

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO DE LOS ELEMENTOS NO
ESTRUCTURALES DE LA NUEVA SEDE DEL GOBIERNO
REGIONAL DE TACNA, 2021”**

**PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:
Bach. RENATO ANDRÉ GIRÓN FLORES**

**TACNA – PERÚ
2022**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO DE LOS ELEMENTOS NO
ESTRUCTURALES DE LA NUEVA SEDE DEL GOBIERNO
REGIONAL DE TACNA, 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 19 de octubre de 2022 ; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

SECRETARIO : Mtro. SANTOS TITO GÓMEZ CHOQUEJAHUA

VOCAL : Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE

ASESOR : Mtro. DINA MARLENE COTRADO FLORES

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Renato André Girón Flores**, en calidad de bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 72269526, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: "*Análisis y Diseño Sísmico de los Elementos no Estructurales de la Nueva Sede del Gobierno Regional de Tacna, 2021*", la misma que presento para optar el *Título Profesional de Ingeniero Civil*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta con derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis/trabajo de investigación, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable, frente a *La Universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la obra haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 04 de Julio del 2022



.....
Bach. Renato André Girón Flores
DNI 72269526

DEDICATORIA

A mis padres Gloria y Herber, por sus enseñanzas y consejos y por el apoyo incondicional que me dan.

A mis abuelos que con su infinito amor me cuidaron los primeros años de vida.

A mi hermano y todos mis tíos que siempre me motivaron a culminar mis estudios.

Renato André Girón Flores

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada de Tacna y a mis maestros que contribuyeron en mi formación profesional.

A mis padres por el apoyo incondicional que fue determinante en mi formación.

A mi asesora la ingeniera Dina Cotrado, por todo el apoyo brindado en la elaboración de la tesis.

A mis compañeros de trabajo por los consejos y conocimientos compartidos durante todo este tiempo.

Renato André Girón Flores

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes del estudio.....	5
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1 Origen de los sismos	6
2.2.2 Sismicidad en el Perú.....	8
2.2.3 Análisis sísmico de una Edificación según la NTE E.030.....	10
2.2.4 Análisis y diseño de elementos no estructurales.....	11
2.3 Definición de términos	17
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	50
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de C1.....	12
Tabla 2. Valores del coeficiente de momentos “m”, Dimensión crítica “a”, y líneas potenciales de falla.....	13
Tabla 3. Operacionalización de variables	19
Tabla 4. Vista de los 10 primeros modos de vibración.....	25
Tabla 5. Vista de Distorsiones de entre pisos eje XX	25
Tabla 6. Vista de Distorsiones de entre pisos eje YY	26
Tabla 7. Fuerza de corte por piso, eje x-x	30
Tabla 8. Masa por piso en Kg-s ² /m.....	30
Tabla 9. Aceleración horizontal paralelo al plano del muro.....	33
Tabla 10. Aceleración horizontal perpendicular al plano del muro	33
Tabla 11. Vista de Distorsiones de entre pisos eje XX	50
Tabla 12. Vista de Distorsiones de entre pisos eje YY	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rotura de Pangaea y formación de Laurasia y Gondwana	7
Figura 2. Modelo de las corrientes de convención.....	7
Figura 3. Principales placas tectónicas en el mundo	8
Figura 4. Mapa sísmico del Perú periodo 1960-2017	9
Figura 5. Zonificación de peligro sísmico a nivel de provincia.....	10
Figura 6. Vista frontal de la Nueva sede del Gobierno Regional de Tacna	21
Figura 7. Vista lateral derecha de la Nueva sede del Gobierno Regional de Tacna..	21
Figura 8. Vista del modelo estructural de la Nueva sede del Gobierno Regional de Tacna	23
Figura 9. Vista del primer modo de vibración $T=0,625s$. En la dirección XX.	24
Figura 10. Vista del segundo modo de vibración $T=0,611s$. En la dirección YY.....	24
Figura 11. Vista del desplazamiento en el eje X-X.....	27
Figura 12. Vista del desplazamiento en el eje Y-Y.....	28
Figura 13. Vista del parapeto a analizar, eje 10, entre E y G, plano E-19.....	29
Figura 14. Vista del modelo de muro parapeto a diseñar.....	35
Figura 15. Vista de momento máximos en eje X-X en Kg-m.....	36
Figura 16. Vista de momento máximos en eje Y-Y en Kg-m.....	36
Figura 17. Vista de áreas de acero en elementos de confinamiento en cm^2	37
Figura 18. Vista del muro tabique del primer piso a analizar, eje 1, entre C y D, plano E-12.	38
Figura 19. Vista del modelo de muro tabique del primer piso a diseñar	41
Figura 20. Vista de áreas de acero en elementos de confinamiento de muro tabique del primer piso en cm^2	41
Figura 21. Vista del muro tabique del séptimo piso a analizar, eje 2, entre B y C, plano E-18.....	42
Figura 22. Vista del modelo de muro tabique del séptimo piso a diseñar	45
Figura 23. Vista de áreas de acero en elementos de confinamiento de muro tabique del séptimo piso en cm^2	46
Figura 24. Vista del cerco a analizar, eje 20-23, plano CP-04.	47
Figura 25. Vista del modelo de cerco perimétrico del ingreso principal a diseñar	49
Figura 26. Vista de áreas de acero en elementos de confinamiento en cm^2	49

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Análisis y diseño sísmico de los elementos no estructurales de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna, 2021”, tuvo por objetivo Verificar si el análisis y diseño sísmico de los elementos no estructurales (parapetos, tabiques y cercos) de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna cumplen con las normas vigentes NTE E.030 Diseño sismorresistente y NTE E.060 Concreto Armado, así como la nueva propuesta NTE E.070 Albañilería del año 2019. Para llevar a cabo esta investigación se ha hecho uso de las normas del reglamento Nacional de edificaciones como es la NTE E.030 “Diseño sismorresistente” del 2018 y la Propuesta de la NTE E.070 “Albañilería Estructural” la cual aún no ha sido aprobada, sin embargo, fue discutida en el 2019, por lo que se está a la espera de la emisión de la resolución correspondiente. Así como el uso del programa ETABS no lineal. El análisis de los muros no portantes se ha realizado bajo condiciones elásticas, mientras que el diseño de los elementos de arriostre de los muros no portantes se ha realizado bajo condiciones de rotura. De los resultados del análisis ante cargas sísmicas perpendiculares al plano del muro se concluye que para todos los casos los esfuerzos actuantes en tracción han sido menores al esfuerzo admisible de 1.50Kg/cm^2 , por lo que se cumple con la propuesta de norma NTE E.090 (Albañilería) del año 2019. De los resultados del diseño estructural de los elementos de arriostre se concluye que el área de acero existente en columnas de parapetos y en muros tabique del séptimo piso es menor al área de acero requerido, por lo que no cumple con las normas vigentes.

Palabras clave: muros no estructurales, análisis sísmico, diseño estructural, elementos de arriostre.

ABSTRACT

The present research work called "Seismic analysis and design of the non-structural elements of the new headquarters of the Regional Government of Tacna, 2021", had the objective of verifying if the seismic analysis and design of the non-structural elements (parapets, partitions and fences) of the new headquarters of the Regional Government of Tacna comply with the current standards NTE E.030 Seismic-resistant Design and NTE E.060 Reinforced Concrete, as well as the new proposal NTE E.070 Masonry of the year 2019. To carry out this research, the standards of the National Building Regulations have been used, such as the NTE E.030 "Earthquake-resistant Design" of 2018 and the Proposal of the NTE E.070 "Structural Masonry" which has not yet been approved, however, it was discussed in 2019, so the issuance of the corresponding resolution is pending. As well as the use of the non-linear ETABS program. The analysis of the non-bearing walls has been carried out under elastic conditions, while the design of the bracing elements of the non-bearing walls has been carried out under failure conditions. From the results of the analysis against seismic loads perpendicular to the plane of the wall, it is concluded that for all cases the acting forces in traction have been less than the admissible force of 1.50Kg/cm^2 , for which the NTE E standard proposal is complied with. 090 (Masonry) of the year 2019. From the results of the structural design of the bracing elements, it is concluded that the existing steel area in parapet columns and in partition walls of the seventh floor is less than the required steel area, so it does not complies with current regulations.

Keywords: non-structural walls, seismic analysis, structural design, bracing elements.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existen diferentes tipos de sistemas estructurales en los cuales se emplean diversos materiales como son el concreto armado, acero estructural, mampostería o albañilería, madera, adobe, entre otros. Sin embargo, en la ciudad de Tacna, generalmente predominan las estructuras de concreto armado y la albañilería confinada.

Por otro lado, al estar Tacna situada en una de las zonas de mayor sismicidad, es necesario realizar un adecuado diseño estructural, en especial en los elementos no estructurales, ya que estos no necesariamente cumplen una función estética, sino que también pueden servir como elementos divisorios o de soporte para todo tipo de instalaciones o como elementos arquitectónicos, entre otros.

En ese sentido, en la presente tesis se presenta el análisis y cálculo estructural de los elementos no estructurales de albañilería del nuevo edificio del Gobierno regional de Tacna. Para ello la presente tesis se ha dividido en 5 capítulos.

En el primer capítulo se presenta el Planteamiento del problema. En el segundo capítulo se hace una revisión del marco teórico, el mismo que fue extraído de diferentes tesis y artículos de investigación. En el tercer capítulo hablamos sobre el marco metodológico en función a la guía de investigación de la FAING. Posteriormente en el capítulo cuarto vemos los resultados, y culminamos con el tema de discusión en el capítulo cinco. Asimismo, se presenta las conclusiones y recomendaciones, así como los anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La ciudad de Tacna se encuentra ubicada en una de las zonas de más alta sismicidad a nivel mundial. En la actualidad existen diferentes estudios de investigación que indican que nos encontramos en una zona de silencio sísmico, ya que el último sismo de gran magnitud fue el ocurrido en el año 1868. Es decir, hace más de 150 años no tenemos un evento sísmico de gran magnitud y por lo tanto las edificaciones en nuestra ciudad deben ser adecuadamente diseñadas cumpliendo las normativas vigentes dadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

A nivel mundial, los diferentes sismos registrados en otros países han demostrado que los elementos no estructurales son tan importantes como los elementos estructurales, ya que su falla puede ocasionar no solo pérdidas económicas, sino también pérdida de vidas humanas. Generalmente este tipo de estructuras fallan ante fuerzas perpendiculares a su plano, es por eso, que en el capítulo 19 de la Norma de Albañilería se indica que los muros no portantes como cercos tabiques y parapetos deben diseñarse para las acciones perpendiculares a su plano provenientes de las acciones sísmicas.

Por otro lado, en la ciudad de Tacna se vienen ejecutando diferentes obras por los gobiernos locales y regional, tal es el caso de la construcción de la nueva sede del Gobierno Regional. Sin embargo, haciendo una revisión de las memorias de cálculo estructural, no existe información referente a como se ha realizado el análisis y diseño de los elementos no estructurales como son: parapetos, tabiques y cercos.

Haciendo una revisión bibliográfica, tampoco existe mucha información al respecto y surgen muchas interrogantes como, por ejemplo: ¿Cuál sería el comportamiento de un muro tabique ubicado en el piso 1 y otro en el piso último piso?, ¿Cómo varía el procedimiento de diseño de los elementos no estructurales?, etc.

De lo mencionado anteriormente se propone este trabajo de investigación titulado “Análisis y Diseño Sísmico de los Elementos no Estructurales de la Nueva Sede del Gobierno Regional de la Ciudad de Tacna, 2021”, con la finalidad de contribuir con información que permita ampliar los conocimientos de los estudiantes y diversos profesionales dedicados a la ingeniería estructural.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿El análisis y diseño sísmico de los elementos no estructurales (parapetos, tabiques y cercos) de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna cumplen con las normas vigentes NTE E.030 Diseño sismorresistente y NTE E.060 Concreto Armado; así como la nueva propuesta NTE E.070 Albañilería del año 2019?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuál es el análisis sísmico de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna?
- b. ¿Cuáles son los esfuerzos por tracción de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica?
- c. ¿Cuál es el área de acero requerido en los elementos de arriostres de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

La experiencia de sismos pasados, han demostrado que los elementos no estructurales de una edificación pueden fallar ante fuerzas perpendiculares a su plano, y por lo tanto requieren de un análisis detallado. Sin embargo, en el expediente técnico la obra de la nueva sede del gobierno Regional de la ciudad de Tacna, no se encuentra la memoria de cálculo que demuestre que los elementos no estructurales como son parapetos, tabiques y cercos de albañilería cumplan con las normas de diseño.

De lo mencionado anteriormente, esta tesis se justifica:

Desde el punto de vista sísmico; ya que Tavera (2014), indica que la zona costera del Perú es la de mayor riesgo ante la ocurrencia de sismos de elevada magnitud con relativa frecuencia. Durante los últimos 500 años de historia todas las ciudades cercanas a la zona costera han sido afectadas por sismos en menor y mayor grado. Los sismos son cíclicos, los escenarios de sismos pasados se repetirán, pero ahora probablemente sea más crítico debido al incremento de la población y al desarrollo urbanístico desordenado de las ciudades.

Desde el punto de vista del comportamiento sísmico; puesto que Juárez et Al (2014) indica que las fallas en componentes no estructurales involucran impactos económicos y de operación severos en los sistemas de infraestructuras.

Desde el punto de vista de diseño estructural; ya que en la memoria de cálculo no existe información referente al diseño de los elementos no estructurales de la nueva sede

del Gobierno Regional de la Ciudad de Tacna.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Verificar si el análisis y diseño sísmico de los elementos no estructurales (parapetos, tabiques y cercos) de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna cumplen con las normas vigentes NTE E.030 Diseño sismorresistente y NTE E.060 Concreto Armado, así como la nueva propuesta NTE E.070 Albañilería del año 2019.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Realizar el análisis sísmico de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna
- b. Verificar los esfuerzos por tracción de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica
- c. Calcular el área de acero requerido en los elementos de arriostres de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica

1.5. Hipótesis

Como hipótesis general se ha planteado:

El análisis y diseño de los elementos no estructurales de la nueva sede del Gobierno Regional de la ciudad de Tacna cumplen con las normas vigentes NTE E.030 Diseño sismorresistente y NTE E.060 Concreto Armado, así como la nueva propuesta NTE E.070 Albañilería del año 2019.

Como hipótesis específicas, se tiene:

- a. El análisis sísmico de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna cumple con la normativa vigente NTE E.030 Diseño sismorresistente.
- b. Los esfuerzos por tracción de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica cumplen con la nueva propuesta de la NTE E.070 Albañilería del año 2019.
- c. El área de acero requerido en los elementos de arriostres de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica cumplen con el área de acero existente.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Galindo y Murcia (2020), en su tesis “Diseño de elementos no estructurales en edificaciones con el fin de evitar daños y colapso a causa de la actividad sísmica”, muestra de manera detallada mediante cálculos, gráficas y esquemas, el proceso de diseño de los Elementos no Estructurales - E.N.E. en una edificación de seis pisos de altura, acorde a lo estipulado en el Título A.9 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Para el desarrollo de proyecto, en un principio se recolectó información de diferentes fuentes entre las que se destacan, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR10). Por medio de estas fuentes se obtuvo información acerca de los principales problemas que afectan a las edificaciones al momento de ocurrir un evento sísmico, en donde se destaca que uno de los principales problemas se debe a la inestabilidad de los Elementos no Estructurales (E.N.E.); además se identificaron los diferentes tipos de fallas y procesos constructivos que generalmente ocurren al momento de construir los Elementos no Estructurales (E.N.E.), con el fin de generar alternativas que garanticen la seguridad al momento de diseñar y construir estos. Se concluye que el diseñador estructural por tiempo o por simple practicidad, suele utilizar un solo diseño para todos los Elementos No Estructurales del proyecto, siendo esto poco económico debido a que la magnitud de la fuerza sísmica a medida que el nivel de referencia es mayor, aumenta.

Juárez et Al (2014), en su trabajo de investigación titulado “Comportamiento de componentes no estructurales ante diferentes escenarios sísmico”, describe una metodología para evaluar la demanda en CNEs para tres escenarios de sismo. También, se describe el comportamiento sísmico a través de resultados obtenidos en pruebas de mesa vibratoria y de pruebas ambientales de vibración. Se utilizaron tres tópicos en la metodología: (1) evaluación del riesgo sísmico; (2) determinación de características dinámicas y de comportamiento sísmico de CNEs a través de pruebas experimentales (en mesa vibratoria y de vibración ambiental o forzada) y (3) Espectros de piso. Se concluye que el espectro de piso es un buen concepto y herramienta para estimar aceleraciones, velocidades o desplazamientos que podrían presentarse en diversos CNEs. Sin embargo, se debe estar conscientes de las limitaciones de estos procedimientos para predecir el comportamiento sísmico de los edificios, los Componentes No Estructurales y, en general, de los sistemas de infraestructura.

UNICON (2016) en su publicación “Diseño de muros no portantes con Albañilería Armada de Concreto”, muestra diversos ejemplos de diseño empleando las normas NTE E.030 y NTE E.070 aplicados a la albañilería armada. Dan varias recomendaciones como son: Las condiciones de borde para el diseño de los elementos no estructurales las debe proveer el Ingeniero Estructural de la edificación principal ya que es el único que sabe cómo ha considerado estos elementos en el modelado de la edificación y No existe recomendación de la esbeltez (h/t) en muros no portantes (tabiquería) en nuestra norma E.030 pero es conveniente optar por algún criterio como el que se muestra a continuación obtenido del Código de Construcción de la Ciudad de New York de USA.

Gamarra (2002), en su trabajo de investigación “Software para el diseño estructural de albañilería con fuerzas perpendiculares al plano del muro”, desarrolla un software de diseño para fuerzas uniformemente distribuidas a lo largo del muro, considerando el peso propio como una carga de compresión. No se consideran en el diseño cargas de entrepiso, ni otras cargas externas al muro debido a la necesidad de limitar el campo de estudio de este trabajo. Para llevar a cabo este proyecto hace una recopilación de los métodos de diseño más utilizados para albañilería por flexión y posteriormente presenta el software, detallando su instalación, uso y obtención de resultados, además de mostrar unos ejemplos de aplicación. En el software se considerarán las fuerzas perpendiculares al muro y el diseño por flexión en albañilería. Se concluye que el programa de ayuda para el diseño contiene ventanas y gráficos que lo hacen atractivo y fácil de usar, permitiendo al usuario una mayor comprensión de los resultados. Las ventanas permiten que el usuario conozca rápidamente los datos a ingresar y lo guían paso a paso a lo largo del diseño.

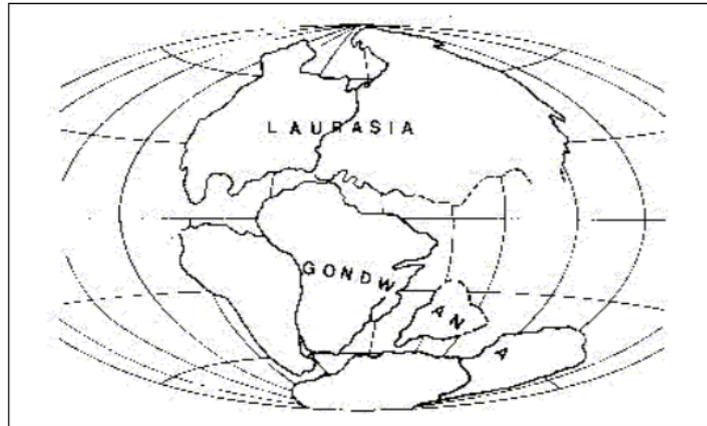
2.2. Bases teóricas

2.2.1 Origen de los sismos

El autor Aguiar (2008), en su publicación Análisis sísmico de edificios indica que hace muchos millones de años todos los continentes estaban unidos en una sola masa, a la que se denominó Pangea (o Pangaea). El único océano que le rodeaba era el Panthalassa. Esta masa empezó a moverse en forma lenta y se fue rompiendo. La primera rotura se dio en el área de Groenlandia cuando se separa de Europa. Esta rotura originó dos continentes denominados Laurasia y Gondwana (Ver figura 1). La rotura se da en los perfiles que tienen los continentes actualmente, los mismos que se han desplazado y rotado, pero este movimiento continúa.

Figura 1

Rotura de Pangaea y formación de Laurasia y Gondwana

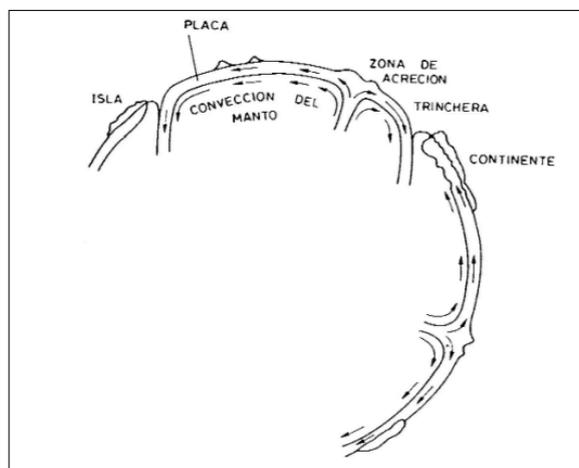


Nota. Aguiar (2008)

El centro de la tierra está compuesto por materiales y minerales a muy altas temperaturas, es una gran fuente de calor sobre la que se halla el manto líquido, cuyo material está en continuo movimiento, el material de abajo, sube y el material de arriba baja, como lo ilustra la figura 2. A esta hipótesis se denomina corriente de convección y es la causa para que los continentes continúen moviéndose en diferentes direcciones.

Figura 2

Modelo de las corrientes de convección



Nota. Aguiar (2008)

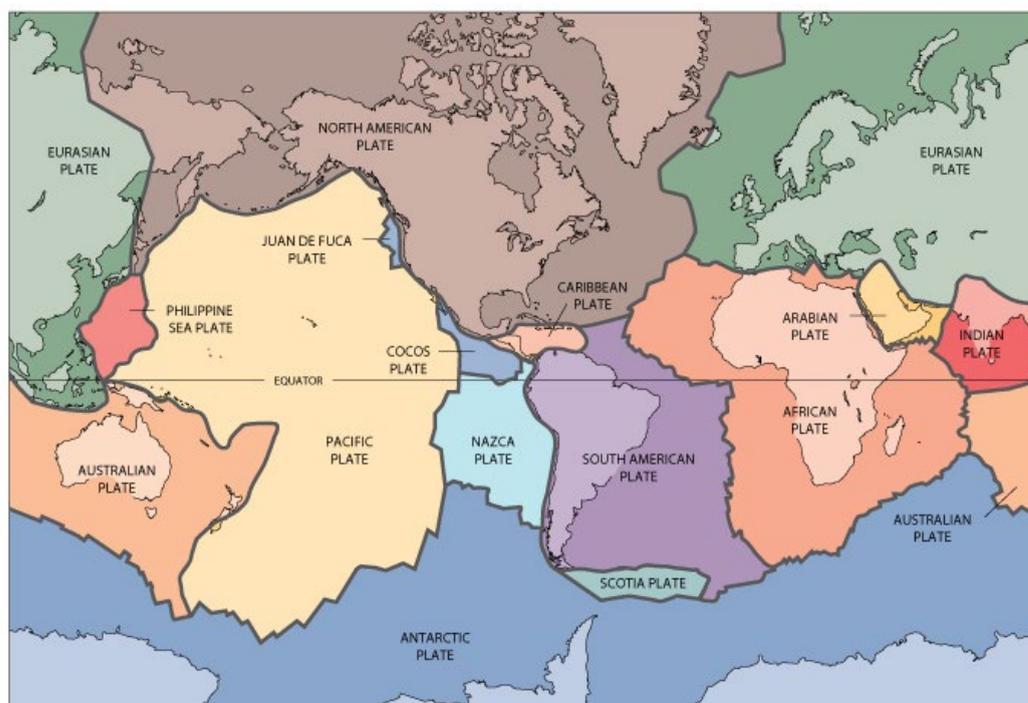
Las corrientes de convección se producen en la parte superior del manto líquido, en una capa denominada Astenosfera. En forma figurativa se puede decir que la corteza terrestre flota sobre la Astenosfera. El movimiento de la corteza no se da en forma uniforme. Existen regiones en las cuales el movimiento es muy lento del orden de una

centésima de milímetro al año y otras en las cuales este movimiento es muy rápido con movimientos de más de 10 cm. al año. De igual forma, existen zonas en las que segmentos de la corteza chocan entre sí y otras en que no existe este choque. Estos movimientos llamados tectónicos son los responsables de la aparición de las montañas, de los volcanes, de los sismos, de la formación de plegamientos y fallas geológicas en la tierra.

Al chocar dos placas, una de las dos cede y se va para abajo con dirección al manto; la región de la zona de choque se denomina zonas de subducción. Por otra parte, en la zona donde no existe el choque, que es en los dorsales marinos aparece, una nueva superficie terrestre. De esta forma se mantiene el equilibrio en el mundo, por las zonas de subducción desaparece la superficie creada y por los dorsales marinos aparece nuevas superficies (Ver figura 3).

Figura 3

Principales placas tectónicas en el mundo



Nota. Aguiar (2008)

2.2.2 Sismicidad en el Perú

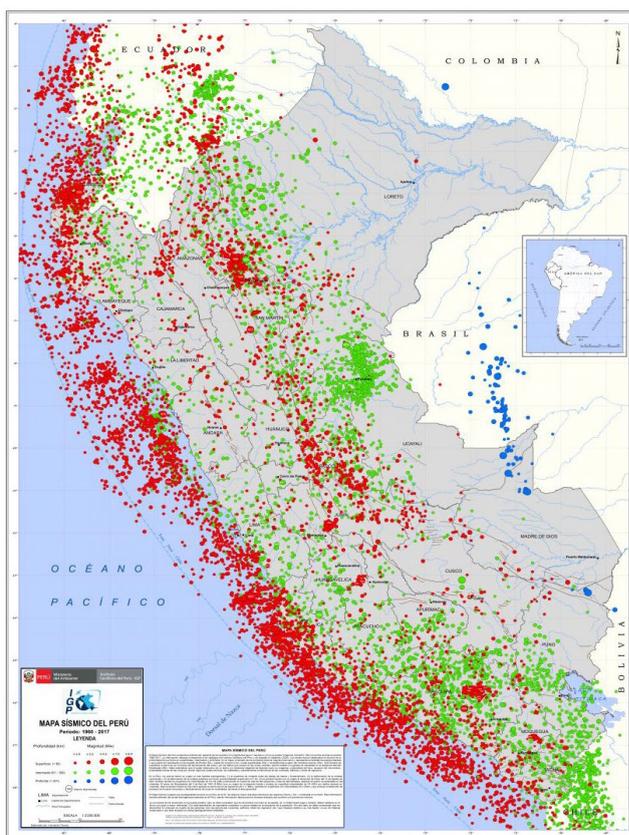
La actividad sísmica y volcánica en el Perú se debe a que la placa de Nazca converge sobre la placa sudamericana desarrollando un proceso de subducción. Según el catálogo del Instituto geofísico del Perú (ver figura 4). Los sismos se clasifican en función

a la profundidad de sus focos y puede ser: sismos superficiales, sismos intermedios y sismos profundos.

Comúnmente son los sismos superficiales los que originan mayor cantidad de daños. En ese sentido, es en la costa del Perú (desde Tumbes hasta Tacna) donde existe una mayor probabilidad de peligro sísmico. Mientras que los sismos intermedios o también llamados intraplacas se encuentran ubicados en 3 zonas, el primero está paralelo a la costa por debajo de 8° latitud Sur, el segundo sobre la zona subandina al NE de la región norte y el último, sobre toda la región sur de Perú. Finalmente, los sismos profundos se ubican alineados de Sur a Norte, en la frontera Perú con Brasil y en dirección Este-Oeste en la frontera de Perú con Bolivia.

Figura 4

Mapa sísmico del Perú periodo 1960-2017

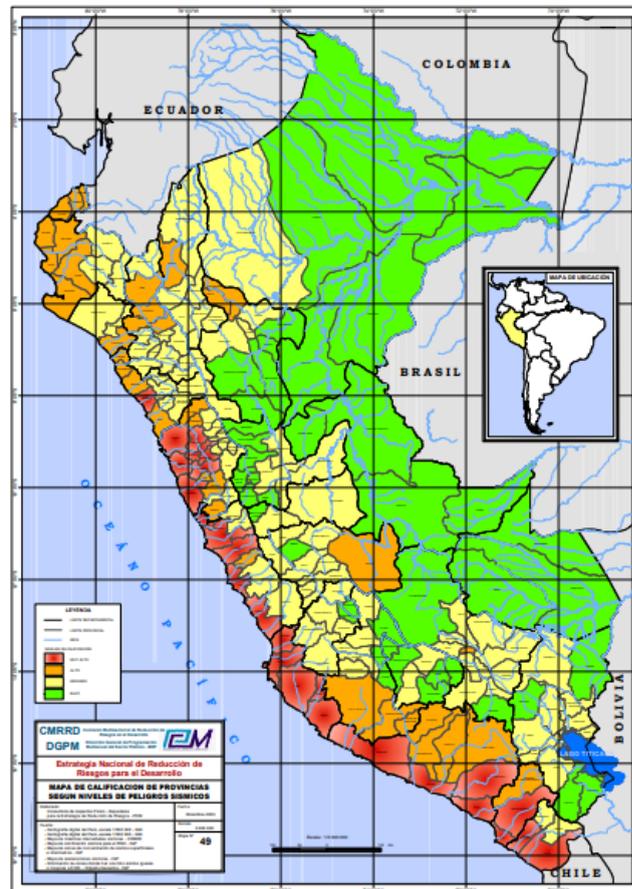


Nota. <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-sismico-peru-periodo-1960-2017>

Por otro lado, en la figura 5 se observa el mapa de peligrosidad sísmica nivel de provincia. En la que se observa que, en el departamento de Tacna, las provincias de Tacna y Jorge Basadre presentan un nivel de calificación muy alto. Por lo que se debe dar especial énfasis en el análisis y diseño de una infraestructura, pues no es lo mismo diseñar y construir en la provincia de Tacna que en la provincia de Tarata por ejemplo.

Figura 5

Zonificación de peligro sísmico a nivel de provincia



Nota. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/PCM/Maa%20de%20calificacion%20de%20provincias%20segun%20niveles%20de%20peligros%20sismicos%20-%20Peru.pdf>

Finalmente, debemos hacer mención que el 13 de agosto de 1868, cerca de las 16.00hrs locales, se registró frente a las costas de Arica (en ese año pertenecía a Tacna) un sismo de aproximadamente 9,0Mw, el cual ocasiono grandes daños materiales a las infraestructuras existente en el sur del Perú. La ciudad de Tacna se encuentra en una zona de silencio sísmico y se espera la ocurrencia de un sismo tan destructivo como el ocurrido en el año 1868. Bajo esta premisa se recalca una vez más la importancia del análisis y diseño en los elementos no estructurales tal como es el caso de la obra de la nueva sede del Gobierno regional de Tacna.

2.2.3 Análisis sísmico de una Edificación según la NTE E.030

En el Perú, para realizar el análisis sísmico de una edificación se debe seguir los procedimientos establecidos en la Norma de diseño sismorresistente E.030.

En dicha norma existen 2 métodos o procedimientos para realizar el análisis sísmico, los cuales son: Análisis estático y Análisis dinámico. A la vez el análisis dinámico se subdivide en análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia.

Por lo general el análisis estático o de fuerzas equivalentes se aplica a todas las estructuras regulares o irregulares en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares de no más de 30 m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

Asimismo, el análisis dinámico modal espectral puede ser aplicado a cualquier estructura ya sea regular o irregular y no presenta un límite de altura. Para su determinación lo primero que hay que realizar el cálculo de los modos de vibración considerando apropiadamente las características de rigidez y de la distribución de masas. Posteriormente para cada una de las direcciones de análisis se determina un espectro de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = ZUSg/R \quad (1)$$

En donde Z es el factor de zona, U es el factor de uso, S es el factor de suelo, g es la gravedad y R es el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica. Los valores de todos estos parámetros sísmico se pueden encontrar en la NTE E.030.

Para la determinación de los desplazamientos laterales, estos se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas para el caso de estructuras regulares, mientras que, para las irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Finalmente, se verifica que los desplazamientos laterales de cada piso dividido entre la altura de cada piso (distorsión) no sobrepasen los límites para la distorsión del entrepiso establecidos en la tabla 11 de la NTE E.030 en la que por ejemplo para el caso del concreto armado es de 0,007 y para la albañilería es de 0,005.

2.2.4 Análisis y diseño de elementos no estructurales

Según la NTE E.030 se especifica lo siguiente:

- a. En el artículo 36.1 se indica “Se considera como elementos no estructurales aquellos que, estando conectados o no al sistema resistente a fuerzas horizontales, aportan masa al sistema, pero su aporte a la rigidez no es significativo”
- b. En el artículo 38.1 se indica “Los elementos no estructurales, y sus anclajes se diseñan para resistir una fuerza sísmica horizontal en cualquier dirección (F) asociada a su peso (P_e), cuya resultante puede suponerse aplicada en el centro de masas del elemento, tal como se indica a continuación:

$$F = \frac{a_i}{g} * C_1 * P_e \quad (2)$$

Donde a_i , es la aceleración horizontal en el nivel donde el elemento estructural esta soportado o anclado, al sistema estructural de la edificación. Esta aceleración depende de las características dinámicas del sistema estructural de la edificación y se evalúa mediante un análisis dinámico de la estructura.

Alternativamente puede utilizarse la siguiente ecuación:

$$F = \frac{F_i}{P_i} * C_1 * P_e \quad (3)$$

Donde F_i es la fuerza lateral en el nivel donde se apoya o se ancla el elemento no estructural, calculado de acuerdo al artículo 28 y P_i el peso de dicho nivel”.

Asimismo, se indica los siguientes valores de C_1 :

Tabla 1

Valores de C_1

VALORES DE C_1	
Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3,0
Muros y tabiques dentro de una edificación.	2,0
Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3,0
Equipos rígidos conectados rígidamente al piso	1,5

Nota. Obtenido de la NTE E.030, artículo 38.1

En el artículo 39, se especifica “En ningún nivel del edificio la fuerza F calculada con el artículo 38 es menor que:

$$F = 0,5ZUSP_e \quad (4)$$

Según la NTE E.070 se especifica lo siguiente:

2.2.4.1. Fuerza sísmica de diseño

El paño de albañilería se supondrá que actúa como una losa simplemente apoyada en sus arriostres, sujeta a cargas sísmicas uniformemente distribuidas. La magnitud de esta carga (w , en kg/m^2) para un metro cuadrado de muro se calculará mediante la siguiente expresión:

$$W = 0,4ZUSP_e \quad ,\text{para el piso uno y sótanos} \quad (5)$$

$$W = 0,4 * \frac{F_i}{P_i} * C_1 * P_e \quad ,\text{para nivel } i \quad (6)$$

Donde:

Z= factor de zona especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

U= factor de importancia especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

S= factor de amplificación del suelo especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

P_e = peso del muro por unidad de área (incluyendo tarrajeos)

F_i = fuerza sísmica horizontal en el nivel i

P_i = peso del nivel i

Para la obtención del momento debido a la flexión perpendicular al plano del muro se emplearán procedimientos basados en teorías elásticas y líneas potenciales de falla. El momento flector distribuido por unidad de longitud (M_s , en kg-m/m), producido por la carga sísmica " w ", se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_s = m * w * a^2 \quad (7)$$

Donde:

m = coeficiente de momento (adimensional) indicado en la Tabla 2.

a = dimensión crítica del paño de albañilería (ver la Tabla 2), en metros.

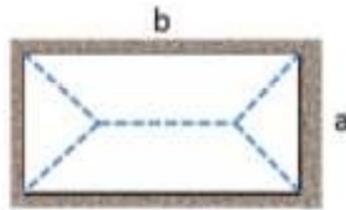
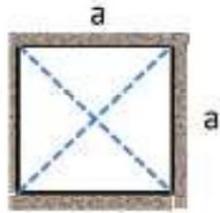
Tabla 2

Valores del coeficiente de momentos "m", Dimensión crítica "a", y líneas potenciales de falla

CASO 1: MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS

a= Menor dimensión

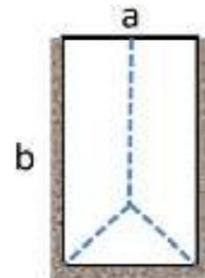
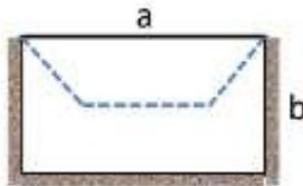
b/a=	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	α
m=	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125



CASO 2: MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS

a= Longitud del borde libre

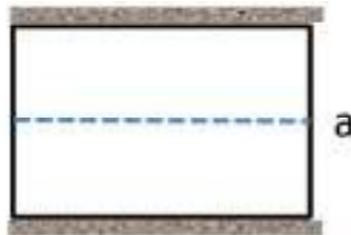
b/a=	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	α
m=	0.060	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.132	0.133



CASO 3: MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES

a= Altura del muro

m=0.5



CASO 4: MURO EN VOLADIZO

a= Altura del muro

m=0.5



Nota. Obtenido de la norma NTE E.070 (2018)

2.2.4.2. Diseño de Parapetos

La falla por volteo debe evitarse para prevenir su caída fuera de la edificación. Si el parapeto está separado del borde de la edificación una distancia mínima de 1.5 veces su altura, le corresponde un diseño de tabique.

Los parapetos deberán ser reforzados para evitar el volteo fuera del plano.

Los elementos de refuerzo pueden ser:

- a) Para albañilería Armada refuerzo interno, vertical y horizontal.
- b) Para albañilería simple, columnas y vigas de concreto, o mallas estructurales colocadas en toda la superficie
- c) Las mallas estructurales pueden ser:
- d) Mallas electrosoldadas.
- e) Mallas amarradas.
- f) Mallas de polipropileno
- g) Mallas de fibra

En todos los casos las mallas deben tener propiedades estandarizadas y certificadas.

Los elementos de refuerzo deben estar debidamente anclados a la losa del piso y a otros elementos estructurales.

El esfuerzo admisible en tracción por flexión (f_t) de la albañilería se supondrá igual a:

$$f_t = 0,15 \text{ MPa (1,5Kg/cm}^2\text{) para albañilería simple}$$

$$f_t = 0,30 \text{ MPa (3,0Kg/cm}^2\text{) para albañilería armada rellena de concreto líquido.}$$

Para el análisis y diseño de los elementos de refuerzo se emplearán métodos racionales de cálculo. Están exonerados de las exigencias de arriostre los parapetos de menos de 0,80 m de altura, que estén retirados del plano exterior de fachadas, ductos en los techos o patios interiores una distancia no menor de una vez y media su altura.

2.2.4.3. Diseño de Tabiques

Por lo general tienen la altura del entrepiso de una edificación y pueden estar conectados al techo y a otros elementos estructurales verticales en su borde lateral que sirvan de arriostre lateral.

Para el caso de tabiques arriostrados por elementos de concreto, las fuerzas deberán trasladarse a los elementos de arriostre.

El arriostre lateral puede ser otro tabique perpendicular al primero para lo cual se debe verificar que el tabique que funciona como arriostre puede soportar la fuerza coplanar inducida y los esfuerzos de tracción que se generan en la unión entre los tabiques perpendiculares.

Los tabiques que lo requieran deben ser reforzados para evitar el volteo fuera del plano. Los elementos de refuerzo pueden ser:

- a. Para albañilería armada, refuerzo interno, vertical y horizontal. Para albañilería armada, refuerzo interno, vertical y horizontal.
- b. Para albañilería simple, columnas y vigas de concreto, o mallas estructurales colocadas en toda o parte de la superficie. Para albañilería simple, columnas y vigas de concreto, o mallas estructurales colocadas en toda o parte de la superficie.

Las mallas estructurales pueden ser:

- Mallas electrosoldadas.
- Mallas amarradas.
- Mallas de polipropileno
- Mallas de fibra

En todos los casos las mallas deben tener propiedades estándar y estar certificadas.

Los elementos de refuerzo deben estar debidamente anclados a la losa del piso y a otros elementos estructurales.

El esfuerzo admisible en tracción por flexión (f_t) de la albañilería se supondrá igual a:

$$f_t = 0,15 \text{ MPa (1,5Kg/cm}^2\text{) para albañilería simple}$$

$$f_t = 0,30 \text{ MPa (3,0Kg/cm}^2\text{) para albañilería armada rellena de concreto líquido.}$$

Para el análisis y diseño de los elementos de refuerzo se emplearán métodos racionales de cálculo.

2.2.4.4. Diseño de Cercos

Un cerco soporta solo su propio peso y estructuralmente funciona como un muro en voladizo.

La condición de voladizo implica el diseño de una cimentación que funcione como un empotramiento para controlar el volteo lateral del muro que se presenta mediante una combinación de poca carga vertical y momento de volteo alto. Para ello,

el tipo de terreno de cimentación tiene una importante influencia en el diseño de la cimentación.

Los cercos deben ser reforzados para evitar el volteo fuera del plano. Los elementos de refuerzo son:

Para albañilería armada, refuerzo interno, vertical.

Para albañilería simple, columnas y vigas de concreto armado.

Las armaduras de refuerzo verticales deben estar debidamente ancladas a la cimentación.

El cimiento de un cerco debe funcionar como un empotramiento para asegurar su estabilidad lateral, para lo cual se tienen las siguientes opciones:

- a. Cimiento corrido profundo que resista el momento de volteo por unidad de longitud, mediante la presión lateral del terreno.
- b. Cimentación superficial corrida armada que resiste el momento de volteo por unidad de longitud mediante la presión vertical que ejerce sobre el terreno.
- c. Otras que permitan garantizar la estabilidad al volteo y empotramiento.

El esfuerzo admisible en tracción por flexión (f_t) de la albañilería se supondrá igual a:

$$f_t = 0,15 \text{ MPa (1,5Kg/cm}^2\text{) para albañilería simple}$$

$$f_t = 0,30 \text{ MPa (3,0Kg/cm}^2\text{) para albañilería armada}$$

Para el análisis y diseño de los elementos de refuerzo se emplearán métodos racionales de cálculo.

2.3 Definición de términos

2.3.1 Cerco

Un cerco es un muro no portante apoyado sobre el terreno cuya función es delimitar áreas de terreno y proveerla de seguridad (NTE E.070, 2006)

2.3.2 Distorsión

Bazán & Meli (2003), en su libro "Diseño sísmico de edificios" indican que el índice más importante para la determinación de la magnitud de los posibles daños es la distorsión de entrepiso γ , o sea, el desplazamiento relativo entre dos pisos sucesivos Δ , dividido entre la altura H.

2.3.3 Diseños óptimos

Gallagher (1985), en su artículo “Diseño óptimo – Una reseña”, indica que al hablar de diseño estructural óptimo nos referimos a un proceso que, a través de la mayor parte de la historia de su desarrollo, ha sido en su totalidad de carácter analítico. El objetivo a satisfacer por el diseño es minimizar el costo o minimizar el peso establecido en forma explícita. Los métodos modernos de diseño óptimo son suficientemente generales como para acomodar cualquier cantidad de hipótesis de carga y modalidades de colapso.

2.3.4 Elementos no estructurales

Se consideran como elementos no estructurales aquellos que, estando conectados o no al sistema resistente a fuerzas horizontales, aportan masa al sistema, pero su aporte a la rigidez no es significativo (NTE E.070, 2006)

2.3.5 Muro no portante

Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos (NTE E.070, 2006)

2.3.6 Parapeto

Un parapeto es un muro no portante sobre un piso elevado que sirve para que las personas se apoyen en él y no se caigan (NTE E.070, 2006)

2.3.7. Sismo

Son vibraciones de la tierra las cuales se originan por la rápida liberación de energía en forma de onda que se propaga en todas las direcciones desde el origen del terremoto denominado foco. (Lutgens & Lutgens, 2005).

2.3.8 Tabique

Los tabiques son muros no portantes cuya función es cerrar o separar los ambientes en una edificación (NTE E.070, 2006)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Según la naturaleza de los objetivos en cuanto al nivel de conocimiento que se desea alcanzar existen 4 tipos de investigación que pueden ser: Exploratorio, Descriptivo, Explicativo y Correlacional.

Esta tesis es de tipo Explicativa, ya que no solo se describe el proceso de análisis y diseño de los elementos no estructurales en la Nueva sede del Gobierno regional, si no también se estudiará el problema con mayor profundidad y de esta manera entender el fenómeno de forma eficiente.

Por otro lado, cuando nos referimos al diseño de la investigación nos planteamos preguntas de DÓNDE y CUÁNDO se recopila la información. En ese sentido la presente tesis es de Campo y Documental, ya que recopila información de la obra que se encuentra en ejecución y del expediente técnico.

3.2 Población y/o muestra de estudio

La población tomada para el presente estudio será la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna.

La muestra estará conformada por los elementos no estructurales de albañilería como son: parapetos, tabiques y cercos.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variable	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Variable independiente Elementos no estructurales de la nueva sede del Gobierno Regional de la ciudad de Tacna	Se consideran como elementos no estructurales aquellos que, estando conectados o no al sistema resistente a fuerzas horizontales, aportan masa al sistema, pero su aporte a la rigidez no es significativo (NTE E.070, 2006)	Parapetos Cercos Tabique	Propiedades mecánicas de los materiales ($f'm$, $f'c$), longitud (en m), altura (en m).

Variable	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Variable dependiente Análisis y Diseño sísmico	Gallagher (1985), en su artículo “Diseño óptimo – Una reseña”, indica que al hablar de diseño estructural óptimo nos referimos a un proceso que, a través de la mayor parte de la historia de su desarrollo, ha sido en su totalidad de carácter analítico. El objetivo a satisfacer por el diseño es minimizar el costo o minimizar el peso establecido en forma explícita.	Análisis sísmico Diseño Estructural	Carga máxima (en Kg), Momento flector (en Kg-m/m), Esfuerzo actuante y admisible a tracción (en Kg/cm ²). Áreas de acero (en cm ²).

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En esta sección se describirá donde se realizó el estudio, como y que variables se ha estudiado.

¿Dónde se realizó el estudio?

La nueva sede del Gobierno Regional de Tacna, forma parte de la construcción que se viene ejecutando en la obra “Mejoramiento del Servicio Institucional de la Sede Central del Gobierno Regional de Tacna del Distrito de Tacna-Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”, la cual está ubicada en la Av. Manuel A. Odría y Calle nro. 14, provincia y departamento de Tacna.

El proyecto comprende la construcción de 03 edificios y obras exteriores.

- a. Edificio Central 01
- b. Edificio PET 02
- c. Edificio Cultural 03
- d. Obras exteriores

La nueva Sede del Gobierno Regional de Tacna en esta obra se denomina EDIFICIO CENTRAL, y su construcción contempla la construcción de 01 sótano, 01 semisótano, 07 pisos o niveles (Ver figura 6 y 7).

Figura 6

Vista frontal de la Nueva sede del Gobierno Regional de Tacna



Nota. Foto extraída del Expediente técnico de la obra “Mejoramiento del Servicio Institucional de la Sede Central del Gobierno Regional de Tacna del Distrito de Tacna-Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”

Figura 7

Vista lateral derecha de la Nueva sede del Gobierno Regional de Tacna



Nota. Foto extraída del Expediente técnico de la obra “Mejoramiento del Servicio Institucional de la Sede Central del Gobierno Regional de Tacna del Distrito de Tacna-Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”

¿Cómo se realizó el estudio?

- a. Del expediente técnico e informes de obra, se ha identificado los diferentes elementos no estructurales como son: Parapetos, Tabiques y Cerco Perimétrico
- b. Para realizar el análisis sísmico del edificio se ha hecho uso del programa ETABS 2018 (Extended 3D Analysis of Building Systems). Este es un programa para análisis estructural y diseño de estructuras que incluye las mejores técnicas actualmente disponibles, así como las normas técnicas de edificaciones NTE E.020 (Cargas) y NTE E.030 (Diseño Sismorresistente).
- c. Para realizar el análisis ante fuerzas perpendiculares de sismo de los muros no estructurales, se ha hecho uso del programa ETABS 2018 (Extended 3D Analysis of Building Systems) y la propuesta de norma NTE E.070 (Albañilería) del año 2019.
- d. Para realizar el diseño estructural de los elementos de arriostre se ha hecho uso ha hecho uso del programa ETABS 2018 (Extended 3D Analysis of Building Systems) y las normas NTE E.030 (Diseño Sismorresistente) y NTE E.060 (Concreto armado).

¿Qué variables se han estudiado?

Tanto la variable dependiente (Análisis sísmico y Diseño estructural), e independiente (elementos no estructurales) han sido estudiadas.

Para llevar a cabo este estudio la Técnica empleada fue la revisión documental y Observación.

El instrumento empleado fue la ficha resumen y guía de Observación.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

Para llevar a cabo este estudio no se han realizado pruebas estadísticas. Sin embargo, para el procesamiento de datos se ha hecho uso de las normas del reglamento Nacional de edificaciones como es la NTE E.030 “Diseño sismorresistente” del 2018 y la Propuesta de la NTE E.070 “Albañilería Estructural” la cual aún no ha sido aprobada, sin embargo, fue discutida en el 2019, por lo que se está a la espera de la emisión de la resolución correspondiente. Así como el uso del programa ETABS no lineal.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis sísmico del edificio Central

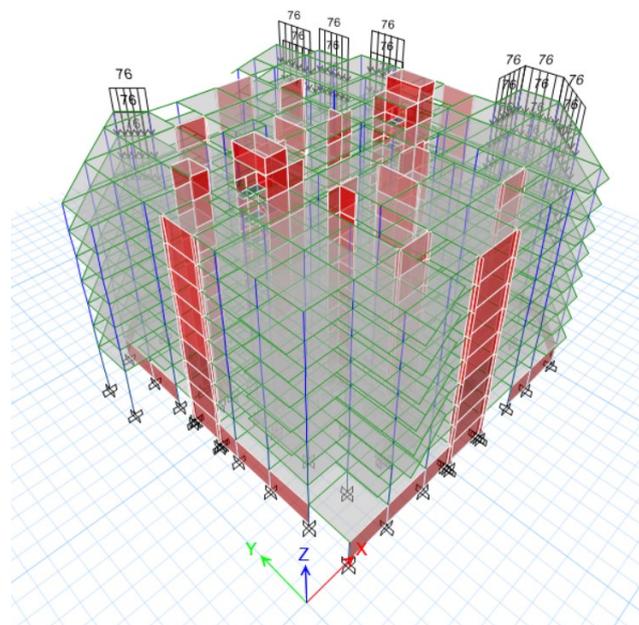
El edificio en estudio, está conformado por 01 sótano, 01 semisótano y 07 niveles. El sistema estructural en ambas direcciones principales en plantas es de muros de concreto armado (Ver figura 8). En los planos del expediente técnico se encuentran las dimensiones de las vigas, columnas, placas, losas y muros.

Los parámetros sísmicos se han asumido de manera similar al cálculo original, siendo:

- Factor de Zona: $Z = 0,45$ (Zona 4)
- Factor de Uso: $U = 1,5$ (Edificación esencial)
- Factor de suelo: $S = 1,0$ (Suelo rígido)
- Periodo de la plataforma $T_p = 0,4$ seg.
- Periodo que define el inicio de la zona del factor C $T_L = 2,5$ seg.
- Coeficiente de reducción $R_x = 6$ (Muros de C.A, estructura regular)
- Coeficiente de reducción $R_y = 6$ (Muros de C.A, estructura regular)

Figura 8

Vista del modelo estructural de la Nueva sede del Gobierno Regional de Tacna



Periodos y Modos de Vibración

Con estas cargas y con las propiedades de las secciones transversales, se puede determinar los periodos de vibrar.

De los resultados se obtiene que el primer modo de vibración se presenta en el eje XX con un periodo de 0,625seg, tal como se muestra en la figura 9. Mientras que el segundo modo de vibración se presenta en el eje YY con un valor de 0,611seg (Ver figura 10).

Figura 9

Vista del primer modo de vibración $T=0,625s$. En la dirección XX.

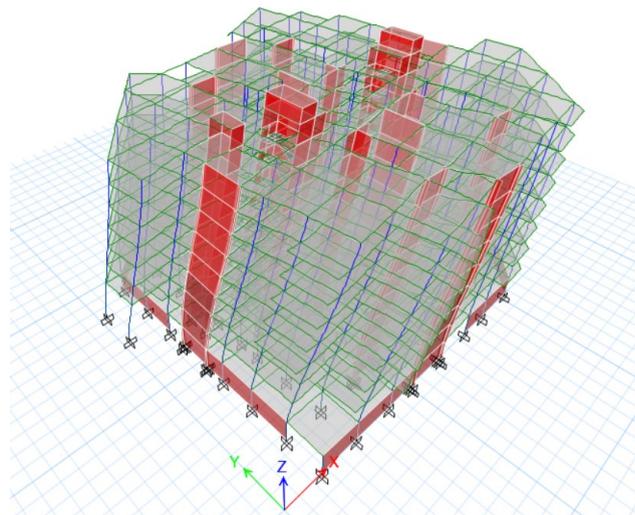


Figura 10

Vista del segundo modo de vibración $T=0,611s$. En la dirección YY.

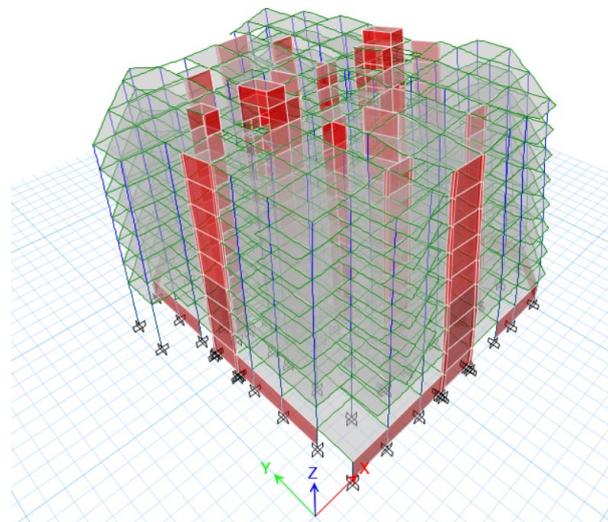


Tabla 4*Vista de los 10 primeros modos de vibración*

Case	Mode	Period s	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0,626	0,4265	0,1121	0,4265	0,1121	0,1585	0,1585
Modal	2	0,612	0,0562	0,5661	0,4827	0,6783	0,0552	0,2138
Modal	3	0,582	0,2022	0,0066	0,6848	0,6849	0,4546	0,6684
Modal	4	0,172	0,0152	0,1355	0,7	0,8204	0,0022	0,6705
Modal	5	0,169	0,1053	0,0169	0,8053	0,8372	0,0293	0,6998
Modal	6	0,161	0,0333	0,0005	0,8386	0,8377	0,1149	0,8147
Modal	7	0,126	1,57E-05	1,33E-05	0,8386	0,8377	1,70E-05	0,8147
Modal	8	0,12	0	4,09E-06	0,8386	0,8377	6,69E-06	0,8147
Modal	9	0,119	1,17E-05	1,50E-05	0,8386	0,8377	6,06E-06	0,8147
Modal	10	0,099	0,0007	1,61E-05	0,8393	0,8378	0,0001	0,8148

Desplazamientos y distorsiones de entrepiso

Según la norma vigente para cada dirección de análisis, las distorsiones calculadas por el programa deben ser multiplicados por 0.75R.

En la Tabla 05 y 06 se muestran las distorsiones calculadas en concordancia con la NTE E.030. De la misma manera en la figura 11 y 12 se muestra los resultados de los desplazamientos en el eje X e Y respectivamente.

Tabla 5*Vista de Distorsiones de entre pisos eje XX*

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	Drift*0.75*R
TECHO TANQUE	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00068	75	0,003051
TECHO ASCENSOR	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00068	9	0,003069
TECHO 07	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00088	60	0,003956
TECHO 06	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00097	212	0,004374

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	Drift*0.75*R
TECHO 05	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00102	212	0,004572
TECHO 04	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00105	212	0,004712
TECHO 03	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00104	212	0,004694
TECHO 02	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00094	81	0,004235
TECHO 01	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00087	103	0,003911
TECHO SEMISÓTANO	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00073	81	0,003290
TECHO SÓTANO	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00023	54	0,001044

Tabla 6

Vista de Distorsiones de entre pisos eje YY

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	Drift*0.75*R
TECHO TANQUE	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000732	75	0,003294
TECHO ASCENSOR	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,00077	172	0,003465
TECHO 07	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000746	86	0,003357
TECHO 06	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000865	237	0,003893
TECHO 05	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000957	237	0,004307
TECHO 04	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,001023	235	0,004604
TECHO 03	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,001109	235	0,004991
TECHO 02	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,001144	237	0,005148
TECHO 01	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,001036	169	0,004662
TECHO SEMISÓTANO	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000714	229	0,003213

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	Drift*0.75*R
TECHO SÓTANO	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,00025	35	0,001125

Figura 11

Vista del desplazamiento en el eje X-X

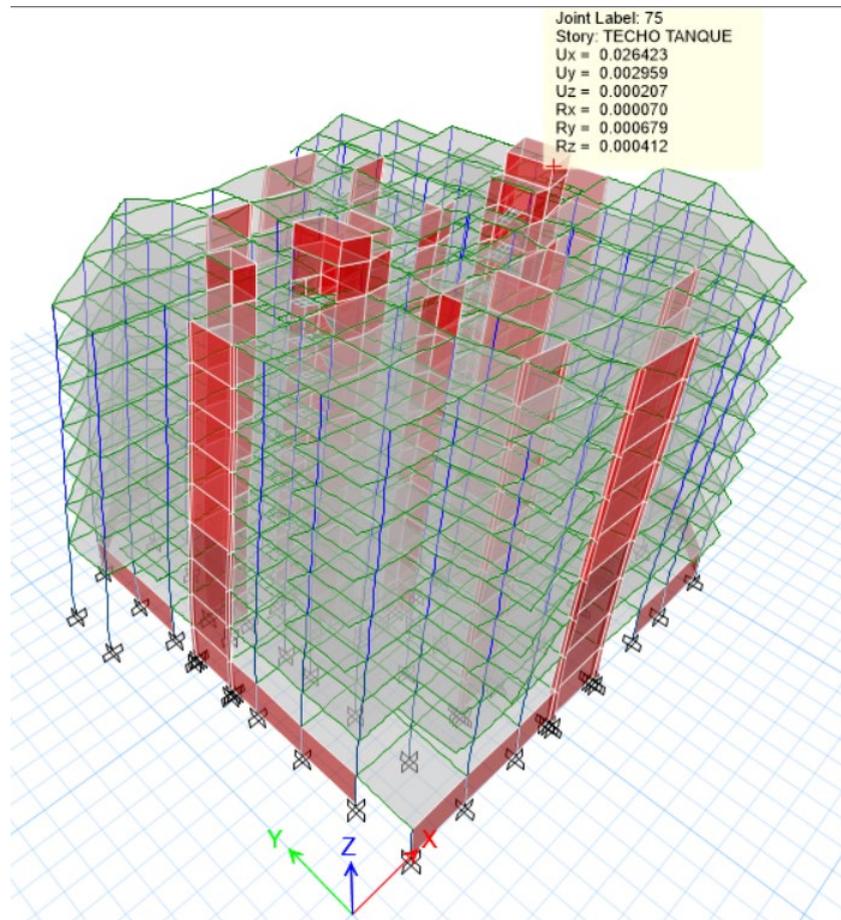
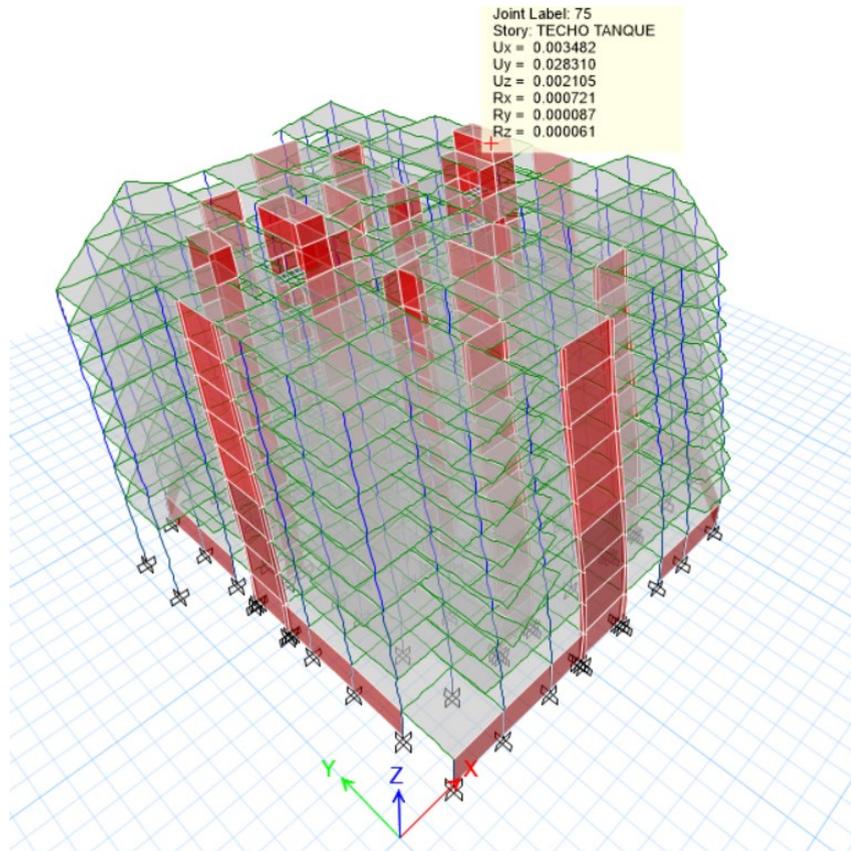


Figura 12

Vista del desplazamiento en el eje Y-Y



Como se observa en las tablas 5 y 6, la distorsión del edificio en estudio es menor a 0.007 que es lo máximo permitido por la NTE E-030, por lo que se concluye que la estructura tiene suficiente rigidez como para soportar un sismo severo.

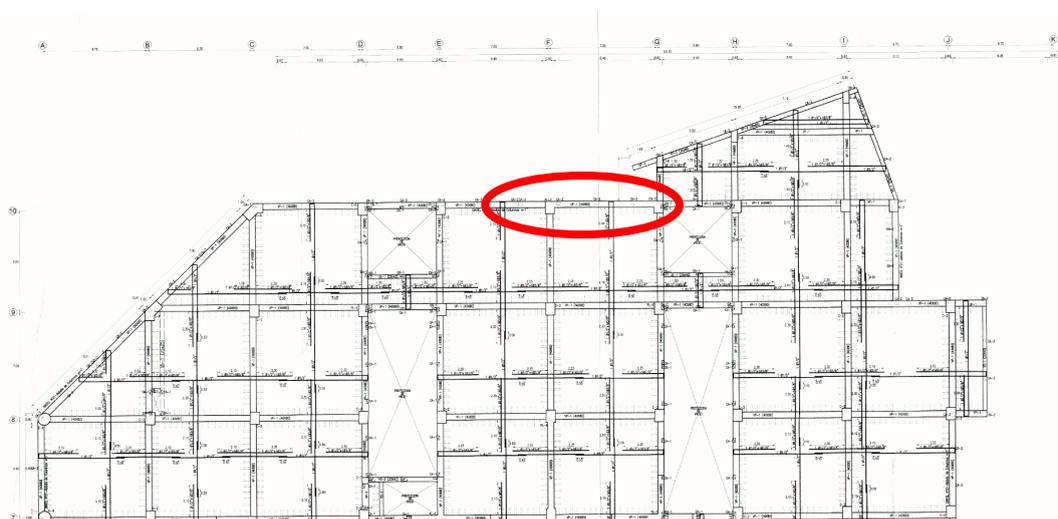
4.2 Diseño de parapetos

Como ya se había mencionado en el marco teórico, un parapeto es una pared ubicada alrededor del borde de un techo o terraza, la cual es diseñada con la finalidad de proteger del exterior a los usuarios de una edificación. Para realizar el diseño se debe seguir los lineamientos de elementos no estructurales definidos en la NTE E.030 (Diseño sismorresistente) y NTE E.070 (Albañilería Estructural).

En el edificio central, el parapeto está ubicado en todo el borde del edificio del techo del séptimo piso, siendo de uno de los más largos el que se encuentra en el eje 10, entre E y G, tal como se ve en la figura 13. En tal sentido, el diseño se realizará para este tramo.

Figura 13

Vista del parapeto a analizar, eje 10, entre E y G, plano E-19.



Nota. Vista de plano E-19 “Vigas y Losas del Séptimo Nivel” del Expediente técnico de la obra “Mejoramiento del Servicio Institucional de la Sede Central del Gobierno Regional de Tacna del Distrito de Tacna-Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”

Según el expediente técnico, el parapeto está conformado por muros de albañilería Hércules I con una resistencia f_m de 45Kg/cm². Las columnas son de 25*25cm² y la viga es de 15*10cm². La resistencia del concreto es de f_c 210Kg/cm².

Según la NTE E.070, especifica que el paño de albañilería se supondrá que actúa como una losa simplemente apoyada en sus arriostres, sujeta a cargas sísmicas uniformemente distribuidas. La magnitud de esta carga (w , en kg/m²) para un metro cuadrado de muro se calculará mediante la siguiente expresión:

$$W = 0,4ZUSP_e \quad , \text{para el piso uno y sótanos} \quad (5)$$

$$W = 0,3 * \frac{F_i}{P_i} * C_1 * P_e \quad , \text{para nivel } i \quad (6)$$

Donde:

Z= factor de zona especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

U= factor de importancia especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

S= factor de amplificación del suelo especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

P_e = peso del muro por unidad de área (incluyendo tarrajeos)

F_i = fuerza sísmica horizontal en el nivel i

P_i = peso del nivel i

Para nuestro caso se utilizará la expresión (6), ya que el parapeto se encuentra

en el séptimo piso. Asimismo, cabe mencionar que la fuerza sísmica por cada piso y el peso es calculada por el programa ETABS y se muestra en las tablas 7 y 8.

Tabla 7

Fuerza de corte por piso, eje x-x

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	VX kgf
TECHO TANQUE	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	23848,47
TECHO ASCENSOR	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	92199,82
TECHO 07	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	1061982,84
TECHO 06	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	1938711,0
TECHO 05	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	2582000,42
TECHO 04	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	3106285,62
TECHO 03	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	3564126,50
TECHO 02	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	3940983,40
TECHO 01	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	4224784,11
TECHO SEMISÓTANO	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	4436846,72
TECHO SÓTANO	SismoXX	LinRespS	Max	Bottom	4259518,89

Tabla 8

Masa por piso en Kg-s²/m

Story	Diaphragm	Mass X kgf-s ² /m	Mass Y kgf-s ² /m	XCM m	YCM m
TECHO SÓTANO	D1	432241,92	432241,92	32,4492	26,6225
TECHO SEMISÓTANO	D2	430161,5	430161,5	33,4481	27,6603
TECHO 01	D3	375643,47	375643,47	31,8276	26,8896
TECHO 02	D4	408432,92	408432,92	32,784	27,547
TECHO 03	D5	418278,59	418278,59	32,7747	27,2001
TECHO 04	D6	407603,12	407603,12	32,7443	27,4803
TECHO 05	D7	405976,58	405976,58	32,6607	27,3571
TECHO 06	D8	404972,34	404972,34	32,6132	27,2824
TECHO 07	D9	327627,59	327627,59	32,5391	27,1959

Story	Diaphragm	Mass X kgf-s ² /m	Mass Y kgf-s ² /m	XCM m	YCM m
TECHO ASCENSOR	D10	17649,04	17649,04	29,8451	27,7406

Reemplazando se tiene los siguientes datos en la expresión (6):

- Largo: 9,40m
- Alto: 1,1m
- Espesor del muro: 0,14m
- Peso específico del muro γ : 1800Kg/m³
- Espesor del tarrajeo: 0,02m
- Peso específico del tarrajeo γ : 2000Kg/m³
- Peso del muro en Kg (incluye tarrajeo): Pe = 3019,28 Kg
- Peso del muro por unidad de área (incluye tarrajeo): Pe = 292 Kg/m²
- Fuerza sísmica horizontal en el nivel i: Fi = 68351,35 Kg
- Peso del nivel i: Pi = 173078,841 Kg
- C₁ = 3

$$W = 0,3 * \frac{68351,35}{173078,841} * 3 * 292 = 103,78 \text{ Kg/m}^2$$

Con la magnitud de la carga w se debe obtener el momento debido a la flexión perpendicular al plano del muro y para ello se debe emplear procedimientos basados en teorías elásticas y líneas potenciales de falla. Según la NTE E.070, el momento flector distribuido por unidad de longitud (Ms, en kg-m/m), producido por la carga sísmica "w", se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_s = m * w * a^2 \quad (7)$$

Donde:

m, es el coeficiente de momento y

a, es la dimensión crítica del paño de albañilería

Para nuestro caso se empleará el caso 1, correspondiente a muro con cuatro bordes arriostrados. Siendo que el paño a analizar tiene un distancia crítica de 1,1m y "b" tiene un valor de 2,35m:

CASO 1: MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS

a= Menor dimensión

b/a=	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	α
m=	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125



a=1,1m

b=2,35m

b/a=2,136

haciendo una regresión lineal:

<u>b/a</u>	<u>m</u>
2	0,1017
2,136	x
3	0,118

Por lo tanto, x, es:

$$(2,136 - 2)/(3 - 2,136) = (x - 0,1017)/(0,118 - x)$$

$$x = 0,1039168$$

$$M_s = 0,1039168 * 103,78 * 1.1^2$$

$$M_s = 13,047 \text{Kg} - \text{m/m}$$

Asimismo, según la NTE E.070, el esfuerzo de tracción actuante = $f_m = 6 M_s / t^2 = 6 * 13,47 / 14^2 = 0,399 \text{Kg/cm}^2 < 1,5 \text{ kg/cm}^2$, por lo que cumple ampliamente lo solicitado por la norma.

Para efectos del diseño de los elementos estructurales se hará uso del programa ETABS. En el artículo 38.1, de la NTE E.030 se especifica como calcular las fuerzas laterales y perpendiculares al plano del muro. Y se indica que los elementos no estructurales, sus anclajes y sus conexiones se diseñan para resistir fuerza sísmica en cualquier dirección (F) asociada a su peso (P_e), cuya resultante puede suponerse aplicada en el centro de masas del elemento, tal como se indica:

$$F = \frac{a_i}{g} * C_1 * P_e \quad (2)$$

Donde a_i , es la aceleración horizontal en el nivel donde el elemento estructural esta soportado o anclado, al sistema estructural de la edificación. Esta aceleración depende de las características dinámicas del sistema estructural de la edificación y se evalúa mediante un análisis dinámico de la estructura.

Como se va a analizar el muro ubicado en el eje 10, entonces los datos de aceleración horizontal determinados por el programa ETABS son mostrados en la tabla 9 y 10.

Tabla 9

Aceleración horizontal paralelo al plano del muro

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²
TECHO TANQUE	SISMOXX	LinRespSpec	Max	4,977	1,1015
TECHO ASCENSOR	SISMOXX	LinRespSpec	Max	5,1192	1,3928
TECHO 07	SISMOXX	LinRespSpec	Max	3,4368	1,6488
TECHO 06	SISMOXX	LinRespSpec	Max	2,631	1,3794
TECHO 05	SISMOXX	LinRespSpec	Max	2,5241	1,2062
TECHO 04	SISMOXX	LinRespSpec	Max	2,4031	1,0371
TECHO 03	SISMOXX	LinRespSpec	Max	2,3013	0,9108
TECHO 02	SISMOXX	LinRespSpec	Max	2,3509	1,4415
TECHO 01	SISMOXX	LinRespSpec	Max	2,436	2,1888
TECHO SEMISÓTANO	SISMOXX	LinRespSpec	Max	1,6807	1,436
TECHO SÓTANO	SISMOXX	LinRespSpec	Max	0,7701	0,1392
BASE	SISMOXX	LinRespSpec	Max	0	0

Tabla 10

Aceleración horizontal perpendicular al plano del muro

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²
TECHO TANQUE	SISMOYY	LinRespSpec	Max	0,632	4,1749
TECHO ASCENSOR	SISMOYY	LinRespSpec	Max	1,605	4,3105
TECHO 07	SISMOYY	LinRespSpec	Max	1,6139	3,6121
TECHO 06	SISMOYY	LinRespSpec	Max	0,8452	2,6245

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²
TECHO 05	SISMOYY	LinRespSpec	Max	1,4009	2,591
TECHO 04	SISMOYY	LinRespSpec	Max	1,1914	2,3252
TECHO 03	SISMOYY	LinRespSpec	Max	1,0424	2,3204
TECHO 02	SISMOYY	LinRespSpec	Max	4,2215	4,7478
TECHO 01	SISMOYY	LinRespSpec	Max	2,843	2,9392
TECHO SEMISÓTANO	SISMOYY	LinRespSpec	Max	1,578	1.8741
TECHO SÓTANO	SISMOYY	LinRespSpec	Max	0,1328	0,7026
BASE	SISMOYY	LinRespSpec	Max	0	0

Datos

Largo: 9,40m

Alto: 1,1m

Espesor del muro: 0,14m

Peso específico del muro γ : 1800 Kg/m³

Espesor del tarrajeo: 0,02m

Peso específico del tarrajeo γ : 2000 Kg/m³

Peso del muro (incluye tarrajeo), P_e : 3019,28 Kg

$C_1 = 3$

$f'_m = 45$ Kg/cm²

$f'_c = 210$ Kg/cm²

Reemplazando en (2), se obtiene las siguientes fuerzas horizontales:

$$F_{\perp} = (3,6121/9,8067) * 3 * 3019,28 = 3336,27 \text{ Kg}$$

$$F_{//} = (3,4368/9,8067) * 3 * 3019,28 = 3174,35 \text{ Kg}$$

Por otro lado, en el artículo 39 de la NTE E.030 (Diseño sismorresistente) especifica que la fuerza calculada con la ecuación (2) no debe ser menor a la fuerza horizontal mínima y esta se calcula mediante la expresión (4):

$$F = 0,5ZUSP_e \quad (4)$$

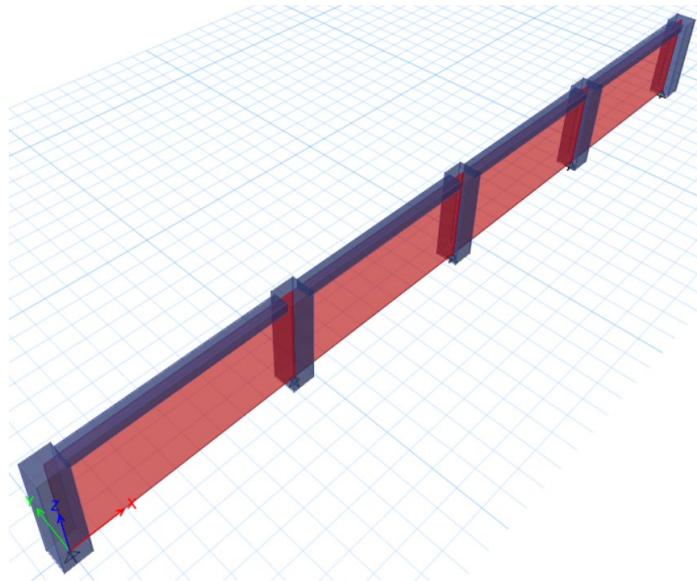
Reemplazando datos, se obtiene un valor de F:

$$F = 0,5 * 0,45 * 1,5 * 1 * 3019,28 = 1019,007 \text{ Kg}$$

Como se observa las fuerzas horizontales obtenidas de la ecuación (3) son mayores a la fuerza horizontal mínima obtenida de la ecuación (4). En ese sentido, para el diseño de los elementos de confinamiento se hará uso de las fuerzas calculadas en la ecuación (3).

Figura 14

Vista del modelo de muro parapeto a diseñar



El diseño de los elementos de arriostramiento (columnas y vigas) se realiza en condiciones de rotura. En tal sentido se utilizó las combinaciones de carga establecidas en la NTE E.060, las mismas que son:

$$U=1,4CM$$

$$U=1,25CM\pm CS$$

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

Con estas combinaciones de cargas, se obtuvieron fuerzas de corte y momentos flectores con los que se realizó el diseño de los elementos de confinamiento. En las figuras 15 y 16 se muestran los momentos máximos para los ejes X e Y, tal como se muestra en las figuras 15 y 16.

Figura 17

Vista de áreas de acero en elementos de confinamiento en cm^2 .



Como se observa en la figura 17, para las columnas se requiere un área de acero mínima de $6,25\text{cm}^2$. Sin embargo, el área de acero existente es de 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " , lo que equivale a $5,08\text{cm}^2$, estando por debajo del valor mínimo obtenido. Para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero de $0,20\text{cm}^2$, y un área de acero mínimo de $0,33\%bd$ o $0,495\text{cm}^2$, mientras que el área de acero existente es de $2,54\text{cm}^2$, el cual es superior al área de acero requerido.

4.3 Diseño de tabiques

Un tabique es un muro que es usado para cerrar o dividir ambientes. Los tabiques de mampostería y otros elementos de mampostería que no estén diseñados para resistir cargas verticales o laterales, distintas de las inducidas por su propio peso, deben estar aislados de la estructura de modo que no se impartan fuerzas verticales y laterales a estos elementos. Las juntas de aislamiento y los conectores entre estos elementos y la estructura deben diseñarse para adaptarse a la deriva del piso de diseño.

Para realizar el diseño de un tabique, se debe emplear el mismo procedimiento utilizado en el diseño de los parapetos. Empezaremos el diseño determinando primero la magnitud de esta carga (w , en kg/m^2) para un metro cuadrado de muro mediante la expresión (5) y (6).

Para nuestro diseño se verificará los muros ubicados en el primer piso y séptimo piso. De esta manera se puede hacer una comparación no solo de las fórmulas empleadas, sino también de los resultados obtenidos.

Diseño de muro tabique en Primer piso:

En el primer piso uno de los tabiques más largos es el que se encuentra en el eje 1, entre C y D, tal como se ve en la figura 18.

Figura 18

Vista del muro tabique del primer piso a analizar, eje 1, entre C y D, plano E-12.



Nota. Vista de plano E-12 “Vigas y Losas de Nivel de Semisótano” del Expediente técnico de la obra “Mejoramiento del Servicio Institucional de la Sede Central del Gobierno Regional de Tacna del Distrito de Tacna-Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”

Según el expediente técnico, el muro tabique está conformado por muros de albañilería Hércules I con una resistencia f_m de 45Kg/cm². Las columnas son de 15*25cm² y la viga es de 15*20cm². La resistencia del concreto es de f_c 210Kg/cm².

Para la expresión (5) se tiene los siguientes datos:

- Largo: 6,40m
- Alto: 3,2m
- Espesor del muro: 0,14m
- Peso específico del muro γ : 1800Kg/m³
- Espesor del tarrajeo: 0,02m
- Peso específico del tarrajeo γ : 2000Kg/m³
- Factor de Zona: $Z = 0,45$ (Zona 4)
- Factor de Uso: $U = 1,5$ (Edificación esencial)
- Factor de suelo: $S = 1,0$ (Suelo rígido)
- Peso del muro en Kg (incluye tarrajeo): $P_e = 4111,36$ Kg
- Peso del muro por unidad de área (incluye tarrajeo): $P_e = 292$ Kg/m²

Reemplazando en la ecuación (5), se tiene:

$$W = 0,4ZUSP_e \quad , \text{para el piso uno y sótanos} \quad (5)$$

$$W = 0,4 * 0,45 * 1,5 * 1,0 * 292 = 78,84 \text{ Kg/m}^2$$

El momento flector distribuido por unidad de longitud (M_s , en kg-m/m), producido por la carga sísmica "w", se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_s = m * w * a^2 \quad (7)$$

Donde:

m, es el coeficiente de momento y

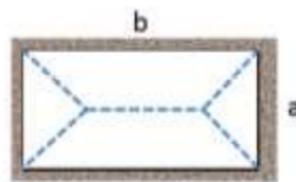
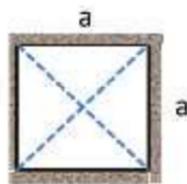
a, es la dimensión crítica del paño de albañilería

Para nuestro caso se empleará el caso 1, correspondiente a muro con cuatro bordes arriostrados. Siendo:

CASO 1: MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS

a= Menor dimensión

b/a=	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	α
m=	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125



a=2,13m

b=3,2m

b/a=1,5

haciendo una regresión lineal:

<u>b/a</u>	<u>m</u>
1,4	0,0755
1,5	x
1,6	0,0862

Por lo tanto, x, es:

$$(1,5 - 1,4)/(1,6 - 1,5) = (x - 0,0755)/(0,0862 - x)$$

$$x = 0,08085$$

$$M_s = 0.08085 * 78.84 * 2.13^2$$

$$M_s = 28.919 \text{Kg} - \text{m/m}$$

Asimismo, según la NTE E.070, el esfuerzo de tracción actuante = $f_m = 6 \text{ Ms} / t^2 = 6 * 28,919 / 14^2 = 0,885 \text{ Kg/cm}^2 < 1,5 \text{ kg/cm}^2$, por lo que cumple con lo solicitado por la norma.

Para efectos del diseño de los elementos estructurales se hará uso del programa ETABS. En el artículo 38.1, de la NTE E.030 se especifica como calcular las fuerzas laterales y perpendiculares al plano del muro.

$$F = \frac{a_i}{g} * C_1 * P_e \quad (2)$$

En las tablas 7 y 8 mostradas anteriormente se tenían aceleraciones de:

Aceleración horizontal perpendicular al plano del muro = 1.874 m/s^2

Aceleración horizontal paralelo al plano del muro = 1.681 m/s^2

Asimismo, se considerará un valor de $C_1 = 3$, ya que el muro puede precipitarse hacia afuera.

Reemplazando en (3), se obtiene las siguientes fuerzas horizontales:

$$F_{\perp} = ((1,874/9,8067) * 3 * 4111,36 = 2357,0204 \text{ Kg}$$

$$F_{//} = (1,681/9,8067) * 3 * 4111,36 = 2113,7849 \text{ Kg}$$

Por otro lado, la fuerza horizontal mínima se calcula mediante la expresión (4):

$$F = 0,5 Z U S P_e \quad (4)$$

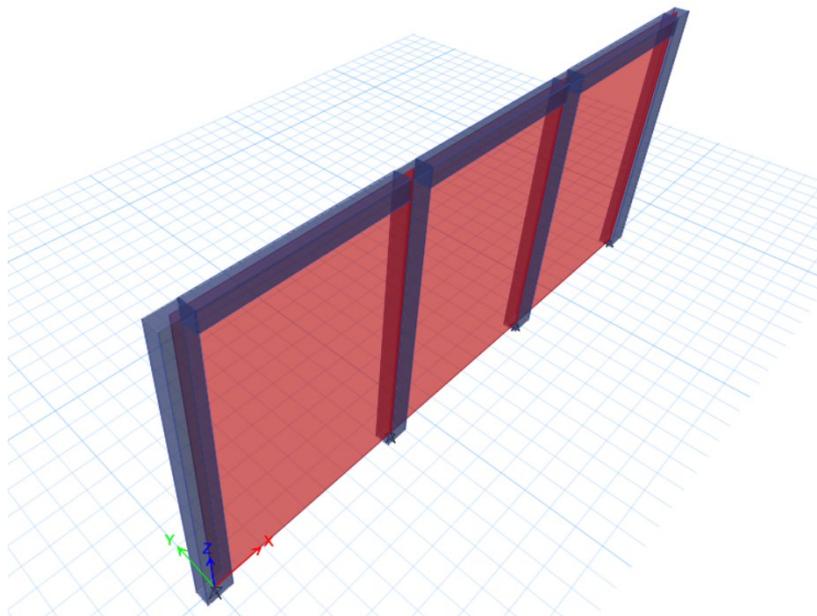
Reemplazando datos, se obtiene un valor de F:

$$F = 0,5 * 0,45 * 1,5 * 1 * 4111,36 = 1387,58 \text{ Kg}$$

Como se observa las fuerzas horizontales obtenidas de la ecuación (3) son mayores a la fuerza horizontal mínima obtenida de la ecuación (4). En ese sentido, para el diseño de los elementos de confinamiento se hará uso de las fuerzas calculadas en la ecuación (3).

Figura 19

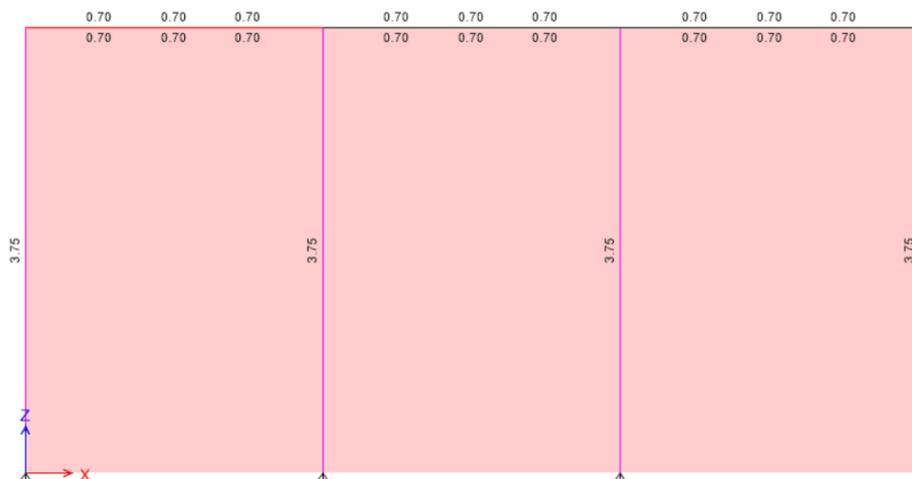
Vista del modelo de muro tabique del primer piso a diseñar



De manera similar que en el diseño del muro parapeto, se han empleado combinaciones de cargas de la NTE E.060, y con ayuda del programa ETABS se han obtenido áreas de acero mostradas en la figura 20.

Figura 20

Vista de áreas de acero en elementos de confinamiento de muro tabique del primer piso en cm².



Como se observa en la figura 20, para las columnas se requiere un área de acero mínima de 3,75cm². El área de acero existente es de 4 varillas de ½", lo que equivale a 5,08cm², estando por encima del valor mínimo obtenido. Para el caso de las vigas,

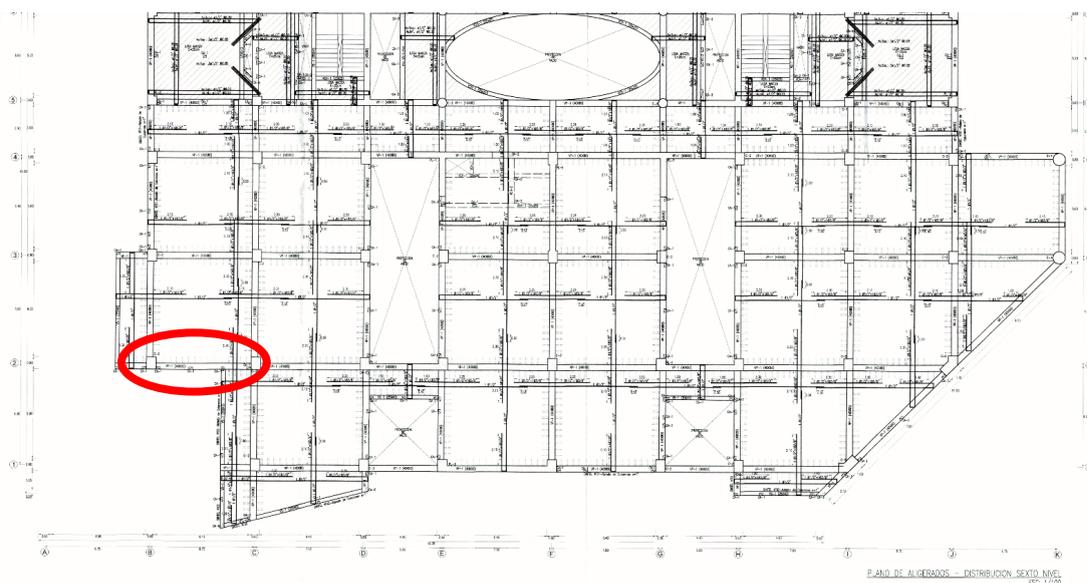
según diseño se requiere un área de acero de $0,70\text{cm}^2$, y un área de acero mínimo de $0,33\%bd$ o $0,99\text{cm}^2$, mientras que el área de acero existente es de $5,08\text{cm}^2$, el cual es superior al área de acero requerido.

Diseño de muro tabique en Séptimo piso:

En el séptimo piso, el muro tabique analizado en el primer piso no existe. En tal sentido y con la finalidad de evaluar cómo influye el análisis y diseño de un muro con respecto a su ubicación es que se realizará el diseño del muro ubicado en el eje 2, entre B y C, tal como se ve en la figura 21.

Figura 21

Vista del muro tabique del séptimo piso a analizar, eje 2, entre B y C, plano E-18.



Nota. Vista de plano E-18 "Vigas y Losas Sexto Nivel" del Expediente técnico de la obra "Mejoramiento del Servicio Institucional de la Sede Central del Gobierno Regional de Tacna del Distrito de Tacna-Provincia de Tacna, Departamento de Tacna"

Según el expediente técnico, el muro tabique está conformado por muros de albañilería Hércules I con una resistencia f_m de 45Kg/cm^2 . Las columnas son de $15*25\text{cm}^2$ y la viga es de $15*20\text{cm}^2$. La resistencia del concreto es de f_c 210Kg/cm^2 .

Para la expresión (6) se tiene los siguientes datos:

- Largo: 6,10m
- Alto: 3,2m
- Espesor del muro: 0,14m
- Peso específico del muro γ : 1800Kg/m^3

- Espesor del tarrajeo: 0,02m
- Peso específico del tarrajeo γ : 2000Kg/m³
- Factor de Zona: $Z = 0,45$ (Zona 4)
- Factor de Uso: $U = 1,5$ (Edificación esencial)
- Factor de suelo: $S = 1,0$ (Suelo rígido)
- Peso del muro en Kg (incluye tarrajeo): $P_e = 3918,54$ Kg
- Peso del muro por unidad de área (incluye tarrajeo): $P_e = 292$ Kg/m²

Para el diseño del muro tabique, por su ubicación se empleará la ecuación (2).

$$W = 0,3 * \frac{F_i}{P_i} * C_1 * P_e \text{ ,para nivel } i \quad (6)$$

Cabe mencionar que los valores de F_i y P_i se obtienen de las tablas 7 y 8, en donde se obtienen:

- Fuerza sísmica horizontal en el nivel i : $F_i = 969783,02$ Kg
- Peso del nivel i : $P_i = 3212945,487$ Kg
- $C_1 = 3$

Reemplazando en la ecuación (6), se tiene:

El momento flector distribuido por unidad de longitud (M_s , en kg-m/m), producido por la carga sísmica "w", se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_s = m * w * a^2 \quad (7)$$

Donde:

m , es el coeficiente de momento y

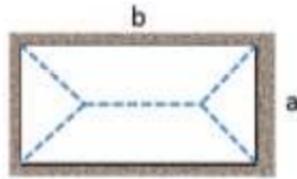
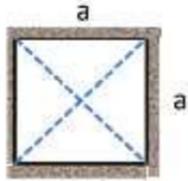
a , es la dimensión crítica del paño de albañilería

Para nuestro caso se empleará el caso 1, correspondiente a muro con cuatro bordes arriostrados. Siendo:

CASO 1: MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS

a= Menor dimensión

b/a=	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	α
m=	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125



a=2.0m

b=3.2m

b/a=1.6

Para b/a de 1.60, se tiene un valor de m de 0,0862. Por lo tanto, Ms, es:

Asimismo, según la NTE E.070, el esfuerzo de tracción actuante = $f_m = 6 M_s / t^2 = 6 * 27,34 / 14^2 = 0,837 \text{Kg/cm}^2 < 1,5 \text{kg/cm}^2$, por lo que cumple con lo solicitado por la norma.

Para efectos del diseño de los elementos estructurales se hará uso del programa ETABS. En el artículo 38.1, de la NTE E.030 se especifica como calcular las fuerzas laterales y perpendiculares al plano del muro.

$$F = \frac{a_i}{g} * C_1 * P_e \quad (2)$$

En las tablas 9 y 10 mostradas anteriormente se tenían aceleraciones de:

Aceleración horizontal perpendicular al plano del muro=2,6245 m/s²

Aceleración horizontal paralelo al plano del muro= 2,631 m/s²

Asimismo, se considerará un valor de $C_1 = 3$, ya que el muro puede precipitarse hacia afuera.

Reemplazando en (2), se obtiene las siguientes fuerzas horizontales:

$$F_{\perp} = (2,62/9,8067) * 3 * 3918,54 = 3146,076 \text{ Kg}$$

$$F_{//} = (2,631/9,8067) * 3 * 3918,54 = 3153,86 \text{ Kg}$$

Por otro lado, la fuerza horizontal mínima se calcula mediante la expresión (4):

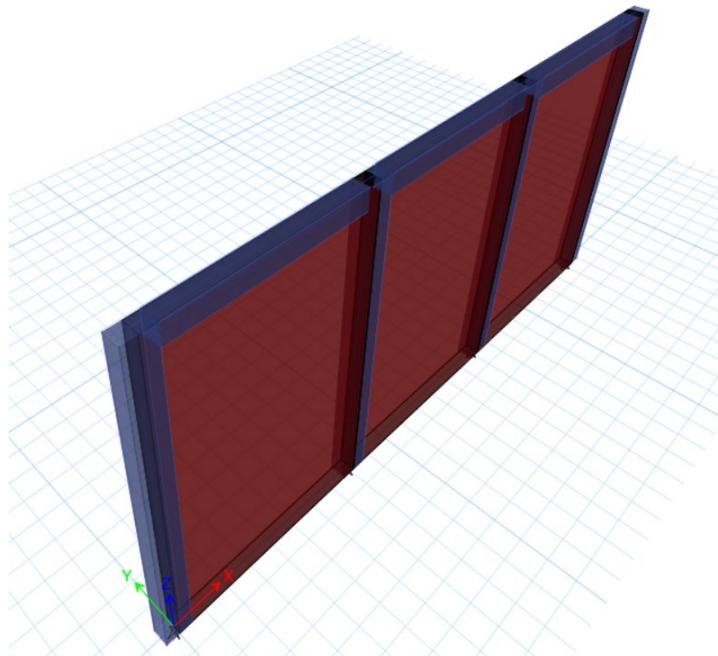
$$F = 0.5ZUSP_e \quad (4)$$

Reemplazando datos, se obtiene un valor de F:

Como se observa las fuerzas horizontales obtenidas de la ecuación (3) son mayores a la fuerza horizontal mínima obtenida de la ecuación (4). En ese sentido, para el diseño de los elementos de confinamiento se hará uso de las fuerzas calculadas en la ecuación (3).

Figura 22

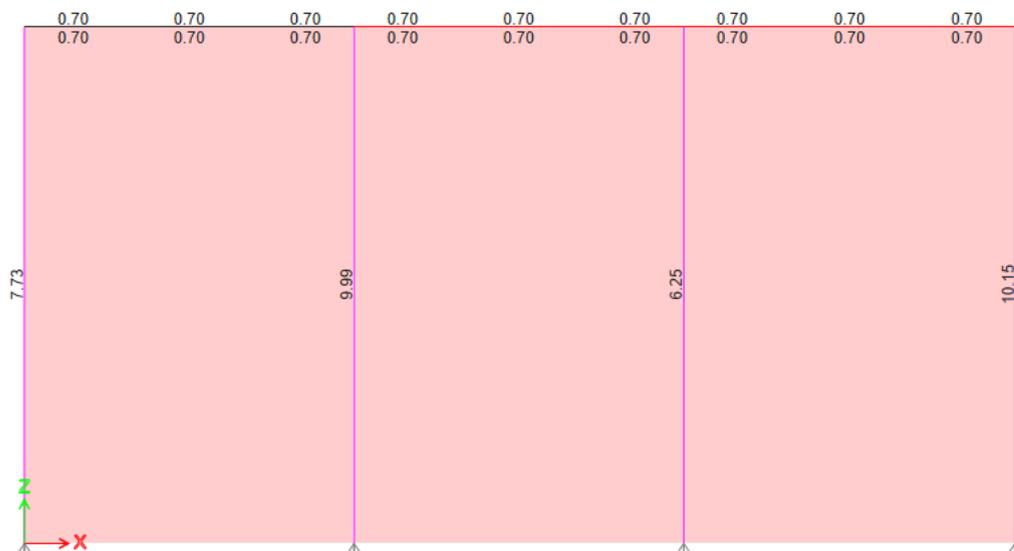
Vista del modelo de muro tabique del séptimo piso a diseñar



De manera similar que en el diseño del muro tabique del primer piso, se han empleado combinaciones de cargas de la NTE E.060, y con ayuda del programa ETABS se han obtenido áreas de acero mostradas en la figura 23.

Figura 23

Vista de áreas de acero en elementos de confinamiento de muro tabique del séptimo piso en cm^2 .



Como se observa en la figura 23, las columnas requieren un área de acero requerido de $6,25\text{cm}^2$ el cual es mayor al acero existente de 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " o $5,08\text{cm}^2$. Para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero de $0,20\text{cm}^2$, y un área de acero mínimo de $0,33\%bd$ o $0,495\text{cm}^2$, mientras que el área de acero existente es de $5,08\text{cm}^2$, el cual es superior al área de acero requerido.

4.4 Diseño del cerco perimétrico

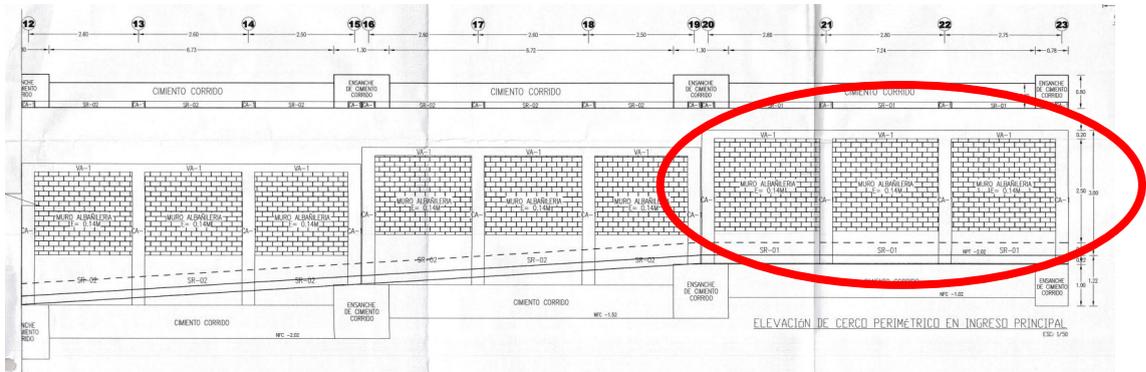
Los cercos perimétricos son elementos no estructurales que se utilizan generalmente para cumplir una serie de funciones como son: seguridad y protección, privacidad, aislamiento acústico, entre otros.

El diseño es el mismo que se ha empleado en el caso del muro tabique del primer piso.

Según el plano CP-04 "CERCO PERIMÉTRICO EN INGRESO PRINCIPAL", el cerco perimétrico está conformado por 3 paños de 3 muros de albañilería confinada de 3.0m de alto, con columnas de $15 \times 30\text{cm}^2$ y vigas de $15 \times 20\text{cm}^2$. Las unidades de albañilería están conformadas por Hércules I, con una resistencia f'_m de 45Kg/cm^2 , mientras que la resistencia del concreto es de f'_c 210Kg/cm^2 . En la figura 24 se muestra una vista del detalle en elevación del cerco a analizar.

Figura 24

Vista del cerco a analizar, eje 20-23, plano CP-04.



Nota. Vista de plano CP-04 “Cerco Perimétrico en Ingreso Principal” del Expediente técnico de la obra “Mejoramiento del Servicio Institucional de la Sede Central del Gobierno Regional de Tacna del Distrito de Tacna-Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”

Para la expresión (1) se tiene los siguientes datos:

- Largo: 8.35m
- Alto: 3.0m
- Espesor del muro: 0.14m
- Peso específico del muro γ : 1800Kg/m³
- Espesor del tarrajeo: 0.02m
- Peso específico del tarrajeo γ : 2000Kg/m³
- Factor de Zona: $Z = 0.45$ (Zona 4)
- Factor de Uso: $U = 1.5$ (Edificación esencial)
- Factor de suelo: $S = 1.0$ (Suelo rígido)
- Peso del muro en Kg (incluye tarrajeo): $P_e = 7314.6\text{Kg}$
- Peso del muro por unidad de área (incluye tarrajeo): $P_e = 292 \text{ Kg/m}^2$

Reemplazando en la ecuación (5), se tiene:

$$W = 0.4ZUSP_e \quad ,\text{para el piso uno y sótanos} \quad (5)$$

El momento flector distribuido por unidad de longitud (M_s , en kg-m/m), producido por la carga sísmica "w", se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_s = m * w * a^2 \quad (7)$$

Donde:

m, es el coeficiente de momento y

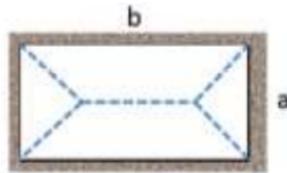
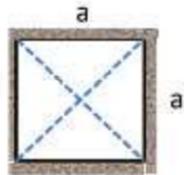
a, es la dimensión crítica del paño de albañilería

Para nuestro caso se empleará el caso 1, correspondiente a muro con cuatro bordes arriostrados. Siendo:

CASO 1: MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS

a= Menor dimensión

b/a=	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	α
m=	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125



a=2.75m

b=3.0m

b/a=1.09

haciendo una regresión lineal:

<u>b/a</u>	<u>m</u>
1.0	0.0479
1.09	x
1.2	0.0627

Por lo tanto, x, es:

Asimismo, según la NTE E.070, el esfuerzo de tracción actuante = $f_m = 6 M_s / t^2 = 6 \cdot 32,494 / 14^2 = 0,99 \text{ Kg/cm}^2 < 1,5 \text{ kg/cm}^2$, por lo que cumple con lo solicitado por la norma.

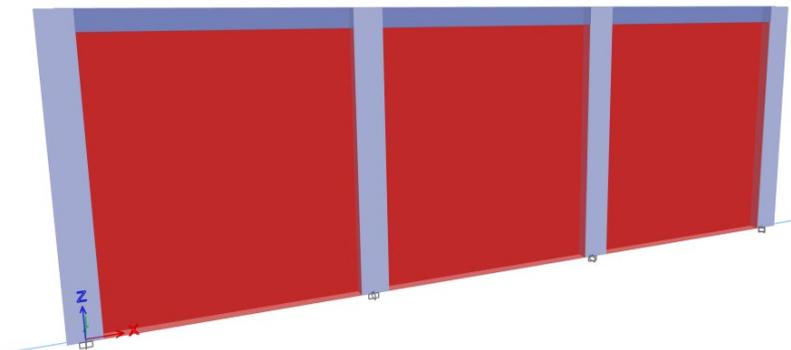
Para efectos del diseño de los elementos estructurales se hará uso del programa ETABS. En el artículo 41, de la NTE E.030 se especifica como calcular las fuerzas laterales y perpendiculares al plano del muro.

$$F = 0.5ZUSP_e \quad (4)$$

Reemplazando datos, se obtiene un valor de F:

Figura 25

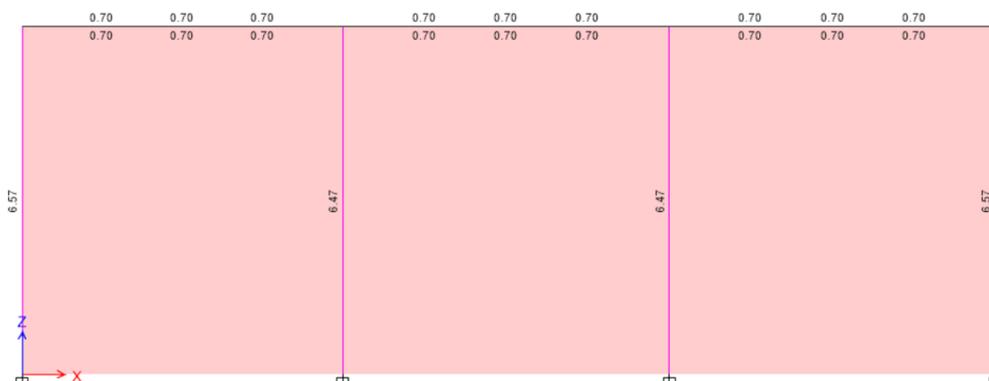
Vista del modelo de cerco perimétrico del ingreso principal a diseñar



De manera similar que en el diseño del muro parapeto, se han empleado combinaciones de cargas de la NTE E.060, y con ayuda del programa ETABS se han obtenido áreas de acero mostradas en la figura 26.

Figura 26

Vista de áreas de acero en elementos de confinamiento en cm².



Como se observa en la figura 26, para las columnas se requiere un área de acero mínima de 6.57cm². El área de acero existente es de 6 varillas de ½", lo que equivale a 7,62cm², estando por encima del valor mínimo obtenido. Para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero de 0,70cm², y un área de acero mínimo de 0,33%bd o 0.99cm², mientras que el área de acero existente es de 4 varillas de 3/8" o 2,84cm², el cual es superior al área de acero requerido.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Como primera hipótesis específica se tiene: ***El análisis sísmico de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna cumple con la normativa vigente NTE E.030 Diseño sismorresistente.***

Al respecto, debo de mencionar que se ha realizado el análisis sísmico modal espectral de acuerdo a lo indicado en la norma vigente NTE E.030 Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. En las tablas 11 y 12 se muestran las distorsiones máximas obtenidas del análisis y como se observa estas son menores a la distorsión límite de 0,007 establecida por la NTE E.030, por lo que se cumple con la hipótesis planteada.

Tabla 11

Vista de Distorsiones de entre pisos eje XX

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	Drift*0.75*R
TECHO TANQUE	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00068	75	0,003051
TECHO ASCENSOR	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00068	9	0,003069
TECHO 07	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00088	60	0,003956
TECHO 06	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00097	212	0,004374
TECHO 05	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00102	212	0,004572
TECHO 04	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00105	212	0,004712
TECHO 03	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00104	212	0,004694
TECHO 02	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00094	81	0,004235
TECHO 01	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00087	103	0,003911
TECHO SEMISÓTANO	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00073	81	0,003290
TECHO SÓTANO	SismoXX	LinRespS	Max	X	0,00023	54	0,001044

Tabla 12*Vista de Distorsiones de entre pisos eje YY*

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	Drift*0.75*R
TECHO TANQUE	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000732	75	0,003294
TECHO ASCENSOR	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,00077	172	0,003465
TECHO 07	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000746	86	0,003357
TECHO 06	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000865	237	0,003893
TECHO 05	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000957	237	0,004307
TECHO 04	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,001023	235	0,004604
TECHO 03	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,001109	235	0,004991
TECHO 02	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,001144	237	0,005148
TECHO 01	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,001036	169	0,004662
TECHO SEMISÓTANO	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000714	229	0,003213
TECHO TANQUE	SismoYY	LinRespS	Max	Y	0,000732	75	0,003294

Sin embargo, más que verificar las distorsiones del edificio, es indispensable realizar este tipo de análisis, ya que para el cálculo de las fuerzas de diseño establecidas en la NTE E.030 del muro no estructural (parapeto y tabique) se requiere como dato aceleración horizontal en el nivel donde el elemento estructural esta soportado o anclado, al sistema estructural de la edificación. Asimismo, la NTE E.030 especifica que: *Esta aceleración depende de las características dinámicas del sistema estructural de la edificación y se evalúa mediante un análisis dinámico de la estructura (ver ecuación 2).*

$$F = \frac{a_i}{g} * C_1 * P_e \quad (2)$$

Alternativamente, también para el cálculo de la fuerza sísmica de diseño para el nivel i, es necesario tener como dato la fuerza sísmica horizontal en el nivel i y el peso

del nivel i en análisis, tal como se ve en la ecuación (3), por lo que estos datos solo se pueden obtener del análisis sísmico del edificio.

$$F = \frac{F_i}{P_i} * C_1 * P_e \quad (3)$$

Respecto a la segunda hipótesis específica se había planteado: **Los esfuerzos por tracción de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica cumplen con la nueva propuesta de la NTE E.070 Albañilería del año 2019.**

Según la NTE E.070, los muros no estructurales deben verificarse ante cargas perpendiculares a su plano. En tal sentido, el análisis se realiza por procedimiento elásticos, determinando primero la magnitud de la carga w en Kg/m² ($w = 0,4 Z U S P_e$, para el piso 1 y sótanos; $w = 0,3(F_i/P_i) C_1 P_e$, para el nivel i) y seguidamente el momento flector distribuido por unidad de longitud M_s en Kg-m/m ($M_s = m.w.a^2$). Posteriormente se determina el esfuerzo actuante en tracción por flexión ($f_m = 6 M_s / t^2$) y este se compara con el esfuerzo admisible en tracción por flexión. Cabe mencionar que según la NTE E.070, el esfuerzo admisible en tracción por flexión para la albañilería simple es de 1,50Kg/cm².

De nuestro análisis, para todos los casos los esfuerzos actuantes en tracción han sido menores al esfuerzo admisible de 1.50Kg/cm². Tal es así que, en el parapeto analizado, el esfuerzo de tracción actuante fue: $f_m = 6 M_s / t^2 = 6 * 13,47 / 14^2 = 0,399 \text{Kg/cm}^2 < 1,5 \text{kg/cm}^2$, por lo que cumple con la hipótesis planteada.

De la misma manera en el tabique analizado del primer piso el esfuerzo de tracción actuante fue de: $f_m = 6 M_s / t^2 = 6 * 28,919 / 14^2 = 0,885 \text{Kg/cm}^2 < 1,5 \text{kg/cm}^2$. Y para el séptimo piso el esfuerzo de tracción actuante fue de: $f_m = 6 M_s / t^2 = 6 * 27,34 / 14^2 = 0,837 \text{Kg/cm}^2 < 1,5 \text{kg/cm}^2$.

Finalmente, en el análisis del cerco el esfuerzo de tracción actuante fue: $f_m = 6 M_s / t^2 = 6 * 32,494 / 14^2 = 0,99 \text{Kg/cm}^2 < 1,5 \text{kg/cm}^2$.

De los resultados obtenidos se puede concluir que la segunda hipótesis planteada también se ha cumplido.

Finalmente, se propuso como tercera hipótesis específica: **El área de acero requerido en los elementos de arriostres de los muros no estructurales ante**

acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica cumplen con el área de acero existente.

Al respecto podemos indicar que una vez realizada la verificación por flexión se procede a diseñar por rotura los elementos de arriostre. Para nuestro caso se ha calculado las fuerzas paralelas y perpendiculares al plano del muro en concordancia con la NTE E.030 (Diseño sismorresistente). Posteriormente se ha amplificado las cargas de acuerdo a las combinaciones de carga indicadas en la NTE E.060 (Concreto armado). Finalmente, con ayuda del programa ETABS se calculó el área de acero requerida la cual fue comparada con el área de acero existente indicado en los planos del expediente técnico.

Del diseño del muro parapeto, para las columnas se requiere un área de acero mínima de 6,25cm². Y el área de acero existente es de 5,08cm². Para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero de 0,20cm², y un área de acero mínimo de 0,495cm², mientras que el área de acero existente es de 2,54cm². Como se observa, para este caso no se cumple con la hipótesis planteada.

Del diseño del muro tabique del primer piso, para las columnas se requiere un área de acero mínima de 3,75cm² y el área de acero existente es de 5,08cm². Para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero de 0,70cm², y un área de acero mínimo de 0,99cm², mientras que el área de acero existente es de 5,08cm². Como se observa, para este caso se cumple con la hipótesis planteada.

Del diseño del muro tabique del séptimo piso, las columnas requieren un área de acero requerido de 6,25cm² el cual es mayor al acero existente de 4 varillas de 1/2" o 5,08cm². Para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero de 0,20cm², y un área de acero mínimo de 0,33%bd o 0,495cm², mientras que el área de acero existente es de 5,08cm², el cual es superior al área de acero requerido.

Del diseño del cerco perimétrico, para las columnas se requiere un área de acero mínima de 6,57cm². El área de acero existente es 7,62cm², estando por encima del valor mínimo obtenido. Para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero de 0,70cm², y un área de acero mínimo de 0,99cm², mientras que el área de acero existente es de 2,84cm². En este caso también se cumple con la hipótesis planteada.

CONCLUSIONES

Del objetivo general, se concluye que:

Se ha verificado si el análisis y diseño sísmico de los elementos no estructurales (parapetos, tabiques y cercos) de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna cumplen con las normas vigentes NTE E.030 Diseño sismorresistente y NTE E.060 Concreto Armado, así como la nueva propuesta NTE E.070 Albañilería del año 2019. El análisis de los muros no portantes se ha realizado bajo condiciones elásticas, mientras que el diseño de los elementos de arriostre de los muros no portantes se ha realizado bajo condiciones de rotura. De los resultados del análisis ante cargas sísmicas perpendiculares al plano del muro se concluye que para todos los casos los esfuerzos actuantes en tracción han sido menores al esfuerzo admisible de $1,50\text{Kg/cm}^2$, por lo que se cumple con la propuesta de norma NTE E.090 (Albañilería) del año 2019. De los resultados del diseño de los elementos de arriostre se concluye que el área de acero existente en columnas de parapetos y en muros tabique del séptimo piso es menor al área de acero requerido, por lo que no cumple con las normas vigentes.

De los objetivos específicos se concluye que:

Del análisis modal, el primer modo de vibración se presenta en el eje XX con un periodo de $0,625\text{seg}$. Mientras que el segundo modo de vibración se presenta en el eje YY con un valor de $0,611\text{seg}$. Del análisis espectral se obtuvo una distorsión máxima en el eje XX de $0,004712$, la cual se presentó en el cuarto nivel; mientras que en el eje YY, la distorsión máxima fue de $0,005148$ y se presentó en el segundo piso. Por lo que se concluye que la estructura cumple con la NTE E.030 (diseño sismorresistente), ya que las distorsiones son menores a $0,007$ que es lo máximo permitido por la norma.

Del análisis del parapeto, el esfuerzo de tracción actuante fue de $0,399\text{Kg/cm}^2$. De la misma manera para el tabique analizado del primer piso se obtuvo un esfuerzo de tracción $0,885\text{Kg/cm}^2$ y para el séptimo piso el esfuerzo de tracción actuante fue de $0,837\text{Kg/cm}^2$. Por último, en el análisis del cerco el esfuerzo de tracción actuante fue $0,99\text{Kg/cm}^2$.

Del diseño del muro parapeto, para las columnas se requiere un área de acero mínima de $6,25\text{cm}^2$ y el área de acero existente es de $5,08\text{cm}^2$; para el caso de las

vigas, según diseño se requiere un área de acero mínima de $0,495\text{cm}^2$, mientras que el área de acero existente es de $2,54\text{cm}^2$. Del diseño del muro tabique del primer piso, para las columnas se requiere un área de acero de $3,75\text{cm}^2$ y el área de acero existente es de $5,08\text{cm}^2$; para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero mínimo de $0,99\text{cm}^2$, mientras que el área de acero existente es de $5,08\text{cm}^2$. Del diseño del muro tabique del séptimo piso, las columnas requieren un área de acero requerido de $6,25\text{cm}^2$ el cual es mayor al acero existente de 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " o $5,08\text{cm}^2$. Para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero de $0,20\text{cm}^2$, y un área de acero mínimo de $0,33\%bd$ o $0,495\text{cm}^2$, mientras que el área de acero existente es de $5,08\text{cm}^2$, el cual es superior al área de acero requerido. Del diseño del cerco perimétrico, para las columnas se requiere un área de acero de $6,57\text{cm}^2$, mientras que el área de acero existente es $7,62\text{cm}^2$; para el caso de las vigas, según diseño se requiere un área de acero mínimo de $0,99\text{cm}^2$, mientras que el área de acero existente es de $2,84\text{cm}^2$.

RECOMENDACIONES

De la conclusión general, se recomienda a todos los ingenieros proyectistas a realizar los cálculos correspondientes a los elementos no estructurales, ya que la experiencia sísmica a demostrado que los elementos no estructurales son tan importantes como los elementos estructurales, pues su falla ante fuerzas perpendiculares a su plano puede ocasionar pérdidas económicas y de vidas humanas.

De la conclusión específica 1, se recomienda a los ingenieros proyectistas a realizar al análisis sísmico del edificio en estudio, ya que para el cálculo de las fuerzas sísmicas de los muros no estructurales se requiere conocer la aceleración horizontal del piso en el cual se va analizar el muro, cuyo valor depende de las características dinámicas del sistema estructural de la edificación.

De la conclusión específica 2, se recomienda a futuros ingenieros proyectistas a realizar el arriostramiento del muro en sus cuatro lados, ya que de esta manera los coeficientes de momentos "m" necesarios para el cálculo de los esfuerzos por tracción de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica serán menores y de esta manera se cumplirá con el esfuerzo admisible máximo establecido en la NTE E.070. Asimismo, se recomienda utilizar los parámetros indicados en la propuesta de NTE E.070 (Albañilería) del año 2019, ya que la NTE E.070 del año 2006 cuenta con valores distintos a la nueva norma, la cual no es compatible con la NTE E.030 del año 2018.

De la conclusión específica 3, se recomienda al Gobierno Regional de Tacna realizar una propuesta de reforzamiento ya sea mediante el encamisado total o parcial de las columnas del parapeto y muros tabique del séptimo piso, para evitar la falla de los muros no estructurales ante cargas perpendiculares a su plano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar (2008). Análisis sísmico de edificios. Escuela Politécnica del Ejercito Quito - Ecuador. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Aguiar/publication/279188057_Analisis_Sismico_de_Edificios/links/558d308e08ae591c19da4bb8/Analisis-Sismico-de-Edificios.pdf
- Galindo y Murcia (2020). Diseño de elementos no estructurales en edificaciones con el fin de evitar daños y colapso a causa de la actividad sísmica. Universidad Santo Tomás, Bogotá. Recuperado en <https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/32239/1/2021juanmurcia.pdf>
- Gamarra (2002). Software para el diseño estructural de albañilería con fuerzas perpendiculares al plano del muro. Universidad de Piura. Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1358/ICI_080.pdf
- Juárez García, Hugón, Ventura, Carlos E., Gómez Bernal, Alonso, & Pelcastre Pérez, Elsa. (2014). Comportamiento de componentes no estructurales ante diferentes escenarios sísmicos. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, 5(2), 12-25. Recuperado en 28 de junio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112014000100002&lng=es&tlng=es.
- Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas (2006). "Reglamento Nacional de Edificaciones". Perú
- Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente (2018). "Reglamento Nacional de Edificaciones". Perú
- Norma Técnica De Edificación E.060 Concreto Armado (2009). "Reglamento Nacional de Edificaciones". Perú

Norma Técnica De Edificación E.070 Albañilería (2006). "Reglamento Nacional de Edificaciones". Perú

Propuesta de la NTE E.070 Albañilería (Discusión pública finalizada el 28 de febrero de 2019).

San Bartolomé, A., Quiun, D. & Silva, W (2011). Diseño y construcción de estructuras sismoresistentes de albañilería. Fondo editorial PUCP. Lima.

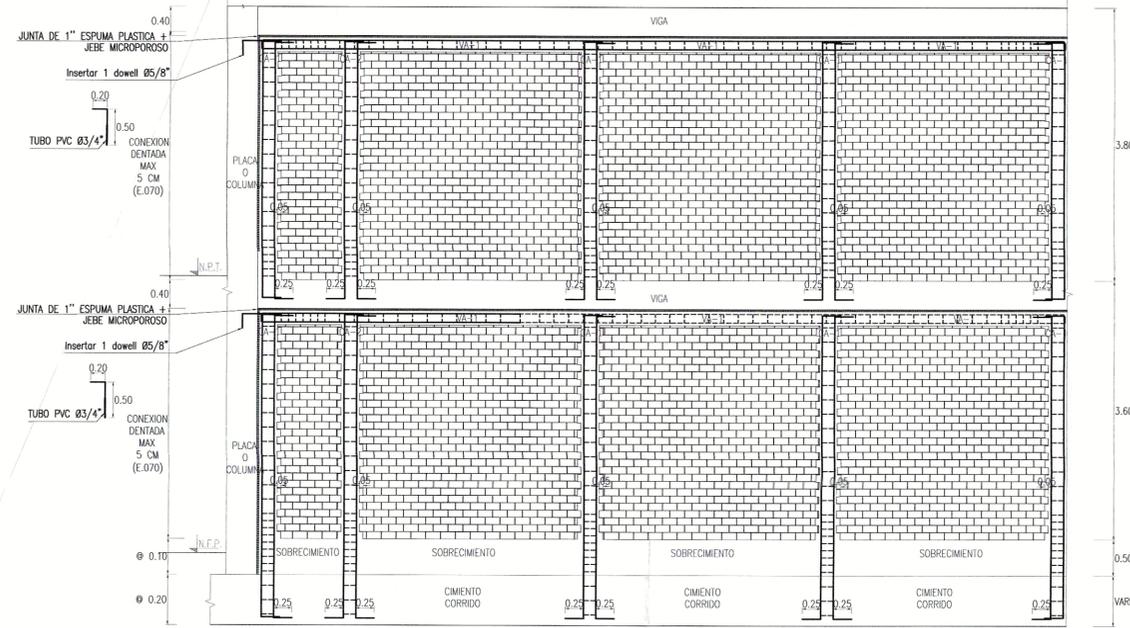
UNICON (2016). Diseño de muros no portantes con Albañilería Armada de Concreto. Recuperado de https://www.academia.edu/37113107/DISE%91O_DE_MUROS_NO_PORTANTES_CON_ALBA%91ILER%8DA_ARMADA_DE_CONCRETO

ANEXOS

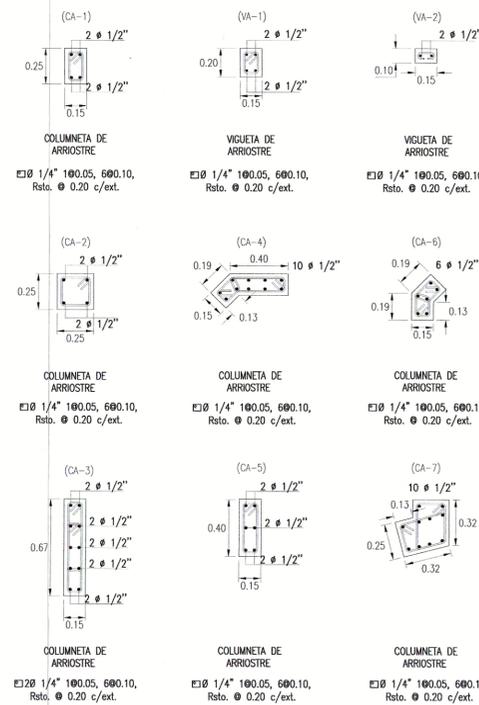
Anexo 1: Matriz De Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿El análisis y diseño sísmico de los elementos no estructurales (parapetos, tabiques y cercos) de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna cumplen con las normas vigentes NTE E.030 Diseño sismorresistente y NTE E.060 Concreto Armado; así como la nueva propuesta NTE E.070 Albañilería del año 2019?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Verificar si el análisis y diseño sísmico de los elementos no estructurales (parapetos, tabiques y cercos) de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna cumplen con las normas vigentes NTE E.030 Diseño sismorresistente y NTE E.060 Concreto Armado, así como la nueva propuesta NTE E.070 Albañilería del año 2019.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El análisis y diseño de los elementos no estructurales de la nueva sede del Gobierno Regional de la ciudad de Tacna cumplen con las normas vigentes NTE E.030 Diseño sismorresistente y NTE E.060 Concreto Armado, así como la nueva propuesta NTE E.070 Albañilería del año 2019.</p>	<p>Independiente</p> <p>Elementos no estructurales de la nueva sede del Gobierno Regional de la ciudad de Tacna</p>	<p>Propiedades mecánicas de los materiales ($f'm$, $f'c$), longitud (en m), altura (en m).</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>La investigación será de tipo explicativa</p> <p>El diseño es de campo y documental</p> <p>Población Edificio de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>a. ¿Cuál es el análisis sísmico de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna?</p> <p>b. ¿Cuáles son los esfuerzos por tracción de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica?</p> <p>c. ¿Cuál es el área de acero requerido en los elementos de arriostres de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>a. Realizar el análisis sísmico de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna.</p> <p>b. Verificar los esfuerzos por tracción de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica.</p> <p>c. Calcular el área de acero requerido en los elementos de arriostres de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>a. El análisis sísmico de la nueva sede del Gobierno Regional de Tacna cumple con la normativa vigente NTE E.030 Diseño sismorresistente.</p> <p>b. Los esfuerzos por tracción de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica cumplen con la nueva propuesta de la NTE E.070 Albañilería 2019.</p> <p>c. El área de acero requerido en los elementos de arriostres de los muros no estructurales ante acciones perpendiculares a su plano provenientes de carga sísmica cumplen con el área de acero existente.</p>	<p>Dependiente</p> <p>- Análisis sísmico</p> <p>- Diseño Estructural</p>	<p>Carga máxima (en Kg), Momento flector (en Kg-m/m), Esfuerzo actuante y admisible a tracción (en Kg/cm²).</p> <p>Áreas de acero (en cm²).</p>	<p>Muestra Elementos no estructurales de albañilería como son: parapetos, tabiques y cercos.</p> <p>Técnica de recopilación de datos.</p> <p>La Técnica empleada fue la revisión documental y Observación.</p> <p>El instrumento empleado fue la ficha resumen y guía de Observación.</p>

Anexo 2: Planos del Expediente Técnico

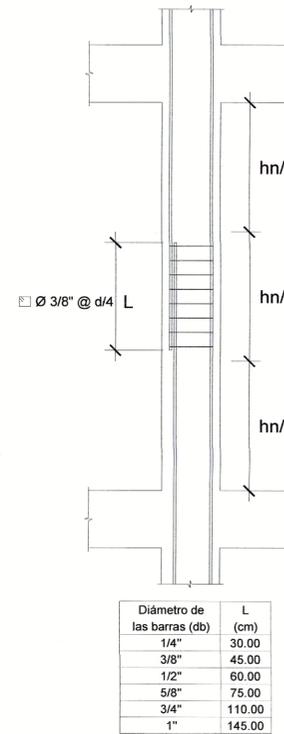


DETALLE TÍPICO DE TABIQUES
ESC: 1 / 50



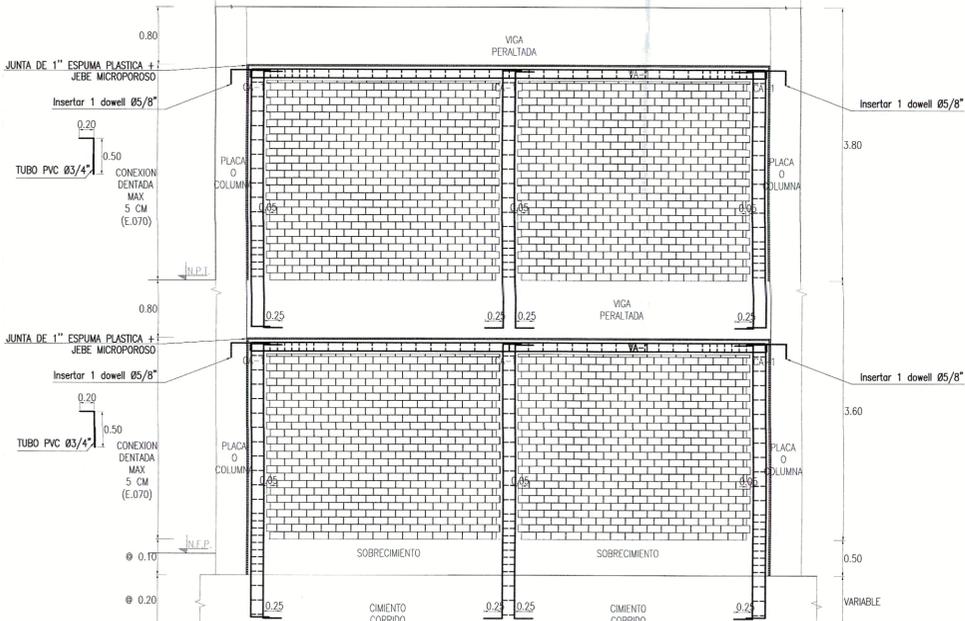
DETALLE DE COLUMNETAS Y VIGUETAS
ESC: 1 / 25

EMPALME EN COLUMNAS

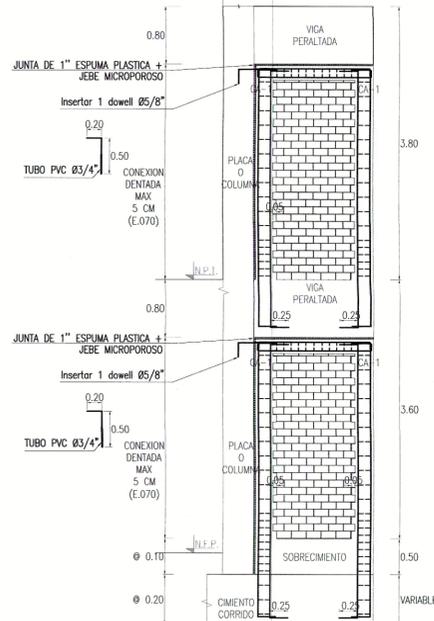


Diámetro de las barras (db)	L (cm)
1/4"	30.00
3/8"	45.00
1/2"	60.00
5/8"	75.00
3/4"	110.00
1"	145.00

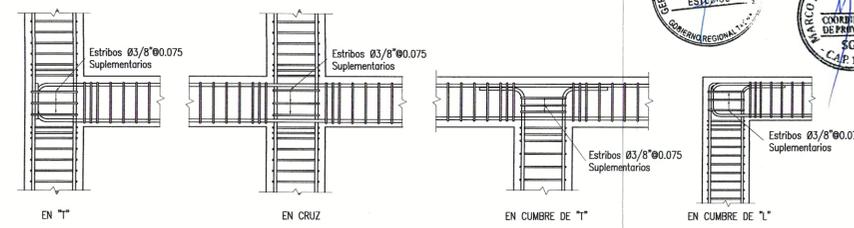
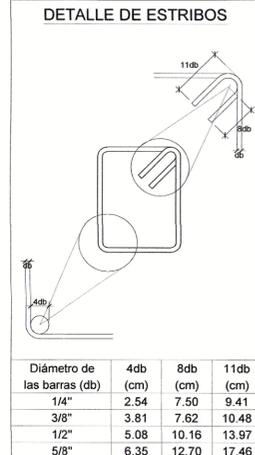
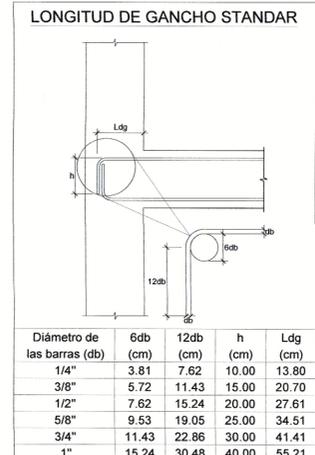
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO SIMPLE (CICLOPEO)	
CIMENTOS :	
f _c : 100kg/cm ² , MEZCLA CEMENTO/HORMIGON EN PROPORCION DE 1:10 + 30% DE PIEDRA GRANDE (MAXIMO Ø 6")	
SOBRECIMENTOS:	
f _c : 210kg/cm ² , MEZCLA CEMENTO/HORMIGON EN PROPORCION SEGUN DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.	
CONCRETO ARMADO	
ZAPATAS	f _c : 350 Kg/cm ²
MUROS DE SOTANO	f _c : 350 Kg/cm ²
COLUMNAS (SOTANO AL 2° NIVEL)	f _c : 350 Kg/cm ²
COLUMNAS (S' AL 7° NIVEL)	f _c : 280 Kg/cm ²
MUROS DE CORTE (SOTANO AL 2° NIVEL)	f _c : 350 Kg/cm ²
MUROS DE CORTE (S' AL 7° NIVEL)	f _c : 280 Kg/cm ²
VIGAS	f _c : 280 Kg/cm ²
LOSA ALGERADA	f _c : 280 Kg/cm ²
LOSA MACIZA	f _c : 280 Kg/cm ²
ESCALERA	f _c : 280 Kg/cm ²
TANQUE ELEVADO	f _c : 280 Kg/cm ²
TANQUE CISTERNA	f _c : 280 Kg/cm ²
COLUMNETAS Y VIGUETAS DE AMARRE	f _c : 210 Kg/cm ²
ACERO	f _y : 4200 Kg/cm ²
SOBRECARGAS	
OFICINAS, SSHH	: 250 Kg/m ²
ARCHIVOS	: 500 Kg/m ²
CORREDORES	: 400 Kg/m ²
AZOTEA	: 100 Kg/m ²
ALBANILERIA	
MUROS	: f _m 45 Kg/cm ² , LADRILLO TIPO IV
MORTERO	: TIPO M CON ESPESOR DE JUNTA DE 1.50 cm.
TERRENO - CAPACIDAD PORTANTE (SEGUN E.M.S.)	
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION:	Df: 2.00m
TIPO DE SUELO	: G.W.
CAPACIDAD PORTANTE	: σ _t : 5.00 Kg/cm ² (SEGUN E.M.S.)
RECURRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7.50 cm.
COLUMNAS Y VIGAS	: 4.00 cm.
MUROS DE CORTE	: 4.00 cm.
Y MUROS DE SOTANO	
ESCALERA Y LOSAS	: 2.50 cm.
NOTAS GENERALES	
- Vaciar columnas amarradas a los muros en forma dentado.	
- Evitar empalmes y traspases en zonas de máximo esfuerzo.	
- Curar concreto por vía húmeda.	
- Usar cemento tipo P - suelo c/moderado índice de sífitos	



DETALLE TÍPICO DE TABIQUES
ESC: 1 / 50



DETALLE TÍPICO DE TABIQUES
ESC: 1 / 50



DETALLE DE NUDOS VIGA-COLUMNA
ESC: 1 / 50

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORRESISTENTES			
ANÁLISIS DINÁMICO MODAL - ESPECTRAL			
PARAMETROS SISMICOS:			
Factor de Zona :	Z = 0.45 (Tacna - Tacna)		
Uso e Importancia :	U = 1.50 (Local Gubernamental)		
Coefficiente Sísmico :	C = 2.50 máx. (C = 2.5 Tp/1)		
Cx = 1.62	Dy = 1.72		
Tipo de suelo :			
Factor de Terreno :	S = 1.00 (Suelo Muy Rígida)		
Tp = 0.40 seg.	TL = 2.50 seg.		
Gravedad :	g = 9.81 m/seg.		
COEFICIENTE DE REDUCCION:			
R DX:	6 (MUROS ESTRUCTURALES)		
R DY:	6 (MUROS ESTRUCTURALES)		
PERIODO FUNDAMENTAL:			
Tc:	0.619s		
Ty:	0.582s		
DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES DE LA ESTRUCTURA			
PISO	Despl. Relativos X-X	Distorsiones de Entrepiso X-X	Y-Y
7	20.216 mm. 19.912 mm.	0.00428	0.00335
6	22.230 mm. 22.496 mm.	0.00464	0.00357
5	24.130 mm. 24.548 mm.	0.00480	0.00388
4	25.574 mm. 26.068 mm.	0.00488	0.00425
3	25.954 mm. 26.524 mm.	0.00478	0.00447
2	24.320 mm. 25.460 mm.	0.00428	0.00464
1	22.116 mm. 26.486 mm.	0.00368	0.00406
SEMISOTANO	22.116 mm. 26.486 mm.	0.00326	0.00295
SOTANO	22.116 mm. 26.486 mm.	0.00098	0.00103
DESPLAZAMIENTOS AMPLIFICADOS			
Desplazamiento último nivel X:	135.964mm		
Desplazamiento último nivel Y:	124.002mm		
CORTANTE SISMICO EN LA BASE			
Cortante Basal (Static case) X:	4,981.94 ton		
Cortante Basal (Static case) Y:	5,298.66 ton		

PROYECTO:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL DEL GOBIERNO REGIONAL DE TACNA PROVINCIA DE TACNA - DEPARTAMENTO DE TACNA"

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
DETALLE DE CIMENTACIONES

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
SEPTIEMBRE 2019

OFICINA RESPONSABLE:
SUB-GERENCIA DE ESTUDIOS

PROYECTISTA:
ING. ERLY MARVIN ENRIQUEZ QUISPE

FIRMA:
ERLY MARVIN ENRIQUEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 165660

LÁMINA:
E-02



PLANO DE ALIGERADOS - DISTRIBUCION SEMISOTANO
ESC: 1/100

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO SIMPLE (COLIPEP)
CEMENTO:
F_c = 100kg/cm², MEZCLA CEMENTO/HORASADO EN PROPORCIÓN DE 1:10 + 30% DE PIEDRA GRANDE (MÁXIMO Ø 5")
SOPREBENTOS:
F_c = 250kg/cm², MEZCLA CEMENTO/HORASADO EN PROPORCIÓN SEGÚN DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

CONCRETO ARMADO

ZAPATA	F _c = 350 Kg/cm ²
MUROS DE SOTANO	F _c = 350 Kg/cm ²
COLUMNAS (SOTANO AL 2° NIVEL)	F _c = 350 Kg/cm ²
COLUMNAS (2° AL 7° NIVEL)	F _c = 280 Kg/cm ²
MUROS DE CORTE (SOTANO AL 2° NIVEL)	F _c = 350 Kg/cm ²
MUROS DE CORTE (2° AL 7° NIVEL)	F _c = 280 Kg/cm ²
VIGAS	F _c = 280 Kg/cm ²
LOSA ALIGERADA	F _c = 280 Kg/cm ²
LOSA MACIZA	F _c = 280 Kg/cm ²
ESCALERA	F _c = 280 Kg/cm ²
TANQUE ELEVADO	F _c = 280 Kg/cm ²
TANQUE CISTARNA	F _c = 280 Kg/cm ²
COLUMNAS Y VIGUETAS DE ANCHURE	F _c = 210 Kg/cm ²
ACERO	f _y = 4200 Kg/cm ²

SOPREBENTOS

OPORTOS, SSH	: 250 Kg/m ²
ARCHIVOS	: 500 Kg/m ²
CONDICIONES	: 400 Kg/m ²
AZOTEA	: 100 Kg/m ²

ALBAÑERÍA

MUROS	: F _m 45 Kg/cm ² , LADRILLO TIPO IV
MORTERO	: TIPO M CON ESPESOR DE JUNTA DE 1.50 cm.

TERRENO - CAPACIDAD PORTANTE (SEGÚN E.M.S.)
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: De 2.00m
TIPO DE SUELO: G.W.
CAPACIDAD PORTANTE: v1: 5.00 Kg/cm² (SEGÚN E.M.S.)

RECUBRIMIENTOS

ZAPATA	: 7.50 cm.
COLUMNAS Y VIGAS	: 4.00 cm.
MUROS DE CORTE	: 4.00 cm.
ESCALERA Y LOSAS	: 2.50 cm.

NOTAS GENERALES:
- Hacer columnas armadas a las muras en forma detallada.
- Colar empalmes y topases en zonas de máximo esfuerzo.
- Curar concreto por vía húmeda.
- Usar concreto tipo IP - auto c/2 moderado índice de hidratación

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORRESISTENTES

ANÁLISIS DINÁMICO MODAL - ESPECTRAL

PARAMETROS SÍSMICOS:
Factor de Zona: Z = 0.45 (Zona - Tacna)
Uso e importancia: U = 1.50 (Edif. Gobernamental)
C = 2.50 ms⁻¹ (C = 2.5 Ts^{0.7})
Co = 1.50
Cv = 1.72

Tipo de suelo: G.W. (según E.M.S.)
Factor de Terreno: S = 1.00 (Suelo Muy Rígido)

Tip: 0.40 seg
TL: 2.50 seg
g = 9.81 m/seg

Gravedad: g = 9.81 m/seg

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN:
R de: 6 (MUROS ESTRUCTURALES)
R de: 6 (MUROS ESTRUCTURALES)

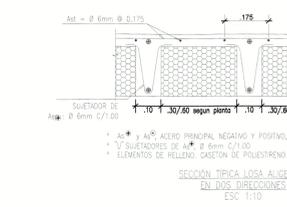
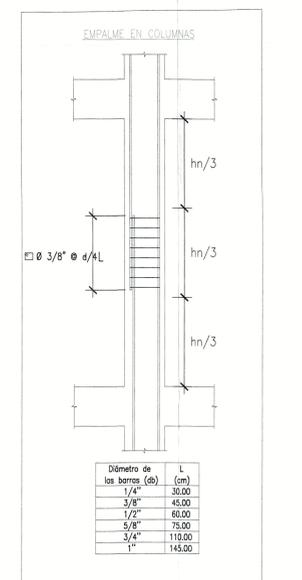
PERIODO FUNDAMENTAL:
T_v: 0.819s
T_s: 0.582s

DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES DE LA ESTRUCTURA:

PERIODO	Despl. Relativo	Distribución de Entropía
PRIM	X-X'	Y-Y'
1	22.216 mm, 19.812 mm	0.00428, 0.00335
2	22.230 mm, 22.496 mm	0.00464, 0.00357
3	24.130 mm, 24.548 mm	0.00480, 0.00388
4	25.574 mm, 26.669 mm	0.00488, 0.00425
5	25.954 mm, 26.524 mm	0.00478, 0.00447
6	24.300 mm, 25.460 mm	0.00428, 0.00464
7	22.116 mm, 26.468 mm	0.00388, 0.00425
8	22.116 mm, 26.468 mm	0.00328, 0.00295
9	22.116 mm, 26.468 mm	0.00099, 0.00103

DESPLAZAMIENTOS AMPLIFICADOS:
Desplazamiento último nivel X: 135.864mm
Desplazamiento último nivel Y: 134.002mm

CORTANTE SÍSMICO EN LA BASE:
Cortante basal (Din. caso) X: 4.881.84 ton
Cortante basal (Din. caso) Y: 5.288.88 ton



Dímetro de las barras (Ø)	6Ø	12Ø	h (cm)	Ld (cm)
1/4"	3.81	7.62	10.00	13.80
3/8"	5.72	11.43	15.00	20.70
1/2"	7.62	15.24	20.00	27.61
5/8"	9.53	19.05	25.00	34.51
3/4"	11.43	22.86	30.00	41.41
1"	15.24	30.48	40.00	55.21

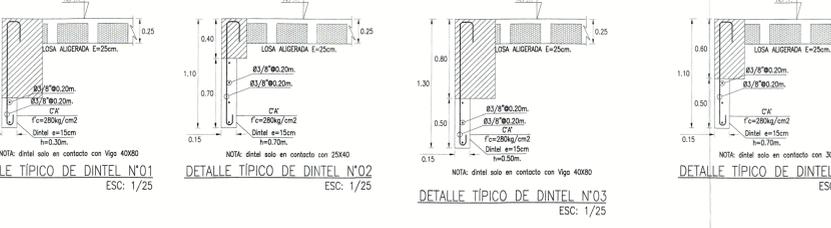
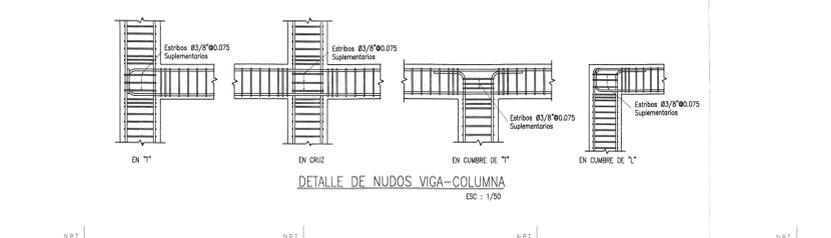
Dímetro de las barras (Ø)	6Ø	8Ø	11Ø
1/4"	2.54	7.50	9.41
3/8"	3.81	7.62	10.48
1/2"	5.08	10.16	13.87
5/8"	6.35	12.70	17.44

VALORES DE "c"

Ø	REFEREJO INFERIOR	REFEREJO SUPERIOR
1/4"	0.30 m	0.30 m
3/8"	0.45 m	0.45 m
1/2"	0.60 m	0.60 m
5/8"	0.75 m	0.75 m
3/4"	1.10 m	1.10 m
1"	1.45 m	1.45 m

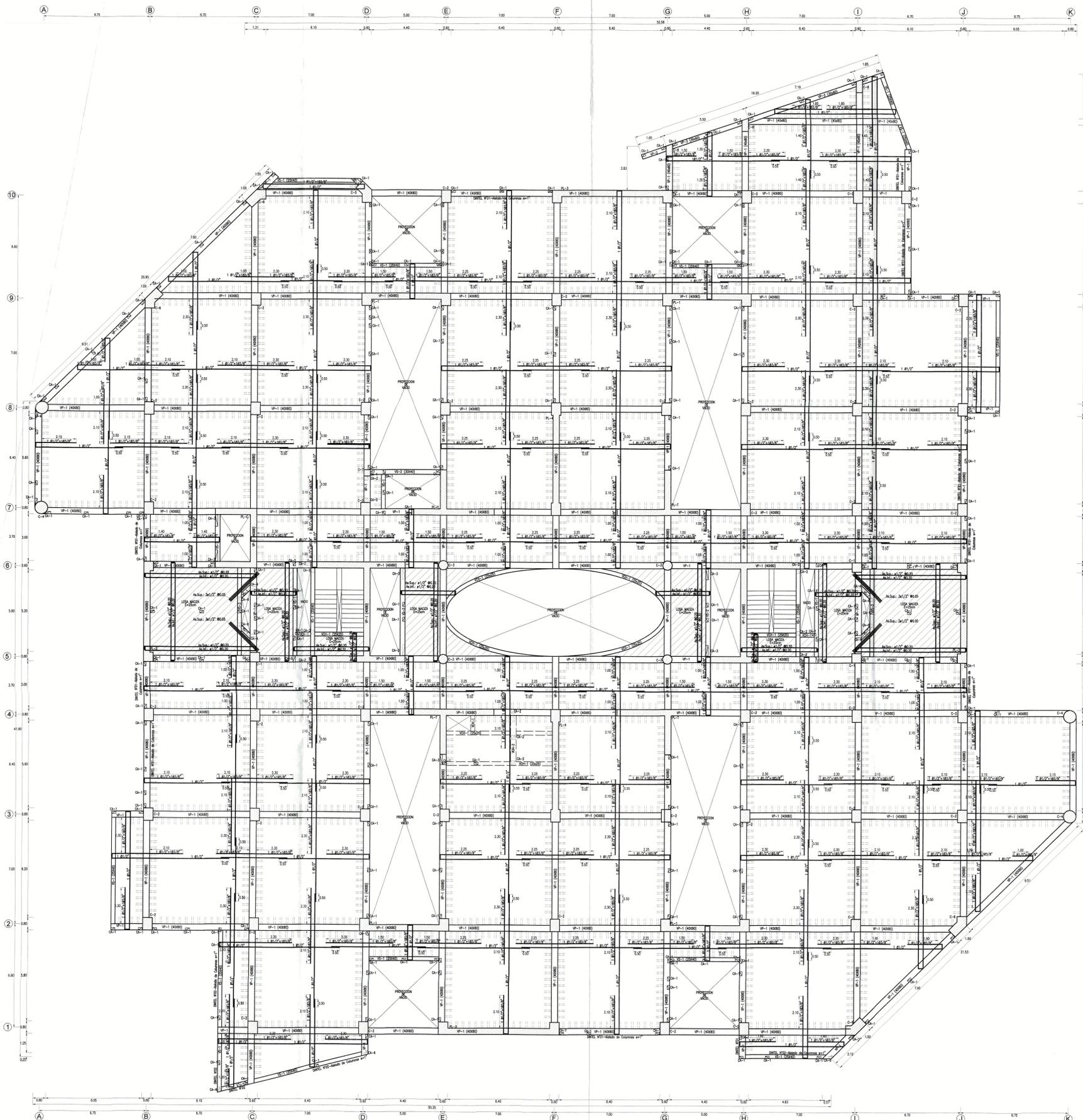
NOTA: NO EMPALME MÁS DEL SOLO DEL ÁREA TOTAL DE UNA MISMA SECCIÓN.
b: EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 30%.

DETALLE DE EMPALME DE ACERO EN VIGAS
ESC: 1/25



VP-1 40x80	VP-2 30x60	VS-1 25x40	VS-2 30x40	VS-3 25x60	VCH-1 25x25	VCH-2 35x25
681*483/4"	681"	683/4"	683/4"	483/4*685/8"	6 85/8"	6 85/8"
1 Ø 3/8"	1 Ø 3/8"	1 Ø 3/8"				
2 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05
1 Ø 0.10	1 Ø 0.10	1 Ø 0.10				
Rd Ø 0.25	Rd Ø 0.20	Rd Ø 0.20	Rd Ø 0.20	Rd Ø 0.20	Rd Ø 0.20	Rd Ø 0.20

CUADRO DE VIGAS GENERALES
ESC: 1/25



PLANO DE ALIGERADOS - DISTRIBUCION SEXTO NIVEL
ESC: 1/100

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO SIMPLE (CICLOPEO)
CIMENTOS:
f_c : 100kg/cm², MEZCLA CEMENTO/HORMIGÓN EN PROPORCIÓN DE 1:10 + SUELO DE PIEDRA GRANDE (MÓDULO 0.7)

SORBEMENTOS:
f_c : 210kg/cm², MEZCLA CEMENTO/HORMIGÓN EN PROPORCIÓN SEGUN DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

CONCRETO ARMADO
ZAPATAS f_c : 350 kg/cm²
MUROS DE SOTANO f_c : 350 kg/cm²
COLUMNAS (SOTANO AL 2° NIVEL) f_c : 350 kg/cm²
COLUMNAS (2° AL 7° NIVEL) f_c : 280 kg/cm²
MUROS DE CORTE (SOTANO AL 2° NIVEL) f_c : 350 kg/cm²
MUROS DE CORTE (2° AL 7° NIVEL) f_c : 280 kg/cm²
VIGAS f_c : 280 kg/cm²
LOSA ALICATADA f_c : 280 kg/cm²
LOSA MACIZA f_c : 280 kg/cm²
ESCALERA f_c : 280 kg/cm²
TANQUE ELEVADO f_c : 280 kg/cm²
TANQUE CISTERNA f_c : 280 kg/cm²
COLUMNETA Y VIGUETA DE ARRABRE f_c : 210 kg/cm²
ACERO f_y : 4200 kg/cm²

SORBECARGAS
DIFUSIÓN SISH : 250 kg/m²
ARCHIVOS : 500 kg/m²
CURSADORES : 400 kg/m²
AZULEJOS : 100 kg/m²

ALBARRERA
MURIS : f_m 45 kg/cm², LAPIDILLO TIPO IV
MORTERO : TIPO M CON ESPESOR DE JARRA DE 1.50 cm.

TERRENO - CAPACIDAD PORTANTE (SEGUN E.M.S.)
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: f_d : 2.00m
TIPO DE SUELO : G.W.
CAPACIDAD PORTANTE : q_t : 5.00 kg/cm² (SEGUN E.M.S.)

REQUISITOS
ZAPATAS : 7.50 cm.
COLUMNAS Y VIGAS : 4.00 cm.
MUROS DE CORTE : 4.00 cm.
MUROS DE SOTANO : 4.00 cm.
ESCALERA Y LOSAS : 2.50 cm.

NOTAS GENERALES
- Usar columnas empalmadas a los muros en forma dentada.
- Colar empalmes y traspases en zonas de rebalzo esteras.
- Curer concreto por vía húmeda.
- Usar cemento tipo IP - sueldo c/ moderado índice de sílice

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORRESISTENTES

ANÁLISIS DINÁMICO MODAL - ESPECTRAL

PARAMETROS SISMICOS:
Factor de Zona : Z = 0.45 (Tacna - Tacna)
Uso e Importancia : U = 1.50 (Local Gubernamental)
Categoría Sísmica : C = 2.50 mda. (C = 2.5 Typ)
C_w = 1.62
C_s = 1.72

Tip de suelo : G.M. (según E.M.S.)
Factor de Terreno : S = 1.00 (Suave Muy Ripido)
T_g = 0.40 seg.
T_w = 2.50 seg.
g = 9.81 m/seg.

Coefficiente de Reducción :
R D₁ : 6 (MUROS ESTRUCTURALES)
R D₂ : 6 (MUROS ESTRUCTURALES)

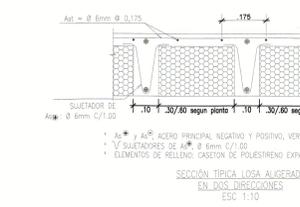
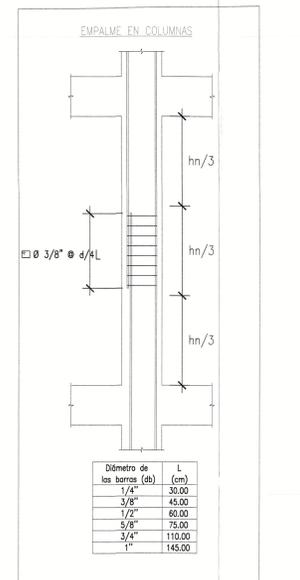
PERIODO FUNDAMENTAL:
T₁ : 0.819s
T₂ : 0.582s

DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES DE LA ESTRUCTURA

PISO	X-X'	Y-Y'	Distorsión de Entradas	Distorsión de Entradas
	U ₁	U ₂	U ₁	U ₂
7	20.216 mm	19.912 mm	0.00428	0.00335
6	22.230 mm	22.446 mm	0.00464	0.00357
5	24.130 mm	24.548 mm	0.00480	0.00368
4	25.374 mm	26.088 mm	0.00488	0.00425
3	25.954 mm	26.524 mm	0.00498	0.00447
2	24.320 mm	25.440 mm	0.00428	0.00464
1	22.116 mm	26.486 mm	0.00388	0.00428
SOTANO	22.116 mm	26.486 mm	0.00328	0.00368
			0.00088	0.00103

DESPLAZAMIENTOS AMPLIFICADOS
Desplazamiento sísmico nivel X : 135.964mm
Desplazamiento sísmico nivel Y : 124.000mm

CORTANTE SISMO EN LA BASE
Cortante Base (Static case) X : 4.881.84 ton
Cortante Base (Static case) Y : 5.298.66 ton



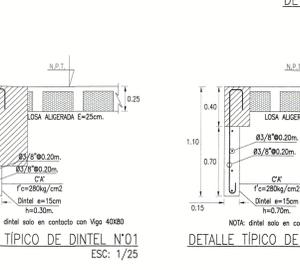
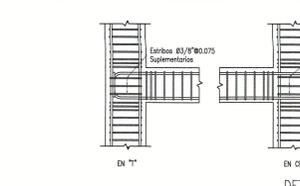
LONGITUD DE GANCHO STANDARD

Diámetro de los barras (db) (cm)	h (cm)	L _g (cm)
1/4"	3.81	10.00
3/8"	5.72	11.43
1/2"	7.62	15.24
5/8"	9.53	19.05
3/4"	11.43	22.86
1"	15.24	30.48

VALORES DE "r"

Ø	REFUERZO INTERIOR	REFUERZO SUPERIOR
1/4"	0.30 m	0.40 m
3/8"	0.45 m	0.55 m
1/2"	0.60 m	0.75 m
5/8"	0.75 m	0.95 m
3/4"	1.10 m	1.40 m
1"	1.45 m	1.90 m

Ø = NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL DE UNA MISMA SECCION.
r = EN CASO DE NO EMPALMARE EN LAS ZONAS INDICADAS O EN LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 50%.



VP-1 40x80	VP-2 30x60	VS-1 25x40	VS-2 30x40	VS-3 25x60	VCH-1 25x25	VCH-2 35x25
6Ø1" + 4Ø1/4"	6Ø1"	6Ø3/4"	6Ø3/4"	4Ø3/4" + 4Ø5/8"	6 Ø5/8"	6 Ø5/8"
1.13 Ø 3/8"	1.13 Ø 3/8"	1.13 Ø 3/8"	1.13 Ø 3/8"	1.13 Ø 3/8"	1.13 Ø 3/8"	1.13 Ø 3/8"
2 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05	1 Ø 0.05
12 Ø 0.10	8 Ø 0.10	12 Ø 0.10	8 Ø 0.10	12 Ø 0.10	8 Ø 0.10	8 Ø 0.10
12 Ø 0.20	8 Ø 0.20	12 Ø 0.20	8 Ø 0.20	12 Ø 0.20	8 Ø 0.20	8 Ø 0.20

