexo 09: Certificados de ensayos	128

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de cálculo de asentamientos en suelos.....	28
tabla 2. Factor de influencia del tipo de cimentación.....	29
tabla 3. Control de derivas de la norma sismo resistente.....	38
tabla 4. Tabla de validez del instrumento.....	49
tabla 5. validacion de instrumentos.....	49
tabla 6. Modelo de estudio del proyecto.....	54
tabla 7. Capacidad portante del suelo.....	55
tabla 8. Módulo de elasticidad del suelo por tipo de suelo.....	56
tabla 9. Módulo de poisson del suelo arenoso de grano fino.....	57
tabla 10. Resumen de datos de resortes del suelo.....	65
tabla 11. Valores de coeficiente de balasto realizadas por terzaghi.....	69
tabla 12. Asentamientos para suelo rígido por paneles.....	70
tabla 13. Asentamientos totales para el suelo arenoso ubicados por paneles.....	71
tabla 14. Desplazamientos máximos por piso en x.....	77
tabla 15. Desplazamientos máximos por piso en y.....	78
tabla 16. Desplazamientos máximos por piso en x.....	79
tabla 17. Desplazamientos por modelo barkan en y.....	80
tabla 18. .desplazamientos por el modelo ilichev en x.....	80
tabla 19. Desplazamientos por el modelo ilichev en y.....	82
tabla 20. Desplazamientos del modelo n. Rusa en x.....	83
tabla 21. Desplazamientos por el modelo n. Rusa.....	83
tabla 22. Diferencia de asentamientos totales.....	84
tabla 23. Los dos primero modos de vibración de la estructura.....	85
tabla 24. Distorsiones por piso en la dirección x.....	86
tabla 25. Distorsiones por piso en la dirección y.....	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva granulométrica de lambenm	25
figura 2. Bloque deslizante en plano y la oblicuidad del esfuerzo resultante.....	25
figura 3. Falla por corte general, local, y punzonamiento respectivamente.	26
figura 4. Datos experimentales de ensayos triaxial para suelos no saturados.	27
figura 5. La relación de poisson y tobas, según alvarez manilla a a., (2003).	27
figura 6. ondas longitudinales y transversales.	30
figura 7. ondas rayleigh y love.	30
figura 8. Idealización de los 6 grados de libertad que ejerce el suelo ante cargas de sismos	30
figura 9. Interacción dinámica suelo estructura con diferentes tipos de suelo	31
figura 10. Interacción cinemática e inercial con moléculas del suelo respectivamente	31
figura 11. Interacción cinemática e inercial respectivamente.....	32
figura 12. Modelo dinámico ilichev	34
figura 13. Propagación de las ondas r y l en un semi-espacio elástico.....	36
figura 14. Ubicación geográfica del proyecto	53
figura 15. Reacción de los resortes idealizados en muros de albañilería confinada.....	58
figura 16. Vista en planta del plano de cimentación en safev16	66
figura 17. Carga distribuida sobre la zapata	67
figura 18. Carga distribuida sobre cimiento corrido.....	67
figura 19. Carga distribuida sobre la viga de cimentación	67
figura 20. Carga distribuida de la edificación sobre la cimentación	68
figura 21. Asignación de cargas superficiales en el software safe.	68
figura 22. Creación de la propiedad del suelo rígido.....	69
figura 23. Presiones representativas en toda la distribución de elementos.....	70
figura 24. Creación del resorte de área como propiedad del suelo arenoso.	71
figura 25. Asentamientos del safe por cargas de servicio sobre el suelo arenoso.	72
figura 26. Presiones del suelo situadas en los paneles.....	72
figura 27. Creación de la planta típica de la edificación de 5 pisos desarrollada en etabs	73
figura 28. edificación de 5 pisos de albañilería confinada extraída del etabs	74
figura 29. Establecimiento de masas para el cálculo del peso de la edificación	75

figura 30. Espectro de pseudoaceleraciones en x-x.....	76
figura 31. Definición del espectro de pseudoaceleraciones en y-y.....	76
figura 32. Edificación empotrada en la cimentación considerando un suelo indeformable.	77
figura 33. Máximas derivas causados por el sismo dinámico x-x.....	78
figura 34. Derivas dinámica en y-y	78
figura 35. Asignación de resortes puntuales para el modelo flexible.....	79
figura 36. Derivas por piso en x-x	81
figura 37. Derivas por piso en y-y	82
figura 38. Diferencias de asentamientos por tipo de suelo.	84
figura 39. Comparación de periodos fundamentales en dirección x.....	85
figura 40. Comparación de periodos fundamentales en dirección y.....	86
figura 41. Aumento de derivas en el quinto piso en dirección x	87
figura 42. Comparación de derivas para el primer piso en dirección y	87
figura 43. Comparación de derivas en el quinto piso por sismo y.....	88
figura 44. Comparación de derivas en el primer piso por sismo y	89

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general analizar cómo influye la interacción del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, tanto; en los asentamientos totales, desplazamientos laterales y los periodos de vibración que son los indicadores del comportamiento estructural.

Para ello se sigue un diseño de investigación experimental, tipo aplicada, nivel explicativo y enfoque numérico.

Se concreta la investigación con la realización de los ensayos de mecánicas del suelo, cálculo de capacidad admisible del terreno y modulo balasto. La obtención de los espectros de respuesta de la norma peruana tanto para el eje X como en el eje Y, la realización del cálculo para la obtención de los coeficientes de rigideces por Barkan, Ilichev y Norma Rusa. Y luego se procedió a modelar la estructura y efectuar los Modelos empotrado (M1) y el modelo flexibles (M2) Barkan, (M3) Ilichev y (M4) Norma Rusa.

Se concluye que el modelo flexible incrementa los asentamientos totales en un 80.16% con respecto al suelo rígido, los desplazamientos laterales de entrepiso aumentan en un 55.6% y 88.97% en el quinto y primer piso respectivamente en comparación al suelo rígido indeformable en el eje X. Así como; en un 51.11% y 22.2% en el quinto y primer piso respectivamente en comparación al suelo rígido indeformable en el eje Y. Por último la flexibilidad del suelo arenoso aumenta los periodos fundamentales de vibración en un 32.77% con respecto al suelo rígido indeformable en el eje X, en un 7.85% en el eje Y.

Palabras Claves:

Comportamiento mecánico del suelo, Interacción Suelo estructura, Comportamiento estructural.

ABSTRACT

The general objective of the research is to determine how the interaction of sandy soil influences the structural behavior of a 5-story confined masonry building in Ventanilla, both; in total settlements, lateral displacements and periods of vibration that are the indicators of structural behavior.

For this, an experimental research design, applied type, explanatory level and numerical approach is followed.

The research is carried out with the realization of soil mechanics tests, calculation of admissible soil capacity and ballast module. Obtaining the response spectra of the Peruvian norm for both the X axis and the Y axis, performing the calculation to obtain the rigidities coefficients by Barkan, Ilichev and Norma Rusa. And then we proceeded to model the structure and make the Models embedded (M1) and flexible model (M2) Barkan, (M3) Ilichev and (M4) Russian Standard.

It is concluded that the flexible model increases the total settlements by 80.16% with respect to the rigid floor, the lateral displacements of the mezzanine floor are increased by 55.6% and 88.97% in the fifth and first floor respectively, in comparison with the rigid floor in the X axis . As well as; in 51.11% and 22.2% in the fifth and first floor, respectively, in comparison to the non-deformable rigid floor in the Y axis. Finally, the flexibility of the sandy soil increases the fundamental periods of vibration by 32.77% with respect to the rigid non-deformable floor in the X axis, at 7.85% on the Y axis.

Keywords:

Mechanical behavior of the soil, Interacción Soil structure, Structural behavior.

I. INTRODUCCION

1.1 Realidad problemática:

El Perú está ubicado sísmicamente en el cinturón de fuego del pacífico por la convergencia y subducción de la placa tectónica de Nazca (Oceánica) por debajo de la Sudamericana (continental). Este suceso da origen a sismos de diferentes magnitudes y con focos a diferentes profundidades. Según la ubicación espacial del sismo TAVERA, H. en su investigación titulada: La Evolución del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en el Perú, define tres principales fuentes sismogénicas; la primera fuente sismogénica es la fricción entre la placa de Nazca y Sudamericana, presente en el borde litoral del Perú, aquella que origina los sismos más intensos por el sacudimiento del suelo, como ejemplo los sismos de Arequipa 2001 y Pisco 2007 que alcanzaron picos de aceleración del suelo de 0.4g, basto para producir daños en las viviendas frágiles y suelos blandos. La segunda fuente sismogénica abarca la deformación geométrica de la corteza continental, esta origina los sismos con magnitudes hasta 6.5 Mw por ejemplo los sismos suscitados en la región de Alto Mayo (1990). La tercera fuente sismogénica abarca la deformación interna de la placa Nazca por debajo de la cordillera de los andes, que originó el sismo de Yurimaguas (2005), ocasionando la licuación del suelo.

Actualmente el Perú espera un sismo de magnitud 8.5 Mw, en todo el litoral costero, por ende es perjudicial ya que la ciudad de lima es considerada entre las más densas de los países latinoamericanos siendo ventanilla uno de los distritos que rodean la ciudad de Lima, estas áreas han sido pobladas informalmente, sin seguir un plan de construcción de viviendas, y en la mayoría de los casos sin estudios de ingeniería que califiquen el peligro del lugar.

Para INDECI en el Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la ocurrencia probable de un sismo de gran magnitud en el Distrito de Ventanilla, informa que:

Las viviendas construidas sobre arena de gran espesor sufren resquebrajamiento en su cimentación, columnas, vigas y en muros portantes. (2010, p.33).

Por ende las edificaciones representan un alto riesgo sísmico y el problema de carencia del estudio de mecánica del suelo.

Por ende ante esta realidad, los elementos estructurales con sistema de albañilería confinada por ser los materiales al alcance de la mano y de las cimentaciones corridas de las edificaciones,

esta tesis busca proponer un análisis que manifieste las condiciones del suelo mediante los modelos dinámicos de interacción suelo-cimentación y suelo-estructura en una edificación de albañilería confinada de 5 pisos.

Amerita reconocer que otra problemática es los asentamientos totales que ocurren en una edificación de albañilería confinada, estos debido a que no se realiza el análisis de cimentaciones la cual toma el peso total de la edificación y las distribuye en áreas de cimiento a profundidades de desplante que asuma una capacidad de carga del suelo aceptable. Mucho más grave es trabajar sobre suelo arenoso o suelos de baja capacidad portante, ya que, los propietarios y encargados de construir la edificación no toman en cuenta una compactación del suelo para poder mejorar las condiciones de carga admisible que pueda mitigar los asentamientos totales para exigencias estática y dinámicas la cual está sujeto la estructura. Es así que nace la problemática de Interacción suelo-estructura, debido a que actualmente no es riguroso realizar en perfiles de proyecto para edificación tal análisis.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006, cap.2), comenta que;

El estudio de mecánica de suelos será calificada como muy exigente alcanzando el nivel A, determinado para una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en el suelo blando de Ventanilla.

Para obtener un comportamiento estructural real que sirva para las condiciones sísmicas, se propuso dos condiciones diferentes; el primero con flexibilidad de la base, modelo que utiliza los parámetros dinámicos de los suelo y el segundo con empotrado ya que es constantemente exigido por la norma de diseño Sismo resistente E-030, cuanto mayor es reflejar en esta investigación la influencia considerable que existe la Interacción del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos bajo condiciones del suelo y se llegó al problema general: ¿Cómo influye la Interacción del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018?.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes internacionales:

En Ecuador también se suscitó sismos de gran relevancia que no pasó desapercibido por la significancia del tipo de condiciones de sitio y tipo de edificaciones que en ella se desarrolla, para ello: AGUIAR, R. y ORTIZ, D. (2017). Titulado: Análisis sísmico de un edificio de doce pisos de la ciudad de manta considerando interacción suelo estructura. En la revista internacional de estructura analizo´ una edificación de 12 pisos con el sismo propio de dicho lugar (manta) para con ello someterlo al diseño espectral. La Metodología utilizada es solo para un pórtico de concreto armado que incide en la estructura conjuntamente con la metodología de la ASCE-10 para obtener un modelo simplificado de un grado de libertad equivalente y la guía NEHRP-12 para considerar interacción suelo estructura. Y obtener como resultados derivas de entrepiso, desplazamientos horizontales, así como fuerzas internas.

La edificación será sometida a análisis sísmico con base empotrada y obtener una respuesta dinámica espectral simplificado de un grado de libertad equivalente a la guía de interacción suelo estructura.

Los sismos que se registran tienen gran impacto en el diferente tipo de edificación de acuerdo al país y su norma que los rigen, como; incluir los detalles de la exigencia del control de materiales, tamaño de la estructura, tipo de cimentación relacionada con el tipo de suelo que realmente refleja.

En Europa se vió la necesidad de estudiar la respuesta dinámica de los suelos desde el punto de vista espectral, considerando la influencia de los ruidos y los campos de ondas incidentes en el desempeño de las estructuras, por ende esta universidad de Cataluña.

Con los ingenieros AUERSCH, A. Et al. (2014). Investigación titulada: Respuesta dinámica de edificaciones producida por campos de ondas incidentes considerando la interacción suelo-estructural.

Se analizó modelos matemáticos que permitan conocer el comportamiento dinámico de las edificaciones; como objetivo de explorar detenidamente la interacción del suelo con la estructura. La metodología realizada es proponer una edificación con tres plantas. Los

resultados reflejaron que la baja resistencia del suelo no ocasiona efectos en la cimentación altamente rigidez como la platea de cimentación. Las conclusiones alcanzadas muestran que la respuesta general de las edificaciones es causada por las condiciones de las cimentaciones, condiciones del suelo y las rigideces de la estructura.

Aportó al tema en utilizar modelos matemáticos de elementos finitos para estudiar la interacción suelo-estructura en el comportamiento dinámico de las edificaciones, además se recalca los resultados de la influencia de las condiciones de apoyos, las frecuencias y amplitud de respuesta sísmica de la edificación.

En Colombia se estudió los efectos que tienen el suelo para las edificaciones y su comportamiento real dado que considera la interacción suelo estructura. Este autor enfatiza mucho en las condiciones topográficas del suelo: El ingeniero HERRERA, L. estudio en el año (2013). Evaluación de la interacción dinámica suelo-estructura de edificaciones construidas en ladera. Universidad Nacional de Colombia. Para graduarse como maestro en Geotecnia sísmica:

Se caracterizó las respuestas sísmicas mediante espectros que me puedan reflejar el comportamiento del sismo en lugares específicos. El objetivo es conocer el comportamiento dinámico de los edificios a topografía plana y en laderas. Metodología es experimentar el modelamiento no lineal del suelo y elasto-plástico para las estructuras, por medio del software de elementos finitos PLAXIS 2010. **Los** Resultados fueron una disminución de la distribución de fuerzas estáticas en la edificación al aumentar la pendiente del terreno y disminuir la resistencia del suelo.

Este artículo científico verificó el uso de espectros de respuesta para validar el comportamiento dinámico de la edificaciones y sobretodo tener en cuenta las condiciones topográficas del lugar.

Las investigaciones aumentaron en la rama de Diseño de edificaciones ante exigencias sísmica especialmente en México que tiene suelos blandos y que consideraron la interacción suelo estructura, así como el comportamiento mecánico y dinámico del suelo, por ende GORDILLO N. en el año (2011). Presentó su tesis para ostentar el grado de Maestría con el título: Aplicaciones de la dinámica de suelos.

Se modeló diferentes elementos estructurales a partir de un buen estudio de dinámica de los suelo determinados por ensayos y laboratorios siempre teniendo en cuenta las exigencia de los últimos años a tender a resistir los sismos críticos. Se propone para ello tres modelos de experimentación, la primera realizando la interacción suelo estructura de una edificación con tipo de suelo blando y fuertemente marcado por la ocurrencia de sismo, el segundo un trabajo de estabilidad de taludes, el tercero de la estabilidad de un muro de contención, para obtener los resultados se utiliza método numérico de elementos finitos y hallar datos que corroboran el parámetro correcto a seguir. Se llega a la conclusión que los ensayos de laboratorio no son suficientes para identificar las característica dinámicas de los suelos.

Aportó al tema ya que obtuvo pruebas para recoger datos mecánicos y dinámicos del suelo para con ello proceder a evaluar mediante software de elementos finitos, diferencias finitas y con ello obtener el comportamiento estructural de una edificación construida sobre suelos blandos.

Los suelos representan diferentes comportamientos que influyen en el diseño de edificaciones. CARRILLO L. (2009): Estimación de los periodos naturales de vibración de viviendas de baja altura con muros de concreto. Investigación para ostentar el grado de Doctor en Ingeniería en la Universidad Autónoma de México.

Se reconoció el diseño sísmico de edificaciones de baja altura en la ciudad de México. Se realizó esta investigación con el objetivo de calcular los periodos de vibración naturales de la edificación en la cual propone dos tipos de configuración de viviendas, de diferentes tamaños para estimar un comportamiento estructural, los primeros resultados obtenidos fueron con el método de columna ancha las cuales demuestran un rango mayor de los periodos hallados con el método de elemento finitos. Concluyo que es importante proponer modelos numéricos que consideren la interacción o respuestas de suelo para conocer el comportamiento.

Aportó bastante esta revista científica al tema porque se llega a resultados del aumento de los periodos de vibración de viviendas de mediana altura por utilizar métodos matemáticos de elementos finitos y compararlos con las experimentales de vibración ambiental.

1.2.2 Antecedentes nacionales:

En nuestro país se realizó estudios de Dinámica de Estructuras considerando el suelo y las cimentaciones, así como condiciones de apoyo. D. QUISPE Y J. CHULLO. (2017). Análisis y

diseño estructural de edificio tingo con interacción suelo – estructura en el distrito de Sachaca en la ciudad y departamento de Arequipa con un sistema de muros estructurales.

Se analizó una edificación ubicada en el departamento de Arequipa, con tal modelamiento integro de interacción. Uso la investigación aplicativa cuasi experimental ya que se utilizó los resultados de la mecánica de suelos para con ellos realizar el modelamiento estructural del edificio con la ayuda del programa estructural ETABS 2016-2 consecuentemente se analiza los elementos estructurales con conocimientos de pregrado de dichos autores de la rama de ingeniería civil. Como objetivo de trasladar los conocimientos del modelo estructural para un correcto análisis que considere la flexibilidad de la base, para obtener pre dimensionamiento de los elementos estructurales.

Sirvió para evaluar con los modelos dinámicos de interacción suelo-estructura, se modeló con el ETABS, comparándolos con el diseño sismorresistente peruana E-030 de una edificación de muros estructurales sobre suelos de baja capacidad portante.

ANGULO, L. (2017). Investigación titulada: Análisis sísmico de un edificio de siete pisos con sótano utilizando interacción suelo-estructura en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, 2017.

Se realizó un análisis sísmico de edificaciones convencional que considera una base empotrada en una superficie rígida y no se toma en cuenta las deformaciones del suelo de cimentación como resultado de un evento sísmico. Se modeló con sótano y sin sótano para el suelo de San Juan de Lurigancho, considerando empotramiento o flexibilidad en la base de fundación.

Estableció condiciones de apoyo diferentes en edificio de 7 pisos con apoyo empotrado en el nivel de superficie, con apoyo empotrado en el sótano y con flexibilidad en el sótano, reconoce que hay comportamientos estructurales diferentes en las fuerzas internas y por ende desplazamiento laterales diferentes.

Así pues MENDOZA, J. Y RODAS, H (2015). Titulado: Análisis de la interacción suelo estructura de Centros Educativos con zapatas corridas en la Urb. Nigolas Garatea- Nuevo Chimbote. Y con el asesor Genner Villareal quien trató de difundir la interacción suelo estructura. Se tuvo por objeto demostrar que al considerar la interacción suelo-estructura se obtiene un diseño más eficiente y cercano a la realidad frente al modelamiento clásico de base

empotrada e infinitamente rígida. Como muestra se toma 02 pabellones de un centro educativo, con dos modelos: uno regular y otro irregular. Se analizó resultados por 2 programas, ETABS y CYPECAD, estática y dinámicamente, que reflejan la disminución de los esfuerzos axiales, momentos de torsión menores, así como su desplazamiento de entre piso y periodos de vibración.

Identificó la diferencia de resultados de desplazamientos laterales y periodos de vibración al considerar en el Diseño con ETABS y CIPECAD los grados de libertad y rigideces de las bases de apoyo, así como, de las condiciones del suelo blando.

A su vez, GAMARRA, N. 2014. Análisis de la interacción sísmica suelo - estructura en edificación de albañilería estructural. Universidad del centro del Perú. Huancayo, tesis para ostentar el título profesional de ingeniería civil:

Realizó el análisis de asentamientos para un cimiento corrido, con una superestructura de cuatro pisos, y con un suelo arenoso de capacidad admisible bajo, realizo el modelamiento en SAFE y comparo asentamientos con distorsiones angular de la Norma E-050 de cimentación.

Esta tesis es vital para conocer la metodología y realizar futuras comparaciones con ello entender la Interacción suelo con la sub-estructura.

Los esfuerzos en los elementos estructurales son propiedades del comportamiento estructural de una edificación, por ende; RODRÍGUEZ, J. Y VALDERRAMA, C. (2014) Influencia de la interacción suelo-estructura en la reducción de esfuerzos de una edificación a porticada con zapatas aisladas. Tesis para ostentar el título de ingeniería Civil en la UPC.

Abarcó el problema de los esfuerzos internos obtenidos a partir de modelaciones que consideran la Interacción Suelo-Estructura, son menores a los que se obtienen de modelaciones que consideran la base empotrada. **Cuyo objetivo** es evaluar el comportamiento dinámico de la edificación a porticada por la influencia del tipo de suelo y sus parámetros dinámicos. La metodología utilizada es reclutar datos mediante los datos de dimensionamiento, tamaño, y rigideces del modelo, someterlo a Amortiguamientos específicos y evaluarlo para distintos tipo de suelo con ayuda del software SAP2000. El procesamiento de resultados se medirá con la ayuda del estadístico de chiquadrado. Impactó en el uso de una herramienta estadística para

validar 12 condiciones estructurales, análisis del porcentaje de amortiguamiento de una edificación, propuesta de análisis estático y dinámico.

Así también en la sub-estructura se tiene que; GALICIA, W. Y LEÓN, J. en el año (2007) expuso en Interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones de albañilería confinada con plateas de cimentación. En la Universidad Antenor Orrego, en la cual propone un modelo de análisis típico de una edificación con la asesoría del Dr. Genner Villarreal quien conoce bastante del tema Interacción Suelo-estructura con Plateas de cimentación.

Se centró en conocer el movimiento de la edificación con tal sistema, sin dejar de lado el suelo de cimentación. Cuyo objetivo es modelar en conjunto conociendo las características del suelo, cimiento y estructura para conocer si sus resultados de distorsiones están sujetas a la norma. Se describió el proyecto, considerando los parámetros de ubicación, área de edificación, estudio de suelos y modeló con el Software de SAP 2000, Se obtuvo como resultado cuadro comparativos de barras entre diferentes modelos dinámicos de interacción suelo-estructura, que resaltan la disminución de esfuerzos y aumento de desplazamientos por los cambios en las dimensiones de la platea de cimentación.

Se corroboró el diseño estructural de una edificación con interacción suelo-estructura con plateas de cimentación, y enfatizó el estudio del suelo, para obtener un comportamiento estructural real de una edificación.

1.3 Teoría relacionada al tema

Comportamiento Mecánico de Suelos es una ciencia aplicada y rama de la ingeniería que ha sido estudiada a partir de la organización sistemática de todos los conocimientos que se tenían por el científico Terzaghi considerado padre de la Geotecnia por ello fue aquel que encontró la relación numérica entre los esfuerzos del suelo sometida antes cargas verticales, las cuales varían de acuerdo a la porosidad del suelo y el Angulo de fricción del terreno en el año (1993).

1.3.1 Densidad del suelo

Todo cuerpo tiene una densidad que refleja la cantidad de masa por unidad de volumen, la cual es importante para determinar rasgos del suelo y muchas veces es encontrado por el Ensayo de Cono de Arena in situ, que consiste en extraer una cantidad específica de material utilizando un

cono, proceder a llevarlo al laboratorio, la muestra se hace secar con horno y se obtiene los pesos secos y húmedos por cantidad de volumen.

1.3.2 Análisis Granulométrico

Es una metodología de medición de los granos de muestra al ser sometidos a la sedimentación, en forma decreciente a la abertura de la malla. Para luego tomar datos de pesos y organizarlo en una tabla que indique los porcentajes de pesos pasantes, para realizar la curva granulométrica, para luego ser interpretado y obtener la clasificación del suelo.

Todas aquellas características van a ser incidentes notables para clasificar el suelo, y obtener una curva granulométrica previamente haber hecho el cuarteo y el pasar la muestra por las mallas (lambe, 1951):

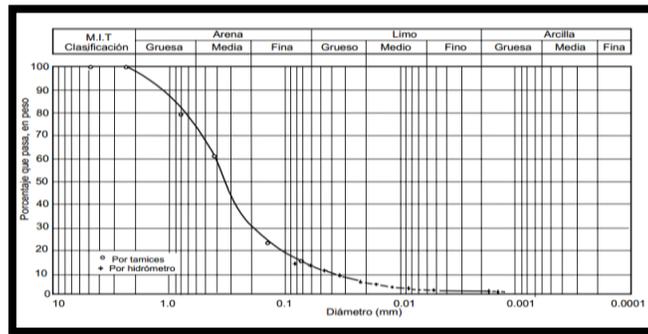


Figura 1. Curva Granulométrica de Lambe

1.3.3 Esfuerzo Cortante y ángulo de fricción interna:

Los esfuerzos cortantes en el suelo, por la incidencia de cargas externas dependen de la reacción del suelo ante una masa superpuesta la cual se añade una fuerza horizontal ayudada por el peso de la masa y conjuntamente que interactúa con la superficie del suelo con un grado de inclinación. (Alva, p.24)

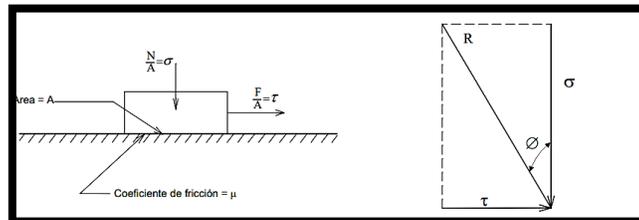


Figura 2. Bloque deslizando en plano y la oblicuidad del esfuerzo resultante.

1.3.4 Capacidad Admisible del terreno

Es un parámetro importante para poder realizar el análisis de cimentaciones que significa la capacidad de carga que puede soportar el suelo sin ocurrir daños en los elementos de la cimentación. Se observa en la siguiente figura los tipos de fallas para las cuales se considera la capacidad admisible.

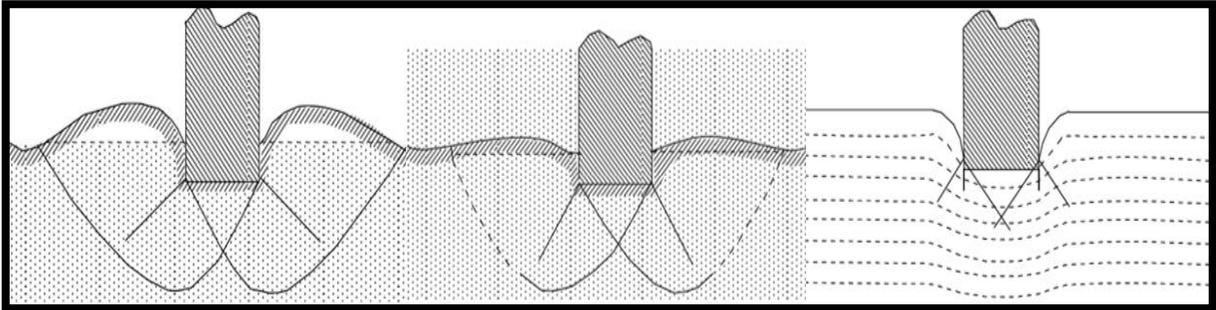


Figura 3. Falla por Corte General, Local, y punzonamiento respectivamente.

La capacidad admisible de terreno está representada por el tipo de falla, consideración de todos los parámetros del cimient, el factor de seguridad y la condición de napa freática. Por lo tanto la fórmula desarrollada por Terzaghi y Peck con aportes de Vesic desarrolló todas las cualidades antes mencionadas y será utilizada para esta investigación:

$$q_{adm} = \frac{1}{F_S} \left(c N_c \xi_c + \gamma D_f N_q \xi_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \xi_\gamma \right)$$

1.3.5 Módulos Elásticos del suelo:

Álvarez ET AL. La Evaluación Indirecta de los módulos elásticos de rigidez in situ y el ángulo de fricción interna. (2003), comenta que: “Los materiales geológicos muestran un comportamiento complejo en su relación esfuerzo-deformación, existen dos modelos teóricos los cuales explican de manera simple y bajo ciertas condiciones su comportamiento.”

Para tal caso de elasticidad o rigidez del suelo de fundación se realiza los ensayos de compresión triaxial que no es otra cosa que generar un comportamiento no lineal esfuerzo-deformación para suelos asignándole cargas verticales.

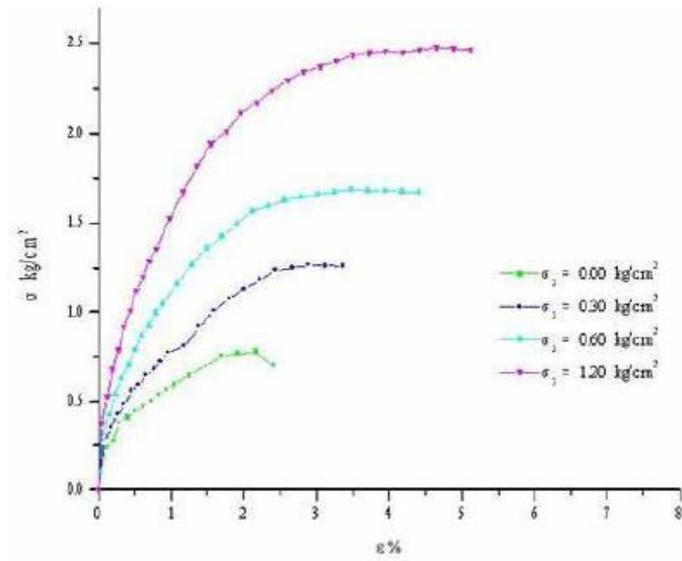


Figura 4. Datos experimentales de ensayos triaxial para suelos no saturados.

La Relación de Poisson indica la maleabilidad de los materiales geológicos a deformarse:

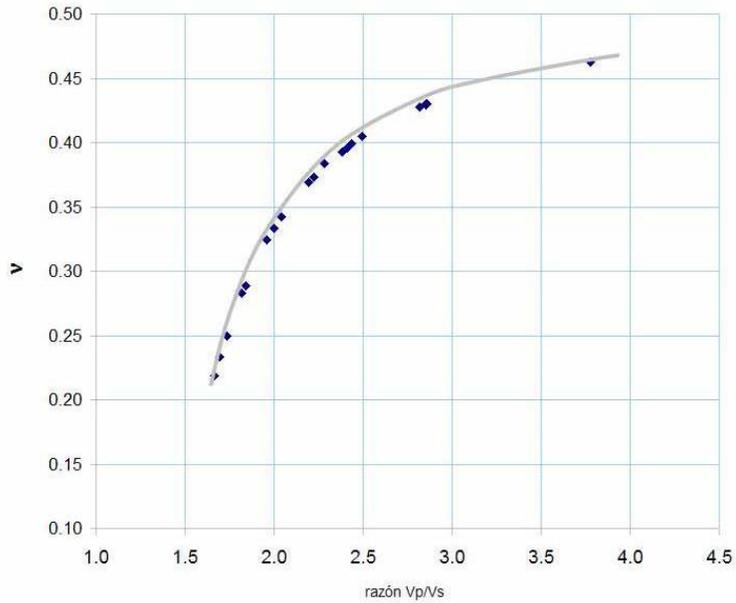


Figura 5. La Relación de Poisson y tobas, según Alvarez Manilla A A., (2003).

La relación de poisson sirve para cálculos de las deformaciones elásticas, y evaluaciones de la estabilidad de laderas y taludes; así como para obtener los datos de los períodos fundamentales de vibración bajo la estructura de edificación, puentes, etc.

1.3.6 Módulo de Balasto:

El módulo de balasto sirve para el análisis de asentamientos en la subestructura, que también se le conoce como módulo de reacción del suelo, la cual se obtendrá mediante fórmula de Braja Das que representa la teoría elástica del suelo de fundación y por ende admite asentamiento inmediatos para suelo arenosos.

$$k = \frac{E}{B(1 - u^2)}$$

K es el Módulo de Balasto vertical o colchón de resorte (kg/cm³), B es el Espesor del estrato (cm), E = módulo de Elasticidad (kg/cm²) y u es la relación de Poisson del suelo.

1.3.7 Asentamientos en el suelo

Tabla 1. *Resumen de asentamientos en suelos*

Tipo De Asentamiento	Método	Parámetro Base	Aplicación
Inmediato	Elástico	Propiedades Elásticas del Suelo	Arenas, gravas, suelos no saturados, arcillas duras y rocas
Inmediato	MEYERHOF	N (SPT)	Arenas, gravas y similares
Inmediato	Prueba de Carga	Prueba de Carga	Arenas, gravas, suelos no saturados, arcillas duras y rocas
Consolidación Primaria	Teoría de la Consolidación	Ensayo Consolidación	Arcillas blandas a medias saturadas
Consolidación Primaria y Secundaria	IDEM.	IDEM.	Arcillas blandas a muy blandas, turbas y suelos orgánicos y similares

Fuente: Alva H. pg. 120

De la tabla se infiere que los asentamientos totales para un suelo arenoso son considerados asentamientos inmediatos ocasionados por la construcción de la edificación. Por lo tanto toma parámetros elásticos del suelo, sobretodo la fórmula de Bousinesq:

$$S = Dqs * \frac{B(1 - u^2)If}{Es}$$

D_{qs} es el esfuerzo neto transmisible (kg/cm^2), B es el ancho de cimentación (cm), (E_s) designa el módulo de Elasticidad (kg/cm^2), u es la relación de Poisson, por último, (I_f) es el factor de influencia que depende de la forma y la rigidez de la cimentación.

Tabla 2. Factor de influencia del tipo de cimentación

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE I_f (cm/m)			
	CIM. FLEXIBLE			RIGIDA
UBICACION	CENTRO	ESQ.	MEDIO	---
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120
L/B = 5	210	105	183	170
L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA	112	56	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

Fuente: Análisis de cimentaciones, Jorge Alva Hurtado p.50

Es necesario recalcar que existen 2 tipos de asentamientos; los asentamientos inmediatos y los asentamientos por consolidación, los inmediatos se dan sobre suelo granulares (arena) y por consolidación se dan sobre suelo cohesivos (arcilla).

1.3.8 Comportamiento dinámico de suelos:

El CISMID, brindó la conferencia de dinámica de suelos y uno de los grandes expositores de este tema fue el Dr. en geotecnia Kramer, L. en Comportamiento Dinámico de los Suelos comenta que:

La propagación de la onda depende de la rigidez, la densidad, la amortiguación y características de los materiales [propias del suelo]. Las amplitudes de onda aumentan al viajar de materiales más rígidos a materiales más blandos, así como, la distancia de viaje debido a amortiguación de materiales y dispersión geométrica.

Por lo tanto las ondas que inciden en el suelo lo hacen a bajas y altas profundidades con rapidez, velocidad, amplitudes de ondas y frecuencias muy diferentes, como se aprecian en las siguientes figuras.

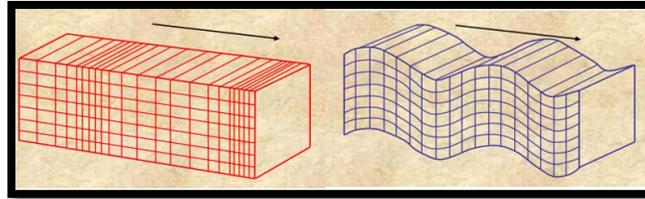


Figura 6. Ondas longitudinales y transversales.

Es fundamental señalar que las ondas longitudinales y transversales se desplazan en un espacio infinito

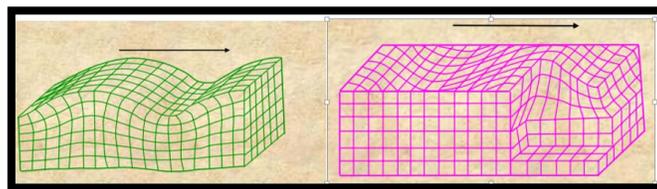


Figura 7. Ondas Rayleigh y love.

El suelo además de soportar incidencia en cargas verticales también asume el comportamiento por la incidencia de ondas sísmicas, las cuales impactan de manera horizontal, perpendicular y giros a las edificaciones, (G. Villarreal, 2006)

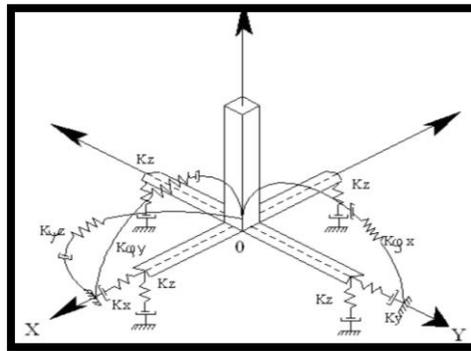


Figura 8. Idealización de los 6 grados de libertad que ejerce el suelo ante cargas de sismos

1.3.9 Interacción Dinámica Suelo- Estructura:

Fenómeno ocasionado por cargas dinámicas sísmicas, ocasionando la Interacción del suelo y la estructura por medio de la cimentación, para ello se debe entender que:

Para el caso de suelo rocoso ante cargas sísmicas, la gran rigidez ocasiona una gran diferencia de movimientos entre campo libre con estructura sobre roca, por lo tanto esta se consideró como base rígida indeformable.

Caso contrario sucede para suelos blando según; HERNÁNDEZ E. (2013). Análisis de Interacción dinámica suelo – estructura de un edificio desplantado en la zona de lago de la ciudad de México. Tesis para Optar el grado Maestro en Ingeniería

La estructura responde diferente si está cimentada sobre un suelo blando, es decir de base flexible. La incapacidad de la cimentación de ajustarse a las deformaciones en campo libre conduce a movimientos en la base de la estructura. La respuesta dinámica de la estructura induce deformaciones en el suelo blando de cimentación. Este proceso en el cual la respuesta del suelo influye directamente en la respuesta de la estructura y viceversa se llama Interacción dinámica suelo-estructura.

A manera de explicación con la ilustración:



Figura 9. Interacción dinámica suelo estructura con diferentes tipos de base de suelo

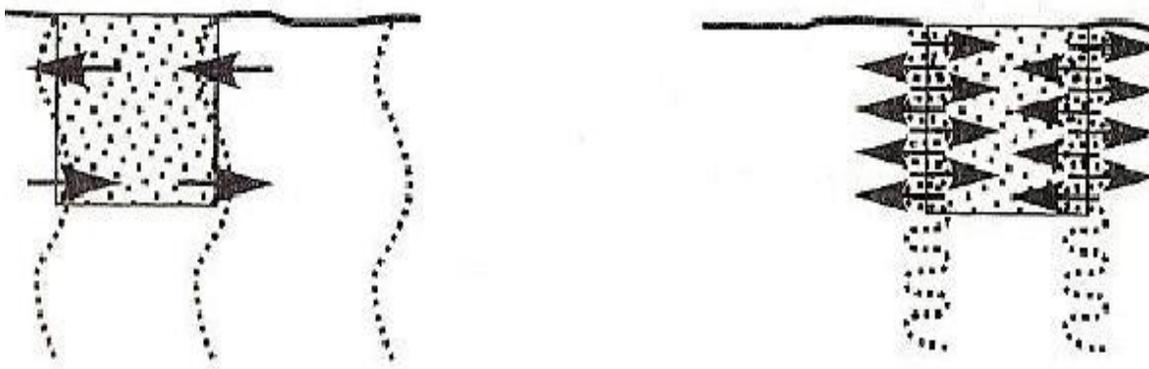


Figura 10. Interacción cinemática e inercial con moléculas del suelo respectivamente

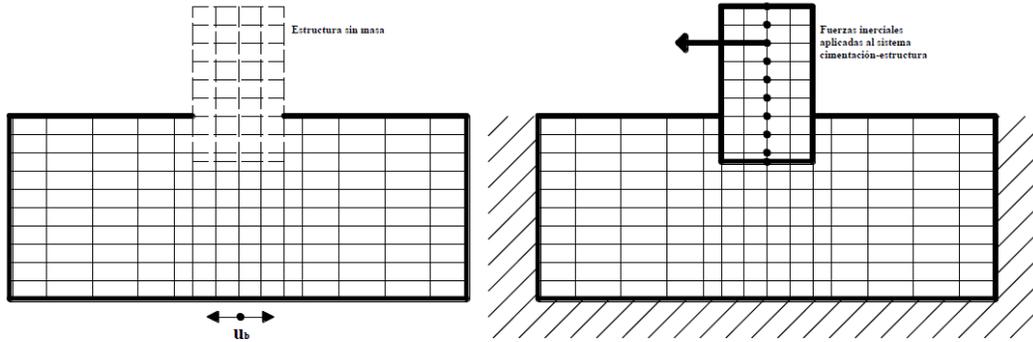


Figura 11. Interacción cinemática e inercial respectivamente

Se llegó a la concepción de estudiar la interacción dinámica suelo estructura como fenómeno inercial, ya que toma las rigideces de los resortes.

- **Modelo Dinámico de Interacción suelo- estructura Barkan**

Para ello los científicos de Rusia, y otros países ya tienen modelos interacción dinámica del suelo-estructura. Para ello el profesor Barkan quien falleció para que su estudiante Savinov publicara su notable avance en el modelo que llevan su nombre: Barkan y Savinov (1974) le costó mucho trabajo en proponer:

Fórmulas 2.4 y 2.6 libro de Genner Villarreal Casto, Interacción Suelo-Zapata-estructura.

$$\begin{aligned}
 C_x &= D_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta.A} \right] \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\
 C_z &= C_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta.A} \right] \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\
 C_{\varphi x} &= C_0 \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta.A} \right] \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\
 C_{\varphi y} &= C_0 \left[1 + \frac{2(b+3a)}{\Delta.A} \right] \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\
 K_x &= K_y = C_x A \\
 K_z &= C_z A \\
 K_{\varphi x} &= C_{\varphi x} I_x \\
 K_{\varphi y} &= C_{\varphi y} I_y
 \end{aligned}$$

Formula 2.7 y 2.8 libro de Genner Villarreal Casto, Interaccion Suelo-Zapata-estructura.

$$D_0 = \frac{1 - \mu}{1 - 0,5\mu} \cdot C_0$$

Fórmula que relaciona el módulo de poisson, densidad de suelo de fundación y el módulo de elasticidad.

Como resumen [El modelo dinámico D.D. Barkan - O.A. Savinov es teórico-experimental, basado en la interacción de la cimentación con la base de fundación en forma de proceso establecido de vibraciones forzadas, como un proceso ondulatorio no estacionario.]Libro de Genner Villareal (2009). Tal modelo también evidencia un avance en considerar 5 perfiles de suelos las cuales en nuestra norma no se compara con tal exactitud y el poco énfasis que se le da al estudio de suelo para modelar.

Y el modelo desarrolla la siguiente tabla 2.1 de acuerdo al tipo de suelo, en la cual (C_0) representa la densidad del suelo de acuerdo al tipo del suelo.

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
		Cascajo, grava, canto rodado, arena densa	2,6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica ($0,25 < I_L \leq 0,5$)	2,0
		Arena plástica ($0 < I_L \leq 0,5$)	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
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad ($0,5 < I_L \leq 0,75$)	0,8
		Arena plástica ($0,5 < I_L \leq 1$)	1,0
		Arenas polvorosa, 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

Fuente: Villarreal G. Interacción suelo-zapata, estructura

- **Modelo Dinámico de Interacción suelo- estructura Ilichev:**

El modelo de Ilichev que consideró el medio inercial inelástico anisotrópico por medio de velocidades de ondas de corte en los dos sentido y direcciones para hallar la rigidez del suelo.

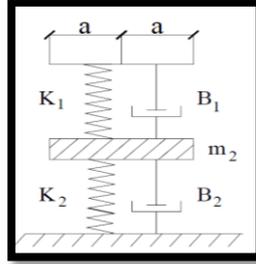


Figura 12. Modelo Dinámico Ilichev

Sistema en la cual el suelo se comporta como resortes de compresión que asume deformación elastoplástica, en la cual trabaja con 1.5 grados de libertad.

Fórmula 2.15 utilizada, (Villareal G. p 32)

$$C_1^2 = \frac{(1 - \mu).E}{(1 + \mu).(1 - 2\mu).\rho}$$

$$C_2^2 = \frac{E}{2.(1 + \mu).\rho}$$

De se utiliza la tabla 2.2 y 2.3 del libro de Genner Villareal Castro:

μ	b_{0z1}	K_{0z1}	m_{0z}	b_{0z2}	K_{0z2}
0,25	5,34	21,80	2,80	6,21	7,50
0,35	6,44	26,30	3,12	6,90	8,40
0,45	10,53	43,00	3,29	7,50	9,20
μ	$b_{0\phi 1}$	$K_{0\phi 1}$	$m_{0\phi}$	$b_{0\phi 2}$	$K_{0\phi 2}$
0,25	1,36	5,60	1,00	1,60	7,50
0,35	1,63	6,70	1,03	1,70	7,90
0,45	2,50	10,70	0,84	1,60	7,30
μ	b_{0x1}	K_{0x1}	m_{0x}	b_{0x2}	K_{0x2}
0,25	3,10	12,40	1,80	5,20	7,60
0,35	3,10	12,40	1,90	5,70	8,30
0,45	3,10	12,40	2,10	6,40	9,20

Fuente: Villareal G. Interacción suelo-zapata, estructura

μ	b_{1z1}	K_{1z1}	m_{1z}	b_{1z2}	K_{1z2}
0,25	0,87	3,56	0,56	0,62	2,88
0,35	1,06	4,34	0,62	0,78	3,50
0,45	1,81	7,41	0,69	0,78	3,72
μ	$b_{1\phi 1}$	$K_{1\phi 1}$	$m_{1\phi}$	$b_{1\phi 2}$	$K_{1\phi 2}$
0,25	0,22	1,16	0,12	0,12	1,34
0,35	0,28	1,41	0,16	0,12	1,81
0,45	0,50	1,97	0,16	0,12	1,81
μ	b_{1x1}	K_{1x1}	m_{1x}	b_{1x2}	K_{1x2}
0,25	0,53	2,09	0,28	0,75	1,53
0,35	0,53	2,09	0,31	0,84	1,87
0,45	0,53	2,09	0,37	0,84	1,91

Fuente: Villarreal G. Interacción suelo-zapata, estructura

Formula 2.11 y 2.12 que relaciona el módulo de elasticidad del suelo, coeficiente de poisson del suelo y la densidad para obtener las velocidades de ondas longitudinales y transversales. (Villarreal G. p 32)

$$\begin{aligned}
 K_{X(Z)} &= (C_2)^2 \cdot \rho \cdot k_{X(Z)} \cdot a & K_{\phi} &= (C_2)^2 \cdot \rho \cdot k_{\phi} \cdot a^3 \\
 B_{X(Z)} &= (C_2) \cdot \rho \cdot b_{X(Z)} \cdot a^2 & B_{\phi} &= (C_2) \cdot \rho \cdot b_{\phi} \cdot a^4 \\
 M_{X(Z)} &= \rho \cdot a^3 \cdot m_{X(Z)} & M_{\phi} &= \rho \cdot a^5 \cdot m_{\phi}
 \end{aligned}$$

Coefficientes de rigidez, vibraciones y masas para sollicitaciones verticales y rotacionales respectivamente.

Fórmula 2.13, Libro de Genner Villarreal Castro

$$K = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$$

- **Modelo Dinámico de Interacción suelo- estructura Norma Rusa:**

El Modelo dinámico Norma Rusa SNIP 2.02.05-87 es muy parecida a la metodología utilizada por Barkan Savinov, en la cual trabaja de manera generalizada para áreas predeterminadas y coeficientes de rigidez de compresión las cual están en un semiespacio semi-infinito.

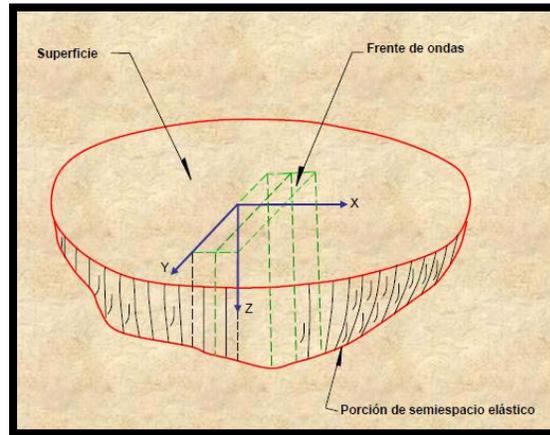


Figura 13. Propagación de las ondas R y L en un semi-espacio elástico

Fórmulas 2.16 y 2.18 : Villareal G. p 32)

$$\begin{aligned} K_z &= C_z A & C_x &= 0,7 C_z \\ K_x &= C_x A & C_\varphi &= 2 C_z \\ K_\varphi &= C_\varphi I_\varphi & C_\psi &= C_z \\ K_\psi &= C_\psi I_\psi & & \end{aligned}$$

Los coeficientes de rigidez respectivos siendo C_z la incógnita fundamental, ya que C_x , C giros dependen de C_z . Además se observó las áreas y momentos de inercia de las dimensiones de la cimentación.

Fórmula 2.17. (Villareal G. p 32)

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

b_0 : que depende de tipo de suelo para suelo arenosos igual 1.0 y arcillosos igual a 1.5, además el A_0 está predeterminada para un área de 10m².

Modelo que considera amortiguamientos y formas de vibración forzadas.

Consecuentemente se encamina a hacer el desarrollo del sistema de varios grados de libertad (VGL) con la simpleza de ubicación con péndulo simple y Angulo de frecuencia y amplitud para un campo libre.

Por lo tanto se reemplazó de manera integra a cada coeficiente desconocido y se obtendrá los desplazamientos laterales de la estructura.

Y el desplazamiento lateral máximo de entrepiso de halla según la Norma Técnica de Edificaciones en Diseño Sismorresistente E-030, multiplicando 0.75 para edificaciones regulares y 0.85 para edificaciones irregulares. También se verá afectada por el factor de reducción las cuales se clasifican según el sistema estructural para el caso de edificación de albañilería confinada es de 3 y para edificación a porticada es de 8 ingresando al rango de desplazamientos inelásticos.

$$\text{Distorsión inelastica} = 0.75 * D. \text{elastico} * R$$

La cual se controló las derivas con la norma peruana.

Tabla 3. Control de Derivas de la Norma Sismo resistente.

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

- **Periodos de Vibración:**

Se define el periodo de vibración de una estructura como el tiempo que se demora en completar un ciclo de vibración. La respuesta dinámica de una edificación durante un sismo depende de la relación entre el periodo de vibración de las ondas sísmicas y su propio periodo de vibración., cabe señalar que toda edificación tiene por piso tres modos de vibración por ende un periodo respectivo. Este periodo de vibración depende de las masas y rigideces de la estructura. Se da

paso a conocer la fórmula utilizada por la Norma Peruana Sismorresistente (E-030) que coincide con muchos autores y normas internacionales.

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2\right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i\right)}}$$

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema General

¿Cómo influye la interacción del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cómo influye la interacción del suelo arenoso en los asentamientos totales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018?
- ¿Cómo influye la Interacción del suelo arenoso en los desplazamientos laterales entre piso como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018?
- ¿Cómo influye la Interacción suelo arenoso en los periodos de vibración como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Técnica

La tesis será útil para el análisis de interacción suelo- estructura de edificaciones de mediana y altas alturas, obtener el comportamiento real de la edificación, con ello realizar el control de derivas, asentamientos y periodos, para mejorar las especificaciones técnicas en los proyectos estructurales.

1.5.2 Económica

Ante eventos sísmicos se prevendrá daños en los elemento estructurales y por ende, reforzamientos estructurales de las edificaciones de mediana y altas altura ya que habrá sido analizada con la Interacción suelo-estructura.

1.5.3 Social

Nuestra sociedad está en crecimiento asique exige numerosas edificaciones de albañilería confinada de 5 pisos para vivienda comunes y centro educativos, hoteles y centros clínicos.

1.5.4 Ambiental.

El análisis de interacción suelo-estructura no ocasiona daños al suelo, aire y agua. Muy por el contrario permite conocer las propiedades del suelo para tener estructuras seguras.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

La interacción del suelo arenoso afecta el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018

1.6.2 Hipótesis específicas

- La interacción del suelo arenoso afecta los asentamientos totales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018
- La interacción del suelo arenoso afecta los periodos de vibración como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018
- La interacción del suelo arenoso afecta los desplazamientos laterales de entrepiso como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Analizar cómo influye la interacción del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018.

1.7.2 Objetivos específicos

- Analizar cómo influye la Interacción del suelo arenoso en los asentamientos totales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018.
- Analizar cómo influye la Interacción del suelo arenoso en los periodos de vibración como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018.
- Analizar cómo influye la interacción del suelo arenoso en los desplazamientos laterales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018.

II. METODO

2.1 Diseño de investigación:

Según Álvarez, C. en: diseños cuasi experimentales “La presente investigación es cuasi-experimental si existe un control parcial de la variable independiente puesto que hay falta de aleatorización ya sea en la selección aleatoria de los sujetos o en la asignación de los mismos a los grupos experimentales, por lo tanto siempre incluyen una preprueba para comparar la equivalencia entre dos grupos; el Experimental y el control.”(2011).

Modelo de diseño de investigación que se trabajó:

variable independiente	
X ₁	X ₂
Variable dependiente	
X ₁	X ₂

Es así que esta tesis es una **investigación cuasi-experimental**.

2.1.1 Método de investigación:

La investigación científica es el desarrollo del diseño experimental, análisis e interpretación de la información y elección de procedimientos adecuados, todo dentro de un marco teórico y conceptual (Álvarez, 2011).

2.1.2 Enfoque de investigación:

Los enfoques de investigación buscan producir un conocimiento esencial para el campo, o también buscan resolver los problemas que aborda nuestra investigación.

El enfoque de la investigación **es cuantitativo**, porque se busca comprobar una hipótesis mediante el uso de recolección de datos y la medición numérica. (Álvarez, 2011)

2.1.3 Nivel de investigación:

El nivel de investigación de la presente investigación **es explicativo**, pues se dará a conocer los cambios, procedimientos, análisis y resultados de la variable independiente sobre la variable dependiente, como fin determinar las causas de los fenómenos y descubrir los mecanismos de su funcionamiento. (Álvarez, 2011)

2.1.4 Tipo de investigación:

La presente investigación viene a ser **aplicada**, pues el marco teórico correspondiente y los métodos, ya existen, y se aplicarán en problemas reales, y en ellas se piensa buscar soluciones.(Álvarez, 2011)

2.2 Variables, Operacionalización:

Se tuvo dos variables en la presenta investigación, una dependiente y otra independiente, ambas son medibles.

2.2.1 Variable independiente:

La variable independiente es autónoma, medible y se manipuló para obtener un cambio en sus efectos.

En la presente investigación, la variable independiente encontrada es:

El suelo arenoso.

2.2.2 Variable dependiente:

La variable dependiente está sujeta a la variable independiente como consecuencia de las alteraciones, cumple el fenómeno de causa efecto. Por lo tanto en esta investigación, la variable dependiente es:

El comportamiento estructural de edificaciones de albañilería confinada de 5 pisos.

2.2.3 Operacionalización de variables:

La Operacionalización de variables es un proceso muy usado para analizar los grados de influencia de la variable independiente sobre la dependiente:

Matriz de Operacionalización de variables

Matriz de Operacionalización de Variables Independiente						
Variable Independiente	Dimensiones	Definición Conceptual	definición Operacional	Indicadores	unidad	Instrumento
suelo arenoso	Comportamiento Mecánico	Terzaghi; La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan [...] de la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas [...]	Se realizara un estudio de mecánica de suelos en el lugar para obtener el perfil estratigráfico y todas las propiedades mecánicas del suelo.	Módulo de Balasto	Kg/cm ³	EMS
				Módulo de elasticidad	kg/cm ²	
				Profundidad de Estrato	cm	
				Módulo de Poisson	s/u	
				Capacidad Admisible del terreno	Kg/cm ²	Ficha Técnica de capacidad portante
				Angulo de fricción del suelo	Grados (°)	Ensayo de corte Directo
				Densidad del suelo	kg/cm ³	Ensayo de cono de Arena
	Clasificación del suelo	s/u	Ensayo Clasificación SUCS			
	Comportamiento Dinámico	Kramer; La propagación de la onda depende de la rigidez, la densidad, la amortiguación y características de los materiales [propias del suelo].	Se obtuvo coeficientes de rigidez del suelo por los modelos dinámicos de interacción suelo estructura propuestos por el PH.D Genner Villareal Castro.	Empotrado en la base de fundación	Ton/m ²	Modelo Dinámico de Interacción suelo estructura
				Modelo Barkan	Ton/m ²	
				Modelo Ilichev	Ton/m ²	
				Modelo Norma Rusa	Ton/m ²	

Matriz de Operacionalización de Variable dependiente						
Variable dependiente	Dimensiones	Definición Conceptual	definición Operacional	Indicadores	unidades	Instrumento
Comportamiento Estructural	subestructura	Alva; En los suelos puramente granulares tiene especial incidencia el tipo, forma y profundidad de la cimentación, así como su densidad relativa.	Se utilizó un software de modelamiento de cimentaciones (SAFE) para conocer el comportamiento de acuerdo a los datos reales ingresados del suelo arenoso	Asentamientos totales	cm	Software SAFE v16
				Presión en el suelo	kg/cm ²	
	superestructura	Gordillo; Interacción suelo estructura a la modificación del movimiento del terreno (en la base de la estructura) provocado por la presencia de la estructura	Se utilizó el software del ETABS, para el modelamiento de la estructura de acuerdo a los nuevos modelos dinámicos que considera la flexibilidad de la base y parámetros del suelo arenoso	periodo de vibración	s	software ETABS v16
				Distorsiones laterales	s/u	

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población:

La población muestral es el conjunto de seres con igual características. Por lo tanto la población de estudio viene a ser:

Todas las edificaciones de albañilería confinada de 5 pisos en la ciudad de Ventanilla.

2.3.2 Muestra:

La muestra refleja las características y propiedades como unidad de todo el conjunto poblacional. Se observó el sistema estructural evidente y significativo en el distrito. Por ende se escogió:

Una edificación de albañilería confinada de 5 pisos situado en la Manzana K lote 12 del AA. HH. Pesquero 1.

Según: INDECI (2010), en el Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la ocurrencia probable de un sismo de gran magnitud en el Distrito de Ventanilla, informa que

- Un 66% de las viviendas que han sido verificadas, están asentadas sobre terreno de Arena de gran espesor de fundación, lo que indica que no tiene un buen comportamiento estructural ante el sismo por ende **terreno cuya calidad es inapropiada para edificar.** (Pg. 24)
- El material predominante de la edificación es **de mampostería o albañilería confinada**, que sirvió como línea base para el análisis de las demás características de las edificaciones.
- Colapso de elementos estructurales se encuentran **3,245** edificaciones. (pg. 44)
- Debilitamiento por sobre carga; Se encuentran **836** edificaciones.(pg. 44)

2.3.3 Muestreo:

Según Álvarez C. Fundamentos de la metodología comenta que; el muestreo es una técnica importante para la investigación que significa encontrar una unidad representativa de todo la población. Siendo los tipo de muestreo: aleatorio simple, estratificado, muestreo intencionado y muestreo mixto. (2011).

En este caso la investigación **es no probabilística**, ya que la muestra fue designada de forma **intencional**.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Se realizó un registro visual de naturaleza cuantitativa, mediante los respectivos gráficos que contengan los ensayos y resultados del modelamiento, análisis y modelo con software.

2.4.1 Técnicas de recolección de datos:

Para la variable independiente, suelo arenoso se realizó

- Observación y análisis del Estudio de Mecánica de suelos (EMS) para obtener datos del terreno.

Para la variable dependiente, comportamiento estructural se realizó

- Experimentación con el instrumento software SAFE, ETABS para cimentación y sistema estructural respectivamente.
- Medición mediante cuadros comparativos para corroborar en el comportamiento estructural por las condiciones de cimentación y el tipo del suelo.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos son herramientas óptimas e indispensables para procesar, analizar y diseñar resultados de acuerdo a las fichas de recolección de datos.

- Ficha de capacidad admisible: Se manióbro, procesó, adjunto y reunió los datos de la Capacidad admisible del suelo de estudio. Específicamente ensayo de corte directo, granulométrico y clasificación por SUCS.
- Ficha de asentamientos totales: Se tomó los resultados del EMS, con ello se modelo el cimientamiento con el instrumento de software SAFE y se obtuvo asentamiento y presiones admisibles para las exigencias del proyecto.
- Ficha de desplazamientos laterales: Se usó como instrumento el ETABS para poder modelar la estructura, se obtuvo los periodos de vibración y desplazamientos laterales por piso.

2.4.3 Validez:

La validez es la relación veraz lógica del conjunto de resultados con respecto a los datos obtenidos. Utilizado para juzgar la calidad del diseño que se ejecutó de acuerdo a los parámetros de secuencia lógica.

Se realizó la validez de instrumentos mediante la supervisión por el juicio de expertos, tres expertos de acuerdo a la ficha de instrumentación.

Tabla 4. *Tabla de validez del instrumento*

Instrumento	Puntaje	ACEPTACION
	0.81 a 1.00	Muy Alta
	0.61 a 0.80	Alta
	0.41 a 0.60	Moderada
	0.21 a 0.40	Baja
	0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Bernal 2010

Por ende se obtuvo la siguiente tabla.

Tabla 5. *Validacion de instrumentos*

VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS																	
FICHA DE INSTRUMENTACION	DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE ALBAÑILERIA CONFINADA																
	FICHA DE CAPACIDAD PORTANTE	FICHA DE ASENTAMIENTOS TOTALES	FICHA DE PERIODOS Y DESPLAZAMIENTOS LATERALES														
VALIDEZ ALTA	<p>Fecha: 20/09/18.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Instrumento</th> <th>Puntaje</th> <th>ACEPTACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Ficha técnica de desplazamientos laterales</td> <td>0.81 a 1.00</td> <td>Muy Alta</td> </tr> <tr> <td>0.61 a 0.80</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td>0.41 a 0.60</td> <td>Moderada</td> </tr> <tr> <td>0.21 a 0.40</td> <td>Baja</td> </tr> <tr> <td>0.01 a 0.20</td> <td>Muy baja</td> </tr> </tbody> </table>			Instrumento	Puntaje	ACEPTACION	Ficha técnica de desplazamientos laterales	0.81 a 1.00	Muy Alta	0.61 a 0.80	Alta	0.41 a 0.60	Moderada	0.21 a 0.40	Baja	0.01 a 0.20	Muy baja
Instrumento	Puntaje	ACEPTACION															
Ficha técnica de desplazamientos laterales	0.81 a 1.00	Muy Alta															
	0.61 a 0.80	Alta															
	0.41 a 0.60	Moderada															
	0.21 a 0.40	Baja															
	0.01 a 0.20	Muy baja															
ESPECIALISTA	MG. Ing. BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL																
VALIDEZ ALTA	<p>Fecha: 24 - SET - 2018</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Instrumento</th> <th>Puntaje</th> <th>ACEPTACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Ficha técnica de desplazamientos laterales</td> <td>0.81 a 1.00</td> <td>Muy Alta</td> </tr> <tr> <td>0.61 a 0.80</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td>0.41 a 0.60</td> <td>Moderada</td> </tr> <tr> <td>0.21 a 0.40</td> <td>Baja</td> </tr> <tr> <td>0.01 a 0.20</td> <td>Muy baja</td> </tr> </tbody> </table>			Instrumento	Puntaje	ACEPTACION	Ficha técnica de desplazamientos laterales	0.81 a 1.00	Muy Alta	0.61 a 0.80	Alta	0.41 a 0.60	Moderada	0.21 a 0.40	Baja	0.01 a 0.20	Muy baja
Instrumento	Puntaje	ACEPTACION															
Ficha técnica de desplazamientos laterales	0.81 a 1.00	Muy Alta															
	0.61 a 0.80	Alta															
	0.41 a 0.60	Moderada															
	0.21 a 0.40	Baja															
	0.01 a 0.20	Muy baja															

ESPECIALISTA	MG. Ing. PINTO BARRANTES RAUL															
VALIDEZ ALTA	<p>4. Fecha: 20/09/18</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Instrumento</th> <th>Puntaje</th> <th>ACEPTACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Ficha técnica de asentamientos tolerables</td> <td>0.81 a 1.00</td> <td>Muy Alta</td> </tr> <tr> <td>0.61 a 0.80</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td>0.41 a 0.60</td> <td>Moderada</td> </tr> <tr> <td>0.21 a 0.40</td> <td>Baja</td> </tr> <tr> <td>0.01 a 0.20</td> <td>Muy baja</td> </tr> </tbody> </table>		Instrumento	Puntaje	ACEPTACION	Ficha técnica de asentamientos tolerables	0.81 a 1.00	Muy Alta	0.61 a 0.80	Alta	0.41 a 0.60	Moderada	0.21 a 0.40	Baja	0.01 a 0.20	Muy baja
Instrumento	Puntaje	ACEPTACION														
Ficha técnica de asentamientos tolerables	0.81 a 1.00	Muy Alta														
	0.61 a 0.80	Alta														
	0.41 a 0.60	Moderada														
	0.21 a 0.40	Baja														
	0.01 a 0.20	Muy baja														
ESPECIALISTA	MG. Ing. CASTAÑEDA VILCHEZ VICTOR															
INSTRUMENTO	SOFTWARE DE SAFE V16	SOFTWARE DE ETABS V16														
VALIDEZ DE APLICACIÓN PERFECTA	<p>SE APLICÓ CORRECTAMENTE EL USO DEL SOFTWARE POR EL TESISISTA CONSTATADO POR LA EMPRESA E&E CONSTRUCONSULT SAC</p> <p><i>Raul Pinto</i></p> <p>RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 51304 Especialista en Estructuras Celular: 995143312 Correo: raulpinto@cip.org.pe</p>															

Fuente: Elaboración Propia

2.4.4 Confiabilidad:

La confiabilidad es la exactitud del instrumento para medir cierto parámetro cuantitativo o cualitativo, según (Valderrama S. p.20).

Se obtuvo la Calibración de los Equipos:

- Certificado de Calibración por TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE de Tamices de 8 pulgadas de Bronce con numero de mallas n°200 a n°6.
- Certificado de Calibración LF-0055-2018- del Equipo de Corte Directo, Marca: PERU TEST SAC. MODELO: PT-CD-500

- Certificado de Calibración N° LB (881.2018) de Balanza Electrónica 6000 g. Marca OHAUS.

Se obtuvo certificación del CSI del Software ETABS v16 y SAFE v16:

- Certificado del CSI-COMPUTERS AND STRUCTURES, N° 29928-2008-AQ-ANAB, ACTUALIZADO. PARA LA APLICACIÓN, ANÁLISIS, Y DISEÑO DE ESTRUCTURA EN ETABS V16 Y CIMENTACIONES EN SAFE V16 CON ISO 9001:2015.

2.5 Métodos de análisis de datos

El método a utilizar para el análisis de datos es de tipo inferencial descriptivo, de manera se explicara mediante tablas comparativas y relacionar los resultados con la norma E-030 de sismo resistencia.

Modelo de análisis:

- Una edificación de albañilería confinada de 5 pisos con cimiento corrido en la base (edificación típica del lugar), para evaluar condiciones de análisis con empotramiento y flexibilidad en la base, para poder comparar los resultados de vibración, desplazamientos y asentamientos.

No se utilizó estadístico puesto que los resultados serán corroborados con la Norma Técnica Peruana de Sismo resistencia, por lo tanto es un análisis teórico-interpretativo, conjuntamente ayudado con tablas de comparaciones.

2.6 Aspectos éticos

Esta investigación fue la recopilación de muchos conocimientos citados a partir de fuentes necesarias. Como profesionales de la rama de ingeniería civil se desarrolló el tema de manera veraz y lógica, de manera que contribuye para los investigadores de realizar investigación responsable, ordenada y útil para la sociedad.

Se realizó a carta cabal la investigación ya que todos los documentos fueron certificados y validados por los ingenieros firme en su decisión y con el ímpetu de colaborar para este conocimiento universal de influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural.

III. RESULTADOS

3.1 Ubicación del proyecto

Ventanilla está ubicada en la zona Norte de la provincia constitucional del callao, teniendo como frontera por el norte con el distrito de ancón, este con el océano pacífico y por el oeste con el distrito de Puente piedra.

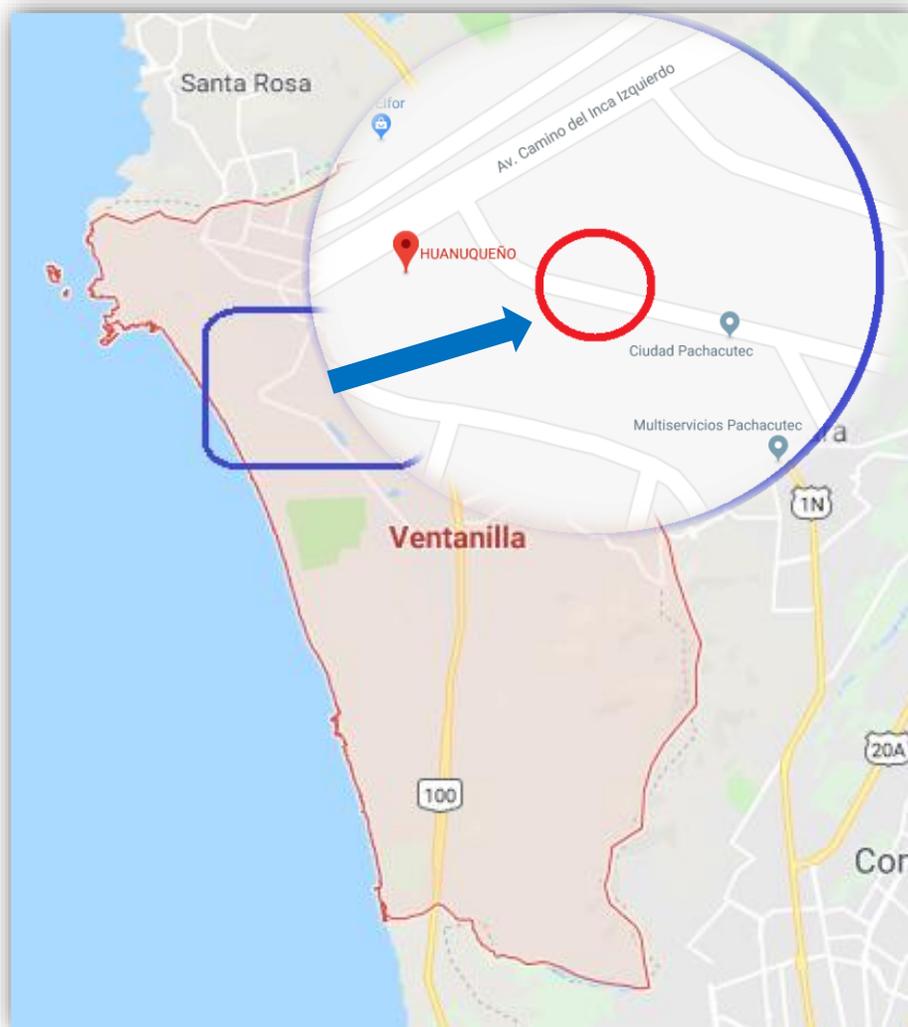


Figura 14. Ubicación geográfica del proyecto

El terreno está situado en el Asentamiento Humano Pesquero 1 del proyecto especial ciudad Pachacútec, Manzana K lote 12. La cual colinda con la avenida Caminos del Inca izquierdo y con la av. sin nombre paralela a la fachada.

3.2 Descripción de los modelos de estudio del proyecto:

A manera de explicar el fenómeno de influencia de suelo en el comportamiento estructural se aprecia.

Tabla 6. *Modelo de estudio del proyecto*

Se propuso dos modelos de estudio para conocer: La Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos.	
Subestructura: Modelamiento de la cimentación asignando las características del Balasto Rígido (M0).	Subestructura: Modelamiento de la cimentación asignando las características del Balasto del suelo arenoso (M1).
Superestructura: Empotramiento en la base de fundación de la estructura, catalogado como suelo rígido indeformable (M0).	Superestructura: Flexibilidad en la base de fundación de la estructura, considerando los modelos dinámicos de Barkan (M1), Ilichev(M2) y Norma Rusa(M3)

Fuente: Propia

3.3 Características Mecánicas del suelo:

Se realizó tres calicatas de profundidad de 2 metros en puntos específicos dentro del área del terreno de 180 m².

Se observó que el material en perfil estratigráfico tienen iguales características físico-mecánicas (ver anexos) por lo tanto se tomó, una muestra representativa de la calicata N°1.

Se llevó 20 kg para la realización de los siguientes ensayos:

- Clasificación (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS): NTP 339.134 (ASTM D 2487)
- Ensayo de cono de arena In situ: NTP 339.143 (ASTM D1556)
- Corte directo en laboratorio: NTP 339.171 (ASTM D3080)

Se obtienen tales resultados:

- Tipo de suelo: SP-SM (Arena pobremente gradada con limo)
- Contenido de humedad natural: 3.7 %
- Densidad unitaria: 1.472 gr/cm³
- Ángulo de fricción interna: 24.9°
- Cohesión: 0.12 kgf/cm²

Con los datos obtenidos del EMS se procede a encontrar la capacidad portante del suelo de fundación.

3.3.1 Cálculo de la capacidad de carga del suelo:

Se ha trabajado la obtención de la capacidad de carga del terreno de acuerdo al estudio del suelo mediante la inspección de calicatas, cabe señalar de antemano que en la exploración en campo no se encuentra Napa freática y será adjuntada en los anexos.

En la realización de la calicata se observó que hasta una profundidad de 2m es arena pobremente graduada por lo tanto la profundidad a cimentar la estructura estará a 1.2m del nivel superficial, por lo tanto el estrato de apoyo de la cimentación será una arena con capacidad admisible baja.

La capacidad admisible que porta el suelo se ha calculado con las fórmulas de Terzaghi y Peck (1967), con la ayuda de los aportes de Vesic (1971). Debido que tomó los factores de carga, forma, factores de seguridad sin la existencia de Napa freática, correspondientes para cimentaciones superficiales.

Según Terzaghi y Peck:

$$q_{ultima} = \xi_c * C * N_c + 1/2 * \gamma * \xi_\gamma * B * N_\gamma + \xi_q * \gamma * D_f * N_q \dots (1)$$

$$q_{admisible} = q_{ultima} / F.S.$$

Para la edificación de albañilería confinada se tomó la capacidad de carga del suelo para cimiento corrido ya que es el tipo de cimentación que recibe las cargas de los muros portantes y son menores en comparación al tipo de cimiento por zapatas.

Para un Cimiento Corrido:

Tabla 7. Capacidad portante del suelo.

Factor de Seguridad Fs =	2.50	s/u
Peso Volumétrico γ =	14.44	KN/m ³

Profundidad de Cimentación Df =	1.20	m
Ángulo de Fricción Interna ϕ =	24.90	°
Cohesión c =	0.00	kPa
Ancho de la Cimentación B =	0.50	m
Largo de la Cimentación L =	1.00	m
Coef. de Capacidad de Carga Nc =	20.58	s/u
Coef. de Capacidad de Carga Nq =	10.55	s/u
Coef. de Capacidad de Carga N γ =	10.74	s/u
Factor de Forma ξ_c =	1.26	s/u
Factor de Forma ξ_q =	1.23	s/u
Factor de Forma ξ_γ =	0.80	s/u
q Admisible =	1.05	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Consecuentemente se procede a encontrar las propiedades elásticas del suelo arenoso.

3.3.2 Módulo de Elasticidad del suelo de fundación y el módulo de poisson:

El módulo de elasticidad que se obtendrá será con relación directa al tipo del suelo de la muestra.

Aunque muchas veces es hallada con el ensayo triaxial de esfuerzo vs deformación.

Tabla 8. *Módulo de elasticidad del suelo por tipo de suelo*

TIPO DE SUELO	Es (ton/m ²)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300
BLANDA	200 - 400
MEDIA	450 - 900
DURA	700 - 2000
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250
SUELOS GRACIARES	1000 - 16000
LOESS	1500 - 6000
ARENA LIMOSA	500 - 2000
ARENA : SUELTA	1000 - 2500
DENSA	5000 - 10000
GRAVA ARENOSA : DENSA	8000 - 20000
SUELTA	5000 - 14 000
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000
LIMOS	200 - 2000

Fuente: Jorge Alva, diseño de cimentaciones superficiales.

Debido a que el tipo de suelo es una arena limosa se selecciona como característica elástica del suelo igual a 2000 Ton/m² o 200kg/cm², las cuales reflejan propiamente los resultados promedios de numerosas muestras representativas.

Tabla 9. *Módulo de Poisson del suelo Arenoso de grano fino*

TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA: SATURADA	0.4 – 0.5
NO SATURADA	0.1 – 0.3
ARENOSA	0.2 – 0.3
LIMO	0.3 – 0.35
ARENA : DENSA	0.2 – 0.4
DE GRANO GRUESO	0.15
DE GRANO FINO	0.25
ROCA	0.1 – 0.4
LOESS	0.1 – 0.3
HIELO	0.36
CONCRETO	0.15

Fuente: Jorge Alva de diseño de cimentaciones superficiales.

De igual manera se escogió el módulo de poisson igual a 0.25 tomado como referencias el tipo de suelo arena limosa de grano fino del Ingeniero Galicia en su tesis de Interaccion suelo-estructura.

3.3.3 Coeficiente de Balasto:

Refleja un colchón de resorte para un asentamiento esperado, llamado también módulo de Winkler (k₃₀), debido que es un ensayo que aplica cargas verticales de sección 30cm x 30cm. Para este proyecto no se realiza el ensayo de placa de carga por ende se realizara un relación directa con la fórmula.

Comprobación con la fórmula Braja Das:

$$k = \frac{E}{B(1 - u^2)} = \frac{200}{120(1 - .25 * .25)} = 1.78 \text{ kg/cm}^3$$

- K = Modulo de Balasto vertical o colchón de resorte (kg/cm³)
- B = Espesor del estrato (cm)
- E = módulo de Elasticidad (kg/cm²)
- u = relación de Poisson del suelo

3.4 Coeficientes de rigidez de la base de fundación por los modelos dinámico de Interaccion suelo-estructura:

Para los cuatro modelos se generó los coeficientes de rigidez para resortes puntuales, ya que el modelamiento del ETABS genera puntos de Interacción del suelo a lo largo del muro portante que viene a ser idealizada como la reacción que ejerce el cimiento corrido para los muros.

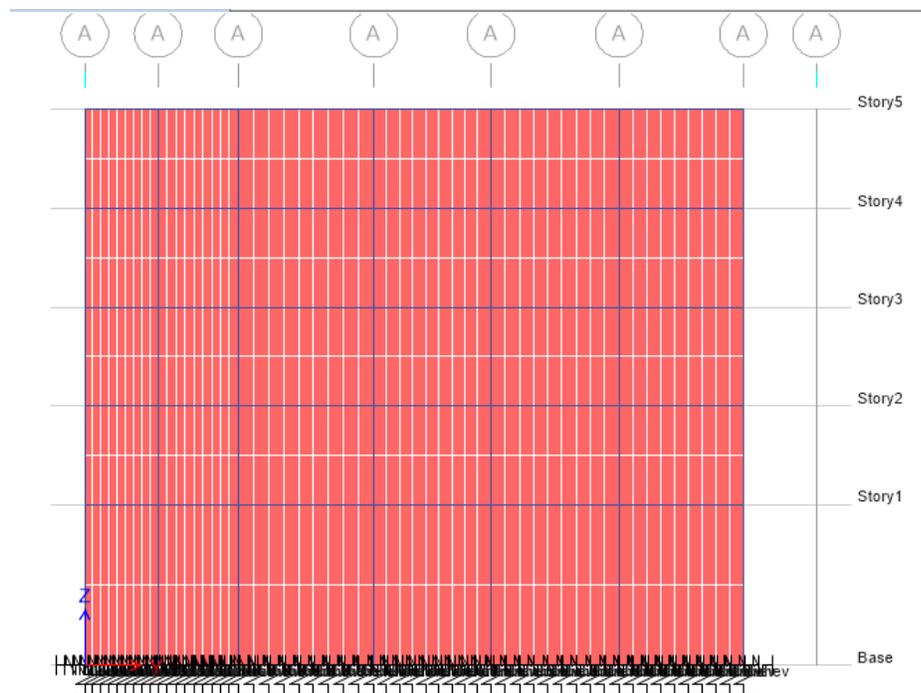


Figura 15. Reacción de los resortes idealizados en muros de albañilería confinada

El área de resorte puntual designada es de 3.5 m de largo escogida como el representativo de los 20 muros portantes con espesor del muro de 13 cm por ser el ancho efectivo para el análisis.

Esta metodología fue efectuada por el Bachiller Niik Deby Gamarra Gómez en su tesis Análisis de la Interaccion sísmica suelo-estructura en edificaciones de albañilería estructural.

3.4.1 Modelo dinámico Barkan-Savinov:

Basado en la Interaccion de la cimentación con la base de fundación en forma de proceso establecido de vibraciones forzadas (estacionario lo que asume críticas al considerar el análisis sísmico de edificaciones como ondulatorio). Genner Villareal en su libro de interacción sísmica zapata suelo-estructura.

Del estudio de mecánica de suelos se obtuvo $C_0=1.4 \text{ gr/cm}^3$ que representa el **peso específico del suelo** la cual se realizó con el ensayo de cono de arena insitu.

Tabla 7. Valores C_0 con Modelo Barkan para cada tipo de suelo.

Tipo de perfil	Característica de la base de fundación	Suelo	$C_0 (\text{kg/cm}^3)$
S1	Roca o suelos muy rígidos	Arcilla y arena arcillosa dura ($I_L < 0$)	3,0
		Arena compacta ($I_L < 0$)	2,2
		Cascajo, grava, canto rodado, arena densa	2,6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica ($0,25 < I_L \leq 0,5$)	2,0
		Arena plástica ($0 < I_L \leq 0,5$)	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
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad ($0,5 < I_L \leq 0,75$)	0,8
		Arena plástica ($0,5 < I_L \leq 1$)	1,0
		Arenas polvorosa, 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

Fuente: Interacción suelo-estructura con zapata de Genner V.

Calculo de la presión estática en un muro portante por la acción del peso total de la estructura.

El peso total de la estructura es de 868.608 toneladas sacadas del ETABS V16.

$$\rho_0 = \frac{868\ 608}{20 * 13 * 350} = 9.545 \text{ Kg/cm}^2$$

Se utiliza la fórmula 2.7, (Villareal G. p 30)

$$D_0 = \frac{1 - \mu}{1 - 0,5\mu} \cdot C_0$$

$$D_0 = \left(\frac{1 - 0.25}{1 - 0.5 * 0.25} \right) * 1.4 = 1.2 \text{ Kg/cm}^3$$

Fórmula 2.6 (Villareal G. p 30)

$$\begin{aligned}
 C_x &= D_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\
 C_z &= C_0 \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\
 C_{\varphi_x} &= C_0 \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \\
 C_{\varphi_y} &= C_0 \left[1 + \frac{2(b+3a)}{\Delta A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}
 \end{aligned}$$

$$C_z = 1.4 \left(1 + \left(2 * \frac{3.63}{1 * 0.455} \right) \right) x \sqrt{\frac{9.545}{1.2}} * 1000 = 63\,002 \text{ T/m}^3$$

$$C_{x;y} = 1.2 \left(1 + \left(2 * \frac{3.63}{1 * 0.455} \right) \right) x \sqrt{\frac{9.545}{1.2}} * 1000 = 54\,002 \text{ T/m}^3$$

$$C_{\vartheta x;y} = 1.4 \left(1 + \left(2 * \frac{(3.5 + 3 * 0.13)}{1 * 0.455} \right) \right) x \sqrt{\frac{9.545}{1.2}} * 1000 = 71\,462 \text{ T/m}^3$$

Determinamos los coeficientes de rigidez:

Fórmula 2.4, (Villareal G. p 30)

$$\begin{aligned}
 K_x &= K_y = C_x A \\
 K_z &= C_z A \\
 K_{\varphi_x} &= C_{\varphi_x} I_x \\
 K_{\varphi_y} &= C_{\varphi_y} I_y
 \end{aligned}$$

$$K_z = 63\,002 * 0.455 = 28\,666 \text{ T/m}$$

$$K_{x;y} = 54\,002 * 0.455 = 24\,571 \text{ T/m}$$

$$K_{\vartheta x;y} = 71\,462 * \left(3.5 * \frac{0.13^3}{12} \right) = 45.80 \text{ T/m}$$

3.4.2 Modelo dinámico V.A. Ilichev:

Se determinó las velocidades de propagación de las ondas longitudinales y transversales respectivamente, basado esta ley desde el punto de vista de semiespacio elástico o características elasto-plásticas del suelo.

Se ingresó datos importantes del suelo como el módulo de elasticidad de la arena que es 2000t/m² y la densidad del suelo 1.5 ton/m³, para la fórmula 2.15, (Villareal G. p 32)

$$C_1^2 = \frac{(1 - \mu).E}{(1 + \mu).(1 - 2\mu).\rho}$$

$$C_2^2 = \frac{E}{2.(1 + \mu).\rho}$$

$$C1 = \sqrt{\frac{(1 - .25) * 2000 * 10}{(1 + 0.25)(1 - 2 * 0.25)1.5}} = 126.5 \text{ m/s}$$

$$C2 = \sqrt{\frac{20000}{2(1 + 0.25)1.5}} = 73 \text{ m/s}$$

Se señala que para todo el análisis Interaccion del suelo-estructura se trabaja fundamentalmente con las velocidades de ondas transversales igual a 73m/s y hacer un contraste con la norma técnica peruana E-0.30, que clasifica al suelo tipo S3 con velocidades de ondas cortantes Vs menores a 180m/s.

Se utilizó las tablas 2.1 y 2.2 de los parámetros de masa, rigidez y amortiguamiento de acuerdo al módulo de poisson.

Tabla 8: *Módulo de Poisson igual a 0.25 extraído del EMS*

	Dirección "x" e "y"					Dirección "z"					Giro en "x" e "y"				
μ	bo_1	bo_2	Ko_1	Ko_2	mo	bo_1	bo_2	Ko_1	Ko_2	mo	bo_1	bo_2	Ko_1	Ko_2	mo
0.25	3.10	5.20	12.40	7.60	1.80	5.34	6.21	21.80	7.50	2.80	1.36	1.60	5.60	7.50	1.00
	Dirección "x" e "y"					Dirección "z"					Giro en "x" e "y"				
μ	b_{11}	b_{12}	K_{11}	K_{12}	m_1	b_{11}	b_{12}	K_{11}	K_{12}	m_1	b_{11}	b_{12}	K_{11}	K_{12}	m_1
0.25	0.53	0.75	2.09	1.53	0.28	0.87	2.88	3.56	2.88	0.56	0.22	0.12	1.16	1.34	0.12

Fuente: Genner Villareal Castro para la Interaccion con el cimiento.

Se determina los coeficientes K_{z1} y K_{z2} , con datos de ángulo de fricción $\phi=24.9^\circ$ extraído del EMS y el coeficiente idealizado para esta metodología ($\alpha= 1m$).

$$K_{z1} = 21.8 + 3.56 * tg24.9^\circ * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{1}} = 22.91$$

$$K_{z2} = 7.50 + 2.88 * tg24.9^\circ * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{1}} = 8.84$$

Coeficiente equivalente K_z , con la fórmula 2.13, (Villareal G. p 31)

$$K = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$$

$$K_z = \frac{22.91 * 8.84}{22.91 + 8.84} = 6.38$$

Se determinó el valor del coeficiente de rigidez de compresión elástica uniforme

$$K_z = 73^2 * 0.15 * 6.38 * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{\pi}} = 1\,940.8 \text{ tn/m}$$

Análogamente calculamos los coeficientes de K_{x1} y K_{x2} , Angulo de fricción $\phi=24.9^\circ$ y $\alpha= 1m$

$$K_{x1} = 12.4 + 2.09 * tg24.9^\circ * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{1}} = 13.1$$

$$K_{x2} = 7.60 + 1.53 * tg24.9^\circ * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{1}} = 8.11$$

Coeficiente equivalente K_x la cual será la suma de los dos coeficientes calculados anteriormente

$$K_x = 13.1 + 8.11 = 21.21$$

Se determinó el coeficiente de rigidez de desplazamiento elástico uniforme

$$K_x = 73^2 * 0.15 * 21.21 * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{\pi}} = 6452.21 \frac{tn}{m} = K_y$$

Se determinó los coeficientes $K_{\theta 1}$ y $K_{\theta 2}$, el Angulo de fricción $\phi=24.9^\circ$ y $\alpha=1m$

$$K_{\theta 1} = 5.6 + 1.16 * tg24.9^\circ * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{1}} = 5.96$$

$$K_{\theta 2} = 7.50 + 1.34 * tg24.9^\circ * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{1}} = 7.92$$

Coficiente equivalente K_{θ} , nuevamente con la fórmula 2.13, (Villareal G. p 32)

$$K = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$$

$$K_{\theta} = \frac{5.96 * 7.92}{5.96 + 7.92} = 3.4$$

Se determinó el valor del coeficiente de rigidez de compresión elástica no uniforme

$$K_{\theta x; y} = 73^2 * 0.15 * 3.4 * \left(\sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{\pi}} \right)^3 = 149.8 \text{ tn/m}$$

Para este proyecto no se adjunta las características de amortiguamiento $B(x, y, z, \theta)$ debido que no se ingresa en el análisis con ETABS.

En seguida se calcula las masas inerciales, ya que existen vibraciones rotacionales alrededor del eje vertical, por lo tanto se calcula el momento de inercia de la masa del cimiento corrido en eje z:

$$m_z = 2.8 + 0.56 * tg24.9^\circ * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{1}} = 2.98$$

$$m(x; y) = 1.8 + 0.28 * tg24.9^\circ * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{1}} = 1.89$$

$$m\vartheta(x; y) = 1.0 + 0.12 * tg24.9^\circ * \sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{1}} = 1.04$$

Se calculó las masas inerciales, con la fórmula 2.11 y 2.12, (Villareal G. p 32)

$$M_{X(z)} = \rho.a^3.m_{X(z)} \quad M_\theta = \rho.a^5.m_\theta$$

$$M(x; y) = 0.18 * \left(\sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{\pi}} \right)^3 * 1.89 = 0.02 \left(\frac{Ts^2}{m} \right)$$

$$M(z) = 0.18 * \left(\sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{\pi}} \right)^3 * 2.98 = 0.03 \left(\frac{Ts^2}{m} \right)$$

$$M\vartheta(x; y) = 0.18 * \left(\sqrt{\frac{3.5 * 0.13}{\pi}} \right)^5 * 1.04 = 0.01 \left(\frac{Ts^2}{m} \right)$$

Estas masas debidas que están en el rango de centésimas no ejercen ninguna variación en los resultados.

3.4.3 Modelo dinámico Norma Rusa:

Este modelo relaciona un parámetro de Bo=1.0 para arena y la trabaja para áreas relativas a 10m2 con respecto al contacto de la cimentación para hallar el coeficiente de compresión elástica uniforme, con la fórmula 2.17 (Villareal G. p 32)

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

$$Cz = 1.0 * 2000 * \left(1 + \sqrt{\frac{10}{3.5 * 0.13}} \right) = 11\ 376.14 \text{ tn/m}^3$$

Se calculó los coeficientes de desplazamientos elástico uniforme:

$$Ck; y = 0.7 * 11\ 376.14 = 7\ 963.30 \text{ tn/m}^3$$

Compresión elástica no uniforme:

$$C\vartheta k; y = 2.0 * 11\ 376.14 = 22\ 752.28\ tn/m^3$$

Desplazamiento elástico no uniforme:

$$C\vartheta z = C_z = 11\ 376.14\ tn/m^3$$

Se calculó los coeficientes de desplazamientos y giros:

$$K_z = 11\ 376.14 * 0.455 = 5\ 176.14\ tn/m$$

$$K_k; y = 7\ 963.30 * 0.455 = 3\ 623.30\ tn/m$$

$$K\vartheta k; y = 22\ 752.28 * \frac{3.5 * 0.13^3}{12} = 14.58\ tn/m$$

$$K\vartheta z = 11\ 376.14 * \left(\frac{0.13 * 3.5^3}{12} + \frac{3.5 * 0.13^3}{12} \right) = 5\ 291.27\ tn/m$$

Resumen de coeficientes de rigidez:

Tabla 10. Resumen de datos de resortes del suelo.

	Resortes Barkan	Resortes Ilichev	Resortes Norma Rusa
$K_{x; y}$	24 571 T/m	6 452.21 T/m	3 623.30 <i>tn/m</i>
K_z	28 666 T/m	1 940.8 <i>tn/m</i>	5 176.14 <i>tn/m</i>
$K\vartheta_{x; y}$	45.80 T/m	149.8 T/m	14.58 <i>tn/m</i>
$K\vartheta_z$	----- -	-----	5 291.27 <i>tn/m</i>

Fuente: Elaboración propia

3.5 Modelamiento de la subestructura de la edificación:

Se trabajó los datos del cimiento con el software de Safe v16

Zapata

- $f''c=210\text{kg/cm}^2$
- Área: $1\text{m}\times 1\text{m}$
- Espesor de zapata: 0.60m con $Df: 1.2\text{m}$

Cimiento Corrido

- $F''c=175\text{kg/cm}^2$
- Ancho: 0.50 con $Df: 1.2\text{m}$
- Espesor de 0.8m

Viga de cimentación

- $Fc=210\text{kg/cm}^2$
- Sección: $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$
- A todos los elementos se le define (slab properties), con sus respectivas propiedad de materiales.
- Se dibuja de acuerdo a las distribuciones áreas del plano de cimentación.

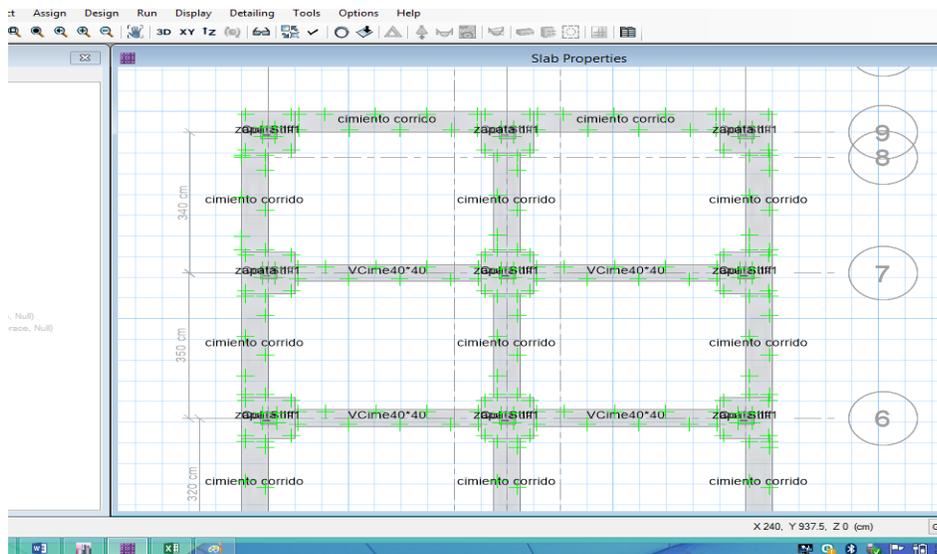


Figura 16. Vista en planta del plano de cimentación en SAFEv16

Asignación de cargas de superficie:

Carga Viva (CV):

Para la zapata, cimiento corrido y vigas de cimentación: 0.5 Ton/m^2 , según la NTP.

Carga muerta (CM):

Para la zapata: $1.5 \text{ ton/m}^3 \times 0.6\text{m} = 0.9 \text{ ton/m}^2$

Para el cimiento corrido: $1.5 \text{ tn/m}^3 \times 0.4\text{m} = 0.6 \text{ tn/m}^2$

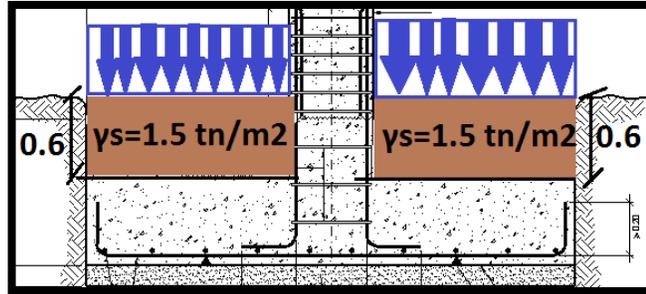


Figura 17. Carga distribuida sobre la zapata

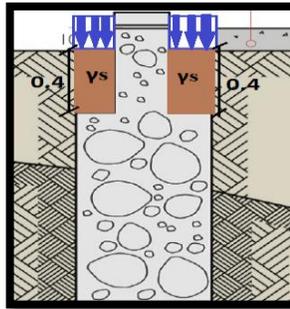


Figura 18. Carga distribuida sobre cimiento corrido

- Para la viga de cimentación: $1.5 \text{ ton/m}^3 * 0.2\text{m} = 0.3 \text{ ton/m}^2$

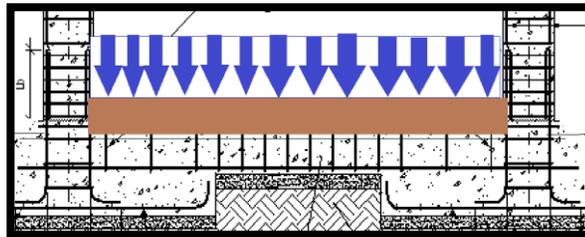


Figura 19. Carga distribuida sobre la viga de cimentación

Además se encontró la carga superficial transmitida por el peso de la edificación:

Peso de la edificación hallada por el ETABS baja la carga de peso propio: 725.00 Ton.

Área de zapatas: $1\text{m} * 1\text{m} * 18 \text{ unid.} = 18 \text{ m}^2$

Área de vigas de cimentación: $0.4\text{m} * 4.5\text{m} * 10 \text{ unid.} = 18 \text{ m}^2$

Área de cimientos corridos: $.5\text{m} * 2.55\text{m} * 20 \text{ unid.} = 25.5 \text{ m}^2$

Área total de todos los elementos de cimentación: $18\text{m}^2 + 18\text{m}^2 + 25.5\text{m}^2 = 61.5 \text{ m}^2$

Por lo tanto la carga superficial signada al SAFE es de: $725\text{ton.} / 61.5\text{m}^2 = 11.8 \text{ Tn/m}^2$

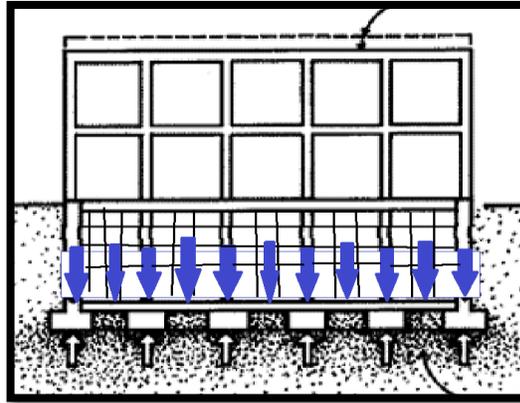


Figura 20. Carga distribuida de la edificación sobre la cimentación

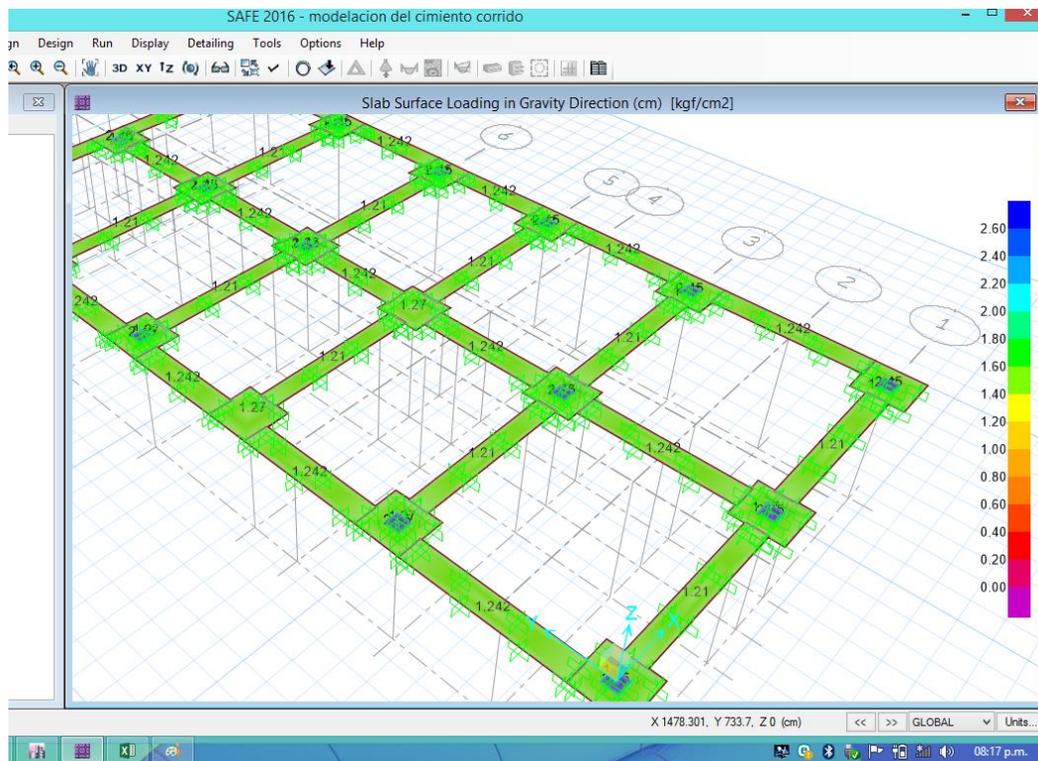


Figura 21. Asignación de cargas superficiales en el software SAFE.

3.6 Modelo de suelo rígido (M₀):

Se comparó los asentamientos y presiones en el suelo de fundación para el cimiento corrido y se asignó el módulo de balasto de un suelo denso.

Según la tabla de Terzaghi el K₃₀ para una Arena compacta, seca o húmeda se estima el valor de 9 Kg/cm³=9000Tn/m³.

Tabla 11. Valores de coeficiente de balasto realizadas por Terzaghi.

Valores de k30 propuestos por Terzaghi			
Tipos de suelo			K30 max
Arena seca o húmeda	Suelta	0,64	1,92
	Media	1,92	9,6
	Compacta	9,6	32
Arena sumergida	Suelta		0,8
	Media		2,5
	Compacta		10
Arcilla	qu=1-2 kg/cm ²	1,6	3,2
	qu=2-4 kg/cm ²	3,2	6,4
	qu>4 kg/cm ²	>6,4	

Fuente: Alva H. en diseño de cimentaciones

De igual manera se seleccionó toda la cimentación y se asignó (soil properties).

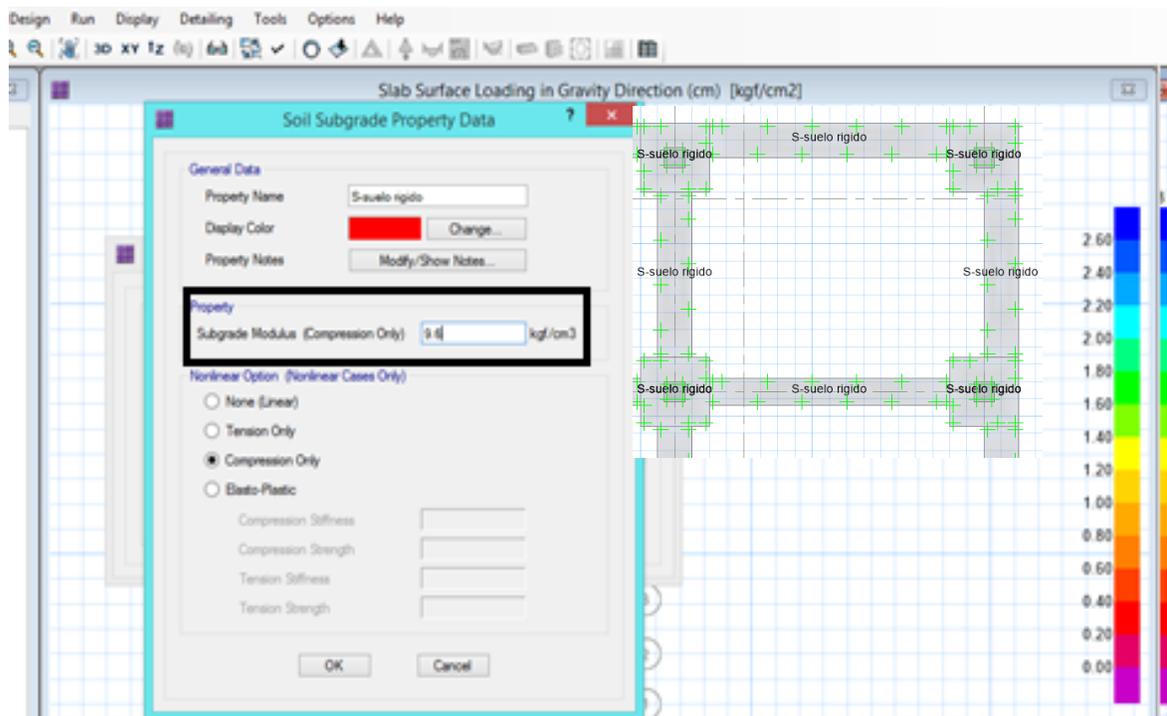


Figura 22. Creación de la propiedad del suelo rígido

3.6.1 Resultados del modelo suelo rígido (M0):

Se corre el programa, se obtiene como primer parámetro los asentamientos totales ocasionados por la densidad del suelo por encima de los cimientos.

De igual manera se ejecuta el programa y se obtiene los asentamientos totales, las cuales son mucho menores.

Tabla 12. Asentamientos para suelo rígido por paneles

Asentamiento por cargas de servicio para suelo rígido (M0)				
Panel	Casos de carga	Uz	X	Y
Text	Text	cm	cm	cm
1	servicio	-0.16	0.00	15.00
2	servicio	-0.15	0.00	263.33
3	servicio	-0.15	0.00	435.00
4	servicio	-0.15	0.00	740.00
5	servicio	-0.15	0.00	1095.00
6	servicio	-0.16	0.00	1445.00
7	servicio	-0.16	0.00	1740.00
8	servicio	-0.16	0.00	1785.00
9	servicio	-0.16	15.00	1850.00
10	servicio	-0.15	425.00	156.67

Fuente: Elaboración propia

Se observó que los asentamientos en el suelo rígido están en orden de 0.16 cm propias de un suelo rígido a las cuales se le asignaron las propiedades del coeficiente de balasto vertical ocasionado por el colchón de resorte de 1.2m de espesor de cimentación, y característica elásticas de poisson y módulo de elasticidad.



Figura 23. Presiones representativas en toda la distribución de elementos.

Se estimó hipotéticamente que el tipo de suelo rígido la capacidad portante aborda los 4kg/cm², por lo tanto son menores a la presión del suelo con rango 1.4 kg/cm² ocasionado por cargas de servicio del hotel de 5 pisos de albañilería.

3.7 Modelo del suelo arenoso (M1):

Se seleccionó toda la cimentación y se asignó propiedad del suelo (soil properties) con el valor del módulo de Balasto igual a 1.78kg/cm³ o 1780 ton/m³.

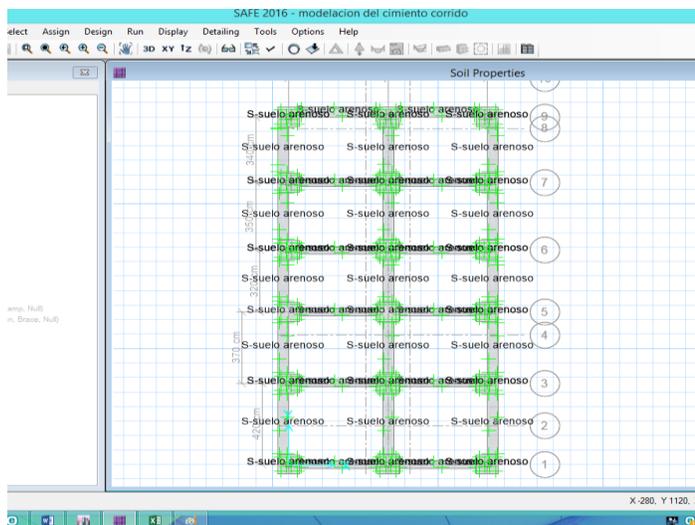


Figura 24. Creación del resorte de área como propiedad del suelo arenoso.

3.7.1 Resultados de asentamiento y presiones para el suelo arenoso (M1):

Se reconoció que el suelo arenoso generó asentamientos inmediatos al término de la construcción y serán consideradas las totales.

Tabla 13. Asentamientos totales para el suelo arenoso ubicados por paneles.

TABLE: Asentamientos por carga de servicio para el suelo arenoso (M1)				
Panel	Caso de carga	Uz	X	Y
Text	Text	cm	cm	cm
1	servicio	-0.84	0.00	15.00
2	servicio	-0.83	0.00	263.33
3	servicio	-0.83	0.00	435.00
4	servicio	-0.82	0.00	740.00
5	servicio	-0.83	0.00	1095.00
6	servicio	-0.84	0.00	1445.00
7	servicio	-0.85	0.00	1740.00
8	servicio	-0.85	0.00	1785.00
9	servicio	-0.85	15.00	1850.00
10	servicio	-0.81	425.00	156.67

Fuente: Elaboración Propia

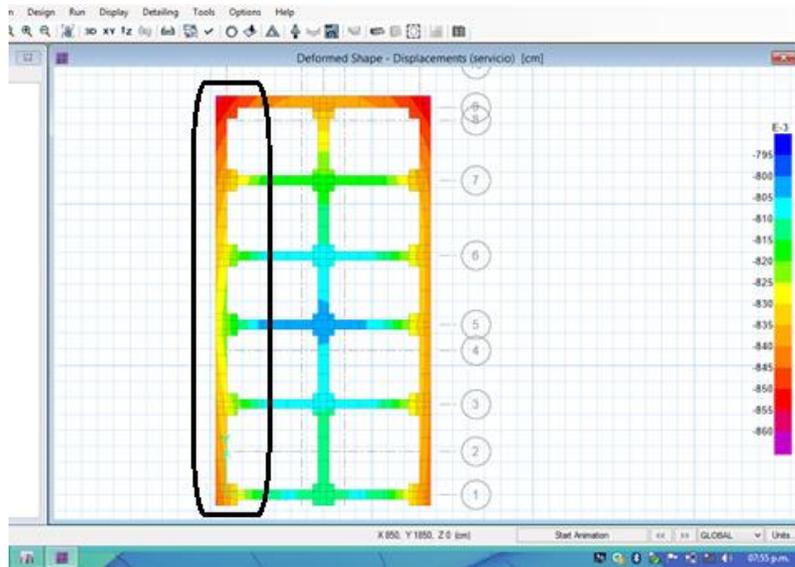


Figura 25. Asentamientos del SAFE por cargas de servicio sobre el suelo arenoso.

Se observó que el asentamiento total del suelo arenoso está en orden de 0.8 cm las cuales refleja un asentamiento permisible para la construcción de un hotel de 5 pisos de albañilería confinada, ya que es menor de 2.54 cm que espera como máximo descrita por muchos autores de mecánica de suelos (Villalaz, p.54).

Además se encontró las presiones en el suelo para comprobar con la capacidad portante de 1.05 kg/cm², hallada en la tabla 7.

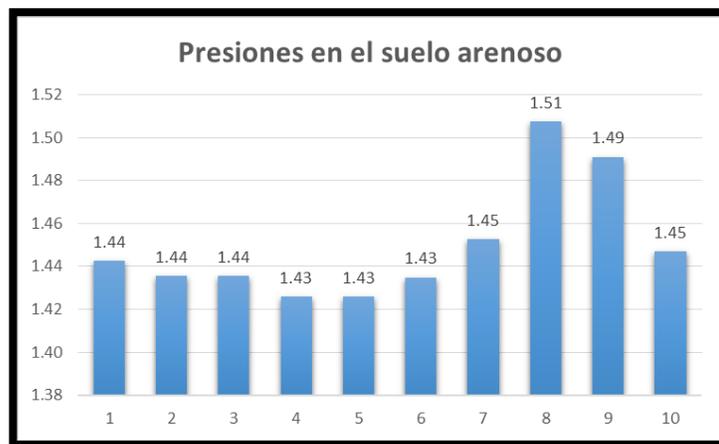


Figura 26. Presiones del suelo situadas en los paneles.

Se obtuvo presiones de orden 1.5 kg/cm² en el suelo con tales características de cimentación y cargadas para la superestructura de 5 pisos las cuales evidencias que el suelo está sobrecargada ya que la capacidad portante es de 1.05kg/cm².

3.8 Modelamiento de la superestructura de la edificación:

Paso 1. Creación de la distribución arquitectónica:

Se realizó el dibujo con el software del ETABS de acuerdo a los planos del edificio (anexos), está constituido en el primer piso por una cochera y un área libre para restaurante, en el segundo piso hasta el 5to piso; por 16 dormitorios, 4 por piso, respectivamente con su baño.

- Número de pisos: $n=5$
- Altura de piso a techo: 1er piso: $h=3.2$ m y 2, 3, 4 y 5to piso. $h=2.70$ m
- Espesor de losa aligerada: $e=0.20$ m
- Espesor de muros de Albañilería: $t=13$, cm

Paso 2. Asignación de características de la edificación

Albañilería con ladrillo clase V solidos (30% de huecos) tipo King Kong de arcilla

- Módulo de elasticidad (E_m) del muro de albañilería: 32500 kgf/cm²
- Módulo de corte G_m : $500*65$ kg/cm²
- Módulo de Poisson V : 0.25

Paso 3. Elementos estructurales de concreto armado y

- Resistencia nominal a compresión f'_c : 210 kgf/cm²
- Corrugado, grado 60 f'_y : 4200 kg/cm²
- Módulo de elasticidad E_c : $15000*\sqrt{210}$ kgf/cm²
- Módulo de Poisson V : 0.20

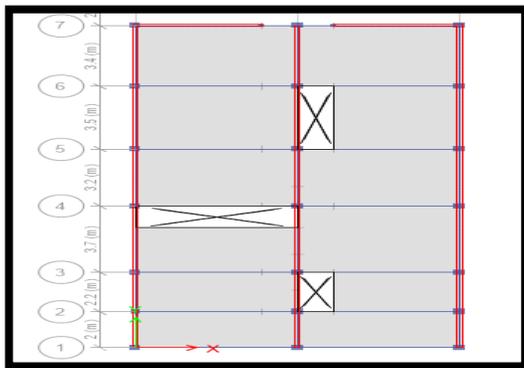


Figura 27. Creación de la planta típica de la edificación de 5 pisos desarrollada en ETABS

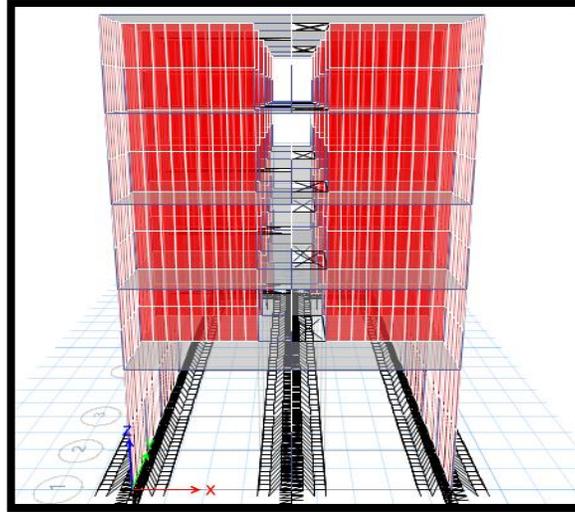


Figura 28. Edificación de 5 pisos de albañilería confinada extraída del ETABS

Paso 4. Asignación de patrones de carga de la edificación:

- Peso propio: Calculo automático
- Carga muerta por tabiquería y piso: 200 kg/m²
- Carga viva: 200 Kg/m²
- Carga Viva de techo: 100 Kg/m²
- Sismo Estático X - Sismo Estático Y:

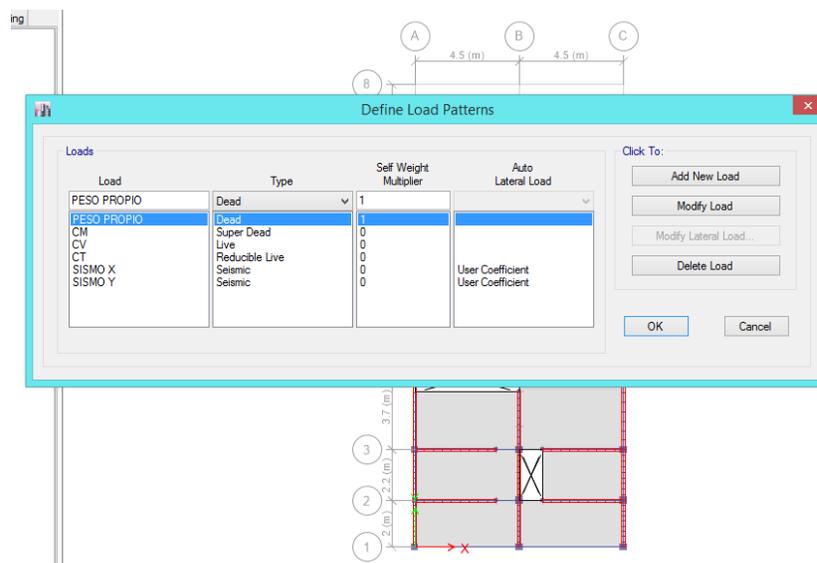


Figura 26. Definición de patrones de carga

Paso 5. Creación de mass source para peso de la edificación:

- 100 % para peso propio.
- 25 % para carga viva según la norma para vivienda unifamiliar.
- 25 % para carga viva de techo según la norma para vivienda unifamiliar.
- Adicionalmente a los pasos se le aplicó brazos rígidos a las columnas y vigas al 50% para poder cumplir las condiciones de rigidez. Se asignó diafragma rígido en todos los pisos,

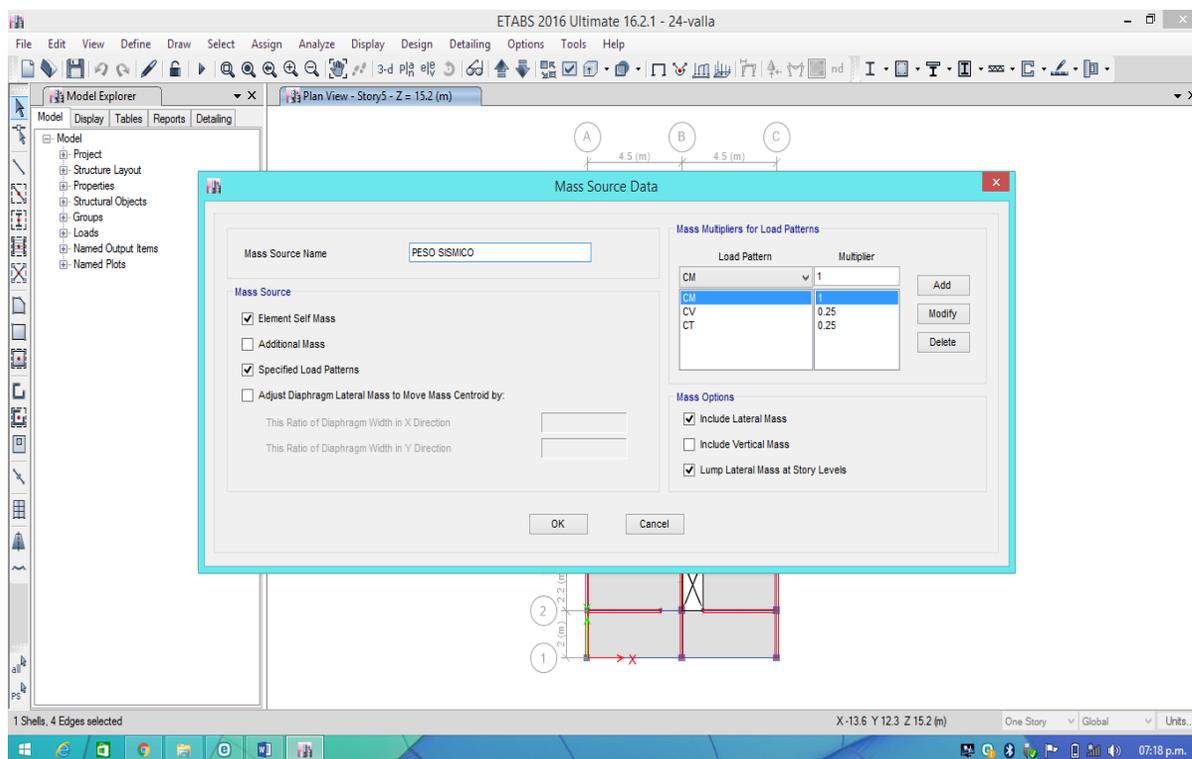


Figura 29. Establecimiento de masas para el cálculo del peso de la edificación

Paso 6. Definición del espectro de respuesta de la edificación por la NTP E-030:

Parámetros sísmicos

- Factor de zona: $Z=0.45$
- Factor de amplificación de suelo para suelo blando: $S=1.10$
- Factor de uso de Edificación: $U=1.00$ (hotel)
- Factor que defina la plataforma del espectro: $T_p=1.0$ $T_l=1.6$
- Factor de reducción: $R_x=8.00$, pórticos de concreto $R_y=3.00$, Albañilería confinada.
- Amortiguamiento de la estructura igual a 5%

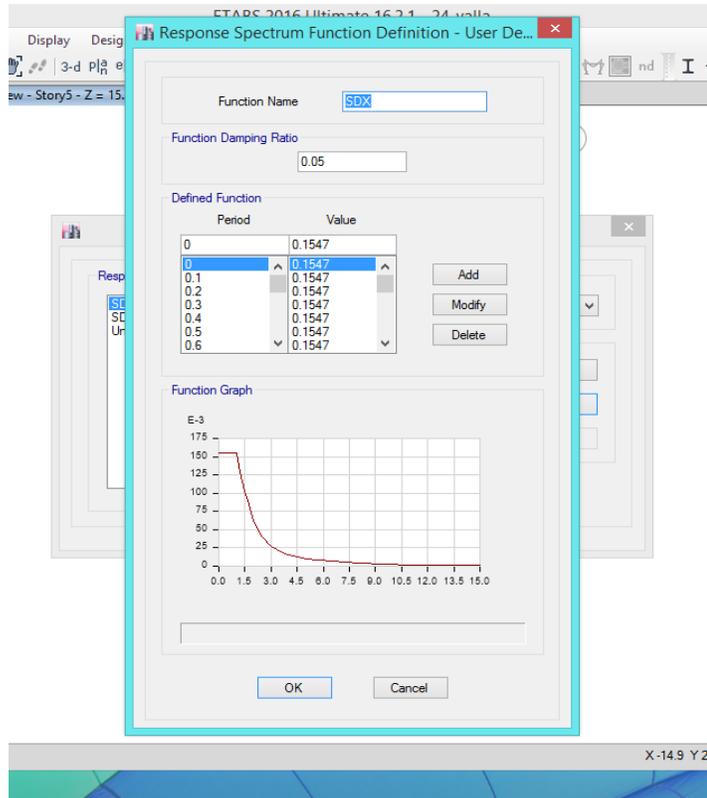


Figura 30. Espectro de pseudoaceleraciones en X-X

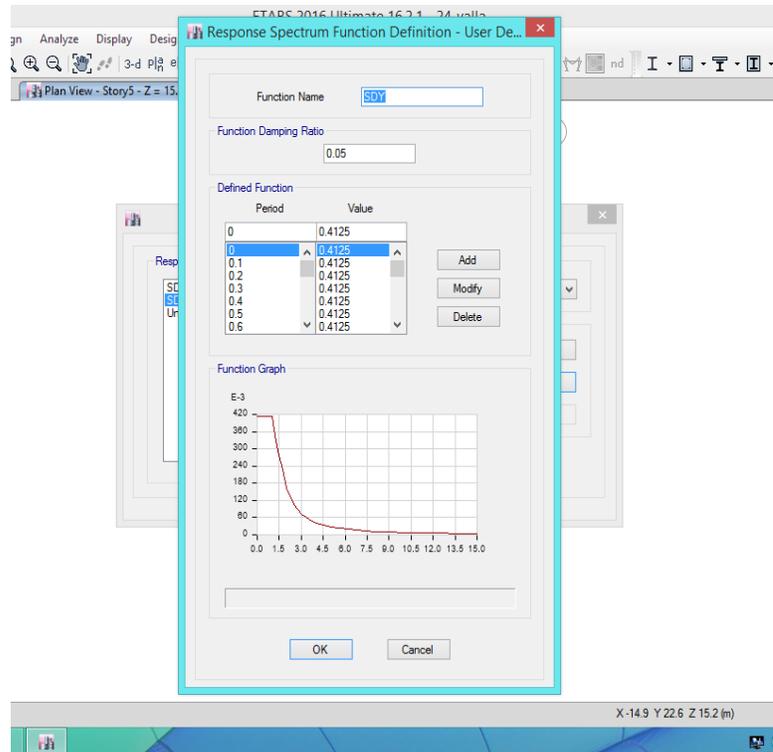


Figura 31. Definición del Espectro de pseudoaceleraciones en Y-Y

3.9 Modelo de base rígida indeformable (M0):

Se aplicó restricción en la base.

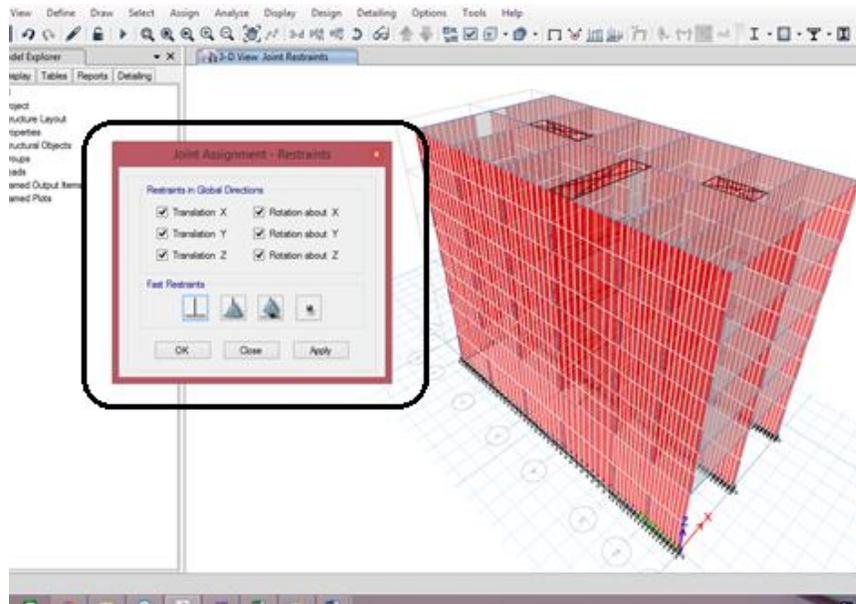


Figura 32. Edificación empotrada en la cimentación considerando un suelo indeformable.

Periodos fundamentales de vibración de la estructura

Dirección T(s)

X – X: 0.822 s.

Y – Y: 0.514 s.

Desplazamiento lateral

Tabla 14. Desplazamientos máximos por piso en X.

$inelastica = 0.75 * elastico * R$ $R=8$								
tabla: Desplazamientos en centro de masa y rigidez (empotrado)								
piso	caso de carga	UX	altura de piso	distorsion relativa	distors. Elastica	distors. Inelastic	limite	norma E-030
piso 5	SDX Max	0.027179	2.7	0.0009	0.0003	0.0021	0.007	SI CUMPLE
piso 4	SDX Max	0.026249	2.7	0.0015	0.0006	0.0034	0.007	SI CUMPLE
piso 3	SDX Max	0.024711	2.7	0.0021	0.0008	0.0047	0.007	SI CUMPLE
piso 2	SDX Max	0.022586	2.7	0.0031	0.0011	0.0068	0.007	SI CUMPLE
piso 1	SDX Max	0.019536	4.4	0.0195	0.0044	0.0266	0.007	NO CUMPLE

Fuente Propia

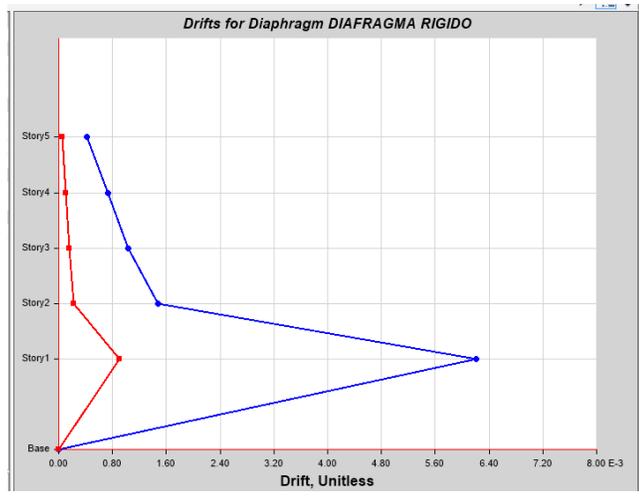


Figura 33. Máximas derivas causados por el sismo dinámico X-X

Se observa que las máximas derivas ocurren en el piso 1 y que está afectada por la poca rigidez de pórticos.

Tabla 15. Desplazamientos máximos por piso en Y.

$inelastica = 0.75 * elastico * R \quad R=3$

tabla: Desplazamientos en centro de masa y rigidez (empotrado)								
piso	caso de carga	UY	altura de piso	distorsion relativa	distors. Elastica	distors. Inelastica	limite	norma E-030
piso 5	SDY Max	0.027085	2.7	0.0018	0.0007	0.0015	0.005	SI CUMPLE
piso 4	SDY Max	0.025266	2.7	0.0033	0.0012	0.0028	0.005	SI CUMPLE
piso 3	SDY Max	0.021944	2.7	0.0046	0.0017	0.0038	0.005	SI CUMPLE
piso 2	SDY Max	0.017328	2.7	0.0055	0.0021	0.0046	0.005	SI CUMPLE
piso 1	SDY Max	0.011783	4.4	0.0118	0.0027	0.0060	0.005	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

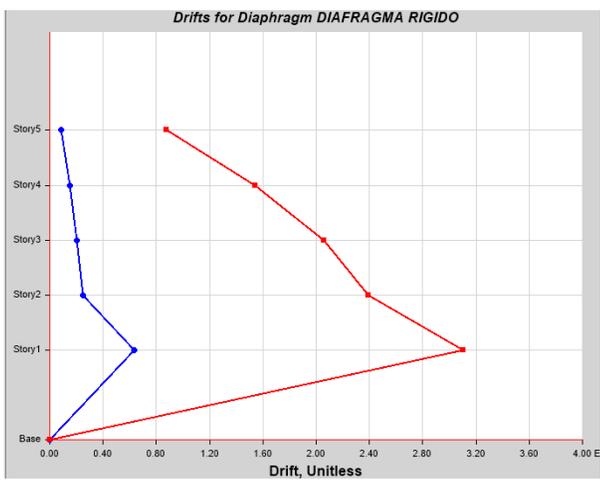


Figura 34. Derivas Dinámica en Y-Y

No cumplió la distorsión en el primer piso, la cual es ocasionada por el sismo dinámico en Y, además, afectada por la poca rigidez de muros de albañilería en el primer piso.

3.10 Modelo de base Flexibilidad:

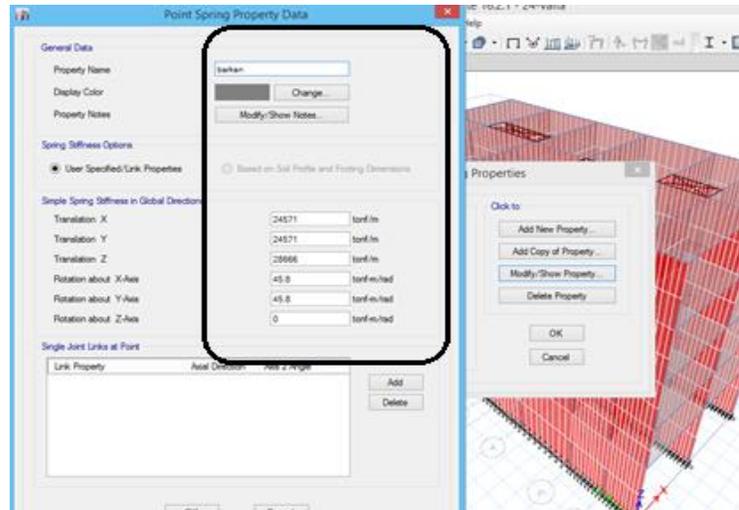


Figura 35. Asignación de resortes puntuales para el modelo Flexible

3.10.1 Modelo dinámico Barkan (M1).

Periodo fundamental de vibración (Barkan)

Dirección T(s)

X – X 1.165 s.

Y – Y 0.551 s.

Desplazamiento lateral con flexibilidad en la base (Barkan)

Tabla 16. Desplazamientos máximos por piso en X

$inelastica = 0.75 * elastico * R \quad R=8$								
tabla: Desplazamientos en centro de masa y rigidez (Modelo Barkan)								
piso	aso de carg	UX	altura de piso	distorsion relativa	distors. Elastica	distors. Inelastica	limite	norma E-030
piso 5	SDX Max	0.0444	2.7	0.0010	0.0004	0.0023	0.007	SI CUMPLE
piso 4	SDX Max	0.0433	2.7	0.0015	0.0006	0.0033	0.007	SI CUMPLE
piso 3	SDX Max	0.0418	2.7	0.0020	0.0007	0.0045	0.007	SI CUMPLE
piso 2	SDX Max	0.0398	2.7	0.0030	0.0011	0.0067	0.007	SI CUMPLE
piso 1	SDX Max	0.0368	4.4	0.0368	0.0084	0.0502	0.007	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los desplazamientos son mayores a las condiciones de suelo rígido indeformable y de igual manera no cumple la distorsión en el primer piso por la poca rigidez de pórtico de concreto armado.

Tabla 17. Desplazamientos por Modelo Barkan en Y

<i>inelastica = 0.75 * elastico * R_s=3</i>								
tabla: Desplazamientos en centro de masa y rigidez (Barkan)								
piso	caso de carga	UY	altura de piso	distorsion relativa	distors. Elastica	distors. Inelastica	limite	norma E-030
piso 5	SDY Max	0.029809	2.7	0.0021	0.0008	0.0018	0.005	SI CUMPLE
piso 4	SDY Max	0.027688	2.7	0.0036	0.0013	0.0030	0.005	SI CUMPLE
piso 3	SDY Max	0.024062	2.7	0.0049	0.0018	0.0041	0.005	SI CUMPLE
piso 2	SDY Max	0.019132	2.7	0.0059	0.0022	0.0049	0.005	SI CUMPLE
piso 1	SDY Max	0.013254	4.4	0.0133	0.0030	0.0068	0.005	NO CUMPLE

Fuente. Elaboración Propia

Se observa que los desplazamientos aumentaron mínimamente, con respecto al suelo rígido indeformable.

3.10.2 Modelo dinámico Ilichev.

Modelo importante que recoge valores de módulo de poisson del suelo y aceptable para una guía de cálculo.

Periodos fundamentales de vibración (Ilichev)

Dirección T(s)

X – X 1.19 s.

Y – Y 0.57 s.

Desplazamiento lateral con flexibilidad en la base (Ilichev)

Desplazamientos máximos por piso considerando centro de masa en la dirección X.

Tabla 18. Desplazamientos por el Modelo Ilichev en X.

$$inelastica = 0.75 * elastico * R \quad R=8$$

tabla: Desplazamientos en centro de masa y rigidez (Modelo Ilichev)								
piso	aso de carg	UX	altura de piso	distorsion relativa	distors. Elastica	distors. Inelastica	limite	norma E-030
piso 5	SDX Max	0.04792	2.7	0.0019	0.0007	0.0042	0.007	SI CUMPLE
piso 4	SDX Max	0.04604	2.7	0.0024	0.0009	0.0053	0.007	SI CUMPLE
piso 3	SDX Max	0.04367	2.7	0.0029	0.0011	0.0064	0.007	SI CUMPLE
piso 2	SDX Max	0.04079	2.7	0.0039	0.0014	0.0086	0.007	NO CUMPLE
piso 1	SDX Max	0.03690	4.4	0.0369	0.0084	0.0503	0.007	NO CUMPLE

Fuente. Elaboración Propia

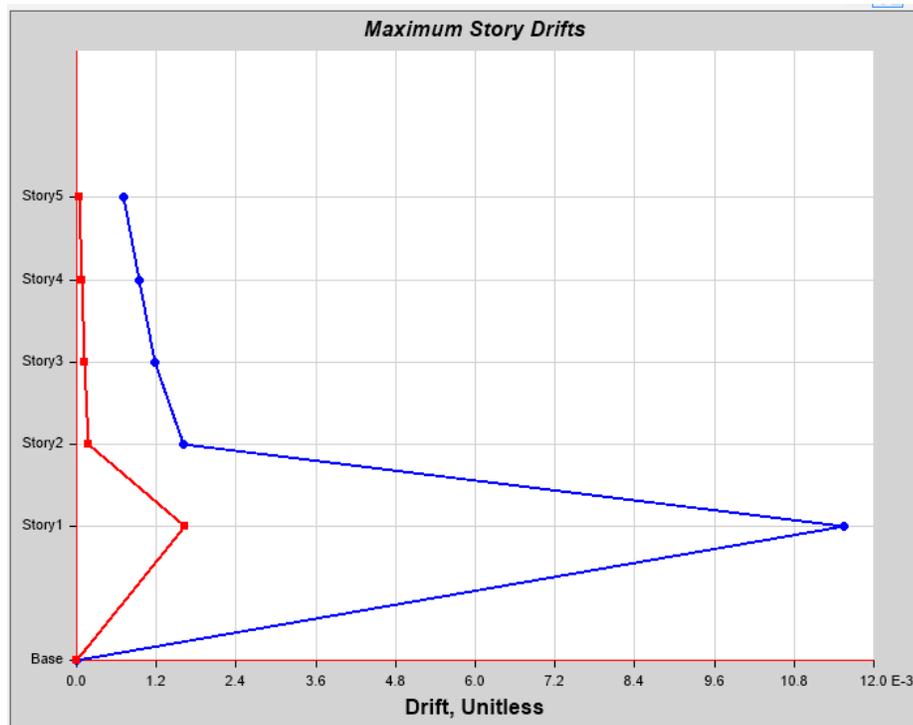


Figura 36. Derivas por piso en X-X

Se observa que los desplazamientos por modelo Ilichev causan un aumento considerable ya que no cumple el control de distorsiones en el piso 1 y 2, especialmente por la poca rigidez de resortes del suelo arenoso.

De igual forma se obtuvo los desplazamientos máximos por piso considerando centro de masa en la dirección Y.

Tabla 19. Desplazamientos por el Modelo Ilichev en Y

$inelastica = 0.75 * elastico * R=3$

tabla: Desplazamientos en centro de masa y rigidez (Ilichev)								
piso	aso de carg	UY	altura de piso	distorsion relativa	distors. Elastica	distors. Inelastica	limite	norma E-030
piso 5	SDY Max	0.03721	2.7	0.0034	0.0012	0.0028	0.005	SI CUMPLE
piso 4	SDY Max	0.033841	2.7	0.0049	0.0018	0.0041	0.005	SI CUMPLE
piso 3	SDY Max	0.02896	2.7	0.0062	0.0023	0.0052	0.005	NO CUMPLE
piso 2	SDY Max	0.022778	2.7	0.0071	0.0026	0.0059	0.005	NO CUMPLE
piso 1	SDY Max	0.015648	4.4	0.0156	0.0036	0.0080	0.005	NO CUMPLE

Fuente. Elaboración Propia

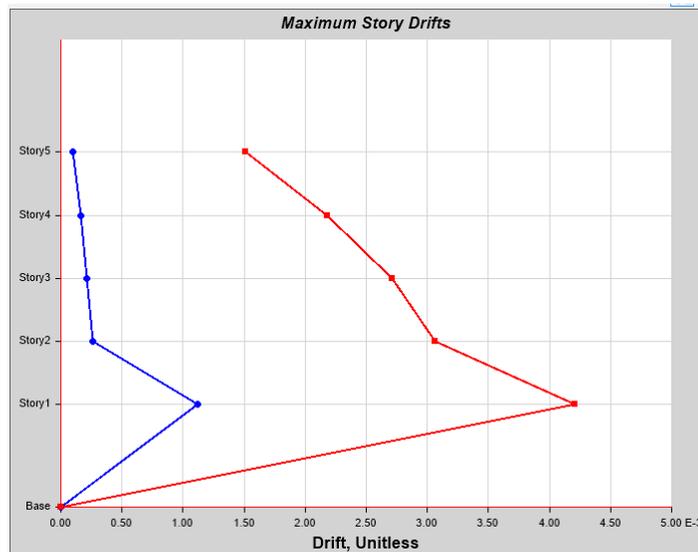


Figura 37. Derivas por piso en Y-Y

Las derivas máximas ocurren en el primer, segundo y tercer piso, la cual esta empujada por la poca concentración de rigidez de muros de albañilería en dirección Y, Además está afectada por la flexibilidad del suelo arenoso.

3.10.3 Modelo dinámico Norma Rusa.

Periodo de la edificación (Norma Rusa)

Dirección T(s)

X – X 0.924 s.

Y – Y 0.542 s.

Desplazamiento lateral con flexibilidad en la base (Norma Rusa)

Desplazamientos máximos por piso considerando centro de masa en la dirección X.

Tabla 20. Desplazamientos del Modelo N. Rusa en X.

$inelastica = 0.75 * elastico * R \quad R=8$								
tabla: Desplazamientos en centro de masa y rigidez (Modelo Norma Rusa)								
piso	aso de carg	UX	altura de piso	distorsion relativa	distors. Elastica	distors. Inelastica	limite	norma E-030
piso 5	SDX Max	0.035163	2.7	0.0015	0.0006	0.0033	0.007	SI CUMPLE
piso 4	SDX Max	0.033672	2.7	0.0021	0.0008	0.0047	0.007	SI CUMPLE
piso 3	SDX Max	0.031566	2.7	0.0027	0.0010	0.0060	0.007	SI CUMPLE
piso 2	SDX Max	0.028862	2.7	0.0037	0.0014	0.0082	0.007	NO CUMPLE
piso 1	SDX Max	0.025171	4.4	0.0252	0.0057	0.0343	0.007	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que los desplazamientos en X aumentan tanto que el control de derivas sobrepasa la norma en el piso 1 y 2, por condiciones de rigidez del suelo y estructura.

De igual forma se obtuvo los desplazamientos máximos por piso considerando centro de masa en la dirección Y.

Tabla 21. Desplazamientos por el Modelo N. Rusa.

$inelastica = 0.75 * elastico * R=3$								
tabla: Desplazamientos en centro de masa y rigidez (Modelo Norma Rusa)								
piso	aso de carg	UY	altura de piso	distorsion relativa	distors. Elastica	distors. Inelastica	limite	norma E-030
piso 5	SDY Max	0.032413	2.7	0.0026	0.0010	0.0022	0.005	SI CUMPLE
piso 4	SDY Max	0.029831	2.7	0.0041	0.0015	0.0034	0.005	SI CUMPLE
piso 3	SDY Max	0.025739	2.7	0.0054	0.0020	0.0045	0.005	SI CUMPLE
piso 2	SDY Max	0.020342	2.7	0.0064	0.0024	0.0053	0.005	NO CUMPLE
piso 1	SDY Max	0.013991	4.4	0.0140	0.0032	0.0072	0.005	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Se corroboró que los cambios que ocurren por la presencia de las características elastoplásticas del suelo de fundación generan mayor elongación por cargas del sismo, las cuales aumentan y se pone en riesgo la edificación.

3.11 Cuadros comparativos:

Sirve para contrastar las hipótesis debido a los cambios en el comportamiento de la edificación.

3.11.1 Asentamientos totales:

Tabla 22. *Diferencia de asentamientos totales*

Asentamientos Totales			
Panel	tipo de carga	Uz(FLEXIBLE) cm	Uz(RIGIDO) cm
Text			
1	Servicio	0.839	0.167
2	Servicio	0.834	0.165
3	Servicio	0.830	0.165
4	Servicio	0.823	0.162
5	Servicio	0.829	0.165
6	Servicio	0.837	0.166
7	Servicio	0.850	0.169
8	Servicio	0.852	0.169
9	Servicio	0.855	0.170
10	Servicio	0.813	0.162

Fuente: Elaboración propia

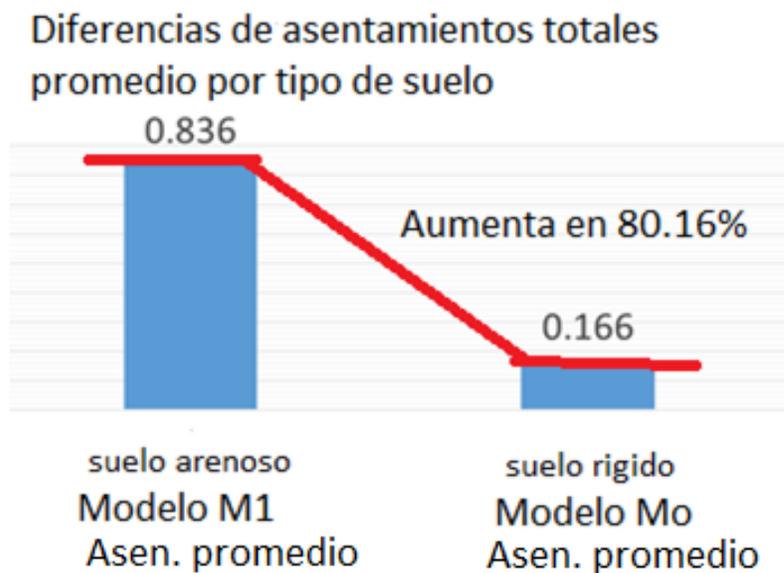


Figura 38. Diferencias de asentamientos por tipo de suelo.

Por lo tanto se reconoce que las propiedades del suelo arenoso causan el aumento de los asentamientos totales en la edificación.

3.11.2 Periodos de vibración fundamentales:

Los periodos de vibración fundamentales son los más altos valores ocasionados por la respuesta dinámica.

Tabla 23. Los dos primeros modos de vibración de la estructura.

	PERIODOS FUNDAMENTALES DE VIBRACION			
	MODELO DINAMICOS			
	EMPOTRADO	BARKAN	ILICHEV	NORMA RUSA
	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃
eje X	0.822	1.16	1.19	0.924
eje y	0.514	0.55	0.571	0.542

Fuente Elaboración Propia

Los periodos de vibración aumentan al tomar las características flexibles de la base de fundación, especialmente por el modelo Ilichev que asume las características dinámicas del suelo arenoso como la propagación de las ondas sísmicas longitudinales y transversales en un espacio semi-infinito.

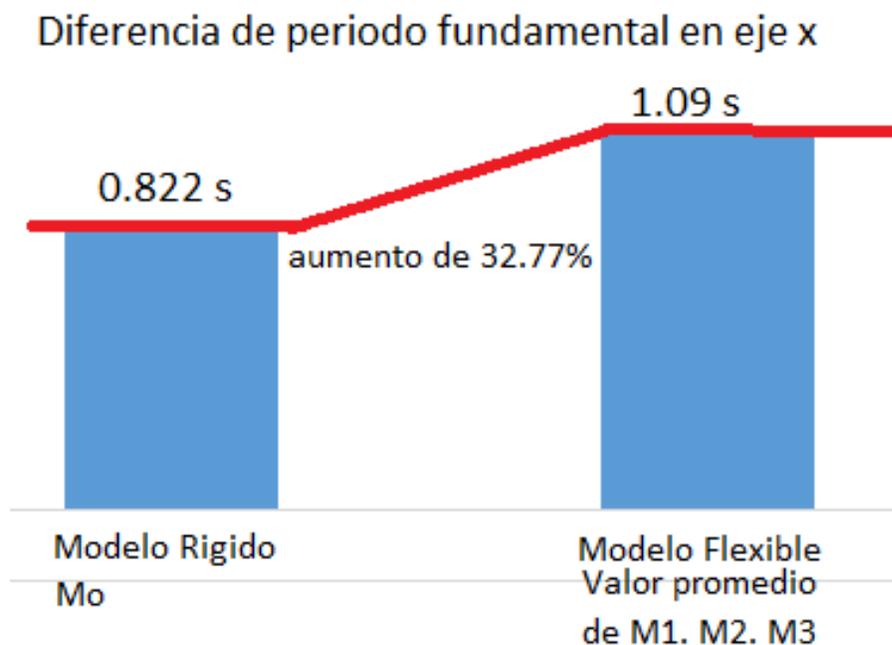


Figura 39. Comparación de periodos fundamentales en dirección X

Aumento del periodo fundamental en eje Y

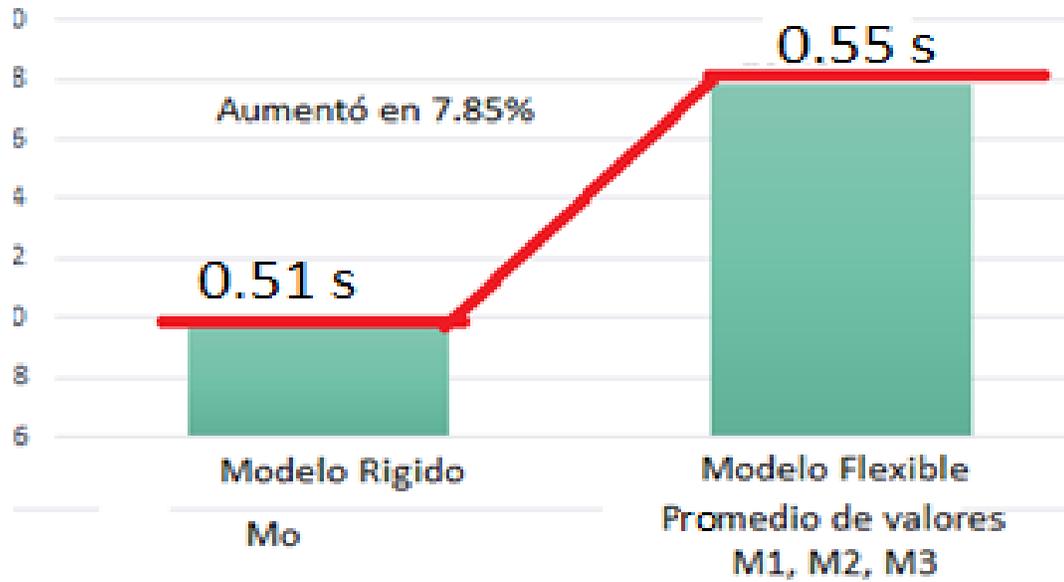


Figura 40. Comparación de periodos fundamentales en dirección Y

3.11.3 Desplazamientos laterales:

Causados por el Sismo Dinámico X

Tabla 24. Distorsiones por piso en la dirección X

$$inelastica = 0.75 * elastico * R$$

$$R=8$$

Desplazamientos laterales entrepiso en centros de maza eje X				
PISO	Empotrado	Modelo Dinamicos		
		Barkan	Ilichev	N.Rusa
piso 5	0.0021	0.0023	0.0042	0.0033
piso 4	0.0034	0.0033	0.0053	0.0047
piso 3	0.0047	0.0045	0.0064	0.0060
piso 2	0.0068	0.0067	0.0086	0.0082
piso 1	0.0266	0.0502	0.0503	0.0503

Fuente: Elaboración propia

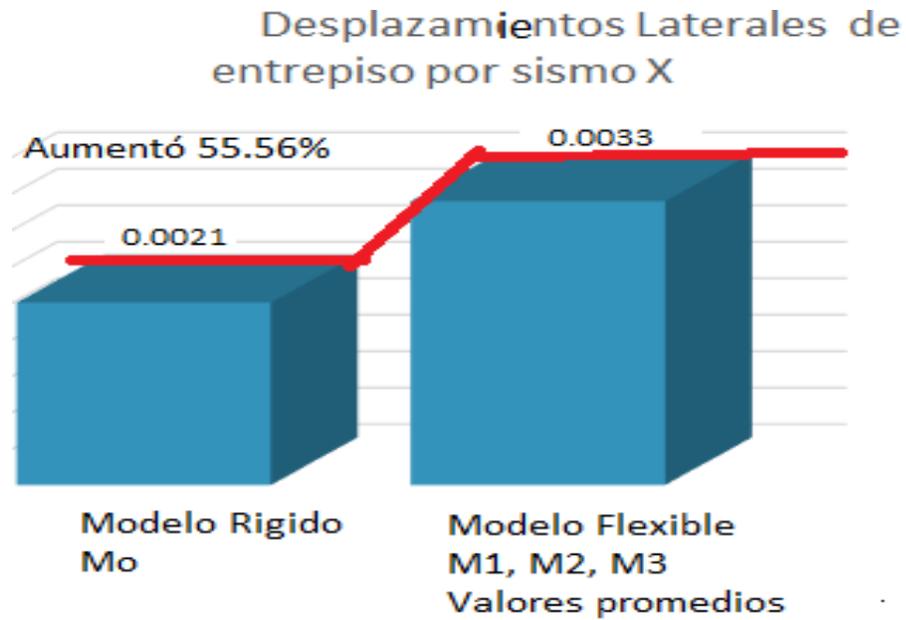


Figura 41. Aumento de Derivas en el quinto piso en dirección X

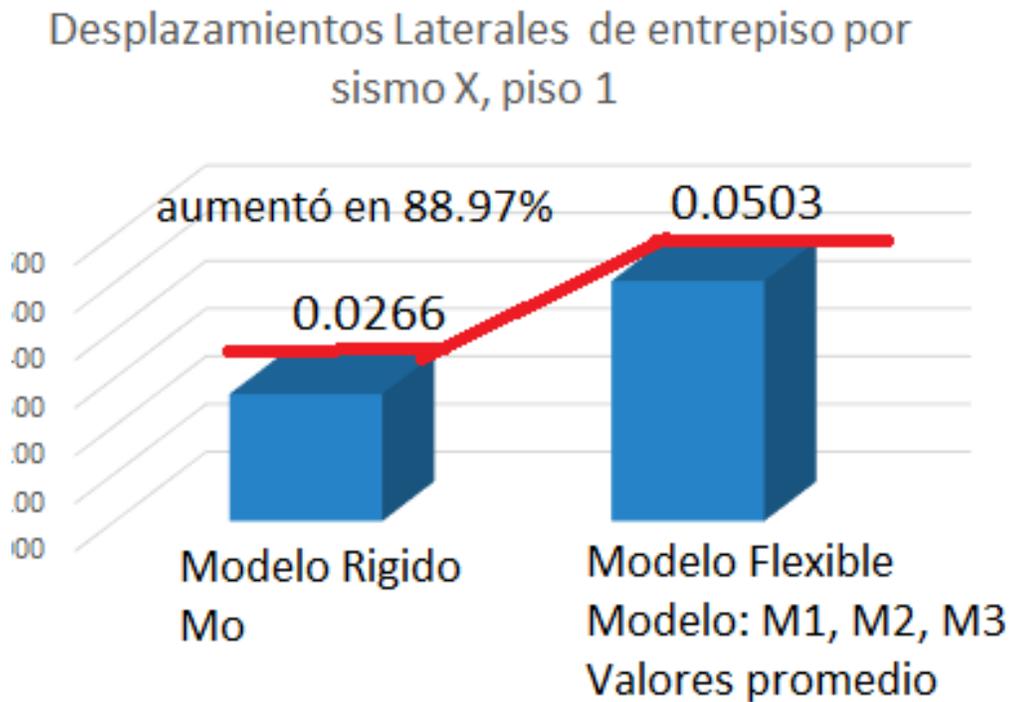


Figura 42. Comparación de Derivas para el primer piso en dirección Y

En todos los pisos se apreció un aumento de desplazamientos de entrepiso siendo la más alongada en el primer piso, por ende se apreció estos cambios.

Causados por el sismo dinámico Y:

Tabla 25. Distorsiones por piso en la dirección Y

$$inelastica = 0.75 * elastico * R$$

R=3

Desplazamientos laterales entrepiso en centros de masa por sismo Y				
PISO	Empotrado Mo	Modelo Dinámicos		
		Barkan M1	Ilichev M2	N.Rusa M3
piso 5	0.0015	0.0018	0.0028	0.0022
piso 4	0.0028	0.0030	0.0041	0.0034
piso 3	0.0038	0.0041	0.0052	0.0045
piso 2	0.0046	0.0049	0.0059	0.0053
piso 1	0.0060	0.0068	0.0080	0.0072

Elaboración. Fuente propia

Se observa las distorsiones del quinto piso causado por el sismo dinámico Y, en la cual el valor de distorsiones son mayores, al tomar la flexibilidad de la base de fundación.

Comparación de Desplazamientos laterales de entrepiso por sismo Y

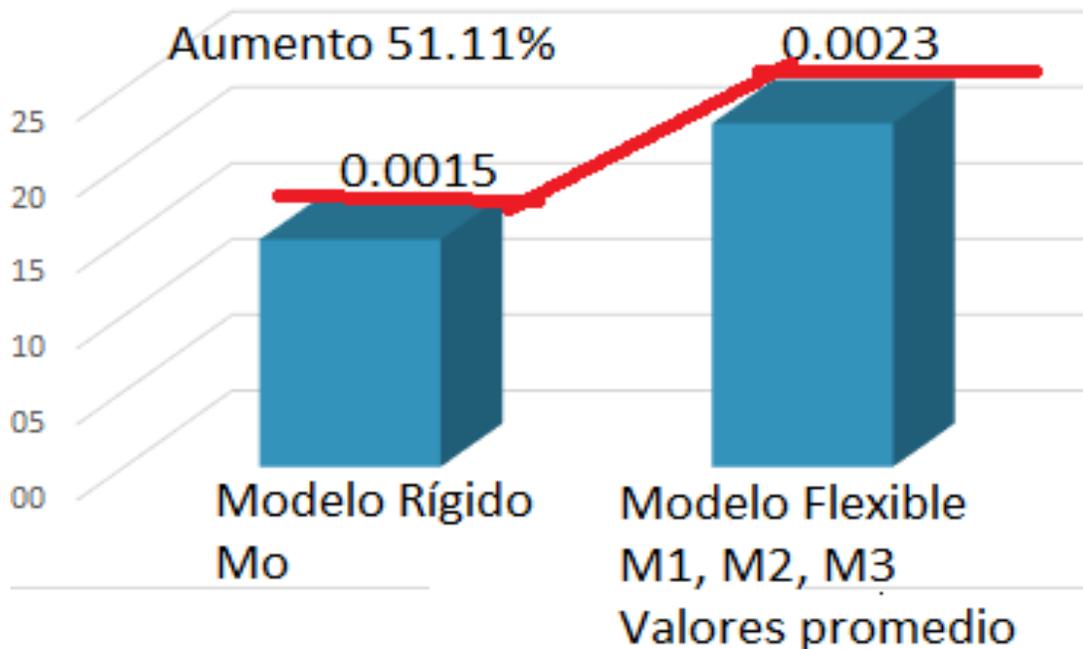


Figura 43. Comparación de derivas en el quinto piso por sismo Y

Comparación de Desplazamientos laterales de entrepiso en primer piso por sismo Y

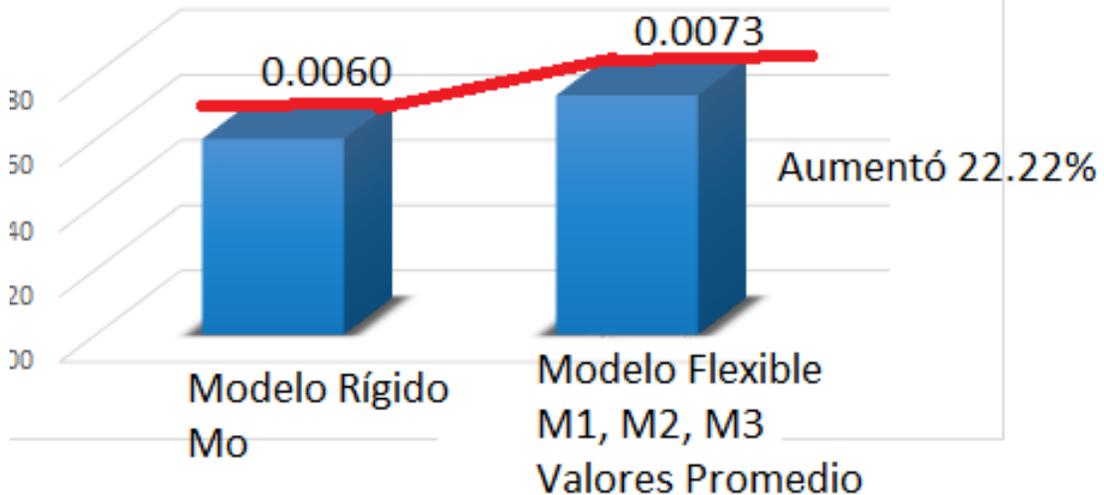


Figura 44. Comparación de derivas en el primer piso por sismo Y

De manera semejante se aprecia en esta dirección un aumento de distorsiones, siendo en el primer piso la que más sufre distorsiones por el sismo Y.

Contrastación de hipótesis:

Hipótesis establecidas:

H0. La influencia de la interacción del suelo arenoso **no afecta** el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla.

H1. La influencia de la interacción del suelo arenoso **afecta** el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla.

Debido a que:

- Los asentamientos totales aumentan al utilizar las propiedades del suelo arenoso con respecto al suelo rígido indeformable, según figura 38.
- Los periodos de vibración crecen al utilizar las características del suelo arenoso con respecto al suelo rígido indeformable según figura 39.

- Los desplazamientos laterales de entrepiso aumentan al considerar las características del suelo arenoso con respecto al suelo rígido, según figura 41.

Por lo tanto se acepta la Hipótesis Alternativa.

H1= La interacción del suelo arenoso **afecta** el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla.

IV. DISCUSIÓN

- En contraste con GAMARRA, NIIK. 2014. Análisis de la interacción sísmica suelo - estructura en edificación de albañilería estructural. Analizó la capacidad admisible de 1.6kg/cm² las cuales alcanzaron las presiones del suelo con rango de (0.2 a 0.6) kg/cm², en la presente investigación se encontró la capacidad admisible del suelo arenoso de 1.05 kg/cm² y presiones del suelo con rango de (1.4 a 1.6) kg/cm², además, estos resultados difieren ya que en la presente investigación se colocó las cargas superficiales de la estructura. Los asentamiento totales de la investigación de la referencia están en el rango de (0.2 a 0.4) cm la cual es semejante a las obtenidas en esta investigación donde se alcanzó asentamientos en el rango de (0.81 a 0.89) cm. En la tesis de la referencia se obtiene que los desplazamientos laterales de entrepiso aumentan con rango de (7 a 49) % con respecto a la base empotrada, los desplazamientos hallados en esta investigación son diferentes y varían entre (22 a 88) % con respecto a la base empotrada, porque el modelo flexible fue con resorte puntuales a lo largo del cimiento corrido.
- En contraste con GORDILLO N. (2011). Aplicaciones de la dinámica de suelos. Obtuvo periodos de vibración para un suelo rígido con rango de (0.7s a 1 s), y con la flexibilidad en la base de fundación se amplifica a 4%. En la presente investigación se encontró periodos de vibración para un suelo rígido con rango de (0.8s a 1.2s), y con flexibilidad del suelo se amplifica a 32% en X y 7% en Y. Estos resultados difieren debido a las rigideces distintas del suelo de fundación y la estructura.
- En comparación con AGUIAR, R. y ORTIZ, D. (2017). Análisis sísmico de un edificio de doce pisos, obtuvo periodos fundamentales en cimentación rígida con rango de (0.05s a 0.08s) y considerando la flexibilidad en la base de fundación aumento a (1.0s a 1.2s). En la presente investigación se obtuvo periodos fundamentales con rango de (0.5s- a.8 s) y con flexibilidad en la base se obtuvo (0.9s a 1.2 s), estos resultados difieren ya que las rigideces son mayores por ser de albañilería confinada. El desplazamiento lateral para esta edificación de 12 pisos está en el rango de 12cm y para la presente investigación la edificación alcanza un rango de 4cm, estos resultados difieren ya que la tesis de referencia está trabajando con altura de 40m y la presente investigación con altura de 15.2m

V. CONCLUSIONES

En esta investigación se determinó que el comportamiento mecánico y dinámico del suelo arenoso afecta al comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos, la cual resalta la realización del EMS para poder obtener datos que sirvan para generar los coeficientes de rigidez del suelo arenoso, consecuentemente realizar el análisis de Interacción del suelo estructura para el control de periodos de vibración, el control de desplazamientos laterales y asentamientos totales, ya que en la ciudad de ventanilla abunda el sistema estructural de albañilería confinada sin el control de profesionales. Por lo tanto la Interacción del suelo arenoso influye afectando el comportamiento estructural; de los asentamientos totales debidos a la flexibilidad del suelo de soporte, de los periodos de vibración debido a la baja rigidez de los coeficientes de rigidez del suelo y por último el aumento de los desplazamientos laterales.

- Se analizó que el modelo flexible incrementa los asentamientos totales de 0.166 a 0.836 cm ó 80.16% al considerar un coeficiente de balasto igual a $1.78\text{kg}/\text{cm}^2$ con respecto al suelo rígido de balasto $9\text{kg}/\text{cm}^3$ según la figura 38. Por lo que se confirma que la interacción del suelo arenoso afecta en los asentamientos totales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos.
- Se analizó que la flexibilidad del suelo arenoso aumenta los periodos fundamentales de vibración en un 32.77%, de (0.822 a 1.09) con respecto al suelo rígido indeformable en el eje X, según la figura N°18. En un 7.85% de (0.51 a 0.55) en el eje Y, según la figura 39 y 40. Por lo que se confirma que la interacción del suelo arenoso afecta en los periodos de vibración como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos.
- Se analizó que el modelo de flexibilidad del suelo arenoso aumenta los desplazamientos laterales de entrepiso en un 55.6% de (0.0021 a 0.0033) y 88.97% de (0.0266 a 0.0503) en el quinto y primer piso respectivamente en comparación al suelo rígido indeformable en el eje X, según la figura 41 y 42. Así como; en un 51.11% de (0.0015 a 0.0023) y 22.2% de (0.006 a 0.0073) en el quinto y primer piso respectivamente en comparación al suelo rígido indeformable en el eje Y, según la figura 43 y 44. Por lo que se confirma que la interacción del suelo arenoso afecta en los desplazamientos laterales como indicador del comportamiento estructural de la edificación de albañilería confinada de 5 pisos en ventanilla.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para las investigaciones futuras utilizar el módulo de balasto obtenido por ensayo de laboratorio de placa de carga (DPL), ya que este valor representa con mejor aproximación el colchón de resortes del suelo, y utilizar el software SAFE para comprobar la capacidad de carga de suelo de cimentación así como los asentamientos totales de la edificación para salvaguardar el comportamiento estructural de una edificación en tales condiciones de suelo blando.
- Se recomienda para el análisis del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada identificar los muros portantes y descartar las tabiquerías ya que estas aumentan la rigidez de los elementos estructurales por ende ocasionara una distorsión de resultados de periodos de vibración y desplazamientos laterales de la edificación por acciones de sismos.
- Se recomienda para investigaciones posteriores analizar una edificación de albañilería confinada que sobrepase el límite de altura de la norma de 15 m y que el sistema estructural sea de semejantes en ambas direcciones bajo condiciones de suelo blando, con ello, conocer los periodos de vibración y desplazamientos laterales de la estructura.
- Se recomienda a futuras investigaciones realizar el Análisis Dinámico de interacción suelo estructura, proponiendo posibles título investigación:
 - “Influencia de la Interacción Dinámica suelo estructura en el comportamiento estructural de Hospitales ubicados en zonas de suelo blando”
 - “Influencia del suelo blando en el Diseño Estructural de un edificio de 10 pisos”
 - “Influencia del EMS en los Daños Estructurales de edificios de albañilería confinada ubicados en suelo blandos”.

VII. REFERENCIAS

AGUILAR B. (2018.) Seminario internacional de ingeniería geotécnica sísmica evaluación del peligro sísmico. CISMID, UNI- Lima.

ALVA. H. Diseño de Cimentaciones. Instituto de la construcción y gerencia. Editorial ICG.

ALVAREZ M. ET AL. Evaluación indirecta de los módulos elásticos de rigidez in situ y la relación entre v_p/v_s y el ángulo de fricción interna. Sanfandila, Qro, 2003. Instituto Mexicano del transporte.

ALVAREZ C. (2011). Metodología de la investigación. Universidad Sur Colombia. Facultad de Ciencia Sociales y Humanas.

A, AUERSCH, ET AL . Respuesta dinámica de edificaciones producida por campos de ondas incidentes considerando la interacción suelo-estructural. 2013, Universidad Politécnica de Cataluña, España.

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

AGUIAR, R. y ORTIZ, D. (2017). Análisis sísmico de un edificio de doce pisos de la ciudad de manta considerando interacción suelo estructura .Universidad de Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.

CARRILLO L. (2009). Estimación de los periodos naturales de vibración de viviendas de baja altura con muros de concreto. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 19-1, pp. 39-54. Bogotá, Junio de 2009. ISSN 0124-8170.

CALDERON, D. (2018) Ensayos geofísicos para la determinación de parámetros dinámicos del suelo. Seminario Internacional de ingeniería geotécnica sísmica. 2018.

DOMÍNGUEZ C. (2014) Periodos fundamentales de la estructura. Departamento de Tecnología. Escuela de Arquitectura Universidad del Valle. Cali. Colombia

ELIUD H. Análisis y Diseño Estructural Utilizando el Programa ETABS v16, CSI-ETABS-FEB-08-R0. CSI Latinoamérica. Morrison Ingenieros.

ESCOBAR G. Y ESCOBAR C. (2002) Mecánica de los suelos i Ingeniería Civil. Manizales, Universidad Nacional, sede Manizales.

GALICIA, W. Y LEÓN, J. 2007) Interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones de albañilería confinada con plateas de cimentación. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-Perú.

GORDILLO N. (2011). Aplicaciones de la dinámica de suelos. Instituto Politécnico Nacional. Tesis para ostentar el grado de Maestría, México.

HERNÁNDEZ E. (2013). Análisis de Interacción dinámica suelo – estructura de un edificio desplantado en la zona de lago de la ciudad de México. Tesis para Optar el grado Maestro en Ingeniería

HERRERA, LEONARDO. 2013. Evaluación de la interacción dinámica suelo-estructura de edificaciones construidas en ladera. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas.

HUSID L. Cálculo del periodo fundamental de vibración de edificios con rigidez de corte. Santiago de Chile, 2000.

KRAMER S. (2010) Dynamic Soil Properties. Seminario Internacional de Ingenieria Geotechnica Sismica Department of Civil and Environmental Engineering University of Washington . Seattle, WA. UNI-Lima.

MENDOZA, J. Y RODAS, H (2015). Análisis de la interacción suelo estructura de Centros Educativos con zapatas corridas en la Urb. Nigolas Garatea- Nuevo Chimbote. Tesis para optar el Título profesional de ingeniero civil. Universidad Nacional del Santa. UNS-Chimbote.

NORMA TÉCNICA PERUANA E 030 Diseño sismorresistente 2016.

PUMA A. (2007). Efectos de la interacción suelo-estructura en la cimentación compartida por bloques independizados con junta sísmica, verificado mediante ensayos a escala con simulador sísmico y modelos de elementos finitos. Tesis para obtener el título profesional, Lima. UNFV.

QUISPE D. Y CHULLO J. Tesis para Titulación “Análisis y diseño estructural de edificio tingo con interacción suelo – estructura en el distrito de Sachaca en la ciudad y departamento de Arequipa con un sistema de muros estructurales”. Universidad Católica Santamaría, 2007.

INDECI (2010). Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la ocurrencia probable de un sismo de gran magnitud. Plan de Prevención por Sismo 2010 - Distrito de Ventanilla

RODRÍGUEZ, J. Y VALDERRAMA, C. (2014) Influencia de la interacción suelo-estructura en la reducción de esfuerzos de una edificación a porticada con zapatas aisladas. Proyecto Profesional para optar por el título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

SANTAMARINA J. Y NARSILIO M. Clasificación de suelos: fundamento físico, prácticas actuales y recomendaciones. Recuperado de:

<https://egel.kaust.edu.sa/Documents/Presentations/Paper%20-%20Venezuela%202008.pdf>

TAVERA, H. Evolución del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú. Ministerio de Ambiente e Instituto Geofísico del Perú. Lima-Perú, 2014.

TERZAGHI K Y PECK R. B. (1955). Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica. Editorial El Ateneo, SA de CV.

VALDERRAMA. M. Metodología de la Investigación. (2010). Lima-Perú

VILLARREAL, G. 2009. Interacción suelo-platea de cimentación- estructura. Premio Nacional 2016. Asamblea Nacional de Rectores.

VILLARREAL G. (2007). Interacción suelo-estructura en edificios altos. Asamblea Nacional de Rectores. Lima,– 142 Pg.

VILLALAZ C. (2005). Aplicación de la mecánica de suelos en las construcciones. México

VIII. ANEXOS

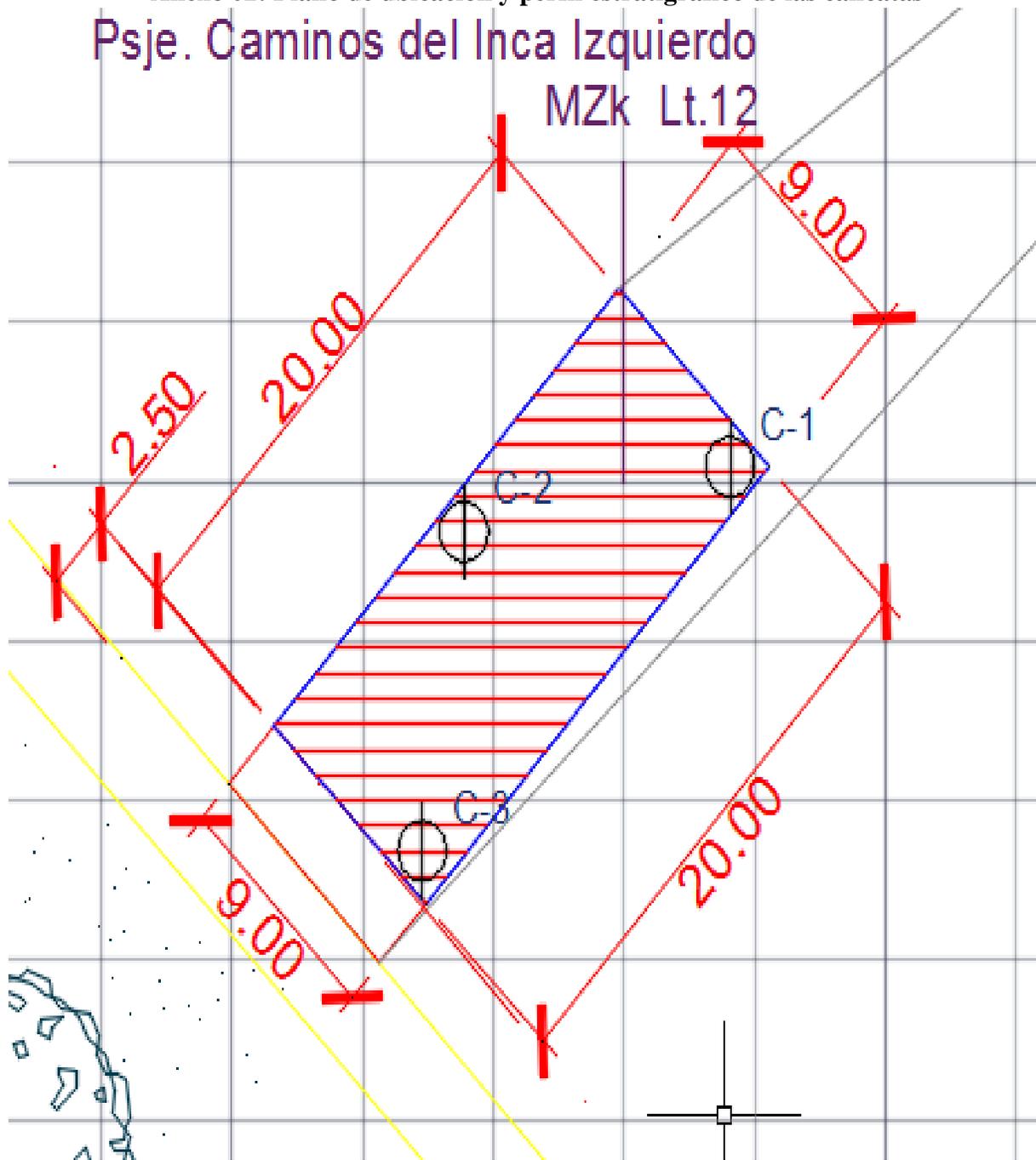
Anexo 01: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TITULO: INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE ALBAÑILERIA CONFINADA DE 5 PISOS EN VENTANILLA, 2018							
PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA	
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE				
¿Cómo influye la interacción del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018?	Analizar cómo influye la interacción del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018	La interacción del suelo arenoso afecta el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018	VI: suelo arenoso	Comportamiento Mecanico	Modulo de Balasto	Tipo de Investigación: Cuasi-experimental Explicativo y Aplicada Diseño de estudio: Experimental. Población: Todas las edificaciones de albañilería confinada. Muestra: Una edificación de albañilería confinada. Muestreo: No probabilístico. Método de Investigación: Deductivo. Técnica de recolección de datos: -observación, análisis del suelo y medición del comportamiento estructural.	
					Modulo de elasticidad		
					Profundidad de Estrato		
					Modulo de Poisson		
Comportamiento Dinamico	Capacidad Admisible del terreno						
	Angulo de friccion del						
	Densidad del suelo						
Clasificacion del suelo							
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES		
¿Cómo influye la interacción del suelo arenoso en los asentamientos totales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018?	Analizar cómo influye la Interaccion del suelo arenoso en los asentamientos totales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018.	La interacion del suelo arenoso afecta los asentamientos totales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018	VD: comportamiento estructural	subestructura	Asentamientos totales		
					Presiones en el suelo		
¿Cómo influye la Interacción suelo arenoso en los periodos de vibración como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018?	Analizar cómo influye la Interaccion del suelo arenoso en los periodos de vibración como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018.	La interaccion del suelo arenoso afecta los periodos de vibracion como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018	VD: comportamiento estructural	superestructura	periodo de vibracion		
					Desplazamientos laterales entrepiso		
¿Cómo influye la Interaccion del suelo arenoso en los desplazamientos laterales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018?	Analizar cómo influye la interacción del suelo arenoso en los desplazamientos laterales como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018.	La interacción del suelo arenoso afecta los desplazamientos laterales de entrepiso como indicador del comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018	VD: comportamiento estructural	superestructura	Desplazamientos laterales entrepiso		

Anexo 02: Plano de ubicación y perfil estratigráfico de las calicatas

Psje. Caminos del Inca Izquierdo

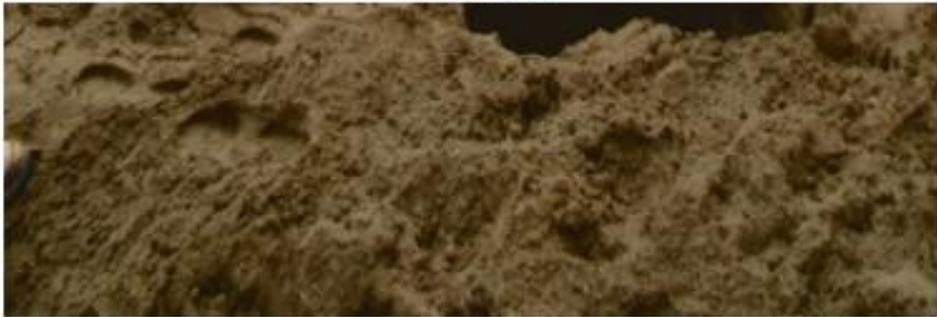
MZk Lt.12



Elaboración Propia

Anexo 03: Perfiles de suelo

Perfil estratigráfico de la calicata C- 01

PERFIL DEL SUELO		Perforación C-1
Proyecto : Edificio Vivienda Multifamiliar – “Mi Vivienda” Ubicación: AA.HH. Pesquero 1, Proyecto especial ciudad Pachacútec, Manzana K lote 12.		
Método de excavación : Calicata Manual		Fecha : 12/09/2018
Cotas : Referencia : Nivel de Terreno		Fondo : 2.00 mts
Superficie : +/-0.00 m		Nivel Freático : No se encuentra
Prof. m	DESCRIPCION	
0.00	Arena suelta	
0.60		
0.60	Arena compacidad media	
1.20		
1.20	Arena de compacidad constante	
2.00		

Perfil estratigráfico de la calicata C- 02

PERFIL DEL SUELO		Perforación C-2
Proyecto : Edificio Vivienda Multifamiliar – “Mi Vivienda” Ubicación: AA.HH. Pesquero 1, Proyecto especial ciudad Pachacútec, Manzana K lote 12.		
Método de excavación : Calicata Manual		Fecha : 12/09/2018
Cotas : Referencia : Nivel de Terreno		Fondo : 2.00 mts
Superficie : +/-0.00 m		Nivel Freático : No se encuentra
Prof. m	DESCRIPCION	
0.00	Arena suelta	
0.60		
0.60	Arena compacidad media	
1.20		
1.20	Arena de compacidad constante	
2.00		

Perfil estratigráfico de la calicata C- 03

PERFIL DEL SUELO		Perforación C-3
Proyecto : Edificio Vivienda Multifamiliar – “Mi Vivienda” Ubicación: AA.HH. Pesquero 1, Proyecto especial ciudad Pachacútec, Manzana K lote 12.		
Método de excavación : Calicata Manual		Fecha : 12/09/2018
Cotas : Referencia : Nivel de Terreno		Fondo : 2.00 mts.
Superficie : +/-0.00 m		Nivel Freático : No se encuentra
Prof. m	DESCRIPCION	
0.00	Arena mal gradada con limos (SP-SM) 	
0.60	Arena mal gradada con limos (SP-SM) 	
1.20	Arena mal gradada con limos (SP-SM) 	
2.00		

Anexo 04: Inspección en campo

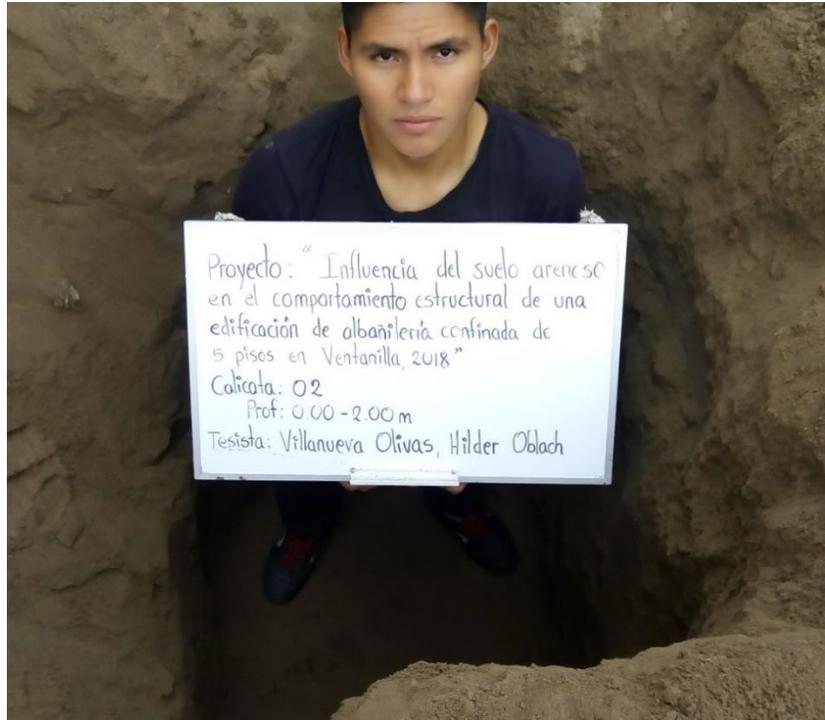
Presentación de la ubicación de la calicata 01



Excavación de calicata C-01



Excavación de calicata C-02



Excavación de la calicata C-03



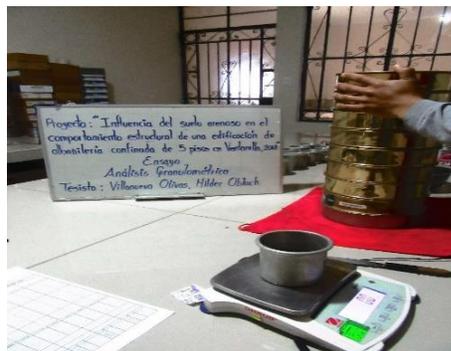
Se realizó el ensayo de cono de arena in situ para encontrar el peso unitario del suelo.



Se extrajo la muestra del pequeño hoyo a una profundidad de 12 a 15 cm aproximadamente. Se utilizó todas las herramientas con calibración, tanto para la extracción de la muestra como para los ensayos de corte directo y granulometría.

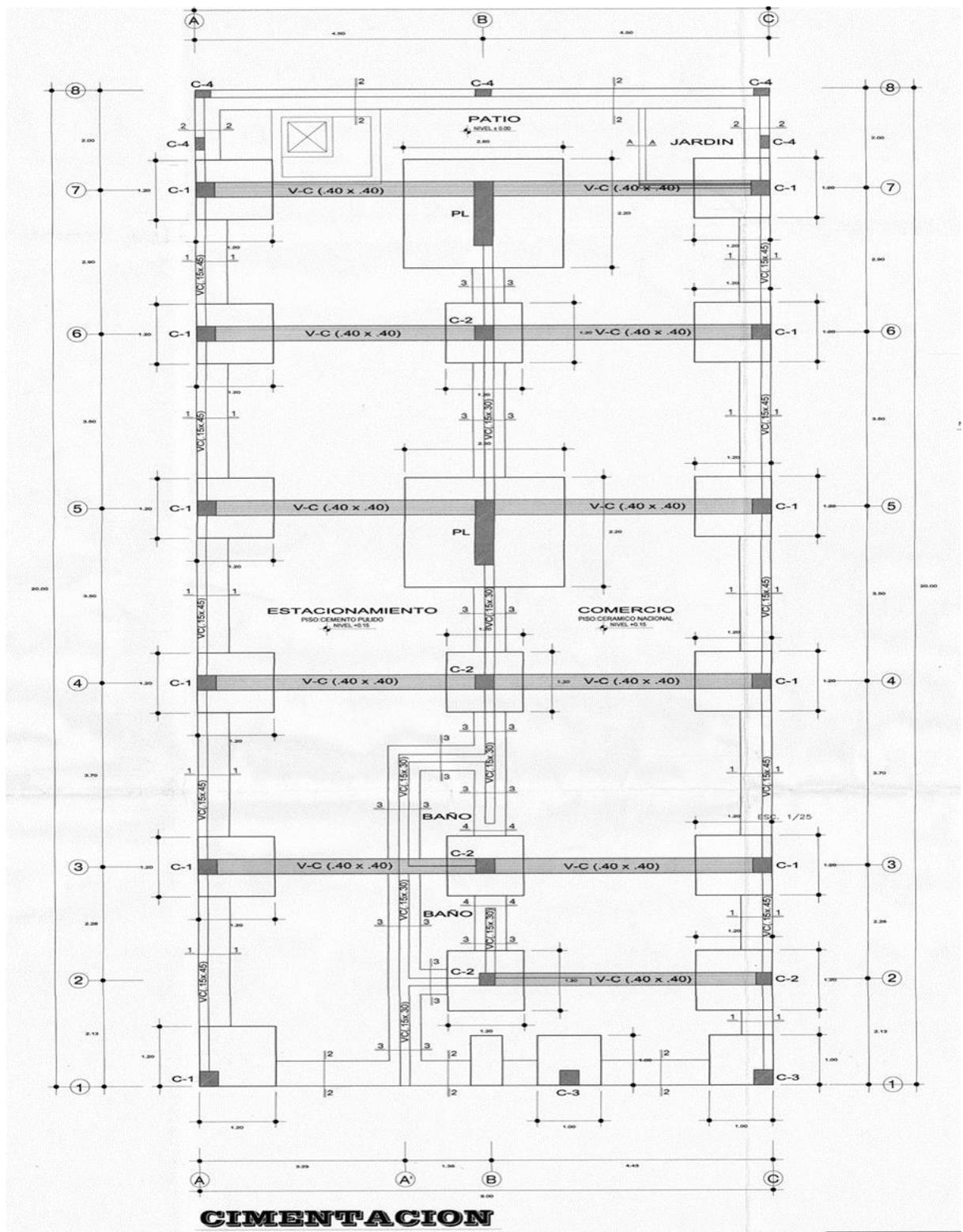


Se zarandeó la muestra para cada uno de los tamices y obteniendo el peso que pasa y el porcentaje que queda anotando en el cuadro para la elaboración del futuro curva granulométrica.

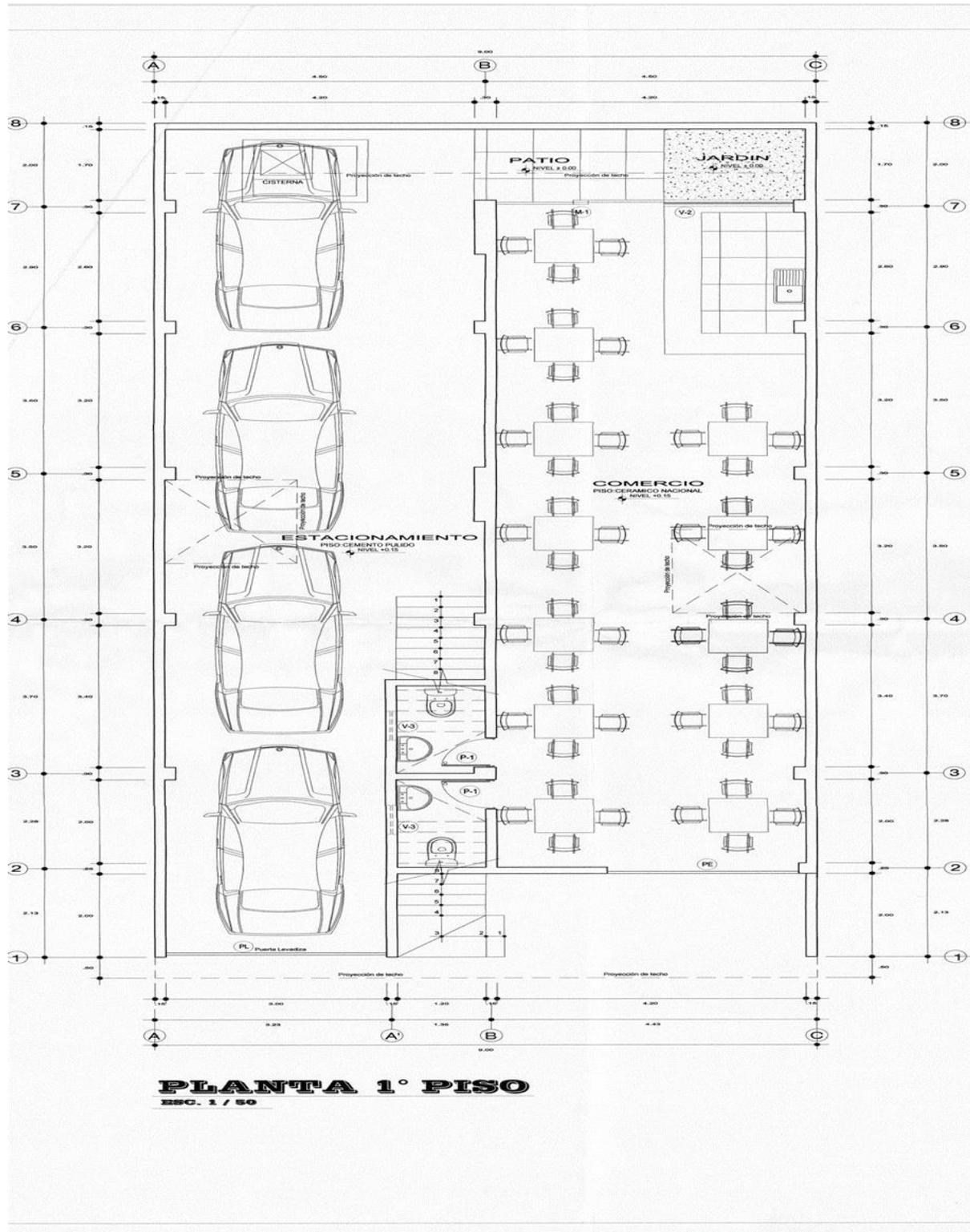


Anexo 05: Planos

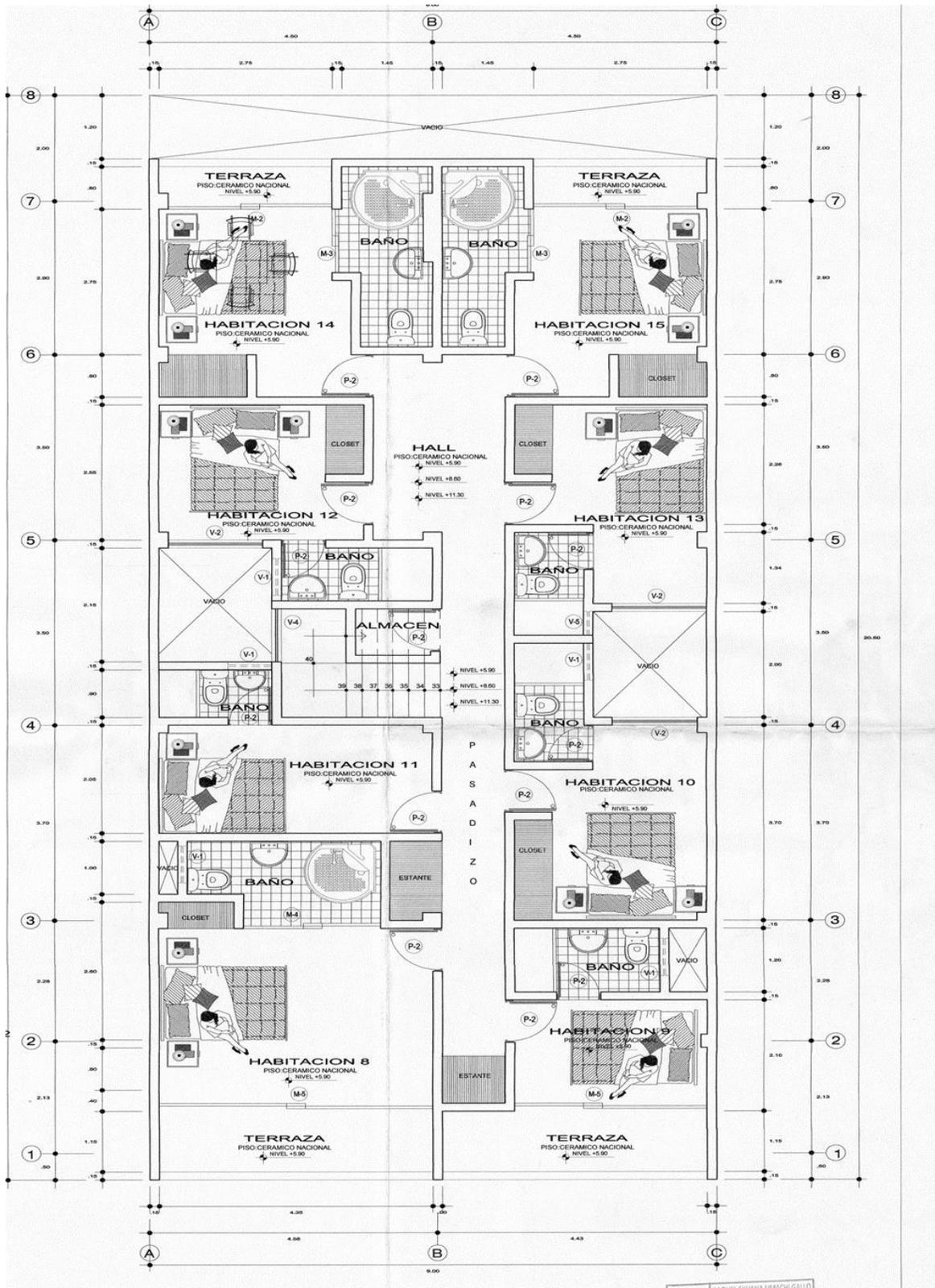
Plano de cimentación de la edificación



Plano de arquitectura del primer nivel



Plano de arquitectura típica del 2do al 5to nivel



Anexo 06: Resultados de ensayos de laboratorio

Resultados del laboratorio para determinar el material pasante del tamiz n°200

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES		CÓDIGO : FC - 03
MTC E 137 - 2000 / NTP 339.132:1999		VERSIÓN : 1.0
ASTM D 1140:00 / AASHTO T - 11		VIGENCIA : 31/12/2018
INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBANILERÍA CONFINADA DE 5 PISOS EN VENTANILLA, 2018		
PROYECTO		REGISTRO : MA 075-2018/JR
UBICACIÓN	Mz "K", LOTE 12, ASENTAMIENTO HUMANO PESQUERO 1 PROYECTO ESPECIAL - CIUDAD PACHACUTEC	FECHA : 10/09/2018
CLIENTE	VILLANUEVA OLIVAS, HILDER OBLACH	
REFERENCIAS DE LA MUESTRA		
PRESENTACIÓN	01 Saco de polipropileno	
IDENTIFICACIÓN	C - 01 / M - 1 ; Prof: 0.00 - 1.50 m	
DESCRIPCIÓN	Arena pobremente gradada con limo	
DENOMINACIÓN	MATERIAL PASANTE QUE EL TAMIZ N° 200 (75 µm)	
Porcentaje de la Fracción Fina	(%)	100.0
Peso suelo seco + capsula - inicial	(g)	221.8
Peso suelo seco + capsula - final	(g)	211.3
Peso del material pasante por la Malla N° 200	(g)	10.5
Peso de la capsula	(g)	46.1
Peso del suelo seco inicial	(g)	173.7
MATERIAL PASANTE POR LA MALLA N° 200	(%)	6.0
OBSERVACIONES: Muestra tomada e identificada por el solicitante.		
 RICARDO FRANCESCO DAVILA RIOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 203355		
982 840 339 / 956 363 147 r.diaz@jrgeoconsultores.com jr.geoconsultores@gmail.com proyectos@jrgeoconsultores.com Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24 San Martín de Porres - Lima		

Resultado del ensayo de análisis granulométrico

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO		CÓDIGO :	FC-02
MTC E 107-2000 / NTP 339.128:1999		VERSIÓN :	1.0
ASTM D 422-63(2002) / AASHTO T-88		VIGENCIA :	31/12/2016
PROYECTO :	INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 5 PISOS EN VENTANILLA, 2018	REGISTRO :	075-2018JR
UBICACIÓN :	Mz "K", LOTE 12, ASENTAMIENTO HUMANO PESQUERO 1 PROYECTO ESPECIAL - CIUDAD PACHACUTEC	FECHA :	10/09/2018
CLIENTE :	VILLANUEVA OLIVAS, HILDER OBLACH		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA :			
PRESENTACIÓN :	01 Saco de polipropileno.		
IDENTIFICACION :	C - 01 / M + 1 ; Prof: 0.00 - 1.50 m		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS				
MALLAS	ABERTURA (mm)	RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.750			
N° 6	3.350			
N° 8	2.360			
N° 10	2.000			
N° 16	1.180			
N° 20	0.850			
N° 30	0.600			
N° 40	0.425	3.8	2.2	100.0
N° 50	0.300	12.4	7.1	97.8
N° 60	0.250	12.4	7.1	90.7
N° 80	0.180	72.4	41.7	89.0
N° 100	0.150	32.3	16.6	80.4
N° 200	0.075	42.3	24.4	64.0
N° 200	0.075	10.5	5.0	100.0

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Muestra Seca Inicial	25,641.0 g
Material > 3"	100.0 %
Material Ret. 2"	
Material Ret. 3/4"	
Material Ret. 3/8"	
Material Ret. N° 4	
Material < N° 4	25,641.0 g
	100.0 %
FRACCIÓN FINA (PASA N° 4)	
Peso seco antes del lavado + Tarro	221.8 g
Peso seco después del lavado + Tarro	211.3 g
Peso del Tarro	48.1 g
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS	
Tamaño Máximo (mm)	0.600
Porcentaje de Grava 3" > N° 4 (%)	0
Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4 (%)	64.0
Porcentaje de Pes. N° 200 (%)	6.0
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Límite líquido (%)	NP
Límite plástico (%)	NP
Índice plástico (%)	NP
Clasificación SUCS	ASTM D 2487-05 SP-SM
Clasificación AASHTO	ASTM D 3282 A-3(0)
DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
SUCS	Arena predominantemente graduada con limo
AASHTO	Bueno

RICCARDO FRANCESCO PAVILAR RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

OBSERVACIONES: Muestra formada e identificada por el solicitante.

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
San Martín de Porres - Lima

Resultado del laboratorio para determinar el contenido de humedad

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO		CÓDIGO	FC - 04
MTC E 108 - 2000 / NTP 339.127:1998		VERSIÓN	1.0
ASTM D 2216-05 / ASHTO T - 265		VIGENCIA	31/12/2018
PROYECTO	INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE ALBANILERIA CONFINADA DE 5 PISOS EN VENTANILLA, 2018	REGISTRO	075-2018/JR
UBICACIÓN	Mz "K", LOTE 12, ASENTAMIENTO HUMANO PESQUERO 1 PROYECTO ESPECIAL - CIUDAD PACHACUTEC	FECHA	10/09/2018
CLIENTE	VILLANUEVA OLIVAS, HILDER OBLACH		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
PRESENTACIÓN	01 Saco de polipropileno.		
IDENTIFICACIÓN	C - 01 / M - 1 ; Prof: 0.00 - 1.50 m		
DESCRIPCIÓN	Arena pobremente gradada con limo		
DENOMINACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	857.1	
Peso cápsula + suelo seco	(g)	839.70	
Peso del Agua	(g)	17.4	
Peso de la cápsula	(g)	85.2	
Peso del suelo seco	(g)	754.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.3	
OBSERVACIONES:			
Muestra tomada e identificada por el solicitante.			
		 RICARDO FRANCESCO DAVILARIOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 203355	
		982 840 339 / 956 363 147 rdiaz@jrgeoconsultores.com jrgeoconsultores@gmail.com proyectos@jrgeoconsultores.com Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24 San Martín de Porres - Lima	

Resultado del ensayo para determinar los límites de Atterberg

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS		CÓDIGO	FC-05
MTC E 110 - 2000 / MTC E 111 - 2000		VERSION	1.0
NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318-05		VIGENCIA	31/12/2018
AASHTO T-89 / AASHTO T-90			
PROYECTO	INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 5 PISOS EN VENTANILLA, 2016	REGISTRO	075-2018/JR
UBICACIÓN	Mz "K", LOTE 12, ASENTAMIENTO HUMANO PESQUERO 1 PROYECTO ESPECIAL - CIUDAD PACHACUTEC	FECHA	10/09/2016
CLIENTE	VILLANUEVA OLIVAS, HILDER OBLACH		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
PRESENTACIÓN	01 Saco de polipropileno.		
IDENTIFICACIÓN	C-01 / M-1; Prof: 0.00 - 1.50 m.		
DESCRIPCIÓN	Arena pobremente gradada con limo		
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°	2	3	4
Cápsula N°	1	2	2
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	---	---	---
Peso cápsula + suelo seco (g)	---	---	---
Peso del Agua (g)	---	---	---
Peso de la cápsula (g)	---	---	---
Peso del suelo seco (g)	---	---	---
Contenido de humedad (%)	---	---	---
Número de golpes	---	---	---

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

NÚMERO DE GOLPES

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
IND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

RICCARDO FRANCESCO BABILARIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com

Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
San Martín de Porres - Lima

Resultado del ensayo de cono de arena para determinar la densidad del material

Área: **Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto**

DENSIDAD Y PESO UNITARIO IN-SITU METODO DEL CONO DE ARENA

NTP 339.143 / MTC E 117-2000 / ASTM D 1556-00 7 AASHTO T191

DATOS DEL ENSAYO

PROYECTO: INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 5 PISOS EN VENTANILLA, 2018

CLIENTE: VILLANUEVA OLIVAS, HILDER OBLACH TORRES

UBICACIÓN: Mz. 10, LOTE 12, ASENTAMIENTO HUMANO PESQUERO 1 PROYECTO ESPECIAL - CIUDAD PACHACUTEC

CALICATA: C-01

FECHA: 08/08/2018

REGISTRO: 075-2018/JR

REFERENCIAS DE LA PRUEBA:

TIPO DE CAPA: Suelo natural

IDENTIFICACIÓN: C-01 / M-01

DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO: Arena pobremente gradada

EQUIPO DE PRUEBA:

CODIGO: EDC-001

VOL. CONO CALIBRADO (cm³): 10730

DENS. ARENA CALIB (g/cm³): 1.37

DATOS DE LA PRUEBA			
Numero de Prueba	D-1		
Tipo de Capa	Suelo natural		
Profundidad / Cota	1.00 m		
Fecha de Ensayo	10/09/2018		
Profundidad del hoyo (cm)	13.0		
Volumen del hoyo (cm ³)	2.718		
Cont. humedad in-situ (ASTM D 2216-05) (%)	3.7		
Densidad húmeda in-situ (g/cm ³)	1.526		
Densidad seca in-situ (g/cm ³)	1.472		
CORRECCIÓN DEL MATERIAL EXTRADIMENSIONADO (ASTM D 4718-87(1994)e2)			
Peso Mat. Extradimensionado (g)			
Material Extradimensionado (%)			
P.E. Bulk Base Seca (ASTM C 127-04) (g/cm ³)	2.720		
C. Humedad In-situ obtenida con SPEDDY (%)	3.7		
Dens. Seca In-situ Corregida (g/cm ³)	1.472		
Peso Unitario (kN/m ³)	14.4		
DATOS DE LABORATORIO			
Método compactación			
Óptimo cont. humedad (ASTM D 1557) (%)			
Máxima densidad seca (ASTM D 1557) (g/cm ³)			
GRADO DE COMPACTACIÓN (%)			

Referencias:
ASTM D 1556-00: Standard test method for density and unit weight of soil in place by the sand-cone method

OBSERVACIONES:
Las pruebas de densidad fueron realizadas por personal de IR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.A.

RICCARDO FRANCESCO DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 203355

982 840 339 / 956 363 147
rdiaz@irgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
proyectos@irgeoconsultores.com
Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
San Martín de Porres - Lima

Resultado del ensayo de corte directo en suelo

FORMATO		Código	AE-FO-020		
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS		Versión	01		
		Fecha	15-09-2018		
		Página	1 de 2		
Proyecto:	INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBANILERÍA CONFINADA DE 5 PISOS EN VENTANILLA, 2018		Registro N°:	075-2018/JR	
Cliente:	VILLANUEVA OLIVAS, HILDER OBLACH				
Ubicación:	Mz "K", LOTE 12, ASENTAMIENTO HUMANO PESQUERO 1 PROYECTO ESPECIAL CIUDAD PACHACUTEC		Fecha de Ensayo:	12/09/2018	
Sondaje / Calicata:	: 01		Profundidad:	0.00-1.50 m	
N° de Muestra	: 01				
VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min					
ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
Altura Inicial:	23.9 mm	Altura Inicial:	23.9 mm	Altura Inicial:	23.9 mm
Lado de caja:	60.7 mm	Lado de caja:	60.7 mm	Lado de caja:	60.7 mm
Área Inicial:	28.9 cm ²	Área Inicial:	28.9 cm ²	Área Inicial:	28.9 cm ²
Densidad Seca:	1.760 g/cm ³	Densidad Seca:	1.760 g/cm ³	Densidad Seca:	1.760 g/cm ³
Humedad Inic.:	8.6 %	Humedad Inic.:	8.6 %	Humedad Inic.:	8.6 %
Esf. Normal:	0.51 kg/cm ²	Esf. Normal:	1.01 kg/cm ²	Esf. Normal:	2.03 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.24 kg/cm ²	Esf. Corte:	0.51 kg/cm ²	Esf. Corte:	0.95 kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (sfe)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (sfe)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (sfe)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.07	0.19	0.41	0.10	0.12	0.41	0.37	0.23
0.82	0.09	0.22	0.82	0.17	0.21	0.82	0.56	0.35
1.24	0.11	0.28	1.24	0.23	0.28	1.24	0.84	0.39
1.65	0.13	0.32	1.65	0.27	0.33	1.65	0.87	0.41
2.47	0.14	0.34	2.47	0.32	0.39	2.47	0.77	0.47
3.30	0.16	0.38	3.30	0.36	0.43	3.30	0.82	0.50
4.12	0.19	0.42	4.12	0.37	0.44	4.12	0.87	0.53
4.94	0.20	0.47	4.94	0.39	0.47	4.94	0.93	0.56
5.77	0.21	0.49	5.77	0.42	0.49	5.77	0.94	0.55
6.59	0.22	0.51	6.59	0.46	0.54	6.59	0.95	0.56
7.42	0.22	0.52	7.42	0.47	0.54	7.42	0.95	0.56
8.24	0.24	0.54	8.24	0.49	0.54	8.24	0.95	0.55
9.06	0.24	0.55	9.06	0.50	0.56	9.06	0.95	0.54
9.89	0.24	0.54	9.89	0.51	0.58	9.89	0.94	0.53
10.71	0.24	0.53	10.71	0.51	0.57	10.71	0.93	0.52
11.54	0.23	0.52	11.54	0.51	0.57	11.54	0.93	0.52
12.36	0.22	0.49	12.36	0.51	0.56	12.36	0.93	0.51
13.18	0.22	0.47	13.18	0.51	0.56	13.18	0.93	0.51
14.01	0.21	0.46	14.01	0.51	0.55	14.01	0.93	0.50
14.83	0.21	0.46	14.83	0.51	0.55	14.83	0.93	0.50
15.66	0.21	0.44	15.66	0.50	0.53	15.66	0.93	0.49
16.48	0.20	0.43	16.48	0.49	0.52	16.48	0.92	0.48

OBSERVACIONES:
 Muestra tomada en campo por personal de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
 Las muestras fueron remoldeadas al 95% de la máxima densidad seca del Proctor estándar 1.76 g/cm³ a una humedad de 8.6%.


RICCABOC FRANCESCO
DAVILA RIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 203355
 982 840 339 / 956 363 147
 f.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Asociación Virgen del Carmen Mz. D Lt. 24
 San Martín de Porres - Lima

Anexo 07: Fichas de validación de instrumentos

FICHA TECNICA DE CAPACIDAD PORTANTE			
Ingreso	Para una edificación de 5 pisos de albañilería confinada con cimiento corrido en ventanilla.		
	<p>Elaboración de una calicata a una profundidad de 1.5 m, dado que el material de los estratos son homogéneos.</p> <p>Ensayos de clasificación SUCS: Conocer el tipo de suelo a cimentar.</p> <p>Ensayos de densidad de cono de arena: conocer la densidad seca y el peso unitario de la muestra.</p> <p>Ensayo de corte directo: Conocer la cohesión y el ángulo de fricción interna del suelo.</p> <p>Dimensiones: Datos propios de los planos de cimentación.</p> <p>Factor de seguridad: 2.5 para solicitaciones sísmicas.</p> <p>Perfil estratigráfico.</p> <p>Formula</p> <p style="text-align: center;">-Según Terzaghi y Peck:</p> $q_{ultima} = Sc \cdot C \cdot Nc + 1/2 \cdot S\tau \cdot \delta_1 \cdot B \cdot N\tau + Sq \cdot \delta_2 \cdot Df \cdot Nq$		
	Tipo de cimentación		Cimiento corrido
	Factor de seguridad (F.S)	s/u	
	Peso específico del suelo	g/cm3	
	Ancho del cimiento (B)	m	
	Profundidad del cimiento(Df)	m	
	Parámetros que son función de (Nc,Nt,Nq)	s/u	
	Factores de forma. (Sc,St,Sq)	s/u	
	Cohesión	kg/cm2	
Capacidad portante admisible=(qul/F.S)	kg/cm2		

FICHA DE ASENTAMIENTO TOTALES			
INFLUENCIA DEL SUELO EN LA SUBESTRUCTURA INSTRUMENTO: SOFTWARE DE ANALISIS DE CIMENTACIONES SAFE 2016	Asignación de propiedades mecánicas del suelo	Capacidad portante Rígido	Capacidad portante de Arena
		Balasto rígido	Balasto de arena
	Asignación de cargas superficiales de la estructura	Soportar una Edificación de 5 pisos de albañilería confinada	
		Carga viva	Carga viva
		Carga muerta	Carga muerta
Presiones en el suelo			
Panel	Caso de carga	Presión Rígida	Presión Arena
Texto		kg/cm ²	kg/cm ²
1	Servicio		
2	Servicio		
3	Servicio		
4	Servicio		
5	Servicio		
6	Servicio		
7	Servicio		
8	Servicio		
9	Servicio		
10	Servicio		
Presiones en el suelo por cargas de servicio			
Panel	Caso de carga	Asen. Rígido	Asen. Arena
		cm	cm
1	Servicio		
2	Servicio		
3	Servicio		
4	Servicio		
5	Servicio		
6	Servicio		
7	Servicio		
8	Servicio		
9	Servicio		
10	Servicio		

FICHA DE PERIODO Y DESPLAZAMIENTO LATERALES								
INFLUENCIA DEL SUELO EN LA SUPERESTRUCTURA <u>INTRUMENTO DE SOFTWARE ETABS V16.</u>	CREACION DE MODELOS			MODELO EMPOTRADO	MODELO FLEXIBLES			
	PROPIEDADES DE ELEMENTS ESTRUCTURALES				BARKAN	ILICHEV	NORMA RUSA	
	DEBUJAR EN PLANTA							
	ASIGNACION DE CARGAS							
	DEFINIR EL ESPECTRO DE RESPUESTA							
	DEFINIR CONDICIONES DE ANALISIS							
Control de derivas en centro de masa y rigidez								
N° piso	Sismo Dinámico	UX	altura de piso	distorsión relativa	distors. Elástica	distors. Inelástica	límite de sistema a porticada	norma E-030
piso 5	SDX Max						0.005	
piso 4	SDX Max						0.005	
piso 3	SDX Max						0.005	
piso 2	SDX Max						0.005	
piso 1	SDX Max						0.005	
Control de Derivas en centro de masa y rigidez								
N° piso	Sismo Dinámico	UY	altura de piso	distorsión relativa	distors. Elástica	distors. Inelástica	limite de sistema de albañilería confinada	norma E-030
piso 5	SDY Max						0.005	
piso 4	SDY Max						0.005	
piso 3	SDY Max						0.005	
piso 2	SDY Max						0.005	
piso 1	SDY Max						0.005	

COMPARACION DE DERIVAS EN CENTRO DE MASAS DE RIGIDEZ POR LOS MODELOS							
Sismo Dinámico	PISO	Empotrado	Modelo Dinámicos			limite de sistema de albañilería confinada	norma E-030
			Barkan	Ilichev	N. Rusa		
	piso 5						
	piso 4						
	piso 3						
	piso 2						
	piso 1						

COMPARACION DE PERIODOS FUNDAMENTALES DE VIBRACION DE LA ESTRUCTURA						
Sismo Dinámico	CASO MODAL	Empotrado	Modelo Dinámicos			norma E-030
			Barkan	Ilichev	Rusa	
	piso 5					$T = 2\pi \cdot \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2 \right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i \right)}$
	piso 4					
	piso 3					
	piso 2					
	piso 1					

VALIDADA POR TRES EXPERTOS:

Firma: 
 Víctor F. Casado Romo
 ING. CIVIL
 R. CIP. 103055


 Lenin Miguel Bendeo Romero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 75361

Firma: 
 RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304

OTORGÁNDOLE RESPECTIVAMENTE EL PUNTAJE DE 0.8.

Puntaje	ACEPTACION
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Puntaje	ACEPTACION
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Puntaje	ACEPTACION
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Anexo 08: Validación del software ETABS y SAFE 2016



VALIDEZ DE INSTRUMENTO DEL SOFTWARE ETABS V16 Y SAFE V16

Lima, 10 de Diciembre del 2018

ATENCIÓN: Mg. Ing. Raúl Pinto Barrantes (Especialista y Asesor en Software de CSI CARIBE – ETBAS, SAP 2000, SAFE, PERFROM 3D, CSI BRIDGE y CSI COL).

Por medio de la presente, se hace constar que el Tesista: **VILLANUEVA OLIVAS HILDER OBLACH** identificado con DNI: **70608526** con TITULO: *Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en ventanilla..* Aplicó correctamente el uso del software ETABS V16 y SAFE V16, verificando los análisis y diseño de acuerdo al RNE (E-020, E-030, E-60 y E-070) y la norma NORTEAMERICANA (ASCE-07).


RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 51304
Especialista en Estructuras
Celular: **995143312**
Correo: **raulpinto@cip.org.pe**

Anexo 09: Certificados de ensayos

Certificado de calibración de los equipo usados en los diferentes ensayos



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LF-0055-2018

O.T. : 0359-0531

Fecha de emisión : 2018-03-03

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Dirección : Cal. 16 Mz. G2, Lote 11 - As. San Francisco de Cayrán 3era etapa - SMP

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE CORTE DIRECTO

Marca : Peru Test S.A.C.
Modelo : PT-CD-500
Serie : 1011
Alcance : 500 kg
Resolución : 0,01 kg
Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio de Suelos
Fecha de Calibración : 2018-02-23

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEOCONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento interno de Calibración de Prensas, Celdas y Anillos de Carga".

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	26,6 °C	26,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	68,0%	68,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Lic. Nicolas Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP :0316



CLL-M-001

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 881 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente : T 404-2018
Fecha de Emisión : 2018-10-12

1. Solicitante : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
Dirección : CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS
Modelo : NO INDICA
Número de Serie : NO INDICA
Alcance de Indicación : 6000 g
División de Escala de Verificación (e) : 1 g
División de Escala Real (d) : 0,1 g
Procedencia : NO INDICA
Identificación : L-02
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2018-10-11

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.
CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 881 - 2018

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	65 %	66 %

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

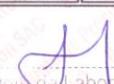
8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 000,0 g			Carga L2= 6 000,0 g		
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)
1	3 000,0	0,06	-0,01	5 999,8	0,03	-0,18
2	3 000,0	0,08	-0,03	6 000,0	0,08	-0,03
3	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,06	-0,01
4	3 000,0	0,09	-0,04	6 000,0	0,09	-0,04
5	3 000,0	0,05	0,00	5 999,9	0,05	-0,10
6	3 000,0	0,08	-0,03	5 999,9	0,04	-0,09
7	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,08	-0,03
8	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,06	-0,01
9	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,08	-0,03
10	3 000,0	0,09	-0,04	6 000,0	0,08	-0,03
Diferencia Máxima			0,04	0,17		
Error máximo permitido ±			3 g	± 3 g		




 Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 881 - 2018

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga mínima (g)	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
		l(g)	ΔL(g)	E _g (g)	Ec(g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)
1	1,0	1,0	0,09	-0,04	2 000,0	2 000,0	0,09	-0,04	0,00	
2		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,08	-0,03	-0,02	
3		1,0	0,05	0,00		2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	
4		1,0	0,08	-0,03		1 999,8	0,05	-0,20	-0,17	
5		1,0	0,07	-0,02		1 999,7	0,04	-0,29	-0,27	

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(g)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)	
1,0	1,0	0,09	-0,04						1
2,0	2,0	0,06	-0,01	0,03	2,0	0,07	-0,02	0,02	1
50,0	50,0	0,08	-0,03	0,01	49,9	0,05	-0,10	-0,06	1
100,0	100,0	0,07	-0,02	0,02	100,0	0,07	-0,02	0,02	1
500,0	500,0	0,08	-0,03	0,01	500,0	0,08	-0,03	0,01	1
1 000,0	1 000,0	0,05	0,00	0,04	1 000,0	0,05	0,00	0,04	2
2 000,0	1 999,8	0,03	-0,18	-0,14	1 999,9	0,06	-0,11	-0,07	2
3 000,0	3 000,0	0,05	0,00	0,04	3 000,0	0,05	0,00	0,04	3
4 000,0	3 999,8	0,04	-0,19	-0,15	4 000,0	0,09	-0,04	0,00	3
5 000,0	5 000,0	0,05	0,00	0,04	4 999,9	0,03	-0,08	-0,04	3
6 000,0	6 000,0	0,04	0,01	0,05	6 000,0	0,04	0,01	0,05	3

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000154 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,00639 \text{ g}^2 + 0,0000000289 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_g: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

TAMIZ DE BRONCE DE 8 PULGADAS DE DIÁMETRO CON MALLA N° 6



TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608
Loveland, CO 80539-0608
In USA 1-800-323-1242
Worldwide (970) 663-9780
Fax: (970) 663-9781
E-mail: soiltest@eleusa.com
Website: www.eleusa.com

Chartmoor Road, Chantwell Business Park
Leighton Buzzard
Bedfordshire, LU7 8WG, England
Phone: +44 1525 249200
Fax: +44 1525 249249
E-mail: ele@eleint.co.uk
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565
ISO 3310-1

BS
410

Serial Number: 124417557

TAMIZ DE BRONCE DE 8 PULGADAS DE DIÁMETRO CON MALLA N°10



TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608
Loveland, CO 80539-0608
In USA 1-800-323-1242
Worldwide (970) 663-9780
Fax: (970) 663-9781
E-mail: soiltest@eleusa.com
Website: www.eleusa.com

Chartmoor Road, Chantwell Business Park
Leighton Buzzard
Bedfordshire, LU7 8WG, England
Phone: +44 1525 249200
Fax: +44 1525 249249
E-mail: ele@eleint.co.uk
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565
ISO 3310-1

BS
410

Serial Number: 143028171

TAMIZ DE BRONCE DE 8 PULGADAS DE DIÁMETRO CON MALLA N° 200



TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608
Loveland, CO 80539-0608
In USA 1-800-323-1242
Worldwide (970) 663-9780
Fax: (970) 663-9781
E-mail: soilttest@eleusa.com
Website: www.eleusa.com

Chartmoor Road, Chantwell Business Park
Leighton Buzzard
Bedfordshire, LU7 8WG, England
Phone: +44 1525 249200
Fax: +44 1525 249249
E-mail: ele@eleint.co.uk
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

**ISO 565
ISO 3310-1**

**BS
410**

Serial Number: 143028181

**Anexo 10: CERTIFICADO DE CONFIABILIDAD DEL SOFTWARE ETABS V16 Y
SAFE V16 POR CSI**

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

Certificate No:
29928-2008-AQ-USA-ANAB

Initial certification date:
26 June 2008

Valid:
04 April 2018 - 04 August 2020

This is to certify that the management system of

CSI-Computers and Structures, Inc.

1646 North California Boulevard, Suite 600, Walnut Creek, CA, 94596, USA

has been found to conform to the Quality Management System standard:

ISO 9001:2015

This certificate is valid for the following scope:

The Development, Support and Licensing of Software Tools for Structural and Earthquake Engineering.

Place and date:
Katy, TX, 04 April 2018



For the issuing office:
DNV GL – Business Assurance
1400 Ravello Drive, Katy, TX, 77449-5164,
USA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

VILLANDEVA OLIVERA, HILDER OBACH

INFORME TÍTULADO:

*INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO
ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE MARMONERÍA CONFINADA DE 5 PISOS
EN VENTANILLA, 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: *06/12/2018*
NOTA O MENCIÓN : *14 (COTSA CF)*



Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

Yo, OMART DEMETRIO TELLO MALPARTIDA

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

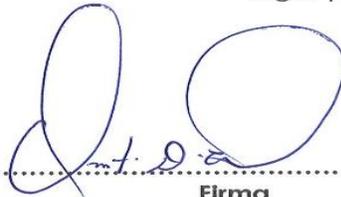
" INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE ALBAÑILERIA CONFINADA DE 5 PISOS EN VENTANILLA - 2018"

Del (de la) estudiante VILLANUEVA OLIVAS, HILDER OBLACH

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Lima 6 DIC. 2018



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

OMART DEMETRIO TELLO MALPARTIDA

DNI: 08644876

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

Código : F08-PP-PR-02.02
 Versión : 09
 Fecha : 23-03-2018
 Página : 1 de 1

Yo HILBER OBENCHA VILLANUEVA OLIVAS, identificado con DNI N° 70608526,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

" INFLUENCIA DEL SUELO ARENOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE ALBANILERIA CONFINADA DE 5 PISOS EN VENTANILLA, 2018 "

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

FIRMA
 DNI: 70608526

FECHA: 06 de NOVIEMBRE del 201...8

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL.

"Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Villanueva Olivas, Hilder Oblach

ASESOR:

Mg. Tello Malpartida, Omart

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural



Navigation icons: Home, Search, Chat, 14 items, Filter, Download, Info

Resumen de coincidencias

14 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
2	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	docslide.us	1 %

