



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de Concreto Armado de  
4 Niveles, por Método Clásico y los Programas Etabs y Cypecad, Carapongo  
Chosica, Lima 2019

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

**AUTOR:**

Perez Martinez Luis Angel (ORCID: 0000-0002-1774-3623)

**ASESOR:**

Mg. Choque Flores Leopoldo (ORCID: 0000-0003-0914-7159)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

Lima – Perú

2019

## **Dedicatoria**

A DIOS mi padre celestial,  
por darnos la vida y las  
oportunidades del día a día  
que nos brinda.

A mi padre que desde el cielo  
me guía y encamina por este  
logro y gracias por su  
enseñanza y valores.

A mi madre, mi hija y  
hermanos que me dieron  
su apoyo incondicional.

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento especial a los ingenieros por su asesoría al Mg. Choque Flores Leopoldo y al Mg. Heredia Benavides Raúl, para la elaboración de esta investigación y compartir su conocimiento y exigencia para así ser un gran profesional.

A los profesores, compañeros y amistades que aportaron conocimientos a esta investigación, gracias por todo.

## **Página del Jurado**

## Declaratoria de Autenticidad

Yo, Luis Ángel Perez Martínez con DNI 10175812, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtico.

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

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

Lima, 06 de julio del 2020



Luis Ángel Perez Martínez

DNI: 10175812

## Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de Figuras .....	viii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Ecuaciones .....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
I. Introducción .....	1
II. Método .....	21
2.1 Tipo y diseño de investigación .....	21
2.1.1 Tipo de Investigación aplicada.....	21
2.1.2 Diseño de la investigación.....	21
2.2 Operacionalización de variables.....	21
2.2.1 Variables.....	21
2.3 Población, muestra y muestreo.....	24
2.3.1 Población .....	24
2.3.2 Muestra .....	24
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	25
2.5 Método de análisis de datos.....	25
2.6 Aspectos éticos .....	26
III. Resultados.....	27

3.1 Uso de la edificación.....	27
3.2 Estructuración y Predimensionamiento.....	27
3.2.1 Pre dimensionamiento de Aligerado.....	30
3.2.2 Pre dimensionamiento de Vigas.....	30
3.2.3 Pre dimensionamiento de columnas:.....	33
3.2.4 Predimensionamiento de zapatas.....	35
3.3 Calculo y análisis con el programa Etabs y CypeCAD.....	39
3.4 Momentos en vigas.....	40
IV. Discusión.....	45
V. Conclusiones.....	46
VI. Recomendaciones.....	47
VII. Referencias.....	48
VIII. Anexos.....	53
Anexo 1: Cambio en las propiedades dinámicas.....	54
Anexo 2: Estudio de Suelos.....	58
Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis.....	74
Pantallazo del Turnitin.....	75
Autorización de la Publicación de Tesis.....	76
Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación.....	77

## Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación de terreno .....	3
Figura 2: Ubicación de terreno en plano general.....	4
Figura 3: Programa Etabs .....	13
Figura 4: Modelamiento en Etabs.....	14
Figura 5: Programa CypeCAD .....	15
Figura 6: Modelamiento en CypeCAD.....	15
Figura 7: Imagen de concreto .....	16
Figura 8: Imagen de concreto armado .....	16
Figura 9: Planta típica de la edificación primer nivel.....	27
Figura 10: Planta típica de la edificación 2°, 3° y 4° nivel.....	28
Figura 11: Vista de pórtico de la edificación.....	29
Figura 12: Vista en planta de eje A y C.....	31
Figura 13: Vista en planta de eje B.....	32
Figura 14: Vista en planta de eje 1 .....	32
Figura 15: Vista en planta áreas tributaria.....	34
Figura 16: Vista en planta áreas tributaria de columna 1 .....	35
Figura 17: Vista en planta áreas tributaria de columna 2 .....	37
Figura 18: Vista en planta áreas tributaria de columna 3 .....	38
Figura 19: Vista en 3D modelado en CypeCAD .....	39
Figura 20: Vista en planta y 3D modelado en Etabs .....	39



## Índice de Tablas

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables .....	23
Tabla 2: Predimensionamiento de columnas .....	34
Tabla 3: Resultado momento en viga, eje 6, A-B.....	40
Tabla 4: Resultado momento en viga, eje 1, B-C.....	40
Tabla 5: Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades (CypeCAD) .....	55
Tabla 6: Distribución de las fuerzas laterales y cortantes equivalentes por planta .....	55
Tabla 7: Cuadro de Matriz de consistencia .....	56

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: Formula de población finita.....	24
Ecuación 2: Ingreso de datos para cálculos .....	25
Ecuación 3: Resultado .....	25
Ecuación 4: Predimensionamiento de aligerado.....	30
Ecuación 5: Fórmula para cálculo de peralte de viga.....	30
Ecuación 6: Calculo de base de viga, ejes A y C .....	31
Ecuación 7: Calculo de peralte de viga, ejes A y C.....	31
Ecuación 8: cálculo de b, eje B.....	32
Ecuación 9: cálculo de h, eje B.....	32
Ecuación 10: Calculo de b, eje 1-6.....	33
Ecuación 11: cálculo de h, eje 1-6.....	33
Ecuación 12: Formula de esfuerzo .....	36
Ecuación 13: Ecuación para hallar área de zapata.....	36
Ecuación 14: Área de zapata C-2 .....	37
Ecuación 15: Área de zapata C-3 .....	38

## **Resumen**

La investigación se da con la finalidad realizar el análisis comparativo del uso de programas ETABS y CypeCAD, y el método clásico en el diseño de las estructuras de edificios de concreto armado de 4 niveles ubicado en Carapongo Chosica, el cual se desarrollará a través del plano de diseño arquitectónico definido de dicho proyecto.

El método de investigación del presente trabajo es no experimental, ya que se obtendrá datos según los programas obtenidos y por el método clásico. Esperando lograr el objetivo del presente trabajo en las variaciones de los resultados obtenidos en cada programa utilizado en el proyecto de investigación.

El análisis y el diseño se ha realizado considerando las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) según las normas NTE E.020 cargas, NTE E.030 diseño Sismorresistente, E.050 Suelos y cimentaciones y NTE E.060 Concreto Armado.

Para el análisis comparativo se ha obtenido el estudio de suelos y capacidad portante de la urbanizadora, se usará los programas de diseño ETABS y CypeCAD para la respuesta y el análisis respectivo y el método clásico.

El procedimiento de análisis de las estructuras se realizará mediante la utilización de programas ETABS versión 2016 y el programa CypeCAD versión 2017, como también se realizará el método clásico para sí obtener resultados, analizar y comparar, de esta manera se considerarán los lineamientos planteados en el reglamento vigentes según normas antes mencionadas.

Con los datos obtenidos, los resultados de los diseños se realizarán el análisis comparativo de las diferentes alternativas con las que se logró determinar las ventajas y desventajas de utilizar en una u otra alternativa según resultado por cada programa de diseño de estructuras. Finalmente se logró concluir que, con el programa CYPECAD tiene ventajas en cuanto a la variedad herramientas que incluyen en el paquete de este programa, además de reducir el tiempo en el modelamiento del diseño estructural, sin embargo, con el programa ETABS el dominio para el diseño es más directo que el antes mencionado para la obtención del diseño estructural en edificaciones.

### **PALABRAS CLAVE:**

Edificio, análisis, estructuras, programa, diseño estructural

## **Abstract**

The investigation is given with the purpose of carrying out the comparative analysis of the use of ETABS and CypeCAD programs, and the classic method in the structural design of 4-level reinforced concrete buildings located in Carapongo Chosica, which will be developed through the architectural design plan defined of said project.

The research method of the present work is non-experimental, since data will be obtained according to the programs obtained and by the classical method. Hoping to achieve the objective of this work in the variations of the results obtained in each program used in the research project.

The analysis and design has been carried out considering the National Building Regulation (RNE) according to the standards of the NTE E.020 loads, NTE E.030 Seismic-resistant design, E.050 Floors and foundations and NTE E.060 Concrete Armed.

For the comparative analysis the study of soils and bearing capacity of the urbanizer has been obtained, the design programs ETABS and CypeCAD will be used for the response and the respective analysis and the classical method.

The structure analysis procedure will be carried out through the use of ETABS programs 2016 version and the CypeCAD program 2017 version, as well as the classic method to obtain results, analyze and compare, in this way the guidelines set forth in the current regulation will be considered according to the aforementioned standards.

With the data obtained, the results of the designs will be carried out the comparative analysis of the different alternatives with which it was possible to determine the advantages and disadvantages of using in one or another alternative according to the result for each structure design program.

Finally, it was concluded that, with the CYPECAD program, it has advantages in terms of the variety of tools included in the package of this program, in addition to reducing the time in structural design modeling, however with the ETABS program the domain for design It is more direct than the one mentioned above for the design of structural elements in buildings.

### **KEYWORDS:**

Building, analysis, structu-res, program, structural design.

## **I. Introducción**

### **Realidad problemática**

El actual proyecto realizado en la investigación se tocará el tema de análisis comparativo del diseño y cálculo de estructuras de una edificación de concreto armado de 4 niveles, utilizando los programas de cálculos Etabs y CypeCAD.

Las construcciones de viviendas y todo tipo de edificaciones en el Perú y por no decir en países latinoamericanos un gran porcentaje mayoritario está construido de albañilería confinada y un porcentaje menor de estructuras a porticadas, en cuanto sucede un sismo de cierta magnitud en la mayoría de las pérdidas tanto económicas como de vidas humanas, es ocasionado por dicho sismo según datos históricos y estadísticos, por ello las edificaciones no han tenido un comportamiento adecuado o no dieron un tiempo estimado como para evacuar, en la mayoría de estas edificaciones fueron deficiente en sus estructuras.

En la Norma peruana del diseño sismorresistente E-030 se basa en las perspectivas de protección en un solo nivel de una combinación sísmica, y a la ocurrencia necesaria de desarrollar el estudio del desempeño y esto lo realizaremos a través de programas de diseño de estructuras.

Antes de iniciar cualquier diseño en estructuras se realiza un pre dimensionamiento para luego realizar un modelado. Se consideró ambos programas ya que es de uso comercial en nuestro medio, y ante las consideraciones de nuestra norma de diseño sismorresistente E-030 en Perú, se debe realizar utilizando programas con tecnología de acorde al medio donde se realizará un proyecto, ya que dichos programas nos ahorran tiempo y una modelación real en cuanto a la estructura a realizar.

Por lo general dichos programas de diseño y análisis de estructuras nos permite y nos arroja el modelamiento de la estructura de una edificación u otro tipo de proyecto según sea el análisis, y la metodología numérica de datos de una estructura y análisis de las consecuencias a través de las etapas de procesamiento y post procesamiento sucesivamente en la estructura a analizar y comparar entre ambos programas.

Actualmente el modelamiento en dichos programas no es complejo, si se cuenta con el conocimiento avanzado de dichos programas que cuenta con herramientas que facilitan el uso respectivo. En el posterior análisis del modelamiento se determinan y analizan los esfuerzos y deformaciones en la estructura modelada. Con el fin de demostrar las capacidades de los programas ETABS y CYPECAD a manera de ejemplo comparativo y análisis de costos en una edificación según el diseño de las estructuras de ambos programas.

Anteriormente cuando no existían los programas de diseño de análisis de estructuras, los ingenieros calculistas previamente al diseñar una edificación analizaban las columnas y vigas de un sistema de pórticos, utilizando métodos de aproximación desarrollados en cursos de análisis de las estructuras y diseño de concreto armado, utilizando las operaciones formulas relacionadas al diseño y calculadora científicas.

Tratándose de las construcciones en nuestro medio, se realizan en su mayoría sin consideraciones de diseño estructural, lo cual es una realidad problemática que afectaría a muchas edificaciones si no se considera las normas de diseño, lo cual no soportarían un sismo de cierto grado de magnitud, el cual afectaría en tanto pérdidas económicas como humanas.

Para la presente investigación del tema, se tomará datos sobre construcciones realizadas sin el diseño estructural en edificaciones informes llamados autoconstrucciones de viviendas a nivel mundial y nacional, actualmente sigue en crecimiento en nuestro medio y más en la capital Lima siendo un alto porcentaje de más del 65% de construcciones de viviendas informales, lo cual pueden colapsar durante un sismo de magnitud considerable, ante esta realidad CAPECO, tiene estimado en más de un millón de las viviendas ya edificadas no está garantizada ante un sismo, dando cifras y resultado a más de 200 mil viviendas destruidas y un aproximado de ciento cincuenta mil seriamente afectadas, y nos conlleva que dicho crecimiento de la población fue de forma progresiva y con una alta tasa de informalidad y ante ello se adiciona la obligación de mejora en calidad de vida lo cual no es considerado, ya que muchas familias optan por construir en forma empírica o la denominada autoconstrucción sin considerar los requerimientos de un profesional de la rama para su edificación.

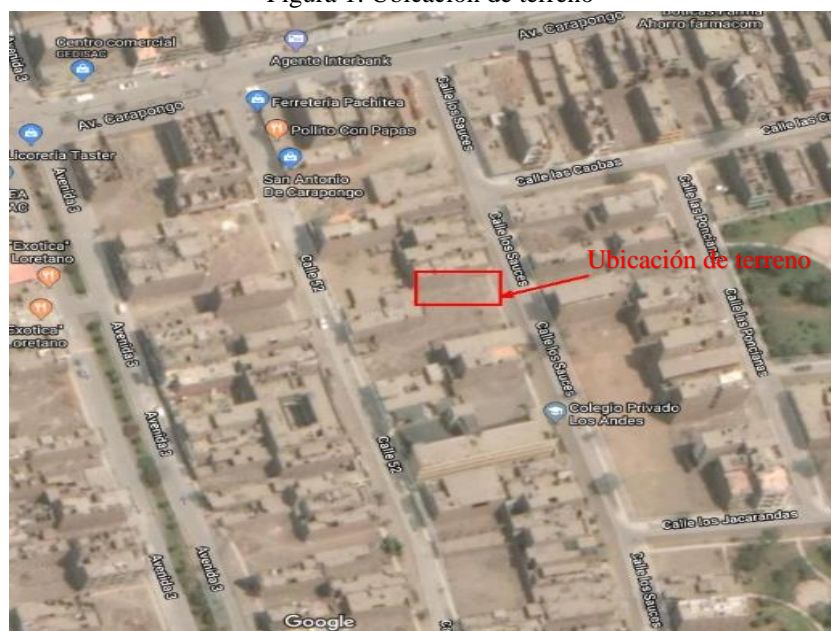
Una de las causas que optan por ello es también el alto elevado de costo en derecho de obtención de la Licencia de edificación en la municipalidad correspondiente con trámites burocráticos y engorrosos.

A ello se suma al crecimiento poblacional y autoconstrucción la descentralización, ya que la capital cuenta con más de un tercio poblacional total en Lima, ante ello podemos deducir directamente proporcional el crecimiento de ambos tanto poblacional como autoconstrucción.

Izcue y Taboada (2009), proyecto de tesis de “Análisis y diseño de edificios asistido por computadoras” detallan que a principios de 1970 tendrían ciertas limitaciones, a la vez: cierta capacidad mínima de analizar, el complicado proceso de ingresar datos que en aquel

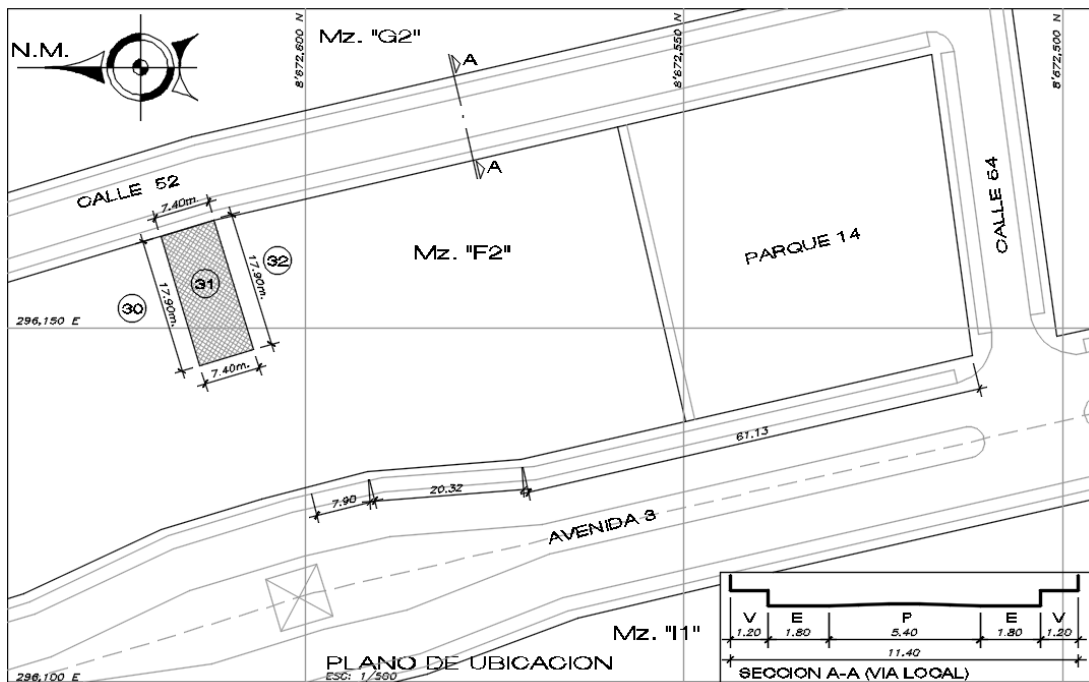
entonces lo harían de unas tarjetas perforadas y minuciosa lectura y resultado, para los cuales resultaban ya en papel impreso. Gran desventaja al inicio, los tomaba de mucha delicadez en el ingreso de datos y en los resultados obtenidos, las cuales fueron disminuyendo año tras debido al incremento en la memoria y rapidez de las computadoras que se actualizaban cada cierto tiempo, la activación de los métodos numéricos, el invento de nuevas y mejoras en algoritmos, lenguaje de programación y sistemas operativos con gráficos más sofisticados. A fines del año 1970, aparece computadores personales (PC), en aquellas computadoras dichos programas de análisis se volvieron de gran uso comercial en pequeñas y grandes empresas y usuarios finales de uso único e individual. Allá por inicios de 1980 se desarrolla una de las primeras aplicaciones del análisis de las estructuras reales en 3 dimensiones (3D) para (PC). Ahora muchos programas de análisis y diseño de las estructuras nos permiten desarrollar con mucha rapidez la creación y modelamiento con el dibujo de uno o más objetos y gráficos que poseen características (dimensiones, materiales, sección transversal) lo que constituye a los componentes de la estructura, estos también cuentan con varias herramientas para editar ciertos cambios, como cortar, copiar, mover y pegado; contaba con la opción de obtener resultados de geometría global de una estructura a través de plantillas o mediante inserción o importación de trabajos realizados en CAD. Como también contaba con opciones de vista en tres dimensiones (3D), planta y elevación, opciones de vista de resultados en monitor (pantalla) o trabajos de texto, para los cuales serían exportados a diversos programas de Windows (Word, Excel y Access, Office).

Figura 1: Ubicación de terreno



Fuente: Google Maps

Figura 2: Ubicación de terreno en plano general



Fuente: fuente propia

### Trabajos previos

Los antecedentes previos de esta investigación abarcan a nivel mundial y el entorno nacional según el uso, ya que se da con más frecuencia al programa ETABS y CYPECAD de diseño estructural, más de una tesis de pregrado hoy en día cuentan ya con el uso de dichos programas, lo cual toman para diferentes temas relacionados a diseño, en este caso investigare más del entorno a análisis comparativo de resultados. Los programas de diseño estructural tanto Etabs como CypeCAD se vienen utilizando en diferentes países con gran aceptación, tanto por empresas en sector de construcciones y empresas dedicados al uso del programa de diseño en otros rubros, como también profesionales y estudiantes de la rama de ingeniería, por tanto, es de gran aporte e importancia y uso para estos programas de diseño y cálculo de las estructuras.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) define a antecedentes son análisis que se han realizado sobre el tema de diversos autores, que asimilan el enunciado del título a tratar y que estudiarlos nos da mucho saber lo que se ha investigado o analizado al respecto. Nos permite separar desde que perspectiva se tomará dicha idea principal del análisis o investigación y se debe establecer una visión (cualitativa o cuantitativa) del presente estudio.



### **Antecedentes Nacionales**

Carcausto (2018), “Análisis y diseño estructural de la IES agropecuaria N° 125 de Chupa, distrito de Chupa-Azángaro-Puno” tuvo como finalidad diseñar un colegio sobre un área de terreno de 248.50 m<sup>2</sup> cuya ubicación fue mencionada anteriormente. Pues bien, su arquitectura fue diseñada para ambientes de aulas, salas de cómputo, laboratorios, almacén, entre otros. Al análisis y el diseño se realizó acorde a los requerimientos de las Normas E.020, E.030, E.050, E.060 y E.070, y en lo que corresponda al ACI 318 – 14. Para el modelamiento se empleó el programa Etabs, permitiéndose la representación computarizada del edificio en vista real de todos los pisos y realizándose el análisis estático y el dinámico pseudo espectral. Se obtuvo como resultados que los valores de los desplazamientos en ambos ejes, se encuentran dentro del rango permisible según norma, concluyendo que el software de cómputo Etabs constituye a reducir en óptimo tiempo para la creación y representación de modelamiento y que los resultados están en función al modelo, y este a su vez tiene un comportamiento aproximado al de la estructura real.

Quispe Y Apaza (2017), en su estudio titulado “Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción del edificio administrativo de Santa Lucia”, exposición del análisis de las estructuras según norma de la edificación administrativo con procedimiento de albañilería confinada y otro de concreto armado con sus configuraciones arquitectónicas idénticas para ambos sistemas. Se hizo el modelamiento y análisis sísmico de manera estático y dinámico según normas establecidas y considerando las limitaciones; posteriormente, se evaluó la economía para ambos sistemas. Finalmente se comparó los resultados de ambos sistemas presentan un apropiado y real comportamiento estructural ante un sismo, siendo lo más apropiado y más competente para la construcción de dicho edificio administrativo el de albañilería confinada. Elí Quispe Ccoa, Percy Darwin Apaza Aguilar (2017), Evaluar con los programas Etabs y CypeCAD y ver si existirían cambios en las propiedades dinámicas de edificios de concreto armado de 4 niveles. En diseño estructural de edificaciones de concreto armado se prevé un desplazamiento como máximo 12.30 mm y una deriva de 0.0068 la cual un 97.14% establecido por la Norma E.030, un resultado que se presenta en el análisis sísmico estático. Y para albañilería confinada el desplazamiento máximo de 18.53 mm y una deriva máxima de 0.0032 la que representa un 65.49% al límite máximo establecido por la Norma E.030, por lo cual el de albañilería se comportaría de mejor. Antes indicado para el sistema estructural de albañilería confinada y concreto armado no siempre presentara máximos

resultados de desplazamiento y deriva utilizando el análisis sísmico dinámico modal espectral.

Calcina (2017), En la presente tesis fue evaluación “El Desempeño Sísmico de una Edificación de 11 niveles y analizando estáticamente y dinámico no-lineal”. Ahora una cierta parte de esfuerzos de la Ingeniería Sísmica están concentrados en el ámbito y aplicación de nuevos métodos y comportamiento en estructuras ya existentes por analizar, Se utilizó el software ETABS 2016 versión 16.0.3. Se analizó una edificación, y se demostró que mediante el método de análisis no-lineal estático y dinámico se concluye que las zonas “débiles” de dicha estructura, se realizaron cambios en diferentes referencias con el programa ETABS, al inicio se analizaron las construcciones en rango elástico para luego este programa se analizaron en el rango inelástico, con unos métodos pushover y el análisis dinámico de movimiento incremental, llegando a una de sus conclusiones que en vigas cortas o de acople se desarrollan primero las rotulas plásticas, por más usados de estas vigas son las que sostienen la estructura porque en ellas se está librando la energía no lineal.

Briones, Álvarez (2018), en la presente tesis fue evaluar la “Análisis y diseño estructural en concreto armado utilizando los programas Etabs y Robot structural analysis, para un edificio de cinco niveles (cuatro pisos y un semisótano)” El objetivo de esta tesis fue para analizar resultados de cada uno de los programas usados como ETABS y ROBOT S.A.P tanto en modelamiento, diseño estructural cálculos y sismorresistente para una edificación de 4 niveles y un semisótano. Destinado para uso académico. En un área del terreno 198.91 m<sup>2</sup>, la estructura se realizó según el diseño arquitectónico y de acuerdo a ello se planteo los elementos estructurales, como placas, columnas, vigas y losas, con diseño dual y muros estructurales, se desarrollo en los programas para obtener los resultados obteniéndose respuestas muy cercanas en ambos programas.

Gómez (2018) en la presente tesis fue de investigar la “Influencia de la rigidez lateral en el análisis y diseño Sismorresistente de un edificio de concreto armado de 5 pisos”, La investigación de esta tesis detalla la influencia de rigidez lateral tanto en análisis y diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado de 5 niveles, en un terreno llano. Se realizó el modelamiento en el programa ETABS, para obtener como resultado el análisis por cargas de gravedad y de sismo, según la Norma E.030, de R.N.E. con la metodología de resistencia y rigidez, logrando una deriva máxima de 0.007 en la dirección X y 0.005 en la dirección Y, cumpliendo según la Norma E.030, dichos valores muestran que se logró un edificio con una buena rigidez lateral. Obtenida las derivas de entrepiso en ambas direcciones.

Vercelli (2017) en esta presente tesis se desarrolló el “Diseño estructural de un edificio de oficinas de concreto armado de 6 pisos y 2 sótanos ubicado en el distrito de San Miguel” se desarrolló en un terreno de 600 m<sup>2</sup> en el distrito de San Miguel, la estructuración de la edificación se compone por muros, columnas y vigas, basándose un sistema estructural sismorresistente de muros estructurales. Con un desplante en cimentación de 1.50m a partir del falso piso del segundo sótano. Después de desarrollado el análisis se corrobora que las derivas de entrepiso de la edificación sean menores de lo permitido, para el cálculo en concreto armado se consideró el método por resistencia, considerando las cargas amplificadas obtenidas a partir del análisis del edificio.

Cárdenas (2019) en la presente tesis de “Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos” objetivo principal fue realizar el análisis y cálculo de los elementos estructurales de la edificación del multifamiliar de material predominante concreto armado de cinco niveles especificado en un área de 762.80 m<sup>2</sup> con ubicación en San Isidro, Lima. Con un suelo de capacidad portante de 4 kg/cm<sup>2</sup>. se define la estructuración y sus respectivas dimensiones (predimensionamiento). Una vez obtenido estos datos se procede con el metrados de las cargas (carga muerta y carga viva) según los valores de pesos y sobrecargas en la Norma E.020 “Cargas”. Luego se desarrolla el procedimiento en el análisis estructural, con los que resulta los datos requeridos para diseñar los elementos estructurales. Con los programas, empleando el método de elementos finitos, con SAP2000, ETABS y SAFE. El análisis sísmico se desarrolla según Norma Técnica E.030. para luego elaborar un modelo del edificio en el programa ETABS y se realiza el Análisis Dinámico Modal Espectral donde se evalúa el comportamiento de la edificación. Los últimos capítulos son dedicados al diseño de los principales elementos estructurales. según la Norma Técnica E.060 concreto armado.

García (2017) en esta tesis se investigó el Diseño en Concreto Armado de un edificio de cinco niveles ubicado en el Distrito de Pichanaqui Se desarrolla con el objetivo de diseñar un edificio destinado a tiendas en el primer nivel y los niveles típicos destinado a oficinas, consta de pisos más azotea, ubicado en el departamento de Junín, provincia de Chanchamayo, distrito de Pichanaqui. El edificio se extiende sobre un área de 157.5 m<sup>2</sup>., en un suelo intermedio con características comunes al suelo típico de la selva central y con una capacidad admisible de 1.8 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de cimentación de -1.60m. Todos los análisis y cálculos de diseño se hicieron de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones

y a las distintas normas que lo componen. El sistema estructural empleado está conformado en dos direcciones perpendiculares por muros de corte, columnas y vigas, los cuales a su vez transmiten las cargas a la cimentación y ésta al suelo. Como consecuencia del análisis sísmico se han obtenido los desplazamientos y derivas máximas del edificio, encontrándose dichos valores dentro de los márgenes admisibles. Para la estructuración del edificio se hizo uso de losas aligeradas en una dirección, lo cual hizo posible la formación del diafragma rígido en cada piso del edificio. El análisis sísmico se hizo mediante el uso del programa ETABS, con el cual se modeló el edificio y se aplicaron las fuerzas de sismo, obteniéndose así los valores de momentos y fuerzas cortantes correspondientes. Para el diseño de la losa aligerada se usó del programa SAP2000, mediante el cual se modelaron las fuerzas resultantes correspondientes, obteniéndose así resultados más reales. Finalmente, para la cimentación se hizo uso de zapatas combinadas y conectadas debido a la magnitud de las cargas de diseño y a las características del suelo.

#### **Antecedentes internacionales**

Román (2016), realizó la investigación “Diseño sismorresistente de un edificio de concreto armado con el sistema de losas prefabricada con vigas peraltadas utilizando el programa SAP 2000 y comparación de resultados con el programa CypeCAD, proyecto de investigación de tesis para sustentar la Titulación de Ingeniero Civil en la Universidad Central de Ecuador, planteo el principal objetivo “El análisis comparativo de resultados entre dos paquetes computacionales de cálculo estructural, siendo estos SAP 2000 versión 16.0.0 y CypeCAD versión 2015.n”, con el fin de determinar, “Un medio alternativo que permita agilizar los procesos de consultoría y fiscalización de proyectos, así como también optimizar recursos tanto en tiempo como en costos, sin dejar de lado la seguridad en base al diseño sísmico resistente, y en el que se concluye que el CypeCAD es el mejor programa existente para realizar proyectos que no requieran el cálculo de no linealidades ya que tiene una gran cantidad de módulos y todo está interconectado.

Sáenz (2018), En la presente tesis fue desarrollar un método que permita obtener de forma automática curvas de fragilidad a partir de un modelo de elementos finitos, se trabajó con el programa SAP 2000 dado un conjunto de registros sísmicos chilenos previamente seleccionados. De esta forma, a través de las curvas de fragilidad se busca generar una herramienta que permita determinar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras chilenas, ya que ellas indican la probabilidad de superar un nivel de daño a partir de ciertos parámetros de intensidad del sismo y con esto poder estimar posibles costos de reparación, pérdidas de

vidas, entre otros. Es por ello, que en esta memoria se presenta un primer paso para un estudio de vulnerabilidad, que será evaluada para una tipología particular de estructura, que debiera ser expandido para estudiar la vulnerabilidad de diversos tipos de estructuras incluyendo su variabilidad estadística. Llegando a una de sus conclusiones que para la definición de los niveles de daño se utilizaron los resultados de Astroza dado que estos se basaron en muros chilenos, en los cuales predominaba el mecanismo de falla al corte y este es un supuesto necesario para el análisis realizado y propuesto por Pasticier (2007). Dado que se utilizaría la clasificación de Astroza, se consideró como parámetro de para definir el nivel de daño la deriva máxima entre pisos.

Redin (2018), En esta tesis se evaluó el comportamiento sísmico del edificio de la Facultad de Ingeniería es la edificación más reciente que se ha construido en la PUCE, por la importancia que la facultad representa no solo en el área académica, sino también el aporte que brinda a la sociedad ecuatoriano en especial al sector de la construcción. Además, con el reciente sismo ocurrido en Pedernales el 16 de abril de 2016, es necesario realizar una evaluación sísmica no solo del edificio de la Facultad de Ingeniería sino también de las edificaciones que conforman el campus de la PUCE; debido a que estas edificaciones fueron diseñadas con normas muy anteriores a la actual NEC y por lo tanto con diversos cambios respecto a las exigencias sísmicas. Actualmente, en el Ecuador únicamente se cuenta con el capítulo “Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras” de la Norma Ecuatoriana de Construcción aprobada en enero del 2015. Este capítulo de la norma si bien no cuenta con una metodología propia para la evaluación sísmica de estructuras, nos abastece una guía de las diferentes normas internacionales que pueden ser aplicadas en el caso de requerir la evaluación sísmica de estructuras. La evaluación se realizó en modelo computacional en el programa ETABS para verificar el desempeño estructural. En una de sus conclusiones la edificación evaluada cumple con el Nivel de Evaluación aplicado, en caso de requerir mayor certeza de resistencia y desempeño de los elementos el estándar aplicado provee dos niveles adicionales para la verificación. Siempre se tendrá que tomar en cuenta el alcance y limitaciones de cada uno de ellos.

Noguera (2018), en esta tesis el propósito del presente trabajo especial de grado reside en la comparación de la respuesta estructural de edificaciones a porticadas de concreto reforzado, empleando el método de Análisis Dinámico elástico espectral y empleando el método de Análisis Dinámico inelástico de respuesta en el tiempo en ambos casos de la conformidad a la norma venezolana para construcciones Sismorresistente COVENIN 1756(en revisión),

ambos métodos de análisis se aplicaron con el apoyo en el software ETABS v17.0.01, buscando en especial el desarrollo de un modelo con el mayor nivel de fidelidad para el estado del arte actual. En una de las conclusiones se detalla de la comparación en los parámetros de respuesta global relacionados con los cortes de piso máximos, dichos resultados del análisis elástico, y que, además, con el análisis Inelástico se evidenció la clara influencia del efecto de los modos superiores en la amplificación del cortante en diferentes plantas del modelo.

De Freitas y Renaud (2016), La presente tesis se ha tocado en analizar el comportamiento inelástico que presentan las estructuras de pórticos ante eventos sísmicos, es por ello, que conceptos como la ductilidad son tan importantes ya que son parte fundamental en este tipo de estudios. Es por ello que la siguiente investigación se basa en la evaluación de la ductilidad de pórticos de concreto armado, teniendo como característica, que los pórticos en estudio poseen columnas inclinadas. Uno de los objetivos principales de este trabajo es de haber obtenido la ductilidad de cada modelo, se determine el factor de reducción de respuesta con diferentes ecuaciones y de esta manera comparar con el factor asumido desde un principio para poder concluir en base a este resultado. Para lograr el propósito de la investigación, se usó como referencia la norma COVENIN 1756:2001 y como método de cálculo el “Análisis estático no lineal (Pushover)”, para la aplicación de cargas excéntricas de una forma triangular la cual brinda un verdadero comportamiento de las rotulas plásticas de dicha edificación a analizar. Con el presente análisis se puede también establecer la capacidad de resistencia de la estructura y compararla con su demanda sísmica. Análisis mediante el uso del software de cálculo estructural SAP 2000 los modelos previamente seleccionados a los cuales se realizó el estudio y en una de las conclusiones se desarrolló la investigación, y el análisis estático no lineal, se observó un patrón de formación de rótulas plásticas estable, generándose primero en las vigas antes que en las columnas y sin fallas frágiles o pérdida súbita de la rigidez o resistencia en zonas cercanas al punto de colapso, lo cual es un comportamiento que se considera adecuado para cualquier tipo de estructuras a porticadas, por tanto el uso de columnas inclinadas en los modelos evaluados, no cambia el patrón de la formación de rotulas plásticas.

Lasso , Quinchiguango, Taco (2016), sobre el uso del software Robot Analysis Structural para el “Análisis estructural de una edificación de hormigón armado a través del software Robot Analysis Structural”, se desarrolló bajo la modalidad de proyecto de investigación, dando paso al modelamiento de la estructura de hormigón armado de 5 pisos con el sistema

de viga peraltada en el software Robot Análisis Structural Professional (Autodesk), realizando tanto el análisis estático y dinámico, todo esto acorde a la norma vigente del Ecuador (NEC 2015), a su vez apoyándose de las normas internacionales como el ACI 318-14; para contrastar los resultados y tener un nivel de comparación, se realizó el modelado del mismo edificio en Etabs 15.2 (CSI), que es el software más usado por profesionales y estudiantes para el diseño estructural.

Pérez (2017), la presente tesis se trata del “Análisis y diseño estructural de un edificio de 4 plantas aplicando el método de kani en la ciudad de Machala”, Se trató de calcular y diseñar un pórtico de cuatro plantas altas aplicando el método de kani aprendido en los cursos normales de estructuras II. Para ello realizo un predimensionamiento de los elementos que van a componer el marco de hormigón armado una vez calculada la carga al que deberán estar sometidos, bajo a la normativa regional NEC-15 (Norma Ecuatoriana de Construcción 2015), en el capítulo peligro sísmico NEC-SE-DS para calcular las cargas sísmicas al que está sometido el sistema, el periodo fundamental de vibración de la estructura, y por ultimo aplico el método kani que se basa en la distribución de los momentos que se generan en los nodos de los marcos, para con ello estimar los diagramas de esfuerzo cortantes, momentos de flexión y esfuerzo axial de los elementos que componen el marco. Una vez que obtuvo los diagramas mencionados se procedió a diseñar en hormigón armado la armadura que se colocará en el elemento ya sea vigas o columna en base a lo dispuesto en el ACI 318-08 y NEC-15 capitulo (diseño de elementos de Hormigón Armado).

Quiroga (2018) en la presente tesis de “Modelación, análisis y diseño estructural de una edificación de tres plantas de uso público con sección compuesta usando el espectro de diseño, NEC -15 y ETABS.” Se propone realizar un diseño de una edificación de tres plantas con sección compuesta empleando el método LRFD (Diseño por factores de carga y resistencia), además efectuar un análisis dinámico utilizando el espectro de diseño para conocer los diferentes parámetros tales como: Deriva de piso (Desplazamientos) y periodos presentes en la estructura. Para este análisis se utiliza el software Etabs, el mismo que determina con mayor precisión el comportamiento de la estructura en respuesta ante un evento sísmico, del presente texto se da una introducción a la modelación y análisis estructural de edificaciones con secciones compuestas, para lo cual se emplean las diferentes normas y códigos tales como: NEC-15, ACI-318, AISC- 2010, Publicaciones del IPAC, que se aplican en los diferentes procesos del diseño estructural. Se obtuvo como resultados una participación de la masa de la estructura mayor al 90% al tomar en consideración todos los

modos de vibración generados en el software, se realizó un control de derivas de piso los cuales fueron menores al 2% obteniendo un desempeño óptimo de la estructura, además de la relación demanda/capacidad el cual estuvo en el rango correcto ya que sus valores no excedieron de 1.00 como lo establece la NEC, y se notó el gran beneficio que obtenemos al poner a trabajar juntos al hormigón y el acero, ya que el primero resiste los esfuerzos de compresión y el segundo los de flexión por lo que alcanzamos un mayor rendimiento de los elementos.

Quinchiguango Córdova Marco Vinicio, Taco Loachamín Doris Maricela. La participación de masas obtenidas en ambos programas supera el 90%, el valor en Robot es 98.46% y en Etabs de 99.50%, valores son muy similares, con lo que se deduce que ambos cálculos son válidos y en tal virtud cumplen con lo establecido en la NEC-SE-DS, 2015. - Los modos de vibración del primer modo en esta estructura son en sentido traslacional en la dirección X en los dos programas, y el segundo modo de vibración en la dirección Y, por lo tanto, ambos análisis son válidos; los periodos de vibración y frecuencia son muy similares validando los resultados obtenidos para el análisis modal en ambos programas.



## Teorías relacionadas al tema

### Programa Etabs

Según la compañía CSI (Computers and Structure, Inc.) Spain, define:

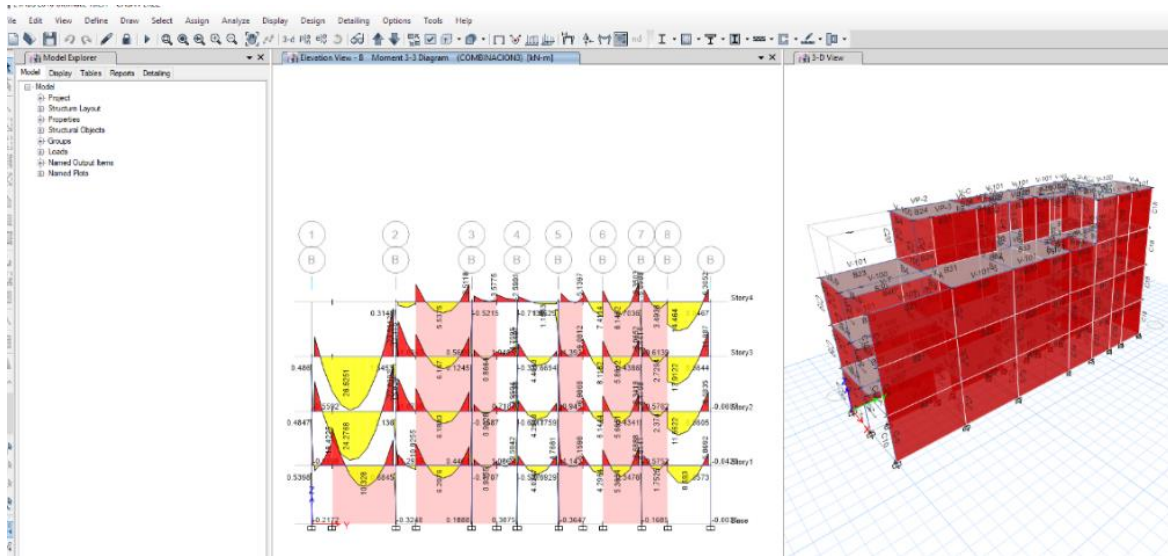
Etabs es un programa de diseño y cálculos matemáticos para desarrollar el análisis de las estructuras y dimensionamiento de diferentes tipos de edificaciones. Siendo este un resultado de más de cuarenta años de amplia investigación y desarrollo constante de tecnología avanzada, en cada versión nueva de Etabs ofreciendo herramientas sofisticadas e inigualables de análisis, modelado y vista de objetos en tres dimensiones, y cuenta con mayor capacidad y soporte de poder analítico lineal y no lineal, con varias opciones de dimensionamiento de tecnología abarcando una amplia y diferente gama de materiales, gráficos, informes esquemáticos que facilitan la comprensión y desarrollo del análisis y de los respectivas respuestas. Desde un modelamiento de la estructura a la creación de diseños y detalles, Etabs cubre con todas las expectativas para el desarrollo de un análisis y cálculo de las estructuras con referencia a concreto armado todos los pasos del proceso de dimensionamiento.

Figura 3: Programa Etabs



Fuente: [www.csiespana.com/](http://www.csiespana.com/)

Figura 4: Modelamiento en Etabs



Fuente: Fuente propio

## Programa CypeCAD

Según compañía CYPE INGENIEROS, España, define:

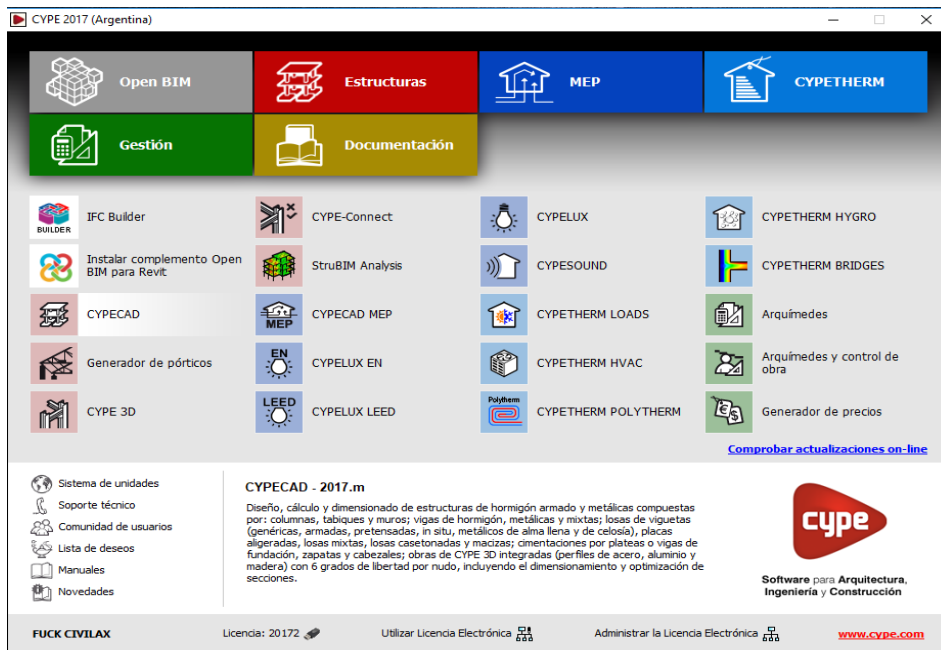
El programa de diseño y cálculo de las estructuras CypeCAD ha sido creado para realizar todo tipo de estructuras como de concreto armado y estructuras metálicas para edificación y todo tipo de obras civiles y de naves industriales, y estas sometidas a acciones horizontales, verticales y a la acción del fuego y demás referentes al diseño.

Estos elementos estructurales lo componen: las columnas o pilares de concreto armado, de acero y combinados, muro pantalla y placas o muro, vigas de concreto armado, metálicas y mixtas; viguetas de concreto armado (in situ) y viguetas prefabricadas, armadas, pretensadas, metálicas de alma llena y de celosía, placas y muros, losas mixtas, losas colaborantes, reticulares y losas macizas; y cimentaciones por losas, vigas de cimentación armada, zapatas de todo tipo, también pre dimensiona y dimensiona y comprueba uniones metálicas soldadas y atornilladas incluidas en las placas de arriostre.

Además de realizar dichos cálculos estructurales también arroja resultados en la memoria de cálculo de todos los elementos estructurales.

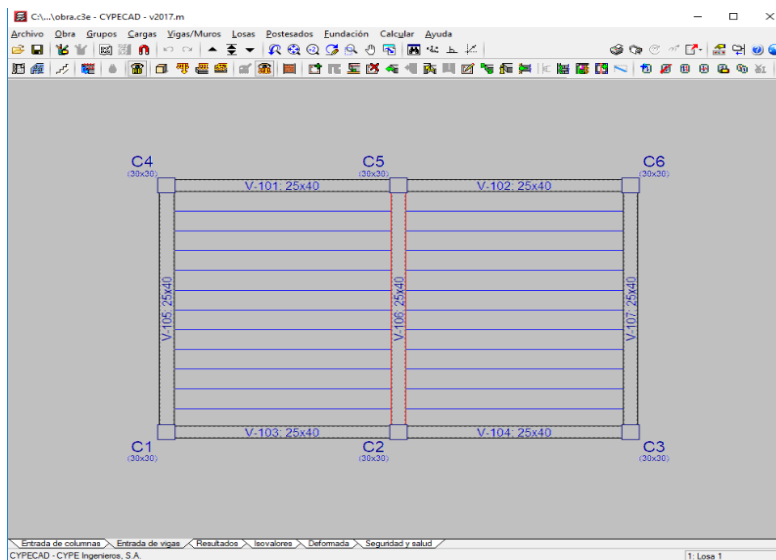
Es posible incluir en la estructura de CypeCAD obras de Cype en tres dimensiones (3D) integradas (perfiles de acero, aluminio y madera), para su dimensionamiento y optimización de resultados en secciones desde el propio CypeCAD.

Figura 5: Programa CypeCAD



Fuente: cypecad.cype.es

Figura 6: Modelamiento en CypeCAD



Fuente: Fuente propia

## Concreto Armado o Reforzado

### Concreto:

Es una mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico de diferentes tipos, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Figura 7: Imagen de concreto



Fuente:

[www.google.com/search?q=concreto&rlz=1C1SQJL\\_esPE825PE825&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjl\\_Ov0uJ3iAhXrmOAKHfOoCCgQ\\_AUIDigB&biw=1920&bih=969#imgrc=woUUJ8zRaGZzFM:](http://www.google.com/search?q=concreto&rlz=1C1SQJL_esPE825PE825&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjl_Ov0uJ3iAhXrmOAKHfOoCCgQ_AUIDigB&biw=1920&bih=969#imgrc=woUUJ8zRaGZzFM:)

### **Concreto armado:**

El concreto armado es la combinación de aceros de refuerzos, y está presente en todo elemento estructural reforzado y/o armado con cierta cantidad mínima requerido de acero, pre esforzado y/o armado.

Figura 8: Imagen de concreto armado



Fuente:

[www.google.com/search?rlz=1C1SQJL\\_esPE825PE825&biw=1920&bih=969&tbn=isch&sa=1&ei=tPnbXOrYL-](http://www.google.com/search?rlz=1C1SQJL_esPE825PE825&biw=1920&bih=969&tbn=isch&sa=1&ei=tPnbXOrYL-)

[2H\\_Qao35KIBQ&q=concreto+armado&oq=concreto+armado&gs\\_l=img.3.0110.454985.456752.458786...0.0.0.161.1035.0j7.....1...1..gws-wiz-img.....0i67.kdG9Q2lQCLI#imgrc=TrdkgnMvRs0e1M:](http://2H_Qao35KIBQ&q=concreto+armado&oq=concreto+armado&gs_l=img.3.0110.454985.456752.458786...0.0.0.161.1035.0j7.....1...1..gws-wiz-img.....0i67.kdG9Q2lQCLI#imgrc=TrdkgnMvRs0e1M:)

**Concreto Estructural:**

Es el concreto reforzado utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado con aceros de un porcentaje requerido según norma y diseño.

**Concreto Ciclópeo:**

Es el concreto simple sin refuerzo en cuya masa se incorporan o adicionan piedras grandes de un tamaño determinado según norma.

**Elementos Estructurales****Columna:**

Elemento estructural con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión en toda edificación de diferente uso.

**Viga:**

Es un elemento lineal estructural reforzado con aceros que trabaja principalmente a flexión en las vigas la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.

**Losa:**

Es un elemento estructural reforzado en sistema aligerado y maciza de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente en forma horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo.

**Muro Estructural:**

Es un elemento constructivo estructural, generalmente vertical y de gran rigidez empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquidos.

**Muro de corte o Placa:**

Son muros de corte, conocidos como placas, son paredes de concreto armado esforzado y está diseñado para poder tomar acciones y resistir las fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales inducidas por cargas excéntricas.

**Zapatas:**

Es un elemento de la estructura de una edificación que distribuye las cargas del edificio al terreno, parte del cimiento de una estructura, generalmente ensanchada para distribuir las cargas de un edificio en una superficie más amplia y su área repercute según diseño y tipo de edificación.

## **Formulación del problema**

### **Problema general**

¿Qué diferencias existirán en el diseño estructural de un edificio de concreto armado de 4 niveles utilizando los programas Etabs y CypeCAD?

### **Problemas específicos**

- ¿Con el uso de los programas Etabs y CypeCAD existirán cambios en los elementos estructurales del edificio de 4 niveles de concreto armado?
- ¿Con el uso de los programas Etabs y CypeCAD existirán cambios en las propiedades dinámicas del edificio de concreto armado de 4 niveles?
- ¿La respuesta estructural del edificio de concreto armado de 4 niveles se modificará utilizando los programas Etabs y CypeCAD?
- ¿Cómo será el comportamiento sísmico del edificio de concreto armado de 4 niveles utilizando los programas Etabs y CypeCAD?

### **Justificación del estudio**

En vista que en la actualidad se utiliza con mucha frecuencia programas de diseño de estructuras para diferentes tipos de edificación de concreto armado, además de realizar cálculos con precisión es necesario realizar un estudio que compare a ambos programas las diferentes alternativas de resultados, ahí notaremos ventajas y desventajas de cada programa y eso nos dará un análisis de costo técnico económica en la edificación. Además de importante analizar para cada solución el comportamiento eficiente de cada programa.

Además de aspectos técnicos de una estructura, uno de los aspectos a considerar a la hora de seleccionar una solución estructural con el programa es lo económico, dado a que los costos de la estructura determinan si es viable o no la realización de la misma. También es importante considerar método constructivo y tiempo, por lo antes mencionado es importante realizar dentro de este estudio un análisis comparativo de costos y eficiencia para cada alternativa que nos dará como resultado cada programa de diseño de estructuras. Esta investigación incluye el análisis de costos completo de diseño de estructura a considerar según resultado del programa más económico.

### **Justificación Práctica**

En mi consideración veo que es muy importante este tema de investigación, si bien es usado por muchos ingenieros para el diseño de estructuras, quizás no se toma en consideración el análisis comparativo, porque de esto dependerá un análisis de costos y eso ayudara a determinar la edificación que sea económica y viable. En la actualidad es muy común el uso

de programas computarizados de diseño estructural por ingenieros civiles y otras ramas de la ingeniería de nuestro medio y el mundo para diferentes tipos de edificaciones y otras obras a realizar, el uso correcto de dichos programas ayuda a realizar una rápida respuesta de datos

### **Justificación social**

El presente trabajo de investigación se realiza con la finalidad de mejorar el análisis comparativo de una edificación de concreto armado de 4 niveles, ya que a través de ellos se podrá sustentar un análisis y diferencias en costo directo e indirecto.

### **Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

Para determinar las diferencias para el diseño estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado utilizando los programas Etabs y CypeCAD.

#### **Hipótesis específico**

- Con el uso de los programas Etabs y CypeCAD existirían cambios en los elementos estructurales de edificios de concreto armado.
- Con el uso de los programas Etabs y CypeCAD para el elemento estructural existirían cambios en las propiedades dinámicas del edificio de 4 niveles de concreto armado.
- Utilizando los programas Etabs y CypeCAD para el diseño estructural se modificaría la respuesta estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado.
- El comportamiento estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado utilizando los programas Etabs y CypeCAD se obtendría a través del análisis sísmico.

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar las diferencias que existen en el diseño estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado, utilizando los programas Etabs y CypeCAD

#### **Objetivos específicos**

- Aplicar los programas Etabs y CypeCAD y ver si existirían cambios en los elementos estructurales de edificios de concreto armado.
- Evaluar con los programas Etabs y CypeCAD y ver si existirían cambios en las propiedades dinámicas de edificios de concreto armado de 4 niveles.

- Determinar la respuesta estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado utilizando los programas Etabs y CypeCAD.
- Determinar el comportamiento sísmico de edificios de concreto armado de 4 niveles utilizando los programas Etabs y CypeCAD.



## **II. Método**

### **2.1 Tipo y diseño de investigación**

#### **2.1.1 Tipo de Investigación aplicada**

La presente investigación es de tipo aplicada, si bien es cierto se analizará el proyecto, pero en el trabajo de investigación solo usarán programas que nos ayudarán a obtener resultados, en la cual no se realizará cambios por ser ya definidos, lo que se busca es analizar en ambos programas y que sea aplicable en análisis de comparación.

#### **2.1.2 Diseño de la investigación**

##### **No Experimental**

“En este tipo de investigación se observa fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos”. Hernández, Fernández Baptista, 2006.

Por la propuesta ya definido anteriormente se refiere a una investigación técnica propositiva de acuerdo a la investigación se propone análisis comparativo de programas de diseño entre dos programas.

### **2.2 Operacionalización de variables**

#### **2.2.1 Variables**

Hipótesis General

VI: Programas Etabs y CypeCAD

VD: Diseño estructural del edificio

Hipótesis específica 1.

VI: Los programas Etabs y CypeCAD

VD: El comportamiento del edificio de 4 niveles de concreto armado

Hipótesis específica 2.

VI: Etabs y CypeCAD

VD: Propiedades dinámicas del edificio de concreto armado

Hipótesis específica 3.

VI: Respuesta estructural del edificio

VD: Programas Etabs y CypeCAD

Hipótesis específica 4.

VI: Elementos estructurales de edificios

VD: Los programas Etabs y CypeCAD

##### **1.2.1.1 Variable Independiente:**

Programas Etabs y CypeCAD

### **1.2.1.2 Variable Dependiente:**

Edificio de concreto armado

### **1.2.1.3 Operacionalización**

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable 1 Programa Etabs	<b>Etabs:</b> La compañía CSI define: Etabs es un programa innovador y revolucionario para análisis estructural y dimensionamiento de edificios.	Los programas de diseño Etabs y CypeCAD son una gran herramienta que nos proporciona ahorro de tiempo a todo Ingeniero que se dedique al diseño	<b>1.- Planificación de datos.</b>	-Área Tributaria - Momento flector - Periodos y frecuencia
Variable 2 Programa CypeCAD	<b>CypeCAD</b> Según cía. CYPE INGENIEROS, define: CypeCAD ha sido creado para realizar el diseño, cálculo y dimensionamiento de estructuras de concreto armado y metálicas para edificación y obra civil, sometidas a acciones horizontales, verticales y a la acción del fuego.	estructural en edificaciones, nos permite realizar proyectos con fiabilidad en el diseño de las estructuras.	<b>2.- Entrada de datos</b>	- Capacidad portante de suelo. - Espesor de Losas - Sobrecargas según uso
			<b>3.-Análisis estructural de edificación</b>	- Análisis y esfuerzo internos - Análisis, esfuerzos externos
			<b>4.-Diseño estructural concluyente</b>	- Espesor de losas - Peralte de vigas - Sección de columnas - Espesor de escaleras - Profundidad de cimentación y zapatas
			<b>5.- Resultados</b>	- Espesor de junta sísmica. - Diámetro de aceros.
Variable Dependiente: Edificio de Concreto Armado			<b>Estabilidad</b>	- Momento de Volteo
			<b>Configuración Estructural</b>	- Desplazamiento Lateral - Rigidez
			<b>Evento Sísmico</b>	- Deriva - Desplazamientos Máximos

## 2.3 Población, muestra y muestreo

### 2.3.1 Población

La población, concluye en precisar la población objetiva, en el grupo de finito o infinito de componentes con características frecuentes para los cuales será extensas el cumplimiento de la investigación. Esto queda demarcado en el problema y los objetivos del estudio. (Arias 2012, pág. 82).

La población en la presente investigación se considera las edificaciones construidas en el lugar delimitada en Carapongo, Chosica, Se considera varios proyectos que se realizaron en la zona, tantas construcciones con supervisión profesional y autoconstrucciones.

### 2.3.2 Muestra

La muestra es el subconjunto representativo y finito que se toma datos de la población adyacente.

Si por diferentes análisis resulta difícil contener la totalidad de los elementos que constituyen la población más accesible, se requiere a la opción de una muestra. En tal conocimiento una muestra específica es aquel de su magnitud y características semejantes al grupo, admite desarrollar influencias o extender los efectos al excedente de la población con un límite de error notable. (Arias 2012, pág. 83).

De acuerdo con el proyecto de investigación se tomará muestra de edificios de 4 niveles en la zona de Carapongo, según datos estadísticos obtenidos de la página de INDECI, Chosica. De los cuales en el proyecto de investigación se realizará de una manzana que cuenta con 1 edificaciones de 4 niveles.

#### 1.3.2.1 Fórmulas para calcular el tamaño de la muestra cuando el objetivo radica en estimar la proporción poblacional.

- Si la dimensión de la población es conocido (población finita)

Ecuación 1: Formula de población finita

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

#### Nomenclatura

n = tamaño de la muestra.

N = total de elementos que integran la población.

Z<sup>2</sup> = zeta crítica: valor determinado por el nivel de confianza adoptado, elevado al cuadrado.

Para un grado de confianza de 95% el coeficiente es igual a 2, entonces el valor de zeta

crítico es igual a  $2^2 = 4$ . Para un nivel de confianza de 99% el coeficiente es igual a 3, y zeta crítica es igual a  $3^2 = 9$ .

S = desviación típica o desviación estándar: medida de dispersión de los datos obtenidos con respecto a la media.

E = error muestral: falla que se produce al extraer la muestra de la población. Generalmente, oscila entre 1% y 5%, para un margen de error de  $5\% = 0.02$

P = proporción de elementos que presentan una determinada característica a ser investigada. Una proporción es la relación de una cantidad con respecto a otra mayor. Por ejemplo, en un grupo de 100 estudiantes hay 75 mujeres y 25 hombres. La fórmula es  $p = A/N$ . Entonces la proporción de mujeres es  $75/100 = 0.75$  y la proporción de hombres es  $25/100 = 0.25$ .

Q = proporción de elementos que no presentan la característica que se investiga. Se aplica la formula anterior  $q = A/N$ , y  $P + Q = 1$ .

Para la presente investigación se realiza el tamaño de la muestra para una población de 2 edificaciones con un nivel de confianza de 95% con un error de 5%

Para la presente investigación se considera la siguiente ecuación.

Ecuación 2: Ingreso de datos para cálculos

$$n = \frac{2^2 * 0.5 * 0.5 * 2}{0.02^2(2 - 1) + 2^2 * 0.5 * 0.5}$$

Ecuación 3: Resultado

$$n = 1$$

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

Entenderemos por este procedimiento de investigación, o forma particular recolectar datos o información. Los procedimientos son particulares y precisas de una disciplina, lo cual sirven de complemento al procedimiento científico, este posee una adaptabilidad general. (Arias 2012, pág. 67).

Para elaboración del proyecto de investigación se medirán los indicadores y se presenta en una tabla firmados por profesionales del área.

#### **2.5 Método de análisis de datos**

Un análisis cuantitativo se utilizó para el procesamiento de la información en tablas de Excel y programas Etabs y CypeCAD

## **2.6 Aspectos éticos**

- La información presentada en el presente proyecto de investigación es verdadera y use como referencias libros, artículos y de páginas de internet de confiabilidad
- El presente trabajo garantiza la veracidad en los resultados obtenidos

### III. Resultados

#### 3.1 Uso de la edificación.

Primer piso y demás pisos serán uso para vivienda:  $s/c = 200 \text{ kg/m}^2$

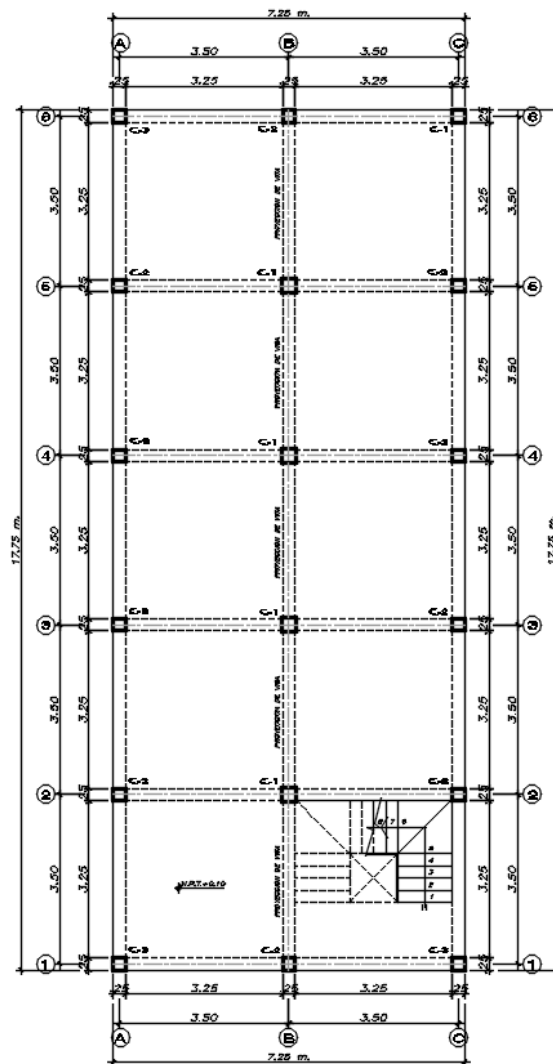
El edificio estará ubicado en zona altamente sísmica.

Capacidad portante de terreno =  $2.00 \text{ kg/cm}^2$

#### 3.2 Estructuración y Predimensionamiento

De la Edificación de 4 Niveles.

Figura 9: Planta típica de la edificación primer nivel.

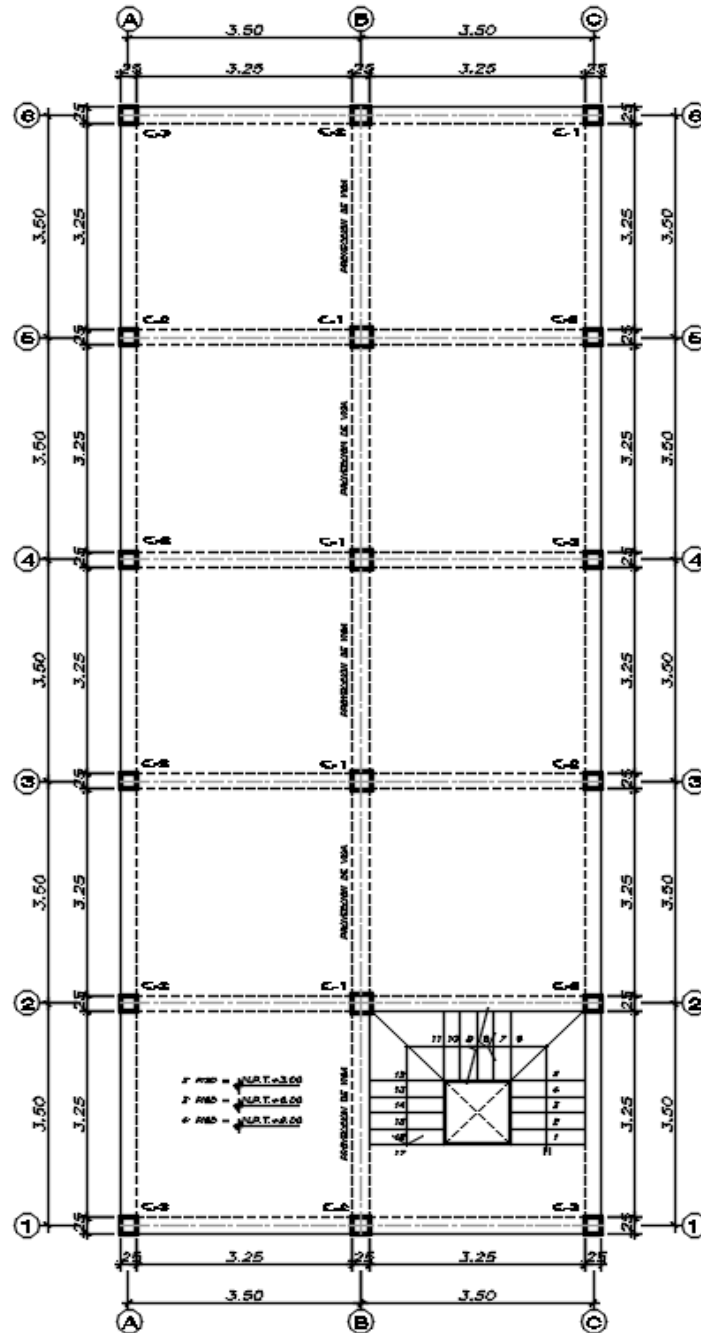


PLANTA PRIMER PISO

Esc. 1/80

Fuente propia

Figura 10: Planta típica de la edificación 2°, 3° y 4° nivel



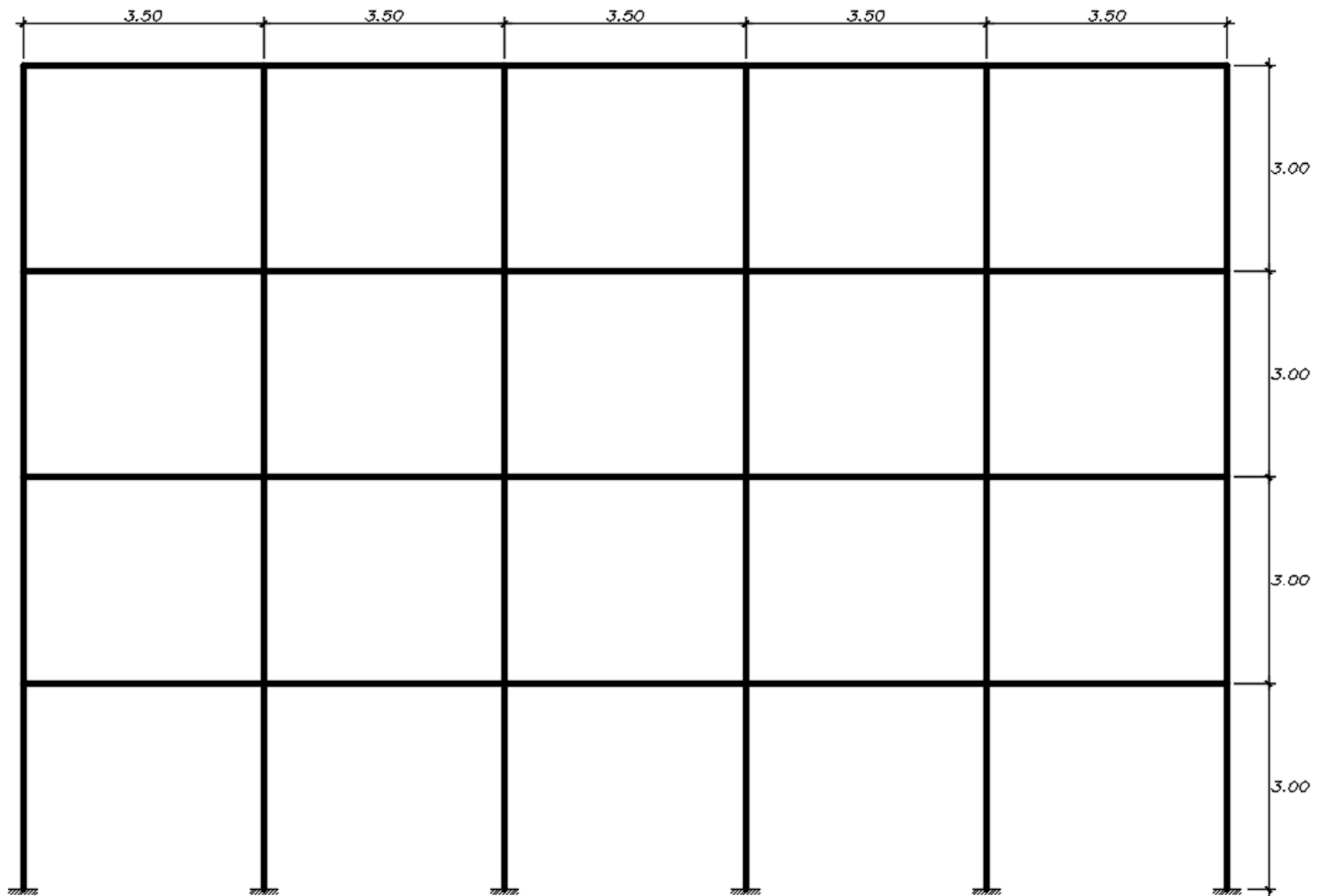
PLANTA 2°, 3° y 4° PISO

ESC. 1/50

Fuente propia



Figura 11: Vista de pórtico de la edificación



Fuente propia

### 3.2.1 Pre dimensionamiento de Aligerado.

La losa aligerada estará armada en la dirección de menor luz espesor del aligerado.

Ecuación 4: Predimensionamiento de aligerado

$$\frac{l}{25} = \frac{350}{25} = 14.00 \text{ cms.}$$

Se usará losa de espesor de 20.00 cms.

Peso propio del aligerado = 300.00 kg/m<sup>2</sup>

### 3.2.2 Pre dimensionamiento de Vigas.

Para calcular la luz libre entre las caras de las columnas se asume columnas de .30 x .30 m.

Las losas de los otros niveles serán del mismo uso por tanto se dimensionará por igual las vigas para todos los niveles.

Primero y demás niveles:

Aligerado (e=.17 m.)	= 300.00 kg/m <sup>2</sup>
Acabado	= 120.00 kg/m <sup>2</sup>
Tabiquería	= 150.00 kg/m <sup>2</sup>
	<hr/>
	<b>570.00 kg/m<sup>2</sup></b>

Carga muerta:  $W_D = 570.00 \text{ kg/m}^2$

Carga viva:  $W_L = 200.00 \text{ kg/m}^2$

$$W = 770.00 \text{ kg/m}^2$$

Carga ultima:  $W_U = 1.4 W_D + 1.7 W_L$

$$W_U = 1138.00 \text{ kg/m}^2 = 1.138 \text{ ton/m}^2$$

Peralte de la viga:

Ecuación 5: Fórmula para cálculo de peralte de viga

$$h = \frac{ln}{4.01} \sqrt{W_U} = \frac{ln}{12.04}$$

a) Vigas principales: (ejes A, B, C)

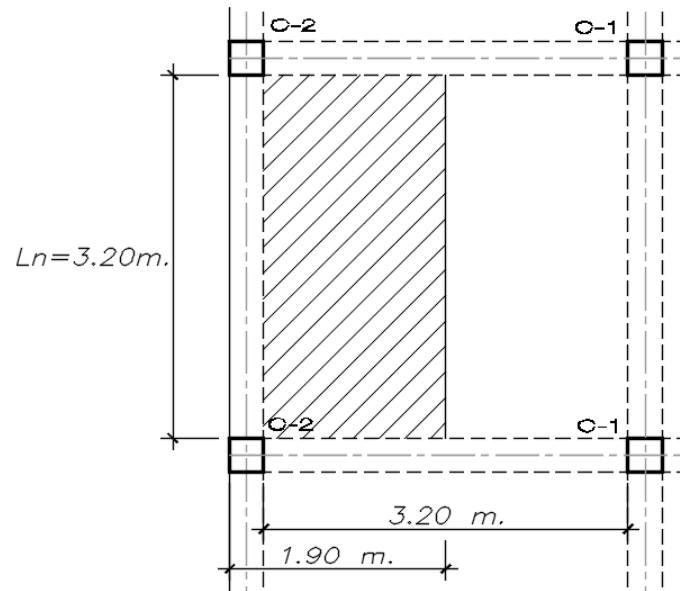
- Ejes A y C

Son vigas perimetrales, además de soportar la carga de piso, soportan una carga adicional proveniente del muro.

Espesor de muro = 0.15 m.

Datos: ejes analizados (A y C) se toma la longitud más desfavorable.

Figura 12: Vista en planta de eje A y C



Fuente propia

Ecuación 6: Calculo de base de viga, ejes A y C

$$\text{Base de la viga: } b_o = \frac{B}{20} = \frac{190}{20} = 9.50\text{ cm};$$

Ecuación 7: Calculo de peralte de viga, ejes A y C

$$\text{Peralte de la viga: } h_o = \frac{l_n}{20} = \frac{320}{12.04} = 26.58\text{ cm};$$

Cambio de dimensiones, por tratarse de una zona altamente sísmica, podemos utilizar de igualdad de cuantías para el cambio de dimensiones.

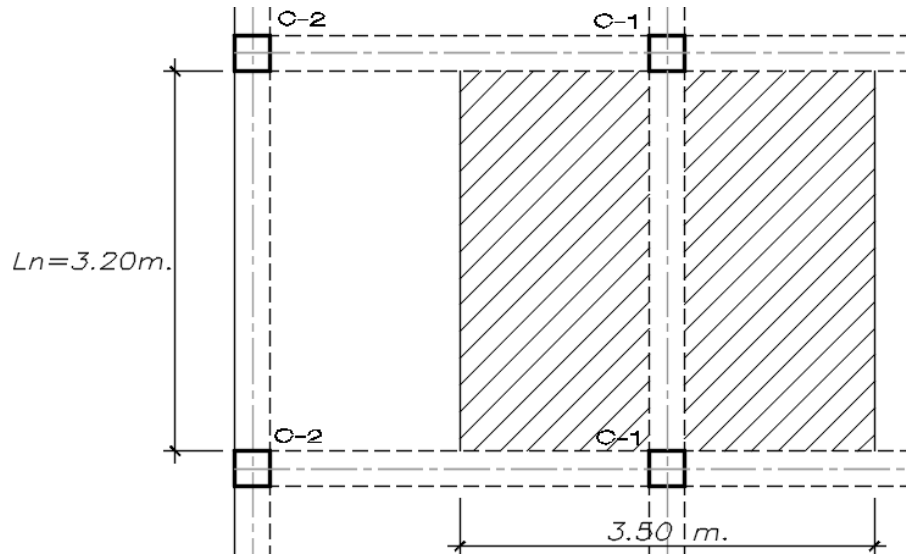
$$9.50 \times 26.58^3 = 25.00h^3$$

$$h = 19.25\text{ cm}$$

**Usar viga = 0.25 x 0.20 m<sup>2</sup>**

- eje B

Figura 13: Vista en planta de eje B



Fuente propia

Ecuación 8: cálculo de b, eje B

$$b = \frac{350}{20} = 17.50 \text{ cm.}$$

Peralte de la viga:

Ecuación 9: cálculo de h, eje B

$$h = \frac{320}{12.04} = 29.07 \text{ cm}$$

Cambio de dimensiones, igualdad de cuantías.

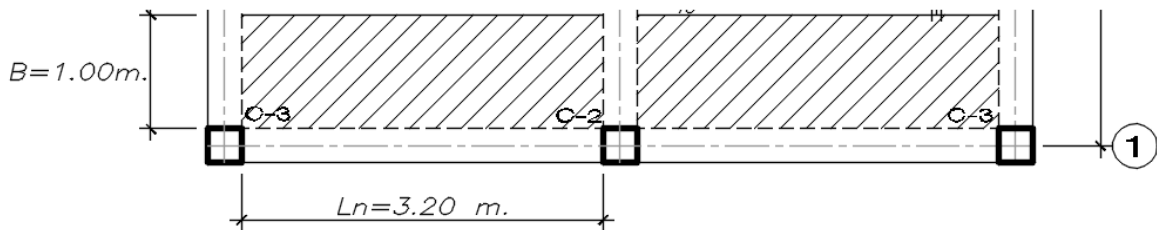
$$17.50 \times 29.07^3 = 25.00h^3$$

$$h = 25.81 \text{ cm}$$

**Usar viga = 0.25 x 0.30 m<sup>2</sup>**

b) Vigas secundarias: (ejes 1, 6)

Figura 14: Vista en planta de eje 1



Fuente propia

Ecuación 10: Calculo de b, eje 1-6

$$b = \frac{320}{20} = 16.00 \text{ cm.}$$

Peralte de la viga:

Ecuación 11: cálculo de h, eje 1-6

$$h = \frac{320}{12.04} = 26.58 \text{ cm.}$$

Cambio de dimensiones, igualdad de cuantías.

$$16.00 \times 26.58^3 = 25.00h^3$$

$$h = 22.91 \text{ cm}$$

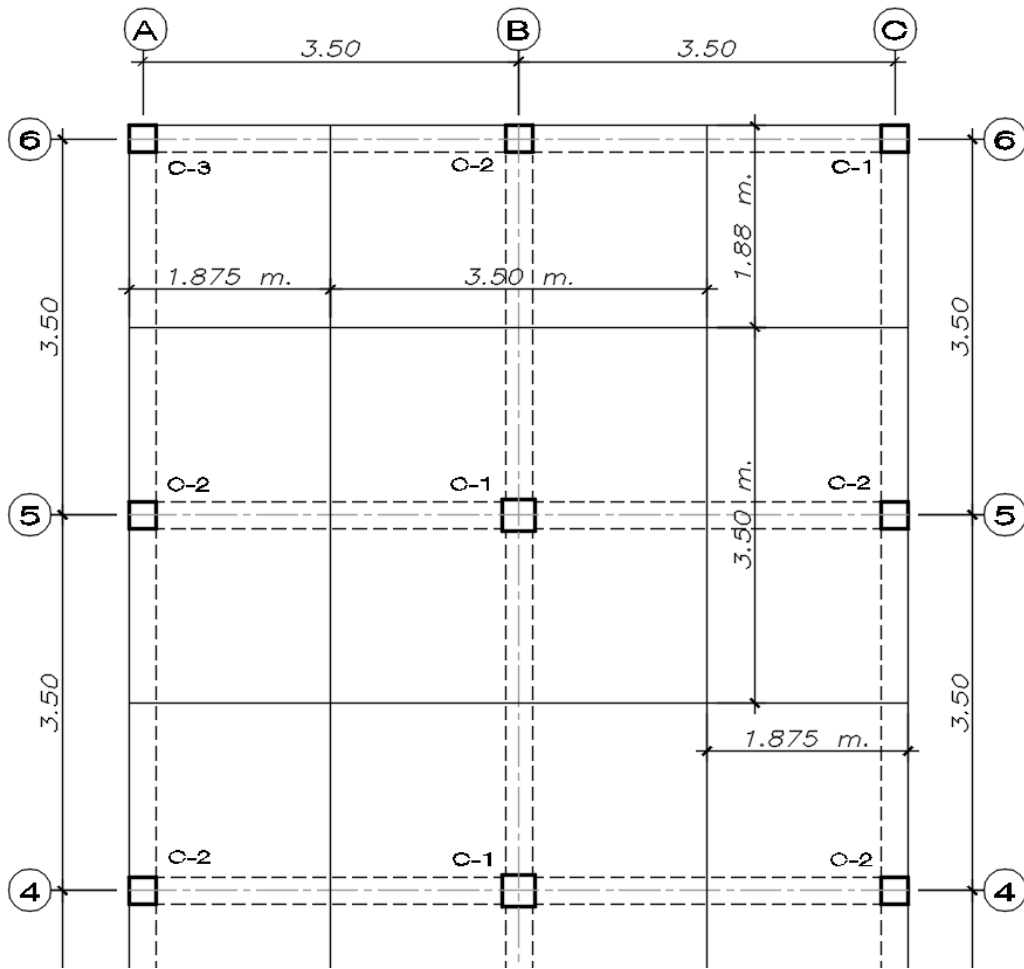
**Usar viga = 0.25 x 0.25 m<sup>2</sup>**

Por tanto, se usarán estas vigas para los 4 niveles ya que se ha considerado mismo uso todos los niveles.

### **3.2.3 Pre dimensionamiento de columnas:**

Debido a que se consideró zona altamente sísmica podemos usar el método del Dr. Yamashiro para el predimensionamiento de las columnas.

Figura 15: Vista en planta áreas tributaria



Fuente propia

### 1.2.3.1 Áreas tributarias

$$C - 1 \quad A_t = 3.50 \times 3.50 = 12.25 \text{ m}^2$$

$$C - 2 \quad A_t = 1.90 \times 3.50 = 6.65 \text{ m}^2$$

$$C - 2' \quad A_t = 3.50 \times 1.90 = 6.65 \text{ m}^2$$

$$C - 3 \quad A_t = 1.90 \times 1.90 = 3.61 \text{ m}^2$$

Tabla 2: Predimensionamiento de columnas

Piso	Tipo	Atacum	K	Ag (m <sup>2</sup> )	tg (m)	Sección
1° a 4°	C-1	49.00	0.0012	0.0588	0.2525	.30 x .30
1° a 4°	C-2	26.60	0.0014	0.0372	0.1929	.25 x .25
1° a 4°	C-2'	26.60	0.0014	0.0372	0.1929	.25 x .25
1° a 4°	C-3	14.44	0.0021	0.0303	0.1741	.25 x .25

Por tanto, se usarán columnas de dimensiones.

$$C - 1 = .30 \times .30 \text{ m}^2$$

$$C - 2 = .25 \times .25 \text{ m}^2$$

$$C - 2' = .25 \times .25 \text{ m}^2$$

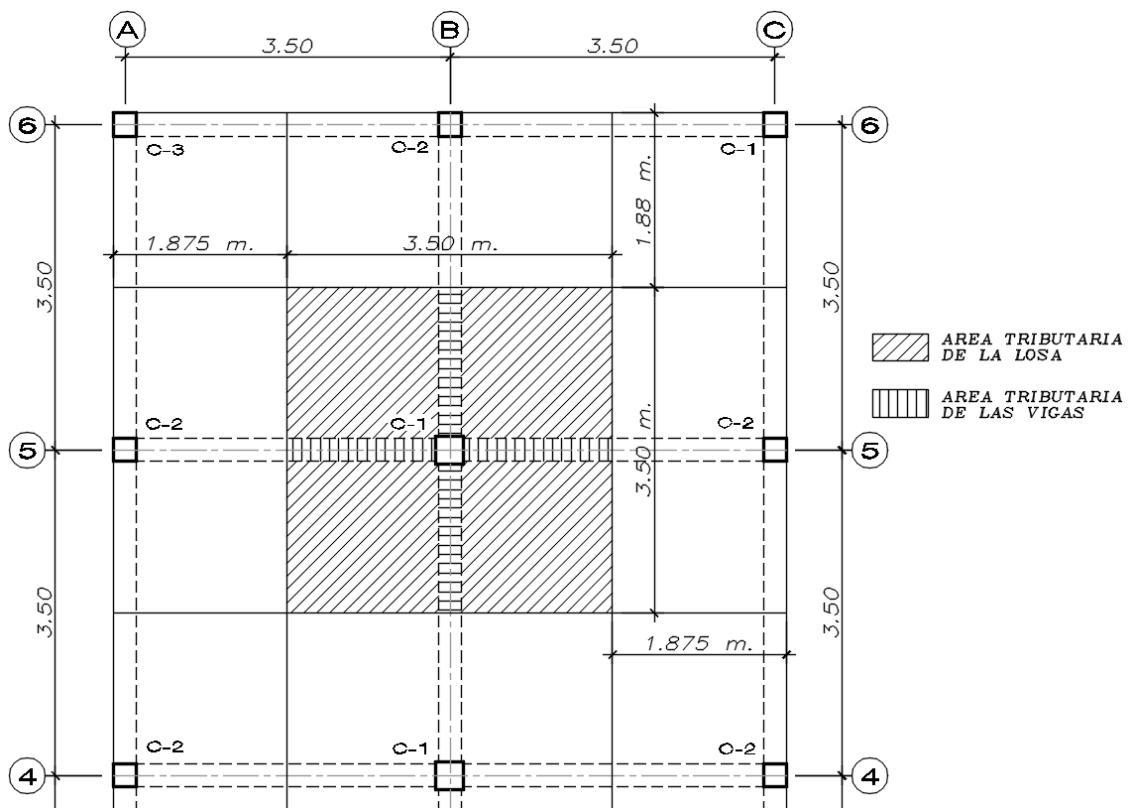
$$C - 3 = .25 \times .25 \text{ m}^2$$

### 3.2.4 Predimensionamiento de zapatas

Se dimensionará sin considerar peso propio de zapata, a considerar 3 tipos de zapatas para la edificación de 4 niveles, las áreas tributarias a considerar serán de la siguiente.

#### 1.2.4.1 Zapata para columna central C-1

Figura 16: Vista en planta áreas tributaria de columna 1



Fuente propia

Losa aligerada de 20 cm. = 300 kg/m<sup>2</sup>

Viga principal 0.25 x 0.30 m<sup>2</sup>

Viga secundaria 0.25 x 0.25 m<sup>2</sup>

Columna C-1 = 0.30 x 0.30 m<sup>2</sup>

Altura de columna = 2.70 m.

Sobrecarga = 200 kg/m<sup>2</sup>

$\sigma = 2.00 \text{ kg/cm}^2$

Ladrillo pastelero = 100 kg/m<sup>2</sup>

### **Metrados de cargas**

Peso de la losa = 300.00 kg/m<sup>2</sup> x 10.56 m<sup>2</sup> x 4 = 12675.00 kg

Peso de viga principal = 0.25 x 0.40 x 3.20 x 2400 x 4 = 3072.00 kg

Peso de viga secundaria = 0.25 x 0.40 x 3.20 x 2400 x 4 = 3072.00 kg

Peso de la columna = 0.30 x 0.30 x 2.60 x 2400 x 4 = 2246.40 kg

Sobrecarga 1° a 3° = 200 kg/m<sup>2</sup> x 3.50 x 3.50 x 3 = 7350.00 kg

Tabiquería 1° a 3° = 150 kg/m<sup>2</sup> x 3.50 x 3.50 x 3 = 5512.50 kg

Acabados 1° a 3° = 120 kg/m<sup>2</sup> x 3.50 x 3.50 x 3 = 4410.00 kg

Sobrecarga 4° piso = 3.50 x 3.50 x 100 = 1225.00 kg

Peso de ladrillo pastelero 3.50 x 3.50 x 100 = 1225.00 kg

**Peso total = 40787.90 kg**

Ecuación 12: Formula de esfuerzo

$$\sigma = \frac{2.00 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Ecuación 13: Ecuación para hallar área de zapata

$$A = \frac{40787.90}{2.00} = 20393.95$$

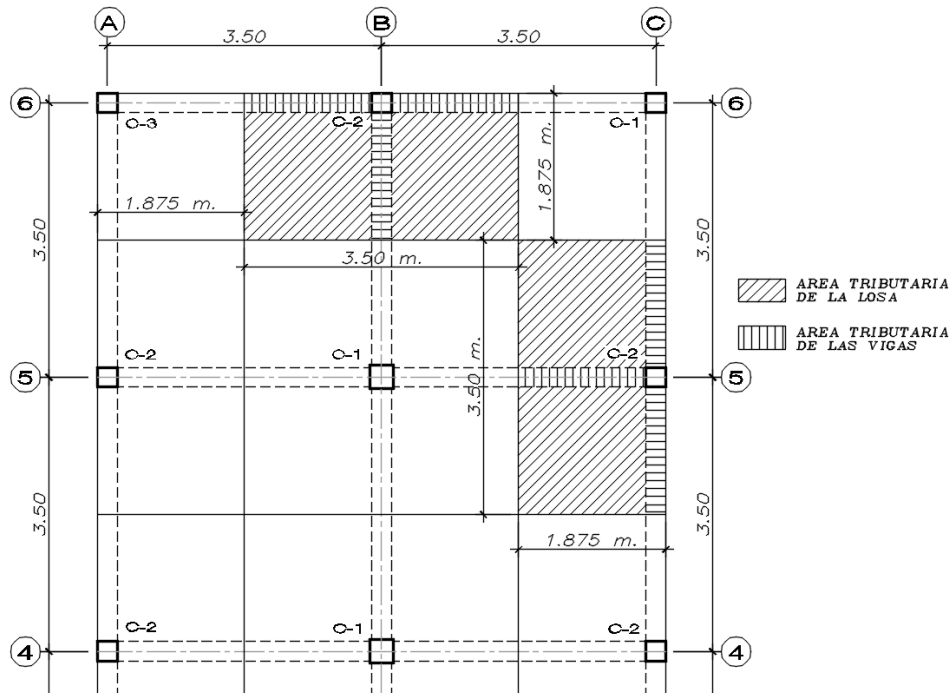
$A = l^2 = 142.81 \times 142.81 \text{ cm}^2$ ;

Trabajaremos con zapatas de 1.45 x 1.45 m<sup>2</sup>



### 1.2.4.2 Zapata para columna lateral C-2

Figura 17: Vista en planta áreas tributaria de columna 2



Fuente propia

#### Metrados de cargas

$$\text{Peso de la losa} = 280.00 \text{ kg/m}^2 \times 5.28 \text{ m}^2 \times 4 = 6435.60 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de viga principal} = 0.25 \times 0.40 \times 1.65 \times 2400 \times 4 = 1584.00 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de viga secundaria} = 0.25 \times 0.20 \times 3.25 \times 2400 \times 4 = 3120.00 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de la columna} = 0.25 \times 0.25 \times 2.80 \times 2400 \times 4 = 1560.00 \text{ kg}$$

$$\text{Sobrecarga } 1^\circ \text{ a } 3^\circ = 200 \text{ kg/m}^2 \times 1.875 \times 3.25 \times 3 = 2531.25 \text{ kg}$$

$$\text{Tabiquería } 1^\circ \text{ a } 3^\circ = 150 \text{ kg/m}^2 \times 1.875 \times 3.25 \times 3 = 2742.19 \text{ kg}$$

$$\text{Acabados } 1^\circ \text{ a } 3^\circ = 120 \text{ kg/m}^2 \times 1.875 \times 3.25 \times 3 = 2193.75 \text{ kg}$$

$$\text{Sobrecarga } 4^\circ \text{ piso} = 1.875 \times 3.25 \times 100 = 609.38 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de ladrillo pastelero } 1.875 \times 3.50 \times 100 = 609.38 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total} = \mathbf{22509.94 \text{ kg}}$$

Ecuación 14: Área de zapata C-2

$$A = \frac{22509.94}{2.00} = 11254.97$$

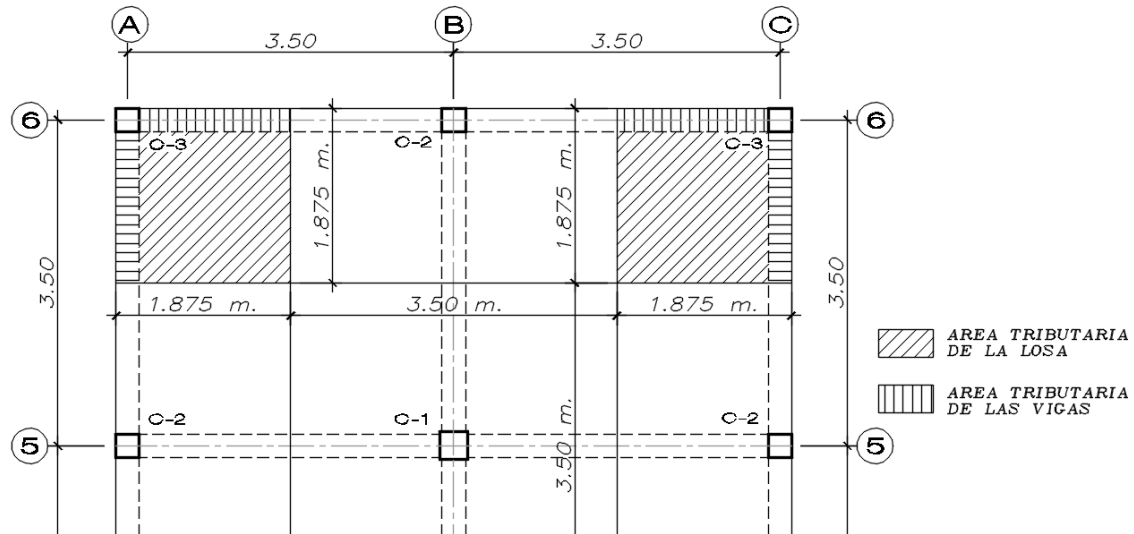
$$A = l^2 = 106.09 \times 106.09 \text{ cm}^2$$

Trabajaremos con zapatas de  $1.10 \times 1.10 \text{ m}^2$  pero por ser lateral se considera de medidas de  $0.75 \times 1.45 \text{ m}^2$

Por considerar 2 tipos de columnas de C-2 la otra zapata será de 1.20 x 0.70 m<sup>2</sup>

### 1.2.4.3 Zapata para columna esquina C-3

Figura 18: Vista en planta áreas tributaria de columna 3



Fuente propia

### Metrados de cargas

Peso de la losa = 300.00 kg/m <sup>2</sup> x 2.64 m <sup>2</sup> x 4	= 3168.75 kg
Peso de viga principal = 0.25 x 0.40 x 1.625 x 2400 x 4	= 1560.00 kg
Peso de viga secundaria = 0.25 x 0.40 x 1.625 x 2400 x 4	= 1560.00 kg
Peso de la columna = 0.25 x 0.25 x 2.60 x 2400 x 4	= 1560.00 kg
Sobrecarga 1° a 3° = 200 kg/m <sup>2</sup> x 1.625 x 1.625 x 3	= 1584.38 kg
Tabiquería 1° a 3° = 150 kg/m <sup>2</sup> x 1.625 x 1.625 x 3	= 1584.38 kg
Acabados 1° a 3° = 120 kg/m <sup>2</sup> x 1.625 x 1.625 x 3	= 950.63 kg
Sobrecarga 4° piso = 1.625 x 1.625 x 100	= 264.06 kg
Peso de ladrillo pastelero 1.625 x 1.625 x 100	= 264.06 kg
<b>Peso total</b>	<b>= 12100.16 kg</b>

Ecuación 15: Área de zapata C-3

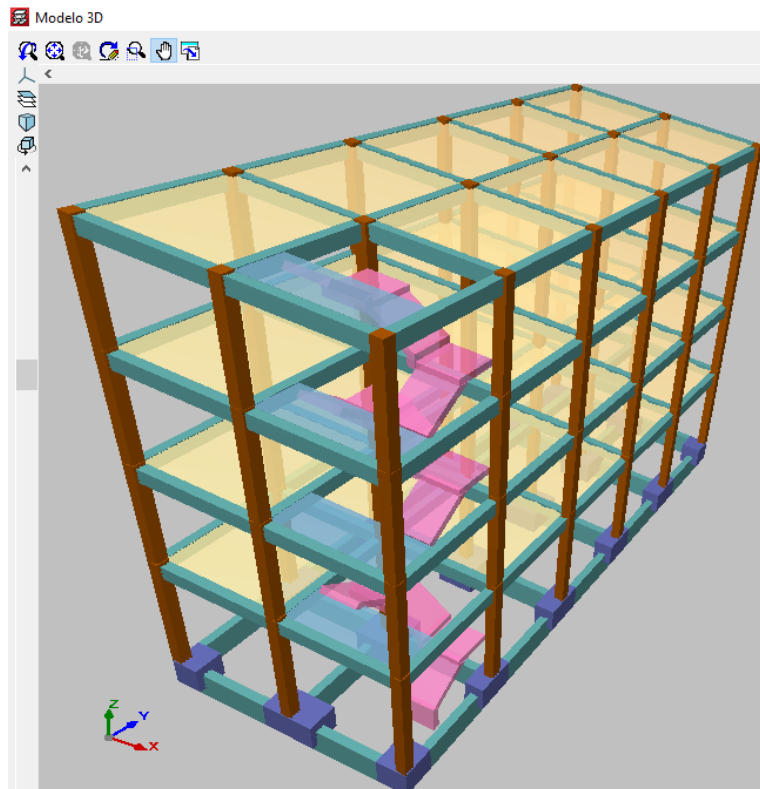
$$A = \frac{12100.16}{2.00} = 6050.08$$

$$A = l^2 = 77.78 \times 77.78 \text{ cm}^2$$

Trabajaremos con zapatas de 0.80 x 0.80 m<sup>2</sup>

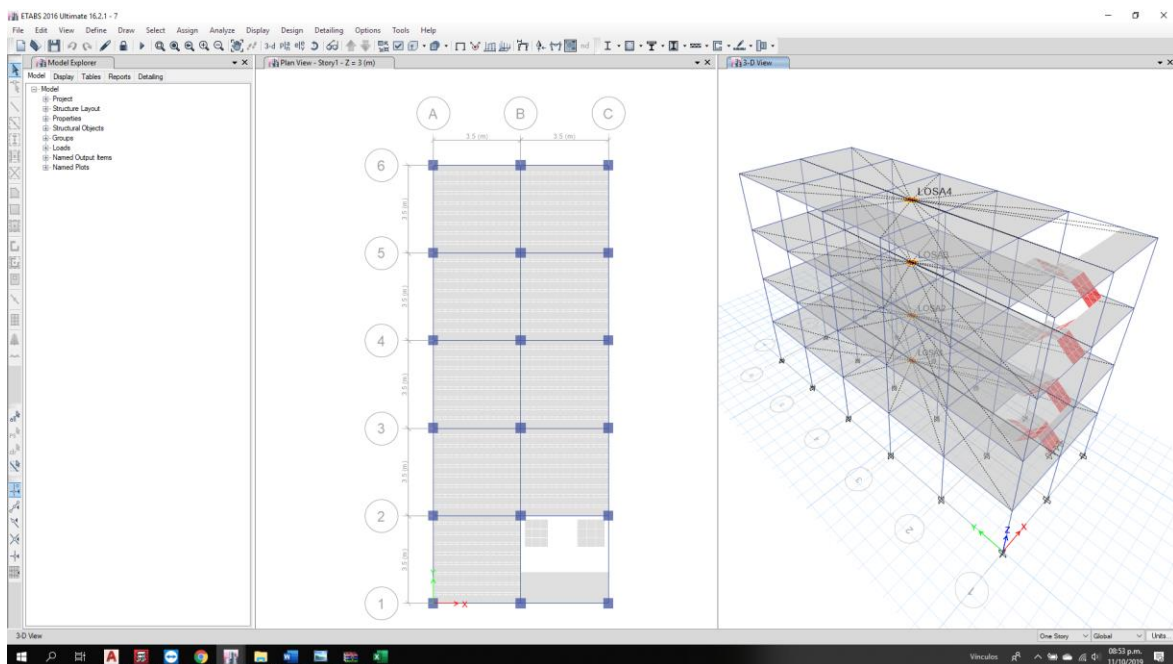
### 3.3 Calculo y análisis con el programa Etabs y CypeCAD

Figura 19: Vista en 3D modelado en CypeCAD



Fuente propia

Figura 20: Vista en planta y 3D modelado en Etabs



Fuente propia

### 3.4 Momentos en vigas

Tabla 3: Resultado momento en viga, eje 6, A-B

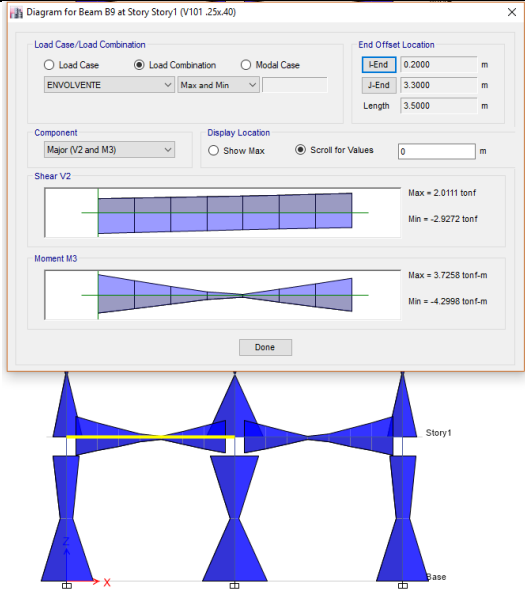
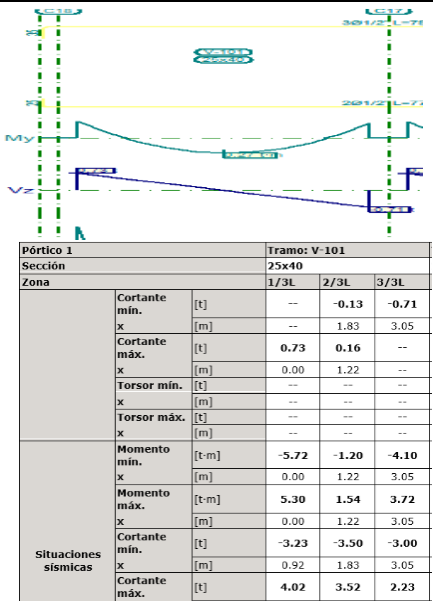
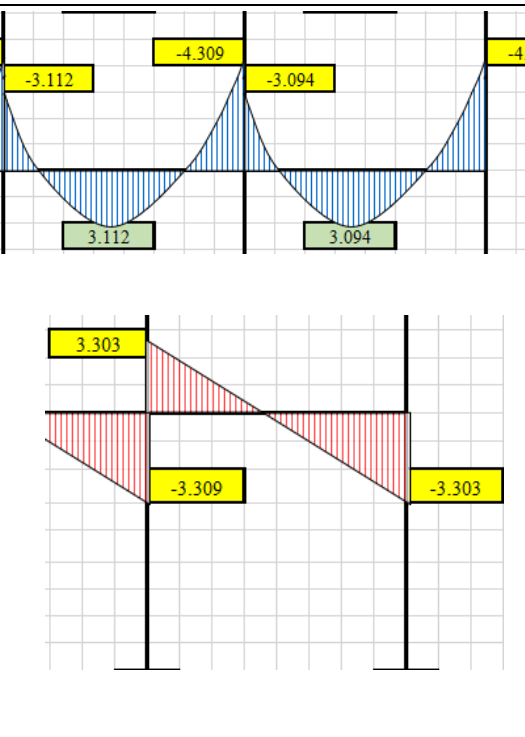
<p>Etabs (eje 6, A-B) primer nivel</p>	<p>CypeCAD (eje 6, A-B) primer nivel</p>																																																																																													
<p>Momento: Max= 3.73 t-m; Min= -4.30 t-m Cortante: Max = 2.01 t-m; Min = -2.93 t-m</p>	<p>Momento: Max= 3.72 t-m; Min= -4.10 t-m Cortante: Max= 2.23 t-m; Min = -3.00 t-m</p>																																																																																													
	 <table border="1" data-bbox="858 728 1273 1086"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pórtico 1</th> <th colspan="3">Tramo: V-101</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Sección</th> <th colspan="3">25x40</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Zona</th> <th>1/3L</th> <th>2/3L</th> <th>3/3L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Situaciones sísmicas</td> <td>Cortante mín.</td> <td>[t]</td> <td>--</td> <td>-0.13</td> <td>-0.71</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>--</td> <td>1.83</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td>Cortante máx.</td> <td>[t]</td> <td>0.73</td> <td>0.16</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.22</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Torsor mín.</td> <td>[t]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Situaciones sísmicas</td> <td>Torsor máx.</td> <td>[t]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Momento mín.</td> <td>[t-m]</td> <td>-5.72</td> <td>-1.20</td> <td>-4.10</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.22</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td>Momento máx.</td> <td>[t-m]</td> <td>5.30</td> <td>1.54</td> <td>3.72</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.22</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Situaciones sísmicas</td> <td>Cortante mín.</td> <td>[t]</td> <td>-3.23</td> <td>-3.50</td> <td>-3.00</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.92</td> <td>1.83</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td>Cortante máx.</td> <td>[t]</td> <td>4.02</td> <td>3.52</td> <td>2.23</td> </tr> </tbody> </table>	Pórtico 1		Tramo: V-101			Sección		25x40			Zona		1/3L	2/3L	3/3L	Situaciones sísmicas	Cortante mín.	[t]	--	-0.13	-0.71	x	[m]	--	1.83	3.05	Cortante máx.	[t]	0.73	0.16	--	x	[m]	0.00	1.22	--	Torsor mín.	[t]	--	--	--	x	[m]	--	--	--	Situaciones sísmicas	Torsor máx.	[t]	--	--	--	x	[m]	--	--	--	Momento mín.	[t-m]	-5.72	-1.20	-4.10	x	[m]	0.00	1.22	3.05	Momento máx.	[t-m]	5.30	1.54	3.72	x	[m]	0.00	1.22	3.05	Situaciones sísmicas	Cortante mín.	[t]	-3.23	-3.50	-3.00	x	[m]	0.92	1.83	3.05	Cortante máx.	[t]	4.02	3.52	2.23
Pórtico 1		Tramo: V-101																																																																																												
Sección		25x40																																																																																												
Zona		1/3L	2/3L	3/3L																																																																																										
Situaciones sísmicas	Cortante mín.	[t]	--	-0.13	-0.71																																																																																									
	x	[m]	--	1.83	3.05																																																																																									
	Cortante máx.	[t]	0.73	0.16	--																																																																																									
	x	[m]	0.00	1.22	--																																																																																									
	Torsor mín.	[t]	--	--	--																																																																																									
	x	[m]	--	--	--																																																																																									
Situaciones sísmicas	Torsor máx.	[t]	--	--	--																																																																																									
	x	[m]	--	--	--																																																																																									
	Momento mín.	[t-m]	-5.72	-1.20	-4.10																																																																																									
	x	[m]	0.00	1.22	3.05																																																																																									
	Momento máx.	[t-m]	5.30	1.54	3.72																																																																																									
	x	[m]	0.00	1.22	3.05																																																																																									
Situaciones sísmicas	Cortante mín.	[t]	-3.23	-3.50	-3.00																																																																																									
	x	[m]	0.92	1.83	3.05																																																																																									
	Cortante máx.	[t]	4.02	3.52	2.23																																																																																									
<p>Método clásico (eje 6, A-B) primer nivel</p>	<p>Diferencias de resultados</p>																																																																																													
<p>Momento: Max= 3.12 t-m; Min= -4.33 t-m Cortante: Max = 3.30 t-m; Min = -3.30 t-m</p>																																																																																														
	<p>Existen ciertas diferencias en resultados después de analizar ambos programas, considerando cargas similares para la edificación.</p> <p>Diferencia en M. max. 0.01 – 0.61 t-m Diferencia en M. min. 0.20 – 0.03 t-m Diferencia en C. max. 0.22 – 1.29 t-m Diferencia en C. min. 0.07 – 0.27 t-m</p>																																																																																													

Tabla 4: Resultado momento en viga, eje 1, B-C

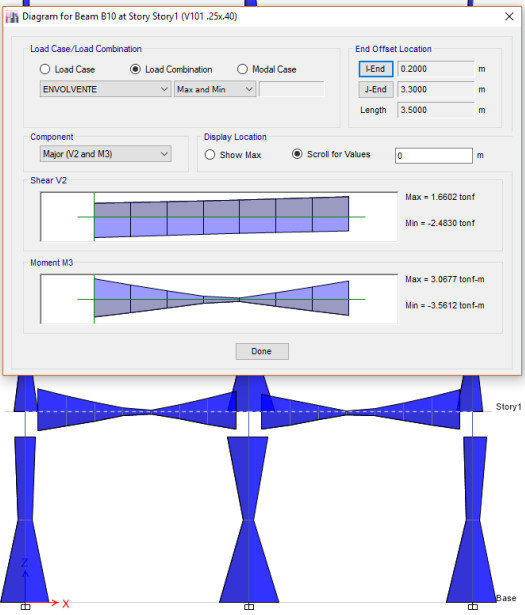
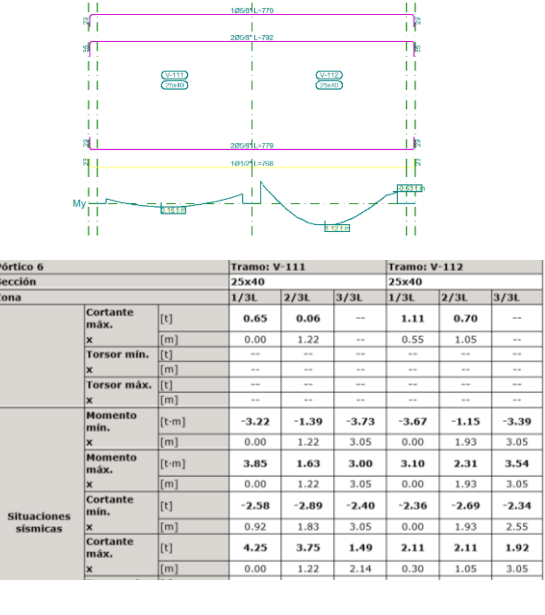
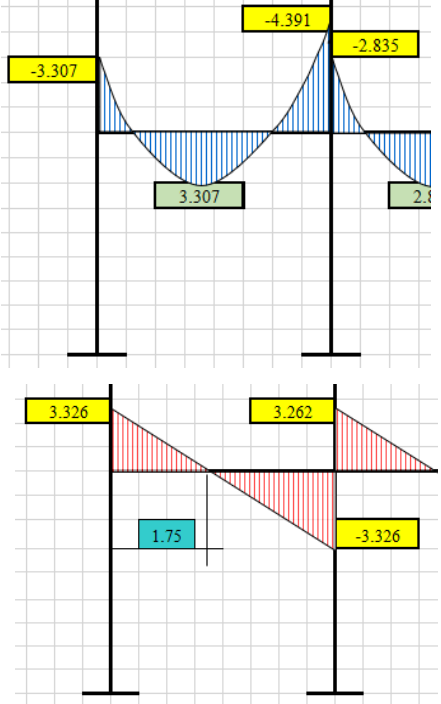
<p>Etabs (eje 1, B-C) primer nivel</p>	<p>CypeCAD (eje 1, B-C) primer nivel</p>																																																																																																																																									
<p>Momento: Max= 3.07 t-m; Min= -3.56 t-m Cortante: Max = 1.66 t-m; Min = -2.48 t-m</p>	<p>Momento: Max= 3.54 t-m; Min= -3.39 t-m Cortante: Max= 1.92 t-m; Min = -2.34 t-m</p>																																																																																																																																									
	 <table border="1" data-bbox="788 656 1345 976"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Pórtico 6</th> <th colspan="3">Tramo: V-111</th> <th colspan="3">Tramo: V-112</th> </tr> <tr> <th colspan="3">25x40</th> <th colspan="3">25x40</th> </tr> <tr> <th>Sección</th> <th></th> <th>1/3L</th> <th>2/3L</th> <th>3/3L</th> <th>1/3L</th> <th>2/3L</th> <th>3/3L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Zona</td> <td>Cortante máx.</td> <td>[t]</td> <td>0.65</td> <td>0.06</td> <td>--</td> <td>1.11</td> <td>0.70</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.22</td> <td>--</td> <td>0.55</td> <td>1.05</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Torsor mín.</td> <td>[t]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Torsor máx.</td> <td>[t]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Situaciones sísmicas</td> <td>Momento mín.</td> <td>[t-m]</td> <td>-3.22</td> <td>-1.39</td> <td>-3.73</td> <td>-3.67</td> <td>-1.15</td> <td>-3.39</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.22</td> <td>3.05</td> <td>0.00</td> <td>1.93</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td>Momento máx.</td> <td>[t-m]</td> <td>3.85</td> <td>1.63</td> <td>3.00</td> <td>3.10</td> <td>2.31</td> <td>3.54</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.22</td> <td>3.05</td> <td>0.00</td> <td>1.93</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td>Cortante mín.</td> <td>[t]</td> <td>-2.58</td> <td>-2.89</td> <td>-2.40</td> <td>-2.36</td> <td>-2.69</td> <td>-2.34</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.92</td> <td>1.83</td> <td>3.05</td> <td>0.00</td> <td>1.93</td> <td>2.55</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Situaciones sísmicas</td> <td>Cortante máx.</td> <td>[t]</td> <td>4.25</td> <td>3.75</td> <td>1.49</td> <td>2.11</td> <td>2.11</td> <td>1.92</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.22</td> <td>2.14</td> <td>0.30</td> <td>1.05</td> <td>3.05</td> </tr> </tbody> </table>	Pórtico 6		Tramo: V-111			Tramo: V-112			25x40			25x40			Sección		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	Zona	Cortante máx.	[t]	0.65	0.06	--	1.11	0.70	--	x	[m]	0.00	1.22	--	0.55	1.05	--	Torsor mín.	[t]	--	--	--	--	--	--	x	[m]	--	--	--	--	--	--	Torsor máx.	[t]	--	--	--	--	--	--	x	[m]	--	--	--	--	--	--	Situaciones sísmicas	Momento mín.	[t-m]	-3.22	-1.39	-3.73	-3.67	-1.15	-3.39	x	[m]	0.00	1.22	3.05	0.00	1.93	3.05	Momento máx.	[t-m]	3.85	1.63	3.00	3.10	2.31	3.54	x	[m]	0.00	1.22	3.05	0.00	1.93	3.05	Cortante mín.	[t]	-2.58	-2.89	-2.40	-2.36	-2.69	-2.34	x	[m]	0.92	1.83	3.05	0.00	1.93	2.55	Situaciones sísmicas	Cortante máx.	[t]	4.25	3.75	1.49	2.11	2.11	1.92	x	[m]	0.00	1.22	2.14	0.30	1.05	3.05
Pórtico 6				Tramo: V-111			Tramo: V-112																																																																																																																																			
		25x40			25x40																																																																																																																																					
Sección		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L																																																																																																																																			
Zona	Cortante máx.	[t]	0.65	0.06	--	1.11	0.70	--																																																																																																																																		
	x	[m]	0.00	1.22	--	0.55	1.05	--																																																																																																																																		
	Torsor mín.	[t]	--	--	--	--	--	--																																																																																																																																		
	x	[m]	--	--	--	--	--	--																																																																																																																																		
	Torsor máx.	[t]	--	--	--	--	--	--																																																																																																																																		
	x	[m]	--	--	--	--	--	--																																																																																																																																		
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[t-m]	-3.22	-1.39	-3.73	-3.67	-1.15	-3.39																																																																																																																																		
	x	[m]	0.00	1.22	3.05	0.00	1.93	3.05																																																																																																																																		
	Momento máx.	[t-m]	3.85	1.63	3.00	3.10	2.31	3.54																																																																																																																																		
	x	[m]	0.00	1.22	3.05	0.00	1.93	3.05																																																																																																																																		
	Cortante mín.	[t]	-2.58	-2.89	-2.40	-2.36	-2.69	-2.34																																																																																																																																		
	x	[m]	0.92	1.83	3.05	0.00	1.93	2.55																																																																																																																																		
Situaciones sísmicas	Cortante máx.	[t]	4.25	3.75	1.49	2.11	2.11	1.92																																																																																																																																		
	x	[m]	0.00	1.22	2.14	0.30	1.05	3.05																																																																																																																																		
<p>Método clásico (eje 1, B-C) primer nivel</p>	<p>Diferencias de resultados</p>																																																																																																																																									
<p>Momento: Max= 3.31 t-m; Min= -4.39 t-m Cortante: Max = 3.33 t-m; Min = -3.33 t-m</p>																																																																																																																																										
	<p>Existen ciertas diferencias en resultados después de analizar ambos programas, considerando cargas similares para la edificación.</p> <p>Diferencia en M. max. 0.47 – 0.24 t-m Diferencia en M. mín. 0.17 – 0.83 t-m Diferencia en C. max. 0.26 – 1.67 t-m Diferencia en C. mín. 0.14 – 0.85 t-m</p>																																																																																																																																									

Tabla 5: Resultado momento en viga, eje B, 5-6

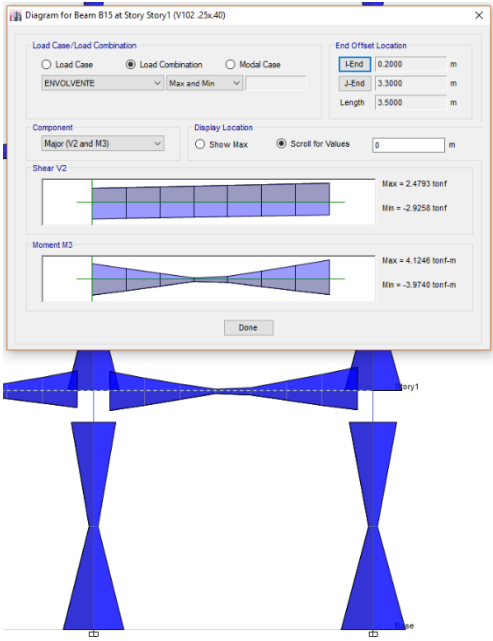
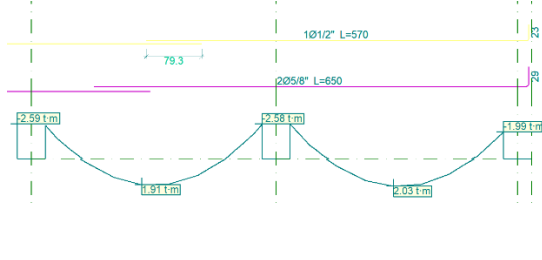
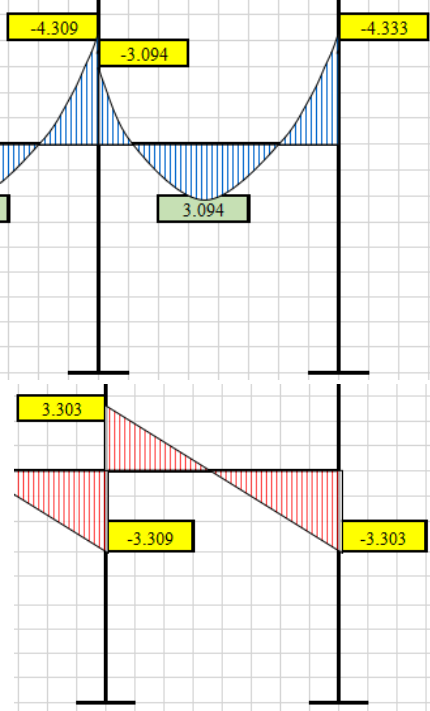
<p>Etabs (eje B, 5-6) primer nivel</p>	<p>CypeCAD (eje B, 5-6) primer nivel</p>																																																																																																																									
<p>Momento: Max= 4.12 t-m; Min= -3.97 t-m Cortante: Max = 2.48 t-m; Min = -2.93 t-m</p>	<p>Momento: Max= 3.76 t-m; Min= -3.19 t-m Cortante: Max= 2.12 t-m; Min = -2.88 t-m</p>																																																																																																																									
	 <table border="1" data-bbox="783 651 1345 954"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pórtico B</th> <th colspan="3">Tramo: V-121</th> <th colspan="3">Tramo: V-122</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Sección</th> <th colspan="3">25x40</th> <th colspan="3">25x40</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Zona</th> <th>1/3L</th> <th>2/3L</th> <th>3/3L</th> <th>1/3L</th> <th>2/3L</th> <th>3/3L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Situaciones sismicas</td> <td>Torsor mín.</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.18</td> <td>--</td> <td>0.00</td> <td>1.08</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[t]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Torsor máx.</td> <td>[m]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Momento mín.</td> <td>[t-m]</td> <td>-5.80</td> <td>-0.41</td> <td>-3.86</td> <td>-3.22</td> <td>-0.48</td> <td>-3.19</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.98</td> <td>3.10</td> <td>0.00</td> <td>1.88</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td>Momento máx.</td> <td>[t-m]</td> <td>2.82</td> <td>2.29</td> <td>2.72</td> <td>3.15</td> <td>2.76</td> <td>3.76</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.18</td> <td>3.10</td> <td>0.00</td> <td>1.88</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td>Cortante mín.</td> <td>[t]</td> <td>-1.85</td> <td>-3.74</td> <td>-3.34</td> <td>-1.86</td> <td>-2.30</td> <td>-2.88</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.98</td> <td>1.98</td> <td>3.10</td> <td>0.88</td> <td>1.88</td> <td>3.05</td> </tr> <tr> <td>Cortante máx.</td> <td>[t]</td> <td>3.15</td> <td>3.52</td> <td>1.74</td> <td>2.42</td> <td>2.88</td> <td>2.12</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.18</td> <td>2.18</td> <td>0.00</td> <td>1.08</td> <td>2.08</td> </tr> </tbody> </table>	Pórtico B		Tramo: V-121			Tramo: V-122			Sección		25x40			25x40			Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	Situaciones sismicas	Torsor mín.	[m]	0.00	1.18	--	0.00	1.08	--	x	[t]	--	--	--	--	--	--	Torsor máx.	[m]	--	--	--	--	--	--	x	[m]	--	--	--	--	--	--	Momento mín.	[t-m]	-5.80	-0.41	-3.86	-3.22	-0.48	-3.19	x	[m]	0.00	1.98	3.10	0.00	1.88	3.05	Momento máx.	[t-m]	2.82	2.29	2.72	3.15	2.76	3.76	x	[m]	0.00	1.18	3.10	0.00	1.88	3.05	Cortante mín.	[t]	-1.85	-3.74	-3.34	-1.86	-2.30	-2.88	x	[m]	0.98	1.98	3.10	0.88	1.88	3.05	Cortante máx.	[t]	3.15	3.52	1.74	2.42	2.88	2.12	x	[m]	0.00	1.18	2.18	0.00	1.08	2.08
Pórtico B		Tramo: V-121			Tramo: V-122																																																																																																																					
Sección		25x40			25x40																																																																																																																					
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L																																																																																																																			
Situaciones sismicas	Torsor mín.	[m]	0.00	1.18	--	0.00	1.08	--																																																																																																																		
	x	[t]	--	--	--	--	--	--																																																																																																																		
	Torsor máx.	[m]	--	--	--	--	--	--																																																																																																																		
	x	[m]	--	--	--	--	--	--																																																																																																																		
	Momento mín.	[t-m]	-5.80	-0.41	-3.86	-3.22	-0.48	-3.19																																																																																																																		
	x	[m]	0.00	1.98	3.10	0.00	1.88	3.05																																																																																																																		
Momento máx.	[t-m]	2.82	2.29	2.72	3.15	2.76	3.76																																																																																																																			
x	[m]	0.00	1.18	3.10	0.00	1.88	3.05																																																																																																																			
Cortante mín.	[t]	-1.85	-3.74	-3.34	-1.86	-2.30	-2.88																																																																																																																			
x	[m]	0.98	1.98	3.10	0.88	1.88	3.05																																																																																																																			
Cortante máx.	[t]	3.15	3.52	1.74	2.42	2.88	2.12																																																																																																																			
x	[m]	0.00	1.18	2.18	0.00	1.08	2.08																																																																																																																			
<p>Método clásico (eje B, 5-6) primer nivel</p>	<p>Diferencias de resultados</p>																																																																																																																									
<p>Momento: Max= 3.09 t-m; Min= -4.33 t-m Cortante: Max = 3.30 t-m; Min = -3.30 t-m</p>																																																																																																																										
	<p>Existen ciertas diferencias en resultados después de analizar ambos programas, considerando cargas similares para la edificación.</p> <p>Diferencia en M. max. 0.36 – 0.67 t-m Diferencia en M. min. 0.78 – 1.14 t-m Diferencia en C. max. 0.36 – 0.82 t-m Diferencia en C. min. 0.05 – 0.37 t-m</p>																																																																																																																									

Tabla 6: Resultado momento en viga, eje A, 1-2

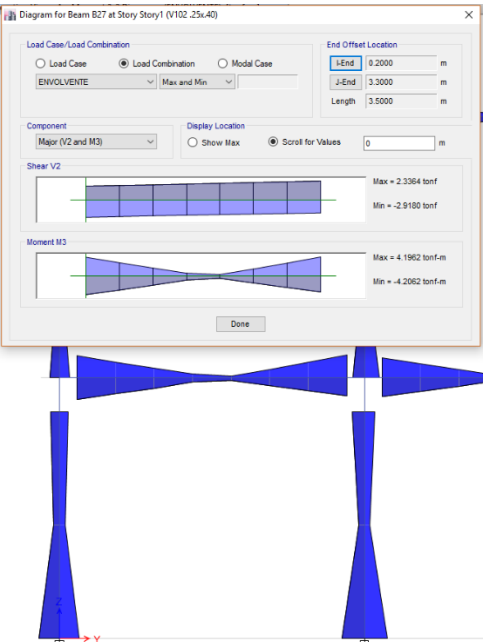
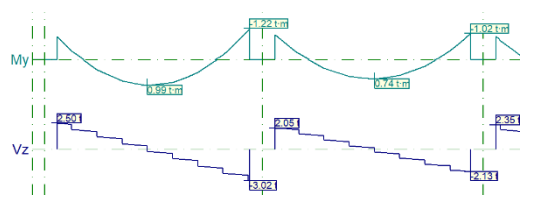
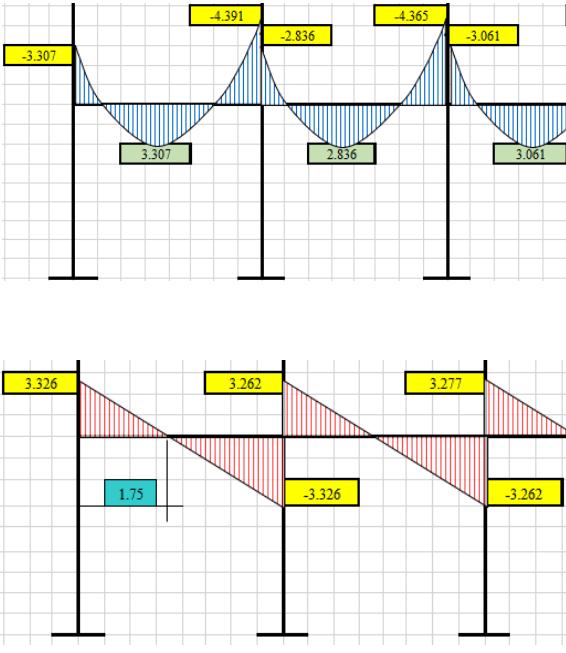
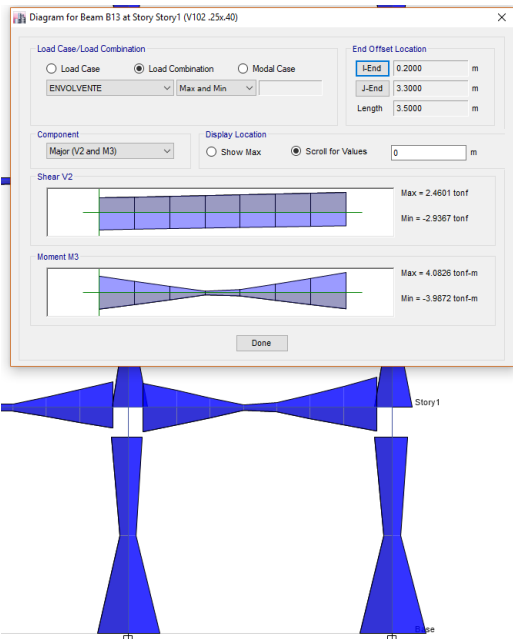
<p>Etabs (eje A, 1-2) primer nivel</p>	<p>CypeCAD (eje A, 1-2) primer nivel</p>																																																																																																																																																																																														
<p>Momento: Max= 4.19 t-m; Min= -4.21 t-m Cortante: Max = 2.33 t-m; Min = -2.92 t-m</p>	<p>Momento: Max= 3.73 t-m; Min= -5.26 t-m Cortante: Max= 2.46 t-m; Min = -2.14 t-m</p>																																																																																																																																																																																														
	 <table border="1" data-bbox="790 638 1356 963"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pórtico 7</th> <th colspan="3">Tramo: V-113</th> <th colspan="3">Tramo: V-114</th> <th colspan="3">Tramo: V-115</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Sección</th> <th colspan="3">25x40</th> <th colspan="3">25x40</th> <th colspan="3">25x40</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Zona</th> <th>1/3L</th> <th>2/3L</th> <th>3/3L</th> <th>1/3L</th> <th>2/3L</th> <th>3/3L</th> <th>1/3L</th> <th>2/3L</th> <th>3/3L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Situaciones sismicas</td> <td>Cortante máx.</td> <td>[t]</td> <td>2.50</td> <td>1.03</td> <td>--</td> <td>2.05</td> <td>0.72</td> <td>--</td> <td>2.35</td> <td>0.64</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.03</td> <td>--</td> <td>0.00</td> <td>1.18</td> <td>--</td> <td>0.00</td> <td>1.08</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Torsor mín.</td> <td>[t]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>-0.26</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>3.03</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Torsor máx.</td> <td>[t]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Situaciones sismicas</td> <td>Momento mín.</td> <td>[t-m]</td> <td>-5.41</td> <td>-1.34</td> <td>-5.26</td> <td>-4.64</td> <td>-0.82</td> <td>-4.72</td> <td>-4.67</td> <td>-0.94</td> <td>-4.78</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.03</td> <td>3.05</td> <td>0.00</td> <td>1.98</td> <td>3.10</td> <td>0.00</td> <td>1.08</td> <td>3.10</td> </tr> <tr> <td>Momento máx.</td> <td>[t-m]</td> <td>4.30</td> <td>2.36</td> <td>3.73</td> <td>3.42</td> <td>1.58</td> <td>3.44</td> <td>3.53</td> <td>1.70</td> <td>3.47</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.03</td> <td>3.05</td> <td>0.00</td> <td>1.98</td> <td>3.10</td> <td>0.00</td> <td>1.08</td> <td>3.10</td> </tr> <tr> <td>Cortante mín.</td> <td>[t]</td> <td>-2.46</td> <td>-3.74</td> <td>-5.44</td> <td>-2.14</td> <td>-3.16</td> <td>-4.27</td> <td>-2.20</td> <td>-2.95</td> <td>-4.41</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.83</td> <td>2.03</td> <td>3.05</td> <td>0.98</td> <td>1.98</td> <td>3.10</td> <td>0.88</td> <td>1.88</td> <td>3.10</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Situaciones sismicas</td> <td>Cortante máx.</td> <td>[t]</td> <td>5.00</td> <td>3.77</td> <td>2.46</td> <td>4.20</td> <td>3.08</td> <td>2.10</td> <td>4.48</td> <td>3.06</td> <td>2.26</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>[m]</td> <td>0.00</td> <td>1.03</td> <td>2.23</td> <td>0.00</td> <td>1.18</td> <td>2.18</td> <td>0.00</td> <td>1.08</td> <td>2.08</td> </tr> </tbody> </table>	Pórtico 7		Tramo: V-113			Tramo: V-114			Tramo: V-115			Sección		25x40			25x40			25x40			Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	Situaciones sismicas	Cortante máx.	[t]	2.50	1.03	--	2.05	0.72	--	2.35	0.64	--	x	[m]	0.00	1.03	--	0.00	1.18	--	0.00	1.08	--	Torsor mín.	[t]	--	--	-0.26	--	--	--	--	--	--	x	[m]	--	--	3.03	--	--	--	--	--	--	Torsor máx.	[t]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	x	[m]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Situaciones sismicas	Momento mín.	[t-m]	-5.41	-1.34	-5.26	-4.64	-0.82	-4.72	-4.67	-0.94	-4.78	x	[m]	0.00	1.03	3.05	0.00	1.98	3.10	0.00	1.08	3.10	Momento máx.	[t-m]	4.30	2.36	3.73	3.42	1.58	3.44	3.53	1.70	3.47	x	[m]	0.00	1.03	3.05	0.00	1.98	3.10	0.00	1.08	3.10	Cortante mín.	[t]	-2.46	-3.74	-5.44	-2.14	-3.16	-4.27	-2.20	-2.95	-4.41	x	[m]	0.83	2.03	3.05	0.98	1.98	3.10	0.88	1.88	3.10	Situaciones sismicas	Cortante máx.	[t]	5.00	3.77	2.46	4.20	3.08	2.10	4.48	3.06	2.26	x	[m]	0.00	1.03	2.23	0.00	1.18	2.18	0.00	1.08	2.08
Pórtico 7		Tramo: V-113			Tramo: V-114			Tramo: V-115																																																																																																																																																																																							
Sección		25x40			25x40			25x40																																																																																																																																																																																							
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L																																																																																																																																																																																					
Situaciones sismicas	Cortante máx.	[t]	2.50	1.03	--	2.05	0.72	--	2.35	0.64	--																																																																																																																																																																																				
	x	[m]	0.00	1.03	--	0.00	1.18	--	0.00	1.08	--																																																																																																																																																																																				
	Torsor mín.	[t]	--	--	-0.26	--	--	--	--	--	--																																																																																																																																																																																				
	x	[m]	--	--	3.03	--	--	--	--	--	--																																																																																																																																																																																				
	Torsor máx.	[t]	--	--	--	--	--	--	--	--	--																																																																																																																																																																																				
	x	[m]	--	--	--	--	--	--	--	--	--																																																																																																																																																																																				
Situaciones sismicas	Momento mín.	[t-m]	-5.41	-1.34	-5.26	-4.64	-0.82	-4.72	-4.67	-0.94	-4.78																																																																																																																																																																																				
	x	[m]	0.00	1.03	3.05	0.00	1.98	3.10	0.00	1.08	3.10																																																																																																																																																																																				
	Momento máx.	[t-m]	4.30	2.36	3.73	3.42	1.58	3.44	3.53	1.70	3.47																																																																																																																																																																																				
	x	[m]	0.00	1.03	3.05	0.00	1.98	3.10	0.00	1.08	3.10																																																																																																																																																																																				
	Cortante mín.	[t]	-2.46	-3.74	-5.44	-2.14	-3.16	-4.27	-2.20	-2.95	-4.41																																																																																																																																																																																				
	x	[m]	0.83	2.03	3.05	0.98	1.98	3.10	0.88	1.88	3.10																																																																																																																																																																																				
Situaciones sismicas	Cortante máx.	[t]	5.00	3.77	2.46	4.20	3.08	2.10	4.48	3.06	2.26																																																																																																																																																																																				
	x	[m]	0.00	1.03	2.23	0.00	1.18	2.18	0.00	1.08	2.08																																																																																																																																																																																				
<p>Método clásico (eje A, 1-2) primer nivel</p>	<p>Diferencias de resultados</p>																																																																																																																																																																																														
<p>Momento: Max= 3.30 t-m; Min= -4.39 t-m Cortante: Max = 3.32 t-m; Min = -3.32 t-m</p>																																																																																																																																																																																															
	<p>Existen ciertas diferencias en resultados después de analizar ambos programas, considerando cargas similares para la edificación.</p> <p>Diferencia en M. max. 0.46 – 0.73 t-m Diferencia en M. min. 1.05 – 0.18 t-m Diferencia en C. max. 0.13 – 0.86 t-m Diferencia en C. min. 0.78 – 0.40 t-m</p>																																																																																																																																																																																														

Tabla 7: Resultado momento en viga, eje A, 5-6

Etabs (eje A, 5-6) primer nivel

Momento: Max= 4.08 t-m; Min= -3.99 t-m

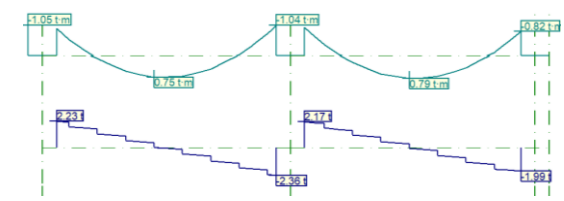
Cortante: Max = 2.46 t-m; Min = -2.94 t-m



CypeCAD (eje A, 5-6) primer nivel

Momento: Max= 4.31 t-m; Min= -5.35 t-m

Cortante: Max= 2.60 t-m; Min = -4.59 t-m

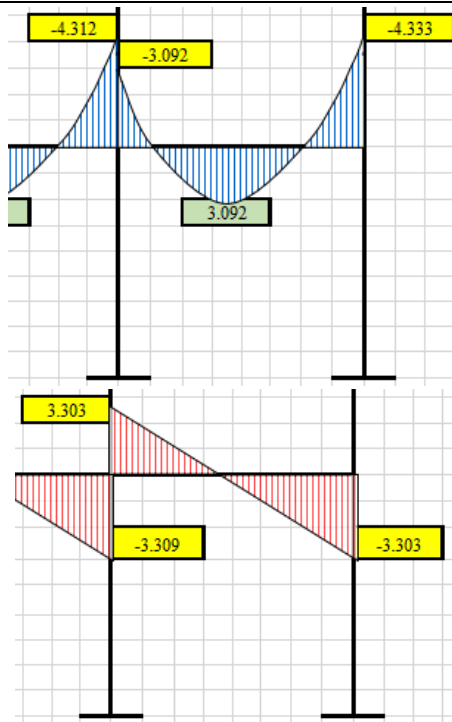


		Tramo: V-116			Tramo: V-117		
Párrico 7		25x40					
Sección		25x40			25x40		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Torsor	x [m]	0.00	1.18	--	0.00	1.08	--
	Torsor mín. [t]	--	--	--	--	--	--
	Torsor máx. [t]	--	--	--	--	--	--
Momento	x [m]	--	--	--	--	--	--
	Momento mín. [t-m]	-4.65	-0.78	-4.70	-5.03	-0.94	-5.35
	Momento máx. [t-m]	3.48	1.53	3.38	3.84	1.84	4.31
Situaciones sísmicas	x [m]	0.00	1.98	3.10	0.00	1.88	3.05
	Cortante mín. [t]	-2.22	-3.02	-4.46	-2.51	-3.47	-4.59
	Cortante máx. [t]	4.35	2.90	2.16	4.74	3.65	2.60
	x [m]	0.00	1.18	2.18	0.00	1.08	2.08

Método clásico (eje A, 5-6) primer nivel

Momento: Max= 3.09 t-m; Min= -4.33 t-m

Cortante: Max = 3.30 t-m; Min = -3.30 t-m



Diferencias de resultados

Existen ciertas diferencias en resultados después de analizar ambos programas, considerando cargas similares para la edificación.

Diferencia en M. max. 0.23 – 0.99 t-m

Diferencia en M. min. 1.36 – 0.34 t-m

Diferencia en C. max. 0.14 – 0.70 t-m

Diferencia en C. min. 1.65 – 0.36 t-m



#### **IV. Discusión**

En la investigación de Briones y Gómez (2018), evalúan la comparación del modelamiento en una estructura de 5 niveles de concreto armado en los softwares Etabs y Robot, con la misma estructuración, cargas y procedimientos de diseño sismorresistente y diseño de concreto fueron muy similares, pero un si se produjo diferencias al comparar los resultados en ambos programas. Así mismo en el desarrollo del presente trabajo se observó que se sí se generaron cambios en el modelamiento de los elementos estructurales en ambos programas, tales cambios se vieron reflejados en las secciones de los elementos estructurales de concreto armado de la edificación de 4 niveles.

Según el autor Quispe Ccoa (2017), al evaluar con los programas Etabs y CypeCAD y ver si existirían cambios en las propiedades dinámicas en los edificios de concreto armado de 4 niveles, este resultado máximo se presenta en el análisis sísmico estático siendo el análisis el más conservador. Al evaluar los resultados en ambos programas se obtuvo las propiedades dinámicas con cambios mínimos en los desplazamientos laterales, en este caso en los sistemas de estructurales de concreto armado no siempre presenta valores máximos en los desplazamientos y en las derivas utilizando el análisis dinámico modal espectral.

Cardeñas, Alfonso (2017), metrados de cargas y análisis bajo cargas de gravedad: El análisis de las vigas, columnas y placas se realizó desarrollando un modelo del edificio en ETABS donde se asignó todas las cargas muertas y vivas actuantes en el edificio. Los resultados del metrados de cargas calculado manualmente y los obtenidos del modelo son aproximados por lo que los resultados del análisis bajo cargas de gravedad se aproximan a los reales. Para el caso de las respuestas estructurales del proyecto se determinó que para ambos programas cuenta con variaciones mínimas en los elementos estructurales.

Quinchiguango, Taco Loachamín. La participación de masas obtenidas en ambos programas supera el 90%, el valor en Robot es 98.46% y en Etabs de 99.50%, valores son muy similares, con lo que se deduce que ambos cálculos son válidos y en tal virtud cumplen con lo establecido; los periodos de vibración y frecuencia son muy similares validando los resultados obtenidos para el análisis modal en ambos programas. Los resultados de las derivas analizados en ambos programas presentan una variación menor a lo esperado por ambos programas usados en el proyecto de 4 niveles y estos a su vez cumplen con la norma.

## **V. Conclusiones**

Se concluye, que los softwares para el diseño estructural utilizados en esta investigación son eficientes en cuanto a los cálculos realizados en el desarrollo del proyecto, así mismo los resultados obtenidos luego de procesar la información en dichos programas, obtuvimos una mínima variación en los datos de los elementos estructurales diseñados, lo cual está dentro de lo permitido. En cambio, el uso del método clásico a comparación con los programas si reflejó una cierta variación en el diseño estructural de los elementos de concreto armado, puesto que este método no se usa elementos finitos.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente y el software Etabs, los valores obtenidos del modelo del edificio de 4 niveles, los desplazamientos en ambos ejes, se observó que se encuentran dentro del rango permisible, finalmente se concluye que el software Etabs contribuye a reducir el óptimo tiempo para el desarrollo y modelamiento de los diseños estructurales y este a su vez tenga el comportamiento aproximado a la de una estructura real.

Después de emplear los softwares y el método clásico, se analizó el modelamiento estructural del proyecto de 4 niveles y los resultados que se obtuvieron de los elementos estructurales en cuanto al área de acero se obtuvo una sección de 40x40 con una cuantía mínima de acero, mientras en el caso de software CYPECAD.

Al trabajar con los softwares CYPECAD y ETABS, en los cuales se realizó el modelamiento de la estructura de 4 niveles, se obtuvo el diseño de los elementos estructurales cumpliendo con los parámetros permisibles de la Norma E.030. Se concluyó que la edificación de 4 niveles tiene elementos estructurales de secciones transversales similares entre los programas utilizados en el diseño, el cual no presenta diferencia relevante alguna en el diseño en concreto armado, ya que la dimensiones en la sección del concreto y refuerzo de acero son semejantes entre si, finalmente los resultados de los programas utilizados en el diseño y análisis estructural no difieren en gran porcentaje el cual está dentro de lo permitido.

Finalmente se concluye, los resultados obtenidos en los softwares CYPECAD Y ETABS y método clásico Hardy Cross en el comportamiento sísmico de los elementos estructurales del proyecto de 4 niveles, los resultados de las rigideces fueron eficientes en las dos direcciones, esto controlará de manera equilibrada los desplazamientos máximos permisibles que requiere la norma.

## **VI. Recomendaciones**

Se recomienda antes de usar los softwares CYPECAD, ETABS o cualquier otro previo conocimiento de los cursos de análisis estructural para poder obtener un resultado confiable y muy cercano al que la norma lo requiere.

El software CYPECAD es recomendable para la elaboración del diseño estructural, ya que es uno de los programas con mayores ventajas y amplia variedad de herramientas para el diseño y modelamiento estructural, puesto que nos facilita en el desarrollo de la memoria justificativa, el cual es importante este aporte en los proyectos y además de tener la opción de exportar los planos a programas de dibujo tal como es el AutoCAD, de tal manera estas ventajas reduciría el tiempo de trabajo del ingeniero estructural.

Si bien es cierto el programa CYPECAD tiene ventajas en cuanto a las herramientas que incluyen en el paquete de este programa, además de reducir el tiempo y modelamiento en el diseño estructurales, sin embargo, con el programa ETABS el dominio es más directo para la aplicación de las herramientas en el diseño de los elementos estructurales, ya que se pueden cambiar con mayor facilidad en el caso que se requiera hacerlo.

## VII. Referencias

1. Báez, Fabian. Concreto reforzado: fundamentos / Fabian Lamus Báez, Sofia Andrade Pardo. --1ª. Ed.—Bogotá: Ecoe Ediciones,2015.  
222p.- ( Ingeniería y salud en el trabajo. Ingeniería civil)
2. Benavent-Climent. Estructuras sismorresistente, Claves para comprender la ingeniería.  
MAIA ediciones ,2010- 336 p.
3. Parker, H. Diseño simplificado de concreto reforzado, 9789681851903  
<https://books.google.com.pe/books?id=TB4eAgAACAAJ-> 2004  
Editorial Limusa S.A. De C.V.
4. Gonzales, O. Aspectos fundamentales del concreto reforzado/ Fundamentals of Reinforced Concrete, C.V., 2005, 802 p.
5. Meli, Roberto. Diseño estructural / introducción al diseño estructural, las acciones y sus defectos en las estructuras, sistemas estructurales. Año 2002 – 593 p.
6. McCormac, Jack c. y Elling, Rudolf E, en su libro titulado “Análisis de estructuras; método clásico y matricial”, Alfaomega 1994, 618 p.
7. Pérez A. Vicente, Concreto armado en las estructuras: teoría elástica, Trillas, 2000
8. Evaluación del comportamiento sismorresistente y diseño óptimo de un edificio existente de concreto armado de baja altura.  
Revista Ingeniería UC, 2012,19(3).
9. Diseño basado en desplazamientos de estructuras esenciales.  
Revista de ingeniería sísmica, 2013 (89).
10. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras de concreto armado utilizando un diseño por desempeño. Dyna, 2008,75(155).
11. Diseño por desempeño de estructuras dúctiles de concreto reforzado ubicadas en la zona del lago del Distrito Federal.  
Revista de Ingeniería Sísmica, 2008, (78)
12. Análisis de primer y segundo-orden y estabilidad de pórticos con conexiones semirrígidas: método de Hardy Cross (i-teoría).  
Dyna, 2011,78(167).
13. Diseño estructural sismorresistente de edificios de viviendas de mampostería reforzada en Palma Soriano. Ciencia en su PC, 2018,1(4)

14. Comparación del diseño de muros estructurales de concreto armado según FONDONORMA 1753:2006 y ACI 318-14.  
Revista INGENIERÍA UC, 2017,24(1)
15. El “método matricial” en la enseñanza del análisis estructural: ¿una realidad!  
UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura, 2013,2(1)  
Es aquí donde la ciencia y la tecnología nos pretenden desbordar con su rapidez y avance acelerado.
16. Diagnóstico estructural del edificio club San Carlos  
Ciencia en su PC, 2011, (1), Ing. Magdeline Macías-Martínez, Especialista en proyectos estructurales de la Oficina Técnica de Construcciones. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
17. Evaluación del comportamiento estructural del edificio El Marvy  
Ciencia en su PC, 2018,1(4), Autores: Rafael Durand... investigación aborda los estudios para la evaluación sísmica estructural del edificio vivienda El Marvy.
18. Diseño estructural sismorresistente de edificios de viviendas de mampostería reforzada en Palma Soriano  
Ciencia en su PC, 2018,1(4), №4, octubre-diciembre, 2018, p. 68-83. Fidel A. Lora-Alonso y Eduardo Rafael Álvarez-Deulofeu diseño estructural, Para el diseño estructural se utilizan modelos avanzados en elementos finitos bidimensionales (Shell), con la aplicación de la teoría de placas.
19. Modelación estructural para cargas sísmicas  
Facultad de Ingeniería, 2007,16(23)
20. Modelación estructural; la precisión de los modelos de diseño varía entre la de los modelos conceptuales y los de investigación.
21. Análisis estructural de una edificación de hormigón armado a través del software Robot Analysis Structural.  
Lasso Molina, Carlos Alberto, Quinchiguango Córdova, Marco Vinicio.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6931>
22. Análisis y diseño estructural de un edificio de 4 plantas aplicando el método de kani en la ciudad de Machala.  
Pérez Grunauer, José Roberto.  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11221>

23. Modelación, análisis y diseño estructural de una edificación de tres plantas de uso público con sección compuesta usando el espectro de diseño, NEC -15 y ETABS.  
Quiroga Acevedo, Flavio Ernesto.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32602>
24. Diseño de un edificio de seis niveles de concreto resistente a fuerzas laterales con marcos y muros (sistema dual).  
Ing. Carlos Antonio Gutiérrez Mendoza.  
<http://ribuni.uni.edu.ni/2524/1/92484.pdf>
25. Comprobación de resultados de método ACI 318-2014 para el diseño estructural de muros de corte de concreto reforzado con aberturas, utilizando el programa Mathcad.  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/12357/>
26. Comprobación del modelamiento, análisis y diseño estructural en concreto armado utilizando los Software Etabs y Robot Structural analysis, para un edificio de cinco niveles (cuatro pisos y un semisótano)  
Briones Sánchez, Pool Stiwart.  
Álvarez Chiriboga, Jamil Lizandro.  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1207>
27. Influencia de la rigidez lateral en el análisis y diseño Sismorresistente de un edificio de concreto armado de 5 pisos  
Gómez Quispe, Yesica Yaneth  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4936>
28. Análisis y diseño estructural de la edificación de nueve niveles con aplicación del Software ETABS versión 15.2 – SFE versión 14.1  
Mamani Roque, Ebert David  
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1478>
29. Diseño estructural de un edificio de oficinas de concreto armado de seis pisos y dos sótanos ubicado en el distrito de San Miguel.  
Vercelli Velásquez, Julissa Juana  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9394>
30. Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos  
Cárdenas Barriga, Oscar Alfonso  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15010>

31. Diseño en concreto armado de un edificio de cinco niveles ubicado en el distrito de Pichanaqui  
García Fernández, Miguel Elias  
<http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/5393>
32. Harsen, Teodoro. 2005. Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú.
33. Norma E.020 Cargas. Reglamento Nacional de Edificaciones. 2012. 4. Ed. Lima: Megabyte.
34. Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones. 2012. 4. Ed. Lima: Megabyte.
35. Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. Reglamento Nacional de Edificaciones. 2012. 4. Ed. Lima: Megabyte.
36. Norma E.060 Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones. 2012. 4. Ed. Lima: Megabyte.
37. Asesoría de tesis en Línea, fecha de consulta 12 de abril de 2019, disponible en <https://asesoriatesis1960.blogspot.com/2010/12/antecedentes-de-la-investigacion.html>.
38. Consultas de Tesis de la PUCP, fecha de consulta 13 de abril de 2019, disponible en línea,  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2952/4/1.%20TRABAJO%20Proyecto%20Dise%C3%B1o%20Estructural-CCDPP-Comuna%204%20Soacha.pdf>
39. OTTAZZI Pasino Gianfranco, Análisis Estructural I, Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería PUCP, 2014, 10pp.
40. BLANCO Blasco Antonio, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, ediciones Capitulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima, Perú, 1994, 09pp.
41. ADINNA, B.; NWAIWU, C. e IGWAGU, C. Effect of Rice-Husk-Ash Admixture on the Strength and Workability of Concrete. Nigerian Journal of Technology, [online]. January-2019, n. 1. [Fecha de consulta: 11 de junio 2019].  
Disponible en:  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true/&db=iih&AN=134246595&lang=es&site=eds-liv>  
ISSN: 0331-8443

42. ATMOWARDOYO, Haryanto. Research Methods in TEFL Studies: Descriptive Research, Case Study, Error Analysis, and R & D. Journal of language teaching and research [en línea]. January 2018, n.º 1. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=129664633&lang=es97&site=sds-live>  
1. ISSN 17984769
43. BADR, A. [et al.] Concrete for the Modern Age : Developments in Materials and Processes, Proceedings of the 1st International ICT Conference on Cement and Concrete Technology. Dunbeath: Whittles, 2017 .507 pp.  
Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx>  
1. ISBN: 9781849953726
44. GOPINATH, D. Study on the Mechanical Properties of Ceramic Waste Aggregate Concrete. IUP Journal of Structural Engineering, [online], 2019, n. 2 [Fecha de consulta: 17 de junio 2019]  
Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=132552&lang=es&site=eds-live>
45. HANIZAN, Awang. Effect of the additives on the mechanical and thermal properties of lightweight foamed concrete. Advances in Applied Science Research [Online]. 2012. [Fecha de consulta: 29 de mayo 2019]. Disponible en: [www.pelagiaresearchlibrary.com](http://www.pelagiaresearchlibrary.com)  
ISSN: 09768610
46. KOCÁB, D. [et al.]. Influence of Coarse Aggregate Grain Size on Frost Resistance of Concrete. Key Engineering Materials [online], may- 2018, nº 1. [Fecha de consulta: 10 de junio 2019].  
Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=131391543&lang=es>
47. MARTINEZ, Emilio. Azúcar y puzolana para obtener hormigones de alta calidad. Centro Azúcar, [s. l.], 2001, n. 3, p. 24–29, [Fecha de consulta: 29 de mayo 2019]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=18419308&lang=es&site=eds-live> ISSN: 0253-5777



## VIII. Anexos

## Anexo 1: Cambio en las propiedades dinámicas

Periodos, frecuencias y derivas con Etabs

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	<b>TABLE: Modal Participating Mass Ratios</b>														
2	<b>Case</b>	<b>Mode</b>	<b>Period</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>UZ</b>	<b>Sum UX</b>	<b>Sum UY</b>	<b>Sum UZ</b>	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>Sum RX</b>	<b>Sum RY</b>	<b>Sum RZ</b>
3			sec												
4	Modal	1	0.387	0.0007	0.8447	0	0.0007	0.8447	0	0.1924	0.0002	0.00002668	0.1924	0.0002	0.00002668
5	Modal	2	0.371	0.8396	0.0006	0	0.8403	0.8453	0	0.0003	0.1928	0.0047	0.1926	0.193	0.0047
6	Modal	3	0.277	0.0041	0.00001606	0	0.8444	0.8453	0	0.0001	0.0005	0.861	0.1927	0.1934	0.8657
7	Modal	4	0.123	0.0001	0.1049	0	0.8445	0.9503	0	0.6709	0.001	0.00003884	0.8636	0.1944	0.8658
8	Modal	5	0.119	0.1049	0.0001	0	0.9494	0.9503	0	0.0006	0.6642	0.0005	0.8642	0.8586	0.8663
9	Modal	6	0.093	0.0004	0.00004405	0	0.9498	0.9504	0	0.0001	0.003	0.0939	0.8644	0.8615	0.9602
10	Modal	7	0.07	0.00002938	0.0357	0	0.9498	0.9861	0	0.0731	0.00004378	0.0000447	0.9374	0.8616	0.9602
11	Modal	8	0.068	0.034	0.00003364	0	0.9838	0.9861	0	0.00001592	0.0705	0.0001	0.9375	0.9321	0.9604
12	Modal	9	0.057	0.0001	0.00002081	0	0.9838	0.9862	0	0.0001	0.0002	0.0267	0.9376	0.9322	0.987
13	Modal	10	0.05	0.0006	0.0093	0	0.9844	0.9955	0	0.0415	0.0027	0	0.9791	0.935	0.987
14	Modal	11	0.05	0.0092	0.0006	0	0.9936	0.9961	0	0.0027	0.0413	0.000003464	0.9818	0.9762	0.987
15	Modal	12	0.045	0.000005285	0.000002101	0	0.9936	0.9961	0	0.0004	0.0003	0.000008846	0.9822	0.9765	0.987
16															

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>TABLE: Story Drifts</b>							
2	<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
3					m	m	m	
4	Story4	Sismo XX	X	0.00044	18	3.5	17.5	12
5	Story3	Sismo XX	X	0.00078	18	3.5	17.5	9
6	Story2	Sismo XX	X	0.00101	18	3.5	17.5	6
7	Story1	Sismo XX	X	0.00079	18	3.5	17.5	3

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>TABLE: Story Drifts</b>							
2	<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
3					m	m	m	
4	Story4	Sismo YY	Y	0.00041	17	7	14	12
5	Story3	Sismo YY	Y	0.00075	17	7	14	9
6	Story2	Sismo YY	Y	0.00097	17	7	14	6
7	Story1	Sismo YY	Y	0.00075	17	7	14	3

Tabla 5: Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades (CypeCAD)

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	$e_x$ (m)	$e_y$ (m)	$e_{d,x}$ (m)	$e_{d,y}$ (m)	$b_x$ (m)	$b_y$ (m)
Losa 4	(3.64, 8.71)	(3.65, 8.90)	-0.01	-0.19	$e_{d,x1} = 0.36$ $e_{d,x2} = -0.37$	$e_{d,y1} = 0.70$ $e_{d,y2} = -1.08$	7.30	17.80
Losa 3	(3.74, 8.48)	(3.65, 8.90)	0.09	-0.42	$e_{d,x1} = 0.45$ $e_{d,x2} = -0.28$	$e_{d,y1} = 0.47$ $e_{d,y2} = -1.31$	7.30	17.80
Losa 2	(3.72, 8.73)	(3.65, 8.90)	0.07	-0.17	$e_{d,x1} = 0.43$ $e_{d,x2} = -0.30$	$e_{d,y1} = 0.72$ $e_{d,y2} = -1.06$	7.30	17.80
Losa 1	(3.64, 8.77)	(3.65, 8.90)	-0.01	-0.13	$e_{d,x1} = 0.36$ $e_{d,x2} = -0.37$	$e_{d,y1} = 0.76$ $e_{d,y2} = -1.02$	7.30	17.80

Fuente: propio

Tabla 6: Distribución de las fuerzas laterales y cortantes equivalentes por planta

Planta	$C_{i,x}$	$C_{i,y}$	$Q_{i,x}$ (t)	$V_{i,x}$ (t)	$Q_{i,y}$ (t)	$V_{i,y}$ (t)
Losa 4	0.357	0.357	17.826	17.826	17.826	17.826
Losa 3	0.316	0.316	15.777	33.603	15.777	33.603
Losa 2	0.210	0.210	10.481	44.085	10.481	44.085
Losa 1	0.116	0.116	5.799	49.884	5.799	49.884

Fuente: propio

Tabla 7: Cuadro de Matriz de consistencia

“Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de Concreto Armado de 4 Niveles, por Método Clásico y los Programas Etabs y CypeCAD, Carapongo Chosica, Lima 2019”

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Edificio de Concreto Armado de 4 Niveles Utilizando los Programas Etabs y CypeCAD, Carapongo Chosica, Lima 2019	<p><b>Problema general</b> ¿Qué diferencias existirán en el diseño estructural de un edificio de concreto armado de 4 niveles utilizando los programas Etabs y CypeCAD?</p> <p><b>Problemas específicos</b> <b>PE1:</b> ¿Con el uso de los programas Etabs y CypeCAD existirán cambios en los elementos estructurales del edificio de 4 niveles de concreto armado? <b>PE2:</b> ¿Con el uso de los programas Etabs y CypeCAD existirán cambios en las propiedades dinámicas</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar las diferencias que existen en el diseño estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado, utilizando los programas Etabs y CypeCAD</p> <p><b>Objetivos específicos</b> <b>OE1:</b> Aplicar los programas Etabs, CypeCAD y el método clásico y ver si existirían cambios en los elementos estructurales de edificios de concreto armado. <b>OE2:</b> Evaluar con los programas Etabs, CypeCAD y el método</p>	<p><b>Hipótesis general</b> Para determinar las diferencias para el diseño estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado utilizando los programas Etabs y CypeCAD.</p> <p><b>Hipótesis específico</b> <b>HE1:</b> Con el uso de los programas Etabs y CypeCAD existirían cambios en los elementos estructurales de edificios de concreto armado. <b>HE2:</b> Con el uso de los programas Etabs y CypeCAD para el elemento estructural</p>	<p><b>Variable independiente</b> a). Programa Etabs b). Programa CypeCAD</p> <p>Indicadores: -Área Tributaria - Momento flector - Aceleraciones conjuntas - Periodos y frecuencia - Ratios de participación de carga. - Capacidad portante de suelo. - Espesor de Losas - Sobrecargas según uso. - Análisis y esfuerzo internos - Análisis, esfuerzos externos. - Espesor de losas</p>	<p>a). Tipo de investigación. - aplicada b). Nivel. - Explicativa. c). diseño. - No experimental. d). Instrumento. - Recopilación de datos. A4 (colores). f). Población. Las edificaciones de Carapongo Chosica. g). Muestra. Una edificacion</p>

	<p>del edificio de concreto armado de 4 niveles?</p> <p><b>PE3:</b> ¿La respuesta estructural del edificio de concreto armado de 4 niveles se modificará utilizando los programas Etabs y CypeCAD?</p> <p><b>PE4:</b> ¿Cómo será el comportamiento sísmico del edificio de concreto armado de 4 niveles utilizando los programas Etabs y CypeCAD?</p>	<p>clásico y ver si existirían cambios en las propiedades dinámicas de edificios de concreto armado de 4 niveles.</p> <p><b>OE3:</b> Determinar la respuesta estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado utilizando los programas Etabs, CypeCAD y el método clásico.</p> <p><b>OE4:</b> Determinar el comportamiento sísmico de edificios de concreto armado de 4 niveles utilizando los programas Etabs, CypeCAD y el método clásico.</p>	<p>existirían cambios en las propiedades dinámicas del edificio de 4 niveles de concreto armado.</p> <p><b>HE3:</b> Utilizando los programas Etabs y CypeCAD para el diseño estructural se modificaría la respuesta estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado.</p> <p><b>HE4:</b> El comportamiento estructural del edificio de 4 niveles de concreto armado utilizando los programas Etabs y CypeCAD se obtendría a través del análisis sísmico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peralte de vigas</li> <li>- Sección de columnas</li> <li>- Espesor de muros de corte</li> <li>- Espesor de escaleras</li> <li>- Profundidad de cimentación y zapatas.</li> <li>- Espesor de junta sísmica.</li> <li>- Diámetro de aceros.</li> </ul> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Edificio de concreto armado.</p> <p>Indicadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Momento de Volteo.</li> <li>-Desplazamiento Lateral</li> <li>- Rigidez.</li> <li>-Deriva</li> <li>-Desplazamientos Máximos</li> </ul>	
--	---	--	--	--	--

## Anexo 2: Estudio de Suelos

ING. HENRY WILDER SANTIAGO FLORES  
CIP: 205749

### ESTUDIO DE MECANICA DE SULEOS CON FINES DE CIMENTACION

**PROYECTO:** VIVIENDA  
**UBICACIÓN:** SAN ANTONIO DE CARPONGO  
**PROVINCIA:** LIMA  
**DEPARTAMENTO:** LIMA  
**FECHA:** NOVIEMBRE 2019

#### CONTENIDO

<b>1. GENERALIDADES</b>	<b>3</b>
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. OBJETIVOS DE ESTUDIO	3
1.3. ALCANCES DEL ESTUDIO	3
1.4. METODOLOGIA DEL ESTUDIO	3
1.5. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	5
1.6. ACCESO AL AREA DE ESTUDIO	6
1.7. CLIMA	6
1.8. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	6
<b>2. INVESTIGACIONES REALIZADAS</b>	<b>7</b>
2.1. TOPOGRAFIA DE LA ZONA	7
2.2. GELOGIA, GEOMORFOLOGIA Y SISMICIDAD DE LA ZONA	7
2.3. GELOGIA DE LA ZONA	7
2.4. GEOMORFOLOGIA DE LA ZONA	7
2.5. SISMICIDAD DE LA ZONA	8
2.6. GEOTECNIA DE LA ZONA	11
2.7. INVESTIGACION DE CAMPO	11
2.8. ENSAYOS DE LABORATORIO	11
<b>3. CARACTERISTICAS DEL SUELO DE FUNDACION</b>	<b>11</b>
<b>4. ANEXOS</b>	<b>12</b>

Dirección: Mariscal Luzurriaga N° 176 Jesús María – Lima  
Celular: 978 856 572

ING. HENRY WILDER SANTIAGO FLORES  
CIP: 205749

**ANEXOS**

**FIG. 1 PLANO GEOLOGICO DE LIMA**  
**FIG. 2 UBICACIÓN**  
**FIG. 3 ACUIFEROS DE LIMA**

Dirección: Mariscal Luzurriaga N° 176 Jesús María – Lima  
Celular: 978 856 572

## **ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1.- ANTECEDENTES**

El presente estudio de suelos se realizó a solicitud del propietario Javier Carrión Flores, a fin de realizar el diseño de la cimentación de la edificación, "Vivienda". La edificación a proyectar cuenta con 4 niveles y un semisótano.

#### **1.2.- OBJETIVOS DE ESTUDIO**

El objetivo del presente estudio es para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para proceder a realizar el diseño de las zapatas.

#### **1.3 ALCANCES DEL ESTUDIO**

El presente estudio es válido únicamente dentro de los límites del área del proyecto con fines de cimentación, se presenta la descripción de los trabajos realizados, resultados de los análisis efectuados y las conclusiones obtenidas del estudio geotécnico ubicado en la Urbanización San Antonio de Carapongo Lurigancho – Chosica – Lima.

#### **1.4 METODOLOGIA DEL ESTUDIO**

En el presente estudio se han desarrollado las siguientes actividades:

- Inspección ocular de la zona
- Recopilación de información
- Toma de muestras alteradas
- Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos
- Elaboración del perfil estratigráfico
- Cálculo de la capacidad portante y cálculo de las dimensiones de la zapata
- Interpretación de los resultados obtenidos
- Conclusiones y recomendaciones

##### **Inspección ocular:**

En esta primera fase se efectúa un reconocimiento general del terreno a fin de planificar adecuadamente las actividades a realizar, con son: personal, metodología y equipos a emplearse.

Determinación de la zona de acceso, reconocimiento del trazado de los lotes, programación de los trabajos, etc.

##### **Recopilación de información:**

Corresponde a la recolección de información útil para la edificación, tales como; mapas, planos, informes, estudios realizados anteriormente, y breves encuestas a vecinos para una previa información de uso de la zona anteriormente.



### **Trabajo de campo:**

Consistió en lo siguiente:

- Se realizó la exploración del suelo por medio de calicatas ubicadas en la zona a investigarse, convenientemente distribuidas, de manera de tener un muestreo representativo para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Se excavaron dos (02) calicatas, basadas en la norma técnica ASTM D420.
- La profundidad de las calicatas se realizó a una profundidad de 3 m.
- Paralelamente a las muestras extraídas de suelos se realizó el registro e identificación de cada uno de los resultados encontrados en las calicatas, anotándose las principales características, tales como; ubicación, compacidad, profundidad, espesor, tipo de suelo, color, plasticidad, entre otros.

### **Ensayos de laboratorio:**

Las muestras alteradas se llevaron al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) para efectuar los ensayos correspondientes.

Estos ensayos, cuyos resultados se presentan en el anexo, han permitido caracterizar los suelos. A continuación, se realiza una breve descripción de los ensayos realizados.

#### Análisis granulométrico

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado del suelo por mallas de distinto diámetro hasta el N° 200 (0.074 mm) considerándose el material que pasa dicha malla en forma global.

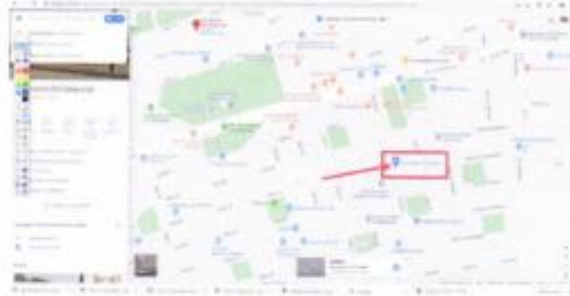
#### Clasificación de suelos (SUCS)

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos diferentes, ya sea: arenas, gravas, limos y arcillas. El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

### **1.5 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

El terreno asignado en el proyecto se encuentra ubicado en la Urbanización San Antonio de Carapongo MZ "F2", Lt "31" Lurigancho – Chosica, la Latitud 12°00'05" S y Longitud 76°49'57.2" W.

- Región : Lima Metropolitana
- Distrito : Lurigancho – Chosica
- Provincia : Lima
- Departamento : Lima



FUENTE: GOOGLE MAPS

El área del terreno ocupado por el proyecto es de 132.46 m<sup>2</sup> y topográficamente se encuentra a 523 m.s.n.m.

#### 1.6 ACCESO AL AREA DE ESTUDIO

El acceso del área de estudio es a partir de la Carretera Central, luego entrada a Huachipa a espaldas del Zoológico.

#### 1.7 CLIMA

El clima del distrito de Chosica por su gran extensión es variado, templado, con alta humedad atmosférica y constante nubosidad durante el invierno. Su temperatura media anual es de 15.5°C., mientras que en verano con temperaturas máximas que pueden alcanzar a 32°C., y las mínimas en invierno a 8°C., en cada caso presentan sensación de exceso de frío o calor, debido a la alta humedad atmosférica.

#### 1.8 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto contempla la principal construcción de la vivienda, este consta del siguiente uso para cada piso:

- Semi-sotano cochera
- Primer nivel restaurante
- Segundo nivel restaurante
- Tercero y cuarto nivel habitaciones de hotel

Las características estructurales del proyecto son principalmente las siguientes:

- Materia predominante Concreto Armado
- Sistema estructural pórticos y/o muros de concreto.

## **2. INVESTIGACIONES REALIZADAS**

### **2.1.- TOPOGRAFIA DE LA ZONA**

El proyecto se encuentra en la Carretera Central entrada a Huachipa Su topografía es llana con pendiente suave y se encuentra en la cota 523. m.s.n.m.

### **2.2.- GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y SISMISIDAD DELA ZONA**

#### **2.2.1. GEOLOGIA DE LA ZONA**

Considerando que el suelo es el soporte físico de las actividades constructivas es importante el conocimiento de la geología del lugar, pues así podemos reconocer los fenómenos naturales que pueden afectar al proyecto y determinar las propiedades físicas del suelo.

#### **2.2.2. GEOMORFOLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Los aspectos geomorfológicos proporcionan información útil para comprender las diferentes geoformas de la corteza terrestre y permite ubicar el terreno en su condición para el uso que se requiere.

La súper unidad geomorfológica que corresponde a esta región se denomina Región Costera que estaría cortada por valles transversales al mar. La llanura aluvial así formada se encuentran comprendida por una planicie costanera angosta, frente al litoral rellenada por los materiales acumulados por las quebradas que discurren directamente al mar, teniendo en su mayor parte una cobertura de arena eólica, que en muchos casos alcanza profundidades apreciables.

El área es de topografía suave, correspondiente a la región Costanera. Está comprendida en lo que se denomina Planicies costaneras y conos deyectivos, siendo esta, la zona comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la Cordillera Occidental constituye una angosta faja de terreno paralelo a la línea de la costa.

El proyecto se encuentra en la formación geomorfológica terrazas aluviales.

#### **2.2.3. SISMISIDAD DE LA ZONA**

La actividad sísmica en EL Perú es debida principalmente al proceso de subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamericana, presente de Norte a Sur en su borde Oeste, con una velocidad relativa de 8 cm. El margen Oeste de Sudamérica, donde la litosfera oceánica subduce bajo el continental, es uno de los más activos y de los bordes de placa el mayor de la tierra. Siendo su alta velocidad de convergencia la que permite que se genere un fuerte acoplamiento entre ellas, produciendo sismos de diferentes magnitudes a diversos niveles de profundidad. Como resultados de este proceso se ha formado la fosa peruano-chilena y la Cordillera Andina en diferentes periodos orogénicos.

Conforme lo mencionado en la Norma Sismo-Resistente E-030, el país se encuentra dividido en las cuatro zonas siguientes:

**Zona 1.-** Comprende parte del departamento de Loreto, Ucayali, Madre de Dios y Puno; en esta región la sismicidad es baja.

ING. HENRY WILDER SANTIAGO FLORES  
CIP: 205749

**Zona 2.-** En esta zona la sismicidad es de media a baja. Comprende parte del departamento de Loreto, Ucayali, Madre de Dios, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Cusco, Ayacucho, Apurímac, Cajamarca, La Libertad y Ancash. En esta región los sismos se representan con mucha frecuencia, pero no son percibidos por las personas en la mayoría de las veces.

**Zona 3.-** En esta zona la sismicidad es de media a alta, comprende parte del departamento de Loreto, Puno, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Cusco, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Piura, Lambayeque, Cajamarca, la libertad, Ancash, Lima, Arequipa, Moquegua y Tacna.

**Zona 4.-** Es la zona de más alta sismicidad. Comprende la zona oeste de toda la costa peruana, desde Tumbes hasta Tacna, así como parte de los departamentos de Huánuco, Huancavelica, Ayacucho y Anchas.



#### ZONIFICACION SISMICA DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

FUENTE: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Dirección: Mariscal Luzurriaga N° 176 Jesús María – Lima  
Celular: 978 856 572

ING. HENRY WILDER SANTIAGO FLORES  
CIP: 205749

El proyecto se encuentra ubicado en la **Zona 4**, correspondiéndole una sismicidad alta con intensidad mayor de VII en la escala modificada de Mercalli, los riesgos históricos dan una aceleración de la gravedad del terreno de hasta 0.34g. El factor de zona **Z** se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una profundidad de 10% de ser excedida en 50 años.

### 2.3.- GEOTECNIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### 2.3.1.- Investigación de campo

Los trabajos de exploración de campo, fueron realizados por el personal especializado. Para tal efecto se excavaron dos (02) calicatas, denominadas C-1 y C-2, distribuidas adecuadamente, tal como se muestra en el plano de ubicación de exploraciones geotécnicas en anexo- lamina UEG-01, alcanzándose profundidades máximas de hasta 3 m.

CALICATA	UBICACION	PROFUNDIDAD
C-01	299 770-E 8'673 910-N	3.02
C-02	299 770-E 8'673 973-N	3.05

Paralelamente al muestreo efectuado en cada exploración, se realizó el registro de cada una de las calicatas, cuyos perfiles estratigráficos correspondientes se anexan al presente informe.

#### 2.3.2.- Ensayos de laboratorio

Con la finalidad de determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos subyacentes encontrados en la exploración de campo, se procedió a la respectiva recolección de muestras distribuidas con la finalidad de realizar las correspondientes pruebas de laboratorio.

### 3.- CARACTERISTICAS DEL SUELO DE FUNDACION

De acuerdo con el análisis efectuando de la estratigrafía del subsuelo, a los niveles de cimentación según los planos de estructuras disponibles y a los ensayos de laboratorio realizados se concluye que el suelo de cimentación de la estructura del proyecto, está constituido por material predominate gravoso, con clasificación de en el sistema SUCS **GP- GW- GP**.

Dirección: Mariscal Luzurriaga N° 176 Jesús María – Lima  
Celular: 978 856 572

ING. HENRY WILDER SANTIAGO FLORES  
CIP: 205749

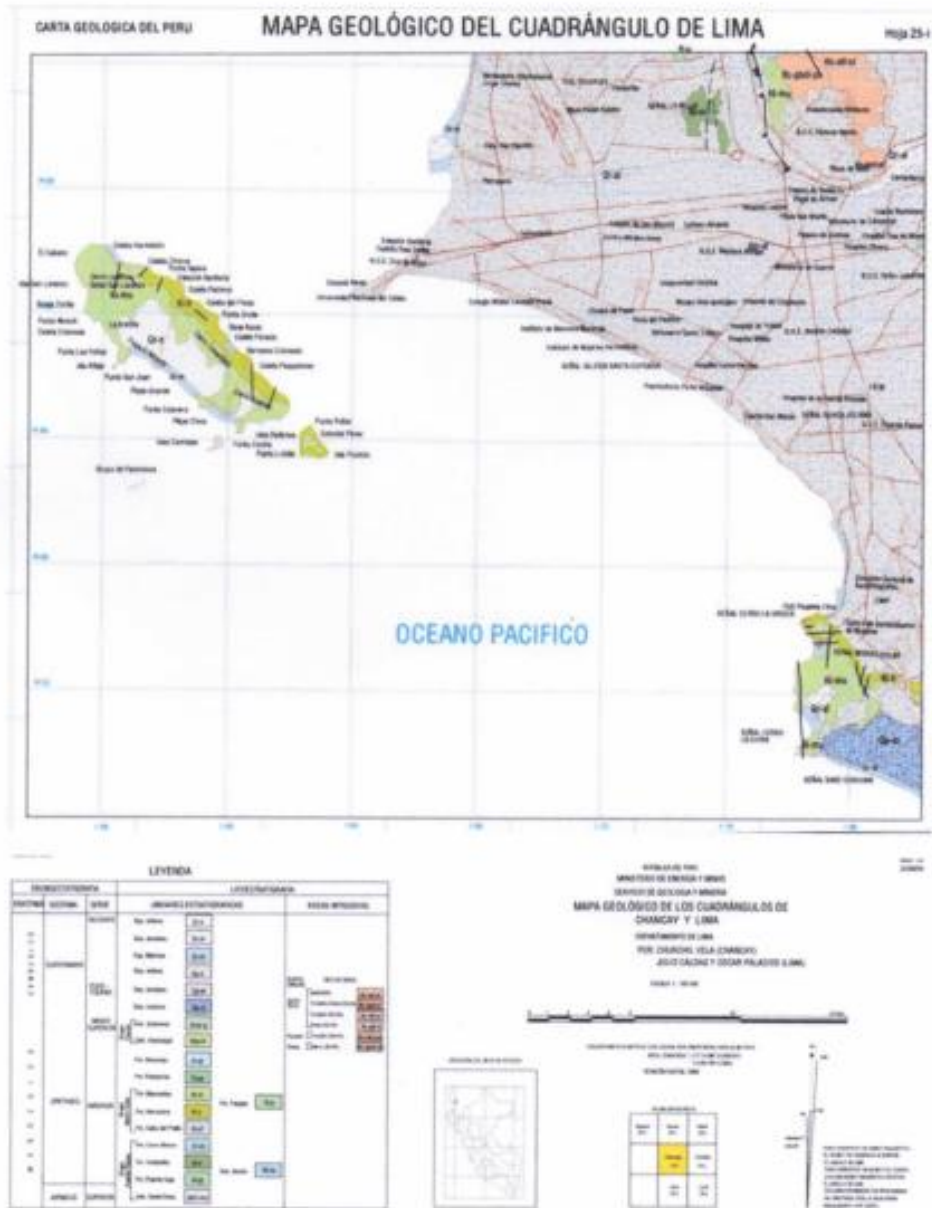
**El suelo presenta las siguientes características:**

<b>Permeabilidad (k)</b>	<b>Alta</b>
<b>Elasticidad (E)</b>	<b>2750 MN/m<sup>2</sup></b>
<b>Grado de saturación (Sr)</b>	<b>14.63%</b>
<b>Densidad relativa (DR)</b>	<b>2.07 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Coefficiente de uniformidad (Cu)</b>	<b>GP-MA</b>
<b>Peso específico del suelo</b>	<b>2069.25 kgf/m<sup>3</sup></b>
<b>Cohesión</b>	<b>0.07 kg/ cm<sup>2</sup></b>
<b>Angulo de fricción (ø)</b>	<b>39º</b>
<b>Factor de seguridad (FS)</b>	<b>3</b>
<b>Df</b>	<b>3.74 m</b>
<b>Capacidad portante (qu)</b>	<b>2 kg/cm<sup>2</sup></b>

Dirección: Mariscal Luzurriaga N° 176 Jesús María – Lima  
Celular: 978 856 572

4.- ANEXOS

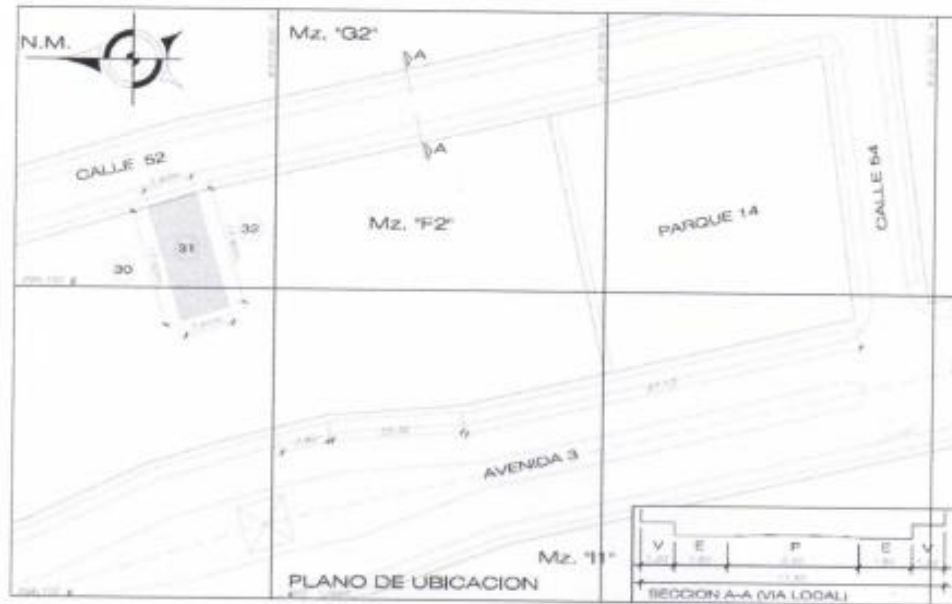
FIG. N° 01  
PLANO GEOLOGICO DE LIMA  
(Ref. Martínez et. Al 1975)



Dirección: Mariscal Luzurriaga N° 176 Jesús María - Lima  
Celular: 978 856 572

ING. HENRY WILDER SANTIAGO FLORES  
CIP: 205749

**FIG. N° 02**  
**UBICACIÓN**



Dirección: Mariscal Luzurriaga N° 176 Jesús María – Lima  
Celular: 978 856 572



ING. HENRY WILDER SANTIAGO FLORES  
CIP: 205749

**FIG. N° 03**  
**ACUIFEROS DE LA CIUDAD DE LIMA**

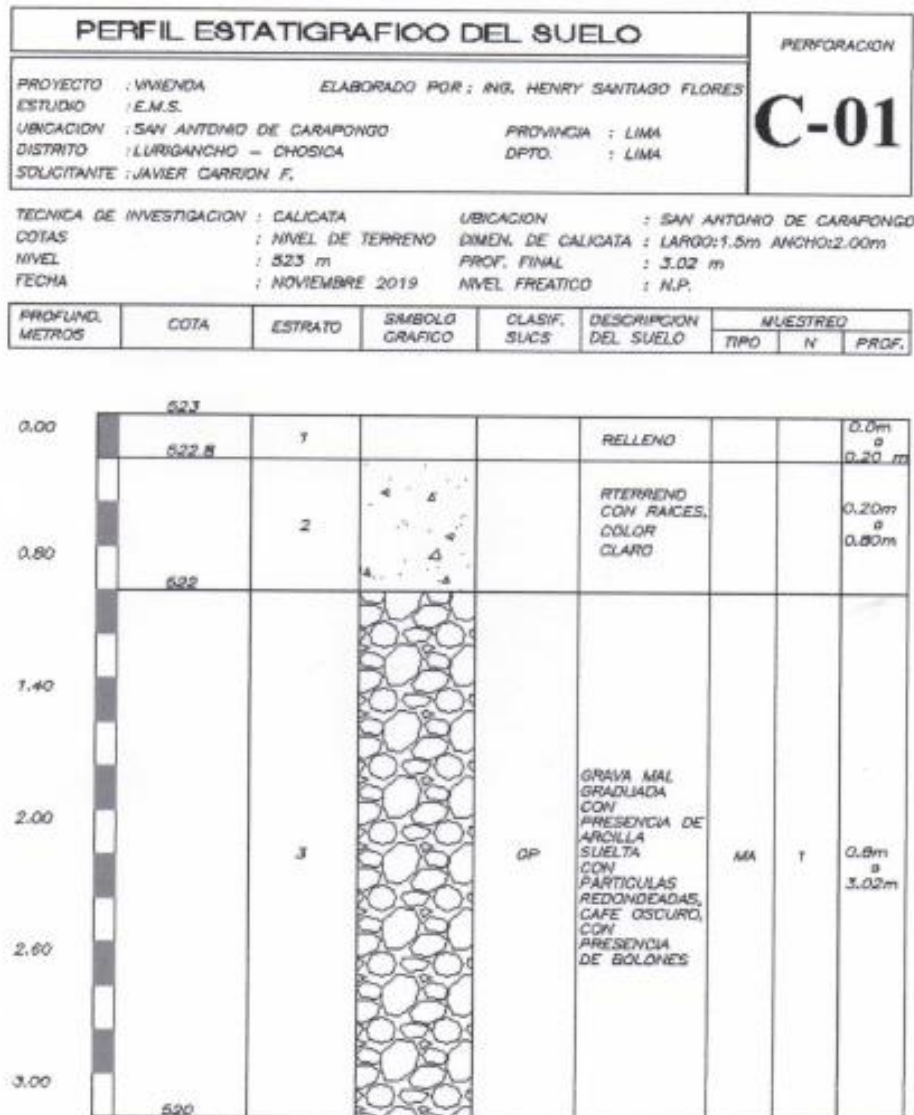
ESTE : El distrito de San Mateo de Otao.  
OESTE : El distrito de San Antonio de Chaclla.  
NORTE : El distrito de San Pedro de Casta.  
SUR : El distrito de Santa Eulalia.



**FIGURA: UBICACIÓN DEL DISTRITO DE CALLAHUANCA EN LA CUENCA DE SANTA EULALIA**

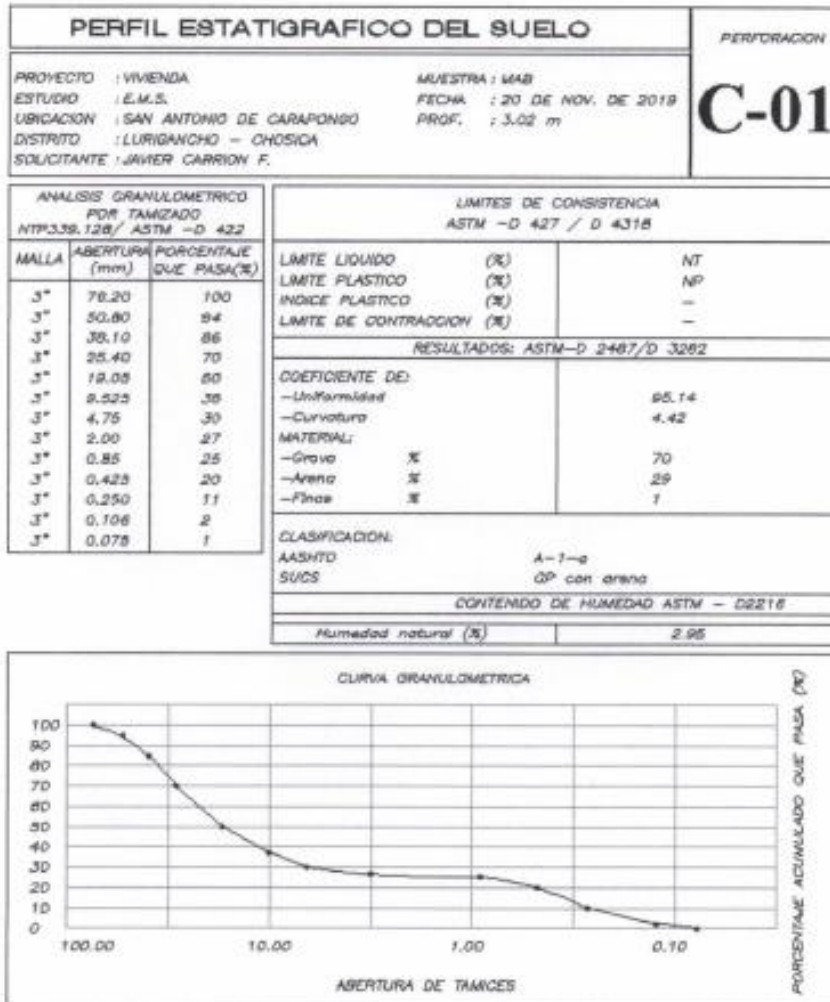
Dirección: Mariscal Luzurriaga N° 176 Jesús María – Lima  
Celular: 978 856 572

FIG. N° 04



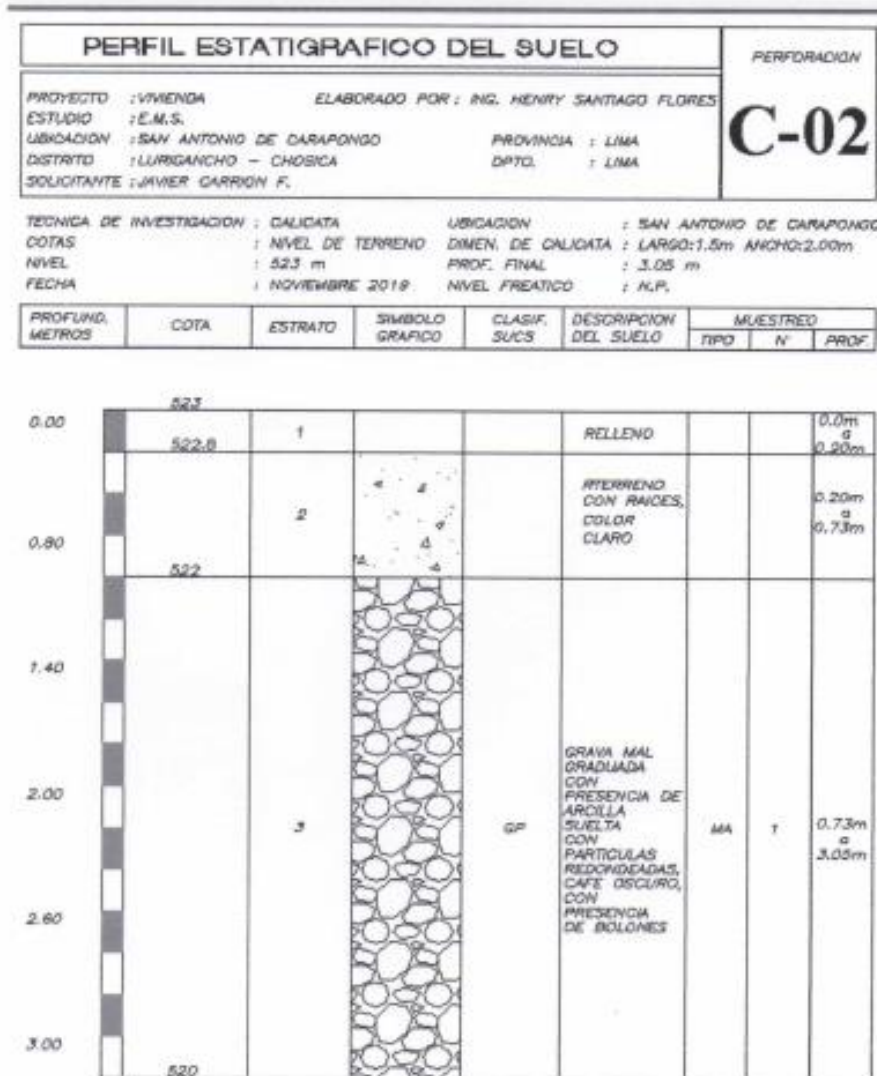
  
 HENRY WILDER  
 SANTIAGO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg CIP N° 205749

FIG. N° 06



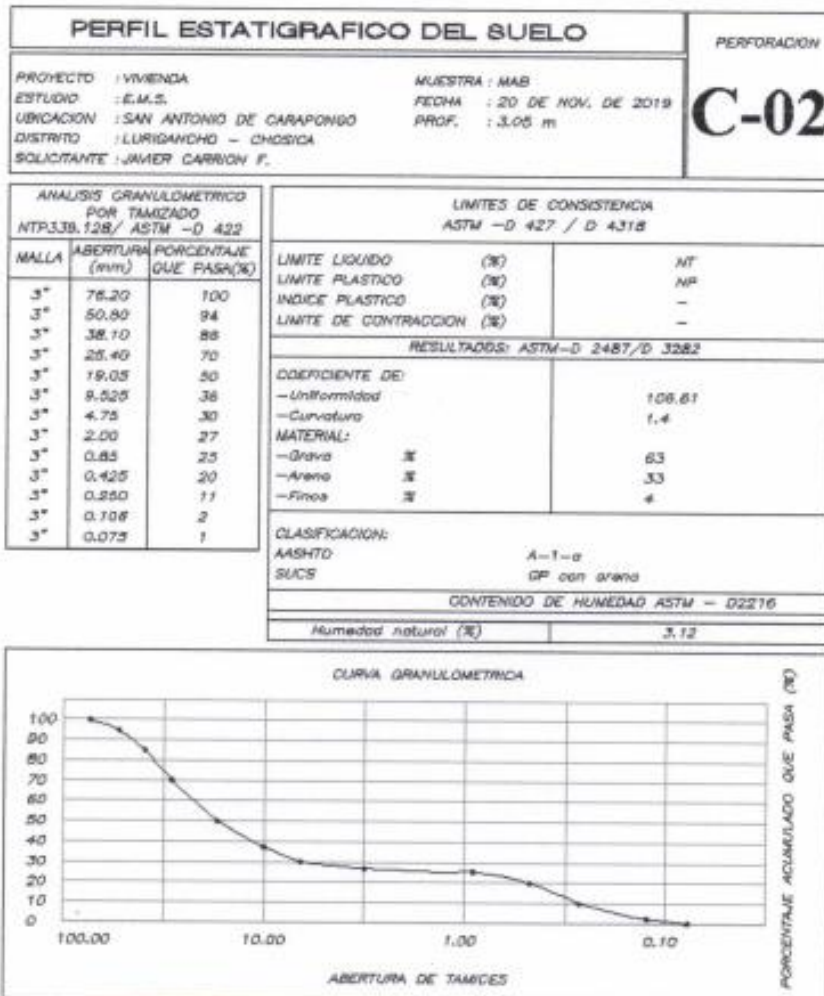
  
 HENRY WILDER  
 SANTIAGO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 reg CIP N° 205749

FIG. N° 05



  
 HENRY WILDER  
 SANTIAGO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg CIP N° 205749

FIG. N° 07



  
 HENRY WILDER  
 SANTIAGO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 reg CIP N° 205749