



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del comportamiento sismorresistente tomando como referencia las
normas E.030-2003 y 2016 de la edificación del pabellón D de una
Universidad de Lima Este, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Jose Luis Quispe Añanca

ASESORES:

Dra. María Ysabel García Álvarez

Mg. German Fernández Casusol Iberico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

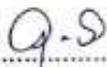
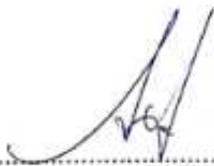
2018

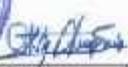
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don José Luis Quispe Añanca.

cuyo título es: Evaluación del comportamiento sísmorresistente tomado como referencia las normas E.030-2003 y 2016 de la edificación del pabellón D de una Universidad de Lima este, 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 13 trece

Lima 17 de Julio del 2018

 PRESIDENTE Dra. ING. MARIA YSABEL GARCIA A.	 SECRETARIO Mg. ING. NANCY MERCEDES MALAVEERY R.
 VOCAL Mg. ING. GERMAN CASUSOL.	

 Baboro	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 VICERRECTORADO DE INVESTIGACION ASESOR 	corrector(a) de Investigación
---	---	--------	--	--	----------------------------------

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis padres Dionisio Quispe Huamantalla, Anastasia Añanca Taboada y a mis dos menores hijos y esposa quienes sacrificaron muchas cosas en la vida para que yo pudiera lograr mis objetivos, quienes siempre supieron motivarme y apoyarme incondicionalmente.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios quien nos da la vida y las fuerzas para seguir adelante cada día y a mi madre quien estuvo en todo momento apoyándome y a los profesores e ingenieros quienes nos impartieron todos sus conocimientos para así formar buenos profesionales y así dar un aporte a nuestro país.

Declaratoria de autenticidad

Yo Jose Luis Quispe Añanca con DNI N.º 42795886, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 17 de julio del 2018



Jose Luis Quispe Añanca

DNI: 42795886

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Evaluación del comportamiento sismorresistente tomado como referencia las normas E.030-2003 y 2016 de la edificación del pabellón D de una Universidad de Lima Este, 2018”, cuyo objetivo fue Analizar el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia las normas técnicas E.030 del 2003 y la norma técnica E.030 del 2016 que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero civil. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica la problemática de estar en una zona muy sísmica y el avance en las actualizaciones de las normas de diseño sismorresistente; en el segundo capítulo se muestra la metodología de investigación usada para realizar la investigación, en el tercer capítulo se detalla los resultados de la investigación. En el cuarto capítulo se explica las controversias encontradas en la investigación. En el quinto capítulo se presenta las conclusiones del trabajo de investigación. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones.



Jose Luis Quispe Añanca

Resumen

El objetivo de la investigación fue Analizar el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia las normas técnicas E.030 del 2003 y la norma técnica E.030 del 2016 y a su vez verificar si cumple con los requerimientos mínimos de diseño sismorresistente con la actual norma del 2016 debido a que el diseño de dicha estructura fue realizado con la norma anterior E.030 del 2013. Esta investigación es no experimental y de corte transversal debido a que no se manipula la variable y se le estudia en un momento dado y es de nivel descriptivo y a su vez explicativo ya que describe el comportamiento de la variable y su relación con las demás variables, se toma como población a la sede de la Universidad César Vallejo Lima Este y como muestra el pabellón D de la universidad y de los planos del pabellón D se tomaron datos los cuales fueron ingresados a unas fichas de registro. Se analizó a la estructura del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este con las normas de diseño sísmico E.030 del 2003 y 2016 con ayuda del programa computacional Etabs, con los cuales se obtuvieron los resultados como: las cortantes estáticas y dinámicas en los entresijos, la cortante basal en ambas direcciones y los desplazamientos de entrepiso y las distorsiones (derivadas), concluyendo que analizando a la estructura con la norma E.030 de 2016 la cortante basal es mayor en comparación con la anterior norma del 2003, luego se llega a la conclusión que la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo de Lima Este si cumple con los requerimientos mínimos de diseño sismorresistente de la actual norma E.030 del 2016 y a su vez concluye en la importancia del análisis de las irregularidades de las estructuras y recomienda un análisis más exhaustivo de las irregularidades existentes en toda estructura ya que estos pueden modificar todo el análisis también recomienda reevaluar las estructuras ya existentes que hayan sido diseñado con normas anteriores a la del 2016.

Palabras clave: cortante basal, distorsión, irregularidad, análisis sísmico, desempeño sísmico.

Abstract

The objective of the research was to analyze the seismic behavior of the building of the pavilion D of the university Cesar Vallejo Lima-East, taking as reference the technical standards E.030 of 2003 and the technical standard E.030 of 2016 and in turn verify if meets the minimum requirements of seismic design with the current standard of 2016 because the design of this structure was made with the previous standard E.030 of 2013. This research is non-experimental and cross-sectional because the variable is not manipulated and it is studied at a given moment and it is descriptive level and at the same time explanatory since it describes the behavior of the variable and its relation with the other variables, it is taken as a population to the headquarters of the university César Vallejo Lima east and as it shows the pavilion D of the university and the plans of the pavilion D data were taken which were entered to some record cards. The structure of pavilion D of the University of Cesar Vallejo Lima East was analyzed with the seismic design standards E.030 of 2003 and 2016 with the help of the computer program Etabs, with which the results were obtained as: the static and dynamic shear in the mezzanines, the basal shear in both directions and the displacements of the mezzanine and the distortions (drifts), concluding that analyzing the structure with the E.030 standard of 2016, the basal shear is greater compared to the previous 2003 norm, then It is concluded that the construction of Pavilion D of Cesar Vallejo University in Lima if it meets the minimum seismic design requirements of the current standard E.030 of 2016 and in turn concludes on the importance of the analysis of the irregularities of structures and recommends a more exhaustive analysis of the irregularities in any structure since these can modify the entire analysis It also recommends reevaluating existing structures that have been designed with standards prior to 2016.

Key words: basal shear, distortion, irregularity, seismic analysis, seismic performance.

Índice general

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Trabajos previos	3
1.3 Teorías relacionadas al tema	7
1.4 Formulación del problema.....	22
1.5 Justificación del estudio	22
1.6 Hipótesis	23
1.7 Objetivos.....	23
II. MÉTODO.....	25
2.1 Diseño de investigación.....	26
2.2 Variables, operacionalización.....	27
2.3 Población y muestra	31
2.4 técnicas e instrumentos.....	31
2.5 Método de análisis de datos.....	32
2.6 Aspectos Éticos	32
III. RESULTADO.....	33
3.1 Descripción de la estructura	34
3.2 Consideraciones de estudio	36
3.3 Análisis sísmico.....	38
3.4 Modelación estructural del pabellón D.....	43
3.5 Análisis estructural según la norma E.030 - 2003	46
3.6 Análisis estructural según la norma E.030 - 2016.....	51
IV. DISCUSIÓN.....	60
4.1 Discusión	61

V. CONCLUSIONES	63
5.1 Conclusiones.....	64
VI. RECOMENDACIONES	65
6.1 Recomendaciones	66
VII. REFERENCIAS	67
7.1 Referencias	68
VIII. ANEXOS	70

Índice de tablas

Tabla 1. Factores de zona	9
Tabla 2. Factores de zona	10
Tabla 3. Perfiles de suelo.....	11
Tabla 4. Perfiles de suelo.....	12
Tabla 5. Clasificación de los perfiles de suelo	13
Tabla 6. Factor de suelo "S"	14
Tabla 7. Periodos "Tp" y " TL "	14
Tabla 8. Categoría de las edificaciones y factor "U"	16
Tabla 9. Sistemas estructurales.....	17
Tabla 10. Categoría y regularidad de las edificaciones	17
Tabla 11. Irregularidades estructurales.....	18
Tabla 12. Irregularidades estructurales.....	19
Tabla 13. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas	19
Tabla 14. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas	19
Tabla 15. Operacionalización de las variables	29
Tabla 16. Operacionalización de las variables	30
Tabla 17. Alturas de pisos del pabellón D.....	36
Tabla 18. Resistencia a la compresión de los elementos estructurales del pabellón D	37
Tabla 19. Factores para obtener cociente de la cortante basal.....	46
Tabla 20. Masas por piso	46
Tabla 21. Cortante basal en ambas direcciones	47
Tabla 22. Periodos (T).....	47
Tabla 23. Valores del espectro	48
Tabla 24. Cortante basal dinámico en ambas direcciones	49
Tabla 25. Amplificación de la cortante dinámica.....	50
Tabla 26. Cortante amplificada.	50
Tabla 27. Fuerzas Internas.....	50
Tabla 28. Desplazamientos en la dirección X	51
Tabla 29. Desplazamientos en la dirección Y	51
Tabla 30. Factores para obtener cociente de la cortante basal.....	52
Tabla 31. Cortante basal en ambas direcciones	52

Tabla 32. Valores del espectro	53
Tabla 33. Cortante basal dinámico en ambas direcciones	54
Tabla 34. Amplificación de la cortante dinámica.....	55
Tabla 35. Cortante amplificada.	55
Tabla 36. Fuerzas interna.....	55
Tabla 37. Desplazamientos en la dirección X	56
Tabla 38. Desplazamientos en la dirección Y	56

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de zonas sísmicas, norma E.030 de sismo resistencia 2003.....	9
Figura 2. Mapa de zona sísmica, Norma E.030 de diseño sismorresistente 2016.....	10
figura 3. Espectro de sismo de diseño	20
Figura 4. Ubicación de la Universidad César Vallejo Lima Este.....	34
Figura 5. Arquitectura y distribución: primer piso, fuente: propia.....	35
Figura 6. Arquitectura y distribución: cuarto piso.....	35
Figura 7. Malla de ejes de la edificación del pabellón D	43
Figura 8. Modelación de la estructura en ETABS 2016 vista en planta.....	44
Figura 9. Modelación de la estructura 3D en ETABS 2016.....	44
Figura 10. Datos de las dimensiones de la estructura.....	45
Figura 11. Panel de entrada de los casos de carga.....	45
Figura 12. Espectro de pseudo-aceleraciones	49
Figura 13. Espectro de pseudo aceleraciones	54
Figura 14. Cortantes estáticas en cada entrepiso	57
Figura 15. Cortante dinámica amplificada en el eje X	57
Figura 16. Cortante dinámica amplificada en el eje Y	58
Figura 17. Desplazamientos del centro de masa en el eje X	58
Figura 18. Desplazamientos del centro de masas en el eje Y.....	59

Índice de anexo

Anexo 1. Matriz de consistencia	71
Anexo 2. Análisis norma E.030-2003	73
Anexo 3. Análisis norma E.030-2016	81
Anexo 4. Irregularidades en planta	89
Anexo 5. Validación de instrumentos	93

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Como podemos ver los sismos siempre han existidos, ocasionando grandes pérdidas y daños materiales como en vidas humanas a los pobladores cercanos a las falla geológicas, sin irnos tan lejos tenemos a nuestro país vecino Chile quien en los últimos años ha sufrido uno de los sismos más fuertes ocurrido el 27 de febrero del 2010 con una magnitud de 8.8°, seguido de un tsunami, donde hubo grandes pérdidas de vidas humanas lo cual conllevó a la última actualización de su norma técnica Nch433 of96 aprobada con decreto N.º 61 en noviembre del 2011 la cual es la actual norma vigente y también tenemos los dos últimos sismos que fueron en el país de México de 8° y 7.1° en la escala de Richter este último ocasionó la pérdida de alrededor de 250 vidas humanas, donde también se derrumbó la escuela Enrique Rébsamen de Coapa, en el sur de la capital de México donde fueron sepultados más de 50 niños, “Al menos 32 menores, de entre 7 y 13 años de edad, han muerto y casi una veintena siguen atrapados. Otros 24 han sido rescatados con vida” (Carrillo, 2017).

El Perú no es ajeno a esta problemática al encontrarse ubicado en una región muy sísmica debido a que nos encontramos en el cinturón del fuego del Pacífico el cual se encuentra en las costas del océano Pacífico y que a su vez está caracterizado por tener algunas de las regiones de subducción más significativas en el mundo.

Nuestra costa peruana está conformada por dos grandes placas como son la placa de Nazca la cual pasa por debajo de la placa sudamericana que se desplaza hacia el este lo cual hace que esté en permanente fricción acumulando mucha tensión lo cual es liberado ocasionando los sismos, es por esta la razón por la cual nuestra norma técnica sismorresistente está en constante actualización desde la primera norma en 1970 y la segunda norma 1977 y la tercera norma 1997 que se cambió después del sismo 1996 (Nazca-Ica 12 de Noviembre) Y hubo una cuarta actualización a la norma en el año 2003 y la última actualización del 2016 con decreto supremo N°003-2016-VIVIENDA quien tuvo cambios considerables con respecto a la norma del 2003, lo que se busca con este trabajo es estudiar el impacto que tiene este cambio en las estructuras construidas con la norma técnica del 2003 y así comprobar si todavía cumplen con los requerimientos mínimos sismorresistente de la actual norma técnica 2016 y así de esta manera tomar acciones que pueda minimizar los daños que puedan ocasionar ante un eventual sismo de magnitudes considerables.

El departamento de Lima está ubicado en la costa peruana y su distrito más grande y poblado es San Juan de Lurigancho por lo cual estamos ubicados en una zona muy sísmica, gran parte de este poblado sus construcciones son informales y no cuentan con un estudio

por parte de profesionales calificados pero este estudio se basa más en edificaciones esenciales que según nuestra norma son las que ante un sismo severo deberán permanecer en condiciones operativas entre las cuales están los establecimientos de salud, puertos, aeropuertos establecimientos municipales, etc. por su funcionalidad y también están las instituciones educativas, institutos superiores y tecnológicos y universidades, ya que estas servirán como refugio después de un sismo. Este estudio se centró en la Universidad César Vallejo Lima Este, ya que el pabellón D fue diseñado con la norma anterior entonces se puede deducir que fue diseñado con la norma técnica del 2003 y lo que se busca con esto es ver si cumple con los requerimientos mínimos de diseño sísmico de la actual norma técnica E.030 2016.

1.2 Trabajos previos

Antecedentes internacionales

Quizhpilema (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la facultad de ingeniería de la universidad central del Ecuador, utilizando la norma ecuatoriana de la construcción (NEC-SE-RE, 2015)*. (Trabajo de graduación previo a la obtención del título de ingeniero civil). Universidad Central de Ecuador, Quito, Ecuador.

Considero como objetivo la evaluación de la “vulnerabilidad sísmica de las aulas de la carrera de Ingeniería, Universidad Central del Ecuador, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-RE-2015” (riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras). para identificar las fallencias patológicas y determinar el grado de vulnerabilidad de las aulas del edificio empleando la metodología FEMA154, apoyándose en software informáticos para la modelación estructural y así determinar su desempeño y a su vez identificar los elementos estructurales que presentan deficiencia en propiedades tanto como en resistencia y rigidez Concluyendo que las presencias de anomalías que a simple vista fueron identificadas fueron el motivo para creer que la estructura no cumpliría con los requisitos de sismo resistencia para la zona de vulnerabilidad sísmica en la que se encuentra de acuerdo con la norma ecuatoriana vigente NEC-SE-DS-2015, lo cual se ratifica mediante la aplicación del formulario FEMA154. Presentando una vulnerabilidad en los bloques 1,2 y 3, además se determina que la estructura requiere una evaluación especial y detallada. También utilizando el programa SAP2000 basado en la teoría de los elementos finitos se comprobó que el edificio de aulas es vulnerable respecto a la flexibilidad horizontal, pues no cumple con el requerimiento de derivas máximas admisibles ya que se tiene una deriva

máxima de 0.035 que excede la máxima permitida por la normativa de 0.020. (norma sismorresistente ecuatoriana).

Delgado y Ledesma (2016). Consideraciones para el análisis sísmico de edificios irregulares empleando direcciones principales. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Universidad nacional autónoma de México, México.

Toma una gran importancia en las estructuras irregulares siendo como objetivo el análisis estructural de edificaciones irregulares tomando la acción sísmica en dirección de sus ejes principales y tomando como referencia las normas técnicas complementarias mexicanas actuales. Desarrolla su marco teórico haciendo una breve reseña de la evolución de las normas, métodos de análisis sísmico y metodología para analizar estructuras irregulares, analiza una estructura completamente irregular de 3 pisos con azotea y lo analiza con el programa computacional ETABS obteniendo las derivas y desplazamientos máximos y llega a las conclusiones que existen diferentes respuestas cuando se evalúa la demanda sísmica tanto como en direcciones principales y no principales y da bastante importancia en el estudio de estructuras irregulares aplicando el diseño por torsión.

Campusano y Holmberg (2016). Análisis crítico de la aplicación de la norma NCH 2369 OF. 2003 en las estructuras prefabricadas de hormigón y el comportamiento observado en el terremoto del 27 de febrero de 2010. (Memoria para optar al título de Ingeniero civil). Universidad de Chile, Santiago de Chile.

En este trabajo su objetivo principal es generar teorías de diseño y especificaciones de construcción que asegure el buen desempeño de las estructuras construidas por elemento prefabricados, y analizar el comportamiento de estructuras en base a la norma chilena NCH 2369. OF. 2003 para el terremoto de Chile del 2010, en primer instancia recoge los datos de informes anteriores de 17 casos del terremoto del 2010 de los cuales toma 3 para su estudio con los cuales realiza un análisis relacionado con las deformaciones comparándolas con las normas chilenas actuales y así determinar los esfuerzos y deformaciones, concluyendo que debieron hacer un diseño integral de toda la estructura que pudieran aceptar deformaciones para sismos severos sufriendo daños considerables, pero que no sufran colapso. Las conexiones con barras o pasadores no estaban diseñadas para deformaciones excesivas producto del sismo.

Antecedentes nacionales

Ramírez y Sánchez (2015). *Comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual, aplicando la norma e.030 del 2006 y el proyecto de norma 2014*

en lima metropolitana. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Universidad de san Martin de Porres, Lima, Perú

Su objetivo principal es analizar y comparar el comportamiento estructural de las edificaciones que se encuentran alrededor de lima metropolitana con la norma técnica E.030 del 2006 y el Proyecto de la norma E.030 del 2014. Su estudio es de enfoque cuantitativo, diseño no experimental y corte longitudinal y de nivel descriptivo. Para realizar el estudio utilizo modelamientos computacionales analizándolo con las dos normas para observar el comportamiento y el desempeño sísmico llegando a una conclusión que la norma del 2014 dio resultados de mejor desempeño sísmico ante sismos severos de gran magnitud, por consecuente salvaguardara las vidas humanas y se minimizara los daños materiales y nos recomienda que se apruebe en la brevedad El Proyecto de Norma de Diseño Sismorresistente 2014.

Amoros (2015). *Análisis sísmico usando sap2000 para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura de la I.E 82109, San Antonio plan tual – centro poblado -huambocancha alta, prov. De Cajamarca, región Cajamarca.* (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Universidad César Vallejo, Cajamarca, Perú.

Su objetivo es evaluar la efectividad del desempeño sismorresistente de la “estructura de la I.E. 82109 San Antonio Plan Tual del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, Región Cajamarca”. Para lo cual empleo el modelamiento con el SAP 2000 v15 empleando la configuración de las cargas actuales que componían la estructura. Su enfoque de estudio es cuantitativo, diseño no experimental de nivel descriptivo. Para el análisis del comportamiento sísmico recolecto los datos de los expedientes técnicos de donde consiguió los planos de la institución educativa necesarios para el modelamiento y las especificaciones técnicas de donde obtuvo las secciones de la estructura y los materiales empleados, las cargas muerta los calculo según la distribución arquitectónica y el uso que se les dio a los ambientes. Para lo cual empleo un análisis sísmico de tipo lineal empleando el SAP 2000 v15. Concluyendo que el análisis sísmico estático lineal usando el SAP 2000 v15 le permitió analizar el “comportamiento sismorresistente de la estructura de la I.E. 82109 San Antonio Plan Tual del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, Región Cajamarca” y a su vez también pudo verificar si la institución cumplía con los requerimientos mínimos para el cumplimiento de la norma sismorresistente peruana E.030 para su efecto los cuales no cumplían al comprobarse que las derivas excedían el mínimo aceptable, y que como

recomendación era necesario hacer un reforzamiento a la estructura usando placas en ambas direcciones.

Chacón y Paz (2016). *Análisis de desempeño sísmico de los edificios escolares típicos 780 post 97 de la costa peruana*. (Tesis para optar el grado de magister en ingeniero civil). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

considero como un objetivo: mejorar las aplicaciones de vulnerabilidad existentes de las instituciones educativas 780 post 97, modelando y evaluando la respuesta estructural mediante el IDA, con esto se quiere obtener las aplicaciones de vulnerabilidad ante diferentes situaciones sísmicas y las pérdidas económicas que se generaran en los “colegios típicos 780 post 97 de la costa peruana”. Y se tomaran como objetos de estudio los centros educativos de 3 aulas, de 2 y 3 pisos, utilizando 14 registros sísmicos los cuales están escalados 12 veces cada uno, y “la medida de intensidad es la pseudoaceleración del periodo fundamental con 5% de amortiguamiento y el parámetro de demanda es la deriva entre piso” (Chacón Álvarez y Paz Fuentes, 2016). Concluyendo que las estructuras de los centros educativos 780 post 97 de 2 y 3 pisos presentan una pérdida baja ante una intensidad de 1.5g de pseudoaceleración. Estas estructuras están en la categoría de irreparables, con una aproximación en valores cercanos a 2.5g. Llegando a la conclusión que poseen un buen comportamiento sísmico ante sismos severos y cumplen adecuadamente la filosofía de diseño sísmico según la norma técnica E.030.

Chaiña (2016). *Análisis y diseño sísmico de una edificación de seis niveles de concreto armado en la ciudad de Juliaca*. (Tesis, para optar el grado de ingeniero civil). Universidad Andina Néstor Cáceres, Juliaca, Perú.

Tiene como objetivo llevar a cabo un análisis sísmico comparativo tanto estático y dinámico de una estructura de concreto armado aplicando la norma técnica de diseño sismorresistente E.030 del 2006 y 2016 y a su vez realizar el diseño en base a los esfuerzos más críticos de sus elementos estructurales, para así lograr la más deseable respuesta dinámica de la estructura frente a los requerimientos sísmicos que se le pueda manifestar en toda su vida útil.

La tesis se desarrolla a partir del análisis de los modelos estructurales, con categoría de edificio multifamiliar y apoyándose en el programa de estructuras SAP 2000 v.14 lo que busca es determinar la vibración de la estructura, desplazamientos máximos, derivas de la estructura, aceleraciones absolutas y la cortante basal. Para lo cual hizo la estructuración del edificio y el predimensionamiento de sus elementos estructurales, y por consiguiente el

metrado de cargas según lo establece la norma peruana E.020, luego efectuó el análisis sísmico comparativo utilizando el modelo en tres dimensiones y el programa computacional SAP 2000 V.14 teniendo en cuenta todas las consideraciones mínimas de la norma técnica E.030 del 2006 y 2016. Finalmente se obtiene las derivas de los pisos en ambos ejes (X y Y), concluyendo que según la norma peruana E.030 del 2006 y 2016 están dentro del rango permisible a excepción de las derivas del análisis estático con la norma técnica peruana E.030 2016, quienes excedieron las derivas máximas.

1.3 Teorías relacionadas al tema

Consideraciones generales

La funcionalidad de la norma técnica de diseño sísmico es establecer los requisitos mínimos para que las edificaciones tengan un adecuado comportamiento estructural frente a los sismos, lo cual es aplicado a edificaciones futuras, al reforzamiento de estructuras existentes y a la reparación de estructuras dañadas por causa de un sismo.

El único propósito de la norma de diseño sismorresistente para el diseño de edificaciones referenciado en el reglamento nacional de edificaciones, según el ministerio de vivienda construcción y saneamiento es:

-) “Evitar pérdida de vidas humanas
-) Asegurar la continuidad de los servicios básicos
-) Minimizar los daños a la propiedad” (MVCS, 2016, p.5).

Se tendrá en cuenta que querer preservar a una estructura en su totalidad ante un sismo que pueda acontecer en cualquier lugar del mundo sin interesar la localización no es posible tanto económica como técnica. Para los cual se tiene los siguientes principios:

“La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio” (MVCS, 2016, p. 5).

“La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites admisibles” (MVCS, 2016, p. 5).

Para lo cual también debería tomarse en cuenta ciertos aspectos importantes como:

-) Simetría
-) Minimizar los pesos en los niveles altos
-) Adecuada selección de los materiales de construcción

-) Resistencia
-) Continuidad estructural
-) Ductilidad
-) Consideraciones de sitio
-) Buena práctica constructiva.

Comparación entre las normas E.030 2003 y E.030 2016

Unas de las últimas actualizaciones fueron publicadas el 24 de enero del 2016 en el diario el peruano con decreto supremo N° 003-2016-vivienda el cual cambia la norma técnica E.030 del reglamento nacional de edificaciones autorizada en el 2003 los cuales afirman:

Filosofía y principios del diseño sismorresistentes

En la norma actualizada encontramos un nuevo principio el cual nos dice: “para las edificaciones esenciales (...). Se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo” (MVCS, 2016, p. 5).

También encontramos dos nuevos artículos sobre “concepción estructural sismorresistente” donde se menciona varios aspectos importantes que las estructuras deben cumplir y “consideraciones generales” en la cual recalca que toda estructura diseñada debe cumplir con los requerimientos mínimos mencionados en esta norma y la no necesidad de considerar conjuntamente los resultados de sismo y viento.

Nuestro territorio nacional está dividido en 4 zonas. “la zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica” (MVCS, 2016, p. 5).

Zonificación

En esta parte el capítulo 2 pasa de llamarse “parámetros de sitio” a “peligro sísmico” Como vemos en la figura 1 al territorio nacional se le asigna 3 zonas sísmicas al cual se le asigna un factor Z a cada zona como también se ve en la figura 2 al territorio nacional se le asigna 4 zonas sísmicas asignándole también un factor Z como vemos en la tabla 1 y 2. “Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad” (MVCS, 2016, p. 5).



Figura 1. Mapa de zonas sísmicas, norma E.030 de sismo resistencia 2003

Tabla 1
Factores de zona

ZONA	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2003



Figura 2. Mapa de zona sísmica, norma E.030 de diseño sismorresistente 2016.

Tabla 2
Factores de zona

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

Condiciones geotécnicas

El suelo viene a ser el medio natural de propagación de las ondas sísmicas entre los distintos mantos de la corteza de la tierra. Según Juárez y Rico (2005), “el suelo tiene perfil y este un hecho del que se hace bastante aplicación” (p. 34) y el comportamiento de las ondas sísmicas obedecen de acuerdo con el tipo de perfil de suelo.

Como vemos en la tabla 3 según la norma E.030 del 2003 existen 4 tipos de perfiles de suelo los cuales describiremos a cada uno:

Roca o suelos muy rígidos S_1 : tienen velocidades de onda de corte similares al de una roca y su periodo de vibración no excede 0,25 s.

Suelos intermedios S_2 : son aquellos suelos que sus características están entre los perfiles S_1 y S_3 .

Suelos flexibles o con estratos de gran espesor S_3 :son aquellos suelos cuyo periodo fundamental, es mayor que 0,6 s.

Condiciones excepcionales S_4 : son aquellos suelos donde las condiciones topografías y geográficas son desfavorables.

Tabla 3
Perfiles de suelo

Tipo	Descripción
S_1	Roca o suelos muy rígidos
S_2	Suelos intermedios
S_3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor
S_4	Condiciones excepcionales

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2003

A comparación con la norma E.030 del 2016 este tiene 5 perfiles de suelo los cuales también describiremos a continuación.

Perfil tipo S_0 : Roca dura: son rocas sanas los cuales deberán medirse en el sitio del proyecto.

Perfil tipo S_1 : Roca o suelos muy rígidos: son rocas con distintos grados de fracturación y también se incluye a los que cimientan sobre:

-) Roca fracturada
-) Arena muy densa o grava arenosa densa

) Arcilla muy compacta (espesor < 20m)

Perfil tipo S_2 : Suelos intermedios: son suelos medianamente rígidos e incluye a los que cimientan:

) Arena densa, grava arenosa medianamente densa

) Suelo cohesivo compacto

Perfil tipo S_3 : Suelos blandos: son suelos flexibles e incluyen a los que cimienta sobre:

) Arena media a fina, o grava arenosa

) Suelo cohesivo blando

Perfil tipo S_4 : Condiciones excepcionales: “A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S4 perfil cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine” (MVCS, 2016, p. 6).

Tabla 4
Perfiles de suelo

Tipo	Descripción
S_0	Roca dura
S_1	Rocas o suelos muy rígidos
S_2	Suelos intermedios
S_3	Suelos blandos
S_4	Condiciones excepcionales

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

A continuación, definiremos los perfiles de suelo:

Velocidad promedio de las ondas de corte.

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}}$$

Donde:

) “ d_i : espesor de cada uno de los n estratos

) V_{si} : correspondiente velocidad de ondas de corte (m/s)” (MVCS, 2016, p. 6).

Promedio ponderado del ensayo estándar de penetración.

$$\bar{N}_{60} = \sum_{i=1}^m \frac{d_i}{N_{60i}}$$

Donde:

) “ d_i : espesor de cada uno de los m estratos con suelo granular

) \bar{N}_{60} : correspondiente valor corregido del SPT” (MVCS, 2016, p. 6).

Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada.

$$\bar{S}_u = \sum_{i=1}^k \frac{d_i}{S_{ui}}$$

Donde:

) “ d_i : espesor de cada uno de los k estratos con suelo cohesivo

) \bar{S}_u : correspondiente valor corregido del SPT” (MVCS, 2016, p. 6).

Tabla 5
Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente 2016

Los Parámetros de sitios (S , T_p y T_L) Se debe de tomar en cuenta el tipo de perfil que mejor se adecue a la zona de estudio, considerando los factores de amplificación del suelo S y de los periodos T_p y T_L según las tablas 6 y 7.

Se cuenta con cinco perfiles de suelo los cuales varían por cada zona, pero no se toma en consideración el perfil S_4 ya que está considerado como condiciones excepcionales.

Tabla 6
Factor de suelo "S"

Suelo Zona	S	S	S	S
Z	0,80	1,00	1,05	1,10
Z	0,80	1,00	1,15	1,20
Z	0,80	1,00	1,20	1,40
Z	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

Tabla 7
Periodos " T_p " y " T_L "

	Perfil de suelo			
	S	S	S	S
T_p (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

Se tiene que tomar en cuenta que el periodo del suelo es quien define la plataforma del espectro T_p y a su vez también define el comienzo de la zona del espectro con desplazamiento constante T_L .

Factor de amplificación sísmica (C)

Según la norma actualizada del 2016 las características de sitio lo podemos definir al factor de amplificación (c) como:

$$T \Psi T_p | C X2,5$$

$$T_p \Phi T \Phi T_L | C X2,5 \frac{T_p}{T}$$

$$T \Psi T_L | C X2,5 \frac{T_p - T_L}{T^2}$$

Donde:

-) T XPeriodo fundamental de vibración.
-) T_p XPeriodo que define la plataforma del espectro.
-) T_L Xperiodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración del suelo” (MVCS, 2016, p. 7).

Con respecto a la norma E.030 del 2003 el coeficiente de amplificación se evalúa con la siguiente expresión:

$$C X2.50 B \frac{T_p}{T_L} ; C^{TM2.50}$$

Categoría y sistema estructural

Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)

En esta sección, la de categoría de las edificaciones y factor de uso habido una variante sobre la categoría, edificaciones esenciales la cual se subdivide en dos partes.

Subcategoría A1: se clasifican establecimientos de salud (públicos y privados), las cuales deberán llevar aislamientos sísmicos en la base para lo cual el factor de uso se podrá considerarse $U=1$.

Subcategoría A2: están incluidas las “edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse después de haber ocurrido un sismo severo tales como:

Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1, puertos, aeropuertos, locales municipales” (MVCS, 2016, p. 7).

Las estructuras se clasifican según la categoría y su factor u aumenta de acuerdo con la importancia de la edificación.

Tabla 8
Categoría de las edificaciones y factor "U"

CATEGORIA	EDIFICACIONES		FACTOR "U"
A	ESENCIALES	A1	NOTA 1
		A2	1.5
B	IMPORTANTES		1.3
C	COMUNES		1
D	TEMPORALES		NOTA 2

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

Se está tomando un mayor interés en la categoría A (A2) en la cual se basa este estudio ya que según la norma menciona:

“A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo severo tales como:

Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. [...] todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. se incluye edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del estado” (MVCS, 2016, p. 7).

Nota 1: “las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2. La entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5” (MVCS, 2016, p. 8).

Nota 2: “en estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuada para acciones laterales, a criterio del proyectista” (MVCS, 2016, p. 8).

Sistemas estructurales y coeficientes básicos de reducción (R_0)

Se clasifican según el material empleado y su sistema de estructuración sismorresistente en cada una de las direcciones de análisis.

Categoría de La edificación e irregularidad

Según la zona de ubicación y la categorización deberán planificarse considerando las limitaciones a la irregularidad.

Tabla 9
Sistemas estructurales

sistema estructural	Coefficiente Básico de Reducción (R_0)
Acero	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	7
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	6
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	8
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)	6
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto armado	
Pórticos	8
Dual	7
De Muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

Tabla 10
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
		No se permiten irregularidades extremas
	2	excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8m de altura total
	1	sin restricciones

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

Regularidad estructural

“Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

-) Cumplir las restricciones de la categoría y regularidad de la edificación.
-) Establecer los procedimientos de análisis.
-) Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas” (MVCS, 2016, p. 9).

Irregularidad y sus factores

Hay edificaciones que tiene ciertas irregularidades la cuales no se debe minimizar ya que estas pueden afectar al coeficiente de reducción (R_0). Según la norma de sismorresistencia E.030 existen dos tipos de irregularidades: irregularidad en planta (I_p) e irregularidad en altura (I_a).

En la norma E.030 del 2003 solo se les mencionaba, pero en la norma actualiza del 2016 tienen un factor según el tipo de irregularidad.

Tabla 11
Irregularidades estructurales

Irregularidades estructurales en altura	Factor de irregularidad (I_a)
Irregularidad de rigidez-Piso blando	0.75
Irregularidad de resistencia-Piso débil	
Irregularidad de extrema rigidez	0.50
Irregularidad extrema resistencia	
Irregularidad de masa o peso	0.90
Irregularidad geométrica vertical	0.90
Discontinuidad en los sistemas resistentes	0.80
Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes	0.60

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

Tabla 12
Irregularidades estructurales

Irregularidades estructurales en Planta	Factor de irregularidad (I_p)
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	$0.75 B \leq 3.00 B \frac{\zeta_{\min}}{\zeta_{\max}}$
Esquinas entrantes	0.90
Discontinuidad de diafragma	0.85
Sistemas no paralelos	0.90

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

Coefficientes de reducción de las fuerzas sísmicas, R

El coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas se calcula de la siguiente manera:

Tabla 13
Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

$$R \leq 0.75 B R_0$$

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2003

Tabla 14
Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

$$R \leq R_0 B I_a B I_p$$

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016

Análisis estructural

Análisis sísmico

Es el proceso de estudio por el cual se analiza a la estructura para conocer su comportamiento sismorresistente ante eventuales sismos y así garantizar el cumplimiento de los requerimientos mínimos estipulados en nuestras normas. Para lo cual existen 3 métodos para el procedimiento de análisis:

-) Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes.

-) Análisis dinámico modal espectral.
-) Análisis dinámico tiempo – historia.

Estimación de peso (P)

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

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener” (MVCS, 2016, p. 11).

Análisis dinámico modal espectral

Es uno de los métodos más usados para calcular las fuerzas sísmicas y estimar los desplazamientos que afectan a una estructura el cual implica calcular los valores máximos de desplazamiento y las aceleraciones en cada modo usando un espectro de diseño.

“se llama análisis modal espectral, ya que implica el uso simultaneo de modos de vibrar y espectros de diseño” (Bazán y Meli, 2013, p. 238).

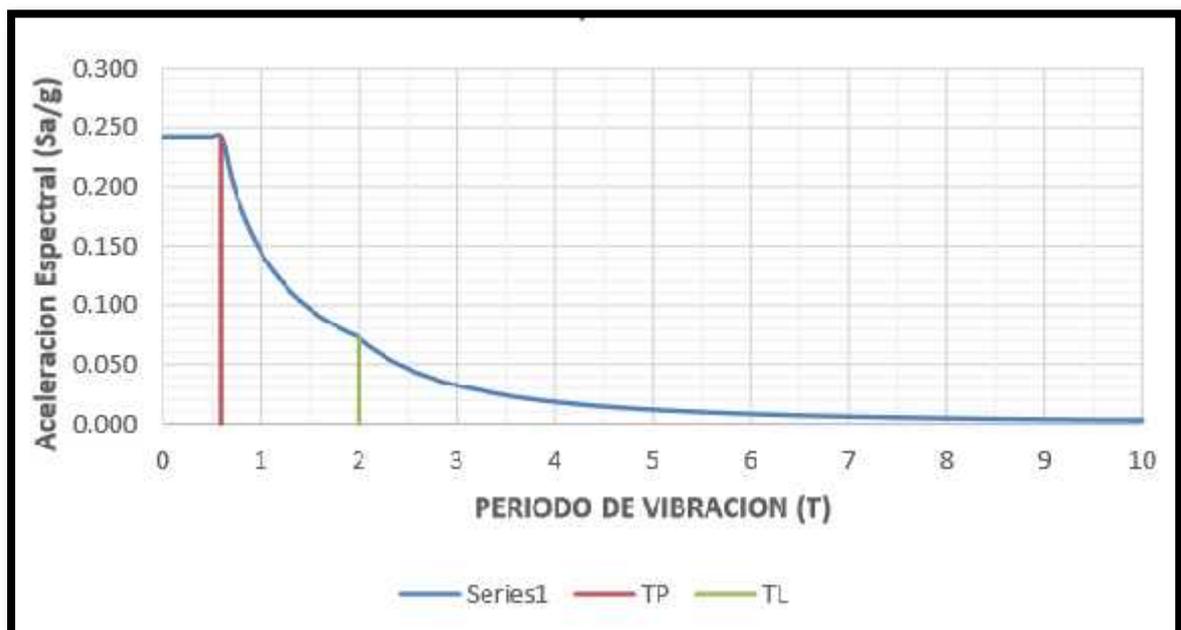


figura 3. Espectro de sismo de diseño

Modos de vibración

“Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis” (MVCS, 2016, p. 12).

Aceleración espectral

“Para cada una de las direcciones horizontales analizados se utilizará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por:

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

Donde:

-) Z: Factor de zona
-) U: Factor de uso
-) C: Factor de amplificación sísmica
-) S: Factor de suelo
-) R: Coeficiente de reducción
-) g: Gravedad

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales” (MVCS, 2016, p. 12).

fuerza cortante mínima

“para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado según el análisis estático para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos” (MVCS, 2016, p. 12).

Excentricidad accidental (efectos de torsión)

“la incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 a veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable” (MVCS, 2016, p. 12).

1.4 Formulación del problema

Problema general

¿De qué manera será su comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma E.030 del 2016 con respecto a la norma del 2003?

Problema específico

-) ¿Cuál será el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma de E.030 del 2003?
-) ¿Cuál será el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma de E.030 del 2016?
-) ¿Cumple el edificio del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, los requerimientos de diseño sismorresistente según la norma técnica E.030 2016?

1.5 Justificación del estudio

Justificación practica

Dado que las normas de diseño sismorresistente en el mundo y en el Perú se van actualizando constantemente, ya que continuamente van cambiando los parámetros de diseños conjuntamente con el avance en las investigaciones en el campo de la ingeniería sísmica entonces es necesario realizar estudios que contemplen estos cambios, como es en el caso de las edificaciones antiguas construidas con normas anteriores para así verificar si siguen cumpliendo con los requerimientos mínimos de diseño sismorresistente.

Justificación teórica

Este estudio se justifica teóricamente, mediante la aplicación de la teoría y concepto de diseño sismorresistente basándose en la norma técnica E.030 con el fin de analizar aquellas

edificaciones esenciales construidas con base teóricas de normas anteriores para así verificar que cumplan con los requerimiento mínimos de diseño sismorresistente de la actual norma, el estudio se realizara al pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como criterio que fue diseñado con la anterior norma y su clasificación según la norma técnica E.030, que lo clasifica como edificaciones esenciales y de esta manera dejar un antecedente para posteriores estudios de otras edificaciones esenciales.

Justificación social

La preocupación esencial de este estudio es la gran cantidad de personas que albergan este tipos de edificaciones esenciales y la funcionalidad principal después de un eventual sismo severo, el de albergar a los damnificados que hubieran después de un sismo y viendo la necesidad del distrito de san juan de Lurigancho de ser uno de los distritos más grandes y con bastante informalidad en sus construcciones se ha visto la necesidad de realizar este tipo de estudio para garantizar que estas edificaciones cumplan con los requisitos mínimos de diseño sismorresistente de la actual norma y de esta manera evitar la pérdida de vidas humanas.

1.6 Hipótesis

Hipótesis general

La edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, si cumple con los requerimientos mínimos de la norma técnica E.030 del 2016

Hipótesis nula

La edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, no cumple con los requerimientos mínimos de la norma técnica E.030 del 2016

1.7 Objetivos

Objetivo principal

Analizar el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia las normas técnicas E.030 del 2003 y la norma técnica E.030 del 2016.

Objetivos específicos

) Analizar el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma técnica E.030 2003.

- J Analizar el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma técnica E.030 2016.
- J Determinar si la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, cumple con los requerimientos de diseño sismorresistente según la norma técnica E.030 2016.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Diseño

El trabajo está basado en un diseño de investigación no experimental, pues la investigación está basada en la observación, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), los autores señalan “es observar fenómenos tal como se dan en un contexto natural, para posteriormente analizarlos” (p.152).

y es de corte transversal pues según Hernández et al. (2014), se “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (p.154).

lo que se entiende en este trabajo es que no se va a manipular las variables solo se va a observar el comportamiento de ellas en un tiempo dado.

Nivel

Según Hernández et al. (2014), “los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población” (p. 155)

Entonces se dice que es Descriptivo por que se busca describir el comportamiento de la edificación, según la variación de la Norma Técnica E.030 del 2016 ante un eventual sismo severo.

Según Valderrama (2018) afirma: “los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, así como el establecimiento de relaciones entre conceptos [...] su interés se centra porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o bien por qué se relacionan dos o más variables”. (p.173)

Y a su vez es explicativo por busca comprender la relación de dos o más variables y cómo se comportan dichas variables.

Tipo de estudio

Según Carrasco (2013), manifiesta que la investigación es aplicada por “tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (p. 43). El tipo de estudio es aplicado ya que tiene como propósito práctico contemplar el cambio de la variable en el tiempo como es la norma técnica E.030 y su influencia en el comportamiento sísmorresistente de la estructura del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este.

Enfoque

Según Hernández et al. (2014) el enfoque cuantitativo es “es secuencial y probatorio, el orden es riguroso, se derivan objetivos y preguntas de investigación y construye un marco teórico” (p. 4).

Esta investigación es de enfoque cuantitativo ya que tiene un proceso secuencial se puede saltar algunas fases, pero hay que seguir un orden para poder llegar a nuestro objetivo.

2.2 Variables, operacionalización

Variables

Según Hernández et al. (2014) “una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (p. 105).

Variables independientes:

) Norma Técnica E.030 2003

) Norma Técnica E.030 2016

Variable dependiente:

) Comportamiento sismorresistente

Operacionalización

Según Hernández et al. (2014) “la operacionalización se fundamenta en la definición conceptual y operacional de la variable” (p. 211).

Variable 1: Norma Técnica E.030 2003

Definición conceptual

“La norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en esta norma” (MVCS, 2003, p.208).

Definición operacional

Normaliza los requerimientos mínimos para las solicitudes de diseño sísmico y para efectuar el análisis sísmico.

Variable 2: Norma técnica E.030 2016

Definición conceptual

“La norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en esta norma” ((MVCS, 2016, p. 4).

Definición operacional

Normaliza los requerimientos mínimos para las solicitudes de diseño sísmico y para efectuar el análisis sísmico.

Variable 3: Comportamiento sismorresistente

Definición conceptual

“La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto. La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables” (MVCS, 2016, p. 3).

Definición operacional

Evalúa el comportamiento de los elementos estructurales según su diseño sísmico de acuerdo con una norma.

Tabla 15
Operacionalización de las variables

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Norma técnica E.030 2003	“La norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en esta norma” (MVCS, 2003, p.208).	Normaliza los requerimientos mínimos para las solicitudes de diseño sísmico y para efectuar el análisis sísmico.	Parámetros sísmicos	Zonificación local Categoría y uso de edificación Coeficiente de amplificación sísmica Perfiles de suelos Coeficiente de reducción sísmica	Recopilación y guía observacional Recopilación y guía observacional Recopilación y guía observacional Recopilación y guía observacional Recopilación y guía observacional
Norma técnica E.030 2016	“La norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en esta norma” ((MVCS, 2016, p. 4).	Normaliza los requerimientos mínimos para las solicitudes de diseño sísmico y para efectuar el análisis sísmico	Parámetros sísmicos	Zonificación local Categoría y uso de edificación Coeficiente de amplificación sísmica Perfiles de suelos Coeficiente de reducción sísmica Regularidad estructural	Recopilación y guía observacional Recopilación y guía observacional

Fuente: Propia

Tabla 16
Operacionalización de las variables

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Comportamiento sismorresistente	“La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto. La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables” (MVCS, 2016, p. 3).	Evalúa el comportamiento de los elementos estructurales según su diseño sísmico de acuerdo con una norma.	Diseño estructural	Elementos estructurales	Guía observacional
				Sistema estructural	Guía observacional
				Métodos de diseño	Guía observacional
			Análisis estructural	Análisis sísmico	Formatos de calculo
				Cargas	Formatos de calculo
				Modos de vibración	Formatos de calculo
				Aceleración espectral	Formatos de calculo
				Cortante basal	Formatos de calculo
				Excentricidad accidental	Formatos de calculo
				Desplazamientos laterales	Formatos de calculo
Distorsión de entrepisos (derivadas de entrepisos)	Formatos de calculo				

Fuente: Propia

2.3 Población y muestra

Población

se tomó como población a la infraestructura de la Universidad César Vallejo del distrito de San Juan de Lurigancho, Lima Este.

Según Hernández et al. (2014) “población o universo conjunto de todo el caso que concuerdan con determinadas especificaciones” (p.174).

Muestra

La muestra corresponde a la infraestructura del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este.

Según Hernández et al. (2014) “la muestra es, en esencia un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p. 175)

2.4 técnicas e instrumentos

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica para usar es la observación porque se observará el comportamiento sismorresistente de la estructura en estudio, comparándola con las normas técnicas E.030 del 2003 y 2016 y también se tomará todos los datos necesarios como los expedientes técnicos, planos, toma de datos de campo y fotografías para llevar acabo el análisis sísmico.

Según Hernández et al. (2014) “recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (p. 198). Uno de los instrumentos a usar es la ficha de registro o recolección de datos donde se introducirán los datos obtenido en hojas de cálculo de Excel 2016 y luego se procesarán para obtener los resultados de nuestros objetivos.

Validez y confiabilidad

Según Hernández et al. (2014) “la validez, en términos generales, se refiere al grado que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (p. 200). En este caso los instrumentos a utilizarse serán sometidos a juicio de expertos, los cuales tendrán que ser 3 profesionales de la carrera de ingeniería civil especializados en el tema de estudio.

“la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (Hernández et al,2014, p. 200).

2.5 Método de análisis de datos

Para este tipo de estudio que consiste analizar el comportamiento sismorresistente de una estructura se usara como guía la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente y se usara un análisis computarizado usando el Etabs 2016, el programa AutoCAD versión 2018 y Excel 2013

2.6 Aspectos Éticos

El investigador se compromete que el documento brindado tan solo se usara para este proyecto sin ningún otro fin que no se el estudio y así mismo a no alterar los resultados obtenidos a través del proceso de estudio.

III. RESULTADO

3.1 Descripción de la estructura

Ubicación.

La edificación por analizar es el pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este (laboratorio), ubicado en la Av. El parque 640 con la Av. Los ciruelos, Urb. Canto rey, San Juan de Lurigancho, distrito de Lima.

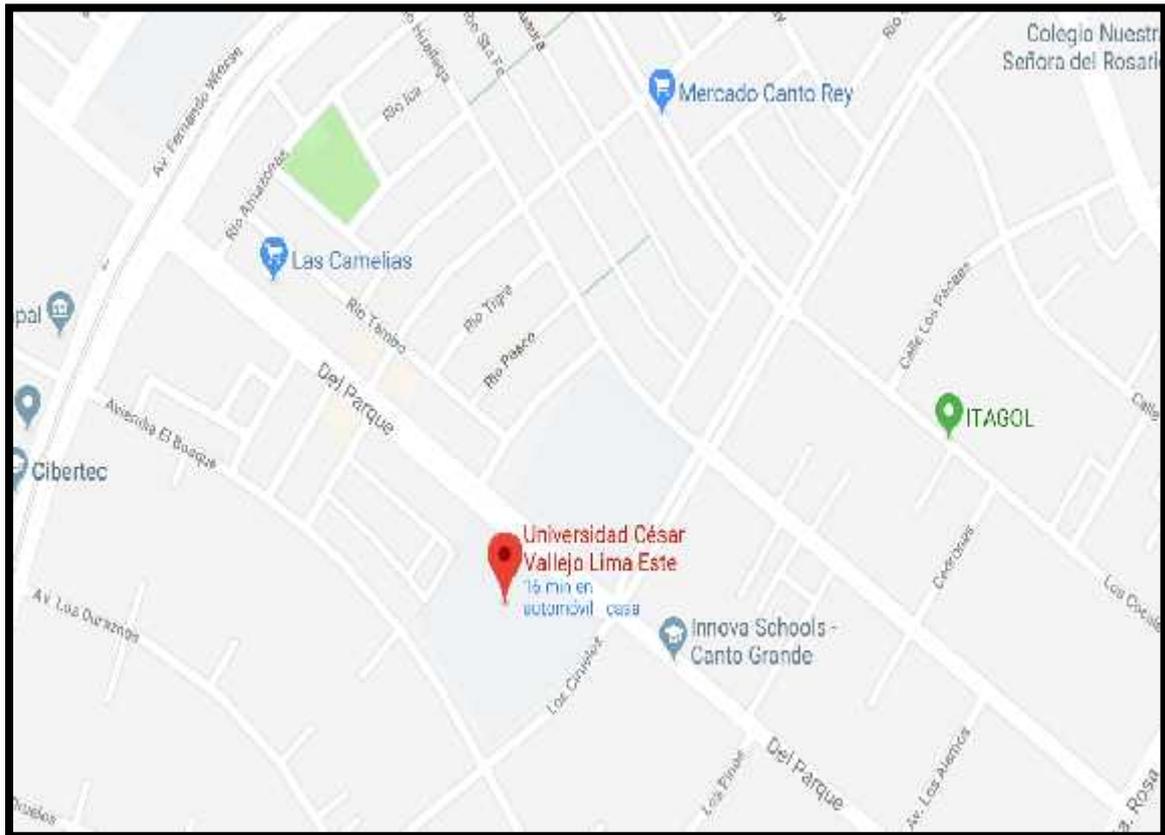


Figura 4. Ubicación de la Universidad César Vallejo Lima Este, fuente: Google maps

Descripción de arquitectura.

La edificación está dividida en dos bloques, la estructura a evaluar es el bloque 1, la cual cuenta con cuatros pisos y una azotea diseñado para uso de laboratorios, en el primer nivel está ubicado el laboratorio multiusos, y el laboratorio de educación inicial y la jefatura de laboratorios y almacenes, en el segundo nivel están los laboratorios de electrónica, nutrición y evaluación nutricional, en el tercer nivel están los laboratorios de farmacología y bioquímica, en el cuarto nivel están los laboratorios de ciencias de la comunicación y cada nivel esta acondicionado con sus respectivos baños y almacenes.

Altura de edificación.

La edificación consta de cuatro niveles y una azotea, el primer nivel tiene una altura de entre pisos de 4.30 m y los niveles restantes de 3.85 m de altura de entrepisos.

Tabla 17
Alturas de pisos del pabellón D

pisos	Altura (m)	Altura acumulada (m)
Piso 1	4.30	4.30
Piso 2	3.85	8.15
Piso 3	3.85	12.00
Piso 4	3.85	15.85
Total, de altura de pisos (m)		15.85

Fuente: Planos de la edificación

Área de la edificación.

El área construida del primer nivel es de 300.39 m² a partir del segundo nivel hasta el cuarto nivel área techada por nivel es 359.85 m², y el área total techada es 1439.4m².

3.2 Consideraciones de estudio

Estudio de suelo.

Según el estudio de microzonificación la universidad estaría emplazado en la zona central del distrito de San Juan de Lurigancho el cual pertenece a la Zona II el cual está conformado por materiales granulares finos el cual alterna con suelos finos cohesivos y no cohesivos y de bajo contenido de humedad y tiene una capacidad portante de entre 130 a 190 kg/cm².

Según el estudio realizado en sitio el suelo donde está ubicado la edificación del pabellón D tiene un estrato de arena limosa pobremente gradada y con presión admisible de terreno de 162 a 198 kg/cm² el cual corrobora con la microzonificación y no contiene ataques químicos de sulfato, cloruros y/o sales solubles.

Calidad de los materiales usados.

Concreto armado.

Es un material compuesto en su mayoría por cuatro elementos básicos como: piedra, arena, cemento y agua, el cual es reforzado con acero de refuerzo.

En la edificación mayormente se usó concreto armado con resistencia a la compresión de $f'c=210$ kg/cm² para mayor detalle veremos la tabla 14

Módulo de elasticidad: $E = 151B\sqrt{f'c}$

Tabla 18

Resistencia a la compresión de los elementos estructurales del pabellón D

Descripción	Resistencia (f'c)
Columnas, vigas, losas y placas	210 kg/cm ²
Vigas de conexión	210 kg/cm ²
Vigas de cimentación	210 kg/cm ²
Zapatas	210 kg/cm ²
Escalera	210 kg/cm ²
Columnetas de amarre y vigas de amarre	175 kg/cm ²

Fuente: planos de la edificación

Acero de refuerzo.

Se utilizó barras de acero corrugado con las siguientes características:

-) Esfuerzo de fluencia del acero: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
-) Módulo de elasticidad: $E = 2\,000\,000 \text{ kg/cm}^2$

Códigos y estándares utilizados.

Para el diseño y análisis se utilizaron ciertas normas del reglamento nacional de edificaciones:

-) Norma E-020 (cargas)
-) Norma E-030 (diseño sismorresistente)-2003
-) Norma E-030 (diseño sismorresistente)-2016
-) Norma E-060 (concreto armado)
-) Norma E-070 (albañilería)

Cargas.

Peso.

En la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente, en el artículo 3.1 categoría de las edificaciones y factor "U". la edificación está ubicada en la categoría A edificaciones esenciales al ser un Pabellón de una universidad a la cual se le aplicara el artículo 4.3 inciso "a" donde se menciona que en categorías de edificaciones A y B se aplicara el 50% de carga viva.

Carga muerta.

Vienen a ser los pesos propios que transmiten los elementos estructurales como losas, vigas columnas, placas, etc. Al cual se le añade el peso de acabados 100 Kg/m² y el peso de tabiquería de 150 kg/m².

Carga viva.

En la norma E.020 cargas, menciona las cargas vivas mínimas repartidas que se usaran según los diferentes tipos de ocupación que se establece en su tabla 1, como se muestra en nuestra edificación de estudio está en la categoría de laboratorios se considerara una carga mínima de 300 kg/m² en los niveles 1, 2 y 3. Y en el último nivel se aplicara una carga de 100 kg/m².

Combinación de cargas

Según la norma E.060 Concreto armado se pueden mencionar las siguientes combinaciones de cargas últimas de diseño:

$$) \quad U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

3.3 Análisis sísmico

Según la norma E.030 de diseño sismorresistente hay dos tipos de procedimiento de análisis sísmicos para usar las cuales son:

-) Análisis estático o de fuerzas equivalentes
-) Análisis dinámico modal espectral

Para el caso de esta investigación realizaremos un análisis dinámico modal espectral, para lo cual primero tendremos que realizar algunos procedimientos con el análisis estático para obtener algunos datos necesarios para el análisis dinámico.

Como nuestro análisis es una comparación del comportamiento de la estructura utilizando la norma E.030 del 2003 con la norma E.030 del 2016, haremos la comparativa:

Análisis sísmico según la norma E.030 de diseño sismorresistente del 2003.

Zonificación.

Nuestra edificación está ubicada en el departamento de Lima, región Lima en el distrito de San Juan de Lurigancho el cual según la norma E.030 -2003 estaría ubicado en la zona 3 el cual tiene como factor de zona:

$$) \quad Z = 0.40$$

Factor de uso.

Lo encontramos en la norma E.030 – 2003 dentro de la tabla de categorías de las edificaciones, en el cual nuestra edificación está considerada en la categoría B de edificaciones importantes con un factor de uso:

$$) \quad U = 1.3$$

Factor de amplificación sísmica.

Según las características del lugar se va a obtener el coeficiente de amplificación sísmica con la posterior formula:

$$) \quad C \times 2.5 \frac{T_p}{T} ; C^{TM2.5}$$

Donde:

T_p es el periodo que determina la plataforma del factor C, según la norma E.030 T_p está en función del factor suelo el cual según el estudio de suelo realizado para el diseño de la edificación lo ubica en suelos intermedios por lo tanto mi periodo es:

$$) \quad T_p(s) = 0.6$$

T viene a ser el periodo fundamental de vibración para ambas direcciones (X.Y) el cual se halla:

$$) \quad T \times \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

) h_n viene a ser la altura total de la edificación en metros(m).

$$) \quad h_n = 15.85 \text{ m.}$$

) C_T es un coeficiente para hallar el periodo fundamental y varían según el sistema estructural, según la norma E.030 “ $C_T = 45$ para edificios de concreto armado cuyos elementos estructurales sismorresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras” (MVCS, 2003, p.380).

$$\text{Entonces: } T \times \frac{15.85}{45} \times 0.352$$

Ahora hallando C tenemos:

$$) \quad C = 2.5 \frac{0.60}{0.352} \times 4.26; C^{TM2.5} : \text{por lo tanto, según la restricción } C=2.5$$

Factor de suelo.

El factor de suelo S lo encontramos en parámetros de suelo según la norma E.030 – 2003, como la ubicación de la estructura está en un perfil de suelo de tipo S_2 (suelos intermedios), entonces:

$$) \quad S=1.2$$

Coefficiente de reducción

R_0 viene a ser el coeficiente de reducción el cual está determinado por los materiales empleados y el método de estructuración sismorresistente sobresaliente en cada dirección.

En nuestra investigación analizando los planos de estructura se determinó que el método de estructuración es de muros estructurales, entonces:

$$) \quad R_0 = 6$$

Factores de irregularidad

En nuestro caso de estudio analizando todas las posibilidades de irregularidad en nuestra estructura se concluyó que la estructura tiene irregularidades, por lo tanto:

$$) \quad R = R_0 * 0.75, \text{ entonces } R = 4.5$$

Análisis sísmico según la norma E.030 de diseño sismorresistente del 2016.

Zonificación

Nuestra edificación está ubicada en el departamento de Lima, región Lima en el distrito de San Juan de Lurigancho el cual según la norma E.030 -2016 estaría emplazado en la zona 4 el cual tiene como factor de zona:

$$) \quad Z = 0.45$$

Factor de uso

Lo encontramos en la norma E.030 – 2016 dentro de la tabla de categoría de las edificaciones y factor de uso, en el cual nuestra edificación está considerada en la categoría A de edificaciones esenciales descripción A2 como universidad con un factor de uso:

$$) \quad U = 1.5$$

Factor de amplificación sísmica

Según las particularidades del lugar se va a obtener el factor de amplificación sísmica con las posteriores formulas:

$$) \quad T \Phi T_p \quad C \times 2.5$$

$$) \quad T_p \Phi T \Phi T_L \quad C \times 2.5 \quad \frac{T_p}{T}$$

$$) \quad T \Psi T_L \quad C \times 2.5 \quad \frac{T_p T_L}{T^2}$$

Donde:

T_p es el periodo que determina la plataforma del factor C, según la norma E.030 T_p está en función del factor suelo el cual según el estudio de suelo realizado para el diseño de la edificación lo ubica en suelos intermedios por lo tanto mi periodo es:

$$) \quad T_p (s) = 0.6$$

T_L es el periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante el cual también está en función del factor suelo y según nuestra edificación está en un perfil de suelos intermedios, entonces mi periodo es:

$$) \quad T_L (s) = 2.0$$

T viene a ser el periodo fundamental de vibración para ambas direcciones (X.Y) el cual se halla:

$$) \quad T \times \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

) h_n viene a ser la altura total de la edificación en metros(m).

$$) \quad h_n = 15.85 \text{ m.}$$

C_T es un coeficiente para hallar el periodo fundamental y varían según el sistema estructural, según la norma E.030 “ $C_T = 45$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) “Pórticos de concreto armado con muros las cajas de ascensores y escaleras
- b) pórticos de acero arriostrados” (MVCS, 2016, p.9).

Entonces: $T = \frac{15.85}{45} \times 0.352$

Ahora hallando C tenemos:

) $T = \frac{15.85}{45} \times 0.352$ C=2.5

Factor de suelo

El factor de suelo S lo encontramos en parámetros de sitio según la norma E.030 – 2016, como la ubicación de la estructura está en un perfil de suelos de tipo S_2 (suelos intermedios) y está emplazado en la zona 4 tenemos que el factor de suelo es:

) $S = 1.05$

Coefficiente de reducción

R_0 viene a ser el coeficiente de reducción el cual está determinado por los materiales empleados y el método de estructuración sismorresistente sobresaliente en cada dirección.

En nuestra investigación analizando los planos de estructura se determinó que el método de estructuración es de muros estructurales y es una estructura regular, por lo tanto:

) $R_0 = 6$

Restricciones de irregularidad

En nuestro caso de estudio según la categoría de edificación y la zona no se permite irregularidades.

Factores de irregularidad

En nuestro caso de estudio analizando todas las posibilidades de irregularidad en nuestra estructura se concluyó que la estructura tiene irregularidades, por lo tanto:

) Irregularidad en altura I_a : regular $I_a = 0.50$

) Irregularidad en planta I_p : regular $I_p = 0.75$

Considerando:

$$) R = I_a * I_p * R_0 , \text{ entonces } R = 0.50 * 0.75 * 6 = 2.25$$

3.4 Modelación estructural del pabellón D

Este proyecto fue modelado con los programas computacionales de AutoCAD 2018 y ETABS 2016 Vr. 16.2.

Con el apoyo del AutoCAD se realizó la malla que son líneas continuas que pasan por los ejes donde se ubican los principales elementos estructurales como columnas, placas y vigas.

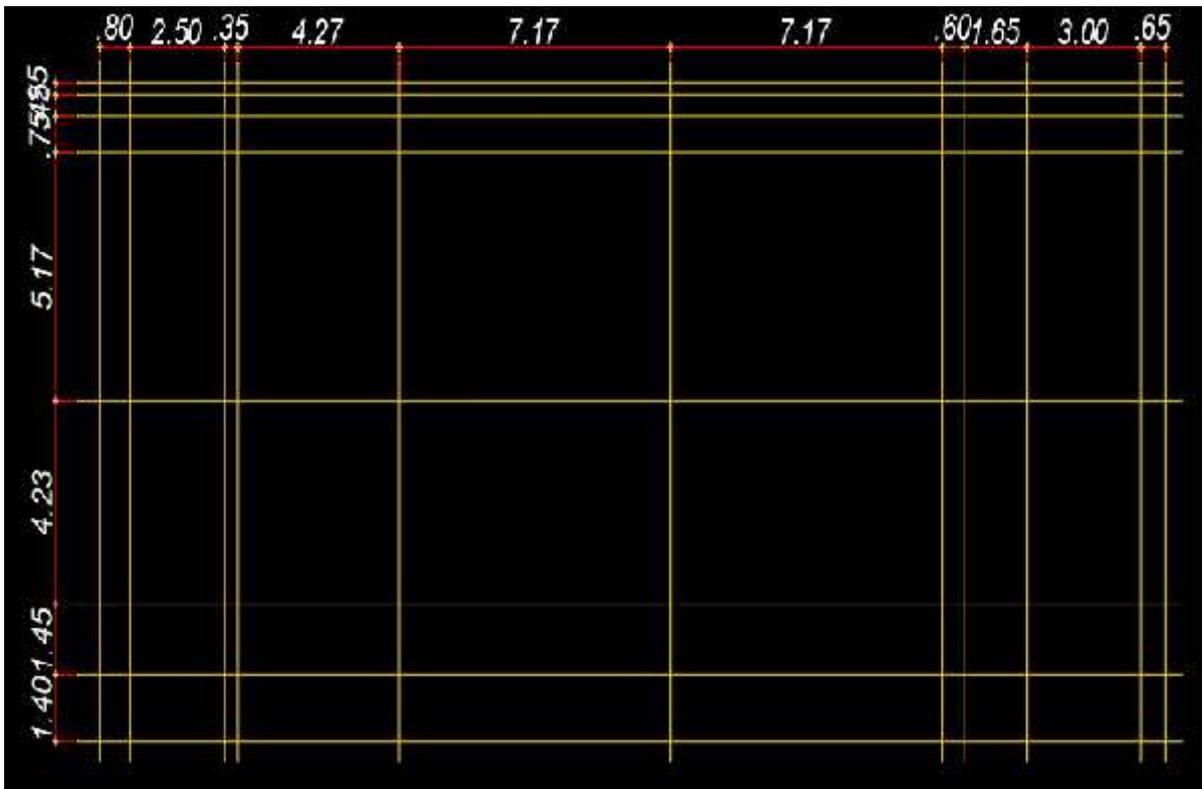


Figura 7. Malla de ejes de la edificación del pabellón D, fuente: Propia

Luego se realizó la modelación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este con el programa ETABS, configurando la página y las unidades de medición, luego se ingresaron los ejes y las distancias de ejes y siguiente se definieron los elementos estructurales tales como:

-) Vigas
-) Columnas
-) Placas
-) Losas aligeradas y Losas macizas

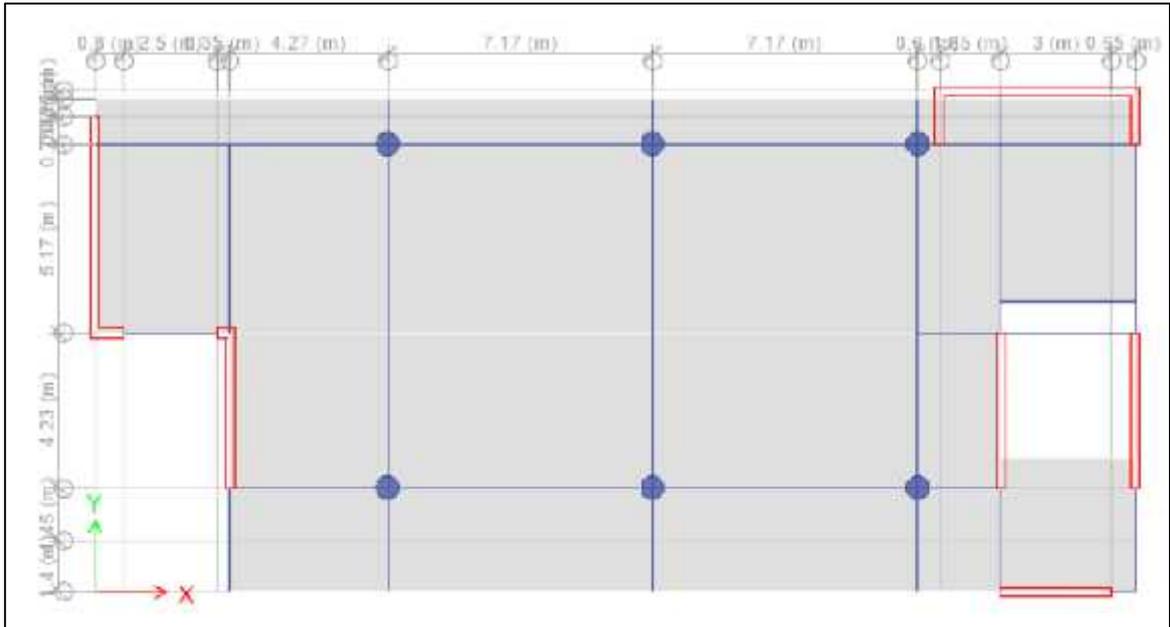


Figura 8. Modelación de la estructura en ETABS 2016 vista en planta, fuente: Propia

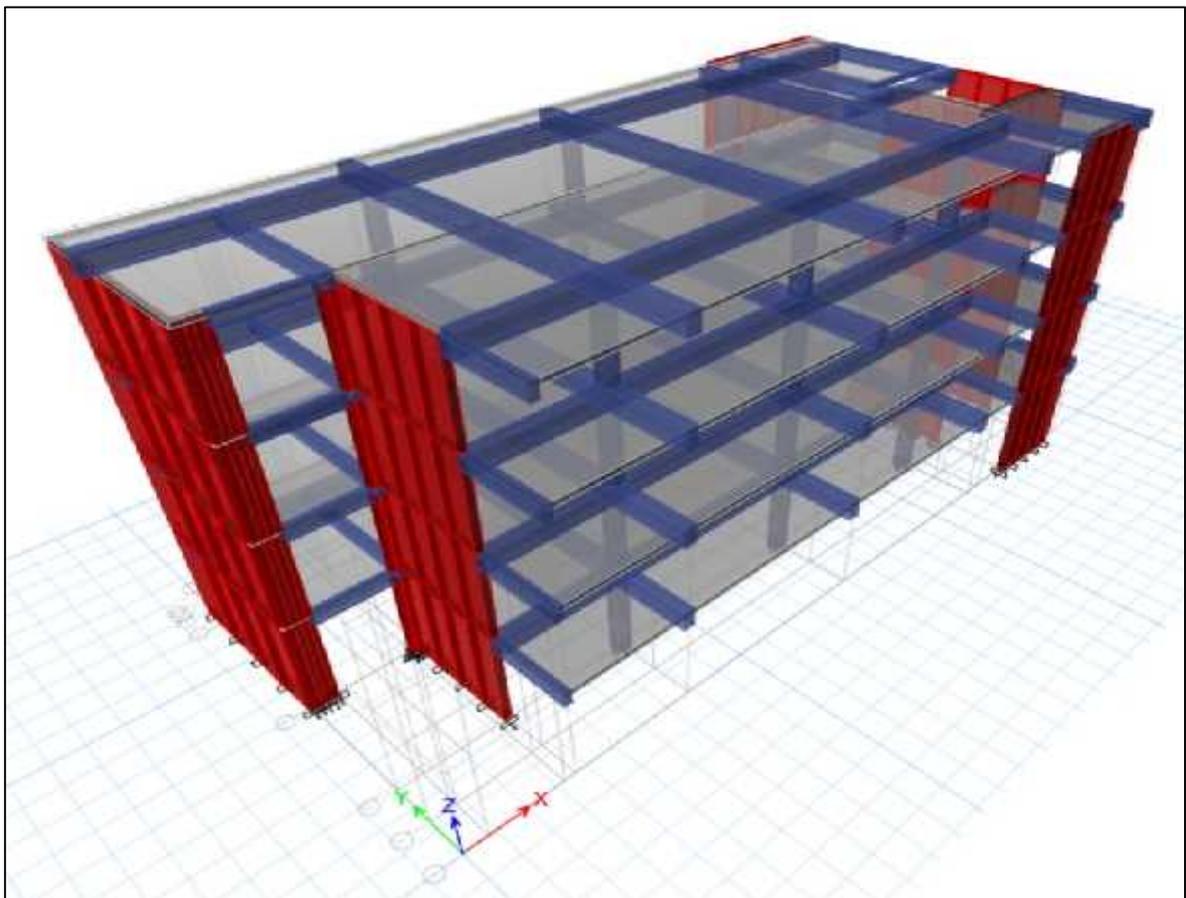


Figura 9. Modelación de la estructura 3D en ETABS 2016. Fuente: Propia

Para la modelación fueron necesario los planos de estructuras para poder ingresar los datos de las dimensiones de los elementos estructurales

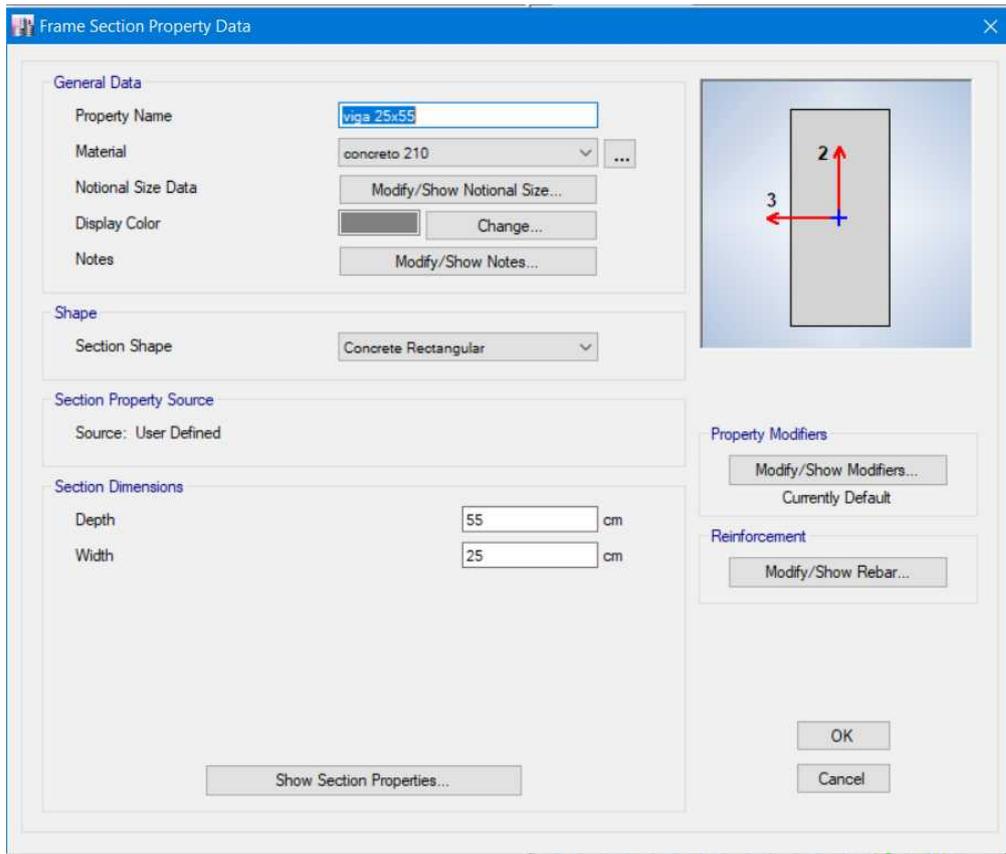


Figura 10. Datos de las dimensiones de la estructura, Fuente: Propia

También se consideró la carga muerta que viene a ser el peso propio de la estructura, la carga viva que para este caso según norma E.020 cargas es de 300 kg/m² y las cargas sísmicas en ambas direcciones X e Y tanto estáticas como dinámicas

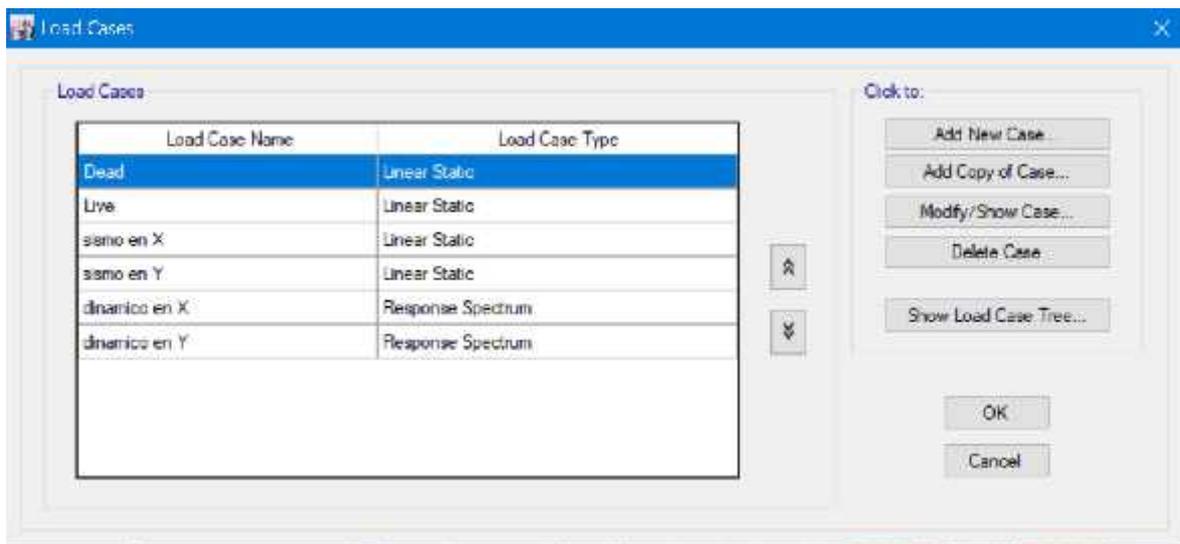


Figura 11. Panel de entrada de los casos de carga. Fuente: Propia

3.5 Análisis estructural según la norma E.030 - 2003

Se usará el tipo de análisis lineal, en el intervalo elástico, según las particularidades de la estructura en donde intervienen los parámetros de zonificación sísmica de la edificación, la categoría y el uso del inmueble, el factor de amplificación sísmica, el tipo de perfil de suelo, el peso sísmico y el coeficiente de reducción.

Análisis estático

Se halló la cortante basal la cual es igual en ambas direcciones

Tabla 19

Factores para obtener cociente de la cortante basal

Factor	Descripción	
Z	0.40	ZONA 3
U	1.30	Edificación esencial
C	2.50	C=2.5*Tp/T; C 2.5
S	1.20	Suelo Intermedio S2
R	4.5	Coficiente Reducción

Fuente: Propia.

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

Cociente de cortante basal:

$$\text{Factor } V = 0.347$$

Tabla 20

Masas por piso

Pisos	Diafragma	Masa en X	Masa en Y
Piso 4	D4	44.76	44.76
Piso 3	D3	57.38	57.38
Piso 2	D2	57.38	57.38
Piso 1	D1	57.90	57.90
Total		217.42	

Fuente: Procesos de resultado de ETABS.

$$P = 217.42 \times 9.81 = 2132.89$$

Tabla 21.
Cortante basal en ambas direcciones

pisos	Cortante basal	Cortante basal
	En X (tonf)	En Y (tonf)
Piso 1	739.835	
Piso 1		739.835

Fuente: Proceso de resultado de ETABS.

Tabla 22
Periodos (T)

CASOS	MODO	PERIODO
Modal	1	0.405
Modal	2	0.341
Modal	3	0.232

Fuente: Procesos de resultado de ETABS

Análisis dinámico modal espectral

Con este tipo de análisis se van a hallar los desplazamientos y las fuerzas internas de un sistema estructural empleando un espectro de diseño quien representara el promedio de espectros de repuestas para diversos sismos.

Aceleración espectral

Cada estructura es diferente, tanto como las vibraciones, como el periodo de vibración y las aceleraciones, según la norma E.030. MVCS, 2003 dice “para cada una de las direcciones horizontales se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones” (p.381). representado por:

$$S_a \times \frac{ZUCS}{R} \text{ g}$$

Luego identificamos:

-) S_{ax} = aceleración espectral en la dirección X
-) S_{ay} = aceleración espectral en la dirección Y

El espectro de pseudo-aceleraciones se evaluará en ambas direcciones X e Y. (tabla 23) y (figura 12).

Tabla 23
Valores del espectro

T (s)	Sax	Say	C	T (s)	Sax	Say	C	T (s)	Sax	Say	C
0.00	0.347	0.347	2.50	1.05	0.198	0.198	1.43	2.10	0.094	0.094	0.68
0.05	0.347	0.347	2.50	1.10	0.189	0.189	1.36	2.15	0.090	0.090	0.65
0.10	0.347	0.347	2.50	1.15	0.181	0.181	1.30	2.20	0.086	0.086	0.62
0.15	0.347	0.347	2.50	1.20	0.173	0.173	1.25	2.25	0.082	0.082	0.59
0.20	0.347	0.347	2.50	1.25	0.166	0.166	1.20	2.30	0.079	0.079	0.57
0.25	0.347	0.347	2.50	1.30	0.160	0.160	1.15	2.35	0.075	0.075	0.54
0.30	0.347	0.347	2.50	1.35	0.154	0.154	1.11	2.40	0.072	0.072	0.52
0.35	0.347	0.347	2.50	1.40	0.149	0.149	1.07	2.45	0.069	0.069	0.50
0.40	0.347	0.347	2.50	1.45	0.143	0.143	1.03	2.50	0.067	0.067	0.48
0.45	0.347	0.347	2.50	1.50	0.139	0.139	1.00	2.55	0.064	0.064	0.46
0.50	0.347	0.347	2.50	1.55	0.134	0.134	0.97	2.60	0.062	0.062	0.44
0.55	0.347	0.347	2.50	1.60	0.130	0.130	0.94	2.65	0.059	0.059	0.43
0.60	0.347	0.347	2.50	1.65	0.126	0.126	0.91	2.70	0.057	0.057	0.41
0.65	0.320	0.320	2.31	1.70	0.122	0.122	0.88	2.75	0.055	0.055	0.40
0.70	0.297	0.297	2.14	1.75	0.119	0.119	0.86	2.80	0.053	0.053	0.38
0.75	0.277	0.277	2.00	1.80	0.116	0.116	0.83	2.85	0.051	0.051	0.37
0.80	0.260	0.260	1.88	1.85	0.112	0.112	0.81	2.90	0.049	0.049	0.36
0.85	0.245	0.245	1.76	1.90	0.109	0.109	0.79	2.95	0.048	0.048	0.34
0.90	0.231	0.231	1.67	1.95	0.107	0.107	0.77	3.00	0.046	0.046	0.33
0.95	0.219	0.219	1.58	2.00	0.104	0.104	0.75				
1.00	0.208	0.208	1.50	2.05	0.099	0.099	0.71				

Fuente: Propia



Figura 12. Espectro de pseudo-aceleraciones. Fuente: Propia

Fuerza cortante mínima

Como se ha podido corroborar nuestra estructura es regular y según la norma E.030-2003. MVCS, 2003 “la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado” (p.381)

Desplazamientos admisibles

Según la norma E.030-2003 en desplazamientos laterales permisible menciona que el máximo desplazamiento entrepiso no tiene que exceder a una fracción de altura como nos indica para concreto armado la distorsión máxima será $(D_i / h_{e_i}) = 0.007$.

Datos de los análisis dinámicos con el ETABS

Peso y cortante basal

De la tabla de Auto Seismic – User Coeficient. Obtuvimos:

$$P = 2132.89$$

Las cortantes dinámicas en el primer entrepiso se obtuvieron de la tabla story forces.

Tabla 24

Cortante basal dinámico en ambas direcciones

pisos	Cortante basal En X (tonf)	Cortante basal En Y (tonf)
Piso 1	545.8421	
Piso 1		516.4532

Fuente: procesos de resultados de ETABS

Según la norma E.030-2003 habla sobre la fuerza cortante mínima para edificaciones irregulares el cual debe ser el 90% de la cortante estática, entonces procedemos a amplificar la cortante dinámica.

Tabla 25
Amplificación de la cortante dinámica

	Dirección X	Amplificar	Dirección Y	Amplificar
90%Vestatico	665.85		665.85	
V Dinámico	545.84	1.220	516.45	1.289

Fuente: Propia

Después de aplicar el factor de amplificación se procede a ejecutar nuevamente el estudio obteniendo las nuevas cortantes amplificadas en el primer entrepiso

Tabla 26
Cortante amplificada.

pisos	Cortante Amplificada En X (tonf)	Cortante amplificada En Y (tonf)
Piso 1	667.1403	
Piso 1		667.1403

Fuente: Propia

Fuerzas internas de los elementos estructurales

Después de haber amplificado las cortantes obtenemos los resultados de los esfuerzos internos cortantes y momentos máximos por piso en ambas direcciones X e Y.

Tabla 27
Fuerzas Internas

pisos	Cortante máxima En X (tonf) En la dirección X	Cortante máxima En Y (tonf) En la dirección Y	Momento máximo en X (tonf-m) En la dirección X	Momento máximo en Y (tonf-m) En la dirección Y
Piso 4	259.6143	266.7985	999.515	1027.1741
Piso 3	467.7752	474.6813	2771.0023	2822.6668
Piso 2	600.0594	604.2043	5013.2893	5077.344
Piso 1	667.1403	667.0195	7790.9813	7852.9309

Fuente: Procesos de resultado de ETABS

Desplazamiento lateral

Del diagrama de centros de masa y desplazamientos. Obtuvimos los desplazamientos máximos por piso considerando centro de masa en X.

Tabla 28
Desplazamientos en la dirección X

pisos	UX (cm)	Z (m)	Altura (cm)	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma <0.007
Piso 4	2.241	15.85	385	0.626	0.00163	Cumple
Piso 3	1.615	12	385	0.652	0.00169	Cumple
Piso 2	0.963	8.15	385	0.595	0.00155	Cumple
Piso 1	0.368	4.3	430	0.368	0.00086	Cumple

Fuente: *procesos de resultado de ETABS*

De igual manera se obtuvo los desplazamientos en Y

Tabla 29
Desplazamientos en la dirección Y

pisos	UY (cm)	Z (m)	Altura (cm)	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma <0.007
Piso 4	1.64	15.85	385	0.438	0.00128	Cumple
Piso 3	1.154	12	385	0.441	0.00129	Cumple
Piso 2	0.658	8.15	385	0.379	0.00111	Cumple
Piso 1	0.232	4.3	430	0.206	0.00054	Cumple

Fuente: *procesos de resultado de ETABS*

3.6 Análisis estructural según la norma E.030 - 2016

Se usará el tipo de análisis lineal, en el intervalo elástico, según las particularidades de la estructura en donde intervienen los parámetros de zonificación sísmica de la estructura, la categoría y el uso del inmueble, el factor de amplificación sísmica, el tipo de perfil de suelo, el peso sísmico y el coeficiente de reducción en donde hay que tener en cuenta la regularidad de la estructura siendo para este caso irregular.

Análisis estático

Se calculo la cortante basal la cual es igual en ambas direcciones.

Tabla 30
Factores para obtener cociente de la cortante basal

Factor	Descripción
Z	0.45
U	1.50
C	2.50
S	1.05
R	2.25

Fuente: Propia.

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

Cociente de cortante basal:

Factor V=0.788

El peso no varía por lo tanto es:

$$P = 217.42 \times 9.81 = 2132.89$$

Tabla 31
Cortante basal en ambas direcciones

pisos	Cortante basal En X (tonf)	Cortante basal En Y (tonf)
Piso 1	1680.0863	
Piso 1		1680.0863

Fuente: proceso de resultado de ETABS.

Análisis dinámico modal espectral

Con este tipo de análisis se van a hallar los desplazamientos y las fuerzas internas de un sistema estructural empleando un espectro de diseño quien representara el promedio de espectros de repuestas para diversos sismos.

Aceleración espectral

Cada estructura es diferente, tanto como las vibraciones, como el periodo de vibración y las aceleraciones, según la norma E.030. MVCS, 2016 dice “para cada una de las direcciones horizontales se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones” (p.10). representado por:

$$S_a X \frac{ZUCS}{R} g$$

Luego identificamos:

) Sax = aceleración espectral en la dirección X

) Say = aceleración espectral en la dirección Y

El expectoro de pseudo-aceleraciones se calculará en ambas direcciones X e Y ver tabla 32 y figura 13.

Tabla 32
Valores del espectro

T (s)	Sax	Say	C	T (s)	Sax	Say	C	T (s)	Sax	Say	C
0.00	0.788	0.788	2.50	1.05	0.450	0.450	1.43	2.10	0.214	0.214	0.68
0.05	0.788	0.788	2.50	1.10	0.430	0.430	1.36	2.15	0.204	0.204	0.65
0.10	0.788	0.788	2.50	1.15	0.411	0.411	1.30	2.20	0.195	0.195	0.62
0.15	0.788	0.788	2.50	1.20	0.394	0.394	1.25	2.25	0.187	0.187	0.59
0.20	0.788	0.788	2.50	1.25	0.378	0.378	1.20	2.30	0.179	0.179	0.57
0.25	0.788	0.788	2.50	1.30	0.363	0.363	1.15	2.35	0.171	0.171	0.54
0.30	0.788	0.788	2.50	1.35	0.350	0.350	1.11	2.40	0.164	0.164	0.52
0.35	0.788	0.788	2.50	1.40	0.338	0.338	1.07	2.45	0.157	0.157	0.50
0.40	0.788	0.788	2.50	1.45	0.326	0.326	1.03	2.50	0.151	0.151	0.48
0.45	0.788	0.788	2.50	1.50	0.315	0.315	1.00	2.55	0.145	0.145	0.46
0.50	0.788	0.788	2.50	1.55	0.305	0.305	0.97	2.60	0.140	0.140	0.44
0.55	0.788	0.788	2.50	1.60	0.295	0.295	0.94	2.65	0.135	0.135	0.43
0.60	0.788	0.788	2.50	1.65	0.286	0.286	0.91	2.70	0.130	0.130	0.41
0.65	0.727	0.727	2.31	1.70	0.278	0.278	0.88	2.75	0.125	0.125	0.40
0.70	0.675	0.675	2.14	1.75	0.270	0.270	0.86	2.80	0.121	0.121	0.38
0.75	0.630	0.630	2.00	1.80	0.263	0.263	0.83	2.85	0.116	0.116	0.37
0.80	0.591	0.591	1.88	1.85	0.255	0.255	0.81	2.90	0.112	0.112	0.36
0.85	0.556	0.556	1.76	1.90	0.249	0.249	0.79	2.95	0.109	0.109	0.34
0.90	0.525	0.525	1.67	1.95	0.242	0.242	0.77	3.00	0.105	0.105	0.33
0.95	0.497	0.497	1.58	2.00	0.236	0.236	0.75				
1.00	0.473	0.473	1.50	2.05	0.225	0.225	0.71				

Fuente: Propia



Figura 13. Espectro de pseudo aceleraciones Fuente: Propia

Fuerza cortante mínima

Como se ha podido corroborar nuestra estructura es regular y según la norma E.030-2016. MVCS, 2016 “la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado” (p.10)

Desplazamientos admisibles

Según la norma E.030-2016 en desplazamientos laterales permisible menciona que el máximo desplazamiento entrepiso no tiene que exceder a una fracción de altura como nos indica para concreto armado la distorsión máxima será $(\Delta_i / h_{ei}) = 0.007$.

Datos de los análisis dinámicos con el ETABS

Peso y cortante basal

De la tabla de Auto Seismic – User Coefficient. Obtuvimos:

$$P = 2132.89$$

Las cortantes dinámicas en el primer entrepiso se obtuvieron de la tabla story forces.

Tabla 33

Cortante basal dinámico en ambas direcciones

pisos	Cortante basal En X (tonf)	Cortante basal En Y (tonf)
Piso 1	1239.5492	
Piso 1		1172.8101

Fuente: procesos de resultados de ETABS

Según la norma E.030-2016 habla sobre la fuerza cortante mínima para edificaciones irregulares el cual debe ser el 90% de la cortante estática, entonces procedemos a amplificar la cortante dinámica.

Tabla 34
Amplificación de la cortante dinámica

	Dirección X	Amplificar	Dirección Y	Amplificar
90%Vestatico	1512.08		1512.08	
V dinámico	1239.55	1.220	1172.81	1.289

Fuente: Propia

Después de aplicar el factor de amplificación se procede a ejecutar nuevamente el estudio obteniendo las nuevas cortantes amplificadas en el primer entrepiso

Tabla 35
Cortante amplificada.

pisos	Cortante Amplificada En X (tonf)	Cortante amplificada En Y (tonf)
Piso 1	1515.00	
Piso 1		1514.73

Fuente: Propia

Fuerzas internas de los elementos estructurales

Des pues de haber amplificado las cortantes obtenemos los resultados de los esfuerzos internos cortantes y momentos máximos por piso en ambas direcciones X e Y.

Tabla 36
Fuerzas interna

pisos	Cortante máxima	Cortante máxima	Momento máximo	Momento máximo
	En X (tonf)	En Y (tonf)	en X (tonf-m)	en Y (tonf-m)
	En la dirección X	En la dirección Y	En la dirección X	En la dirección Y
Piso 4	589.5563	605.8708	2269.7919	2332.6028
Piso 3	1062.2675	1077.9507	6292.6507	6409.9753
Piso 2	1362.6709	1372.0836	11384.6455	11530.1069
Piso 1	1515.0046	1514.7302	17692.4878	17833.1688

Fuente: Procesos de resultado de ETABS

Desplazamiento lateral

Del diagrama de centros de masa y desplazamientos. Obtuvimos los desplazamientos máximos por piso considerando centro de masa en X.

Tabla 37
Desplazamientos en la dirección X

pisos	UX (cm)	Z (m)	Altura (cm)	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma <0.007
Piso 4	5.089	15.85	385	1.420	0.00369	Cumple
Piso 3	3.669	12.00	385	1.483	0.00385	Cumple
Piso 2	2.186	8.15	385	1.351	0.00351	Cumple
Piso 1	0.835	4.30	430	0.835	0.00194	Cumple

Fuente: procesos de resultado de ETABS

De igual manera se obtuvo los desplazamientos en Y

Tabla 38
Desplazamientos en la dirección Y

pisos	UY (cm)	Z (m)	Altura (cm)	Desplazamiento Relativo	Distorsión	Norma <0.007
Piso 4	3.738	15.85	385	0.995	0.00290	Cumple
Piso 3	2.62	12.00	385	1.001	0.00292	Cumple
Piso 2	1.494	8.15	385	0.860	0.00251	Cumple
Piso 1	0.527	4.30	430	0.469	0.00123	Cumple

Fuente: procesos de resultado de ETABS

Interpretación de la investigación

La cortante basal se halla con la expresión $V = X \frac{Z U C S}{R} P$ donde Z viene hacer el factor de zona, U el factor de uso, C factor de amplificación sísmica, S factor de suelo y R el factor de reducción el cual puede variar según la regularidad de la edificación del cual se hace un análisis aparte para determinar si la edificación es regular o irregular y de ahí todos estos términos viene hacer constantes, la cortante varía según el peso de la estructura en cada entre piso.

cómo podemos ver en la figura 14, hay una variación según la norma E.030 a usarse para el análisis, con la norma técnica E.030 del 2016 las cortantes son más elevadas que de la norma E.030 del 2003, el cual le estaría dando un factor de diseño más elevado.



Figura 14. Cortantes estáticas en cada entrepiso, fuente propia.

Las cortantes dinámicas se obtienen con el espectro de diseño de pseudo aceleraciones, y según la norma para estructuras regulares no tiene que ser menor que el 80% de la cortante estática y para estructuras irregulares no tiene que ser menor que el 90% de la cortante dinámica.



Figura 15. Cortante dinámica amplificada en el eje X, fuente propia.

Como podemos ver en la figura 15 y 16, tenemos las cortantes amplificadas en ambas direcciones para lo cual para este estudio se tomó el 90% de la cortante siendo la estructura irregular y como se puede apreciar las cortantes dinámicas obtenidas según la norma E.030 del 2016 también son más elevadas que las que se obtuvieron con la norma anterior del 2003.



Figura 16. Cortante dinámica amplificada en el eje Y, fuente propia.

Se puede apreciar en la figura 17 y 18, los desplazamientos de la estructura en ambas direcciones teniendo mayores desplazamientos los analizados con la norma E.030 del 2016.



Figura 17. Desplazamientos del centro de masa en el eje X, Fuente Propia.



Figura 18. Desplazamientos del centro de masas en el eje Y, Fuente propia.

IV. DISCUSIÓN

4.1 Discusión

Este proyecto de investigación según su objetivo analizó la estructura del pabellón D de la Universidad César Vallejo ubicado en uno de los distritos más grande de lima con la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2016 y la norma E.030 del 2003 con la cual fue diseñada, para así evaluar el comportamiento sismorresistente con ambas normas de lo cual se pudo observar que algunos de los valores de los parámetros sísmicos según la norma actualizada son más altos que la norma anterior del 2003, entre ellas tenemos la variación del factor de zona que según la zona varia, para nuestro caso de una zona 3 = 0.40 paso a una zona 4 = 0.45. También tenemos al factor de uso en la norma anterior no especifica a las universidades dentro de la categoría de edificaciones especiales con lo cual se toma como una de categoría “B” edificaciones importantes con un factor $U = 1.3$, pero en la actual norma si menciona a las universidades en la categoría “A” edificaciones esenciales donde tiene un factor $U = 1,5$ el factor suelo también tiene un cambio significativo ya que está en función a la zona él cual ha aumentado un perfil más de suelo.

Como se puede verificar la cortante basal varía según el análisis realizado, con la actual norma E.030 del 2016 el resultado de la cortante basal nos sale un valor alto a comparación con la anterior norma E.30 del 2003 el cual para casos de diseño es bueno ya que nuestro factor de seguridad para una edificación va a ser más alto a la hora de diseñar. Y refuto con lo que concluyen Jessica Stephany Ramírez Villalva y Jorge Sánchez Obregón en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil “Comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual, aplicando la norma e.030 del 2006 y el proyecto de norma 2014 en lima metropolitana” en el cual sostiene que las categorías de las edificaciones mantiene su valor como podemos ver en este estudio el valor de categorización del pabellón D si cambio ya que en la anterior norma del 2003 no lo mencionan en la categoría “A” y por análisis se toma como categoría “B”.

La variación de la cortante basal en casi 44 % (por ciento) con respecto a la norma anterior E.030 del 2003 se debió mayormente al análisis de las irregularidades en la estructura en el cual se encontraron irregularidades en altura como: irregularidad de rigidez – piso blando, irregularidad de resistencia – piso débil, irregularidad extrema de rigidez y regularidad extrema de resistencia, también se encontraron irregularidades de planta como: irregularidad torsional, irregularidad torsional extrema, estos factores hicieron que mi coeficiente de reducción se modificara y esto hizo que mi cortante basal aumentara al encontrarse en una relación inversamente proporcional. En la norma del 2003 menciona si

existe irregularidad al factor de reducción se le multiplica por 0.75 pero en la norma del 2016 se tiene varios factores dependiendo del tipo irregularidad que varían de 0.90 a 0.50 y dependiendo del tipo de irregularidad encontrada se toma el de menor valor lo cual hace que el factor de reducción disminuya notablemente haciendo que la cortante basal aumente considerablemente.

V. CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

-) Habiéndose analizado el comportamiento sísmico del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, con la norma E.030 del 2016 se puede verificar el cumplimiento de los requerimientos mínimos sísmicos, pero con una cortante basal de 44% más que la analizada con la norma E.030 del 2003 y por consiguiente unas derivas muchas más altas de 44.2% más, pero dentro del rango permisibles.
-) Habiéndose analizado el comportamiento sísmico del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, con la norma E.030 del 2003 se puede corroborar el cumplimiento de los requerimientos mínimos de sismos ya que fue diseñada con esta norma, al no ser muy elevado el valor de la cortante basal y estar dentro del rango admisible de las derivas de entrepiso
-) Considerando la estructura estudiada se obtiene que la cortante basal es mayor con el análisis de la norma E.030 del 2016 que con la norma E.030 del 2003 y esto se debe al cambio de los parámetros sísmicos por lo tanto el factor de seguridad es mayor a la hora de diseñar una estructura.
-) Se obtiene que según el análisis del comportamiento sísmico el pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, si cumple con los requerimientos mínimos de diseño sismorresistente al ser analizado con la norma actual E.30 del 2016 el cual corroboraría nuestra hipótesis.
-) Uno de los parámetros más importantes que hay que destacar en la actual norma E.030 del 2016 es el factor de reducción básica el cual puede variar notablemente según la irregularidad de la edificación a comparación del análisis con la norma E.030 del 2003 que no afecta demasiado en caso de que hubiera irregularidad.

VI. RECOMENDACIONES

6.1 Recomendaciones

-) En este estudio se buscó verificar si cumplían los requerimientos mínimos de diseños de estructuras que hayan sido construidos con normas anteriores al 2016 en este caso lo aplique a una universidad por estar en la categoría de edificación esencial, pero debería ampliarse más el estudio hacia otros tipos de edificaciones esenciales como los hospitales ya que hay algunas que han sido construidas con normas muchas más anteriores que la norma del 2003.
-) Al querer modificar o añadir más carga al pabellón de la Universidad César Vallejo Lima Este, debería primero hacerse un análisis de diseño sismo resistente ya que las distorsiones del entre piso están a un 50% del límite de distorsión máxima permisible con el análisis de la norma actualizada.
-) A la hora de hacer un análisis sísmico con la norma E.030 del 2016 hay que analizar bien las irregularidades existentes en la estructura porque estas pueden modificar todo el análisis.
-) Reevaluar las estructuras ya existentes no solo de la categoría de edificaciones esenciales si no todas aquellas estructuras que alberguen gran número de personas y si de poder ampliarse a edificaciones urbanas.

VII. REFERENCIAS

Referencias

- Ambrose, J. E., & Vergun, D. (2007). *Seismic design of building*. Michigan: Illustrated.
- Amoros Barrantes, C. A. (2015). *Análisis sísmico usando SAP2000 para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura de la I.E 82109, San antonio plan tual – centro poblado -Huambocancha alta, prov. de Cajamarca, region Cajamarca*. Cajamarca, Perú.
- Arnold, C., & Reitherman, R. (2008). *Building configuration and seismic design*. Texas: Illustrated.
- ARQHYS, R. (DICIEMBRE de 2012). *Analisis modal espectral de estructuras resistentes a los sismos*. Obtenido de ARQHYS.com: <http://www.arqhys.com/arquitectura/analisis-modal-espectral.html>
- Bazan, E., & Meli, R. (2013). *Diseño sísmico de edificios*. Mexico: Limusa.
- Campusano Brown, D. (2016). *Análisis crítico de la aplicación de la norma Nch 2369 of. 2003 en las estructuras prefabricadas de hormigón y el comportamiento observado en el terremoto del 27 de febrero del 2010*. Santiago de Chile.
- Carrasco Diaz, S. (2008). *Metodología de la investigacion científica*. Perú: San marcos.
- Carrillo, G. (20 de setiembre de 2017). *El derrumbe de una escuela sepulta a más de 50 niños en México*. Obtenido de El Periodico: <https://www.elperiodico.com/es/internacional/20170920/derrumbe-escuela-mexico-sepulta-mas-de-50-ninos-6297718>
- Chacón Álvarez , R., & Paz Fuentes, I. A. (2016). *Análisis de desempeño sísmico de los edificios escolares típicos 780 post 97 de la costa peruana*. Lima, Perú.
- Chaiña Mamani, R. T. (2016). *Análisis y diseño sísmico de una edificación de seis niveles de concreto armado en la ciudad de Juliaca*. Juliaca, Perú.
- Delgado Aguiano, L., & Ledesma rivera, R. (2016). *Consideraciones para el análisis sísmico de edificios irregulares empleando direcciones principales*. México.
- Gonzales Cueva, O. M. (2003). *Analisis estructural*. México: Limusa.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigacion*. México: Mc Graw Hill.
- Juarez, E., & Rico, A. (2005). *fundamentos dela mecánica de suelos*. Mexico: Limusa.
- McGavin, G. (2007). *Earthquake protection of essential building equipment: desing, engineering, installation*. Michigan: illustrated.
- Meli Piralla, R. (2013). *Diseño estructural*. Mexico: LImusa.

- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (24 de enero de 2016). Norma E.030 diseño simorresistente. *Decreto supremo que modifica la norma técnica e.030 “diseño sismorresistente” del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo n° 011-2006-vivienda, modificada con decreto supremo n° 002-2014-vivienda*. Lima, Lima, Perú.
- Norma E.020 cargas. (2014). *Reglamento nacional de edificaciones*. lima, Perú: Grupo universitario.
- Norma E.030 Diseño sismorresistente. (2003). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú: Grupo Universitario.
- Norma E.060 concreto armado. (2014). *Reglamento nacional de edificaciones*. Lima, Perú: Grupo universitario.
- Norma E.070 albañilería. (2014). *reglamento nacional de edificaciones*. lima, Perú: Grupo universitario.
- Pique, J., & Scaletti, H. (2005). *Analisis sismico de edificios*. Lima : Coleccion del ingeniero civil.
- Quizhpilema Piray, A. E. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la facultad de ingeniería de la Universidad central del Ecuador, utilizando la norma ecuatoriana de la construcción (nec-se-re, 2015)*. Quito, Ecuador.
- Ramirez Villalva, J. S., & Sánchez Obregón, J. (2015). *Comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual, aplicando la norma E.030 del 2016 y el proyecto de norma 2014 en lima metropolitana*. Lima, Perú.
- Rochel, R. (2012). *Analisis y diseño sismico de edificios*. Medellin: Fondo editorial universidad EAFIT.
- San bartolome, A. (2006). *Analisis de edificios* . Perú: Fondo editorial de la pontificia universidad catolica del Perú.
- Tarque, N., & Loaliza, C. (2003). *Analisis sismico de edificios*. Lima: Pontificia universidad catolica del Perú.
- tecnica, R. e. (12 de Julio de 2017). *analisis dinamico*. Obtenido de cuadernos de formacion: http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/4712-5_tema_5_dinamico.pdf
- Valderrama Mendoza, S. (2018). *Pasos para elaborar proyectos de investigacion cientifica*. Lima: San marcos.
- Verma, G. (2018). *Etabs 2016 Black Book*. CAD/CAM/CAE Works.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia. *Evaluación del comportamiento sismorresistente tomando como referencia las Normas E.030 2003 y 2016 de la Edificación del Pabellón D de una Universidad de Lima Este, 2018*

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Índices
General	General	General	Independiente	General	General	General
¿De qué manera será su comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma E.030 del 2016 con respecto a la norma del 2003?	Analizar el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia las normas técnicas E.030 del 2003 y la norma técnica E.030 del 2016.	La edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, si cumple con los requerimientos mínimos de la norma técnica E.030 del 2016	Norma técnica E.030-2003	Parámetros sísmicos	Zonificación local	Zona 3 = 0.40 Zona 2 = 0.30 Zona 1 = 0.15
					Categoría y uso de edificación	Edificaciones esenciales Edificaciones importantes Edificaciones comunes Edificaciones temporales
					Coficiente de amplificación sísmica	$C = 2.50 * (T_p/T) \dots\dots\dots C = 2.50$
					Perfiles de suelo	S1 = Rocas o suelos muy rígidos S2 = suelos intermedios S3 = suelos flexibles S4 = condiciones especiales
					Coficiente de reducción sísmica	El valor de R es variable según la configuración estructural (Irregular o regular) $R = 0.75 * R_o$
Problemas Especifico	Objetivos Especifico					
¿Cuál será el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma de E.030 del 2003?	Analizar el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma técnica E.030 2003.		Norma técnica E.030-2016	Parámetros sísmicos	Zonificación local	Zona 4 = 0.45 Zona 3 = 0.35 Zona 2 = 0.25 Zona 1 = 0.10
					Categoría y uso de edificación	Edificaciones esenciales Edificaciones importantes Edificaciones comunes Edificaciones temporales
¿Cuál será el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma de E.030 del 2016?	Analizar el comportamiento sismorresistente de la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, tomando como referencia la norma técnica E.030 2016.		Norma técnica E.030-2016	Parámetros sísmicos	Coficiente de amplificación sísmica	$T < T_p \dots\dots C = 2.50$ $T_p < T < T_L \dots\dots C = 2.50 * (T_p/T)$ $T > T_p \dots\dots C = 2.50 * (T_p * T_L) / T$
					Perfiles de suelo	S0 = Rocas duras S1 =Roca o suelos muy rígidos S2 =suelos intermedios S3 =Suelos blandos S4 = Condiciones Especiales
					Coficiente de reducción sísmica	$R = I_a * I_p * R_o$
					Regularidad estructural	I_a : coeficiente de irregularidad en altura I_p : coeficiente de irregularidad en planta

Problemas	Objetos	Variable	Dimensiones	Indicadores	Índices
Específico	Específico	Dependiente	General	General	General
¿Cumple el edificio del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este los requerimientos de diseño sismorresistente según la norma técnica E.030 2016?	Determinar si la edificación del pabellón D de la Universidad César Vallejo Lima Este, cumple con los requerimientos de diseño sismorresistente según la norma técnica E.030 2016.	Comportamiento sismorresistente	Diseño estructural	Elementos estructurales	Columnas, vigas, muros estructurales, losas, etc.
				Sistema estructural	Porticado MDL Dual Albañilería armada y confinada Muros estructurales madera
				Métodos de diseño	Diseño por estados límites, diseño por tensiones admisibles
			Análisis estructural	Análisis sísmico	Análisis Estático o fuerzas equivalentes, análisis modal espectral
				Modos de vibración	Considera las características distribución de masas
				Aceleración espectral	$S_a \times \frac{Z U C S}{R} g$
				Cortante basal	$V \times \frac{Z U C S}{R} P$
				Excentricidad accidental	$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i$
				Desplazamientos laterales	ζ_i / h_{ei}
				Distorsión de entrepisos (derivas)	Concreto armado $\zeta_i / h_{ei} > 0.007$

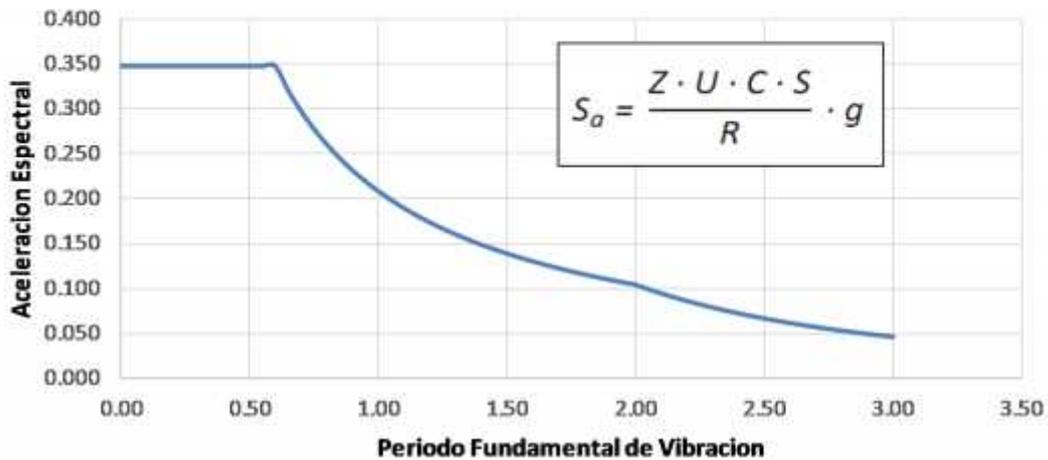
Fuente: Propia

Anexo 2. Análisis norma E.030-2003

ANALISIS DINAMICO			NORMA E.030 2003			
ESPECTRO SÍSMICO NORMA PERUANA						
Z =	0.40	Zona 3	T (s)	Sax	Say	C
U =	1.30	Edificación importante	0.00	0.347	0.347	2.50
C =	2.50	C=2.5*Tp/T ; C≤2.5	0.05	0.347	0.347	2.50
S =	1.20	Suelo Intermedio S2	0.10	0.347	0.347	2.50
R =	4.50	Coficiente Reduccion fuerza sismica	0.15	0.347	0.347	2.50
Tp =	0.60	Periodo del terreno	0.20	0.347	0.347	2.50
g =	9.81	gravedad (m/s2)	0.25	0.347	0.347	2.50
Tl =	2.00	Periodo del lugar	0.30	0.347	0.347	2.50
fc =	210.00	kg/cm2	0.35	0.347	0.347	2.50
T	0.405	K=1, Periodo < 0.5	0.40	0.347	0.347	2.50
			0.45	0.347	0.347	2.50
CALCULO ESTATICO			0.50	0.347	0.347	2.50
Cortante en la Base			0.55	0.347	0.347	2.50
$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$			0.60	0.347	0.347	2.50
			0.65	0.320	0.320	2.31
			0.70	0.297	0.297	2.14
			0.75	0.277	0.277	2.00
			0.80	0.260	0.260	1.88
			0.85	0.245	0.245	1.76
			0.90	0.231	0.231	1.67
			0.95	0.219	0.219	1.58
			1.00	0.208	0.208	1.50
			1.05	0.198	0.198	1.43
			1.10	0.189	0.189	1.36
			1.15	0.181	0.181	1.30
			1.20	0.173	0.173	1.25
			1.25	0.166	0.166	1.20
			1.30	0.160	0.160	1.15
			1.35	0.154	0.154	1.11
			1.40	0.149	0.149	1.07
			1.45	0.143	0.143	1.03
			1.50	0.139	0.139	1.00
			1.55	0.134	0.134	0.97
			1.60	0.130	0.130	0.94
			1.65	0.126	0.126	0.91
			1.70	0.122	0.122	0.88
			1.75	0.119	0.119	0.86
			1.80	0.116	0.116	0.83
			1.85	0.112	0.112	0.81
			1.90	0.109	0.109	0.79
			1.95	0.107	0.107	0.77
			2.00	0.104	0.104	0.75
			2.05	0.099	0.099	0.71
			2.10	0.094	0.094	0.68
			2.15	0.090	0.090	0.65

						2.20	0.086	0.086	0.62
						2.25	0.082	0.082	0.59
						2.30	0.079	0.079	0.57
						2.35	0.075	0.075	0.54
						2.40	0.072	0.072	0.52
						2.45	0.069	0.069	0.50
						2.50	0.067	0.067	0.48
						2.55	0.064	0.064	0.46
						2.60	0.062	0.062	0.44
						2.65	0.059	0.059	0.43
						2.70	0.057	0.057	0.41
						2.75	0.055	0.055	0.40
						2.80	0.053	0.053	0.38
						2.85	0.051	0.051	0.37
						2.90	0.049	0.049	0.36
						2.95	0.048	0.048	0.34
						3.00	0.046	0.046	0.33

Espectro Norma Peruana



CORTANTE ESTATICO			Cortante Basal	
Nivel	Load	Location	VX	VY
STORY1	Sismo en XX	Bottom	739.84	
STORY1	Sismo en YY	Bottom		739.84
Masas por piso				
Nivel	Diafragma	Masa en X	Masa en Y	
STORY4	D1	44.76	44.76	
STORY3	D1	57.38	57.38	
STORY2	D1	57.38	57.38	
STORY1	D1	57.90	57.90	
		217.42		
Peso edificio = Masa * G =		2132.89		
Cociente cortante basal		0.347		
Cortante Basal Estatico		739.40	Igual para ambas direcciones * Sale un poco mayor que el de Etabs	
Perido				
Tx = 0.405				
Ty = 0.341				
ANALISIS DINAMICO				
CORTANTE DINAMICO			Cortante Basal	
Nivel	Load	Location	VX	VY
STORY1	SX Dinamico Max	Bottom	545.84	
STORY1	SY Dinamico Max	Bottom		516.45

Comparando cortantes :						
Forma Regular $V_{din} > 80\%V_{est}$ en el primer entrepiso						
Forma Irregular $V_{din} > 90\%V_{est}$ en el primer entrepiso						
	Direccion X	Amplificar	Direccion Y	Amplificar		
90%Vestatico	665.85		665.85			
Vdinamico	545.84	1.220	516.45	1.289		
En el Caso S_x Dinamico = 9.81^*						
	1.220		11.97		Sera Scale factor	
En el Caso S_y Dinamico = 9.81^*						
	1.290		12.65		Sera Scale factor	
Cortante amplificadas						
TABLE: Story Forces						
Story	Load Case	Location	VX	VY		
			tonf	tonf	Cumple	
STORY1	Sismo en XX	Bottom	665.85			
STORY1	SX Dinamico Max	Bottom	667.14		OK	
STORY1	Sismo en YY	Bottom		665.85		
STORY1	SY Dinamico Max	Bottom		667.02	OK	
Desplazamientos Maximos al centro de masa						
Direccion X						
	UX	Z	Desplazamiento			Norma
Nivel	cm	m	Altura cm	Relativo	Distorsion	<0.007
STORY4	2.241	15.85	385	0.626	0.00163	Cumple
STORY3	1.615	12.00	385	0.652	0.00169	Cumple
STORY2	0.963	8.15	385	0.595	0.00155	Cumple
STORY1	0.368	4.30	430	0.368	0.00086	Cumple
Direccion Y						
	UY	Z	Desplazamiento			Norma
Nivel	cm	m	Altura cm	Relativo	Distorsion	<0.007
STORY4	1.646	15.85	385	0.492	0.00128	Cumple
STORY3	1.154	12.00	385	0.496	0.00129	Cumple
STORY2	0.658	8.15	385	0.426	0.00111	Cumple
STORY1	0.232	4.30	430	0.232	0.00054	Cumple

ESFUERZOS ESTATICOS									
Cortante ESTATICO									
TABLE: Story Forces									
Story	ad Case/Com	Location	VX	VY					
			tonf	tonf					
STORY1	Sismo en XX	Bottom	739.835	0					
STORY1	Sismo en YY	Bottom	0	739.835					
Coeficientes sismicos									
TABLE: Auto Seismic - User Coefficients									
Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used	Base Shear
			%					tonf	tonf
Sismo en XX	Seismic	X + Ecc. Y	5	STORY4	BASE	0.347	1	2132.0892	739.835
Sismo en YY	Seismic	Y + Ecc. X	5	STORY4	BASE	0.347	1	2132.0892	739.835
Periodo y Frecuencia de la edficiacion									
TABLE: Modal Periods and Frequencies									
Case	Mode	Period	Frequency						
		sec	cyc/sec						
Modal	1	0.405	2.47						
Modal	2	0.341	2.934						
Modal	3	0.232	4.319						
TABLE: Mass Summary by Diaphragm									
Story	Diaphragm	Mass X							
		tonf-s ² /m							
STORY4	D4	44.76							
STORY3	D3	57.38							
STORY2	D2	57.38							
STORY1	D1	57.9							
		217.42							

ESFUERZOS DINAMICOS						
Cortante dinamica inicial						
TABLE: Story Forces						
Story	ad Case/Com	Location	VX	VY		
			tonf	tonf		
STORY1	SX Dinamico M	Bottom	545.8421			
STORY1	SY Dinamico M	Bottom		516.4532		
Cortante dinamica amplificada						
TABLE: Story Forces						
Story	ad Case/Com	Location	VX	VY		
			tonf	tonf		
STORY1	SX Dinamico M	Bottom	667.1403			
STORY1	SY Dinamico M	Bottom		667.0195		
Esfuerzos direccion X						
TABLE: Story Forces						
Story	ad Case/Com	Location	VX	VY	MX	MY
			tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
STORY4	SX Dinamico M	Bottom	259.6143	74.3712	286.3291	999.515
STORY3	SX Dinamico M	Bottom	467.7752	137.8598	814.1083	2771.0023
STORY2	SX Dinamico M	Bottom	600.0594	175.5255	1480.7707	5013.2893
STORY1	SX Dinamico M	Bottom	667.1403	190.9333	2290.4942	7790.9813
Esfuerzos direccion Y						
TABLE: Story Forces						
Story	ad Case/Com	Location	VX	VY	MX	MY
			tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
STORY4	SY Dinamico M	Bottom	76.2971	266.7985	1027.1741	293.7439
STORY3	SY Dinamico M	Bottom	142.8973	474.6813	2822.6668	840.6615
STORY2	SY Dinamico M	Bottom	183.3049	604.2043	5077.344	1538.3154
STORY1	SY Dinamico M	Bottom	201.7618	667.0195	7852.9309	2392.9996

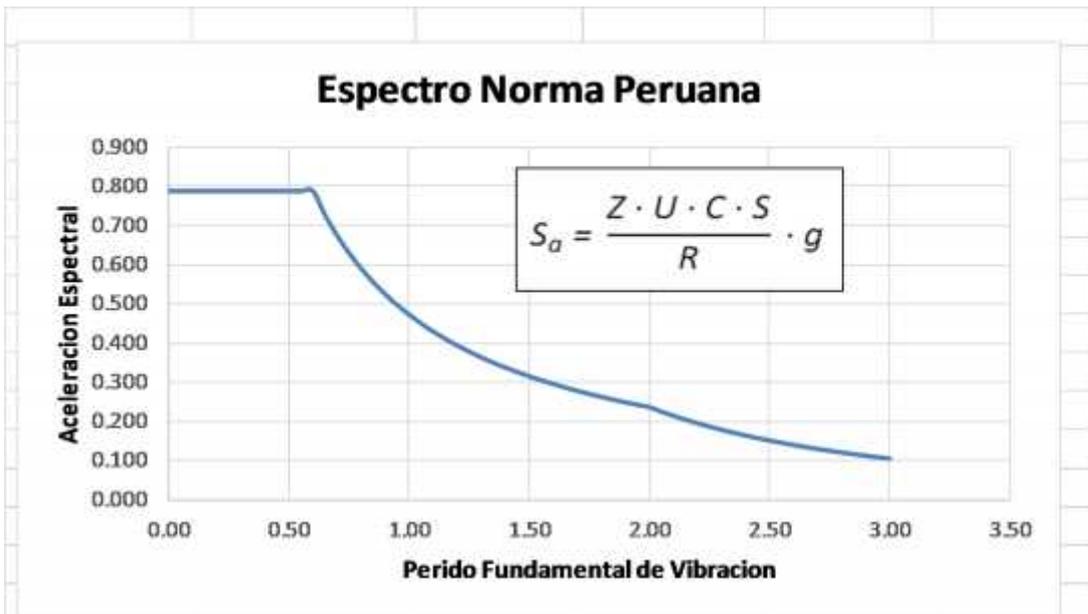
DESPLAZAMIENTOS								
Desplazamientos maximo considerando centro de masa dirección X								
TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements								
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	Z	Altura	Desplazamiento		Norma
			cm	m	cm	Relativo	Distorsion	<0.007
STORY4	D4	DesplazamientoX Max	2.241	15.85	385	0.626	0.00163	Cumple
STORY3	D3	DesplazamientoX Max	1.615	12	385	0.652	0.00169	Cumple
STORY2	D2	DesplazamientoX Max	0.963	8.15	385	0.595	0.00155	Cumple
STORY1	D1	DesplazamientoX Max	0.368	4.3	430	0.368	0.00086	Cumple
Desplazamientos maximo considerando centro de masa dirección Y								
TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements								
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UY	Z	Altura	Desplazamiento		Norma
			cm	m	cm	Relativo	Distorsion	<0.007
STORY4	D4	DesplazamientoY Max	1.646	15.85	385	0.492	0.00128	Cumple
STORY3	D3	DesplazamientoY Max	1.154	12	385	0.496	0.00129	Cumple
STORY2	D2	DesplazamientoY Max	0.658	8.15	385	0.426	0.00111	Cumple
STORY1	D1	DesplazamientoY Max	0.232	4.3	430	0.232	0.00054	Cumple
Desplazamientos máximos por pisos Dirección X								
TABLE: Story Drifts								
Story	Direction	Load Case/Combo	Drift	Z	Norma			
				m	<0.007			
STORY4	X	DesplazamientoX Max	0.0019	15.85	Cumple			
STORY3	X	DesplazamientoX Max	0.001984	12	Cumple			
STORY2	X	DesplazamientoX Max	0.001799	8.15	Cumple			
STORY1	X	DesplazamientoX Max	0.000976	4.3	Cumple			

Desplazamientos máximos por pisos Dirección Y									
TABLE: Story Drifts									
Story	Direction	Load Case/Combo	Drift	Z	Norma				
				m	<0.007				
STORY4	Y	DesplazamientoY Max	0.001817	15.85	Cumple				
STORY3	Y	DesplazamientoY Max	0.001864	12	Cumple				
STORY2	Y	DesplazamientoY Max	0.001622	8.15	Cumple				
STORY1	Y	DesplazamientoY Max	0.000794	4.3	Cumple				
Desplazamiento de un punto lateral dirección X									
TABLE: Joint Drifts									
Story	Label	Load Case/Combo	UX	Z	Altura	Desplazamiento		Norma	Drift X
			cm	m	cm	Relativo	Distorsion	<0.007	
STORY4	13	DesplazamientoX Max	1.947	15.85	385	0.545	0.00142	Cumple	0.001423
STORY3	13	DesplazamientoX Max	1.402	12	385	0.565	0.00147	Cumple	0.001475
STORY2	13	DesplazamientoX Max	0.837	8.15	385	0.511	0.00133	Cumple	0.001331
STORY1	13	DesplazamientoX Max	0.326	4.3	430	0.326	0.00076	Cumple	0.000758
Desplazamiento de un punto lateral dirección Y									
TABLE: Joint Drifts									
Story	Label	Load Case/Combo	UY	Z	Altura	Desplazamiento		Norma	Drift Y
			cm	m	cm	Relativo	Distorsion	<0.007	
STORY4	13	DesplazamientoY Max	2.367	15.85	385	0.695	0.00181	Cumple	0.001811
STORY3	13	DesplazamientoY Max	1.672	12	385	0.715	0.00186	Cumple	0.001864
STORY2	13	DesplazamientoY Max	0.957	8.15	385	0.621	0.00161	Cumple	0.001613
STORY1	13	DesplazamientoY Max	0.336	4.3	430	0.336	0.00078	Cumple	0.000783

Anexo 3. Análisis norma E.030-2016

ANALISIS DINAMICO						
ESPECTRO SÍSMICO NORMA PERUANA						
			T (s)	Sax	Say	C
Z =	0.45	Zona 4				
U =	1.50	Edificación Esencial	0.00	0.788	0.788	2.50
C =	2.50	C=2.5*Tp/T	0.05	0.788	0.788	2.50
S =	1.05	Suelo Intermedio S2	0.10	0.788	0.788	2.50
R =	2.25	Coefficiente Reduccion fuerza sismica	0.15	0.788	0.788	2.50
Tp =	0.60	Periodo del terreno	0.20	0.788	0.788	2.50
g =	9.81	gravedad (m/s2)	0.25	0.788	0.788	2.50
Tl	2.00	Periodo del lugar	0.30	0.788	0.788	2.50
fc =	210.00	kg/cm2	0.35	0.788	0.788	2.50
T	0.405	K=1, Periodo < 0.5	0.40	0.788	0.788	2.50
			0.45	0.788	0.788	2.50
CALCULO ESTATICO			0.50	0.788	0.788	2.50
Cortante en la Base			0.55	0.788	0.788	2.50
$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$			0.60	0.788	0.788	2.50
			0.65	0.727	0.727	2.31
			0.70	0.675	0.675	2.14
			0.75	0.630	0.630	2.00
			0.80	0.591	0.591	1.88
			0.85	0.556	0.556	1.76
Cociente de cortante basal			0.90	0.525	0.525	1.67
Factor Vest =	0.788		0.95	0.497	0.497	1.58
Forma edificio =	Irregular en planta		1.00	0.473	0.473	1.50
Ip =	0.5		1.05	0.450	0.450	1.43
Forma edificio =	Irregular en altura		1.10	0.430	0.430	1.36
Ia =	0.75		1.15	0.411	0.411	1.30
			1.20	0.394	0.394	1.25
Sistema constructivo =	muros estructurales		1.25	0.378	0.378	1.20
Ro =	6		1.30	0.363	0.363	1.15
Coeficiente basico de Reduccion Ro			1.35	0.350	0.350	1.11
			1.40	0.338	0.338	1.07
Coefi ciente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R			1.45	0.326	0.326	1.03
R = Ro * Ip *Ia	R= 2.25		1.50	0.315	0.315	1.00
			1.55	0.305	0.305	0.97
			1.60	0.295	0.295	0.94
			1.65	0.286	0.286	0.91
			1.70	0.278	0.278	0.88
			1.75	0.270	0.270	0.86
			1.80	0.263	0.263	0.83
			1.85	0.255	0.255	0.81
			1.90	0.249	0.249	0.79
			1.95	0.242	0.242	0.77

						2.00	0.236	0.236	0.75
						2.05	0.225	0.225	0.71
						2.10	0.214	0.214	0.68
						2.15	0.204	0.204	0.65
						2.20	0.195	0.195	0.62
						2.25	0.187	0.187	0.59
						2.30	0.179	0.179	0.57
						2.35	0.171	0.171	0.54
						2.40	0.164	0.164	0.52
						2.45	0.157	0.157	0.50
						2.50	0.151	0.151	0.48
						2.55	0.145	0.145	0.46
						2.60	0.140	0.140	0.44
						2.65	0.135	0.135	0.43
						2.70	0.130	0.130	0.41
						2.75	0.125	0.125	0.40
						2.80	0.121	0.121	0.38
						2.85	0.116	0.116	0.37
						2.90	0.112	0.112	0.36
						2.95	0.109	0.109	0.34
						3.00	0.105	0.105	0.33



CORTANTE ESTATICO			Cortante Basal	
Nivel	Load	Location	VX	VY
STORY1	Sismo en XX	Bottom	1680.0863	
STORY1	Sismo en YY	Bottom		1680.0863
Masas por piso				
Nivel	Diafragma	Masa en X	Masa en Y	
STORY4	D1	44.76	0.00	
STORY3	D1	57.38	0.00	
STORY2	D1	57.38	0.00	
STORY1	D1	57.90	0.00	
		217.42		
Peso edificio = Masa * G =		2132.89		
Cociente cortante basal		0.788		
Cortante Basal Estatico		1679.00	Igual para ambas direcciones * Sale un poco menor que el de Etabs	
Perido				
	TpX =	0.405		
	TpY =	0.341		
ANALISIS DINAMICO				
CORTANTE DINAMICO			Cortante Basal	
Nivel	Load	Location	VX	VY
STORY1	SX Dinamico Max	Bottom	1239.55	
STORY1	SY Dinamico Max	Bottom		1172.81

Comparando cortantes :						
Forma Regular $V_{din} > 80\%V_{est}$ en el primer entrespiso						
Forma Irregular $V_{din} > 90\%V_{est}$ en el primer entrespiso						
	Direccion X	Amplificar	Direccion Y	Amplificar		
90%Vestatico	1512.08		1512.08			
Vdinamico	1239.55	1.220	1172.81	1.289		
En el Caso S_x Dinamico = 9.81^*						
	1.220		11.97	Sera Scale factor		
En el Caso S_y Dinamico = 9.81^*						
	1.290		12.65	Sera Scale factor		
Cortante amplificadas						
TABLE: Story Forces						
Story	Load Case	Location	VX	VY		
			tonf	tonf	Cumple	
STORY1	Sismo en XX	Bottom	1512.08			
STORY1	SX Dinamico Max	Bottom	1515.00		OK	
STORY1	Sismo en YY	Bottom		1512.08		
STORY1	SY Dinamico Max	Bottom		1514.73	OK	
Desplazamientos Maximos al centro de masa						
Direccion X						
	UX	Z	Desplazamiento			Norma
Nivel	cm	m	Altura cm	Relativo	Distorsion	<0.007
STORY4	5.089	15.85	385	1.420	0.00369	Cumple
STORY3	3.669	12	385	1.483	0.00385	Cumple
STORY2	2.186	8.15	385	1.351	0.00351	Cumple
STORY1	0.835	4.3	430	0.835	0.00194	Cumple
Direccion Y						
	UY	Z	Desplazamiento			Norma
Nivel	cm	m	Altura cm	Relativo	Distorsion	<0.007
STORY4	3.738	15.85	385	1.118	0.00290	Cumple
STORY3	2.62	12	385	1.126	0.00292	Cumple
STORY2	1.494	8.15	385	0.967	0.00251	Cumple
STORY1	0.527	4.3	430	0.527	0.00123	Cumple

Cortante ESTATICO										
TABLE: Story Forces										
Story	ad Case/Com	Location	VX	VY						
			tonf	tonf						
Story1	sismo en X	Bottom	1680.0863	0						
Story1	sismo en Y	Bottom	0	1680.0863						
Coeficientes sismicos										
TABLE: Auto Seismic - User Coefficients										
Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used	Base Shear	
			%					tonf	tonf	
sismo en X	Seismic	X + Ecc. Y	5	Story4	Base	0.788	1	2132.0892	1680.0863	
sismo en Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	Story4	Base	0.788	1	2132.0892	1680.0863	
Periodo y Frecuencia de la edficiacion										
TABLE: Modal Periods and Frequencies										
Case	Mode	Period	Frequency							
		sec	cyc/sec							
Modal	1	0.405	2.470							
Modal	2	0.341	2.934							
Modal	3	0.232	4.319							
TABLE: Mass Summary by Diaphragm										
Story	Diaphragm	Mass X								
		tonf-s ² /m								
STORY4	D1	44.76								
STORY3	D1	57.38								
STORY2	D1	57.38								
STORY1	D1	57.90								
		217.42								

Cortante dinamica inicial						
TABLE: Story Forces						
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY		
			tonf	tonf		
STORY1	dinamico en X Max	Bottom	1239.5492			
STORY1	dinamico en Y Max	Bottom		1172.8101		
Cortante dinamica amplificada						
TABLE: Story Forces						
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY		
			tonf	tonf		
STORY1	SX Dinamico Max	Bottom	1515.0046			
STORY1	SY Dinamico Max	Bottom		1514.7302		
Esfuerzos direccion X						
TABLE: Story Forces						
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY	MX	MY
			tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
STORY4	SX Dinamico Max	Bottom	589.5563	168.889	650.2227	2269.7919
STORY3	SX Dinamico Max	Bottom	1062.2675	313.065	1848.7531	6292.6507
STORY2	SX Dinamico Max	Bottom	1362.6709	398.5997	3362.6724	11384.6455
STORY1	SX Dinamico Max	Bottom	1515.0046	433.5891	5201.4682	17692.4878
Esfuerzos direccion Y						
TABLE: Story Forces						
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY	MX	MY
			tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
STORY4	SY Dinamico Max	Bottom	173.2626	605.8708	2332.6028	667.0611
STORY3	SY Dinamico Max	Bottom	324.5045	1077.9507	6409.9753	1909.0527
STORY2	SY Dinamico Max	Bottom	416.2659	1372.0836	11530.1069	3493.3503
STORY1	SY Dinamico Max	Bottom	458.1796	1514.7302	17833.1688	5434.2469

Desplazamientos maximo considerando centro de masa dirección X								
TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements								
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	Z	Altura	Desplazamiento		Norma
			cm	m	cm	Relativo	Distorsion	<0.007
STORY4	D4	DesplazamientoX Max	5.089	15.85	385	1.420	0.00369	Cumple
STORY3	D3	DesplazamientoX Max	3.669	12.00	385	1.483	0.00385	Cumple
STORY2	D2	DesplazamientoX Max	2.186	8.15	385	1.351	0.00351	Cumple
STORY1	D1	DesplazamientoX Max	0.835	4.30	430	0.835	0.00194	Cumple
Desplazamientos maximo considerando centro de masa dirección Y								
TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements								
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UY	Z	Altura	Desplazamiento		Norma
			cm	m	cm	Relativo	Distorsion	<0.007
STORY4	D4	DesplazamientoY Max	3.738	15.85	385	1.118	0.00290	Cumple
STORY3	D3	DesplazamientoY Max	2.62	12.00	385	1.126	0.00292	Cumple
STORY2	D2	DesplazamientoY Max	1.494	8.15	385	0.967	0.00251	Cumple
STORY1	D1	DesplazamientoY Max	0.527	4.30	430	0.527	0.00123	Cumple
Desplazamientos máximos por pisos Dirección X								
TABLE: Story Drifts								
Story	Direction	Load Case/Combo	Drift	Z	Norma			
				m	<0.007			
STORY4	X	DesplazamientoX Max	0.004314	15.85	Cumple			
STORY3	X	DesplazamientoX Max	0.004505	12	Cumple			
STORY2	X	DesplazamientoX Max	0.004085	8.15	Cumple			
STORY1	X	DesplazamientoX Max	0.002215	4.3	Cumple			

Desplazamientos máximos por pisos Dirección Y									
TABLE: Story Drifts									
Story	Direction	Load Case/Combo	Drift	Z	Norma				
				m	<0.007				
STORY4	Y	DesplazamientoY Max	0.004126	15.85	Cumple				
STORY3	Y	DesplazamientoY Max	0.004234	12	Cumple				
STORY2	Y	DesplazamientoY Max	0.003684	8.15	Cumple				
STORY1	Y	DesplazamientoY Max	0.001804	4.3	Cumple				
Desplazamiento de un punto lateral dirección X									
TABLE: Joint Drifts									
Story	Label	Load Case/Combo	UX	Z	Altura	Desplazamiento		Norma	Drift X
			cm	m	cm	Relativo	Distorsion	<0.007	
STORY4	23	DesplazamientoX Max	5.9	15.85	385	1.651	0.00429	Cumple	0.004314
STORY3	23	DesplazamientoX Max	4.249	12	385	1.726	0.00448	Cumple	0.004505
STORY2	23	DesplazamientoX Max	2.523	8.15	385	1.570	0.00408	Cumple	0.004085
STORY1	23	DesplazamientoX Max	0.953	4.3	430	0.953	0.00222	Cumple	0.002215
Desplazamiento de un punto lateral dirección Y									
TABLE: Joint Drifts									
Story	Label	Load Case/Combo	UY	Z	Altura	Desplazamiento		Norma	Drift Y
			cm	m	cm	Relativo	Distorsion	<0.007	
STORY4	23	DesplazamientoY Max	4.923	15.85	385	1.448	0.00376	Cumple	0.003775
STORY3	23	DesplazamientoY Max	3.475	12	385	1.488	0.00386	Cumple	0.003876
STORY2	23	DesplazamientoY Max	1.987	8.15	385	1.287	0.00334	Cumple	0.003348
STORY1	23	DesplazamientoY Max	0.7	4.3	430	0.700	0.00163	Cumple	0.001628

Anexo 4. Irregularidades en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA						
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando			SI	Irregularidades de Resistencia – Piso Débil		
Factor de $I_a = 0.75$						
Nivel	Distorsion del piso en X	>1.4 deriva entrepiso siguiente	>1.25 prom. 3 derivas sup	Nivel	Fuerzas cortantes	fuerza cortante piso a otro <80%
Nivel 4	0.00144	0.957		Nivel 4	196.9635	55%
Nivel 3	0.00151	1.103		Nivel 3	354.8904	78%
Nivel 2	0.00137	1.845	1.94189	Nivel 2	455.2515	90%
Nivel 1	0.00074			Nivel 1	506.1443	
Distorsion Y						
Nivel 4	0.00126	0.974		Nivel 4	202.2915	56%
Nivel 3	0.001294	1.157		Nivel 3	359.9122	79%
Nivel 2	0.001118	2.059	2.254	Nivel 2	458.1189	91%
Nivel 1	0.000543			Nivel 1	505.7465	
Irregularidad Extrema de Rigidez			SI	Irregularidad Extrema de Resistencia		
Factor de $I_a = 0.50$						
Nivel	Distorsion X	>1.6 deriva entrepiso siguiente	>1.4 prom. 3 derivas sup	Nivel	Fuerzas cortantes	fuerza cortante piso a otro <65%
Nivel 4	0.001441	0.957		Nivel 4	196.9635	55%
Nivel 3	0.001505	1.103		Nivel 3	354.8904	78%
Nivel 2	0.001365	1.845	1.94189	Nivel 2	455.2515	90%
Nivel 1	0.00074			Nivel 1	506.1443	
Distorsion Y						
Nivel 4	0.00126	0.974		Nivel 4	202.2915	56%
Nivel 3	0.001294	1.157		Nivel 3	359.9122	79%
Nivel 2	0.001118	2.059	2.254	Nivel 2	458.1189	91%
Nivel 1	0.000543			Nivel 1	505.7465	
No deberia aplicarse a sotanos ni azoteas						
Irregularidad de Masa o Peso			NO			
Factor de $I_a = 0.90$						
Nivel	Masa	>1.5 peso siguiente				
Nivel 4	44.76	0.780				
Nivel 3	57.38	1.000				
Nivel 2	57.38	0.991				
Nivel 1	57.90					

Irregularidad Geométrica Vertical	NO		
Factor de $I_a = 0.90$			
La estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No se aplica sótano ni azotea			
A partir del 1 al 4 piso no varía la estructura resistente a cargas laterales			
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	NO		
Factor de $I_a = 0.80$			
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.			
Los muros estructurales mantienen su posición desde el 1 al 4 piso			
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	NO		
Factor de $I_a = 0.60$			
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			
	I_a se elige el menor valor =	0.75	
Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R		$R = R_0 * I_a * I_p$	
Sistema constructivo: Muros estructurales			
Coefficiente básico de Reducción $R_0 =$	6		
Edificación Irregular en Altura $I_a =$	0.5		
Edificación Irregular en Planta $I_p =$	0.75		
	$R =$	2.250	

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA						
Irregularidad Torsional						
Factor de $I_p = 0.75$						
Nivel	Punto de inspección Label	Desplaza. Relativo en un extremo	Dirección X Desplaz. Relativo CentMasa	>1.2	Deriva piso	Deriva piso >50% de 0.007
Nivel 4	23	0.552	0.474	1.165	0.002	26.92%
Nivel 3	23	0.576	0.496	1.161	0.002	25.62%
Nivel 2	23	0.525	0.451	1.164	0.002	23.29%
Nivel 1	23	0.318	0.279	1.140	0.001	17.40%
Sotano						
			Dirección Y	SI		SI
Nivel 4	23	0.484	0.37300	1.298	0.007	95.75%
Nivel 3	23	0.496	0.37600	1.319	0.007	92.87%
Nivel 2	23	0.430	0.32300	1.331	0.006	83.75%
Nivel 1	23	0.234	0.17600	1.330	0.004	57.44%
Irregularidad Torsional Extrema						
Factor de $I_p = 0.60$						
Nivel	Punto de inspección Label	Desplaza. Relativo en un extremo	Dirección X Desplaz. Relativo CentMasa	Deriva lado >1.5 deriva centro masa	Deriva piso	Deriva piso >50% de 0.007
Nivel 4	29	0.552	0.474	1.165	0.002	26.92%
Nivel 3	29	0.576	0.496	1.161	0.002	25.62%
Nivel 2	29	0.525	0.451	1.164	0.002	23.29%
Nivel 1	29	0.318	0.279	1.140	0.001	17.40%
			Dirección Y	No		SI
Nivel 4	88	0.484	0.37300	1.298	0.007	95.75%
Nivel 3	88	0.496	0.37600	1.319	0.007	92.87%
Nivel 2	88	0.430	0.32300	1.331	0.006	83.75%
Nivel 1	88	0.234	0.17600	1.330	0.004	57.44%
Esquinas Entrantes				NO		
Factor de $I_p = 0.90$						
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.						

Discontinuidad del Diafragma		NO		
Factor de $I_p = 0.85$				
La estructura se califi ca como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma.				
Sistemas no Paralelos		NO		
Factor de $I_p = 0.90$				
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.				
I_p se elige el menor valor = 0.75				

Anexo 5. Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: Espinoza Sandoval Jaime H DNI: 10178995

Especialidad del validador: ING. CIVIL

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

8 de Julio del 2018

Firma del Experto Informante.
Especialidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ DNI: 08599106

Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL

- ¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
- ³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

8 de Julio del 2018

Rodriguez

CARMEN BEATRIZ
RODRIGUEZ SOLIS
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 50202

Firma del Experto informante.
Especialidad



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo,

Dra. María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad Ingeniería Civil y Escuela Profesional de Ingeniería de la Universidad César Vallejo firma este, revisora de la tesis titulada

"Evaluación del comportamiento sismorresistente tomado como referencia las normas E.030-2003 y 2016 de la edificación del pabellón D de una Universidad de Lima este, 2018", del estudiante José Luis Quispe Añanca, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Tumin.

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

Lima 11 de julio del 2018

Firma

Dra. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567



Dirección de Investigación

Revisó



Responsable del SGC



Vicerrectorado de Investigación



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del comportamiento sismorresistente tomado como referencia las normas E.030-2003 y 2016 de la edificación del pabellón D de una Universidad de Lima conc, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:
Ing. Luis Quique Alzaca

ASESORES:
Dra. María Ysabel García Álvarez
Mg. Germán Fernández Casanovi Benzo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño sismico y estructural

LIMA - PERÚ
Año 2015 - I

Resumen de coincidencias

20 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

20 Coincidencias

1	Entregado a Universida...	6 %
2	www.repositorioscade...	4 %
3	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
4	tesis.pucp.edu.pe	1 %
5	Entregado a Universida...	1 %
6	repositorio.uchile.cl	1 %
7	repositorio.uancv.edu.pe	1 %
8	tesis.ucsm.edu.pe	1 %

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Jose Luis Quispe Añanca, identificado con DNI N° 42795886, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

"Evaluación del comportamiento sismorresistente tomado como referencia las normas E.030-2003 y 2016 de la edificación del pabellón D de una Universidad de Lima este, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33



FIRMA

DNI: 42795886

FECHA: Lima 17 de Julio del 2018.

				
Baboro	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Vicerrectorado de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, LA Dra. MARÍA YSABEL GARCIA ALVAREZ.

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

JOSE LUIS QUISPE AÑANCA

INFORME TITULADO:

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE TOMANDO
COMO REFERENCIA LAS NORMAS E.030 - 2003 Y 2016 DE LA EDIFICACIÓN DEL
PABELLÓN D DE UNA UNIVERSIDAD DE LIMA ESTE, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 17 de julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 13 (Trece)



9 = 03

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dra. María Ysabel García Álvarez