



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación de Respuesta Sísmica del Diseño del Muro Estructural
Aplicando las Normativas E.30 y Ch.433, Edificio El Progreso,
Cutervo, Cajamarca.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Matta Guevara Gilmer (ORCID: 0000-0002-3102-8263)

ASESOR:

Mgtr. Benites Chero Julio Cesar (ORCID: 0000-0002-6482-0505)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios por darme la fortaleza para continuar en mi trayecto de formación profesional y permitirme despertar cada mañana y brindarme los deseos de luchar en pos de alcanzar mis objetivos, por la salud, por la vida, por la familia.

Este trabajo lo dedico a mi hijo Josué Emiliano, por ser mi inagotable fuente de deseos de superación.

Jilmer

Agradecimiento

Agradecer de forma sincera a los docentes de la Universidad Cesar Vallejo quienes brindaron información relevante para la culminación de este proyecto de investigación.

Las infinitas gracias a mi familia padres y hermanos por su apoyo incondicional y desinteresado tanto económico como moral durante toda la faceta de mi formación profesional.

Agradecer a mi pareja Sarela por su constante apoyo.

Jilmer

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS	16
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS.....	37
ANEXOS	42

Índice de tablas

Tabla 01: <i>Tipo de suelo</i>	16
Tabla 02: <i>Clasificación de suelos</i>	16
Tabla 03: <i>Capacidad portante del suelo</i>	17
Tabla 04: <i>Periodo fundamental de vibración y masas participativas E.030</i>	19
Tabla 05: <i>Periodo fundamental de vibración y masas participativas Ch.433</i>	19
Tabla 06: <i>Fuerza cortante basal estática E.030</i>	20
Tabla 07: <i>Fuerza cortante basal estática Ch.433</i>	21
Tabla 08: <i>Fuerza cortante dinámica E-30</i>	21
Tabla 09: <i>Fuerza cortante dinámica Ch.433</i>	22
Tabla 10: <i>Verificación de sistema estructural</i>	26
Tabla 11: <i>Combinaciones de diseño placa 1</i>	30

Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Diagrama de flujo procedimiento del proyecto	14
<i>Figura 02:</i> Estructura modelada	18
<i>Figura 03:</i> Derivas máximas E-030 dirección X y Y	22
<i>Figura 04:</i> Derivas máximas Ch-433 dirección X y Y.	23
<i>Figura 05:</i> Cortantes E-30 dirección X y Y	23
<i>Figura 06:</i> Cortantes Ch-433 dirección X y Y	24
<i>Figura 07:</i> Desplazamientos E-30 dirección X y Y	24
<i>Figura 08:</i> Desplazamientos Ch-433 dirección X y Y	25
<i>Figura 09:</i> Fuerza cortante basal placas y columnas	25
<i>Figura 10:</i> Placas como elementos Piers	27
<i>Figura 11:</i> Asignación de acero a los núcleos de borde de la placa, refuerzos horizontal y vertical.....	27
<i>Figura 12:</i> Diagrama de interacción	29
<i>Figura 13:</i> Elevación de placa N.º 1	29
<i>Figura 14:</i> Plano de detalle de la distribución de acero.....	31

Resumen

El propósito de este trabajo de investigación es comparar la respuesta sísmica con las normativas peruanas E-030 y Chilena Ch-433, aplicadas a una edificación de concreto armado de siete niveles con un sistema de muros estructurales, mediante el análisis computarizado utilizando el Etabs 2019 V19.0.0.

La estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales calculados fueron igual para ambas normas, el metrado de cargas se realizó considerando lo establecido por cada país, procediendo a modelar la estructura en el software Etabs e ingresando las cargas muertas y cargas vivas calculadas, se obtuvo el peso de la estructura para el análisis sísmico estático y calcular los coeficientes de reducción sísmica, la distribución de fuerzas , cortante basal estática, respectivamente; obtenidos los periodos fundamentales, se calculó los espectros de diseño por medio de tabulación n para ser ingresado al software y realizar el análisis sísmico dinámico, obteniendo las máximas derivas, desplazamientos laterales, cortantes dinámicas, se obtuvo el porcentaje de participación de los elementos estructurales, para verificar el sistema estructural, corroborando un sistema de muros estructurales y se procedió con el diseño de placas.

Concluyendo que la norma Ch-433 establece parámetros más rigurosos para el análisis de estructuras a comparación de la norma E-030.

Palabras clave: Análisis, muros estructurales, desplazamientos, derivas.

Abstract

The purpose of this research work is to compare the seismic response with the Peruvian regulations E-030 and Chilean Ch-433, applied to a seven-level reinforced concrete building with a structural wall system, through the computerized analysis using the Etabs 2019 V19.0.0.

The structuring and pre-dimensioning of the calculated structural elements were the same for both standards, the load metering was carried out considering what was established by each country, proceeding to model the structure in the Etabs software and entering the calculated dead loads and live loads, the structure weight for static seismic analysis and calculate seismic reduction coefficients, force distribution, static basal shear, respectively; Once the fundamental periods were obtained, the design spectra were calculated by means of tabulation n to be entered into the software and performed the dynamic seismic analysis, obtaining the maximum drifts, lateral displacements, dynamic shear, the percentage of participation of the structural elements was obtained, To verify the structural system, corroborating a system of structural walls and proceeded with the design of plates.

Concluding that the Ch-433 standard establishes more rigorous parameters for the analysis of structures compared to the E-030 standard.

Keywords: Analysis, structural walls, displacements, drifts.

I. INTRODUCCIÓN

La actividad sísmica en el Perú, como en Chile a lo largo de los años ha dejado grandes daños estructurales y la pérdida de vidas humanas, lo cual ha conllevado al re estudio de sus normas sísmicas (E-030-2019, Perú) y (CH-433-2012, Chile) las cuales contienen las últimas estimaciones a seguir en el cálculo de una edificación.

El Perú en los últimos años ha incrementado su crecimiento y desarrollo en el rubro construcción, razón por la cual ha obligado al incremento del estudio en la ingeniería sísmo resistente, mediante la recopilación de datos de países más adelantados y con mayor actividad sísmica y se ha adaptado a las condiciones que presenta el país en un evento sísmico, el análisis sísmico en las edificaciones ha ido en constante evolución a consecuencia de nuevas herramientas y estudios lo que ha permitido precisar y predecir comportamientos frente a los sismos, es por esta razón que se analizara sísmicamente una estructura con muros estructurales, mediante las normas E-030 y CH433 ya que en están contemplados parámetros de evaluación a fin de disminuir los daños en favor de la población .

La presente investigación está basada en la comparación de las normas y sus parámetros establecidos por cada país mediante el comportamiento sísmico, los datos obtenidos se procesarán con el software Etabs 2017.

A nivel internacional, en primera instancia las estructuras fallan debido a un mal diseño estructural, ausencia de estudios de mecánica de suelos. Por lo que, en Chile, (Barrientos, 2016) en su tesis “La arquitectura de los terremotos en Chile”, menciona, en el año 2010 Chile fue víctima de un terremoto de (8,8° Richter) afectando el sur y centro del país, dejando como saldo las estructuras colapsadas, dejando grandes pérdidas materiales.

Las vibraciones que se produjeron por el seísmo fueron los detonantes para que las edificaciones fallen, las cuales afectaron a la parte morfológica hasta hacerla caer, en los sismos se puede ilustrar el comportamiento estructural, procedimiento constructivo y material en términos de sistema. De igual forma en Caracas, (Andres, 2014) en la Guía “Evaluación de edificaciones existentes con fines de adecuación sísmica” hace énfasis los eventos sísmicos ocurridos siendo la naturaleza la

protagonista en el Caribe y América Latina altera a las sociedades y repercute en el crecimiento sostenible de los pueblos. Chile y Haití ha sido escenario de grandes sismos, los grandes terremotos que han afectado estos países han repercutido en la economía, debido a los graves pérdidas humanas y materiales que han dejado en gran parte de sus escuelas, viviendas, edificios, hospitales, puentes, carreteras, aeropuertos, etc.

Se vieron afectadas. (Overview of the Structural Behavior of Columns, Beams, Floor Slabs and Buildings during the Earthquake of 2016 in Ecuador, 2017) Manifiesta las fallas de columnas son habituales durante un terremoto, y es una causa frecuente de derrumbe de edificios. El investigador las ciudades modificaron gradualmente sus columnas, introdujeron nuevos materiales y tecnologías de la construcción, y transformados sus columnas regulares, con distribución de masa similar y esbeltez limitada en edificios bajos (uno o dos pisos).

A nivel nacional: En Lima, (Gonzales, 2016) en su tesis: "Evaluación del comportamiento sísmico de una edificación con sistema MDL aplicando la NTP e030-2016 y la norma chilena 433-2012" menciona un país sísmico es el Perú, presenta registros sísmicos a lo largo del tiempo, siendo los terremotos de 1746 y 1868 los de mayor realce con intensidades de hasta XI MM que golpearon fuertemente al país. Por otra parte en Lima, (Sanchez, 2018) en su tesis "Análisis y diseño de edificios de concreto armado considerando la rigidez efectiva de sus elementos estructurales" Menciona la ingeniería sísmo resistente, es descrita como materia científica cuyo propósito es acrecentar la fortaleza de estructuras frente a un suceso sísmico, tuvo sus orígenes en los años 60, en ese entonces el proceso de diseño sísmo resistente era algo básico que solo tenía como enfoque impedir el colapso de las estructuras.

A nivel local: La autoconstrucción en la provincia de Cutervo ha sido atendida muy superficialmente o desatendida por parte del gobierno local y regional, generando un gran déficit cuantitativo y cualitativo; los factores que se contemplan son la utilización de métodos tradicionales obtenidos de manera empírica, dichas edificaciones se realizan sin ningún tipo de asistencia técnica, también carecen de la utilización de normas constructivas, especialistas, planificación, diseño, etc.

Lo que conlleva a una fácil destrucción ante un evento sísmico. Considerando lo anteriormente mencionado se plantea la realidad problemática: ¿Cuál es la respuesta sísmica del diseño del muro estructural aplicando las normativas E.030 y Ch?433 en el edificio “El Progreso”, Cutervo, ¿Cajamarca?

El presente proyecto de investigación presenta las siguientes justificaciones
justificación económica: Realizar construcciones mediante la aplicación de normas permitirá a largo plazo una mejor economía en, asegurando una continuidad de la vivienda frente a un sismo, justificación ambiental: Una estructura bien diseñada asegura resistencia ante un evento sísmico, pues si la estructura se desplomaría los escombros generarán efectos negativos en el ambiente, justificación técnica: Las normas en estudio son similares en su argumento, pero sus valores se distancian y también sus restricciones para poder efectuar el análisis sísmico de una estructura, justificación por relevancia:

El relacionar la norma E-030 con la NCh433 para testificar que respecto a los análisis sísmicos los resultados guardan relación uno del otro, y generar tranquilidad en las viviendas.

Esta investigación como objetivo general presenta: Comparar la respuesta sísmica del diseño del muro estructural aplicando las normativas E.030 y CH.433 en edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca. Estableciendo para tal fin como objetivos específicos:

- Describir las características geotécnicas del suelo del edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca.
- Realizar el análisis sísmico estático y dinámico de la estructura aplicando las normas E.030 y NCh.433.
- Analizar las derivas, cortantes y desplazamientos de la estructura.
- Diseñar el muro estructural, bajo las normativas E.030 y CH.433.
- Analizar los diagramas de momentos y cortantes de los muros estructurales.

En el vigente trabajo de investigación se propone como hipótesis la respuesta sísmica del diseño del muro estructural, es que la norma Ch.433 considera aspectos más exigentes que la E.030 en absorción de fuerza sismo, control de derivas y control del confinamiento de muros.

II. MARCO TEÓRICO

En Caracas, (Briceño Z, 2013) en su tesis, “Análisis y diseño de muros estructurales considerando las experiencias de los terremotos de Chile 2010 y Nueva Zelanda 2011” tuvo como objetivo fijar semejanzas entre las metodologías de análisis y diseño de muros estructurales de las normativas internacionales con la norma Venezolana, llegando a la conclusión de que se predomina la condición de 30 cm de espesor para muros con extremos de borde establecidos por la norma chilena, la cual guarda similitud con la inscrita en la versión de ACI 318-14. La cual da como sugerencia muros de mayor espesor planteada de forma indirecta

En Chile, (Haindl, 2014) en su tesis “Evaluación del desempeño sísmico de una vivienda de muros de hormigón armado” Tuvo como objetivo precisar que el factor de corrección respecto a la respuesta estructural (R) es admisible para el diseño de una edificación con muros de hormigón armado, llegando al resultado, las resistencias consideradas respecto al corte, con las ecuaciones dadas por Carrillo y Alcocer (2012) son 28% menores a las propuestas por el ACI 318-08 (2008). En ambos casos se verifica el diseño al. El factor máximo alcanzado, la resistencia máxima de corte es de 17% para los muros; donde concluye que para estimar el rendimiento se realizó un modelo simplificado no lineal para la vivienda en el software OpenSees.

En Barranquilla, (Barrera, 2013) En su tesis “Análisis comparativo del diseño para una edificación de 5 niveles, según las normas colombianas de sismoresistencia nsr-98 y la nsr-10, en zona de amenaza sísmica intermedia” tuvo como objetivo la comparación de resultados conseguidos de 2 análisis de estructuras de 5 pisos, ejecutados siguiendo las normas NSR-98 y NSR-10, llegando al resultado utilizando un ejemplo linealmente elástico de pórticos persistentes a periodos de concreto reforzado que son fuertes a la generalidad del poder de los sismos y estar adheridos o limitados a elementos más resistentes, que restrinjan los desplazamientos horizontales al verse impuestos a las fuerzas del sismo que limita el valor del periodo obtenido a través del análisis modal; donde concluye con la norma NSR 10 se obtiene mayor precisión con las estructuras que están diseñadas con particularidades geométricas poco sugeridas, expresadas con desigualdad en

altura, irregularidades en planta o carencia de reiteración en su sistema estructural, siendo más minucioso en estos puntos.

Según la revista Ingenierías en el artículo (Variación de las cuantías de acero de refuerzo de muros de concreto para las categorías de disipación de energía definidas en NSR-10, 2016) Concluye que en edificios de 5 pisos (alrededor de 12 m de altura), la cantidad de refuerzo está gobernada por el refuerzo en el alma. En estos edificios de baja altura se puede esperar un incremento de acero de refuerzo que varía entre 10% y 20% en un diseño con DES con respecto al diseño con DMI.

Según el artículo (Una revisión crítica de la práctica de diseño por sismo de estructuras en México, 2016) concluye que a medida que la edificación se acerca a la deriva máxima permisible, menor es el incremento del acero.

El artículo (Evaluación del comportamiento de muros no estructurales en edificios de la ciudad de México en el terremoto del 19 de septiembre 2017., 2019) llega a la conclusión en su estudio que las distorsiones máximas de entrepiso en un edificio para el sismo de diseño no excedan el valor de 0.8%, ya que valores de demandas mayores durante un terremoto podrían llevar a daños severos en muros divisorios cuya reparación podría ser excesivamente costosa o a colapsos de estos muros o elementos de fachada.

En el artículo (Muros estructurales y Diafragmas, 2017) llega a la conclusión que, debido a su rigidez, los muros absorben porcentajes muy importantes de las cargas sísmicas, por lo que es necesario diseñarlos con cuidado, pero, además, es necesario prestar atención a sus conexiones y a su comportamiento con otros elementos estructurales tales como las losas que, en este caso, debido a que trabajan no sólo ante cargas perpendiculares sino también paralelas a su plano

En el ámbito nacional: En Cusco, (García Acurio, 2016) en su tesis "Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso - deriva y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante los análisis sísmico dinámico, aplicado con la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2016 y la norma chilena de diseño sísmico de edificios NCh 433.0f1996 modificada en 2012" tuvo como propósito Determinar los desplazamientos laterales en una estructura dual usando las normas E.030 y NCh 433.0f1996., obteniendo

como efecto El Valor de $R = 11$, respecto a la Norma NCh.433, R factor utilizado para el estudio Dinámico, la norma chilena presenta estimaciones menores de desplazamiento tanto en X como en Y respecto a la norma peruana consiguiendo así el resultado para una estructura de 2.80 m de altura de entrepiso un valor de $R_x^* = 5.20$ y la deriva permisible es 0.002 h; donde concluye Al definir los valores de descentramientos laterales en una estructura dual de concreto armado en ambos sentidos, no se llega a efectuar, que los desplazamientos laterales en las soluciones conseguidos según NCh 433.of1996, son superiores que los planteados por la E.030.

En Lima, (Del Aguila, 2019) en su tesis “Respuestas sísmicas para un edificio de sistema de muros estructurales ubicado en el distrito de san miguel, comparando la norma e030 y la nch 433.of1996 - año 2019” tuvo como objetivo Comparar las soluciones de las distorsiones de entrepiso aplicando las normas peruana y chilena para los muros estructurales de una edificación, llegando al resultado en el estudio de las derivas obtenidas de cada norma se consiguieron valores de la misma índole que los desplazamientos presentando mayores valores que la E.030, la cual propone que las derivas o distorsiones de entrepiso respecto a la E.030 muestra resultados más moderados, donde concluye Las derivas o distorsiones de entrepiso relacionan son semejantes, la norma peruana instaura valores determinado para un material, para el concreto la deriva máxima admisible es 0.007 y la norma chilena plantea una máxima deriva admisible de 0.002 h.

En Tacna, (Alfaro, 2017) en su tesis “Estudio comparativo de la norma peruana e.030 diseño sismorresistente y la norma chilena nch433 diseño sísmico de edificios, y su aplicación a un edificio de concreto armado” tuvo como objetivo Realizar un estudio comparativo entre la norma E.030 y la norma Ch433 utilizando sus procedimientos de diseño sísmico a una estructura de concreto armado de uso vivienda, para constituir sus esenciales desigualdades y determinar que norma propone respuestas más veraces, llegando al resultado que sísmicamente las deformidades planteadas en la norma E-030 constituyen derivas inelásticas y que poseen ciertos límites de acuerdo al tipo de material, en su caso de aplicación para una edificio de concreto armado pretende obtener como resultados una deriva inelástica máxima menor o igual a 0.007. Consecuentemente la norma Ch-433

plantea derivas elásticas para estructuras con desplazamientos máximos relativos en dos niveles consecutivos.

En Tacna (Cutipa, 2018) En su tesis "Análisis comparativo de la respuesta sísmica de las normas de Perú, Chile, Japón y Estados Unidos, de un edificio de uso multifamiliar con sistema de concreto armado de diez niveles de altura" tuvo como objetivo comparar la respuesta sísmica de las normas de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón, llegando al resultado "Con respecto al espectro de respuesta sísmica. Se encuentra que, para edificaciones con un sistema dual de concreto armado de diez niveles, con un periodo mínimo a los 0.24 seg, la norma peruana es la más rigurosa.

La norma chilena es la más rigurosa en el espectro de aceleraciones para periodos comprendidos entre 0.24 a 0.95 segundos. Para periodos de 2.2 segundos en adelante, se observa que la norma de Japón es la más rigurosa con respecto al espectro de aceleraciones de respuesta sísmica.

En Perú (Archenti, 2018) En su tesis "zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas, Alto Amazonas—región de Loreto. Tuvo como objetivo definir la capacidad portante en los suelos de la localidad de lagunas, mediante muestreo y reconocimiento de los suelos, concluyendo que en la zona la capacidad portante varía entre 0.529 kg/cm² y 1.178 kg/cm², conforme a los estudios desarrollados, constando además la existencia de distintos tipos de suelos, la capacidad portante la determino con la teoría de Karl Terzaghi, para el proceso de cimentaciones cuadradas. Se clasifico las zonas de estudio respecto a sus propiedades mecánicas obtenidas, determinando que hay variación de capacidad portante en suelos similares y próximos.

En la provincia de Cutervo no se cuenta con un registro sísmico local, razón por la cual no se tienen estudios referidos a la evaluación sísmica sobre edificios construidos, los cuales en general son realizados de forma empírica por maestros de obra, concluyendo que en su conjunto no cumplen con la norma E-030.

Según el sitio web Andina Noticias no se tiene presencia de actividad sísmica de gran intensidad según El IGP precisando movimiento telúrico de intensidad II-III se sintió en Cutervo ubicándose el epicentro a 3 kilómetros al este de la ciudad de

Cutervo, distrito y provincia del mismo nombre, generando alarma en la población. Sin embargo, no se registró daños personales ni materiales.

Condiciones generales de diseño.

NTP E.030 El diseño sísmico tiene como filosofía principal “salvaguardar la vida humana” frente a la presencia de un evento sísmico, tomando como referencia el método constructivo más adecuado según las normas establecidas. El diseño sísmico tiene como objetivo el diseño, análisis y detalle de las estructuras respecto a su actuación frente a la ocurrencia de un sismo “terremoto de diseño”, establecido en los diferentes reglamentos o códigos, permitiendo a las mismas, acceder en el campo, para cumplir con la filosofía básica del diseño sismo resistente.

Norma chilena. CH 433: Los requisitos que establece la NCh 433 implanta condiciones exigibles para el diseño sísmico de estructuras, también incorporan sugerencias respecto a la valoración del daño sísmico y su restauración. La norma, aplicada en conjunto con las normas de diseño determinadas para cada elemento, está enmarcada a obtener estructuras que soporten sin destrucción movimientos sísmicos de intensidad prudente, en elementos no estructurales limiten el daño frente a un sismo mediana intensidad, Aunque se constaten fallas, eviten el colapso mientras el sismo de severa intensidad.

La aprobación de estas normas no afirma, en todos los casos, el desempeño de los objetivos antes referidos. “Algunas normas de diseño que se deben aplicar en Chile, Hormigón Armado: Decreto 60 -2011 con ACI 318-2008, Acero: AISC y AISI (americanas).

Comportamiento sísmico

La función sísmica radica en la elección de fuentes que permitan la apreciación adecuada en el detalle y dimensionamiento de los elementos no estructurales, contenidos y estructurales, de manera que, para las cimentaciones de terreno con movimientos definidos y con evidentes niveles más confiables, en la estructura los daños no deberán exceder ciertos estados límites.

Niveles de desempeño

Representa una situación límite o tolerable respecto a tres factores principales: Los potenciales deterioros físicos sobre los elementos que conforma la estructura, La funcionalidad de la estructura posterior al terremoto y la advertencia sobre la integridad de los habitantes de la estructura, es persuadida por los perjuicios.

Magnitud de movimiento sísmico

La amenaza sísmica engloba efectos directos tales como: licuefacción del suelo, desapegos de tierra, ruptura en la fuente y vibración en el terreno, efectos indirectos como incendios, deslizamientos y maremotos entre otros y asentamientos diferenciales. Objetivos de desempeño: En la ingeniería en primera instancia en el desempeño, consiste en la elección de las metas de desempeño sísmico para el diseño.

Entre los niveles de desempeño aceptados corresponden expresiones de acoplamiento de la edificación y el nivel de actividad sísmica supuesta. Para elegir estas metas, es imprescindible considerar los componentes tales como: la envergadura de desempeños que ocurren dentro de la edificación, ocupación, balances económicos, abarcar el costo de restauración y el costo de la intermisión de las funciones que se ejecutan en la parte interna, y contemplaciones de la estructura a nivel de importancia.

Según (Caiza, 2019) Los muros son elementos volumétricos con dos de sus dimensiones mucho más grandes a la tercera. Además, el plano formado por estas dos dimensiones es vertical, está sometido a diferentes cargas

Según (Lopez, 2016) define Deriva de piso, es el desplazamiento lateral relativo del piso por la acción de una fuerza horizontal con respecto al piso consecutivo.

Estructura de concreto armado: Una estructura en concreto es un elemento construido para soportar esfuerzos y cargas de una edificación. Las dimensiones y materiales varían de acuerdo a su tamaño y al uso que se le vaya a dar.

El (RNE, 2018) define al estudio de mecánica de suelos como conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación.

Análisis estructural

El análisis estructural consiste en el estudio de las estructuras por medio de la determinación de esfuerzos y deformaciones a las que se ven sometidas las estructuras por acción de agentes externos.

Análisis sísmico estático

El método sísmico estático (ME) es el ajustamiento a determinadas hipótesis de tipos de estructuración y comportamiento, representa para el análisis de estructuras una alternativa simplificada.

Respuesta sísmica

Es el valor que mide la reacción de la estructura frente a las vibraciones del suelo que la soporta, interacción suelo- estructura, una de las principales contribuciones al riesgo sísmico es la acción sísmica, previo al análisis sísmico.

Según el artículo (Efecto de grado de capacidad de disipación de grado de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra de muros de concreto reforzado, 2016) define a desplazamientos: Es el cambio de posición a la que está sometida la estructura bajo la acción de fuerzas, los componentes que lo conforman experimentan “deformaciones” (o pequeños cambios en su forma).

Fuerzas cortantes

Resultante o esfuerzo interno producto de las tensiones paralelas en la sección transversal que se ve sometidas un elemento estructural.

Distorsiones

Es la relación del máximo desplazamiento antes del colapso de la estructura, conocida como distorsión de entrepiso o deriva.

Placas

Son elementos estructuras bidimensionales planos de concreto armado rígidas, por lo común monolíticas, que separan las cargas aplicadas según un patrón multidireccional. (CSI, 2020)

Modelo estructural

Es cualquier conjunto de elementos estructurales o elemento estructural concebido en escala ya sea en prototipo o software con el propósito de ser ensayada para observar el reparto de sus elementos perpendiculares de apoyo en una estructura. (Saravia, 2013)

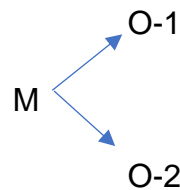
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Cuantitativo, debido a que los resultados con expresiones numérica que no cambian en el tiempo las cuales representan la respuesta sísmica del diseño del muro estructural.

Según las características del estudio este es una investigación del tipo Aplicada o tecnológica la cual es muy usada en Ingeniería civil ya que es la utilización de conocimientos en la práctica misma, permitiendo conocer el comportamiento de la norma E.030 y NCh.433 en la zona de estudio.

El diseño de la investigación es Descriptivo explicativo, ya que de la muestra que es el edificio se obtendrá información relevante aplicando las normas E.030 y NCh 433.



M = Muestra Muro Estructural.

O1= Muro Estructural Diseñado bajo la Norma E.030

O2= Muro Estructural Diseñado bajo la Norma CH.433

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Normativas E-030 y Ch-433

Variable Dependiente: Respuesta sísmica

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Elementos estructurales de concreto armado del edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca.

Muestra:

Los muros estructurales de concreto armado del edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca.

Muestreo:

Se ha considerado, como muestra seleccionar los muros estructurales, basado en que son los elementos que soportan la mayor cantidad de fuerza sísmica, dando la importancia de su diseño sobre todo los componentes estructurales que componen el edificio “El Progreso”.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**Técnicas de recolección de datos:**

La acumulación de la información para la presente investigación será la observación, el uso de planos, tesis nacionales e internacionales, libros, normas, artículos. La cual nos proporcionara datos de primera mano que se desarrollaran con el uso del software.

Instrumentos de recolección de datos:

- Etabs 2019.
- Word
- Excel.
- Planos
- Ensayos

3.5. Procedimientos

Fase 1: En esta fase se realizó la ubicación física, obtención de planos arquitectónicos del proyecto Edificio el Progreso.

Fase 2: Se efectuó los trabajos de campo, toma de muestras para los estudios de mecánica de suelos para obtener las características del suelo, determinar la capacidad portante del terreno de fundación de la edificación.

Fase 3: Aquí se realizó la estructuración, predimensionamiento, digitalización de planos, modelamiento de la estructura, realización de análisis sísmico de la estructura, mediante el uso de hojas de cálculo (Excel), software Auto CAD y Etabs.

Fase 4: En esta faceta se procedió a realizar el modelamiento, diseño y cálculo de acero de los elementos estructurales (muros estructurales).

Fase 5: Etapa en la que se realizó la revisión de documentación, instrumentos normativos, tesis para realizar la comparación de normas en el presente estudio.

Fase 6: En esta fase se obtuvo y verificó los resultados, consecuentemente se realizó las discusiones, conclusiones y recomendaciones.

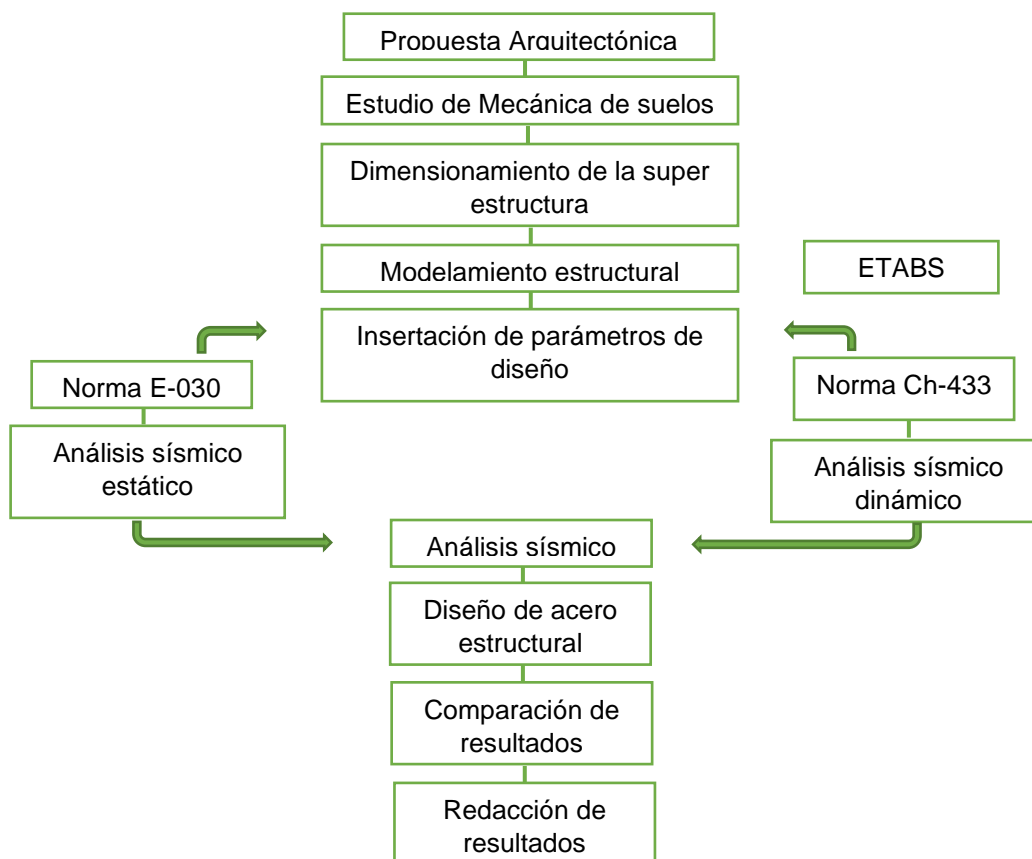


Figura 01: Diagrama de flujo procedimiento del proyecto

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

En primera instancia para el estudio de los datos, se iniciará con la utilización de los instrumentos de recolección, una vez conseguida la información se procesará en gabinete (diseño y análisis), según el planteamiento en la investigación, la cual a su vez facultará la obtención de las conclusiones necesarias, a las cuales se realizará algunas sugerencias para su mejora. Análisis de la averiguación. Se procederá a través de la descripción de los resultados.

3.7. Aspectos éticos

El Proyecto de Tesis se elaborará con responsabilidad, dignidad e integridad para beneficio de la población estudiantil futura de la Universidad Cesar Vallejo como enfoque orientador para posteriores trabajos de investigación en zonas adyacentes y sobre todo usuarios que tengan relación con la carrera de ingeniería Civil.

El tesista investigador se responsabiliza respecto a la veracidad de los datos y resultados, adquiridos en campo y los estudios desarrollados en gabinete (Excel, AutoCAD, Etabs).

IV. RESULTADOS

Respecto a las características geotécnicas del suelo con fines de cimentación del Edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca se tiene.

Tabla 01: *Tipo de suelo*

Calicata	Muestra	Clasificación SUCS	Análisis Químicos			Expansividad		
			Sales	Cloruros	Sulfatos	L.L	L.P	I.P
C-1	M-1	ML	499.20	63.19	288.96	43%	37%	6%
C-2	M-1	ML	559.60	67.10	336.48	37%	34%	4%

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la excavación a cielo abierto de dos calicatas para identificar el tipo de suelo, obteniendo como resultado un perfil estratigráfico que presenta un suelo limo de baja plasticidad, color marrón oscuro, semi húmedo, semi compacto, sin grava. (ML), con concentraciones no perjudiciales de sales, cloruros y sulfatos y con índice expansivo permitido para terreno de cimentación, según el sistema de clasificación SUCS y ASSTHO.

El perfil estratigráfico, en el área en estudio, nos presenta suelos clasificados (según el sistema de clasificación SUCS) como material:

Tabla 02: *Clasificación de suelos*

Tipo I:	Limo de baja plasticidad.
Tipo II:	Grava limosa con arena.
Tipo III:	Arena limosa con grava.

Fuente: Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

Sobre la capacidad portante del área de cimentación del Edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca se tiene.

Tabla 03: Capacidad portante del suelo

Calicata	Muestra	Clasificación SUCS	Df (m)	Capacidad admisible de carga	
				Qd (tn/m ²)	Qadm (Kg/cm ²)
C-1	M-1	ML	3.00	23.37	0.78
C-2	M-1	ML	3.00	22.91	0.76

Fuente: Elaboración propia

En base al perfil estratigráfico obtenido por medio de estudio de mecánica de suelos, las características físico-mecánicas del subsuelo y las sollicitaciones de carga en el terreno donde se va desplantar la cimentación y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas; se realizó el cálculo de la capacidad portante, obteniendo como resultado para la calicata 1 una Qd = 23.37 tn/m² y una capacidad admisible de Qadm = 0.78 kg/cm² y para la calicata 2 Qd = 22.91 tn/m² y una capacidad admisible de Qadm = 0.76 kg/cm².

Se determinó la capacidad portante admisible del terreno de cimentación, empleando la teoría de Terzaghi para falla local, de acuerdo a la siguiente relación.

Ecuación 1: Capacidad portante admisible.

$$q_{adm} = \frac{1}{f_s} \left[\frac{2}{3} C N_c + \gamma D f N_q + 0.5 B \gamma N_y \right] \text{Ciment. corrida, falla local}$$

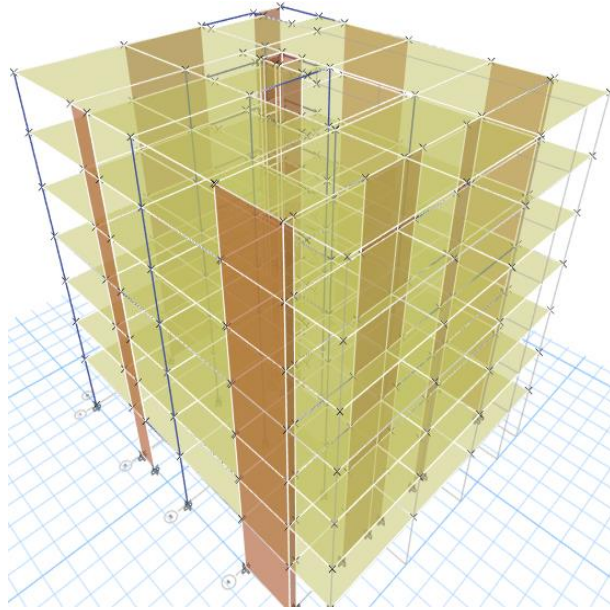


Figura 02: Estructura modelada

Fuente: Elaboración propia

Se desarrolló el modelamiento de la estructura en el programa ETABS 2019 para realizar el análisis sísmico, se modeló la estructura como pórticos planos en la que se componen de vigas, columnas y placas conectados por losas idealizado como diafragmas rígidos en cada entrepiso, Culminado el modelado de la edificación se procede a asignar las cargas según la norma E-020 previamente calculadas en el Excel, las cargas de piso terminado, escaleras, tabiquería y sobrecarga.

Ecuación 2:

Periodo fundamental de vibración E-030.

$$T=hn/Ct$$

Ecuación 3: Periodo fundamental de vibración Ch-433

$$T''=2\pi\sqrt{(P/(g*k))}$$

Tabla 04: *Periodo fundamental de vibración y masas participativas E.030*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0,646	0,3076	0,3908	0,161	0,118	0,048	0,161	0,118	0,048
Modal	2	0,626	0,4122	0,319	0,139	0,167	0,001	0,299	0,285	0,048
Modal	3	0,462	0,0197	0,0187	0,010	0,013	0,686	0,309	0,298	0,734
Modal	4	0,164	0,1011	0,0359	0,094	0,288	0,016	0,403	0,586	0,750
Modal	5	0,146	0,0474	0,13	0,308	0,117	0,001	0,711	0,702	0,751
Modal	6	0,103	0,0184	0,0121	0,024	0,036	0,155	0,735	0,738	0,905
Modal	7	0,073	0,0353	0,0106	0,027	0,087	0,009	0,762	0,825	0,914
Modal	8	0,063	0,0146	0,0428	0,111	0,037	0,000	0,873	0,862	0,914
Modal	9	0,044	0,0091	0,0058	0,016	0,025	0,044	0,889	0,888	0,958
Modal	10	0,043	0,0116	0,0032	0,011	0,038	0,009	0,900	0,926	0,967
Modal	11	0,038	0,0061	0,0164	0,052	0,019	0,000	0,952	0,945	0,967
Modal	12	0,029	0,0065	0,0025	0,008	0,020	0,001	0,960	0,966	0,968

Fuente: Elaboración propia

Tabla 05: *Periodo fundamental de vibración y masas participativas Ch.433.*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RX	RY	RZ	Sum RX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0,657	0,3194	0,3781	0,1538	0,1212	0,0495	0,15	0,121	0,049
Modal	2	0,635	0,3997	0,3316	0,1431	0,1614	0,0004	0,29	0,282	0,049
Modal	3	0,467	0,0209	0,019	0,0108	0,0136	0,6837	0,30	0,296	0,733
Modal	4	0,167	0,1008	0,0361	0,0947	0,2885	0,0163	0,40	0,584	0,749
Modal	5	0,148	0,0474	0,1299	0,309	0,1175	0,0006	0,71	0,702	0,750
Modal	6	0,104	0,0183	0,012	0,0241	0,0356	0,1551	0,73	0,737	0,905
Modal	7	0,074	0,0352	0,0107	0,0271	0,0869	0,0085	0,76	0,824	0,914
Modal	8	0,064	0,0146	0,0427	0,1106	0,0374	0,0003	0,87	0,862	0,914
Modal	9	0,045	0,0101	0,0062	0,0171	0,0284	0,0418	0,89	0,890	0,956
Modal	10	0,044	0,0106	0,0028	0,0095	0,0351	0,0108	0,89	0,925	0,967
Modal	11	0,038	0,0061	0,0163	0,0521	0,0194	0,0001	0,95	0,945	0,967
Modal	12	0,03	0,0064	0,0025	0,0079	0,0201	0,0011	0,95	0,965	0,968

Fuente: Elaboración propia

Se calculó el periodo fundamental, previamente modelada la estructura con el software Etabs 2019, definiendo un diafragma rígido, considerando 12 modos, obteniendo según la norma E-030 en el primer modo un periodo de 0,657 seg y una masa participativa de 38% en Y, en el segundo modo un periodo de 0,626 seg, una masa de 41% en X y en el tercer modo un periodo de 0,462 con una masa de 69% de rotación en Z.

Respecto a la norma Ch-433 se obtuvo en el primer modo un periodo de 0,657 seg y una masa participativa de 38% en Y, en el segundo modo un periodo de 0,635 seg, una masa de 40% en X y en el tercer modo un periodo de 0,467 con una masa de 68% de rotación en Z.

Se puede deducir que el primer modo es traslacional en Y, el segundo modo es traslacional en X y el tercer periodo es rotacional en Z. El resultado del 90% requerido se alcanzó en el sexto modo predominante en la dirección de análisis.

Referente al análisis sísmico estático con las normas E.030 y Ch.433 del Edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca se precisa.

Ecuación 4:

Fuerza cortante basal estática E.030.

$$V=(ZUCS/R)P$$

Ecuación 5:

Fuerza cortante basal estática Ch-433.

$$Q_0=CIP$$

Tabla 06: *Fuerza cortante basal estática E.030*

Output Case	Case Type	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SEX	LinStatic	316,163	0	0	0	-5745,7437	4398,5247
SEY	LinStatic	0	306,3728	0	5574,1028	0	-3537,6819

Fuente: Elaboración propia

Tabla 07: Fuerza cortante basal estática Ch.433

Output Case	Case Type	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SEX	LinStatic	51,1837	0	0	0	-927,7462	707,2642
SEY	LinStatic	0	51,1837	0	928,8953	0	- 588,0268

Fuente: Elaboración propia

Se definieron los parámetros sísmicos establecidos en las Normas E-030 y Ch-433, la ubicación, el tipo de suelo, configuración estructural, tipo de uso, peso de la estructura y las posibles irregularidades, E-030 una fuerza cortante estática de 316,163 ton para la dirección en X y para la dirección en Y una cortante basal de 306,3728 ton; con la norma Ch-433 se obtuvieron fuerzas cortantes de 51,1837 ton para la dirección en X y 51,1837 ton para la dirección en Y.

Respecto al análisis sísmico dinámico con las normas E.030 y Ch.433 del Edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca se precisa.

Ecuación 6:

Aceleración Espectral E.030.

$$Sa=ZUSC/R \text{ g}$$

Ecuación 7:

Aceleración Espectral Ch-433.

$$Sa=(SAo*\alpha)/(R*/I)$$

Tabla 08: Fuerza cortante dinámica E-30

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SIS DIN X	LinRespSpec	Max	124,628 1	29,8698	0	465,7989	2133,080 2	1463,184 7
SIS DIN Y	LinRespSpec	Max	29,8698	123,591 1	0	2117,977 9	462,0565	1203,332 1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 09: Fuerza cortante dinámica Ch.433

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SIS DIN X	LinRespSpec	Max	24038,38	5732,6227	3,7E-06	96139,108	414700,493	277437,75
SIS DIN Y	LinRespSpec	Max	5732,6227	23736,09	9,5E-06	411615,569	95401,6768	229126,68

Fuente: Elaboración propia

Se definió el espectro de aceleraciones de ambas normas y se insertó en el software Etabs, para la realización del análisis sísmico dinámico, obteniéndose como resultados para la norma E-030 una fuerza cortante de 124,6281 ton-f en la dirección X y en la dirección Y una fuerza cortante de 123,594 ton-f, para la norma Ch-433 los valores para la dirección en X = 24038,38 tn-f y para Y = 23736,09 tn-f respectivamente.

Referente al análisis de derivas, cortantes y desplazamientos con las normas E.030 y Ch.433 del Edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca se detalla.

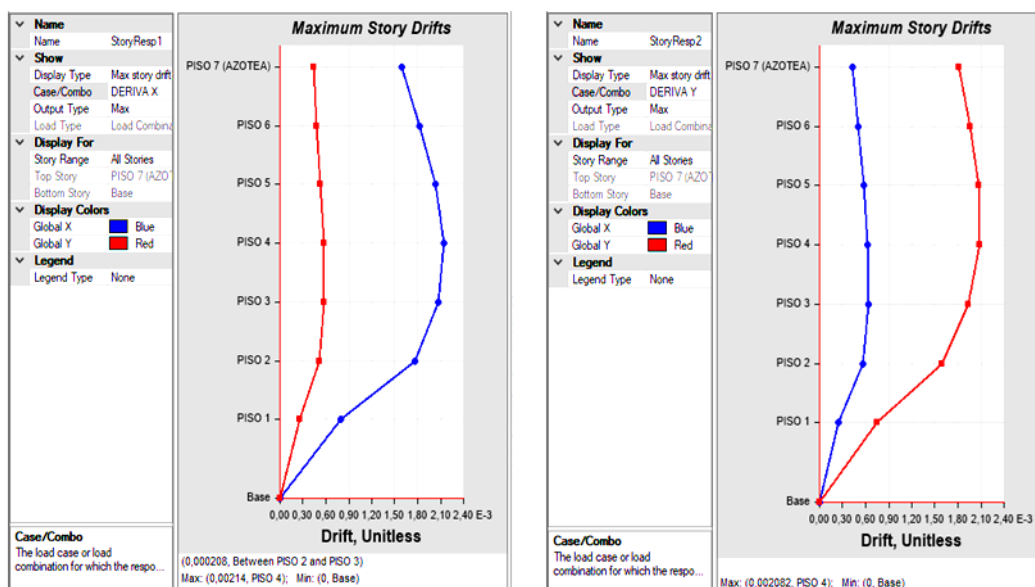


Figura 03: Derivas máximas E-030 dirección X y Y

Fuente: Elaboración propia

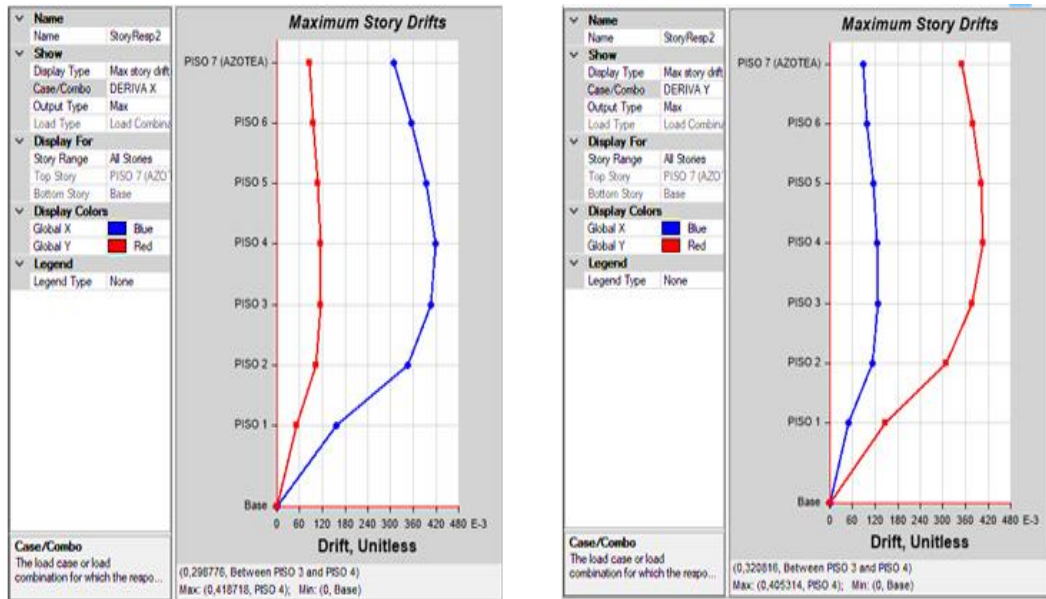


Figura 04: Derivas máximas Ch-433 dirección X y Y.

Fuente: Elaboración propia

Se analizó la estructura obteniendo con la norma E-030 una deriva máxima en X= 0,00214, para la dirección en Y= 0,002082 ambas en el piso 4, estando en los parámetros determinados por la norma E-030 cuyo valor es de 0.007 y para la norma Ch-433 una deriva máxima en X = 0,418718 y para la dirección en Y= 0,405314, no cumpliendo con lo establecido por su norma = 0,002.

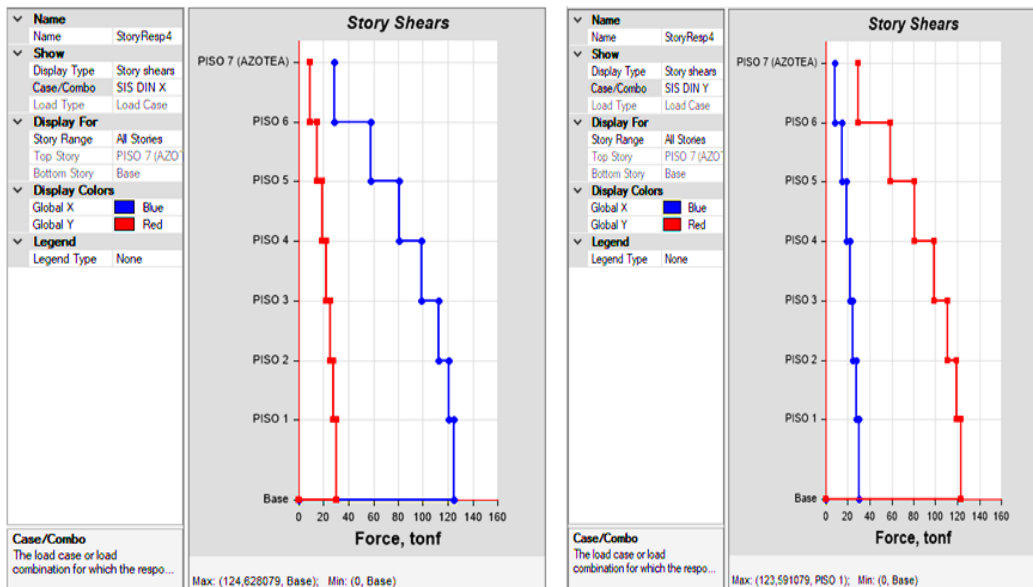


Figura 05: Cortantes E-30 dirección X y Y

Fuente: Elaboración propia

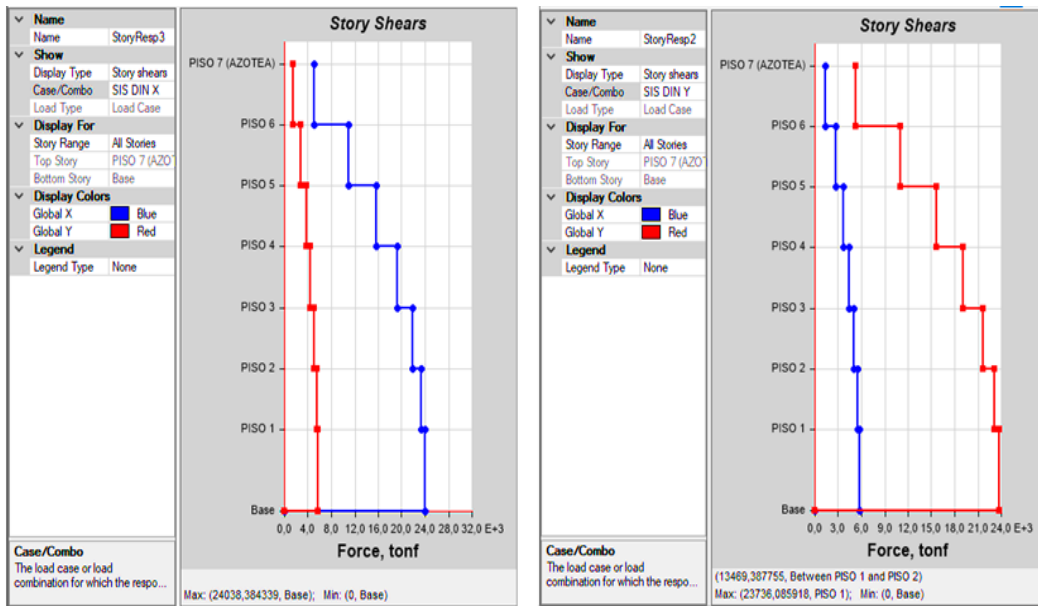


Figura 06: Cortantes Ch-433 dirección X y Y

Fuente: Elaboración propia

Analizando la estructura se obtuvo cortantes según la norma E-30 en la dirección X = 124,63 ton-f y para dirección Y = 123,59 tn-f, respecto a la norma Ch-433 la cortante en dirección X = 24038,38 ton-f y para dirección Y = 23736,09 tn-f.

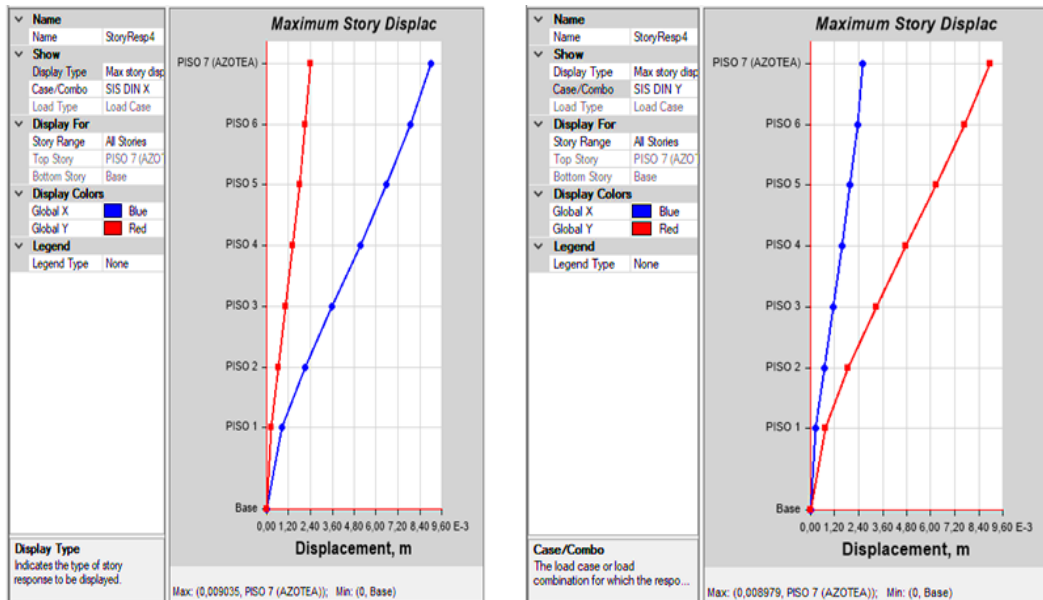


Figura 07: Desplazamientos E-30 dirección X y Y

Fuente: Elaboración propia

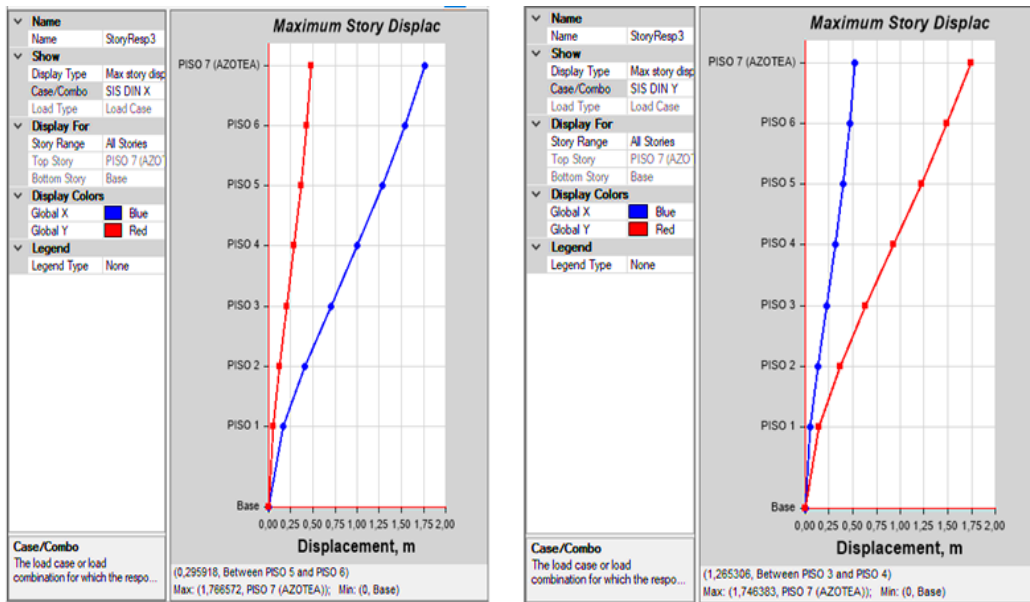


Figura 08: Desplazamientos Ch-433 dirección X y Y

Fuente: Elaboración propia

De la estructura analizada con la E-030 se obtuvo como resultados de desplazamientos máximo en el piso 7 en la dirección X = 0,009035 m y en la dirección Y = 0,008979 m; y con la norma Ch-433 en X = 1,766572 m y en la dirección Y = 1,746383 m.

Respecto a la verificación del sistema estructural del Edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca se precisa.

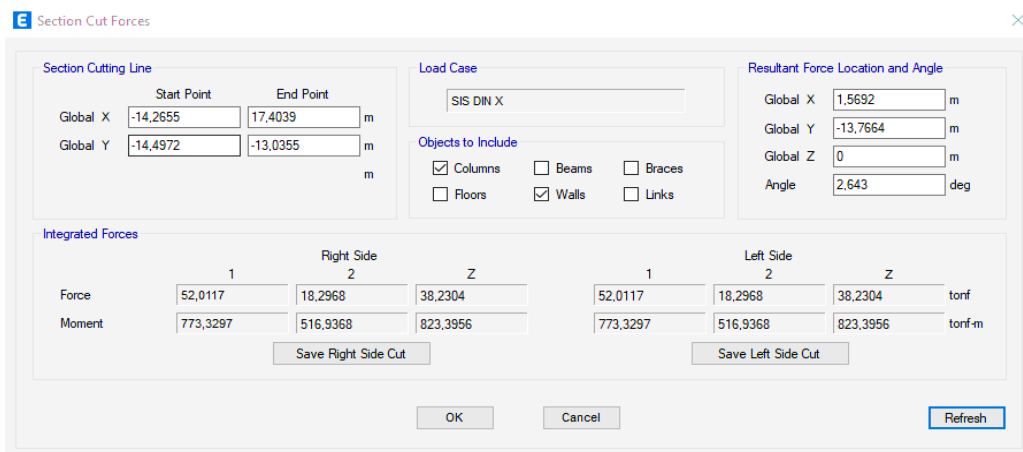


Figura 09: Fuerza cortante basal placas y columnas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Verificación de sistema estructural

VDXX=	
VDXX (TON)	
VPLACA	51,372
VCOLUMNA	0,6415
%PLACA	98,767
%COLUMNA	1,233
VDYY=	
53,38 ton	
VDYY (TON)	
VPLACA	50,506
VCOLUMNA	2,876
%PLACA	94,612
%COLUMNA	5,388

Fuente: Elaboración propia

En los parámetros sísmicos definidos, se asumió la estructura como un sistema de muros estructurales por la cantidad de placas distribuidas en la edificación.

Razón por la cual esta consideración debe ser justificada mediante resultados, es por ello que se verificará con la cortante dinámica obtenida anteriormente. La Norma E.030 indica que para que una estructura se clasifique como muros estructurales, las placas deben predominar como elementos de resistencia sísmica y sobre los que actúa al menos el 70% de la cortante basal, siendo los resultados obtenidos de 97.58% en X y 98.626 en Y valores mayores a los establecidos en la norma.

Respecto al diseño del muro estructural del Edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca se tiene.

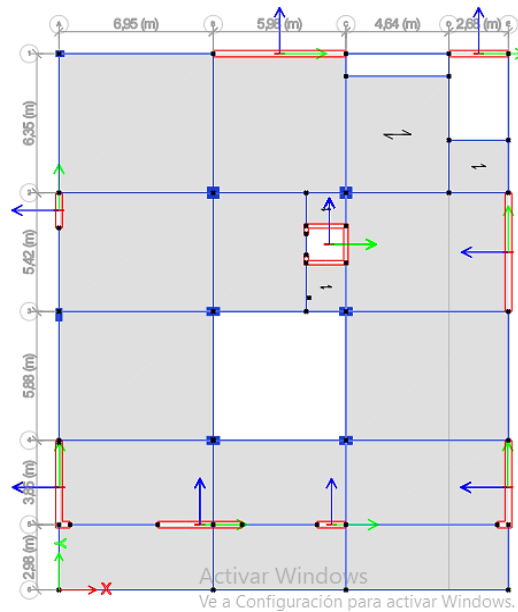


Figura 10: Placas como elementos Piers

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el diseño correspondiente a la placa PL-1 del eje 1-1 entre B-C, siendo la de mayor longitud (5,98m) La placa se modelo como elementos Shell, sin embargo, para obtener sus fuerzas internas y realizar el diseño de estas se debe definir y asignar como elementos "Piers". A cada placa se le definirá un nombre para que cuando se inicie el análisis poder obtener sus resultados según el Pier definido.

Respecto al diseño por flexo compresión del muro estructural del Edificio "El Progreso", Cutervo, Cajamarca se tiene.

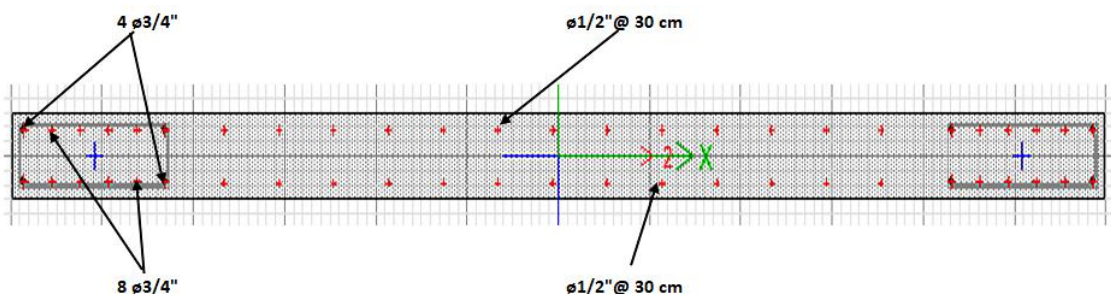


Figura 11: Asignación de acero a los núcleos de borde de la placa, refuerzos horizontal y vertical

Fuente: Elaboración propia

El diseño por flexocompresión de la placa comenzó por establecer las dimensiones de los núcleos de borde. Según la norma E-0.60 establece un valor estimado de la longitud igual a:

Ecuación 8:

Longitud de borde.

$$L_b = 0,15 \cdot l_m$$

$$L_b = 0,15 \times 5,98 = 89\text{cm.}$$

Cálculo de cuantía

El refuerzo que se utilizó en los núcleos de borde, por lo general se comienza con una cuantía estimada del $p=1\%$ y se comprobará si cumple con las fuerzas demandadas.

Ecuación 9:

Cuantía de acero

$$A_s = \rho \cdot B \cdot H \quad A_s = \rho \cdot B \cdot H = 1\% \cdot 90 \cdot 30 = 27 \text{ cm}^2$$

Se escogieron barras de acero de refuerzo $4\phi 3/4" + 8\phi 5/8"$ para los núcleos de borde de la placa

Para el refuerzo vertical en el alma se consideró una cuantía por metro cuadrado según E-060 por temas de fisuración considera un mínimo exigido de $p=0.25\%$, $A_s = 0.0025 \times 100 \times 30$, lo cual nos da $7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$. En dos filas de refuerzo (exigencias de la norma para más de 20 cm de espesor de muro).

Se calculó el espaciamiento para varillas de $\phi 1/2"$.

Ecuación 10:

Espaciamiento de varillas.

$$S = (2 \cdot A_{sb}) / A_{sreq}$$

En el software se asignan los aceros para obtener los valores para los diagramas de interacción y ver si cumplen o se debe aumentar el acero.

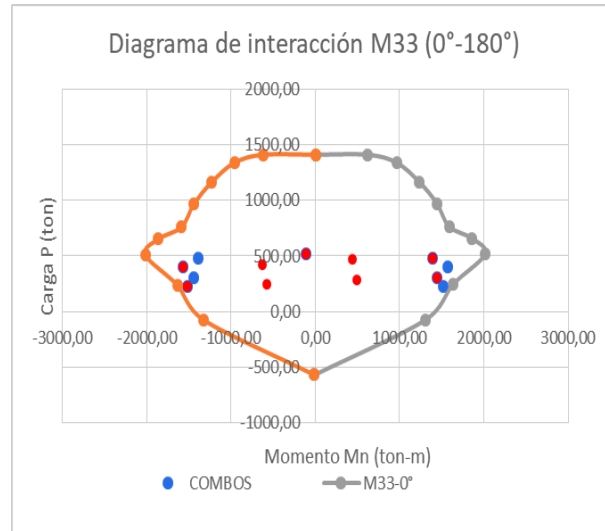


Figura 12: Diagrama de interacción

Fuente: Elaboración propia

Respecto al diseño por cortante del muro estructural del Edificio “El Progreso”, Cutervo, Cajamarca se tiene.

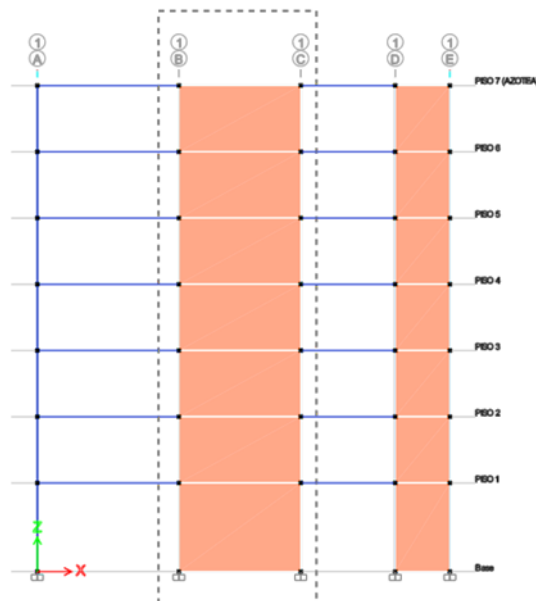


Figura 13: Elevación de placa N.º 1

Fuente: Elaboración propia

Se consideró un refuerzo para el confinamiento de estribos de $\varnothing 3/8$ "

La menor dimensión de la sección transversal del elemento de borde =30 cm

Se escoge el valor menor, por lo que, el espaciamiento del confinamiento en los núcleos de borde será $s=15$ cm

Respecto al diseño por capacidad se realizó para asegurarse que el elemento falle por flexión antes que por cortante.

La cortante de diseño, deberá compararse a la cortante por capacidad en flexión instalada del muro.

Ecuación 11:

Cortante de diseño. $V \geq V_{ua}(M_n/M_{ua})$

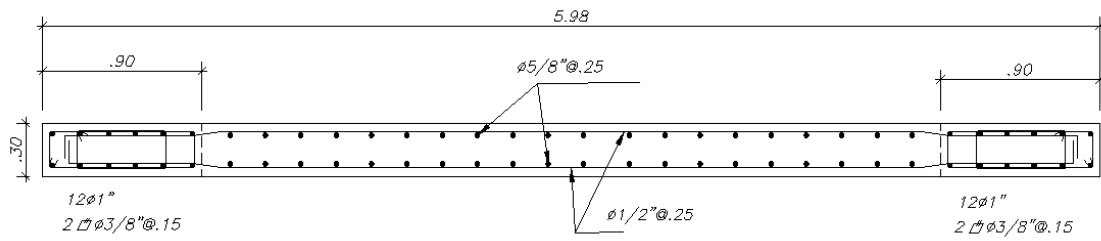
De la combinación U3=1.25 (CM+CV)-SXDISEÑO, se obtiene un valor máximo de cortante en la dirección del sismo en X-X, por lo que se opta por usar esa combinación. Se tiene como carga axial 405,20 ton, un momento ultimo $M_{ua}=1572,80$ ton.m y una cortante $V_{ua}=122,98$ ton

Tabla 11: Combinaciones de diseño placa 1

		COMBINACIONES DE DISEÑO					
		P (ton)	V22 (ton)	V33 (ton)	T (tn-m)	M22 (ton.m)	M33 (ton.m)
U1=1.4CM+1.7CV		515,84	0,72	3,86	0,57	5,31	-113,19
SISMO XX	U2=1.25(CM+CV)+SXDISEÑO	484,42	124,35	3,59	0,91	6,10	1388,10
	U3=1.25(CM+CV)-SXDISEÑO	405,20	-122,98	2,90	0,05	2,82	-1572,80
	U4=0.9CM+SXDISEÑO	306,90	124,29	1,99	0,70	3,91	1443,21
	U5=0.9CM-SXDISEÑO	227,68	-123,05	1,31	-0,16	0,63	-1517,69
	U2=1.25(CM+CV)+SYDISEÑO	467,64	49,64	4,76	1,36	11,93	443,29
SISMO YY	U3=1.25(CM+CV)-SYDISEÑO	421,98	-48,28	1,73	-0,39	-3,01	-627,99
	U4=0.9CM+SYDISEÑO	290,12	49,58	3,16	1,14	9,74	498,41
	U5=0.9CM-SYDISEÑO	244,46	-48,34	0,13	-0,60	-5,20	-572,88

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la elaboración de plano a detalle de los aceros distribuidos en el muro del Edificio “El Progreso” se precisa.



PLACA PL-1 (0.30x5.98)

Figura 14: Plano de detalle de la distribución de acero

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos descubiertos, acepto que concuerda con la hipótesis planteada en este estudio que establece que la Norma Chilena Ch-433 presenta un mayor control de derivas y control de confinamiento de muros, ya que establece aspectos más exigentes que la Norma Peruana E.030, analizando la estructura se adquirió una máxima deriva en $X = 0,00214$ en el piso 4, estando en los parámetros fijados por la norma E-030 cuyo valor es de 0.007 en el análisis con la norma Ch-433 se obtuvo una deriva máxima en $X = 0,418718$ en el piso 4 siendo mayor al establecido en la Ch-433 cuyo valor es 0.002.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo que sostienen (Garcia Acurio, 2016) y (Alfaro, 2017) quienes evidencian que la norma E-030 establece que las derivas son inelásticas y se tienen límites según el tipo de material con una deriva máxima inelástica menor o igual a 0.007, en cambio para la norma chilena las derivas calculadas son elásticas la deriva permisible es 0.002. Estos autores manifiestan que al definir los valores de desplazamientos laterales en una estructura de concreto armado en ambos sentidos, no se llega a efectuar que los desplazamientos laterales en los resultados conseguidos según la norma Ch 433.of1996, son superiores que los planteados por la norma E.030, la norma chilena tiene menores valores con respecto a las deformaciones y derivas de entrepiso que la norma peruana. Ello es acorde con lo que en este estudio se encuentra.

Según el estudio se puede contrastar que la norma peruana presenta menores controles de derivas de entrepiso y desplazamientos y se tiene que revisar los parámetros sísmicos ya que de estas fuentes se considera los valores para los estudios sísmicos.

La intención de comparar la respuesta sísmica del diseño del muro estructural aplicando las normativas E.030 y CH.433 en el Edificio "El Progreso" motivo la presente investigación, la cual evidencia que para edificaciones de 7 niveles de concreto armado con un sistema de muros estructurales, con un periodo de 0,657 seg en el eje traslacional Y la norma Chilena es más rigurosa, que la norma Peruana con un periodo traslacional en Y 0,657 seg; en la obtención del 90% de

masa participativa ambas normas las obtienen en el 6 modo. De lo planteado se acepta la hipótesis donde se refiere que la norma Ch-433 presenta valores más rigurosos frente a la norma E-030.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo concluido por (Cutipa, 2018), quien evidencia en su estudio que respecto a los espectros de respuesta sísmica para un sistema Dual de concreto armado se registrar un periodo inferior a los 0.24 segundos, la norma peruana es la más rigurosa. La norma chilena es la más rigurosa en el espectro de aceleraciones para periodos comprendidos entre 0.24 a 0.95 segundos.

En esta investigación se planteó describir las características geotécnicas del suelo donde se observa variaciones en los puntos de excavación, la calicata 2 presenta mayor cantidad de agentes químicos sales 559.60, cloruros 67.10 y sulfatos 336.48 y tiene menores valores en cuanto a expansividad, respecto a la calicata 1.

En base al perfil estratigráfico obtenido por medio del estudio de mecánica de suelos, se determina que ambas calicatas presentan un suelo ML y las solicitaciones de carga presentan una ligera variación C-1 capacidad portante, $Q_d = 23.37 \text{ tn/m}^2$ y una capacidad admisible de $Q_{adm} = 0.78 \text{ kg/cm}^2$ y C-2, capacidad portante, $Q_d = 22.91 \text{ tn/m}^2$ y una capacidad admisible de $Q_{adm} = 0.76 \text{ kg/cm}^2$. Eso quiere decir que existe una ligera variación respecto a las condiciones de terreno, pese a estar tan próximos.

Los datos guardan relación con lo que sostiene (Archenti, 2018), quien evidencia que existe variación de suelo, propiedades físicas mecánicas, capacidad portante en zonas próximas.

En tal sentido recalcar que la realización de varias calicatas en el estudio de mecánica de suelos es de gran importancia, pese a lo indicado en la norma la cual especifica en la tabla 6 respecto a los puntos de exploración que para edificaciones con áreas techadas en planta menores de 900 m² de área techada es requerido la realización de un solo punto de exploración.

En esta investigación se planteó realizar el análisis sísmico estático y dinámico, de la cual se observa que en el análisis sísmico estático la norma E.030 presenta mayores valores de cortante basal obtenidos previo al modelamiento en software Etabs 2019 con una cortante en X = 316,163 ton y una cortante en Y = 306,3728 ton; la norma Ch-433 presenta menores valores de cortante basal en X = 51,1837 ton y una cortante en Y = 51,1837 ton.

Respecto al análisis sísmico dinámico se contempla que la norma E-030 presenta mayores valores de cortante dinámica con valores en X = 124,6281 ton-f y cortante dinámica en Y = 123,594 ton-f y de la norma Ch-433 se obtuvieron valores de cortante dinámica en X = 24038,38 tn-f y cortante dinámica en Y = 23736,09 tn-f

Para concretar estos resultados se extrajeron de las normas los parámetros sísmicos establecidos como zona, suelo, periodos, coeficientes de amplificación sísmica, categoría de las edificaciones, coeficiente de reducción, irregularidades estructurales en planta, irregularidades estructurales en altura, coeficiente de reducción sísmica.

De los resultados obtenidos se puede verificar que guardan relación con lo que sostiene (Barrera, 2013), donde concluye que se debe ser minucioso respecto a la evaluación con las estructuras que están diseñadas con particularidades geométricas poco sugeridas, manifestadas con desigualdad en altura, irregularidades en planta o carencia de reiteración en su sistema estructural.

Es de gran relevancia considerar lo establecido en las normas de diseño sismoresistente para un buen diseño de estructuras, capaces de resistir a sollicitaciones sísmicas de gran magnitud.

VI. CONCLUSIONES

1. En el presente estudio se evaluó las características geotécnicas del suelo con fines de cimentación para el “Edificio El Progreso” teniendo con referente a la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones y E.030 Diseño Sismoresistente, con el propósito de identificar las características físicas y mecánicas del suelo de fundación se registró un total de dos calicatas a una profundidad de 3 metros, esto nos permite identificar e interpretar las características y resistencia del terreno en la zona de estudio, evaluar y determinar el perfil estratigráfico y clasificarlos (según el sistema de clasificación SUCS).
2. De los resultados de ensayos de laboratorio se pudo determinar que el estrato donde ira apoyada la estructura es un limo de baja plasticidad con presión admisible del terreno de 0.78 kg/cm^2 , de la capacidad portante $Q_d = 23.37 \text{ tn/m}^2$ y un asentamiento inmediato de 1.78 cm , menor al máximo permisible 2.54 cm , no presenta agentes químicos perjudiciales para los elementos estructurales de la subestructura.
3. Del análisis sísmico estático en el Etabs se concluye que la estructura en estudio no presenta irregularidades en planta ni en altura, el sistema estructural asignado es idóneo para hacer frente a eventos sísmicos ya que los muros estructurales aportan rigidez a la estructura
4. Los resultados obtenidos de las derivas para la norma E.030 están en el rango propuesto $X = 0,00214$ en el piso 4, la norma establece un valor de 0.007 , pero la norma Ch-433 plantea un valor de 0.002 , obteniéndose un mayor valor al establecido deriva máxima en $X = 0.042871$ en el piso 4.
5. Del modelamiento y posterior análisis se concluye que la norma E.030 presenta valores menores de derivas de entrepiso y desplazamientos, el edificio obtuvo un periodo fundamental en los tres primeros modos en el análisis, el 90% de masas participativa se obtuvieron en los seis primeros modos para ambas normas, mediante una cortante la base se pudo verificar que las placas absorben mayor carga de sismo.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Es importante la realización del estudio de mecánica de suelos para edificaciones, ya que permite determinar factores esenciales como la capacidad portante del suelo, tipo de suelos, presiones admisibles, valores que servirán para el diseño de elementos estructurales como zapatas y verificar el comportamiento suelo – estructura.
- 2.** En el análisis sísmico de edificaciones seguir una secuencia, aporta resultados más óptimos partiendo de la propuesta arquitectónica (planos de arquitectura), estructuración (aquí se debe definir los tres conceptos importantes de diseño sismoresistente como la rigidez, resistencia y ductilidad), pre dimensionamiento (vigas, losas, columnas, placas, escaleras, en esta etapa el ingeniero debe de proponer un sistema estructural el cual será verificado corriendo el programa) y se concluye con el modelamiento en el Etabs.
- 3.** Se recomienda la verificación del sistema estructural de la edificación, pues de del aporte de rigidez que aportan los elementos estructurales depende su adecuado comportamiento ante sollicitaciones sísmicas.
- 4.** En un sistema de muros estructurales se debe cuantificar la participación de las losas, ya que no presentan elementos de confinamiento, también se debe verificar la capacidad última de muros delgados respecto a la demanda exigida por el sismo.

REFERENCIAS

Alfaro, Rios Víctor. 2017. Estudio Comparativo de la Norma Peruana E030 Diseño Sismoresistente y la Norma Chilena NCh 433 Diseño Sísmico de Edificios, y su Aplicación a un Edificio de Concreto Armado. Tacna: s.n., 2017. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/333>

Andres, Lopez Oscar. 2014. Guía para la Evaluación de Edificaciones Existentes con Fines de Adecuación Sísmica. Caracas: s.n., 2014. Disponible en: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/895>

Antonio, Peña Rodriguez Marco. 2017. Análisis Sísmico usando Etabs para evaluar la Efectividad del Comportamiento Sismoresistente de la Infraestructura Educativa de la I.E. Rosa Flores de Oliva-Chiclayo-Provincia de Chiclayo-Lambayeque. Chiclayo: s.n., 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16539>

Archenti, Zegarra Joel Felipe. 2018. Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo en la Localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas-Región de Loreto. Tarapoto: s.n., 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3139>

Barrera, Diaz Manuel Antonio. 2013. Análisis Comparativo del Diseño para una Edificación de 5 niveles, según las normas colombianas de Sismoresistencia NSR-98 y la NSR-10, en Zona de Amenaza Sísmica Intermedia. Barranquilla: s.n., 2013. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/604/AN%C3%81LISIS%20COMPARATIVO%20DEL%20DISE%C3%91O%20PARA%20UNA%20EDIFICACI%C3%93N%20DE%205%20NIVELES%2C%20SEG%C3%9AN%20LAS%20NORMAS%20COLOMBIANAS%20DE%20SISMORESISTENCIA%20NSR-9-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barrientos, Monsalve Marco A. 2016. La arquitectura de los terremotos en Chile. Chile: s.n., 2016. Disponible en: https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/21371/Barrientos_M_La%20Arquitectura%20de%20los%20Terremotos.pdf

Briceño Z, Adriana P. 2013. Análisis y Diseño de Muros Estructurales considerando las Experiencias de los Terremotos de Chile 2010 y Nueva Zelanda 2011. Caracas: s.n., 2013. https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/ci38_38236_teg_muros_estructurales_segun_chile_2010_y_nz_2011.pdf

Caiza, Pablo. Viera, Paulina. 2019. Diseño de columnas, muros estructurales y diafragmas en hormigón armado. [ed.] Universidad Fuerzas Armadas ESPE. Primera. Sangolqui: s.n., 2019. pág. 190. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/21345/1/Dise%C3%B1o%20de%20columnas%20y%20muros%20estructurales.pdf>

Comparative of reinforced concrete structural walls design compliant to Fondonorma 1753:2016 and ACI 318:2014. Arteaga, Simon. 2017. 2017, Ingeniera, pág. 14. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/707/Resumenes/Resumen_70750544013_1.pdf

CSI. 2020. Shear Wall Design Manual. Estados Unidos: s.n., 2020. pág. 86.

Cutipa, Quispe Susan Elisa. 2018. Análisis Comparativo de la Respuesta Sísmica de las Normas de Perú, Chile, Japón y Estados Unidos, de un Edificio de uso Multifamiliar con sistema de concreto Armado de diez Niveles de altura. Puno: s.n., 2018. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8014>

Del Aguila, Silva Garcia. 2019. Respuestas Sísmicas para un Edificio de Sistema de Muros Estructurales Ubicado en el Distrito de San Miguel Comparando la Norma E030 y la Nch 433.of1996-año 2019. Lima: s.n., 2019. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2598>

Efecto de grado de capacidad de disipación de grado de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra de muros de concreto reforzado. Benjumea, Miguel y Sotelo, Fredy. 2016. 50, Jose de Caldas: s.n., 2016, Udistrital Tecnura, Vol. 20, pág. 14. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/11556>

Evaluación del comportamiento de muros no estructurales en edificios de la ciudad de México en el terremoto del 19 de septiembre 2017. Pujol, Santiago y Rodriguez, Mario. 2019. México: s.n., 2019, Revista de ingeniería sísmica, pág. 14. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0185-092X2019000200053&lng=es&nrm=iso

Evaluación del comportamiento sísmico de casas consistoriales de tapia pisada reforzadas con maderas de confinamiento. Ruiz, D. 2017. 2017, Ingeniería de la Construcción, pág. 20. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071850732017000200003&script=sci_abstract

Evaluación sísmica en dos prototipos de vivienda rural construidos con bloques de concreto hueco, en Ocuilapa de Juárez, Chiapas, México. Escamirosa, L. 2017. 2017, Ingeniería de la Construcción, pág. 12. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071850732018000100029

Garcia, Acurio Mario Vladimir. 2016. "Análisis Comparativo de la Respuesta Sísmica de Distorsiones de Entrepiso-Deriva y Fuerzas Cortantes de una Edificación de Concreto Armado con Sistema Dual mediante los Análisis Sísmico Dinámico, Aplicando la Norma de Diseño Sismoresistente E.030del 2016". Cusco: s.n., 2016. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/722>

Gonzales, Toyco Cesar Antonio y Veli, Segovia Alfredo Lorenzo. 2016. Evaluación del Comportamiento Sísmico de una Edificación con Sistema MDL Aplicando la NTP E030-2016 y la Norma Chilena 433-2012. Lima: s.n., 2016. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2719/gonzales_veli.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Haindl, Carvallo Mathias Christian. 2014. Evaluación del Desempeño Sísmico de una Vivienda de Muros de Hormigon Armado. Chile: s.n., 2014. Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/16578>

Lopez, Lopez Oscar Rolando. 2016. Diseño de un sistema estructural con muros de cortante para un edificio de cinco pisos. Guayaquil: s.n., 2016. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/reduug/17045>

Malaga, Cardoza Jose Froylan. 2015. Estudio comparativo de las distintas normas internacionales respecto de la aplicación de los espectros de respuesta. Madrid: s.n., 2015. Disponible en: <https://oa.upm.es/38391/>

Muros estructurales y Diafragmas. Viera, Arroba Luisa. 2017. 2, Quito: s.n., 2017, Revista científica dominio de las ciencias, Vol. 3, pág. 15. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/viewFile/454/pdf>

Overview of the Structural Behavior of Columns, Beams, Floor Slabs and Buildings during the Earthquake of 2016 in Ecuador. Castañeda, Angel Emilio. 2016. 2016, Ingenieria de la Construccion, pág. 16. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/873>

Sanchez, Escudero Victor y Vargas Sanchez Romel Manuel. 2018. Análisis y diseño de edificios de concreto armado considerando la rigidez efectiva de elementos estructurales. Lima: s.n., 2018. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624981?show=full>

Saravia, Ramires Luis Estuardo. 2013. Analisis y diseño con Etabs, su aplicacion y comprobacion de resultados aplicado a edificios de concreto armado. Guatemala: s.n., 2013. Disponible en: <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUSAC1033/Details>

Seismic behavior assessment in vulnerable housing with green roofs: case study in the township of Soacha, Colombia. Olaya, Luisa. 2014. 2014, Ingeniería de la Construcción, pág. 17. Disponible en: https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/505/html_1

Una revisión crítica de la práctica de diseño por sismo de estructuras en México. Rodríguez, Marío. 2016. 94, México: s.n., 2016, Revista de ingeniería sísmica, pág. 22. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/618/61846697001.pdf>

Variación de las cuantías de acero de refuerzo de muros de concreto para las categorías de disipación de energía definidas en NSR-10. Prada, Miguel, Carrillo, Julian y Cesar, Gelvez. 2016. 30, Medellín: s.n., 2016, Revista Ingenierías, Vol. 16, pág. 19. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-33242017000100029&script=sci_abstract&tlng=es

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
Variable independiente (X1) Normativas E-030 y Ch-433	El MTC define: Es un documento que establecen las especificaciones de calidad de los productos, procesos y servicios encaminada a establecer las características de calidad que debe reunir un producto, proceso o servicio. Briceño y Carreras (2013 p.12), el análisis sísmico de una estructura es la representación de solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en los centros de masas de cada piso en dos direcciones en los sistemas estructurales generadas al producirse una aceleración en la cimentación de la estructura, generando desplazamientos y esfuerzos.	Esta variable será medida considerando un proceso secuencial iniciando con los estudios básicos, diseño, estableciendo los parámetros sísmicos, y finalmente analizando la estática y dinámicamente en su totalidad.	Ingeniería básica	Estudio de Mecánica de Suelos (kg/cm ² , ton/m ² , %)	Razón
			Diseño	Estructuración (m, m ²)	Razón
				Predimensionamiento (ton/m ³ , kg/cm ² , ton, kg/ml)	
			Parámetros sísmicos	Modelamiento (ton, m, ton-f, %)	Ordinal
				Factor zona (g, t, %)	
				Factor suelo (m/s, kg/cm ²)	
				Periodos (seg)	
				Categoría (U)	
				Coeficiente básico de reducción Irregularidades estructurales (% ^o)	
			Análisis Sísmico estático	Coefic de reducción de fuerzas s (%)	Razón
Fuerzas (f, m)					
Análisis Sísmico dinámico	Cortantes (kg, m, seg)	Razón			
	Torsión (ton-m)				
	Cortantes (ton-f, ton-m seg)				
Variable dependiente (Y) Respuesta sísmica	Seismous (2020) Es la evaluación del comportamiento del suelo debajo de una estructura ante sismos de diferentes magnitudes, lo cual permite conocer si dichas estructuras cumplen con los requerimientos nacionales o internacionales de desempeño,	Esta variable será evaluada tomando en consideración el diseño estructural y verificación de diagramas la respuesta sísmica, los momentos desplazamientos laterales, las fuerzas cortantes, las distorsiones.	Diseño estructural	Cuantía máxima (%)	Razón
				Cuantía mínima (%)	
				Acero horizontal (ml, kg, pulg)	
			Diagramas	Acero vertical (ml, kg, pulg)	Razón
				Espaciamientos (m, cm)	
				Interacción (%)	
Diagramas	Momentos (ton-m)	Razón			
	Cortantes (ton, seg, m)				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02: Matriz consistencia

Problem a general	Objetivos	Hipótesis	Variables	Tipo de investigación	Población	Técnicas	Métodos de análisis de datos
¿Cuál es la respuesta sísmica del diseño del muro estructural aplicando las normativas E.030 y Ch.433 en el edificio "El Progreso", Cutervo, Cajamarca?	<p>Objetivo general:</p> <p>Comparar la respuesta sísmica del diseño del muro estructural aplicando las normativas E.030 y CH.433 en edificio "El Progreso", Cutervo, Cajamarca.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Describir las características geotécnicas del suelo del edificio "El Progreso", Cutervo, Cajamarca. - Realizar el análisis sísmico estático y dinámico de la estructura aplicando las normas E.030 y NCh.433. - Analizar las derivas, cortantes y desplazamientos de la estructura. - Diseñar el muro estructural, bajo las normativas E.030 y CH.433. - Analizar los diagramas de momentos y cortantes de los muros estructurales. 	La respuesta sísmica del diseño del muro estructural, es que la norma Ch.433 considera aspectos más exigentes que la E.030 en absorción de fuerza sismo, control de derivas y control del confinamiento de muros.	<p>Variable independiente (X)</p> <p>Normativas E-030 y Ch-433</p> <hr/> <p>Variable dependiente (Y)</p> <p>Respuesta sísmica</p>	Esta investigación es de tipo aplicada o tecnológica.	La población de esta investigación está representada por los elementos estructurales de concreto armado del "Edificio Progreso"- Cutervo- Cajamarca.	<p>Las técnicas a utilizar en esta investigación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de observación de campo. - Revisión de base de datos (Planos, tesis, artículos, etc) - Ensayos del laboratorio. - Técnicas de gabinete. 	La metodología a utilizar en esta investigación es descriptiva-explicativa, el análisis del edificio estará ligado a la hipótesis. Los Datos obtenidos del estudio de mecánica de suelos, estructuración, predimensionamiento y modelamiento, serán analizados y procesados de acuerdo a las normas y reglamentos establecidos para el diseño sismoresistente, diseño estructural de edificios.

Fuente: Elaboración propia