



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño estructural de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada,
Trujillo-La Libertad, 2018”

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

AUTOR (ES):

Jiménez Julian, Jhony Joel
Julca Abanto, Jeisen Antonio

ASESOR:

Ing. Juan Humberto Castillo Chávez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO - PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

Dr. Alan Yordan Valdivieso Velarde
PRESIDENTE

Mg. Marlon Gastón Farfán Córdova
SECRETARIO

Ing. Juan Humberto Castillo Chávez
VOCAL

DEDICATORIA

*A Dios por regalarnos la vida y
llevarnos por el camino del bien.*

*A vuestros padres, por su cariño,
comprensión y apoyo en nuestro
desarrollo personal y profesional.*

AGRADECIMIENTO

*A Dios, por las oportunidades que nos brinda
lo largo de nuestras vidas.*

*A vuestros amigos con los que hemos
compartido momentos importantes
tanto de estudio como de chacota
durante nuestra formación
universitaria.*

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, **Jhony Joel JIMÉNEZ JULIAN** y **Jeisen Antonio JULCA ABANTO** con **DNI N° 48512872** y **70289098** respectivamente, en afecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingenierías, Escuela de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica.

Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la tesis son auténticos y veraces.

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

Trujillo, 15 de diciembre del 2018

Jhony Joel JIMÉNEZ JULIAN
DNI 47801835

Jeisen Antonio JULCA ABANTO
DNI 70289098

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis titulada “**Diseño Estructural de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada, Trujillo-La Libertad, 2018**”, la misma que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de **INGENIERO CIVIL**.

Jhony Joel Jiménez Julian
Jeisen Antonio Julca Abanto

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I.- INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.1.1. Aspectos generales.....	14
1.1.2. Aspectos socio económico	15
1.2. Trabajos previos	16
1.3. Teorías relacionadas al tema	20
1.3.1. Conceptos preliminares	20
1.3.2. Marco Normativo Peruano	25
1.4. Formulación del problema	36
1.5. Justificación del estudio	36
1.6. Hipótesis	36
1.7. Objetivos	37
1.7.1. Objetivo general	37
1.7.2. Objetivos específicos	37
II.- MÉTODO	38
2.1. Diseño de investigación	38
2.2. Variables, operacionalización	39
2.3. Población y muestra	40
2.3.1. Población	40
2.3.2. Muestra	40
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	40
2.4.1. Técnicas	40
2.4.2. Instrumentos	40
2.4.3. Validez y Confiabilidad	40
2.5. Métodos de análisis de datos	41
2.6. Aspectos éticos	41

III.- RESULTADOS	43
3.1. Estudio Topográfico	43
3.1.1. Trabajo de campo	43
3.1.2. Trabajo de gabinete	43
3.2. Diseño Arquitectónico	44
3.2.1. Entorno urbano	44
3.2.2. Descripción arquitectónica	44
3.2.3. Criterios arquitectónicos para el diseño	47
3.3. Estudio de Mecánica de suelos	47
3.3.1. Trabajo de campo	47
3.3.2. Ensayos y laboratorio	47
3.3.3. Cálculo de la capacidad portante	47
3.3.4. Resultados	48
3.4. Análisis Sismorresistente	48
3.4.1. Generalidades	48
3.4.2. Predimensionamiento y estructuración	48
3.4.3. Metrado de Cargas	52
3.4.4. Análisis sísmico estático	53
3.4.5. Análisis modal	55
3.4.6. Análisis sísmico dinámico	57
3.4.7. Junta de separación sísmica	60
3.5. Diseño Estructural	61
3.5.1. Diseño de Muros de Albañilería	61
3.5.2. Diseño de Columnas de Amarre	67
3.5.3. Diseño de Vigas Soleras	79
3.5.4. Diseño de Losa Aligerada	69
3.5.6. Diseño de Cimentación	73
IV.- DISCUSIÓN	75
V.- CONCLUSIÓN	77
VI.- RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS	79
ANEXOS	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3. Factor de zona	26
Cuadro 4. Perfiles de los tipos de suelos	27
Cuadro 5. Factor de sueño según zona	27
Cuadro 6. Periodos según el factor “C”	27
Cuadro 13. Matriz de operacionalización de variables	39
Cuadro 14. Coordenadas del proyecto	44
Cuadro 15. Clasificación de suelos	47
Cuadro 16. Capacidad de carga admisible	47
Cuadro 17. Propiedades físicas del suelo	48
Cuadro 18. Propiedades mecánicas del suelo	48
Cuadro 19. Verificación del esfuerzo axial máximo de los muros portantes	50
Cuadro 20. Densidad de muros en el Eje Y	51
Cuadro 21. Densidad de muros en el Eje X	52
Cuadro 22. Metrado de cargas por piso del edificio	53
Cuadro 23. Distribución de las fuerzas de inercia	55
Cuadro 24. Periodos de participación en ambas direcciones	56
Cuadro 25. Periodos fundamentales de participación	57
Cuadro 26. Valores de T vs. Sa del espectro de diseño	58
Cuadro 27. Cortante estático vs Cortante dinámico	59
Cuadro 28. Control de distorsiones	60
Cuadro 29. Cortantes y momentos de diseño en dirección “Y”	61
Cuadro 30. Cortantes y momentos de diseño en dirección “X”	61
Cuadro 31. Verificación de resistencia global y fisuración de muros en dirección “Y”	64
Cuadro 32. Verificación de resistencia global y fisuración de muros en dirección “X”	65
Cuadro 33. Resistencia al corte en dirección “X”	66
Cuadro 34. Resistencia al corte en dirección “Y”	67
Cuadro 35. Factores para acero longitudinal y estribos	68
Cuadro 36. Diseño de columna de amarre por compresión y corte	68
Cuadro 37. Diseño de viga solera	69
Cuadro 38. Metrado de cargas para diseño de aligerado	71
Cuadro 39. Cálculo del refuerzo por flexión para la vigueta en estudio	72
Cuadro 40. Verificación por corte de la vigueta en estudio	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sillar, piedra labrada de arte románico	21
Figura 2. Tipos de muros no portantes	22
Figura 3. Elementos de confinamiento de los muros portantes	23
Figura 4. Secuencia de la construcción de la albañilería confinada	23
Figura 5. Mapa de zonificación sísmica Perú	26
Figura 6. Plano topográfico del terreno consignado para el proyecto	43
Figura 7. Entorno urbano del terreno del proyecto	44
Figura 8. Distribución arquitectónica del 1° nivel	45
Figura 9. Distribución arquitectónica del 2° al 5° nivel	45
Figura 10. Apartamento del lado izquierdo	46
Figura 11. Apartamento del lado derecho	46
Figura 12. Vista 3D del Modelo Estructural	56
Figura 13. Curva de los valores del espectro de diseño	59
Figura 14. Sección típica de losas aligeradas	70
Figura 15. Sentido del aligerado será en el eje “X”	70
Figura 16. Diagrama de momentos de la vigueta en estudio	71
Figura 17. Diagrama de fuerzas cortantes de la vigueta en estudio	72
Figura 18. Modelo estructural de la platea de cimentación	73
Figura 19. Presiones en el suelo debido a cargas de gravedad (CM + CV)	74
Figura 20. Asentamiento debido a cargas de gravedad (CM + CV)	74

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad diseñar un edificio de 5 niveles mediante el sistema estructural de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo, exactamente en la calle Colombia Mz F lote 02 de la urbanización El Recreo. El área destinada para este edificio es de 416 m². En la primera etapa se elaboraron los trabajos de campo, se realizó el estudio topográfico con estación total observando que el terreno es relativamente plano presentando una pendiente menor al 1%, sin relieves pronunciadas importantes. Posteriormente se realizó el estudio de Mecánica de suelos en el laboratorio de la Universidad César Vallejo de Trujillo, cuya clasificación de suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos nos arrojó una arena mal graduada como tipo de suelo y a su vez la capacidad admisible de carga del terreno es de 1.28 kg/cm² a una profundidad de cimentación de 1.50 m. En la segunda etapa se elaboraron los trabajos de gabinete como el diseño arquitectónico, contemplándolo como un edificio multifamiliar, cumpliendo los requisitos de dimensiones mínimas de los ambientes destinados para vivienda, según las normas A.010 y A.020. El análisis sismorresistente fue realizado por el programa de cómputo Etabs se aproxima al comportamiento real de la estructura; este nos dio como resultados que los valores obtenidos del desplazamiento en el eje “X” y eje “Y” se encuentran en el rango permisible según la Norma E.03, tanto para el análisis estático como el dinámico. Finalmente, el diseño estructural de los elementos de concreto armado del edificio fueron realizados mediante programas como Etabs, SAFE y SAP, los cuales brindaron resultados de manera rápida como las cuantías de acero; contemplado en las normas E.060 y E.050 correspondientes y para el diseño de los muros de albañilería, se siguió los pasos de la norma técnica E.070, permitiendo tener muros dúctiles teniendo una resistencia mayor al corte.

Palabras clave: Análisis sismorresistente, albañilería confinada, muros portantes, desplazamientos, diseño estructural.

ABSTRACT

The purpose of this research is to design a 5-story building using the structural masonry system confined to the city of Trujillo, exactly on Colombia Street Mz F lot 02 of the El Recreo urbanization. The area destined for this building is 416 m². In the first stage the field works were elaborated, the topographical study with total station was made observing that the terrain is relatively flat presenting a slope less than 1%, without important pronounced reliefs. Subsequently the soil mechanics study was carried out in the laboratory of the Cesar Vallejo University of Trujillo, whose classification of soils according to the Unified System of Classification of Soils gave us a badly graded sand as a type of soil and at the same time the admissible load capacity of the land is 1.28kg/cm² at a foundation depth of 1.50 m. In the second stage the cabinet works were elaborated as the architectural design, contemplating it as a multifamily building, fulfilling the requirements of minimum dimensions of the environments destined for housing, according to the standards A.010 and A.020. The seismic analysis was performed by the computer program Etbas approaches the real behavior of the structure; This gave us as results that the values obtained from the displacement in the "X" axis and "Y" axis are in the permissible range according to the E.03 Standard, both for static and dynamic analysis. Finally, the structural design of the reinforced concrete elements of the building were carried out through programs such as Etabs, SAFE and SAP, which provided results quickly such as the amounts of steel; contemplated in the corresponding E.060 and E.050 standards and for the design of the masonry walls, the steps of the technical standard E.070 were followed, allowing to have ductile walls having a greater resistance to the cut.

Keywords: Seismic analysis, confined masonry, bearing walls, displacements, structural design.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática:

Durante las últimas décadas se han presentado sismos que han dejado daños considerables a las edificaciones en distintas ciudades del Perú, y como bien sabemos estos sismos se dan porque el Perú se encuentra en una zona altamente sísmica, por ubicarse en el cinturón de fuego del pacífico, zona llamada así por la convergencia tectónica entre las placas Oceánica (Nazca) y Continental (Sudamericana). Pero los daños considerables y hasta colapsos de dichas edificaciones en las distintas ciudades del Perú se debieron a la manera empírica de su construcción y, a su vez, por no tener un adecuado diseño tanto estructural como sísmico.

Por otro lado, según Defensa Civil y el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la ciudad de Trujillo forma parte del gap sísmico Trujillo-Chiclayo y el cual está en observación ya que en cualquier momento podría liberar su energía acumulada. (Ver Anexo 1). Como bien sabemos el periodo de retorno de los grandes sismos está estimado en 400 a 500 años (Tavera, 2002, p. 136), y el ultimo sismo devastador que se dio en Trujillo y el cual se relatan en crónicas antiguas fue en febrero del año 1619 (Silgado, 1978, p. 25), por lo que estamos cerca de la ocurrencia de un eventual sismo de gran magnitud.

Si observamos y analizamos las edificaciones de la ciudad de la primavera, los efectos de un sismo de gran magnitud afectarían en gran escala no solo a las edificaciones de la ciudad de Trujillo, sino también a las provincias aledañas a nuestra ciudad.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, surge la necesidad de diseñar las estructuras de las edificaciones de albañilería confinada (las más comunes en la ciudad de Trujillo), mediante una exhaustiva y rigurosa aplicación de las normas peruanas, para que de esta manera este tipo de edificaciones puedan cumplir los requisitos de análisis y seguridad frente a eventuales movimientos telúricos. Así mismo, pondríamos en práctica la filosofía y uno de los principios elementales del diseño sismorresistente contemplada en la norma E.030, la cual nos dice que la estructura no deberá colapsar ni causar daños graves a las personas

debido a movimientos sísmicos calificados como severo, de tal manera que puedan seguir funcionando sin mayores inconvenientes.

1.1.1 Aspectos generales:

1.1.1.1 Ubicación Política:

La ubicación política del distrito de Trujillo es la siguiente:

País: Perú
Región: La Libertad
Departamento: La Libertad
Provincia: Trujillo
Distrito: Trujillo

1.1.1.2 Ubicación Geográfica:

La ubicación geográfica del distrito de Trujillo es la siguiente:

Superficie: 39.36 km²
Latitud: 8°06'57" S
Longitud: 79°01'47" O
Altitud: 31 m.s.n.m.

1.1.1.3 Límites

El distrito de Trujillo limita con los siguientes distritos respectivamente, por el:

Norte: La Esperanza, El Porvenir y Florencia de Mora

Sur: Víctor Larco Herrera y Moche

Este: Laredo

Oeste: Huanchaco y Océano Pacífico

1.1.1.4 Clima

Trujillo es denominado “Ciudad y Capital de la Primavera”, por su excelente clima primaveral con relativamente mínimas variaciones diarias del tiempo, lo mismo que sus variaciones anuales. La temperatura es estable, los vientos son moderados y las lluvias son escasas, aunque ocasionalmente pueden tomarse en copiosas cuando el llamado Fenómeno del Niño descarga sus fuerzas. En Trujillo, la temperatura promedio es de 20° C y llueve unos pocos milímetros.

1.1.1.5 Vías de acceso

La accesibilidad a la localidad de Trujillo se puede dar por:

Vía terrestre: a través de la carretera panamericana norte (Av. Nicolás de Piérola), av. Mansiche, av. Larco, av. Pumacahua, av. Túpac Amaru, entre otras principales vías de penetración que los unen con los demás distritos de su alrededor.

Vía aérea: hay vuelos diarios desde el aeropuerto “Carlos Martínez de Pinillos”.

Vía marítima: por el “Terminal Portuario de Salaverry” ubicado en este distrito.

1.1.2 Aspectos socio económico:

1.1.2.1 Actividades económicas:

Las actividades económicas destacadas del distrito de Trujillo son: la prestación de servicios por medio de establecimientos dedicados al turismo en el centro histórico (hoteles, hospedajes, restaurantes, entre otros) y el transporte urbano, para la movilización de los trujillanos a sus centros de labores o estudios.

1.1.2.2 Salud:

Los centros de salud estatal más reconocidos que podemos encontrar dentro del distrito de Trujillo son: el hospital Regional Docente, hospital Belén y el hospital Víctor Lazarte Echegaray. Y los centros de salud particulares más reconocidos son: la clínica Peruano-Americana y la clínica San Pablo.

1.1.2.3 Educación:

En Trujillo distrito encontramos infraestructuras educativas primarias y secundarias, tanto estatales (Colegio Nacional San Juan, José Faustino Sánchez Carrión, Santa Rosa, Modelo, Marcial Acharan y Smith, entre otros) como particulares (Claretiano, Alexander Fleming, Brüning, San Vicente de Paul, Marcelino Champagnat, Interamericano, entre otros). También cuenta con infraestructuras de educación superior nacionales como Universidad Nacional de Trujillo y particulares como la Antenor Orrego, la Privada del Norte y Leonardo Da Vinci.

1.1.2.4 Servicios:

En Trujillo distrito, la entidad prestadora del servicio de energía eléctrica está a cargo de Hidrandida, siendo este distrito el de mayor consumo. La entidad prestadora del servicio de distribución de agua potable y alcantarillado está a cargo de SEDALIB S.A., la cual adquiere el recurso hídrico del proyecto especial de CHAVIMOCHIC.

1.1.2.5 Vivienda:

Trujillo distrito con el código de ubigeo 130101, en el XII Censo de Población y VII de Vivienda realizado a nivel nacional en el año 2017, el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) nos dice que Trujillo cuenta con 87701 viviendas, con una población estimada de 314939 habitantes.

1.2 Trabajos previos:

Carcausto (2018), “Análisis y diseño estructural de la IES Agropecuaria N° 125 de Chupa, distrito de Chupa-Azángaro-Puno” tuvo como finalidad diseñar un colegio sobre un área de terreno de 248.50 m² cuya ubicación fue mencionada anteriormente. Pues bien, su arquitectura fue diseñada para ambientes de aulas, salas de computo, laboratorios, almacén, entre otros. El análisis y el diseño se realizó acorde a los requerimientos de las Normas E.020, E.030, E.050, E.060, E.070, y en lo que corresponda al ACI 318 – 14. Para el modelamiento se empleó el programa Etabs, permitiéndonos una representación computarizada del edificio real piso a piso y realizándose el análisis estático y el dinámico pseudo espectral. Se obtuvo como resultados que los valores de los desplazamientos en ambos ejes, se encuentran dentro del rango permisible según norma, concluyendo que el programa de computo Etabs reduce el tiempo de creación del modelo y que los resultados están en función al modelo, y este a su vez tiene un comportamiento aproximado al de la estructura real.

Escamillo (2017), en su estudio titulado “Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, La Libertad”, estudió el diseño sísmico de una edificación de 8 pisos con albañilería confinada, empleando los criterios y parámetros de resistencia y diseño de la norma técnica E 0.70. Escamillo propuso en su proyecto de investigación cambiar el modo de falla de los muros, de cortante a flexión, amplificando su relación de esbeltez ($\text{Altura/Largo} > 2$). Obteniendo resultados y concluyendo que dicha alteración esencialmente amplía la capacidad de deformación de los muros, es decir, se puede incrementar la deriva de entrepiso de 0.005 a 0.007, para luego examinar estas distorsiones de entrepiso según su desempeño, y confirmar si la estructura está preparada para resistir las demandas solicitadas y hasta dónde puede llegar su capacidad sin perturbar su seguridad estructural.

Pineda (2017), en su estudio licenciado “Diseño estructural de viviendas sismo resistente en ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el agustino, Lima 2017”, tuvo como finalidad de su investigación diseñar viviendas seguras en sectores vulnerables como los asentamientos humanos “7 de Octubre” y “Ovalo Vicentelo Bajo” de El Agustino. Se clasificaron los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS) obteniendo suelos de grava mal graduada con una capacidad admisible de 4.845 kg/cm². Posteriormente se elaboraron los planos arquitectónicos, el predimensionamiento y metrado de cargas convenientes para luego realizar el modelamiento en Etabs junto con el análisis sísmico estático y dinámico espectral obteniendo las envolventes de las combinaciones de carga para el diseño de los elementos estructurales. El diseño de muros portantes se analizó según norma E.070 de albañilería. Se obtuvo como resultados una configuración estructural acorde a la geometría del terreno con derivas dentro del rango estipulado por norma.

Quispe y Apaza (2017), en su estudio titulado “Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción del edificio administrativo de Santa Lucía”, desarrollo el análisis estructural según norma del edificio administrativo con un sistema de albañilería confinada y otro de concreto armado con sus configuraciones arquitectónicas idénticas para ambos sistemas. Se realizó el modelamiento y análisis sísmico estático y dinámico según normas establecidas y considerando las limitaciones; posteriormente, se evaluó la economía para ambos sistemas. Finalmente se comparó los resultados de ambos sistemas estructurales concluyendo que ambos sistemas presentan un adecuado y real comportamiento estructural ante un sismo, siendo el más económico y más eficiente para la construcción del edificio administrativo el de albañilería confinada.

Llamosas (2017), en su estudio titulado “Edificio de viviendas con concreto armado y albañilería confinada”, desarrolla el análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de 4 niveles de 184 m², compuesto en un sentido de muros de concreto armado y en el otro sentido de muros estructurales de albañilería confinada en el distrito de San Miguel. Del estudio de suelos se sabe que el tipo de suelo es un S₂, grava arenosa con una capacidad portante de 3 kg/cm² a una profundidad de 1.5m. Al ser el edificio de 4 niveles, solo se necesitó realizar

un análisis sísmico estático según especifica la norma E.030. En el modelo estructural se realizó el análisis mediante el uso de secciones transformadas en los muros de mampostería para el cálculo de las derivas y otras respuestas como los momentos flectores y fuerzas cortantes en estos muros. Finalmente se hizo una comparación entre los resultados empleando las normas E.030 del año 2003 con la del año 2006, concluyendo y obteniendo una marcada diferencia en cuanto a consideraciones de regularidad de la estructura en cada versión de la norma.

Merino (2016), en su estudio titulado “Diseño en albañilería confinada de una vivienda de 3 pisos, en concordancia con la nueva norma E.030, en el distrito, provincia y departamento de Huancavelica”, cuya finalidad es analizar y elaborar el diseño arquitectónico y estructural de una vivienda de 3 pisos de 56m² ubicada en la comunidad de Santa Bárbara, ciudad de Huancavelica, empleando los criterios de albañilería confinada aplicada en el Perú. Se emplearon muros de corte de albañilería confinada y concreto armado para los elementos de arriostre contando con una distribución que garantice una rigidez adecuada para evitar problemas de torsión y controlar los desplazamientos laterales en ambas direcciones. Luego del predimensionamiento de los elementos estructurales según las normas E.020, E.030 y E.070, se realizó el análisis y verificaciones del cumplimiento según normas correspondientes. Finalmente, se diseñaron los elementos estructurales teniendo en cuenta la norma E.070 para los muros de albañilería, E.060 para los de concreto armado y E.050 para la cimentación, y se obtuvo resultados que cumplen las exigencias mínimas dadas en dichas normas.

Chevarría (2014), en su estudio titulado “Análisis y diseño estructural sismorresistente por el método de elementos finitos: Pabellón de aulas I.E.S. Charamaya-Mañazo” aplicó el método de elementos finitos en el análisis y diseño estructural sismorresistente del pabellón de dicha institución secundaria, que consta de 2 niveles y 6 aulas, con el fin de corroborar los alcances de solución que genera su aplicación e identificar los beneficios del resultado de cálculo. Para la metodología del proyecto se aplicó modelos matemáticos para facilitar el análisis estructural teniendo en cuenta las normas E.010, E.020, E.030, E.050, E.060 y E.070.

Dicha edificación se idealizó con muros de albañilería confinada en el sentido corto y pórticos de concreto armado en la dirección larga. El análisis

sismoresistente fue evaluado en el programa ETABS 2013, la cimentación a su vez, en el programa SAFE v12.3.1 y los tijerales diseñados por esfuerzos admisibles y por flexocompresión, en el programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014. Se concluyó que el método de elementos finitos aplicado al diseño estructural sismorresistente del Pabellón de aulas de la I.E.S. de Charamaya, en concordancia a la normativa vigente, RNE, cumple con la seguridad estructural necesaria para resistir a cualquier evento sísmico que se pueda dar en la zona.

Chaquilla (2014), en su estudio titulado “Análisis y diseño de un proyecto de edificación de cinco niveles con albañilería estructural para la construcción en la ciudad de Puno, Puno-2014”, tuvo como finalidad elaborar como propuesta de construcción un proyecto de una edificación de cinco niveles en la ciudad de Puno, mediante los requisitos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones mediante la norma E.070 y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, la inspección de calidad y la supervisión de las edificaciones de albañilería estructuradas especialmente por muros confinados y armados. El presente trabajo de investigación efectuó el análisis y diseño de una edificación de cinco niveles por la teoría del Reglamento Nacional de Edificaciones aplicando la norma E.070, la norma E.030 y la norma E.060 garantizando así el comportamiento estructural comparado con el de una edificación diseñada sin consideraciones estructurales.

Hernández (2013), en su estudio licenciado “Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada”, desarrollo el análisis y diseño de un edificio de 5 pisos con tanque elevado para viviendas de 260 m² aproximadamente, ubicadas en Lima, empleando el sistema de muros de albañilería confinada con elementos de concreto armado. Del estudio de suelos se obtuvo que es una grava arenosa con una capacidad admisible de 4.0 kg/cm². Posteriormente se procedió al predimensionamiento y estructuración del edificio siguiendo las normas establecidas. Luego se realizó el análisis sísmico verificando el cumplimiento de los elementos estructurales según las normas establecidas. Para el diseño, se empleó muros de corte de concreto armado y de albañilería confinada según las normas E.060 y E.070. Se concluyó que las distribuciones de muros garantizan la

rigidez en ambas direcciones y controlaron los desplazamientos laterales evitando problemas de torsión.

Santana (2013), en su estudio titulado “Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada” realizó un diseño sísmico por desempeño obteniendo la aceleración máxima de la zona por procedimientos probabilísticos y/o determinísticos, eligiendo seis registros de sismos peruanos en tres eventos sísmicos, los de 1966, 1979 y 1974. Posteriormente, mediante el espectro de capacidad, se determinó la capacidad estructural del edificio, usando un análisis estático-pushover, luego los puntos de desempeño mediante un análisis no lineal estático y dinámico. El resultado obtenido fue que el modelo planteado cumple con el análisis no lineal estático-pushover, pero no cumple con el análisis no lineal dinámico. Finalmente se concluyó que se debe trabajar con un modelo estructural que presenten el diseño lineal elástico desplazamientos laterales de entrepiso (drift) muy próximo a los límites establecidos en la norma E.030, para así poder garantizar una óptima densidad de muro en ambas direcciones y obtener ductilidad y periodos de vibración adecuados a las demandas impuestas por el sismo.

1.3 Teorías relacionadas al tema:

1.3.1 Conceptos preliminares:

1.3.1.1 Topografía

1.3.1.1.1 Levantamiento topográfico

Son procedimientos consignados a lograr la representación gráfica de las representaciones naturales y artificiales que se hallan sobre una superficie terrestre en un plano (Ver Anexo 2), el cual comprende la proyección de puntos del terreno sobre un plano horizontal, brindando una visión en planta del sitio levantado. (Jiménez, 2007, p. 1).

1.3.1.2 Estudio de Mecánica de suelos

Es una disciplina que pertenece al área de la Geotecnia que a través de una serie de procedimientos nos permitiría saber las propiedades mecánicas, físicas y químicas del suelo (Ver Anexo 3), estas propiedades nos ayudaran a establecer su comportamiento y especificar el empleo de este suelo como material de

construcción o como soporte de una construcción (Espinace y Sanhueza, 2004, p.1).

1.3.1.3 Diseño Arquitectónico

El diseño arquitectónico es un acto de creatividad e invención que va desde el comienzo del proyecto del edificio hasta la ejecución de un plan que, desarrollado, conducirá a una situación deseada sin efectos posteriores no deseados (Ver Anexo 4). La obra terminada y habitada es pues, la finalidad del diseño arquitectónico. (Cifuentes y Yon, 1982, p.18).

1.3.1.4 Albañilería Confinada

Material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas y apiladas con mortero, reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado consecutivamente a la construcción de la albañilería (Ver Anexo 5). La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel. (Abanto, 2007, p.21).

La albañilería confinada fue creada por ingenieros italianos, después que el sismo de 1908 en Sicilia arrasara con las viviendas de albañilería no reforzadas. En el Perú la albañilería ingresa después del terremoto de 1940; mientras que la armada lo hace en la década de 60, pese a que ésta se había creado antes. (San Bartolomé, 1994, p.1)

1.3.1.4.1 Unidades de Albañilería

En construcción de los muros portantes confinados pueden emplearse ladrillos de arcilla, sílico-calcáreos, de concreto y hasta de sillar (Fig. 5), con tal que califiquen como unidades sólidas y cumplan las especificaciones de uso que señala la norma E.070. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011, p.106)



Figura 1. Sillar, piedra labrada de arte románico.

La variedad de unidades que se emplea en los muros confinados es elevada: las principales son de arcilla, con modelo artesanal o industrial. Debe evitarse el uso de unidades mal cocidas (o rajadas) o con muchas perforaciones. Por la buena adherencia observados en múltiples ensayos de corte, se recomienda emplear unidades de arcilla con un máximo de 33% de perforaciones en su cara de asentado. (San Bartolomé, 1993, p.3)

1.3.1.4.2 Muros portantes

Para que un muro confinado se considere portante de carga vertical y sísmica, es necesario que tenga continuidad vertical, a fin de que los esfuerzos se transmitan de un piso al otro hasta llegar a la cimentación. (Kuroiwa, 2008, p.85.)

1.3.1.4.3 Muros no portantes

Son los que reciben carga vertical, como por ejemplo los cercos, los parapetos y los tabiques. Estos muros deben diseñarse básicamente ante cargas perpendiculares a su plano, originadas por el viento, sismo u otras cargas de empuje. (San Bartolomé, 1994, p.5)

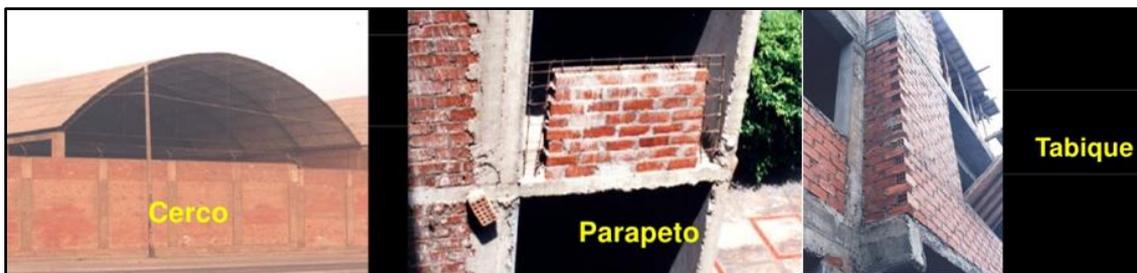


Figura 2. Tipos de muros no portantes.

1.3.1.4.4 Elementos de confinamiento

Los elementos de confinamiento verticales y horizontales son las columnas de amarre y las vigas soleras, las cuales son de concreto armado. Las columnas de amarre influyen en la resistencia a cargas vertical de los muros y las vigas soleras reciben y distribuyen las cargas horizontales y verticales. (Abanto, 2017, p.104 y p.105).

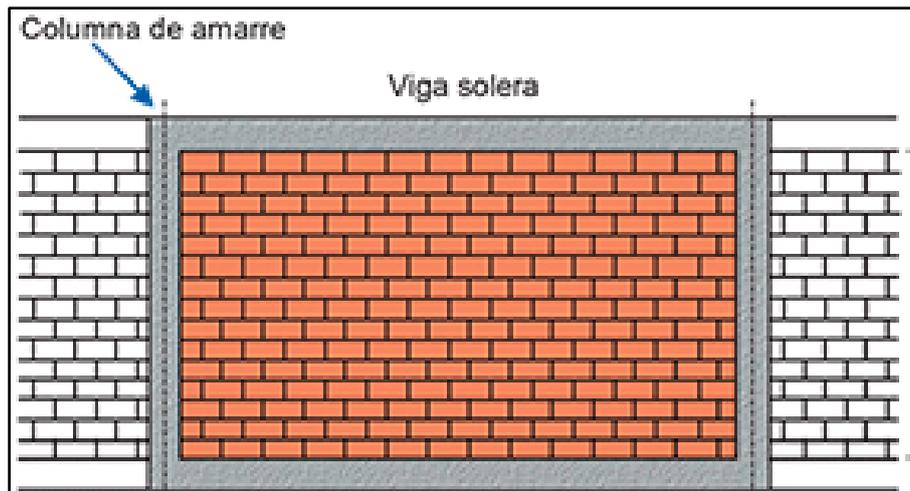


Figura 3. Elementos de confinamiento de los muros portantes.

1.3.1.4.5 Integración de los elementos estructurales

Estas edificaciones se construye primero el muro de albañilería, en segundo lugar, se vacía el concreto de las columnas de confinamiento; y finalmente, se vacía el concreto del techo en conjunto con el de las vigas, como se muestra en la Fig. 5. Esta secuencia constructiva produce una adecuada adherencia entre los materiales involucrados y un comportamiento integrado de la estructura. (San Bartolomé y Quium, 2010, p.3)



Figura 4. Secuencia de la construcción de la albañilería confinada.

1.3.1.5 Análisis y Diseño

1.3.1.5.1 Cargas de diseño

Para San Bartolomé (1998, p. 2), Las cargas que pueden actuar en un edificio se clasifican en los siguientes tipos: Cargas estáticas y Cargas dinámicas. Estas cargas se definen de la siguiente manera:

- Cargas Estáticas, que son las que se aplican paulatinamente sobre una estructura, haciendo que se originen esfuerzos y deformaciones, mas no vibraciones en la estructura.
- Cargas Dinámicas, las cuales cuya magnitud, dirección y sentido varían rápidamente con el tiempo, por lo que los esfuerzos y desplazamientos de la estructura también cambian con el tiempo.

Los sismos son ondas sísmicas que generan aceleraciones a las masas de la estructura. Las estructuras convencionales pueden ser estudiadas empleando cargas estáticas equivalentes a las provocadas por el sismo. (Ver Anexo 6).

1.3.1.5.2 Deformaciones

Para Morales (2013, p. 1), la deformación de un elemento u sistema estructural es una variación del estado físico debido a fuerzas internas y/o externas, a una variación de temperatura, etcétera. La deformación puede ser elástica, cuando desaparece al cesar la acción que lo provoca, por lo que las partículas del cuerpo vuelven a su posición inicial; y plástica, cuando persiste después de desaparecer la causa que lo ha provocado. (Ver Anexo 7).

1.3.1.5.3 Análisis Estructural

Ciencia encargada de elaborar los procesos de cálculo, para determinar la rigidez, resistencia, estabilidad, durabilidad y seguridad de las estructuras, alcanzándose los valores necesarios para un diseño seguro y económico. (Villareal, 2009, p. 4)

1.3.1.5.4 Diseño Estructural

La estructura se concibe como un sistema o conjunto de elementos que se combinan ordenadamente, y el proceso de diseño de dicho sistema comienza formulando los objetivos que se pretende alcanzar y las restricciones que debe tener en cuenta dicho sistema. (Morales, 2006, p. 8)

1.3.2 Marco Normativo Peruano:

1.3.2.1 Norma Técnica E.020 Cargas

I. Generalidades

Los valores de esta norma son los mínimos establecidos y no se emplearán jamás valores menores a estos; por otro lado, esta norma se complementa con la norma E.030 y otras normas propias de diseño.

II. Carga Muerta

Se considerará el peso real de los materiales que conforman para soportar la edificación, calculados en base a los pesos unitarios, pudiéndose emplear pesos unitarios menores cuando se justifiquen debidamente. En Cuadro 1 (Ver Anexo 8) se detalla un peso real usando datos de diseños y catálogos de los fabricantes.

III. Carga Viva

Se empleará como mínimo los valores que se implantan en la tabla 1 para los otros tipos de uso u ocupación, valores que envuelven un margen para circunstancias ordinarias de impacto. Su consentimiento se verificará de acuerdo a las disposiciones de dicha norma. En el Cuadro 2 (Ver Anexo 9) se detalla el peso de las cargas vivas mínimas repartidas según el uso u ocupación de un área, acorde con la norma mencionada anteriormente.

1.3.2.2 Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente

I. Generalidades

La filosofía de esta norma consiste en:

- Evitar pérdidas vidas humanas
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- Disminuir los daños a las propiedades.

II. Zonificación

El territorio peruano actualmente se encuentra dividido en cuatro zonas (Figura 9), lo cual representa el nivel de sismicidad basada en las características generales de los movimientos sísmicos.



Figura 5: Mapa de zonificación sísmica Perú.

Fuente: Norma Técnica E.030

A cada zona se le asigna un factor al cual se le conoce como factor Z, este factor representa la aceleración máxima horizontal en el terreno (roca) con una probabilidad de 10% de ser excedida en un periodo de 50 años equivalente a un periodo de retorno de 475 años. Asimismo, en el Cuadro 3 podemos apreciar estos factores que se interpretan como un porcentaje de la aceleración de la gravedad.

Cuadro 3. Factores de Zona

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma Técnica E.030

III. Perfiles de suelo

Para efectos del análisis sísmico, clasifican los suelos tomando en cuenta las propiedades del suelo, espesor, periodo y velocidad de propagación de las ondas de corte. El Cuadro 4 muestra los 5 tipos de perfiles de suelo según esta Norma.

Cuadro 4. Perfiles de los Tipos de Suelos

PERFILES DE SUELO				
TIPO	DESCRIPCIÓN	Vs	N60	Su
S ₀	ROCA DURA	> 1500 m/s	----	----
S ₁	ROCA O SUELOS MUY RIGIDOS	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S ₂	SUELOS INTERMEDIOS	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	SUELOS BLANDOS	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	CONDICIONES EXCEPCIONALES	clasificación basada según el EMS		

Fuente: Norma Técnica E.030

IV. Parámetros de sitio, factor "S" y períodos "Tp" y "TL"

Esta norma relaciona cada zona sísmica "Z" con el tipo de perfil de suelo descrito en el cuadro 4, e indica el factor "S" (factor de amplificación del suelo) correspondiente para cada caso (Cuadro 5). A su vez, su correspondiente periodo Tp, (periodo que define la plataforma del factor C) y TL (período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante) en el cuadro 6.

Cuadro 5. Factor de Suelo según zona

FACTOR DE SUELO "S"				
zona \ suelo	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma Técnica E030

Cuadro 6. Periodos según el factor C

PERIODOS "Tp" Y "TL"				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Tp	0.30	0.40	0.60	1.00
TL	0.80	2.50	2.00	1.60

Fuente: Norma Técnica E030

V. Factor de amplificación sísmica "C"

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

El factor de amplificación sísmica “C” obedece los parámetros de sitio T_p , T_L y T , siendo este último el periodo fundamental de vibración.

A continuación, se describen las siguientes expresiones para determinar el factor “C” según la esta norma:

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

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

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

VI. Periodo fundamental de vibración “T”

El periodo fundamental de vibración “T” puede ser calculado para cada una de las direcciones de análisis mediante siguiente expresión aproximada:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

h_n = altura total de la edificación medida desde el nivel del terreno.

$C_T = 35$ Para pórticos de concreto armado y pórticos dúctiles de acero sin arriostramiento.

$C_T = 45$ Para ascensores, escaleras y pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y concreto armado duales

Alternativamente el valor de T se puede calcular considerando las características estructurales y de deformación de los elementos resistentes mediante:

$$T = 2\pi * \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i * d_i^2)}{(g * \sum_{i=1}^n f_i * d_i)}}$$

Nota: el valor del periodo T calculado considerando las características estructurales, no debe ser mayor en 25% del valor T calculado por el método aproximado.

VII. Categoría de las edificaciones y Factor de uso “U”

Define el coeficiente de importancia o uso (U) se utilizará según la clasificación de la edificación. El factor de uso e importancia para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar $U = 1$ como indica esta norma.

En el Cuadro 7 (Ver Anexo 10) se aprecia los valores a considerar según Norma.

VIII. Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas “Ro”

La Norma Técnica E.030 define 5 sistemas estructurales, cuyos elementos que los conforman deben cumplir con las especificaciones mínimas requeridas dispuestas en el reglamento nacional de edificaciones vigente (RNE), para cada caso.

El coeficiente básico de reducción sísmica “Ro” depende del tipo de sistema estructural. En el Cuadro 8 (Ver Anexo 11) se aprecia los valores que toman los coeficientes de reducción sísmica según norma.

IX. Regularidad estructural “Ia”, “Ip” y coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas “R”

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares según las condiciones del Cuadro 9 (Ver Anexo 12), según norma.

El coeficiente de reducción sísmica “R” se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = Ro * Ia * Ip$$

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, esta deberá proyectarse respetando las restricciones a la irregularidad de acuerdo al Cuadro 10 (Ver Anexo 13), según norma.

X. Modelo de análisis

Esta norma especifica que en el modelo para el análisis se debe considerar una distribución espacial de masas y rigideces adecuados que permitan calcular las características más importantes del comportamiento de la estructura. Asimismo, señala que para edificaciones de concreto armado y albañilería se calcularán las inercias brutas, es decir sin considerar la figuración y el esfuerzo.

XI. Estimación de peso sísmico

El peso (P), se obtendrá adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se establecerá de la siguiente manera:

- En edificaciones A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.

- En edificaciones C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

XII. Análisis Sísmico Estático

Este método representa las fuerzas sísmicas mediante un conjunto de fuerzas que actúan en cada nivel de la edificación.

Para empezar con el análisis es necesario saber los diversos parámetros estudiados.

a. Fuerza cortante en la base:

La fuerza cortante en la base para cada dirección de análisis se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * U * C * S * P}{R}$$

Donde:

V = Fuerza cortante en la base.

Z = Factor de zona.

U = Factor de uso o importancia.

C = Factor de amplificación sísmica.

R = coeficiente de reducción sísmica.

P = Peso de la edificación.

El valor de C/R para cada dirección de análisis debe cumplir con la siguiente expresión:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

b. Distribución de fuerza sísmica en altura

La distribución de la fuerza cortante se distribuye en cada nivel de la estructura incluyendo el último, estas fuerzas se determinan mediante:

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i * (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j * (h_j)^k}$$

Donde:

- V = Fuerza cortante.
- P_i = Peso del nivel i.
- h_i = Altura de nivel i con relación al nivel del terreno.
- n = Número de pisos de la edificación.
- El valor del exponente “k” está en base al periodo fundamental de vibración (T) de la estructura, y puede ser calculado como sigue:
 - a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
 - b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

XIII. Análisis Sísmico dinámico modal espectral

Aplicable a cualquier estructura que se diseñe usando los resultados del análisis dinámico por combinación modal espectral tales como los modos de vibración, la aceleración espectral, la fuerza cortante mínima y la excentricidad accidental. Para el análisis se deberá usar un espectro inelástico de pseudoaceleraciones:

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

Donde:

S_a = Aceleración espectral

Z = Factor de zona.

U = Factor de uso.

C = Factor de amplificación sísmica.

R = coeficiente de reducción sísmica.

g = Aceleración de gravedad (9.81 m/s²)

XIV. Determinación de los desplazamientos laterales

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso para cada dirección de análisis, no deberá ser mayor a los límites especificados en Cuadro 11 (Ver Anexo 14).

1.3.2.3 Norma Técnica.E.050 Suelos y Cimentaciones

I. Generalidades

Esta norma establece requisitos para la elaboración de estudios de mecánica de suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otros, con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las construcciones y para promover el uso racional de los recursos.

Obligatoriedad de los estudios

Es obligatorio verificar el EMS en los siguientes casos:

- Edificaciones, que alberguen gran cantidad de personas.
- Edificaciones de 1 a 3 pisos, con más de 500 m² de área techada en planta.
- Edificaciones de 4 a más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- Edificaciones industriales, fabricadas, talleres o similares.
- Edificaciones que represente peligros adicionales
- Edificaciones que requiera el uso de pilares, pilotes.

II. Ensayos Normalizados para Capacidad Portante del suelo

Las aplicaciones y limitaciones para ensayos de pruebas de carga están indicados en el Cuadro 12 (Ver Anexo 15).

1.3.2.4 Norma Técnica E.060 Concreto Armado

I. Generalidades

Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta norma.

II. Método de Diseño

Para el diseño de estructuras de concreto armado se usará el Diseño por Resistencia, proporcionándose a todas las secciones de los elementos estructurales Resistencias de Diseño (ϕR_n) adecuadas, de acuerdo con las disposiciones de esta Norma, utilizando los factores de carga (amplificación) y los factores de reducción de resistencia, ϕ , especificados en dicha norma.

III. Método de Análisis

Los elementos estructurales deberán diseñarse para soportar los efectos máximos originados por las cargas amplificadas, determinados por medio del análisis estructural, considerando una respuesta lineal elástica de la estructura, excepto cuando se modifiquen los momentos flectores de acuerdo con lo mencionado en esta norma.

IV. Requisitos de Resistencia y Servicio

- ✓ La resistencia solicitada para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

$$U = 1,4CM + 1,7 CV$$

- ✓ El diseño considerará cargas de sismo (CS):

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0,9 CM \pm CS$$

- ✓ Refuerzo Mínimo en elementos sometidos a flexión

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

$$A_{S \min} = \frac{0.22 \sqrt{f'c}}{f_y} bw d$$

- ✓ Resistencia al Cortante proporcionada por el concreto:

Para elementos sometidos únicamente a flexión y corte:

$$V_c = 0.17 \sqrt{f'c} bw d$$

1.3.2.5 Norma Técnica E.070 Albañilería Confinada

I. Generalidades

Esta norma establece las exigencias y requisitos mínimos para el análisis y diseño de edificaciones de albañilería estructuradas primordialmente por muros confinados y muros armados.

II. Estructuración

El diafragma debe ser rígido y continuo para que así integren a los muros portantes y compatibilicen sus desplazamientos, de esta manera se distribuirán las fuerzas laterales en proporción a la rigidez de los muros. La relación entre sus lados del diafragma rígido no debe exceder a 4. La cimentación será el primer diafragma rígido en la base con la rigidez suficiente para evitar asentamientos que produzcan daños en los muros.

La distribución de los edificios con diafragma rígido deberá tener simetría en la distribución de masas y disposición de los muros en planta, de manera que

proporcione una simetría adecuada en la rigidez lateral de cada piso cumpliendo con las restricciones por torsión según norma E.030. Se deberá tener regularidad en planta y elevación evitando cambios bruscos de rigideces y masas.

Los muros portantes deberán tener una sección transversal simétrica de preferencia; continuidad vertical hasta la cimentación, con una longitud mayor o igual a 1.20 m para poder ser considerados como contribuyentes a las fuerzas horizontales. Deberán contar con juntas de control en la cimentación, losas, techos y alféizar de ventanas, para evitar movimientos debido a dilataciones, contracciones y asentamientos.

III. Requisitos Estructurales Mínimos

a) Muros Portantes

- ✓ Espesor Efectivo “t” (m)

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para las zonas sísmicas 2 y 3}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \quad \text{Para la zona sísmica 1}$$

Donde “h” es la altura efectiva del muro en m.

- ✓ Esfuerzo Axial Máximo

El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo e 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{Lt} \leq 0.2 f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'm$$

Donde “L” es la longitud total del muro (m), (incluyendo el peralte de la columna para los muros confinados). De no cumplir, se aumentará el espesor de muro, convirtiéndolo en concreto armado; $f'm$ es la resistencia a compresión axial de la albañilería (kg/m^2); t el espesor efectivo del muro (m) y P_m la carga de gravedad máxima el 100% de sobrecargas (T_n).

- ✓ Aplastamiento

El esfuerzo axial de servicio producido por cargas de gravedad concentradas que actúen en el plano de la albañilería no deberá ser mayor a $0.375f'm$. El área de compresión se hallará considerando un ancho efectivo igual al ancho sobre el actúa la carga concentrada más 2 veces el espesor efectivo del muro medido a cada lado de la carga concentrada.

b) Estructuración en planta

- ✓ Densidad Mínima de muros reforzados

La densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la expresión:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{Z.U.S.N.}{56}$$

Donde “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo según norma E.030; “N” es el número de pisos del edificio; “L” la longitud total del muro (Incluyendo columnas si existen) y “t” es el espesor efectivo del muro.

IV. Diseño de Muros de Albañilería

- ✓ Control de fisuración

Se controla la ocurrencia de fisuras por corte ante un sismo moderado con la siguiente ecuación:

$$Ve \geq 0.55 Vm = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

Donde “Ve” es la fuerza cortante producida por el sismo moderado en el muro de análisis y “Vm” es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

- ✓ Resistencia al agrietamiento diagonal

La resistencia al corte (Vm) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante la expresión:

$$Vm = 0.5 V'm * \alpha * t * L + 0.23 * Pg$$

Donde “V'm” es la resistencia al corte, “Pg” es la carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida, “t” es el espesor efectivo de muro, “L” es

la longitud total del muro (incluyendo a las columnas en el caso de muros confinados), “ α ” es el factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e L}{M_e} \leq 1$$

Donde “ V_e ” es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico y “ M_e ” es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico

1.4 Formulación del Problema

¿Cuál es el diseño estructural de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada, Trujillo-La Libertad 2018?

1.5 Justificación del estudio

La justificación teórica de nuestro proyecto de investigación se basa en que todo diseño de alguna edificación debe ajustarse a las normas presentes en el RNE.

La justificación técnica de nuestro proyecto de investigación se basa en que nos va a permitir un mejor desempeño de las estructuras frente a un eventual sismo de gran magnitud, evitando así fallas estructurales y hasta un su posible colapso.

La justificación metodológica de nuestro proyecto de investigación se basa en que el diseño de nuestro proyecto servirá como referencia para futuras construcciones que deseen utilizar albañilería confinada según el reglamento.

La justificación práctica de nuestro proyecto de investigación se basa en que va a permitir elevar el nivel de seguridad y esto nos permitirá salvaguardar la vida de las personas frente a un eventual sismo de gran magnitud.

1.6 Hipótesis

La hipótesis se comprobará únicamente cuando se realice el diseño del edificio de 5 niveles de albañilería confinada.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

- ✓ Realizar el diseño estructural de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada.

1.7.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar el estudio topográfico al terreno consignado para el edificio de 5 niveles de albañilería confinada.
- ✓ Realizar el diseño arquitectónico del edificio de 5 niveles de albañilería confinada.
- ✓ Realizar el estudio de mecánica de suelos del terreno consignado para el edificio de 5 niveles de albañilería confinada.
- ✓ Realizar el análisis sísmico del edificio de 5 niveles de albañilería confinada.
- ✓ Realizar el diseño estructural del edificio de 5 niveles de albañilería confinada.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación

El proyecto se realizará con el diseño no experimental transversal descriptivo simple, teniendo como esquema a emplear:



Dónde:

M: El edificio de 5 niveles de albañilería confinada de área 416 m² que se ubicará en calle Colombia Mz F lote 02, urbanización El Recreo de la ciudad de Trujillo.

O: Recolección de datos del proyecto.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variable: Diseño estructural de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo.

- Definición Conceptual: El diseño estructural sismorresistente apropiado será el que resista, en el rango elástico, todos aquellos sismos de intensidad severa que ocurran durante su vida útil, el nivel de daños debe ser mínimo, para así garantizar su funcionamiento después de la ocurrencia de dichos sismos. (Rochel, 2012, p. 27).
- Definición Operacional: El diseño estructural del edificio de 5 niveles de albañilería confinada se realizará mediante la serie de procedimientos mencionados en el marco teórico, siguiendo los requisitos consagrados en las normas ya mencionadas, y esto nos permitirá la buena realización de nuestro proyecto de investigación.

2.2.2 Dimensiones

- Levantamiento topográfico
- Estudio de mecánica de suelos

- Diseño arquitectónico
- Análisis sismorresistente
- Diseño estructural

2.2.3 Operacionalización

La matriz de Operacionalización de variables es la siguiente:

Cuadro 13. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada	Levantamiento Topográfico	Son procedimientos destinados a lograr la representación gráfica de las formas naturales y artificiales que se encuentran sobre una superficie terrestre en un plano. (Jiménez, 2007, p.1)	Mediante el estudio topográfico obtendremos la descripción del terreno de nuestro proyecto, y mediante un mapa obtendremos la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal.	Levantamiento topográfico (m ²)	Razón
				Exportación del levantamiento al software AutoCAD	Razón
	Estudio de Mecánica de Suelos	Serie de procedimientos nos permitiría conocer las propiedades mecánicas, físicas y químicas del suelo que nos ayudaran a determinar el comportamiento de dicho suelo. (Sanhueza, 2004, p.1)	El estudio de mecánica de suelos se realiza con el fin de saber el tipo de cimentación que se acomodara mejor a la solicitud que el edificio puede otorgar al piso.	Clasificación de suelos SUCS (%)	Ordinal
				Capacidad Portante (kg/cm ²)	Razón
	Diseño Arquitectónico	Es un acto de creatividad e invención que va desde el comienzo del proyecto del edificio hasta la ejecución de un plan que situación deseada sin efectos no deseados. (Sifuentes y Yon, 1982, p.18)	El diseño arquitectónico consiste esencialmente en crear espacios físicos para satisfacer necesidades habitacionales según el uso que se le pueda brindar a dicho ambiente.	Distribución de ambientes (m ³)	Razón

Análisis Sísmico	El análisis sísmico de una edificación de albañilería consiste en determinar de acuerdo a las normas E.030 y E.070 las fuerzas internas de los elementos estructurales y los desplazamientos laterales producidos por las cargas sísmica. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011, p.216)	El análisis sísmico de un edificio se realiza teniendo en cuenta criterios de estructuración, para luego ser sometido a análisis y verificación de las deformaciones mínimas según normas preestablecidas.	Pre dimensionamiento y estructuración (m ³)	Razón
			Metrado de Cargas (m ³)	Razón
			Análisis Sísmico Estático (Ton, Ton.m ² , m)	Razón
			Análisis Sísmico Dinámico (Ton, Ton.m ² , m)	Razón
Diseño Estructural	Diseño de acuerdo a las normas que regulen las construcciones sismoresistentes, y que debe ser capaz de resistir, además de las fuerzas que le impone su uso, sismos fuertes, presentando daños mínimos, pero sin colapso. (Rochel, 2012, p.27)	El diseño de las estructuras para resistir sismos consiste esencialmente en un diseño con fuerzas reducidas, aceptando que parte de la energía introducida a la estructura por el sismo, se disipe por deformaciones inelásticas.	Diseño de elementos estructurales de albañilería confinada (m ³)	Razón
			Diseño de los elementos estructurales de concreto armado (m ³)	Razón

2.3 Población y muestra

- Población:
El edificio de 5 niveles de albañilería confinada.
- Muestra:
El edificio de 5 niveles de albañilería confinada.

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

2.4.1 Técnicas:

La técnica empleada para la realización del proyecto de investigación fue la observación.

2.4.2 Instrumentos:

- Instrumentos mecánicos:

Se utilizó equipos topográficos que nos permitieron la realización del levantamiento topográfico del área del proyecto. A su vez también se utilizó instrumentos para la recolección de muestras de suelos y el laboratorio de suelos de la UCV para la realización del EMS.

- Instrumentos electrónicos:

Se utilizó equipos y aparatos electrónicos como memorias USB y discos para el almacenamiento de información y laptops que contaron con softwares que están mencionados más adelante para el procesamiento de la información.

2.4.3 Validez y confiabilidad

Los instrumentos topográficos fueron validados por el técnico en topografía, correspondientemente calibrados y los instrumentos para la recolección de muestras de suelos fueron validados por el ingeniero civil encargado del laboratorio de suelos de la UCV.

Los softwares utilizados para la realización del análisis y diseño fueron validados por mi asesor un ingeniero civil, que corroboró que contaban con las normas peruanas correspondientes.

2.5 Método de análisis de datos

- Se realizó levantamiento topográfico usando una estación total para el recojo de información y el software AutoCAD y Civil 3D para representar dicho levantamiento topográfico del terreno del proyecto.
- Se realizó el estudio de suelos empleando el laboratorio de suelos de la universidad César Vallejo con la que obtuvimos la capacidad portante de terreno del proyecto.
- Se realizó el diseño arquitectónico a través del software AutoCAD 2016 teniendo en cuenta las correspondientes normas.
- Se realizó el análisis sismorresistente a través de la modelación con el software Etabs 2016 y SAFE 2016 teniendo en cuenta las normas correspondientes.

- Se realizó el diseño estructural empleando las Normas Técnicas E.020, E.030, E.050, E.060 y E.070 según corresponda para el edificio de 5 niveles de albañilería confinada.

2.6 Aspectos éticos

El proyecto de investigación se elaboró con honestidad y responsabilidad, respetando las opiniones, juicio de expertos y uso adecuado de las normas:

- Norma Técnica – E.020: Cargas
- Norma Técnica – E.030: Diseño sismorresistente
- Norma Técnica – E.050: Suelos y cimentaciones
- Norma Técnica – E.060: Concreto armado
- Norma Técnica – E.070: Albañilería

Así mismo, Los datos obtenidos fueron respaldados por los por el técnico topográfico, laboratorio de suelos de la UCV, y el ingeniero civil asesor del proyecto.

III. RESULTADOS

3.1 Estudio topográfico

3.1.1 Trabajos realizados

3.1.1.1 Trabajo de campo

Se realizó el levantamiento topográfico del terreno con una estación total (Ver Anexo 16), observando que el terreno es relativamente plano, sin relieves pronunciadas importantes.

Para el presente proyecto, ya que el terreno presenta una pendiente menor a 1% y que el área de la edificación es pequeña, no se adjunta un plano de curvas de nivel.

3.1.1.2 Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete concluyo con la exportación del levantamiento con estación total al AutoCAD 2016 con un Bench Marck conocido con las siguientes coordenadas UTM.

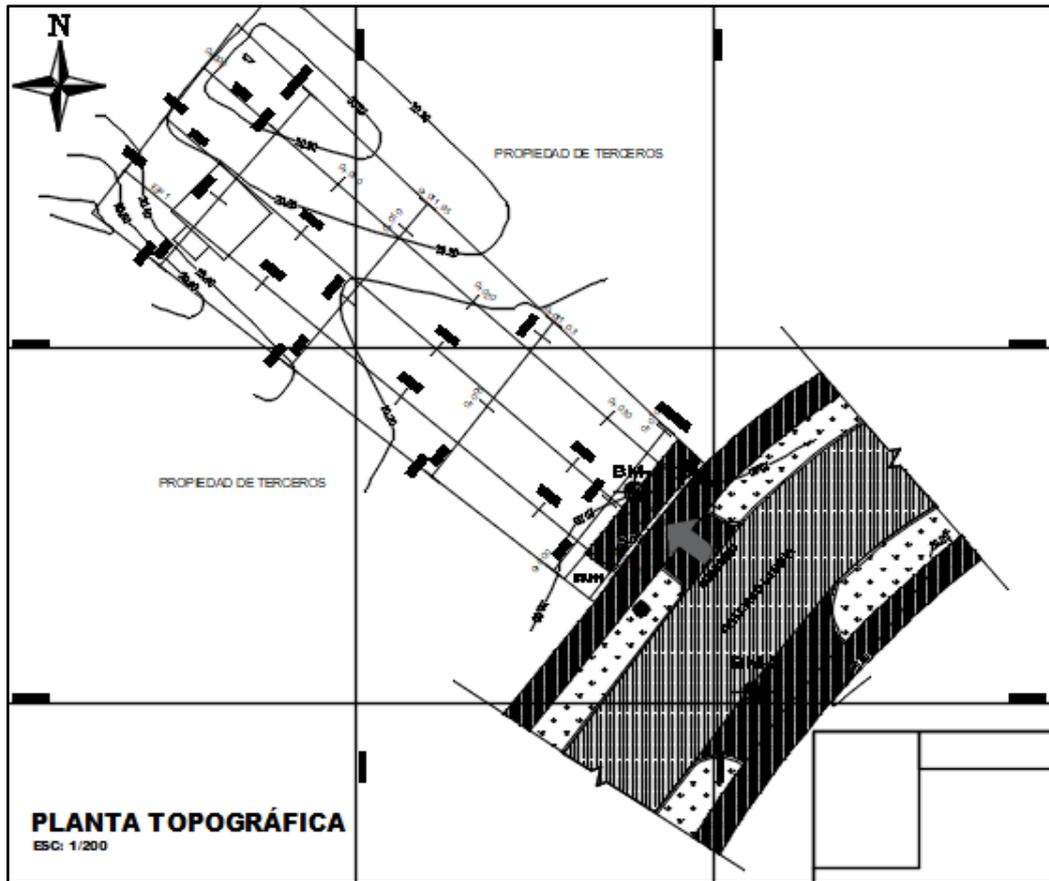


Figura 6. Plano topográfico del terreno consignado para el proyecto.

Cuadro 14. Coordenadas del terreno del proyecto.

CUADRO DE COORDENADAS UTM (DATUM WGS984)				
BENCH MARCK (BM)				
PUNTO	NORTE (Y)	ESTE (X)	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	9102271.882	716955.633	20.000	BM-1
2	9102260.583	716962.252	19.820	BM-2

Fuente. GPS utilizado en el levantamiento topográfico.

3.2 Diseño arquitectónico

3.2.1 Entorno urbano

Nuestro terreno para el edificio se encuentra ubicado en la calle Colombia Mz F lote 02 de la urbanización El Recreo de la ciudad de Trujillo; a una cuadra de la avenida Víctor Larco, y del punto muy conocido llamado “OR” en la avenida España.



Figura 7. Entorno urbano del terreno del proyecto

3.2.2 Descripción arquitectónica

El desarrollo arquitectónico del edificio de 5 niveles de albañilería confinada incluye planos en planta, corte, elevaciones y detalles. El proyecto contempla un edificio multifamiliar de 416 m² de área que se ubicará en la calle Colombia Mz F lote 02 de la urbanización El Recreo de la ciudad de Trujillo.

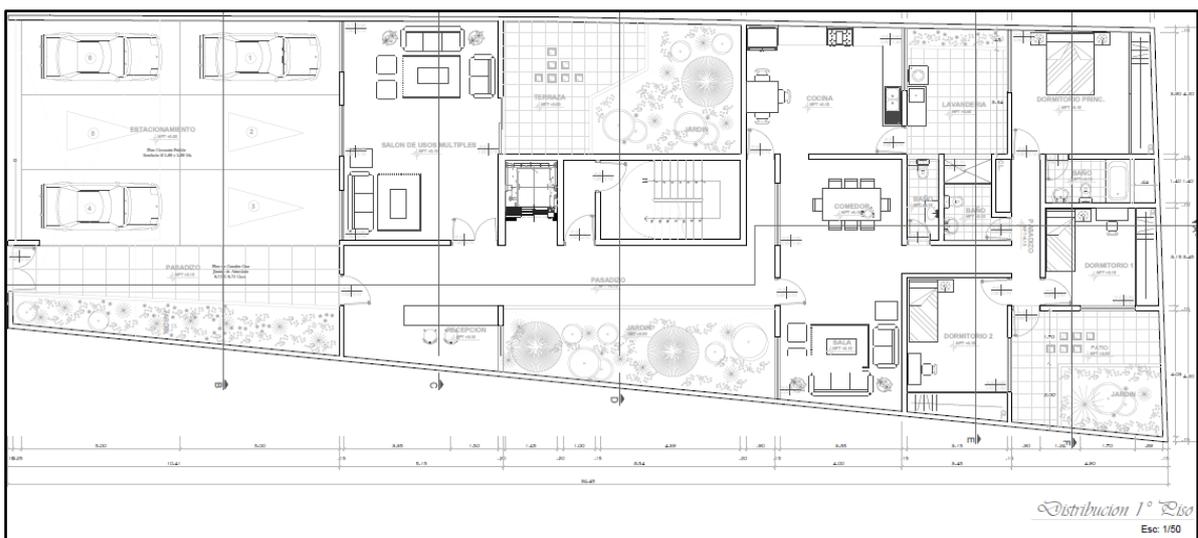


Figura 8. Distribución arquitectónica del 1° nivel.

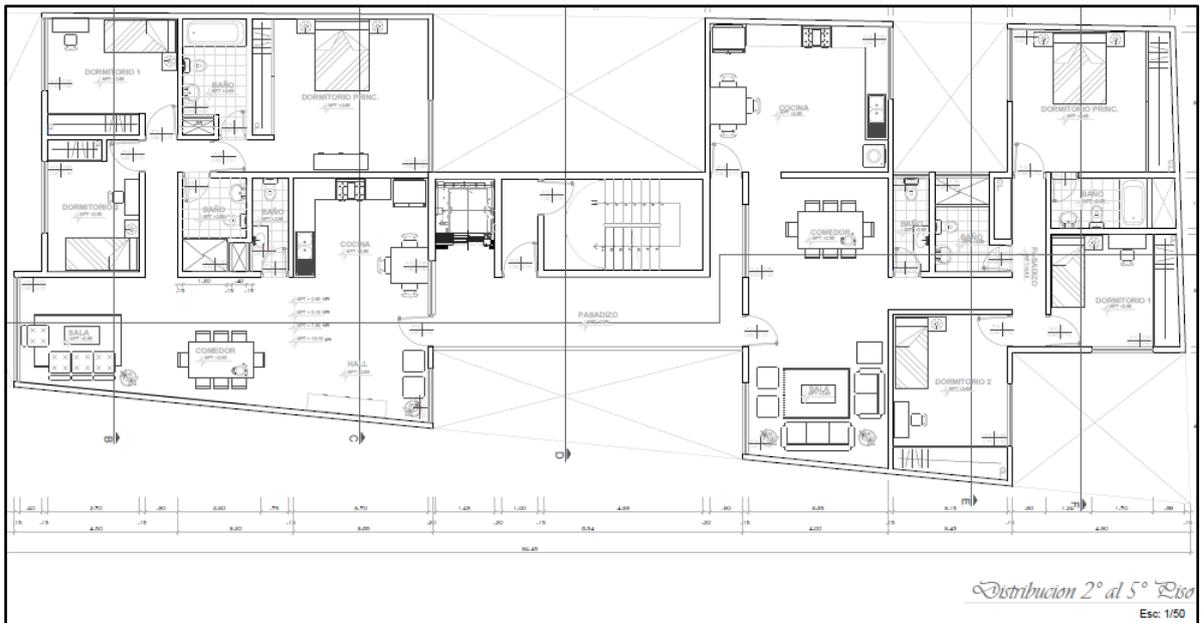


Figura 9. Distribución arquitectónica del 2° al 5° nivel.

Los departamentos serán de aproximadamente 120 m² con tres dormitorios, una sala y un hall, una cocina, un comedor, un baño completo y medio baño, siendo dos departamentos por piso, lo que nos da un total de 9 viviendas, ya que en el primer piso encontramos un estacionamiento, salón de usos múltiples y dos jardines.



Figura 10. Apartamento del lado izquierdo.

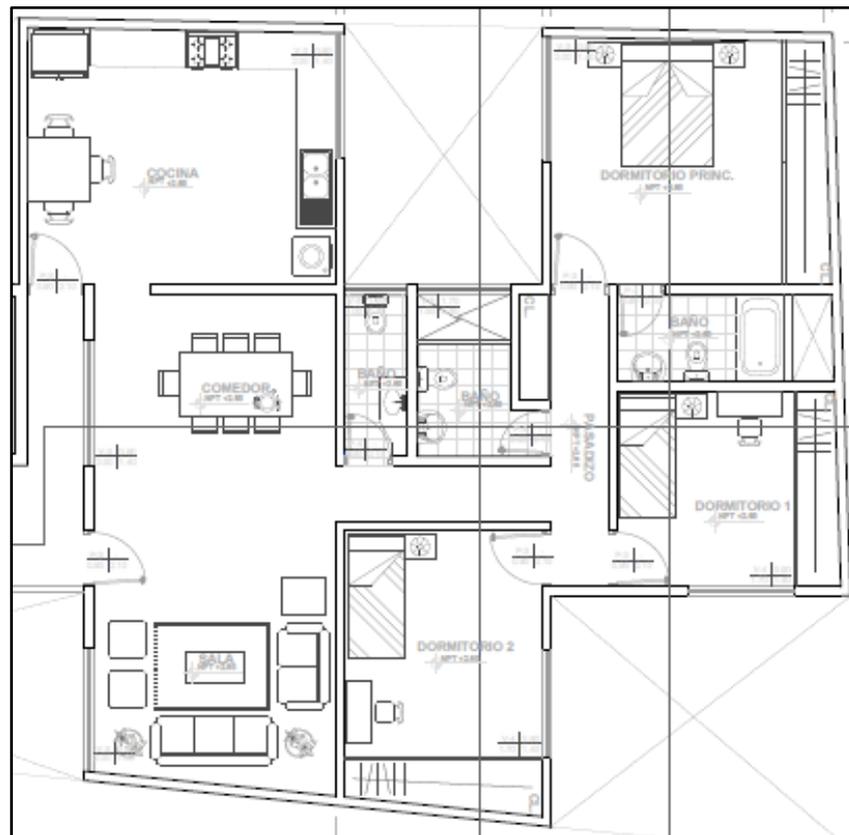


Figura 11. Apartamento del lado derecho.

3.2.3 Criterios arquitectónicos para el diseño

Los criterios utilizados para el diseño arquitectónico del proyecto, cumplen con los requisitos de dimensiones mínimas de los ambientes, mencionadas en la norma técnica peruana A.010 Condiciones generales de diseño y en la A.020 Vivienda.

3.3 Estudio de mecánica de suelo

3.3.1 Trabajo de campo

Para obtener las muestras de suelos y la capacidad portante del terreno, se realizaron 3 calicatas de 3m cada una en el terreno de la edificación de área 416m² ubicado en la calle Colombia Mz F lote 02 de la urbanización El Recreo de la ciudad de Trujillo (Ver Anexo 17).

3.3.2 Ensayos y laboratorio

3.3.2.1 Clasificación de suelos

Se realizó la clasificación de suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual nos da el tipo de suelo de arena mal

graduada y según AASHTO, nuestro suelo presenta una arena fina de excelente a bueno, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Cuadro 15. Clasificación de suelos

ESTUDIO	Clasificación de la muestra	Descripción de la muestra
SUCS	SP	Arena mal graduada
AASHTO	A-3 IG: 0	Arena fina / Excelente a bueno

Fuente: Laboratorio de suelos de la UCV

3.3.3 Cálculo de la capacidad portante

De los ensayos realizados a las 3 calicatas en el laboratorio de suelos de la UCV y considerando un cálculo de capacidad de carga admisible para suelos granulares, una profundidad de cimentación de 1.50 m y un factor de seguridad de 3 para un ancho de cimentación de 1.20 m. se detallan los siguientes valores:

Cuadro 16. Capacidad de carga admisible

Muestra	Ancho B de la cimentación	Qadm (kg/cm ²)
Calicata 1	1.20 m	1.28
Calicata 2	1.20 m	1.19
Calicata 3	1.20 m	1.45

Fuente: Laboratorio de suelos de la UCV

3.3.4 Resultados

Un resumen de los resultados de las propiedades tanto físicas como mecánicas del suelo del terreno proyectado para el edificio de 5 niveles de albañilería confinada realizadas en el laboratorio de suelos de la universidad César Vallejo de Trujillo son los siguientes:

Cuadro 17. Propiedades físicas del suelo

Calicata		UBICACIÓN	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS						
Nº	Estrato			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP
C-1	E-1	Calicata 1	3.00 m	1.06	1.27	98.73	0.00	NP	NP	NP
C-2	E-1	Calicata 2	3.00 m	1.16	4.53	95.47	0.00	NP	NP	NP
C-3	E-1	Calicata 3	3.00 m	1.04	4.74	95.26	0.00	NP	NP	NP

Fuente: Laboratorio de suelos de la UCV

Cuadro 18. Propiedades mecánicas del suelo

Calicata	CLASIFICACIÓN	PROPIEDADES MECÁNICAS
----------	---------------	-----------------------

N°	Estrato	UBICACIÓN	Prof. Estrato	SUCS	AASHTO	IG	MDS (g/cm ³)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	PU (g/cm ³)	Qadm. (g/cm ²)
C-1	E-1	Calicata 1	3.00 m	SP	A-3	0	-	-	-	-	1.385	1.28
C-2	E-1	Calicata 2	3.00 m	SP	A-3	0	-	-	-	-	1.306	1.19
C-3	E-1	Calicata 3	3.00 m	SP	A-3	0	-	-	-	-	1.474	1.45

Fuente: Laboratorio de suelos de la UCV

Los resultados de todos los ensayos obtenidos de manera detallada del laboratorio de suelos de la Universidad César Vallejo de Trujillo se encuentran en el Anexo 18 del presente trabajo de investigación.

3.4 Análisis Sismorresistente

3.4.1 Generalidades

Para el análisis sísmico de nuestro sistema estructural se tomaron en cuenta las disposiciones de las normas E.020 y E.030 empleando el programa ETABS 2016, y su estructuración de acuerdo con la norma E.070 de albañilería confinada.

3.4.2 Predimensionamiento y Estructuración

3.4.2.1 Predimensionamiento de losa aligerada

La losa aligerada se armará en una dirección (eje X), y para su predimensionamiento se tuvo en cuenta la siguiente expresión:

$$h \geq \frac{ln}{25}$$

Donde, h es el espesor del aligerado y ln es la mayor luz libre en sentido perpendicular del aligerado, operando tendremos lo siguiente:

$$h \geq \frac{4.30}{25} 0.17 m$$

Trabajaremos con una losa aligerada de 0.20 m

3.4.2.2 Predimensionamiento de muros portantes

3.4.2.2.1 Espesor de muro

Según la norma E.070, el predimensionamiento de muros portantes para zona sísmica 4 debe calcularse con la siguiente expresión:

$$t \geq \frac{h}{20}$$

Donde, t es el espesor efectivo mínimo de muro y h es la altura efectiva de muro, operando en la expresión anterior tendremos lo siguiente:

$$t \geq \frac{2.50}{20} = 0.125 \text{ m}$$

Trabajaremos con muros de soga con un espesor de 0.13 m.

3.4.2.2.2 Esfuerzo axial máximo

Según la norma E.070, el esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m) incluyendo el 100% de la sobrecarga, será inferior a la siguiente expresión:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L_t} \leq 0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$$

Donde, L_t es la longitud total de muro (incluyendo el peralte de columnas para muros confinados), $f'_m = 650 \text{ tn/m}^2$ es la resistencia a la compresión axial de la albañilería, $t = 0.13 \text{ m}$ es el espesor de muro y $h = 2.5 \text{ m}$ es la altura de muro. Operando tendremos:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L_t} \leq 90.75 \text{ tn/m}^2 \leq 97.50 \text{ tn/m}^2$$

El cuadro 19 nos determina los valores de esfuerzo axial por gravedad de los muros portantes. Por otro lado, se observa que estos valores de la columna de esfuerzo son menores a los valores calculados cumpliendo con lo especificado en la norma E.070.

Cuadro 19. Esfuerzo axial máximo

MURO	L(m)	t (m)	Área (m ²)	Pm=PD+0.25PL	Esfuerzo
6X	1.59	0.13	0.2067	14.0120	67.7892
8X	1.88	0.13	0.2444	14.3871	58.8669
10X	1.63	0.13	0.2119	10.2712	48.4720
11X	3.58	0.13	0.4654	8.2664	17.7619
12X	2.17	0.13	0.2821	10.1673	36.0415
17X	1.74	0.13	0.2262	7.8499	34.7034
18X	2.82	0.13	0.3666	11.3001	30.8241
19X	1.7	0.13	0.221	3.3527	15.1707
20X	1.83	0.13	0.2379	6.5592	27.5714
21X	1.63	0.13	0.2119	7.0256	33.1552
22X	3.88	0.13	0.5044	5.1600	10.2299

23X	3.34	0.13	0.4342	6.3323	14.5837
24X	4.16	0.13	0.5408	12.8719	23.8017
30X	2.75	0.13	0.3575	8.5366	23.8787
1Y	2.57	0.13	0.3341	7.4557	22.3158
2Y	3.27	0.13	0.4251	10.6520	25.0575
3Y	4.76	0.13	0.6188	9.9777	16.1242
4Y	2.34	0.13	0.3042	9.8596	32.4116
5Y	2.23	0.13	0.2899	6.8053	23.4747
6Y	2	0.13	0.26	7.0198	26.9991
7Y	1.76	0.13	0.2288	4.6077	20.1384
12Y	3.25	0.13	0.4225	10.8384	25.6530
13Y	1.32	0.13	0.1716	5.1857	30.2195
14Y	2.53	0.13	0.3289	7.0900	21.5566
15Y	1.63	0.13	0.2119	5.2319	24.6902
17Y	3.61	0.13	0.4693	13.1232	27.9634
20Y	4.03	0.13	0.5239	12.2347	23.3531
21Y	2.55	0.13	0.3315	15.7252	47.4364
22Y	2.75	0.13	0.3575	10.8324	30.3004
24Y	2.2	0.13	0.286	5.5451	19.3883
25Y	1.87	0.13	0.2431	11.8186	48.6162
26Y	1.53	0.13	0.1989	11.5417	58.0279
27Y	4.3	0.13	0.559	13.8976	24.8616
28Y	4.45	0.13	0.5785	11.1761	19.3192
29Y	3.83	0.13	0.4979	13.8838	27.8848

Fuente. Etabs 2016.

3.4.2.2.3 Densidad de muro

Según la norma E.070, la densidad mínima de muros portantes en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Donde, Z=0.45, U=1, y S=1.1, son factores de zona sísmica, N=5, es el número de pisos del edificio; L es la longitud total del muro incluyendo columnas (mayor que 1.20m) y t es el espesor efectivo de muro. Operando la segunda expresión tendremos:

$$\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} = \frac{(0.45)(1)(1.1)(5)}{56} = 0.044196$$

El área total en planta es 289.37 m², y la densidad de muros son:

Cuadro 20. Densidad de muros en el Eje Y.

MURO	L(m)	t (m)	L.t (m ²)	∑ L.t
1Y	2.57	0.13	0.3341	7.6414
2Y	3.27	0.13	0.4251	
3Y	4.76	0.13	0.6188	
4Y	2.34	0.13	0.3042	
5Y	2.23	0.13	0.2899	
6Y	2	0.13	0.26	
7Y	1.76	0.13	0.2288	
12Y	3.25	0.13	0.4225	
13Y	1.32	0.13	0.1716	
14Y	2.53	0.13	0.3289	
15Y	1.63	0.13	0.2119	
17Y	3.61	0.13	0.4693	
20Y	4.03	0.13	0.5239	
21Y	2.55	0.13	0.3315	
22Y	2.75	0.13	0.3575	
24Y	2.2	0.13	0.286	
25Y	1.87	0.13	0.2431	
26Y	1.53	0.13	0.1989	
27Y	4.3	0.13	0.559	
28Y	4.45	0.13	0.5785	
29Y	3.83	0.13	0.4979	

Fuente. Etabs 2016.

$$\frac{7.6414}{289.37} = 0.03 \geq 0.044196 \quad CUMPLE$$

Cuadro 21. Densidad de muros en el Eje X.

MURO	L(m)	t (m)	L.t (m ²)	∑ L.t
6X	1.59	0.13	0.2067	4.511
8X	1.88	0.13	0.2444	
10X	1.63	0.13	0.2119	
11X	3.58	0.13	0.4654	
12X	2.17	0.13	0.2821	
17X	1.74	0.13	0.2262	
18X	2.82	0.13	0.3666	
19X	1.7	0.13	0.221	
20X	1.83	0.13	0.2379	
21X	1.63	0.13	0.2119	
22X	3.88	0.13	0.5044	
23X	3.34	0.13	0.4342	
24X	4.16	0.13	0.5408	
30X	2.75	0.13	0.3575	

Fuente. Etabs 2016.

$$\frac{4.511}{289.37} = 0.02 \geq 0.044196 \quad CUMPLE$$

3.4.2.3 Predimensionamiento de elementos de confinamiento

3.4.2.3.1 Vigas soleras (elementos de confinamiento horizontal)

Según norma E.070, el peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa del techo, y el espesor mínimo será igual al espesor efectivo de muro, teniendo en cuenta esto, usaremos:

$$b = 0.15 \text{ m.} \quad y \quad h = 0.20 \text{ m.}$$

3.4.2.3.2 Columnas de amarre (elementos de confinamiento vertical)

Según norma E.070, el peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm, y el espesor mínimo será igual al espesor efectivo de muro, teniendo en cuenta esto, usaremos diferentes peraltes, y el espesor mínimo será de:

$$b = 0.15 \text{ m.}$$

3.4.3 Metrado de Cargas

El metrado de cargas del edificio lo empleamos para determinar el peso total de la edificación considerando las cargas muertas más las cargas vivas (con el 25%), dado que el peso sirve para el análisis sísmico.

Cuadro 22. Metrado de cargas por piso del edificio.

NIVELES	Peso (tn)
PISO 1	188.5021
PISO 2	188.5021
PISO 3	188.5021
PISO 4	188.5021
PISO 5	188.5021
Σ	942.5105

Fuente. Etabs 2016.

3.4.4 Análisis Sísmico Estático

3.4.4.1 Parámetros sísmicos

3.4.4.1.1 Factor de zona

La estructura se ubicará en Trujillo, y según tabla N°1 de la Norma E.030, se ubicará en zona 4, por lo tanto, su factor de zona $Z_4=0.45$

3.4.4.1.2 Condiciones geotectónicas

Según el estudio de suelos realizado en el laboratorio de la UCV de Trujillo, el suelo del edificio es una arena mal graduada, que corresponde al Perfil Tipo S_3 (suelos blandos) según la Norma E.030.

3.4.4.1.3 Parámetros de sitio

Según la tabla N° 3 de la Norma E.030, y acorde con nuestro Z_4 y S_3 , los valores de nuestros parámetros de sitio serán:

$$S_3 = 1.10$$

$$T_P = 1$$

$$T_L = 1.6$$

3.4.4.1.4 Periodo fundamental de vibración

Según la Norma E.030, $T=h_n/C_T$, donde $h_n=12.5m$ (altura del edificio) y $C_T=60$ (edificio de albañilería). Operando tendremos que $T=0.21$.

3.4.4.1.5 Factor de amplificación sísmica

Según la Norma E.030, nuestro $C=2.5$ ya que la única expresión que cumple es la expresión $T < T_P$.

3.4.4.1.6 Factor de uso o importancia

Según la tabla N° 5 de la Norma E.030, nuestra categoría de edificación es “C” (edificación común de uso vivienda), entonces $U=1$.

3.4.4.1.7 Coeficiente básico de reducción

Nuestro sistema estructural es albañilería confinada y según la tabla N° 7 de la norma E.030, nuestro coeficiente básico de reducción es $R_0=3$ tanto para los ejes “X” e “Y”.

3.4.4.1.8 Factores de irregularidad

Según las tablas N° 8 y 9 de la Norma E.030, los valores de factor de irregularidad son $I_a = 0.75$ (irregularidad torsional) e $I_p = 0.90$ (esquinas entrantes) en el eje “Y” y para el eje “X”, una $I_a = 0.75$ (irregularidad por rigidez e irregularidad torsional; pero usaremos el valor por irregularidad por rigidez, ya

que el eje “Y” lo usaremos por irregularidad torsional) e $I_p = 0.90$ (esquinas entrantes).

3.4.4.1.9 Coeficiente de reducción de la fuerza sísmica

Según la Norma E.030, $R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$, operando tendremos que $R=2.03$ (el valor de R_x y R_y son iguales ya que presentan las mismas irregularidades en ambos ejes).

3.4.4.2 Peso de la edificación

Para el metrado de cargas verticales, se consideró todos los elementos estructurales menos las escaleras (estas últimas estarán apoyadas en las vigas, por lo que consideramos despreciarlas). El peso total de la edificación es $P=942.5105$ tn y lo podemos apreciar en el cuadro 21.

3.4.4.3 Fuerza cortante en la base

Según la Norma E.030, la fuerza cortante total en la base se calcula de la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

De donde sabemos que $P=942.5105$ tn y el $R_x=R_y=2.03$

$$V = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.10}{2.03} \times 942.5105$$

$$V = 574.56 \text{ tn}$$

Entonces tendremos que las cortantes:

$$V_x = 574.56 \text{ tn}$$

$$V_y = 574.56 \text{ tn}$$

3.4.4.4 Distribución de las fuerzas de inercia

Según la norma E.030, las determinaciones de los valores de las fuerzas sísmicas en altura se harán con la siguiente expresión:

$$F_i = \alpha_i \times V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \times (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j \times (h_j)^k}$$

Donde $n=5$ (número de pisos del edificio) y $k=1$ (ya que $T<0.5$); y las distribuciones de fuerzas tanto en el eje X como el Y serían:

Cuadro 23. Distribución de las fuerzas de inercia

NIVEL	P. TOTAL	hi	Pi*hi	Factor	Fx	Fy
5	188.50	12.5	2356.28	0.33	191.52	191.52
4	188.50	10	1885.02	0.27	153.22	153.22
3	188.50	7.5	1413.77	0.20	114.91	114.91
2	188.50	5	942.51	0.13	76.61	76.61
1	188.50	2.5	471.26	0.07	38.30	38.30
Σ	942.51		7068.83	1.00	574.56	574.56

Fuente. Etabs 2016.

3.4.5 Análisis Modal

Antes de realizar el análisis sísmico de un edificio es necesario conocer sus modos de vibración y periodos fundamentales, ya que de estos parámetros dependerá su respuesta durante un evento telúrico. Cabe resaltar que el análisis modal es independiente de las cargas que actúan sobre el edificio, y depende, entre otras, de la ubicación y rigidez de los elementos que forman el sistema estructural.

3.4.5.1 Modelo de Análisis

Para analizar el edificio se usó el programa ETABS, el cual sirvió para realizar el análisis, estático y dinámico: cabe resaltar que para el modelo:

- Se consideró un solo diafragma para cada piso, asignando 3 grados de libertad a cada piso. Se tendrán 5 diafragmas y 15 modos en total.
- En la base del primer piso se restringió el movimiento lateral.
- Se empotraron todos los muros y columnas en sus bases debido a que el suelo tiene buena capacidad portante.
- La carga muerta se asigna secuencialmente para simular el proceso constructivo del edificio. El programa tiene una opción para este fin.

A continuación, se presentan algunas vistas del modelo:

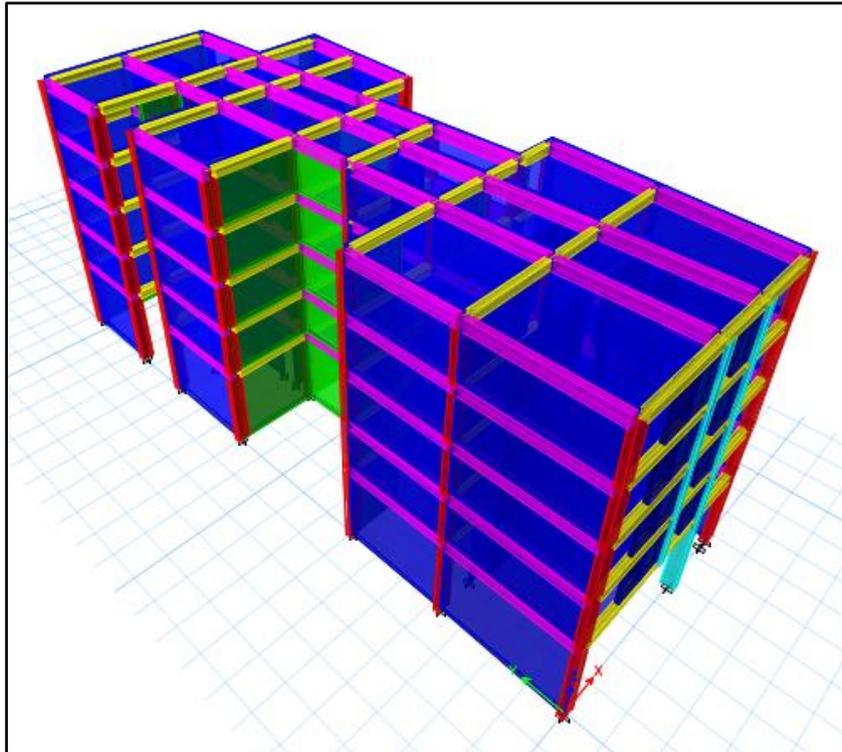


Figura 12. Vista 3D del Modelo Estructural.

Fuente. Etabs 2016.

3.4.5.2 Análisis de Resultados

Se obtuvo los siguientes resultados del análisis modal:

Cuadro 24. Periodos de participación en ambas direcciones

MODO	PERIODO (s)	PARTICIPACIÓN X-X	PARTICIPACIÓN Y-Y
1	0.324	0.6001	0.0038
2	0.208	0.2162	0.1269
3	0.184	0.0165	0.6926
4	0.099	0.0797	0.0033
5	0.067	0.0053	0.0011
6	0.067	0.0009	0.0001
7	0.065	0.0275	0.0214
8	0.065	0.0007	2.96E-06
9	0.065	0.0026	0.0002
10	0.064	0.0001	0.0004
11	0.063	0.0006	1.40E-05
12	0.063	3.00E-05	0.0006
13	0.062	0.0001	0.0001
14	0.06	3.82E-05	0.001
15	0.059	0.0004	0.0001

Fuente. Etabs 2016.

Los periodos fundamentales son aquellos que presentan mayor porcentaje de participación en cada dirección de la estructura. Se observa que para X-X el periodo 0.145 s. presenta un porcentaje de 95%, y para Y-Y el periodo 0.033 s. presenta un porcentaje de 95%, siendo los más importantes.

Cuadro 25. Periodos fundamentales de participación

Dirección	Periodo T (s)
X-X	0.324
Y-Y	0.184

Fuente. Etabs 2016.

3.4.6 Análisis Sísmico Dinámico

Según la Norma E.030 existen dos formas de realizar el análisis dinámico: por medio de un análisis tiempo-historia o por medio de procedimientos de combinación espectral. La Norma también indica que para edificios convencionales puede usarse cualquiera de los dos, pero para edificios importantes necesariamente se realizará un análisis tiempo- historia. Como nuestro edificio de acuerdo a su uso es una edificación común, realizaremos un análisis de combinación espectral.

Al modelo ya definido en el análisis modal se le asigna un caso de carga en cada dirección, definido por el espectro de diseño que estipula la Norma E.030. Además, se asigna una excentricidad accidental debido a la incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel. La Norma E.030, en su inciso 18.2.e, indica un valor del 5% de la dimensión en la dirección perpendicular al análisis.

3.4.6.1 Aceleración espectral

La Norma E.030 indica que se utilizará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g$$

Cuadro 26. Valores de T vs. Sa del espectro de diseño.

T (s)	Sa (m/s ²)
0	5.993
0.05	5.993

0.1	5.993
0.15	5.993
0.2	5.993
0.25	5.993
0.3	5.993
0.35	5.993
0.4	5.993
0.45	5.993
0.5	5.993
0.55	5.993
0.6	5.993
0.65	5.993
0.7	5.993
0.75	5.993
0.8	5.993
0.85	5.993
0.9	5.993
0.95	5.993
1	5.993
1.1	5.448
1.2	4.994
1.3	4.610
1.4	4.281
1.5	3.995
1.6	3.746
1.7	3.318
1.8	2.959
1.9	2.656
2	2.397
2.25	1.894
2.5	1.534
2.75	1.268
3	1.065
3.25	0.908
3.5	0.783
3.75	0.682
4	0.607

Fuente: Etabs 2016.

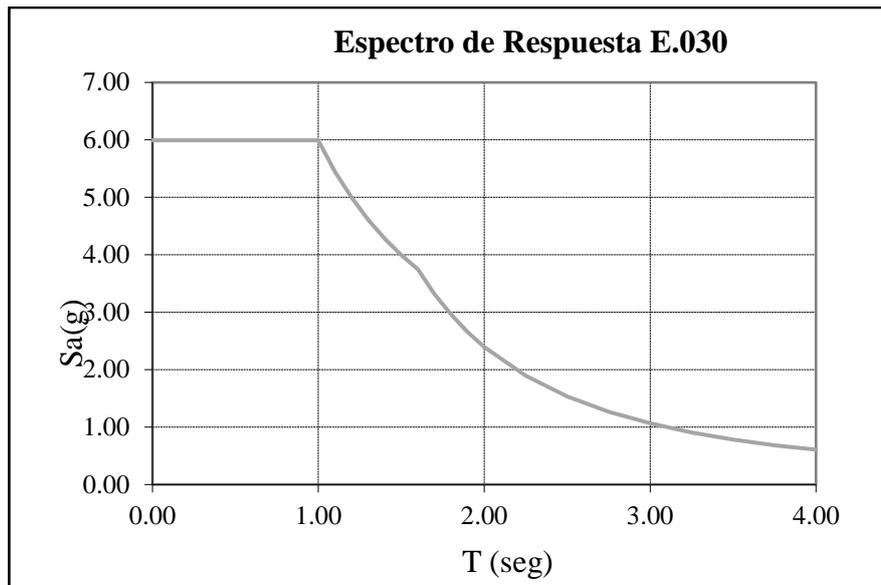


Figura 13. Curva de los valores del espectro de diseño.

Fuente: Etabs 2016.

3.4.6.2 Fuerza cortante en la base

La Norma E.030 señala que la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado en el análisis estático para estructurales regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares. De no cumplir con esta condición será necesario escalar todas fuerzas obtenidas para obtener las fuerzas de diseño. Nuestra estructura irregular cumple este requisito, y se tiene:

Cuadro 27. Cortante estático vs Cortante dinámico

SISMO X-X	
	VX
V estático	574.56
V dinámico	824.74
F.A.=	1
SISMO Y-Y	
	VY
V estático	574.56
V dinámico	944.43
F.A.=	1

Fuente. Etabs 2016.

3.4.6.3 Control de desplazamientos laterales (drift)

Según la Norma E.030, se multiplican por 0.75R los desplazamientos obtenidos como respuesta máxima elástica del análisis dinámico. Esto se hace para evaluar

los efectos de la incursión en el rango inelástico de la estructura durante un sismo severo.

Cuadro 28. Control de distorsiones

NIVEL	DERIVA DE ENTREPISO X-X	DERIVA DE ENTREPISO Y-Y	DERIVA LÍMITE	CHEK
PISO 1	0.002759	0.001064	0.005	OK
PISO 2	0.003423	0.001744	0.005	OK
PISO 3	0.003912	0.002445	0.005	OK
PISO 4	0.004173	0.003157	0.005	OK
PISO 5	0.004858	0.003855	0.005	OK

Fuente. Etabs 2016.

Observamos que en la dirección X-X tenemos una deriva máxima de 0.0048%, que se da en el piso 1. y en la dirección Y-Y tenemos en el mismo piso una deriva máxima de 0.0038%. Según la Norma E.030, la deriva máxima para un edificio de albañilería confinada es de 0.005%, entonces tenemos control de las distorsiones.

3.4.6.4 Junta de separación

Para evitar el contacto entre estructuras vecinas durante el movimiento sísmico, la norma específica una distancia mínima (s) que:

- ✓ No será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes
- ✓ Tampoco será menor que $S=3+0.004(h-500) \leq 3$ cm.

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar S. Al no conocer los desplazamientos de las edificaciones adyacentes, podemos hallar el s de la siguiente manera:

- ✓ $S=3+0.004(1250-500) \leq 3$ cm.
- ✓ S=6 cm

Entonces la junta de separación de nuestro edificio será de 6 cm.

3.5 Diseño Estructural

3.5.1 Diseño de Muro de Albañilería

3.5.1.1 Fuerzas internas de diseño

En el cuadro 29 y 30 nos muestran los cálculos de las cortantes y momentos de diseño de los muros en ambas direcciones para el primer piso.

Cuadro 29. Cortantes y momentos de diseño en dirección “Y”

Story	Pier	P	V2	M3
		tonf	tonf	tonf-m
PISO 1	1Y	22.279	23.565	8.343
PISO 1	2Y	38.260	31.025	14.607
PISO 1	3Y	59.888	48.175	36.452
PISO 1	4Y	5.298	18.972	4.261
PISO 1	5Y	15.027	21.508	4.829
PISO 1	6Y	30.099	11.347	14.109
PISO 1	7Y	8.038	11.196	17.438
PISO 1	12Y	39.192	12.636	33.579
PISO 1	13Y	25.928	10.290	5.293
PISO 1	14Y	10.450	23.619	9.677
PISO 1	15Y	11.159	10.212	6.383
PISO 1	16Y	7.861	0.732	0.675
PISO 1	17Y	10.616	34.106	42.734
PISO 1	20Y	6.173	23.737	9.075
PISO 1	21Y	13.626	12.595	5.732
PISO 1	22Y	59.162	23.443	29.425
PISO 1	23Y	11.471	8.441	4.279
PISO 1	24Y	32.725	13.548	18.413
PISO 1	25Y	25.093	13.815	3.512
PISO 1	26Y	2.709	10.836	2.538
PISO 1	27Y	48.488	22.095	15.058
PISO 1	28Y	23.881	36.589	36.325
PISO 1	29Y	38.419	29.061	25.846

Fuente. Etabs 2016.

Cuadro 30. Cortantes y momentos de diseño en dirección “X”

Story	Pier	P	V2	M3
		tonf	tonf	tonf-m
PISO 1	1Y	22.279	23.565	8.343
PISO 1	2Y	38.260	31.025	14.607
PISO 1	3Y	59.888	48.175	36.452
PISO 1	4Y	5.298	18.972	4.261
PISO 1	5Y	15.027	21.508	4.829
PISO 1	6Y	30.099	11.347	14.109
PISO 1	7Y	8.038	11.196	17.438
PISO 1	12Y	39.192	12.636	33.579
PISO 1	13Y	25.928	10.290	5.293
PISO 1	14Y	10.450	23.619	9.677

PISO 1	15Y	11.159	10.212	6.383
PISO 1	16Y	7.861	0.732	0.675
PISO 1	17Y	10.616	34.106	42.734
PISO 1	20Y	6.173	23.737	9.075
PISO 1	21Y	13.626	12.595	5.732
PISO 1	22Y	59.162	23.443	29.425
PISO 1	23Y	11.471	8.441	4.279
PISO 1	24Y	32.725	13.548	18.413
PISO 1	25Y	25.093	13.815	3.512
PISO 1	26Y	2.709	10.836	2.538
PISO 1	27Y	48.488	22.095	15.058
PISO 1	28Y	23.881	36.589	36.325
PISO 1	29Y	38.419	29.061	25.846

Fuente. Etabs 2016.

3.5.1.2 Verificaciones para el diseño

Se tiene en cuenta para el procedimiento del cálculo de resistencia global, fuerzas internas ante sismo severo y verificación del agrietamiento, la siguiente serie de variables:

- L: Longitud de muro (m)
- Pg: carga axial de gravedad (PD+25%PL)
- Ve y Me: Fuerza cortante y momento flector por sismo moderado
- a: Factor de reducción por esbeltez ($V_e \cdot L / M_e$)
- V'm: Resistencia a la fuerza cortante
- Vm1/Ve1: Factor de amplificación para pasar de la condición de sismo severo, solo se calcula en el primer piso de cada muro
- Vu: Fuerza cortante Última ante sismo severo
- Mu: Momento flector último ante sismo severo

Se debe verificar que se cumplan estos requisitos

- ✓ La resistencia global a la fuerza cortante debe ser mayor o igual que la fuerza producida por el sismo severo ($\sum V'm = V_e$, y en el caso que la sumatoria de cortantes resistentes mucho mayor al cortante debido al sismo severo ($\sum V'm = 3 \cdot V_e$), se puede dar por concluido el análisis y diseñar con refuerzo mínimo, pues esto indica que los muros se comportarían de manera elástica ante un sismo severo.
- ✓ Ningún muro debe agrietarse ante sismo moderado, es decir, $V_e < 0.55 V'm$, se puede tener un 5% de tolerancia respecto al valor establecido.

Al no cumplirse cualquiera de estos dos requisitos, deberá cambiarse la calidad de albañilería, convertir un muro a placa o cambiar el espesor de dicho muro, pero con estas dos últimas alternativas se tendrá que analizar el edificio nuevamente, ya que es un cambio significativo a nivel de rigidez y resistencia.

Cabe mencionar que todos los muros de un piso superior cuyo cortante actuante sea mayor que el cortante resistente ($V_u > V'_m$), se agrietara por corte y se diseñara como un muro de primer piso.

La verificación de resistencia global y agrietamiento de muros la tenemos a continuación.

Cuadro 31. Verificación de resistencia global y fisuración de muros en dirección “Y”

MURO	L(m)	L (cm)	t (cm)	Ve(ton)	Mfe(ton/m)	V'm(ton/m2)	α	α final	Pg=PD+0.25PL	Vm	Vc \leq 0.55*Vm	
1Y	2.570	257	13	11.782	4.171	81	7.259	1	50.030	25.038	13.771	SI CUMPLE
2Y	3.270	327	13	15.512	7.303	81	6.945	1	75.186	34.509	18.980	SI CUMPLE
3Y	4.760	476	13	24.087	18.226	81	6.291	1	121.734	53.060	29.183	SI CUMPLE
4Y	2.340	234	13	9.486	2.130	81	10.420	1	30.812	19.407	10.674	SI CUMPLE
5Y	2.230	223	13	10.754	2.414	81	9.933	1	36.350	20.101	11.056	SI CUMPLE
6Y	2.000	200	13	5.674	7.055	81	1.608	1	63.514	25.138	13.826	SI CUMPLE
7Y	1.760	176	13	5.598	8.719	81	1.130	1	30.041	16.176	8.897	SI CUMPLE
12Y	3.250	325	13	6.318	16.790	81	1.223	1	100.727	40.278	22.153	SI CUMPLE
13Y	1.320	132	13	5.145	2.647	81	2.566	1	43.457	16.945	9.320	SI CUMPLE
14Y	2.530	253	13	11.810	4.838	81	6.175	1	39.249	22.348	12.291	SI CUMPLE
15Y	1.630	163	13	5.106	3.192	81	2.608	1	30.727	15.649	8.607	SI CUMPLE
16Y	0.650	65	13	0.366	0.337	81	0.705	1	14.374	5.718	3.145	SI CUMPLE
17Y	3.610	361	13	17.053	21.367	81	2.881	1	58.360	32.429	17.836	SI CUMPLE
20Y	4.030	403	13	11.868	4.538	81	10.541	1	63.205	35.755	19.665	SI CUMPLE
21Y	2.550	255	13	6.297	2.866	81	5.603	1	36.648	21.855	12.020	SI CUMPLE
22Y	2.750	275	13	11.721	14.713	81	2.191	1	122.566	42.669	23.468	SI CUMPLE
23Y	1.150	115	13	4.221	2.139	81	2.269	1	30.925	13.168	7.242	SI CUMPLE
24Y	2.200	220	13	6.774	9.207	81	1.619	1	60.420	25.480	14.014	SI CUMPLE
25Y	1.870	187	13	6.908	1.756	81	7.357	1	45.425	20.293	11.161	SI CUMPLE
26Y	1.530	153	13	5.418	1.269	81	6.533	1	20.804	12.840	7.062	SI CUMPLE
27Y	4.300	430	13	11.048	7.529	81	6.310	1	92.381	43.887	24.138	SI CUMPLE
28Y	4.450	445	13	18.294	18.163	81	4.482	1	62.704	37.851	20.818	SI CUMPLE
29Y	3.830	383	13	14.530	12.923	81	4.306	1	78.291	38.172	20.994	SI CUMPLE

Fuente. Etabs 2016.

Ningún muro se agrieta es dirección “Y”, el cortante actuante es menor que el 55%del cortante resistente.

Suma de cortantes resistentes ($\sum V_m < V_E$), 618.77 ton > 225.77 ton

Cuadro 32. Verificación de resistencia global y fisuración de muros en dirección “X”

MURO	L(m)	L (cm)	t (cm)	Ve(ton)	Mfe(ton/m)	V'm(ton/m2)	α	α final	Pg=PD+0.25PL	Vm	Vc \leq 0.55*Vm	
2X	0.6	60	13	1.304	2.416	81	0.324	0	56.421	14.000	7.700	SI CUMPLE
5X	0.95	95	13	10.729	9.370	81	1.088	1	97.288	27.378	15.058	SI CUMPLE
6X	1.59	159	13	14.309	26.779	81	0.850	1	93.827	29.952	16.473	SI CUMPLE
8X	1.88	188	13	17.619	26.461	81	1.252	1	109.597	35.106	19.308	SI CUMPLE
9X	1.15	115	13	11.085	9.224	81	1.382	1	106.898	30.641	16.853	SI CUMPLE
10X	1.63	163	13	12.124	18.424	81	1.073	1	73.297	25.440	13.992	SI CUMPLE
11X	3.58	358	13	16.993	18.399	81	3.307	1	66.110	34.054	18.730	SI CUMPLE
12X	2.17	217	13	16.579	7.403	81	4.860	1	85.748	31.147	17.131	SI CUMPLE
13X	0.73	73	13	0.882	1.754	81	0.367	0	81.379	20.128	11.070	SI CUMPLE
14X	1	100	13	2.244	4.387	81	0.511	1	67.775	18.281	10.054	SI CUMPLE
15X	0.65	65	13	0.608	1.065	81	0.371	0	58.156	14.645	8.055	SI CUMPLE
17X	1.74	174	13	11.883	4.260	81	4.853	1	92.294	30.389	16.714	SI CUMPLE
18X	2.82	282	13	13.792	10.694	81	3.637	1	82.584	33.842	18.613	SI CUMPLE
19X	1.7	170	13	6.252	5.399	81	1.969	1	68.260	24.650	13.558	SI CUMPLE
20X	1.83	183	13	6.242	7.643	81	1.495	1	77.466	27.452	15.099	SI CUMPLE
21X	1.63	163	13	3.849	6.397	81	0.981	1	59.288	22.053	12.129	SI CUMPLE
22X	3.88	388	13	14.421	50.475	81	1.109	1	119.717	47.963	26.380	SI CUMPLE
23X	3.34	334	13	10.171	5.997	81	5.664	1	78.230	35.578	19.568	SI CUMPLE
24X	4.16	416	13	14.860	14.507	81	4.261	1	82.101	40.786	22.432	SI CUMPLE
30X	2.75	275	13	15.376	22.735	81	1.860	1	93.090	35.889	19.739	SI CUMPLE

Fuente. Etabs 2016.

Ningún muro se agrieta es dirección “X”, el cortante actuante es menor que el 55%del cortante resistente.

Suma de cortantes resistentes ($\sum V_m < V_E$), 579.37 ton > 201.32 ton

La resistencia al agrietamiento diagonal se realizará teniendo en cuenta la resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante la siguiente expresión para unidades de arcilla y de concreto:

$$V_m = 0.5 V_m . t . \alpha . L + 0.23 P_g$$

Cuadro 33. Resistencia al corte en dirección “X”

MURO	V _m
	$0.55 * V'_m * a * t * L + 0.25 P_g$
2X	14.00019214
5X	27.37788532
6X	29.95164919
8X	35.10559863
9X	30.64130683
10X	25.44026799
11X	34.0539184
12X	31.14715889
13X	20.12795989
14X	18.28081832
15X	14.64484229
17X	30.38875927
18X	33.84152536
19X	24.65020156
20X	27.45210875
21X	22.05318285
22X	47.96309906
23X	35.57809933
24X	40.78561386
30X	35.88943125

Fuente. Etabs 2016.

Cuadro 34. Resistencia al corte en dirección “Y”

MURO	Vm
	$0.55 \cdot V'_m \cdot a \cdot t \cdot L + 0.25 \text{ Pg}$
1Y	25.0379632
2Y	34.50938267
3Y	53.06031316
4Y	19.40696352
5Y	20.10143015
6Y	25.13817863
7Y	16.17588548
12Y	40.27837009
13Y	16.94491613
14Y	22.34772379
15Y	15.64913913
16Y	5.718152978
17Y	32.42943478
20Y	35.75520964
21Y	21.85485498
22Y	42.6688345
23Y	13.16757774
24Y	25.479628
25Y	20.29334375
26Y	12.84032007
27Y	43.88708657
28Y	37.85126718
29Y	38.17180678

Fuente. Etabs 2016.

3.5.2 Diseño de Columna de amarre

Se realizó el diseño de acuerdo a la norma E.070, teniendo en cuenta que los muros esbeltos fallaran por flexión, pero deberán tener la capacidad suficiente de resistencia al cortante, para q no fallen por corte antes que por flexión.

Se realizar un desarrollo detallado del muro “X2”

Cuadro 35. Factores para acero longitudinal y estribos

Acero longitudinal			
	F_c	175	Kg/cm ²
	F_y	4200	Kg/cm ³
coeficiente de junta	u	1	
factor de reducción de resistencia	ϕ	0.85	
factor depende uso estribo cerrado	ϕ	0.7	
factor reducción corte-fricción	ϕ	0.85	
Estribos			
área de estribo doble rama	A_v	0.56	cm ²
	F_y	4200	Kg/cm ²
espesor de núcleo confinado	T_n	9	cm
peralte de columna	d	13	cm

Fuente. Etabs 2016.

Cuadro 36. Diseño de columna de amarre por compresión y corte

DESCRIPCIÓN	Muro	Muro X2		
	COLUMNA	C1		C2
	POSICION	EXTREMA	INTERNA	EXTREMA
carga gravitacional	P_g (kg)	56421.43637		
cortante de agrietamiento diagonal	V_m	14000.19214		
Momento amplificado	M_u (kg-cm)	724680.0000		
Longitud del muro	L (cm)	257		
Longitud del paño	L_m (cm)	257		
Altura del primer piso	h (hm)	250		
Numero de columnas	N_c	2		
	M (Kg_cm)	-1025344.017		
	F (kg)	-3989.665437		
Carga sobre la col de confinamiento	P_c (kg)	28210.71819		
Carga tributaria del muro transversal	P_t (kg)	0		1520
tracción en col. De conf.	T (kg)	-		-
		32200.38362		33720.38362
compresión en col de conf.	C (kg)	24221.05275		25741.05275
Fuerza cortante en col de conf.	V_c (Kg)	7000.096069		7000.096069
	A_s (cm ²)	10.98052652		11.40629683
	As a usar	2		2
		4 ϕ 8 mm		4 ϕ 8 mm
factor de confinamiento	α (Factor de conf)	1		0.8
área del núcleo	A_n (cm)	125.2408675		166.376553

	An+rec(cm2)	78		78
área por corte-fricción	Acf(cm)	235.2973469		235.2973469
	Ac mínimo(cm)	260		260
	sección a usar			
	Ac final (cm2)	104		104
	Ac final (cm2)	108		108

Fuente. Etabs 2016.

3.5.3 Diseño de Viga solera

Se realizó el diseño de acuerdo a la norma E.070, teniendo en cuenta que las vigas soleras se diseñan a tracción para soportar una fuerza igual a T_s con un acero mínimo A_s :

$$T_s = V_{ml} \frac{L_m}{2L}$$

$$A_s = \frac{T}{\Phi f_y} \geq \frac{0.1 f_c A_{cs}}{f_y}$$

Se realizar un desarrollo detallado del muro “X2”

Cuadro 37. Diseño de viga solera

Resistencia del acero	$F_y =$	4200
Factor de reducción	ϕ	0.9
	MURO	MURO X2
DIMENSIONES DE SOLERA		
	Base (cm)	15
	Peralte (cm)	20
Tracción en solera	T_s (kg)	14000.19
Área de acero requerida	A_s (cm ²)	3.703754534
Área de acero mínimo	A_s min (cm ²)	1.25
	A_s min (cm ²)	1
	Usar	4 ϕ 1/2

Fuente. Etabs 2016.

3.5.4 Diseño de Losa aligerada

Las losas aligeradas se diseñan por vigueta, seleccionando la vigueta más crítica del paño para el diseño, este se aplica a las demás viguetas del paño para poder uniformizar la distribución del refuerzo.

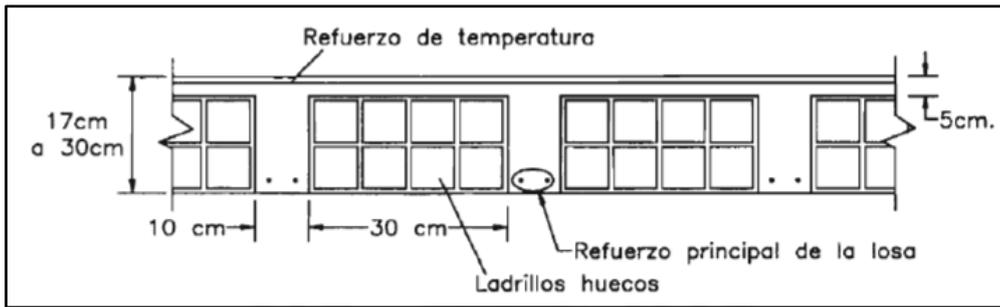


Figura 14. Sección típica de losas aligeradas

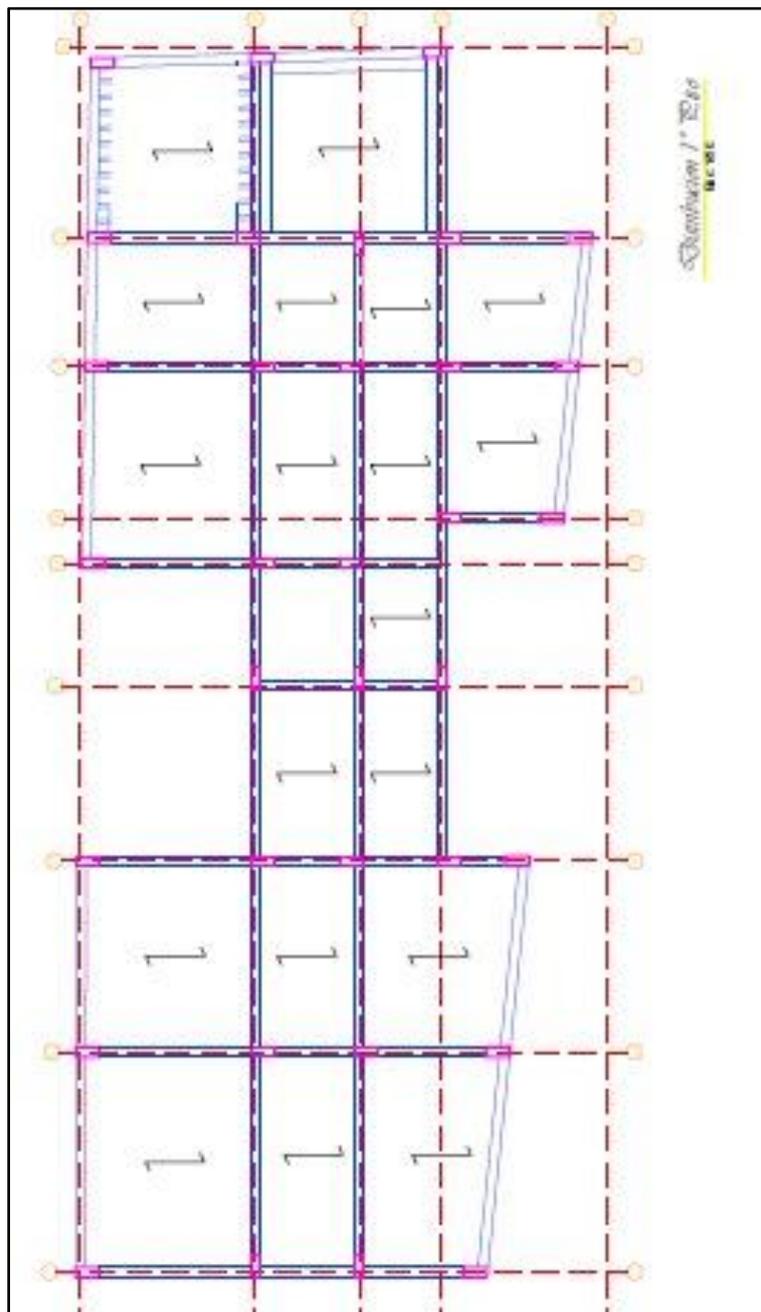


Figura 15. Sentido del aligerado será en el eje "X"

3.5.4.1 Diseño por flexión

Se verifico el diseño del paño entre los ejes 1-3/A-B.

Cuadro 38. Metrado de cargas para diseño de aligerado

Metrado de cargas		
Carga Viva	Valor	Unidades
Peralte del aligerado	20	Cm
Sobrecarga	200	Kg/m ²
Carga Muerta		
Peso de acabados	150	Kg/m ²
Peso de losa	300	Kg/m ²
Peso de tabiquería	150	Kg/m ²
Total de cargas muertas	600	Kg/m ²
Ancho tributario	0.4	m
Cargas		
WD=	240	Kg/m
WL=	80	Kg/m

Fuente. Etabs 2016.

Empleando la combinación de cargas $U = 1.4 CM + 1.7 CV$ de la E.060, obtendremos una carga última y junto con el diagrama de momento flector obtuvimos los momentos últimos en la cara del apoyo para calcular el acero requerido por flexión.

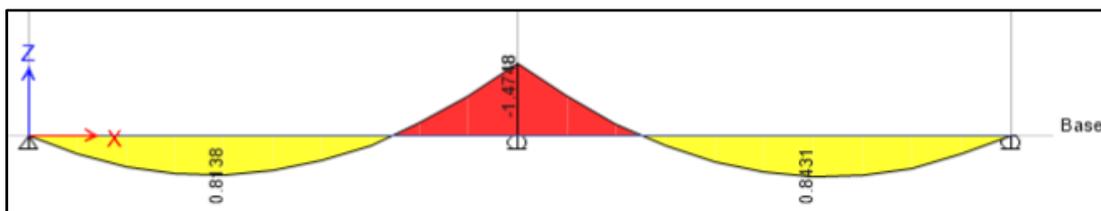


Figura 16. Diagrama de momentos de la viga en estudio.

En el diagrama de momento flector podemos observar que existen 3 secciones críticas que necesitarán ser analizadas (A, B y C). Con los momentos últimos obtenidos en la cara de los apoyos procedemos a calcular el área de acero requerido por flexión.

$$A_s = \frac{0.85 \times f'_c \times b \times d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times M_u}{\phi \times 0.85 \times f'_c \times b \times d^2}} \right)$$

Cuadro 39. Cálculo del refuerzo por flexión para la vigueta en estudio

	h=20 cm		
	As ⁺ (A)	As ⁻ (B)	As ⁺ (C)
bw (cm)	10	10	10
b (cm)	40	10	40
d (cm)	17	17	17
Mu (Ton-m)	0.8474	1.3366	0.8474
As calculado (cm²)	1.31	2.41	1.31
As mín=0.24%bw d (cm²)	0.408	0.408	0.408
As máx=1.59%bd (cm²)	10.81	2.7	10.81
Refuerzo escogido	1 ϕ 1/2" + 1 ϕ 3/8"	2 ϕ 1/2"	1 ϕ 1/2" + 1 ϕ 3/8"
As colocado (cm²)	1.98	2.54	1.98
Ascolocado/Ascalculado	1.51	1.05	1.51
Ascolocado/Asmáx	0.18	0.94	0.18
a < 5cm	1.16	-	1.16

Fuente. Etabs 2016.

3.5.4.2 Diseño por corte

Como los aligerados no llevan estribos, todos los esfuerzos producidos por las deberá tomar el concreto. La norma E.030 permite un incremento de la resistencia para aligerados, siendo así la resistencia de diseño:

$$\phi Vc \geq 1.1 \times \phi \times 0.53 \sqrt{f'c} b_w d$$

Se comprobará que la resistencia ϕVc sea mayor que la fuerza cortante ultima V_u , obtenida a una distancia "d" medida desde la cara de los apoyos.

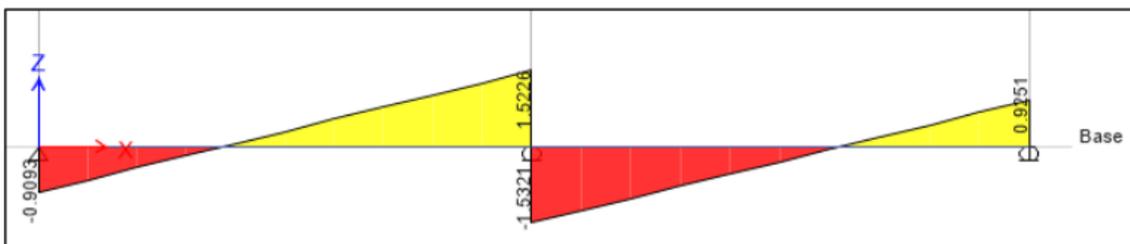


Figura 17. Diagrama de fuerzas cortantes de la vigueta en estudio

Cuadro 40. Verificación por corte de la vigueta en estudio.

	h=20 cm
d (cm)	17
Vu (Kg)	1170
ϕVc (Kg)	1256
ϕVc (Kg)/Vu	1.07 (Ok)

Fuente: Etabs 2016.

3.5.4.3 Refuerzo por temperatura

Consideramos la losa superior del aligerado (h=5cm) y un metro de ancho de sección. Según norma, el $\rho=0.0025$ para barras lisas. Entonces tendremos:

$$Ast = 0.0025 \times 100 \times 5 = 1.25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Si consideramos barras de $\phi 1/4''$, =0.32cm², hallamos el espaciamiento:

$$s = 0.32/1.25 = 26 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocará barras lisas de $\phi 1/4'' @25 \text{ cm}$ como refuerzo por temperatura.

3.5.5 Diseño de Cimentación

El tipo de cimentación optado para el presente proyecto es una cimentación corrida.

3.5.5.1 Comportamiento e idealización del cimiento corrido

Para el análisis de la cimentación se exportaron los datos del Etabs y se importaron al software SAFE 2016, definiendo los parámetros y condiciones a usar, así como también las cargas ya definidas en el modelamiento.

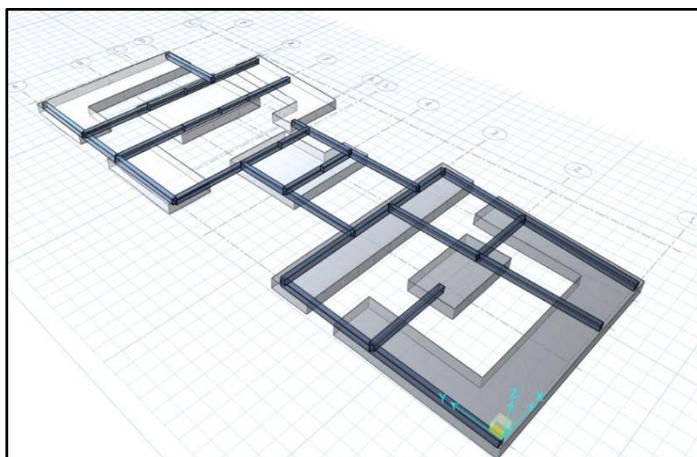


Figura 18. Modelo estructural de la platea de cimentación
Fuente. SAFE 2016

3.5.5.2 Esfuerzo actuante en el suelo

El estrato de apoyo de la cimentación es un suelo blando con una presión máxima admisible de 1.45 kg/cm², con un factor de seguridad de 3.

Según la Norma E.060, la presión admisible solo puede incrementar en 30% aplicando para casos de carga que incluyen efectos sísmicos. Las combinaciones de cargas a verificar las presiones actuantes sobre el terreno son:

$$CM + CV$$
$$CM + CV \pm 0.8 CSx$$
$$CM + CV \pm 0.8 CSy$$

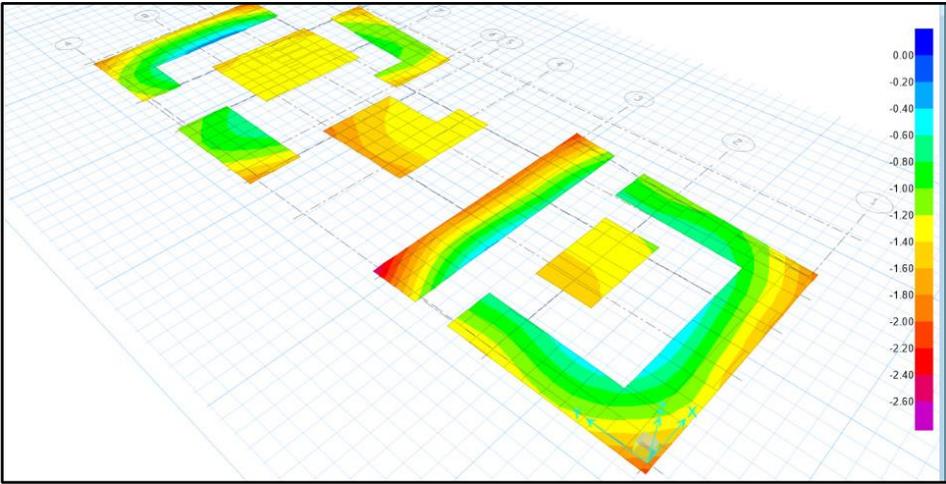


Figura 19. Presiones en el suelo debido a cargas de gravedad (CM + CV)

Fuente. SAFE 2016

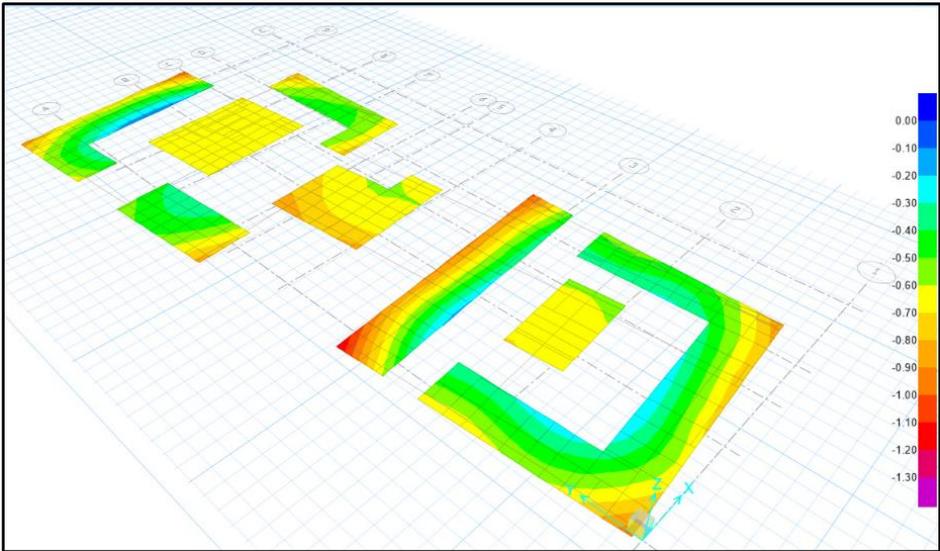


Figura 20. Asentamiento debido a cargas de gravedad (CM + CV)

Fuente. SAFE 2016

IV. DISCUSIÓN

En la investigación realizada por Carcausto (2018) “Análisis y diseño estructural de la IES Agropecuaria N° 125 de Chupa, distrito de Chupa-Azángaro-Puno” su estudio determina que los programas computarizados como el programa Etabs, nos permiten una representación computarizada del edificio real piso a piso realizando el análisis estático y el dinámico pseudo espectral, con el cual concordamos nosotros y a su vez, también reduce considerablemente el tiempo de creación del modelo y que los resultados están en función al modelo, y este a su vez tiene un comportamiento aproximado al de la estructura real.

En la tesis realizada por Escamillo (2017), “Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, La Libertad” propuso en su proyecto de investigación cambiar el modo de falla de los muros, de cortante a flexión, amplificando su relación de esbeltez ($Altura/Largo > 2$). Obteniendo como resultado que dicha alteración esencialmente amplía la capacidad de deformación de los muros, es decir, se puede incrementar la deriva de entrepiso de 0.005 a 0.007. Por nuestra parte, nosotros como ingenieros civiles buscamos siempre reducir estas derivas y hacer a la estructura la más segura posible; pero, por otro lado, el estudio de Escamillo sirve para examinar esta variación de distorsiones de acuerdo al desempeño y confirmar hasta dónde está preparada la estructura para resistir perturbaciones y a su vez conocer su capacidad máxima de seguridad estructural.

En la investigación de Quispe y Apaza (2017) “Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción del edificio administrativo de Santa Lucía”, evaluó la economía para ambos sistemas. Finalmente se comparó los resultados de ambos sistemas estructurales concluyendo que ambos sistemas presentan un adecuado y real comportamiento estructural ante un sismo, siendo el más económico y más eficiente para la construcción del edificio administrativo el de albañilería confinada. A lo cual podemos añadir que mientras se cumplan la seguridad del edificio de acuerdo a los valores establecidos en la norma, la selección del sistema estructural viene dada por el ámbito económico, es por ello que en nuestra presente tesis optamos por el uso de este sistema estructural, el cual es muy usado en nuestro país, pero no con los debidos parámetros y análisis requeridos según normas establecidas.

En la tesis de Hernández (2013) “Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada”, este llegó a las conclusiones que las correctas distribuciones de muros garantizaron la rigidez en ambas direcciones y controlaron los desplazamientos laterales evitando problemas de torsión, a lo cual efectivamente nosotros estamos de acuerdo, ya que si en la albañilería confinada, son los muros los que soportaran mayormente el peso de la estructura, y una adecuada distribución de estos, facilitará el poder cumplir con los análisis y diseños dispuestos en la normas; pero, esto no ha de ser posible si no se construye con ladrillos que cumplan estándares de calidad y de densidad, es por ello que se necesita un estricto control y supervisión al momento de la construcción de cualquier edificación.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó el estudio topográfico con estación total al terreno de 416 m² consignado para el edificio de albañilería confinada de 5 niveles, observando que el terreno es relativamente plano presentando una pendiente menor al 1%, sin relieves pronunciadas importantes.
- ✓ Se Realizó el estudio de mecánica de suelos del terreno realizando 3 calicatas de acuerdo al área del terreno (416 m²) a una profundidad de 3 m cada una, los resultados brindados por el laboratorio de suelos de la UCV fueron que la clasificación del suelo (SUCS) es una arena mal graduada, con una capacidad portante de 1.28 kg/cm² a una profundidad de cimentación de 1.50 m.
- ✓ Se realizó el diseño arquitectónico del edificio, contemplándolo como un edificio multifamiliar, cumpliendo los requisitos de dimensiones mínimas de los ambientes destinados para vivienda, mencionadas en la norma técnica peruana A.010 Condiciones generales de diseño y en la A.020 Vivienda.
- ✓ El análisis sismorresistente del edificio de 5 niveles de albañilería confinada realizado por el programa de cómputo Etbas, el cual reduce el tiempo de creación del modelo y se aproxima al comportamiento de la estructura real, nos dio como resultados que los valores obtenido del desplazamiento en el eje “X” y eje “Y” se encuentran en el rango permisible según la Norma E.03, tanto para el análisis estático como el dinámico.
- ✓ El diseño estructural de los elementos de concreto armado del edificio fue realizado mediante el programa Etabas, SAFE y SAP, los cuales brindaron resultados de manera rápida como las cuantías de acero; contemplando nuestras normas y combinaciones de cargas correspondientes y para el diseño de los muros de albañilería, se siguió los pasos de la norma técnica E.070, permitiendo tener muros dúctiles teniendo una resistencia mayor al corte.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para futuro proyectos, los resultados obtenidos de los programas de cómputo en la etapa de análisis estructural, sean examinados y comparados con la teoría de análisis y diseño estructural, para que de esta manera se pueda asumir con responsabilidad los cálculos y valores obtenidos de estos para posteriormente efectuar el diseño estructural.
- Se recomienda utilizar un material adecuado y de excelente calidad respecto a los ladrillos para los muros de albañilería, teniendo un estricto control y supervisión en la etapa constructiva, para que así los muros de ladrillos cumplan los requisitos especiales para el buen funcionamiento de la estructura y de esta manera poder garantizar que el diseño estructural de albañilería confinada no presentará fallas y funciones estructuralmente bien.

REFERENCIAS

- ABANTO, Tomás. “Análisis y diseño de edificaciones de Albañilería”. [en línea] Perú. 2º Edición por Editorial San Marcos. Abril. 2017. 376 pp. [fecha consultada: 2 de mayo de 2018].

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/380756799/Analisis-y-Diseno-de-Edificaciones-de-Albanileria-Flavio-Abanto-Castillo-Edicion-Actualizada>

ISBN: 978-612-315-410-3

- CARCAUSTO, Marlene. “Análisis y diseño estructural de la IES Agropecuaria N° 125 de Chupa, distrito de Chupa-Azángaro-Puno”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 2018. 203 pp.

Disponible en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7292/Carcausto_Laura_Marlene.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- CHEVARRÍA, Diana. “Análisis y diseño estructural sismorresistente por el método de elementos finitos: Pabellón de aulas I.E.S. Charamaya-Mañazo”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Agrícola). Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 2014. 199 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4552>

- CIFUENTES, Elmer y YON, Alfredo. “El estudio del proceso de diseño en la arquitectura”. Tesis (Bachiller en Arquitectura). Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. 1982. 113 pp.

Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_0557.pdf

- CHAQUILLA, Miguel. “Análisis y diseño de un proyecto de edificación de cinco niveles con albañilería estructural para la construcción en la ciudad de Puno, Puno-2014”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú. Universidad Alas Peruanas. 2014. 185 pp.

Disponible en: <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/801>

- ESCAMILO, James. “Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, La Libertad”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. 2017. 227 pp.

Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/.../RE_ING_CIVIL_JAMES.ESCAMILO_DISEÑO.ESTRUCTURAL

- ESPINACE, Raúl y SANHUEZA, Carola. Texto guía para la Cátedra de Mecánica de Suelos. [en línea]. Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 2004. 295 pp. [fecha consultada: 2 de mayo de 2018]

Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/130932487/Libro-Mecanica-de-Suelo>

- HERNÁNDEZ, Miguel. “Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2013. 101 pp.

Disponible en:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1450/HERNANDEZ_PINEDO_LUIS_ALBA%20C3%91ILERIA_CONFINADA.pdf

- HISTORIA de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 – 1974). (Enero, 1978). [en línea]. Lima: Instituto de Geología y Minería. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2018]

Disponible en: http://apps.ingemmet.gob.pe/bitstream/ingemmet/251/2/C-003-Boletin-Historia_sismos_mas_notables_Peru.pdf

- JIMÉNEZ, Gonzalo. Topografía para Ingenieros Civiles. [en línea] Colombia. Universidad de Quindío. Armenia 2007. 190 pp. [fecha de consulta: 28 de abril de 2018]

Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo_Jimenez_Cleves/publication/256762003_TOPOGRAFIA_PARA_INGENIEROS_CIVILES/links/00b7d523bb5a690499000000/TOPOGRAFIA-PARA-INGENIEROS-CIVILES.pdf

- KIROIWA, Julio. Manual para el Desarrollo de Viviendas Sismorresistente. [en línea] Perú. 1º Edición por Biblioteca Nacional del Perú. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2008. 123 pp. [fecha de consulta: 29 de abril de 2018]

Disponible en:

<http://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/Manuales/06%20Manual%20para%20Desarrollo%20de%20Viviendas%20Sismoresistentes.pdf>

- LLAMOSAS, Gino. “Edificio de viviendas con concreto armado y albañilería confinada”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017. 183 pp.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/9695>

- MORALES, Roberto. Diseño en Concreto Armado. [en línea] Perú. 3° Edición por Fondo Editorial ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia). Mayo. 2006. 226 pp. [fecha consultada: 2 de mayo de 2018].

Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/283887100/Diseno-en-Concreto-Armado-ROBERTO-MORALES-MORALES>

- MORALES, Roberto. Deformaciones de las Estructuras. [en línea]. 2013. Revista de la Universidad de Mendoza. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2018]

Disponible en: www.um.edu.ar/ojs-new/index.php/RUM/article/download/107/12

- MERINO, Alcidiades. “Diseño de albañilería confinada de una vivienda de 3 pisos, en la concordancia con la nueva norma de E.030, en el distrito, provincia y departamento de Huancavelica”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú. Universidad Alas Peruanas. 2016. 143 pp.

Disponible en:

http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/5401/1/MERINO_CARHUAPOMA-Resumen.pdf

- NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.020 Cargas. [en línea]. Lima: RNE, 2006. 8 pp. [fecha de consulta: 5 de mayo de 2018].

Disponible en:

http://cdnweb.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf

- NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. [en línea]. Lima: RNE, 2016. 30 pp. [fecha de consulta: 5 de mayo de 2018].

Disponible en:

http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/DS003-2016_E.030.pdf

- NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones. [en línea]. Lima: RNE, 2006. 18 pp. [fecha de consulta: 5 de mayo de 2018].

Disponible en:

http://cdnweb.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_050.pdf

- NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.060 Concreto Armado. [en línea]. Lima. RNE, 2009. 201 pp. [fecha de consulta: 5 de mayo de 2018].

Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

- NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.070 Albañilería Confinada. [en línea]. Lima. RNE, 2006. 201 pp. [fecha de consulta: 5 de mayo de 2018].

Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

- PINEDA, Edgar. “Diseño estructural de viviendas sismo resistente en ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el agustino, Lima 2017”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú. Universidad César Vallejo. 2017. 119 pp.

Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11893/Pineda_MER.pdf?sequence=1

- QUISPE, Elí y APAZA, Percy. “Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción del edificio administrativo de Santa Lucía” Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú. Universidad Peruana Unión. 2017. 173 pp.

Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/981>

- ROCHEL, Roberto. Análisis y diseño sísmico de edificios. [en línea]. Colombia. 2da. Edición. Fondo editorial Universidad EAFIT. Medellín. 2012. 388 pp. [fecha consultada: 29 de abril del 2018].

Disponible en: <https://es.slideshare.net/juantul/anlisis-y-diseo-ssmico-de-edificios-2daed-roberto-rochel-awad>

- SANTANA, Ronald. “Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 2013. 310 pp.

Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1156/1/santana_tr.pdf

- SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Análisis de Edificios. [en línea] Perú. 1° Edición por Fondo Editorial de la PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú). Marzo. 1998. 344 pp. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2018].

Disponible en: <https://es.slideshare.net/GuillermoFernandoZubieta/analisis-edificios>
ISBN: 9972-42-112-0

- SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Albañilería Confinada. [en línea] Perú. 2° Edición por Capítulo de Ingeniería Civil. Julio. 1993. 98 pp. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2018].
Disponible en: <https://es.scribd.com/document/202912824/Albanileria-confinada>

- SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Construcciones de Albañilería. Comportamiento sísmico y estructural. [en línea] Perú. 1° Edición por Fondo Editorial de la PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú). Octubre. 1994. 231 pp. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2018].

Disponible en: <https://www.udocz.com/read/construcciones-en-albanileria-angel-san-bartolome-pdf>

ISBN: 84-8390-965-0

- SAN BARTOLOMÉ, Ángel y QUIUN, Daniel. Investigación: Diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada. [en línea] Perú. Candidatura al premio Graña y Montero. Marzo. 2010. 28 pp. [fecha de consulta: 6 de mayo de 2018].

Disponible en:

<http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2010/06/Diseno-en-Alba-Confinada.pdf>

- SAN BARTOLOMÉ, Ángel, QUIUN, Daniel y SILVA, Wilson. Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería. [en línea] Perú. 1° Edición por Fondo Editorial de la PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú). Febrero. 2011. 343 pp. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2018].

Disponible en: <https://www.slideshare.net/JOEPETERPAYANOVILCA/diseo-y-construccion-de-estructuras-angel-san-bartolome-daniel-quiun>

ISBN: 978-9977-42-956-9

- TAVERA, Hernando. El terremoto de la región sur del Perú del 23 de junio del 2001. [en línea]. Perú. Instituto Geofísico del Perú. Lima 2002. 444 pp. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2018]

Disponible en:

http://intranet.igp.gob.pe/hernando.tavera/documentos/publicacion/editor/tavera_arequipa_2001.pdf

- VILLAREAL, Genner. Análisis Estructural. [en línea] Perú, Asamblea Nacional de Rectores. Lima. 2009. 327 pp. [fecha consultada: 1 de mayo de 2018].

Disponible en:

<http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2009/09/ZLibro-Analisis-Estructural-GV.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

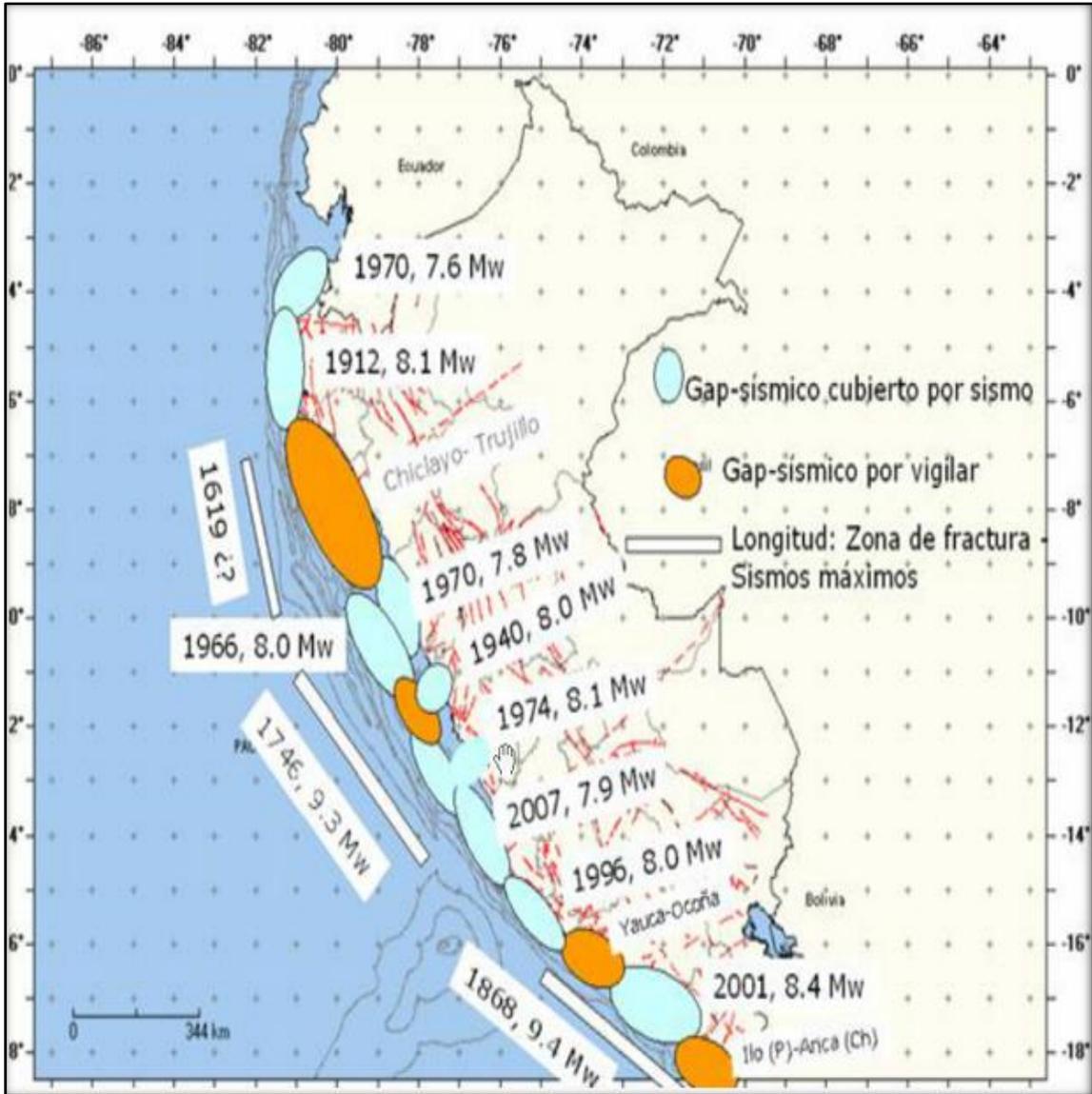


Figura 7. Mapa del registro histórico de sismos en el Perú y las regiones que presentan un gap sísmico

Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP)

ANEXO 2



Figura 8. Levantamiento topográfico.

ANEXO 3



Figura 9. Estudio de mecánica de suelos.

ANEXO 4



Figura 10. Diseño arquitectónico.

ANEXO 5

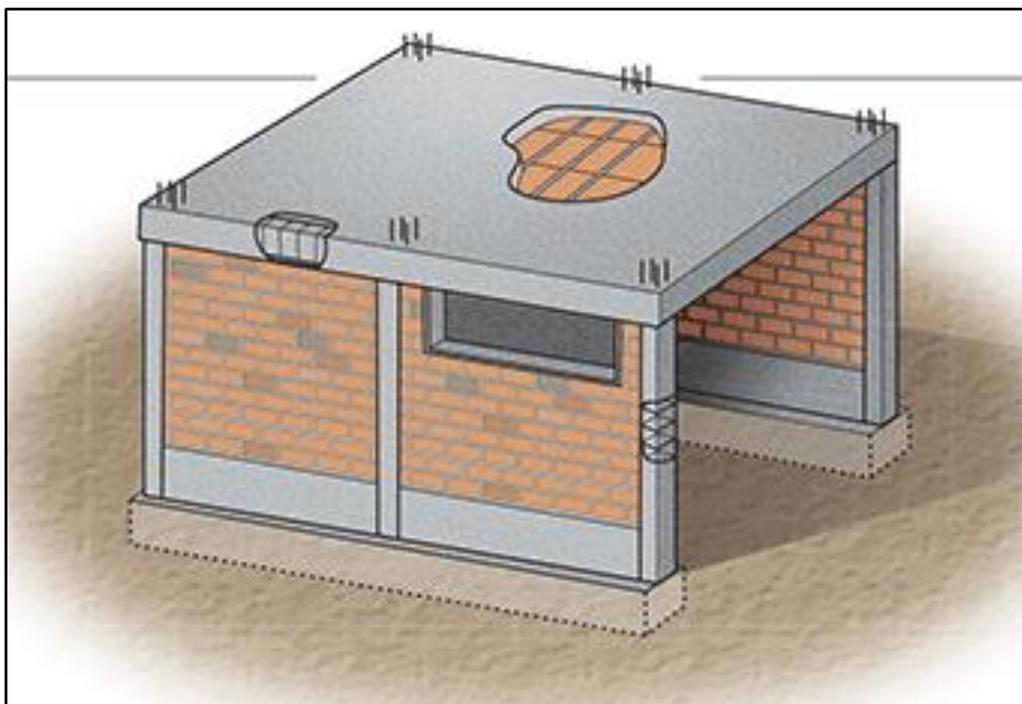


Figura 10. Albañilería confinada.

ANEXO 6

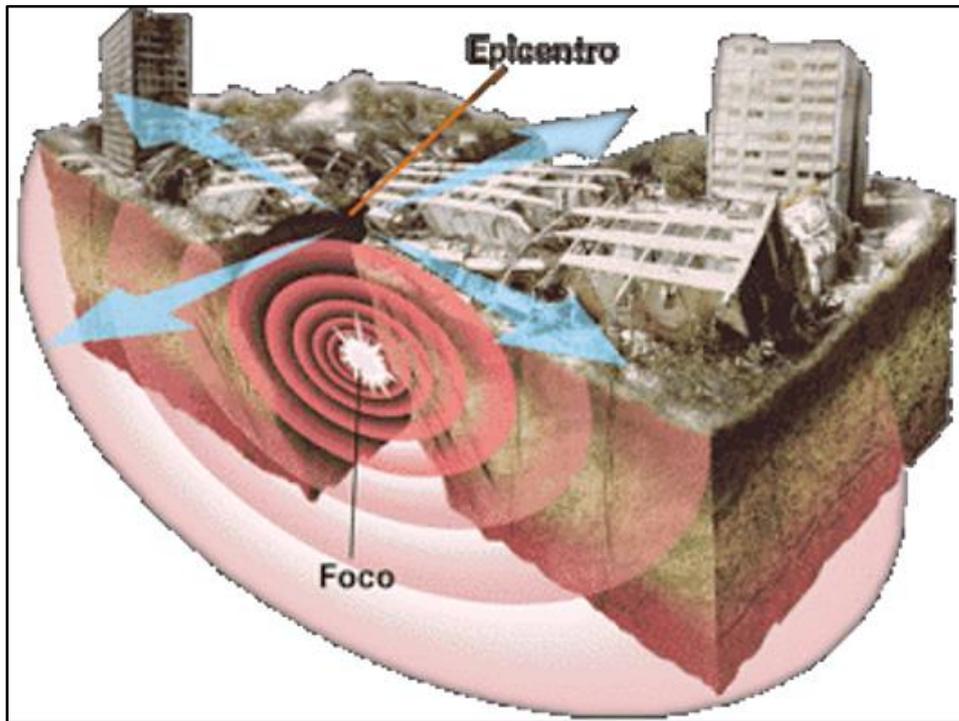


Figura 10. Los sismos generan aceleraciones a las masas de la estructura.

ANEXO 7



Figura 10. Deformaciones en edificaciones de albañilería.

ANEXO 8

Cuadro 1. Datos de catálogos de los fabricantes

MATERIALES	Peso KN/m3(kgf/m3)
Aislamiento de:	
Corcho	2.0(200)
Fibra de vidrio	3.0(300)
Fibrocemento	6.0(600)
Poliuretano y poliestireno	2.0(200)
Albañilería de:	
Adobe	16.0(1600)
Unidades de arcilla cocida sólidas	18.0(1800)
Unidades de arcilla cocida huecas	13.5(1350)
Concreto Simple de:	
Cascote de ladrillo	18.0(1800)
Cascote de ladrillo	23.0(2300)
Grava	16.0(1600)
Pómez	
Concreto Armado	Añadir 1.0(100)al PCS
Enlucido o Revoque de:	
Mortero de cemento	20.0(2000)
Mortero de cal y cemento	18.5(1850)
Mortero de cal	17.0(1700)
Yeso	10.0(1000)
Líquidos	
Aceites	9.3(930)
Ácido Muriático	12.0(1200)
Ácido Nítrico	15.0(1500)
Ácido sulfúrico	18.0(1800)
Agua dulce	10.0(1000)
Agua de mar	10.3(1030)
Alcohol	8.0(800)
Gasolina	6.7(670)
Kerosene	8.7(870)
Petróleo	8.7(870)
Sosa Caustica	17.0(1700)
Maderas:	
Coníferas	7.5(750)
Grupo A*	11.0(1100)

Grupo B*	10.0(1000)
Grupo C*	9.0(900)
*NTE E.101 Agrupamiento de Madera para Uso Estructural	
Mampostería de:	
Bloques de vidrio	10.0(1000)
Caliza	24.0(2400)
Granito	26.0(2600)
Mármol	27.0(2700)
Pómez	12.0(1200)
Materiales almacenados	
Azúcar	7.5(750)
Basuras Domesticas	6.6(660)
Briquetas de carbón de piedra	17.5(1750)
Carbón de piedra	15.5(1550)
Cebada	6.5(650)
Cemento	14.5(1450)
Coke	12.0(1200)
Frutas	6.5(650)
Harinas	7.0(700)
Hielo	9.2(920)
Leña	6.0(600)
Lignito	12.5(1250)
Papas	7.0(700)
Papel	10.0(1000)
Pastos secos	4.0(400)
Sal	10.0(1000)
Trigo, frijoles, pallares, arroz	7.5(750)
Turba	6.0(600)
Materiales amontonados	
Arena húmeda	18.0(1800)
Caliza molida	16.0(1600)
Carburo	9.0(900)
Coke	5.2(520)
Escorias de altos hornos	15.0(1500)
Escorias de carbón	10.0(1000)
Grava y arena secas	16.0(1600)
Nieve fresca	1.0(100)
Piedra pómez	7.0(700)
Tierra seca	16.0(1600)
Tierra saturada	18.0(1800)
Metales	

Acero	78.5(7850)	
Aluminio	27.5(2750)	
Bronce	85.0(8500)	
Cobre	89.0(8900)	
Estaño	74.0(7400)	
Fundición	72.5(7250)	
Hierro dulce	78.0(7800)	
Latón	85.0(8500)	
Mercurio	136.0(13600)	
Níquel	90.0(9000)	
Plomo	114.0(11400)	
Zinc	69.0(690)	
Otros		
Acrílicos	12.0(1200)	
Cartón bituminado	6.0(600)	
Concreto asfáltico	24.0(2400)	
Ladrillo pastelero	16.0(1600)	
Losetas	24.0(2400)	
Teja artesanal	16.0(1600)	
Teja industrial	18.0(1800)	
Vidrios	25.0(2500)	
Losas aligeradas armadas en una		
sola dirección de Concreto Armado		
Con vigueta 0,10 m de ancho y		
0,40 m entre ejes		
Espesor del aligerado(m)	Espesor de losa	Peso propio
	superior en metros	Kpa(Kgf/m ²)
0.17	0.05	2.8(280)
0.20	0.05	3.0(300)
0.25	0.05	3.5(350)
0.3	0.05	4.2(420)

Fuente: Norma Técnica E.020

ANEXO 9

Cuadro 2. Cargas Vivas Mínimas Repartidas

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS Kpa (Kgf/m ²)
Almacenaje	5,0(500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que se exceda de 3,0(300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0(300)
Salas de almacenaje con estantes	
Fijos(no apilables)	7,5(750)
Corredores y escaleras	4,0(400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5(250)
Talleres	3,5(350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0(300)
Corredores y escaleras	4,0(400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0(300)
Cuartos	2,0(200)
Corredores y escaleras	4,0(400)
Hoteles	
Cuartos	2,0(200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	5,0(500)
Corredores y escaleras	4,0(400)
Industria	Ver 6.4
Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0(200)

Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0(400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0(300)
Con asientos móviles	4,0(400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatro y cines	4,0(400)
Graderías y tribunas	5,0(500)
Corredores y escaleras	5,0(500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0(500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0(400)
Teatros	
Vestidores	2,0(200)
Cuarto de proyección	3,0(300) Ver 6.4
Escenario	7.5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0(500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0(500)
Viviendas	2,0(200)
Corredores y escaleras	2,0(200)

Fuente: Norma Técnica E.020

ANEXO 10

Cuadro 7. Categoría de Edificaciones según su Uso

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según ki normado por el Ministerio de salud	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	<p>A1: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <p style="padding-left: 40px;">Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1</p> <p style="padding-left: 40px;">Puertos, aeropuertos, locales, municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</p> <p style="padding-left: 40px;">Instalaciones de generación y transformación de electricidad</p> <p style="padding-left: 40px;">reservorios y plantas de tratamiento de agua.</p> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan ser refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universales.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información del estado.</p>	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros estadios coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas</p> <p>También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles restaurantes, depositos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma Técnica E030

ANEXO 11

Cuadro 8. Coeficientes básicos de reducción de fuerzas sísmicas.

SISTEMA ESTRUCTURAL	Ro
Acero:	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	7
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	6
P. especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	8
P. ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)	6
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto armado	
Pórticos	8
Dual	7
Muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada (MDL)	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera (por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma Técnica E030

ANEXO 12

Cuadro 9. Factor de Irregularidad “Ia” e “Ip”

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	FACTOR “Ia”
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0.75
<p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces</p>	0.5

<p>el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0.9
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0.9
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0.8
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	0.6
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	FACTOR “Ip”
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{max}), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 12.</p>	0.75
<p>Irregularidad Torsional Extrema Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{CM}), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 12.</p>	0.6
<p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0.9
<p>Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 %</p>	0.85

del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	
Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.	0.9

Fuente: Norma Técnica E030

ANEXO 13

Cuadro 10. Restricciones a la Irregularidad

CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN	ZONA	RESTRICCIONES
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: Norma Técnica E030

ANEXO 14

Cuadro 11. Desplazamientos Laterales

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DE 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 MDL	0.005

Fuente: Norma Técnica E030

ANEXO 15

Cuadro 12. Aplicaciones y limitaciones para ensayos de pruebas de carga

APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS								
Ensayos In Situ	Norma Aplicable	Aplicación Recomendada			Aplicación Restringida		Aplicación recomendada	
		Técnica de investigación	Tipo de suelo	Parámetro a obtener	Técnica de investigación	Tipo de suelo(1)	Técnica de investigación	Tipo de Suelo (1)
STP	NTP 339.133(ASTM D1586)	Perforación	SW,SP,SM,SC-SM	N	Perforación	CL,ML,SC,MH,CH	Calicata	Lo restante
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW,SP,SM,SC-SM	N ₂₀	Auscultación	CL,ML,SC,MH,CH	Calicata	Lo restante
Cono tipo Peck	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW,SP,SM,SC-SM	Cn	Auscultación	CL,ML,SC,MH,CH	Calicata	Lo restante
CPT	NTP 339.148(ASTM D3441)	Auscultación	Todos excepto gravas	qc , f c	Auscultación	----	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159(DIN4094)	Auscultación	SP	n	Auscultación	SW,SM	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo	NTP 339.155(ASTM D2573)	Perforación/Calicata	CL, ML, CH, MH	Cu , St	----	----	----	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153(ASTM D1194)	-----	Suelos granulares y rocas blandas	Asentamiento vs. Presión	----	----	----	----

Fuente: Norma Técnica E.050

ANEXO 16



Figura 18. Levantamiento topográfico del terreno con estación total

ANEXO 17



Figura 18. Trabajo de campo para el estudio de mecánica de suelos.

ANEXO 18

Oficio 1. Estudio de suelos realizado por los laboratorios de la UCV



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018

Calicata		Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN			PROPIEDADES MECÁNICAS					
Nº	Estrato			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	IG	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	PU (g/cm3)	Qadm. (tn/cm3)
C-1	E-1	CALICATA 1	3.00 m	1.06	1.27	98.73	0.00	NP	NP	NP	SP	A-3	0	-	-	-	1.385	1.28	
C-2	E-1	CALICATA 2	3.00 m	1.16	4.53	95.47	0.00	NP	NP	NP	SP	A-3	0	-	-	-	1.306	1.19	
C-3	E-1	CALICATA 3	3.00 m	1.04	4.74	95.26	0.00	NP	NP	NP	SP	A-3	0	-	-	-	1.474	1.45	



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Fuente. Laboratorios de Suelos de la Universidad César Vallejo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

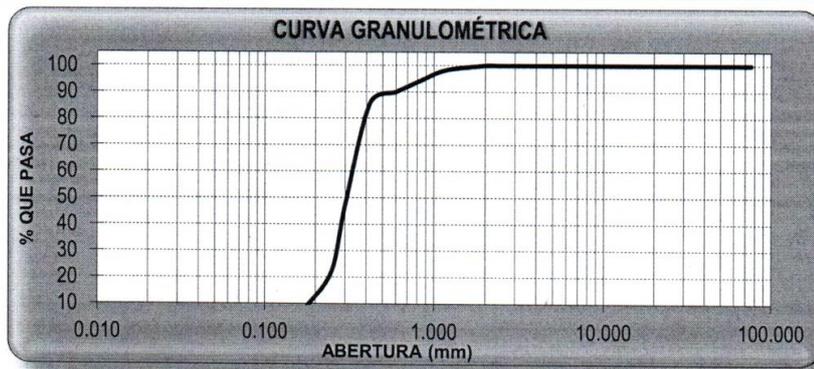
FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / CALICATA 1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1974.51
 Peso perdido por lavado : 25.49

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.06%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
						Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-3 IG: 0
No4	4.178	0.00	0.00	0.00	100.00	Descripción de la Muestra
8	2.360	0.08	0.00	0.00	100.00	
10	2.000	0.43	0.02	0.03	99.97	AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
16	1.180	34.62	1.73	1.76	98.24	
20	0.850	75.71	3.79	5.54	94.46	Descripción de la Calicata
30	0.600	89.83	4.49	10.03	89.97	
40	0.420	85.50	4.28	14.31	85.69	Profundidad : 0.00 - 3.00 m
50	0.300	769.10	38.46	52.76	47.24	
60	0.250	498.30	24.92	77.68	22.32	
80	0.180	258.60	12.93	90.61	9.39	
100	0.150	112.87	5.64	96.25	3.75	
200	0.074	49.47	2.47	98.73	1.27	
< 200		25.49	1.27	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



D10	: 0.1833
D30	: 0.2654
D60	: 0.3398
Cu	: 1.85
Cc	: 1.13

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

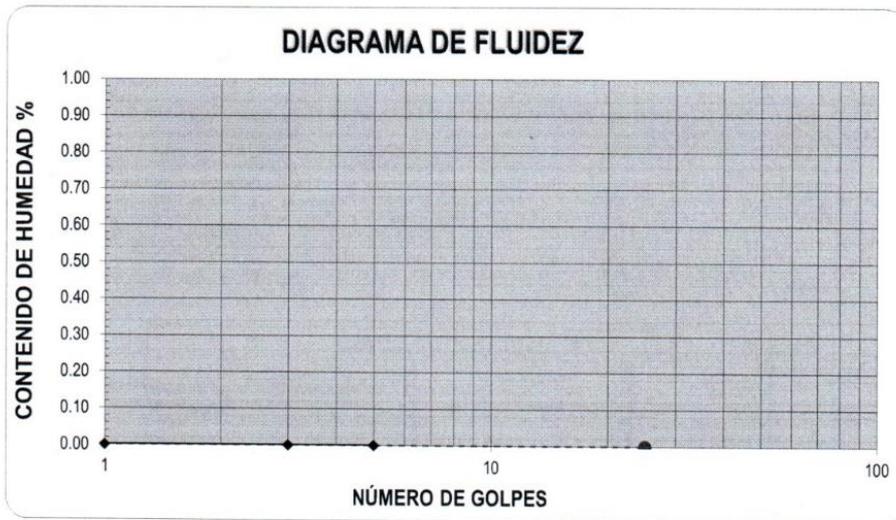
RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / CALICATA 1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes					
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Limites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / CALICATA 1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	8.69	8.05	8.65
Peso del tarro + suelo humedo (g)	73.23	81.49	101.18
Peso del tarro + suelo seco (g)	72.54	80.72	100.23
Peso del suelo seco (g)	63.85	72.67	91.58
Peso del agua (g)	0.69	0.77	0.95
% de humedad (%)	1.08	1.06	1.04
% de humedad promedio (%)	1.06		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO DEL SUELO
ASTM D-2419

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / CALICATA 1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	113.94	113.94
Volumen del frasco (cm ³)	1027.41	1027.41
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1516.80	1557.13
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1402.86	1443.19
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.365	1.405
Contenido de Humedad (%)	1.06%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.365	1.405
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.385	

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

C-1 / E-1

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / CALICATA 1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Peso Unitario del Suelo encima del NNF	$\gamma =$	1.045	ton/m3	Relación de Poisson	$\nu =$	0.25
Peso Unitario del Suelo debajo del NNF	$\gamma' =$	1.385	ton/m3	Módulo de elasticidad del suelo	$E_s =$	580.00 Kg/cm2
Profundidad de cimentación (ZAPATA)	$=$	1.50	m	Factor de forma y rigidez cimentación corrida	$C_s =$	79.00 cm/m
Factor de seguridad	$=$	3		Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	$C_s =$	82.00 cm/m
Profundidad de cimiento corrido	$=$	1.00	m	Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	$C_s =$	112.00 cm/m
Sobrecarga en la base de la cimentación	$q = \gamma D =$	1.57	ton/m2			
Sobrecarga en la base del cimiento corrido	$q = \gamma D =$	1.05	ton/m2			

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE

Ángulo de fricción ϕ	C (kg/cm2)	Nc	Nq	Ny (Vesic)	Nq/NC	Tan ϕ
27.00	0.000	23.942	13.199	14.470	0.604	0.510

CIMENTACIÓN CORRIDA

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm2)	qad (kg/cm2)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.78	0.59	0.03
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.88	0.63	0.04
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.98	0.66	0.05
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	2.18	0.73	0.07
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.38	0.79	0.10

Se puede considerar como valor único de diseño:

qadmissible = 1.28 Kg/cm2
 qadmissible = 12.82 tn/m2
 Q = 18.45 tn
 S = 0.20 cm

CIMENTACION CUADRADA

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm2)	qad (kg/cm2)	S (cm)
1.20	1.20	1.60	1.51	0.60	3.84	1.28	0.20
1.30	1.30	1.60	1.51	0.60	3.90	1.30	0.22
1.50	1.50	1.60	1.51	0.60	4.02	1.34	0.27
1.80	1.80	1.60	1.51	0.60	4.21	1.40	0.33
2.00	2.00	1.60	1.51	0.60	4.33	1.44	0.38

CARGA ADMISIBLE BRUTA

18.45 tn

CIMENTACION RECTANGULAR

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm2)	qad (kg/cm2)	S (cm)
1.00	1.20	1.50	1.42	0.67	3.62	1.21	0.22
1.20	1.50	1.48	1.41	0.68	3.73	1.24	0.27
1.50	1.80	1.50	1.42	0.67	3.95	1.32	0.36
1.80	2.00	1.54	1.46	0.64	4.17	1.39	0.45

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO		
SUCS	SP	
AASHTO	A-3 IG: 0	
ϕ °	C (Kg/cm2)	P. u. (Tn/m3)
27.00	0.0000	1.385

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

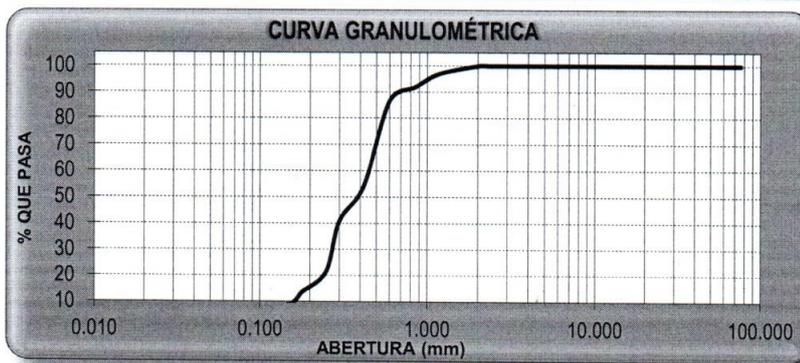
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018
SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO
RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA : C-2 / E-1 / CALICATA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1909.48
 Peso perdido por lavado : 90.52

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.16%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. SUCS : SP
No4	4.178	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. AASHTO : A-3 IG: 0
8	2.360	0.25	0.01	0.01	99.99	Descripción de la Muestra	
10	2.000	1.23	0.06	0.07	99.93		SUCS: Arena mal graduada
16	1.180	60.68	3.03	3.11	96.89		AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
20	0.850	101.16	5.06	8.17	91.83	Con un 4.53% de finos	
30	0.600	104.33	5.22	13.38	86.62		
40	0.420	646.90	32.35	45.73	54.27		
50	0.300	270.93	13.55	59.27	40.73	Descripción de la Calicata	
60	0.250	386.47	19.32	78.60	21.40		
80	0.180	156.19	7.81	86.41	13.59		
100	0.150	93.91	4.70	91.10	8.90	C-2 : E-1 Profundidad : 0.00 - 3.00 m	
200	0.074	87.43	4.37	95.47	4.53		
< 200		90.52	4.53	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				



D10	: 0.1570
D30	: 0.2722
D60	: 0.4519
Cu	: 2.88
Cc	: 1.04

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

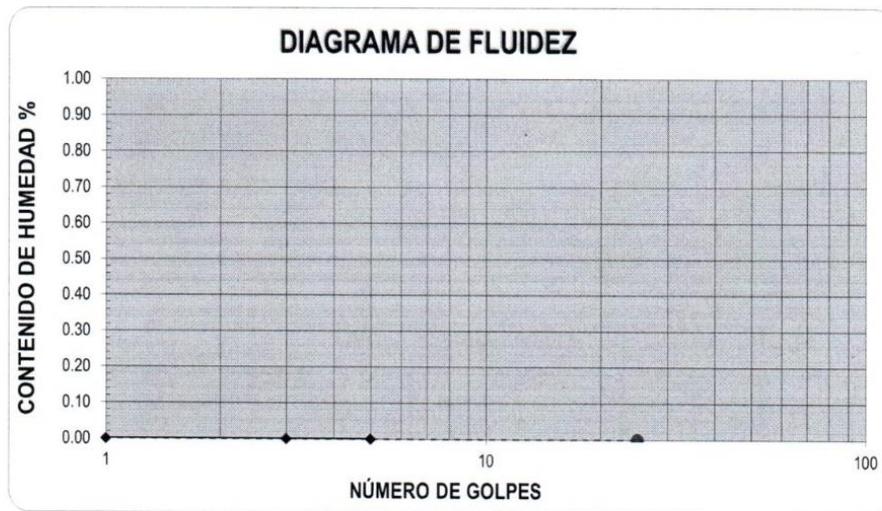
RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / CALICATA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LIMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
Nº de golpes	NP	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Inj. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / CALICATA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	8.48	8.79	8.17
Peso del tarro + suelo humedo (g)	89.25	91.26	75.94
Peso del tarro + suelo seco (g)	88.35	90.30	75.16
Peso del suelo seco (g)	79.87	81.51	66.99
Peso del agua (g)	0.90	0.96	0.78
% de humedad (%)	1.13	1.18	1.16
% de humedad promedio (%)	1.16		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

 **UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
 Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO DEL SUELO
ASTM D-2419

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / CALICATA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	113.94	113.94
Volumen del frasco (cm ³)	1027.41	1027.41
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1555.40	1356.60
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1441.46	1242.66
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.403	1.210
Contenido de Humedad (%)	1.16%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.403	1.209
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.306	



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

C-2 / E-1

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018
SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO
RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA : C-2 / E-1 / CALICATA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

Peso Unitario del Suelo encima del NNF	γ =	0.986	ton/m ³
Peso Unitario del Suelo debajo del NNF	γ' =	1.306	ton/m ³
Profundidad de cimentación (ZAPATA)	=	1.50	m
Factor de seguridad	=	3	
Profundidad de cimiento corrido	=	1.00	m
Sobrecarga en la base de la cimentación	$q = \gamma D =$	1.48	ton/m ²
Sobrecarga en la base del cimiento corrido	$q = \gamma D =$	0.99	ton/m ²

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1-v^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Relación de Poisson	$v =$	0.25
Módulo de elasticidad del suelo	$E_s =$	535.00 Kg/cm ²
Factor de forma y rigidez cimentación corrida	$C_s =$	79.00 cm/m
Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	$C_s =$	82.00 cm/m
Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	$C_s =$	112.00 cm/m

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE

Ángulo de fricción ϕ	C (kg/cm ²)	Nc	Nq	Ny (Vesic)	Nq/NC	Tan ϕ
26.87	0.000	23.713	13.015	14.202	0.599	0.507

CIMENTACIÓN CORRIDA

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.65	0.55	0.03
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.75	0.58	0.04
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.84	0.61	0.05
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	2.03	0.68	0.07
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.21	0.74	0.10

Se puede considerar como valor único de diseño:

qadmissible =	1.19	Kg/cm ²
qadmissible =	11.89	tn/m ²
Q =	17.13	tn
S =	0.21	cm

CIMENTACIÓN CUADRADA

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
1.20	1.20	1.60	1.51	0.60	3.57	1.19	0.21
1.30	1.30	1.60	1.51	0.60	3.62	1.21	0.23
1.50	1.50	1.60	1.51	0.60	3.73	1.24	0.27
1.80	1.80	1.60	1.51	0.60	3.90	1.30	0.34
2.00	2.00	1.60	1.51	0.60	4.01	1.34	0.38

CARGA ADMISIBLE BRUTA

17.13 tn

CIMENTACIÓN RECTANGULAR

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.20	1.50	1.42	0.67	3.36	1.12	0.22
1.20	1.50	1.48	1.41	0.68	3.46	1.15	0.27
1.50	1.80	1.50	1.42	0.67	3.67	1.22	0.36
1.80	2.00	1.54	1.46	0.64	3.87	1.29	0.46

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

SUCS	SP	
AASHTO	A-3	IG: 0
ϕ °	C (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ³)
26.87	0.0000	1.306

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000

Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Inj. José Alindor Boyd Llanos
 jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / CALICATA 3 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

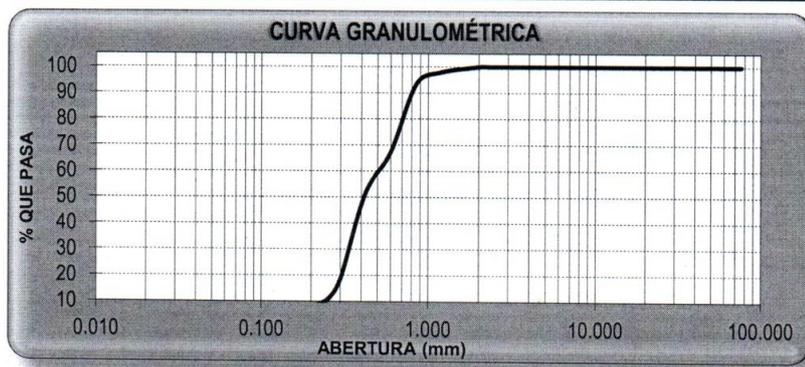
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1905.19

Peso perdido por lavado : 94.81

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.04%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. SUCS : SP
No4	4.178	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. AASHTO : A-3 IG: 0
8	2.360	0.08	0.00	0.00	100.00	Descripción de la Muestra	
10	2.000	0.69	0.03	0.04	99.96		SUCS: Arena mal graduada
16	1.180	42.43	2.12	2.16	97.84		AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
20	0.850	89.37	4.47	6.63	93.37	Con un 4.74% de finos	
30	0.600	520.95	26.05	32.68	67.32		
40	0.420	325.46	16.27	48.95	51.05		
50	0.300	647.46	32.37	81.32	18.68	Descripción de la Calicata	
60	0.250	161.14	8.06	89.38	10.62		C-3 : E-1
80	0.180	67.26	3.36	92.74	7.26		Profundidad : 0.00 - 3.00 m
100	0.150	31.02	1.55	94.29	5.71		
200	0.074	19.33	0.97	95.26	4.74		
< 200		94.81	4.74	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				



D10	: 0.2371
D30	: 0.3420
D60	: 0.5190
Cu	: 2.19
Cc	: 0.95

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

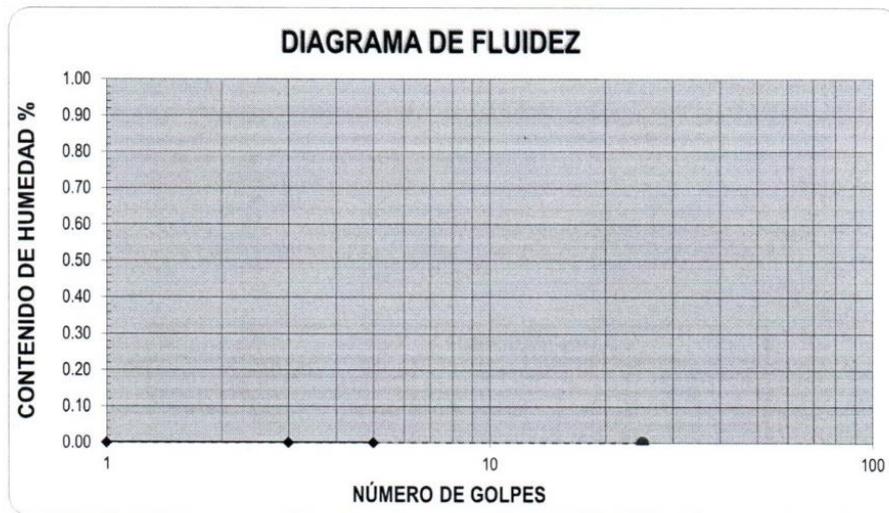
RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / CALICATA 3 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes					
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

 **UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / CALICATA 3 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	8.37	8.09	8.95
Peso del tarro + suelo humedo (g)	90.79	76.22	80.58
Peso del tarro + suelo seco (g)	89.94	75.53	79.84
Peso del suelo seco (g)	81.57	67.44	70.89
Peso del agua (g)	0.85	0.69	0.74
% de humedad (%)	1.04	1.02	1.04
% de humedad promedio (%)	1.04		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO DEL SUELO
ASTM D-2419

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / CALICATA 3 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	113.94	113.94
Volumen del frasco (cm ³)	1027.41	1027.41
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1668.30	1588.70
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1554.36	1474.76
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.513	1.435
Contenido de Humedad (%)	1.04%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.513	1.435
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.474	

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

 **UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
Ing. José Alindor Boyd Llanos
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

C-3 / E-1

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

SOLICITANTE : JIMÉNEZ JULIÁN, JHONY JOEL - JULCA ABANTO, JEISEN ANTONIO

RESPONSABLE : ING. JOSÉ ALINDOR BOYD LLANOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / CALICATA 3 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c Sc + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Peso Unitario del Suelo encima del NNF $\gamma = 1.112$ ton/m³

Peso Unitario del Suelo debajo del NNF $\gamma' = 1.474$ ton/m³

Profundidad de cimentación (ZAPATA) = 1.50 m

Factor de seguridad = 3

Profundidad de cimiento corrido = 1.00 m

Sobrecarga en la base de la cimentación $q = \gamma D = 1.67$ ton/m²

Sobrecarga en la base del cimiento corrido $q = \gamma D = 1.11$ ton/m²

$\gamma = 1.112$ ton/m³

$\gamma' = 1.474$ ton/m³

= 1.50 m

= 3

= 1.00 m

$q = \gamma D = 1.67$ ton/m²

$q = \gamma D = 1.11$ ton/m²

Relación de Poisson $\nu = 0.25$

Módulo de elasticidad del suelo $E_s = 535.00$ Kg/cm²

Factor de forma y rigidez cimentación corrida $C_s = 79.00$ cm/m

Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada $C_s = 82.00$ cm/m

Factor de forma y rigidez cimentación rectangular $C_s = 112.00$ cm/m

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE

Angulo de fricción ϕ	C (kg/cm ²)	Nc	Nq	Ny (Vesic)	Nq/NC	Tan ϕ
27.50	0.000	24.850	13.936	15.550	0.626	0.521

CIMENTACIÓN CORRIDA

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	2.01	0.67	0.04
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.12	0.71	0.05
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.24	0.75	0.06
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	2.47	0.82	0.09
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.70	0.90	0.12

Se puede considerar como valor único de diseño:

qadmissible = 1.45 Kg/cm²

qadmissible = 14.53 tn/m²

Q = 20.93 tn

S = 0.25 cm

CIMENTACION CUADRADA

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
1.20	1.20	1.63	1.52	0.60	4.36	1.45	0.25
1.30	1.30	1.63	1.52	0.60	4.43	1.48	0.28
1.50	1.50	1.63	1.52	0.60	4.57	1.52	0.33
1.80	1.80	1.63	1.52	0.60	4.77	1.59	0.41
2.00	2.00	1.63	1.52	0.60	4.91	1.64	0.47

CARGA ADMISIBLE BRUTA

20.93 tn

CIMENTACION RECTANGULAR

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.20	1.52	1.43	0.67	4.10	1.37	0.27
1.20	1.50	1.50	1.42	0.68	4.23	1.41	0.33
1.50	1.80	1.52	1.43	0.67	4.48	1.49	0.44
1.80	2.00	1.56	1.47	0.64	4.73	1.58	0.56

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

SUCS	SP	
AASHTO	A-3	IG: 0
ϕ	C (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ³)
27.50	0.0000	1.474

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

107/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe

ANEXO 19

Oficio 2. Carta de presentación para contar con terreno saneado.

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Trujillo, 11 de mayo del 2018

Oficio N° 0581-2018/FI-UCV
Señor(a):
JOSÉ GUTIERREZ LEIVA
GERENTE GENERAL
TOMONORTE
TRUJILLO – LA LIBERTAD
Presente.

Asunto: Apoyo para estudiante que desea desarrollar su Proyecto de Tesis.

De mi consideración.

Es grato dirigirme a Ud. y manifestarle que los estudiantes, **PAREDES CHUQUILÍN EBER JOSUE Y JIMÉNEZ JULIÁN JHONY JOEL**, se encuentran cursando el IX ciclo de la carrera profesional de Ingeniería Civil en nuestra Universidad.

Dentro de su currícula vigente los estudiantes deberán llevar el curso Proyecto de Tesis; motivo por el cual solicito a Ud. tenga la bondad de brindar el apoyo necesario a los referidos estudiantes, permitiéndole realizar su proyecto de investigación denominado: **"DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 PISOS CON DISIPADORES SÍSMICOS EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2018"**, proyecto que, a su vez, beneficiará a su Institución por el aporte que podría brindarles para su comunidad.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal,



Atentamente,
Dr. Jorge Adolfo Salas Ruíz
DECANO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DNI: 17834309

C.C. Rta
JGR/sgp

CAMPUS TRUJILLO
Av. LAUREO 1770.
Tel.: (044) 485 000, Atx.: 7000.
Fax: (044) 485 019

fbjrcv.peru
@ucv_peru
#salizadelante
ucv.edu.pe

Fuente. Universidad César Vallejo

ANEXO 17

Oficio 3. Carta de aceptación para contar con terreno saneado.



Trujillo, 18 de mayo de 2018

Señor:
Dr. JORGE ADRIAN SALAS RUIZ
DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA - UCV.
Trujillo. -

Asunto: Acepta apoyo a estudiantes para desarrollar su Proyecto de Tesis

Mediante el presente saludo cordialmente a Ud. Y al mismo tiempo hace conocimiento, que, de acuerdo a su Oficio de la Referencia, **PAREDES CHUQUILIN EBER JOSUE, JIMÉNEZ JULIAN JHONY JOEL y JULCA ABANTO JEISEN ANTONIO** alumnos de vuestra Representada, han sido aceptados y se les brindará las facilidades del caso para realizar su proyecto de investigación denominado **"DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 PISOS CON DISIPADORES SISMICOS DE LA CIUDAD DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2018"**.

Sin otro particular, le reitero los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente,


TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA S.A.C.

José E. Quiroz Leiva
GERENTE GENERAL


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.
RECIBIDO
ESC DE ING CIVIL
18 MAYO 2018
10100
A.

Fuente. TomoNorte S.A.C.