



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Análisis sísmico y diseño estructural de un edificio de 5 niveles  
en el distrito de Alto Selva Alegre – Arequipa 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Foco Rozas, Manuel (ORCID: 0000-0003-0720-1668)

**ASESOR:**

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (ORCID: 0000-0001-5699-1323)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis de grado a Dios por permitirme culminar con éxito mi tan anhelada carrera, por darme salud fortaleza en cada tropiezo de mi vida y en cada momento.

De igual manera dedico este trabajo con gran amor a mi familia por el apoyo incondicional siempre impulsando a ser mejor persona con valores, humildad y a crecer y lograr con éxito en mi carrera.

A mi hijo el mejor regalo que haya podido recibir de parte de Dios, es mi mayor tesoro y también la fuente más pura de mi inspiración, por esto agradezco a Dios por cada momento de felicidad en mi vida, el cual muy seguramente se ve reflejado en mi vida hoy en día. Gracias a él por ser la felicidad de mi vida, gracias a él por permitirme ser cada día mejor padre a su lado.

**Manuel Foco Rozas**

## **AGRADECIMIENTO**

El trajín de la vida tiene vaivenes y, es tarea del hombre sortearlas aun así los óbices se muestren insuperables y tomando en cuenta que la naturaleza del ser humano es siempre salirse con la suya, puedo afirmar que el ideal de toda persona es siempre resaltar en algo y alcanzar objetivos que hagan más fácil la vida humana.

A mi familia por su apoyo, impulso y motivo, a Suny por ser una buena esposa y mentora, Frank el motivo de mi vida

Al coordinador y asesor de la escuela profesional de Ingeniería Civil, por su dedicación y constancia en su labor de instrucción y la formación de futuros profesionales.

**Manuel Foco Rozas**

## Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de ilustraciones.....	vi
Índice de tablas .....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
Realidad problemática .....	2
Trabajos previos.....	3
Teorías relacionadas al tema.....	4
Formulación del problema.....	5
Justificación del estudio .....	6
Objetivos .....	6
Hipótesis .....	6
2. MARCO TEÓRICO .....	8
Tipos de estructuras.....	9
Armaduras .....	9
Marcos .....	9
Muros de corte o placa.....	10
Cargas .....	10
Cargas vivas o de explotación .....	11
Cargas muertas o permanentes.....	11
Movimientos telúricos o sísmicos.....	11
Reglamento nacional de edificaciones.....	12

3. METODOLOGIA .....	13
3.1. Tipo de investigación.....	14
3.2. Diseño de investigación .....	14
3.3. Variables y operacionalización .....	15
3.4. Población, muestra y muestreo.....	16
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.6. Procedimientos .....	17
3.7. Método de análisis de datos.....	17
3.8. Aspectos éticos .....	17
4. RESULTADOS .....	18
Contexto del emplazamiento.....	19
Actividad geofísica de la zona.....	20
Planos arquitectónicos .....	21
Parámetros utilizados para la estructuración .....	28
Predimensionamiento de los elementos estructurales .....	29
Cargas aplicadas a la estructura de la edificación .....	31
Análisis sísmico.....	33
Pseudo aceleraciones para edificaciones de concreto armado utilizando el sistema a porticado según la norma E 0.30 del RNE.....	34
Cálculo de la ampliación sísmica .....	36
Verificación de irregularidad torsional .....	37
Cálculo de la cortante dinámica en función del factor de amplificación .....	37
Derivas de piso permisibles para el sistema a porticado en concreto armado según la norma E 0.30 del RNE.....	38
Diseño de los elementos estructurales .....	41
Diagrama de vigas .....	43
Diagrama de columnas .....	44

Comprobación de todos los elementos estructurales.....	55
5. DISCUSIÓN.....	73
6. CONCLUSIONES.....	76
7. RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS.....	84

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Armaduras de acero grado 60.....	9
Ilustración 2: Marcos estructurales.....	10
Ilustración 3: Muros estructurales o placas .....	10
Ilustración 4: Escala sísmica "Richter" .....	11
Ilustración 5: Asentamiento Humano Apurímac.....	16
Ilustración 6: Ubicación de predio para la construcción .....	19
Ilustración 7: Mapa de microzonificación de la ciudad de Arequipa .....	20
Ilustración 8: Planta arquitectónica del primer nivel .....	21
Ilustración 9: Planta arquitectónica tipo (segundo al quinto nivel) .....	22
Ilustración 10: Planta arquitectónica de la cubierta - terraza.....	23
Ilustración 11: Corte arquitectónico longitudinal .....	24
Ilustración 12: Corte arquitectónico transversal.....	25
Ilustración 13: Elevación arquitectónica frontal (Jr. Huancayo) .....	26
Ilustración 14: Elevación arquitectónica lateral (Jr. Huaraz).....	27
Ilustración 15: Corte típico de losa aligerada con ladrillos huecos .....	29
Ilustración 16: Metrado de columnas.....	33
Ilustración 17: Mapa sísmico espectral del Perú norma E 0.30 2018.....	33
Ilustración 18: Espectro de pseudo aceleraciones sísmicas .....	34
Ilustración 19: Análisis modal por participación de masas .....	35
Ilustración 20: Diagrama de la estructura en el programa ETABS v.19 .....	35
Ilustración 21: Deriva de entrepiso "X-X" y "Y-Y" .....	39
Ilustración 22: Derivas gráficas de entrepiso .....	40
Ilustración 23: Derivas 3d.....	41
Ilustración 24: Momentos y cortantes en viguetas.....	42
Ilustración 25: Diagrama de vigas .....	43
Ilustración 26: Diagrama de columnas .....	44
Ilustración 27: Diagrama unificado de vigas y columnas.....	45
Ilustración 28: Diagrama de acero en columnas .....	67
Ilustración 29: Requerimiento de acero en vigas.....	68
Ilustración 30: Requerimiento de acero en losas aligeradas .....	69
Ilustración 31: Plano de cimentaciones .....	85

Ilustración 32: Despiece y armado de zapatas.....	86
Ilustración 33: Despiece y armado de zapata-columna y sobrecimientos .....	87
Ilustración 34: Detalle de armado de losa aligerada.....	88
Ilustración 35: Detalle de unión de vigas ortogonales .....	89
Ilustración 36: Detalle de cantidad de acero según tipo de columna.....	90
Ilustración 37: Despiece y armado de columnas en diferentes niveles .....	90
Ilustración 38: Detalle de armado de viga VP-1 .....	91
Ilustración 39: Detalle de armado de viga VP-2 .....	91
Ilustración 40: Detalle de armado de viga VP-3 .....	92
Ilustración 41: Detalle de armado de viga VS-1 .....	92
Ilustración 42: Detalle de armado de viga VA.....	92
Ilustración 43: Detalle de armado de viga VS-2 .....	93
Ilustración 44: Detalle de armado de placas .....	93



## Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables .....	15
Tabla 2: Características geotécnicas de la zona .....	20
Tabla 3: Cuadro de alturas por piso y profundidad de cimentación.....	28
Tabla 4: Límites para la torsión de entrepiso según sistema utilizado.....	38
Tabla 5: Cálculo de cantidad de ladrillos huecos de techo 30 x 30 x 15 .....	42
Tabla 6: Desplazamiento de pilares .....	46
Tabla 7: Esfuerzo de arranque en pilares .....	48
Tabla 8: Comprobación de los esfuerzos máximos permisibles en elementos estructurales.....	56
Tabla 9: Esfuerzos que actúan sobre las gradadas .....	72
Tabla 10: Combinaciones de cargas según normativa en gradadas.....	72

## Resumen

El presente trabajo de investigación, detalla las diferentes etapas para la construcción de un edificio de 5 niveles, en el Jr. Huancayo, en el distrito de Alto Selva Alegre – Arequipa.

Primeramente, se definió el riesgo sísmico de la zona, basándonos en el mapa sísmico del Perú, una vez comprobada la capacidad portante del suelo, se eligió el sistema constructivo a usar, que en este caso será el sistema aporticado de concreto armado.

Se busco formas regulares tanto en planta como en altura, para optimizar el desempeño sísmico al que probablemente será sometido en un futuro, debido a la actividad geofísica del contexto.

Una vez predimensionado los elementos estructurales según el uso de la edificación, se sometieron los datos y cargas al programa ETABS, para un análisis y evaluación computacional, obteniéndose así, los periodos de vibración reales.

Obteniendo las cuantías necesarias para asegurar una vivienda segura, que es la finalidad de la construcción.

Como procedimiento final se realizó el despiece real de cada uno de los elementos que conforman la estructura para su posterior ejecución.

Palabras clave:

- Aporticado
- Sismo
- Periodos
- Vibración

## **Abstract**

This research work details the different stages for the construction of a 5-story building, in Jr. Huancayo, in the Alto Selva Alegre district - Arequipa.

First, the seismic risk of the area was defined, based on the seismic map of Peru, once the bearing capacity of the soil had been verified, the construction system to be used was chosen, which in this case will be the reinforced concrete poured system.

Regular forms were sought both in plan and in height, to optimize seismic performance to which it will probably be at some point in the future, due to the geophysical activity of the context.

Once the structural elements were pre-dimensioned according to the use of the building, the data and loads were submitted to the ETABS program, for a computational analysis and evaluation, thus obtaining the real vibration periods.

Obtaining the necessary amounts to ensure a safe home, which is the purpose of the construction.

As a final procedure, the actual cutting of each of the elements that make up the structure was carried out for its subsequent execution.

Keywords:

- Contributed
- Earthquake
- Periods
- Vibration

## **1. INTRODUCCIÓN**

## **Realidad problemática**

El Perú, es un país que geográficamente se encuentra ubicado en el bien llamado cinturón de fuego del pacífico, y es por esta razón que los movimientos telúricos son habituales en las regiones que se encuentran adyacentes a la costa del océano pacífico.

Arequipa, conocida como la ciudad blanca le debe el nombre a la lava de los volcanes que allí se encuentran, está ubicado en la parte sur del Perú, su relieve está conformado por valles volcánicos, pues por esta región hace su paso la cordillera de los Andes del sur, más conocido como cadena volcánica o cordillera del barroso y, este factor es motivo porqué la ciudad experimenta constantes sismos.

La zona urbana y distritos cercanos han incrementado su población considerablemente en los últimos 30 años y como consecuencia la urbanización se ha acrecentado, esto genero una demanda impostergable a la industria de la construcción de viviendas

Las condiciones geofísicas de la ciudad exigen que el sistema de construcción de inmuebles garantice una resistencia férrea a los movimientos sísmicos y, para ello es imprescindible emplear los conocimientos más vanguardistas de la ingeniería civil.

Afortunadamente el sector de la construcción ha ido empleando de manera eficiente los nuevos conocimientos que son el resultado de investigaciones que se han realizado en pro de una industria inmobiliaria cada vez más segura y duradera, el empleo de materiales prefabricados es cada vez más usuales y, esto muy aparte de garantizar la seguridad de las construcciones también reducen costos económicos

Con el empleo de las nuevas tecnologías se ha buscado reducir en gran magnitud la vulnerabilidad de las viviendas frente a fenómenos naturales y todo ello con la noble intención de salvaguardar la integridad de los pobladores del distrito Alto Selva Alegre

## **Trabajos previos**

Después de escoger el tema a investigar, para una guía y orientación óptima se tuvo que recurrir a fuentes de investigación científica que hayan volcado sus investigaciones referentes a la tesis en tratado

El resultado del presente trabajo es el conglomerado de conocimientos adquiridos y aplicados de acuerdo a las características y exigencias que la presente tesis lo exige

Para mayor eficacia en el tratado del tema y adquisición de conocimientos para luego aplicarla se escudriño textos de investigación científica y Artículos científicos y, para este objetivo se recurrió a la tecnología de la información en sus variadas opciones.

## **Antecedentes internacionales**

**Juan Andrés Oviedo\***, **María del Pilar Duque\*\*** Ingeniero Civil, EIA. Especialista en Estructuras. Profesor e investigador del Grupo de Investigación Estructuras y Construcción, EIA. Ingeniero asociado, Control y Diseño de Estructuras Ltda. Respecto al **SISTEMAS DE CONTROL DE RESPUESTA SÍSMICA EN EDIFICACIONES**

Del planteamiento anterior se desprende que nuestro planeta es un lugar donde podemos morar, pero también tenemos que aprender a convivir con su naturaleza geológica, y para lograr un desarrollo urbanístico seguro frente a eventos telúricos es imperativo la aplicación de la mejor tecnología antisísmica existente en la industria de la construcción, solo así se podrá garantizar la integridad de las sociedades frente a movimientos sísmicos.

## **Antecedentes Nacionales**

**PAJARES Cabrera, Edmundo David Y León Vargas, Jorge Víctor “Diseño de un edificio de concreto armado de 6 niveles” (Ingeniería Civil), 2010 97 Pp** el objetivo principal de **esta** investigación de diseño es obtener una reacción apropiada dentro del análisis de estudio de la estructura como son: dinámicas y estáticas, cumpliendo con las condiciones dentro de las normas de diseño.

En el diseño de la estructura el edificio logra conservar sus desplazamientos dentro del límite permitido por la norma E030

El autor en su trabajo determina que las estructuras en las edificaciones deben cumplir con las normas establecidas por los entes pertinentes y que a su vez las edificaciones deben brindar seguridad en casos de sismos, pues plantea que todas las estructuras deben mantener un desplazamiento dentro del límite permitido

### **Teorías relacionadas al tema**

La ingeniería civil, ha experimentado cambios significativos a lo largo de los tiempos y todo el conocimiento acumulado en este proceso forma parte del caudal de técnicas y tecnología en la construcción

En estos tiempos y realidades las técnicas de construcción antisísmicas son el soporte de una urbanización segura, mencionamos algunas teorías que aportan a una construcción segura y con garantía en hipotéticas situaciones sísmicas

### **Variable Independiente**

#### **Análisis**

**BRICEÑO Y CARRERAS (2013)** refiere que los muros de concreto reforzado con acero que se emplean en las construcciones de viviendas son sistemas que están exclusivamente diseñadas para soportar fenómenos telúricos, y todo ello por las propiedades que le son característicos, rigidez y ductilidad

**CRUZ Y DIEGUEZ (2015)** se refiere a los muros de concreto como placas, y afirma que póngese una longitud mayor a su ancho y esto hace que su propiedad de rigidez sea lateral y esto orienta a la energía liberada en dirección longitudinal es decir atenúa los desplazamientos

**AFUSO (2017)** los muros de concreto son el soporte de las fuerzas sísmicas, eso es resultado de su propiedad rígida estos elementos de construcción son utilizados con la intención de menguar los efectos en caso de eventos sísmicos

## **Variable Dependiente**

### **Diseño Estructural**

**SILVA E IPANQUE. (2009)** manifiesta que en el diseño de estructuras de viviendas es de menester que se tome en cuenta las aceleraciones sísmicas y además que le incida en la cimentación para determinar que se está edificando en un espacio rígido

**TAPIA. (2014)** el profesional de construcción civil antes de emprender un proyecto de construcción debe tener en cuenta y dar preponderancia a las normas técnicas establecidas, y además dar énfasis a las contingencias antisísmicas

**MOROCHO. (2016)** impulsa que, antes de iniciar una construcción se debe de procurar ante todo la integridad de las personas y para ello muy aparte de respetar las normas técnicas establecidas también es importante dar atención al criterio y experiencia

**GUZMÁN. (2014)** El Perú es un país que se encuentra ubicado en una zona de actividad tectónica latente, en ese entender las normas de construcción son muy rigurosas y todo proyecto de construcción debe pasar por un estricto control y los entes a conducir y dirigir las obras civiles deben ser los profesionales más idóneos con el fin de garantizar una vivienda a prueba de movimientos sísmicos

## **Formulación del problema**

### **Problema general**

Elevado riesgo sísmico del distrito de Alto Selva Alegre y su afectación sobre estructuras construidas sin criterio sísmico y estructural.

### **Problemas específicos**

- Las edificaciones del distrito de alto Selva alegre son propensas a fallas estructurales, debido a que no se consideraron las cargas sísmicas para su construcción.
- Las edificaciones que no cumplen los criterios mínimos de predimensionamiento y configuración, tienen a presentar fallas estructurales con el tiempo.



- Las edificaciones aledañas no cuentan con un adecuado diseño para soportar fuerzas sísmicas, las cuales son propensas a sufrir daños

### **Justificación del estudio**

El siguiente trabajo está realizado con la finalidad de evaluar y diseñar la configuración estructural de una edificación de 5 pisos y terraza en una zona sísmica de tipo 3, con la finalidad de asegurar la inversión de los dueños y salvaguardar la integridad de las personas que usaran estas instalaciones como lugar de trabajo, además de resaltar la importancia de un diseño sísmico estructural y la aplicación de las normas E 0.20, E0.30 Y E0.60 de RNE.

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar el comportamiento sísmico y el diseño estructural para una edificación de 5 pisos y terraza, además de optimizar el comportamiento de las edificaciones próximas a este en el distrito de Alto Selva Alegre – Arequipa

#### **Objetivos específicos**

- Determinar el comportamiento sísmico de la zona y su incidencia sobre la edificación en estudio, además de su repercusión sobre otras construidas sin criterio sísmico.
- Configurar y predimensionar todos los elementos de la estructura, según los criterios geométricos y de la norma peruana.
- Optimizar la configuración estructural de las edificaciones aledañas mediante parámetros establecidos en el proyecto de estudio, mediante el uso de medidas mitigantes.

### **Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

Sería posible a partir de un análisis sísmico y una modelación estructural garantizar un adecuado comportamiento de un edificio de 5 niveles ante movimientos sísmicos.

### **Hipótesis específicas**

- Mediante el análisis sísmico de la zona, es posible optimizar el desempeño de la estructura a fuerzas sísmicas, además de optimizar el desempeño de las viviendas próximas a esta.
- Sería posible mediante una adecuada configuración y predimensionamiento asegurar la integridad de una edificación.
- Sería posible optimizar la estructura de las edificaciones aledañas utilizando los criterios establecidos en una edificación formal.

## **2. MARCO TEÓRICO**

## Tipos de estructuras

Existen muchos sistemas constructivos, cada uno con pros y contras, pero todos están orientados a la seguridad de las construcciones según el entorno de la edificación.

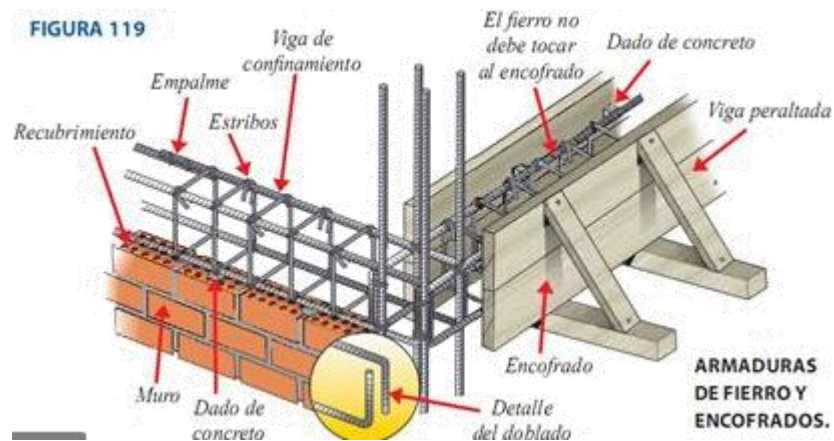
- **Aporticado**
- **Muros estructurales**
- **Dual**
- **Edificaciones de muros de ductilidad limitada**

## Armaduras

Es la configuración del acero interno dentro del concreto armado, esta varía según las dimensiones del elemento a reforzar y del enfoque de la estructura construida

En estructuras de concreto soportan la tensión estas trabajan a tensión o compresión, según la orientación de las fuerzas que actuaran sobre estas.

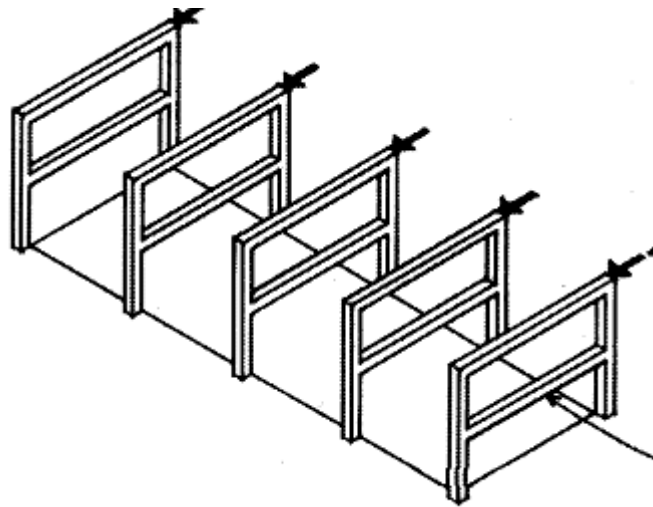
Ilustración 1: Armaduras de acero grado 60



## Marcos

Son la base del sistema aporticado y son usados en edificaciones, estas soportan todas las cargas de los edificios, están conformados por vigas y columnas que pueden ser de concreto armado o acero.

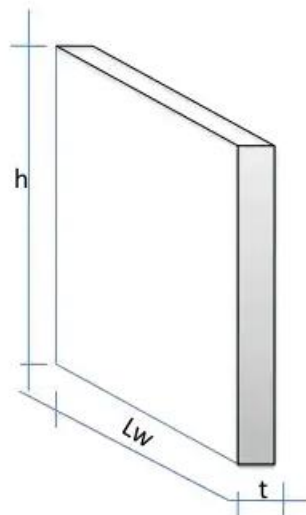
Ilustración 2: Marcos estructurales



### Muros de corte o placa

Son elementos estructurales de concreto reforzado con acero para edificaciones de altura, su principal ventaja es que reducen las derivas de entrepiso y resisten gran parte de la contante de base.

Ilustración 3: Muros estructurales o placas



Dimensiones del muro de corte

### Cargas

Son las fuerzas a las que se someterá una estructura, estas pueden ser verticales (por gravedad) u horizontales (por empuje), es importante asegurar la precisión de estas sobre la estructura para evitar posibles fallas estructurales.

## Cargas vivas o de explotación

Se refiere a las cargas no permanentes de las estructuras o que varían en su dimensión por determinados espacios temporales, estas pueden ser:

- Los ocupantes
- Mobiliario
- Vehículos

## Cargas muertas o permanentes

Se refiere al peso inherente al material de la estructura, así como a las de los componentes fijos que actúan sobre este, estos pueden ser:

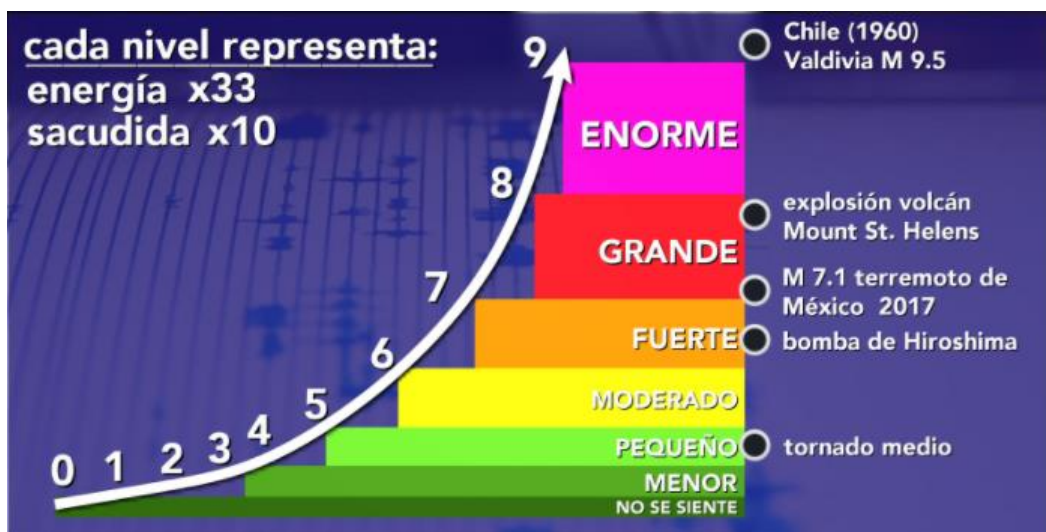
- Peso propio de los elementos de la estructura (Vigas, columnas y el acero interior que los compone)
- Peso de elementos no movibles (Tabiquería)

## Movimientos telúricos o sísmicos

Son los movimientos generados en la superficie por acción del desplazamiento o subducción de las placas tectónicas. Estas fuerzas se transmiten hacia la superficie de la tierra mediante ondas sísmicas, las cuales son muy perjudiciales para la estructura de un edificio, sobre todo si estas no se previeron antes, prueba de esto son los damnificados de terremotos anteriores como el de Ica 2007.

Estos son medidos en función de la escala de **Richter**.

*Ilustración 4: Escala sísmica "Richter"*



## **Reglamento nacional de edificaciones**

Es la guía definitiva para la construcción en el Perú, lastimosamente su cumplimiento no es el adecuado, todo esto debido a la autoconstrucción. En esta se especifican los valores mínimos para la construcción en diferentes áreas, las normas que destacan más para la construcción en concreto armado son las siguientes:

**Norma E 0.20.** Está enfocada a las cargas (de explotación o permanentes) que actúan dentro de una edificación, estableciendo valores máximos y mínimos según el tipo de estructura.

**Norma E 0.30.** Está enfocada al diseño sismorresistente de edificaciones, dado las condiciones geofísicas del Perú, que tiene muchas ciudades importantes muy cerca de las placas de Nazca.

**Norma E 0.60.** Está enfocada al diseño del concreto armado para edificaciones.

### **3. MÉTODOLOGIA**



### 3.1. Tipo de investigación

- **Aplicativa.** Rodríguez (s. f). Debido a que el problema es de conocimiento previo para el investigador, y este busca una solución óptima y puntual

Con lo cual se busca establecer un diseño adecuado para una edificación, dado las condiciones del entorno de construcción, que en este caso pertenece a la zona de sismicidad 3.

- **Correlacional.** Bernal (2010) Indexa asociaciones, y suprime relaciones de causalidad, donde los cambios en uno repercuten directamente en el otro.

Se verificará la relación entre las variables previamente propuestas y su repercusión sobre el proyecto final.

- **Transversal.** Hernández, Fernández y Baptista (2014), sostiene que la investigación transversal reúne diferentes datos en un lapso de tiempo, para generar resultados durante el mismo espacio temporal, ya que esto este ligado a las variaciones que puedan afectar a las variables con el paso del tiempo.

La presente tesis es de enfoque transversal, ya que recopila los datos y la aplicara en periodo de tiempo dado, según la normativa del RNE peruano del año 2018, mientras esta siga en vigencia.

### 3.2. Diseño de investigación

- **Diseño no experimental.** Debido a que solo se evaluara las variables existentes con parámetros previamente establecidos por las diferentes normativas que rigen la construcción en el Perú

### 3.3. Variables y operacionalización

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables

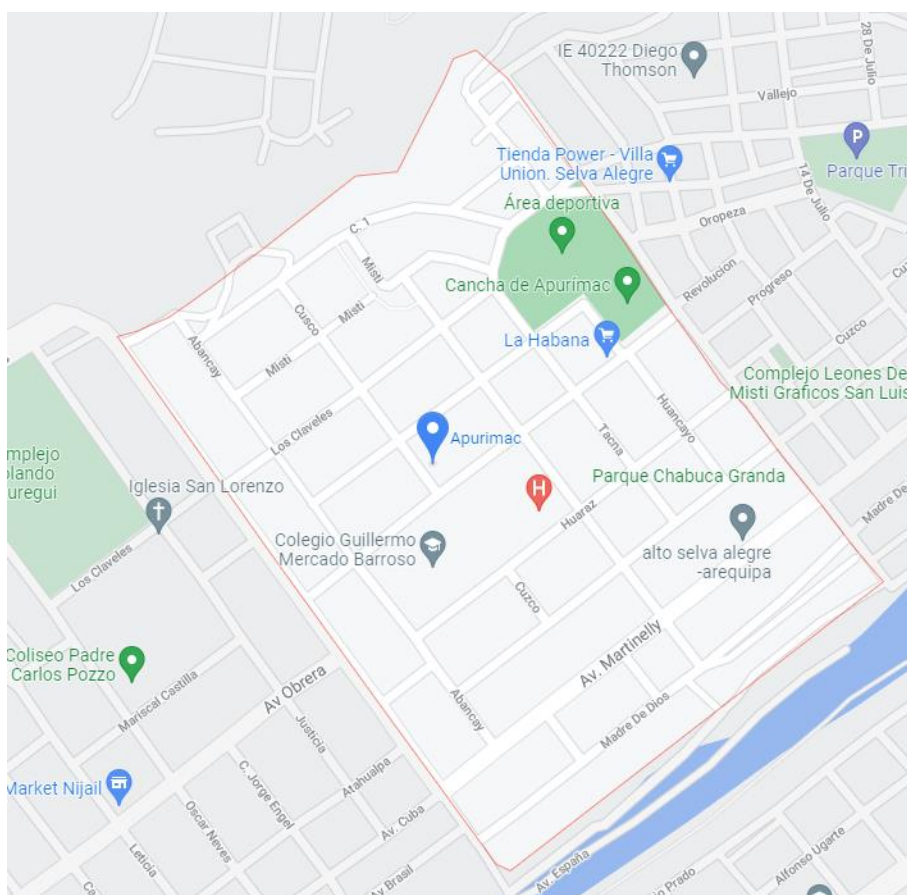
Análisis sísmico y diseño estructural un edificio de 5 niveles en el distrito de Alto Selva Alegre – Arequipa 2021										
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipotesis general								
Elevado riesgo sísmico del distrito de Alto Selva Alegre y su afectación sobre estructuras construidas sin criterio sísmico y estructural.	Determinar el comportamiento sísmico y el diseño estructural para un edificio de 5 niveles, además de optimizar el comportamiento de las edificaciones próximas a este en el distrito de Alto Selva Alegre – Arequipa	Sería posible a partir de un análisis sísmico y una modelación estructural garantizar un adecuado comportamiento de un edificio de 5 niveles ante movimientos sísmicos.	DEPENDIENTE	DISEÑO ESTRUCTURAL	"ENGLA TODAS LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN DURANTE LA ETAPA DE ANTEPROYECTO DE UNA EDIFICACIÓN PARA ASEGURAR EL CORRECTO DESEMPEÑO DE LA MISMA ANTE CONTRATIEMPOS FUTUROS". Meli, P (2010)	LA CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMARÁN LA ESTRUCTURA OBEDECEN LOS CRITERIOS DE CONCRETO ARAMDO DE LA NORMA E 0.60	RNE	CARGAS ESTATICAS CARGAS DINAMICAS ANALISIS MODAL DERIVAS DE	ORDINAL	TIPO DE INESTIGACION: APLICATIVA, CORRELACIONAL Y TRANSVERSAL
							PREDIMENSIONAMIE NTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	PERALTE DE VIGAS Y LOSAS SECCION DE COLUMNAS NORMA E 0.60		DISEÑO DE INVESTIGACION: NO EXPERIMENTAL
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipotesis específicas								
Problema 01:	Objetivo 01:	Hipotesis 01:	INDEPENDIENTE	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	"CALCULO MEDIANTE PROCESOS MATEMÁTICOS Y COMPUTACIONALES DE UNA ESTRUCTURA ANTE DIVERSAS CARGAS Y FUERZAS QUE ACTUARÁN SOBRE ESTE". Meli, P (2010)	TODO EL CONJUNTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBE RESPETAR LOS VALORES MÍNIMOS ESTABLECIDOS POR LA NORMATIVA E 0.30 DEL RNE PERUANO	CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	REQUISITOS DE LA ESTRUCTURA	ORDINAL	Población: EDIFICACIONES DEL A.H APURIMAC DEL DISTRITO DE ALTO SELVA ALEGRE
Las edificaciones del distrito de alto Selva alegre son propensas a fallas estructurales, debido a que no se consideraron las cargas sísmicas para su construcción.	Determinar el comportamiento sísmico de la zona y su incidencia sobre la edificación en estudio, además de su repercusión sobre otras construidas sin criterio sísmico	Mediante el análisis sísmico de la zona, es posible optimizar el desempeño de la estructura a fuerzas sísmicas, además de optimizar el desempeño de las viviendas próximas a esta.					CARGAS ESTRUCTURALES	CARGAS MUERTAS Y CARGAS VIVAS		Muestra: Edificaciones DE CONCRETO ARMADO EN EL JR. HUANCAYO del distrito de ALTO SELVA ALEGRE
Problema 02:	Objetivo 02:	Hipotesis 02:					ANÁLISIS SISMICO	ANÁLISIS ESTÁTICO, ANÁLISIS DINÁMICO		Etapa de ejecución: Recopilacion de la informacion
Las edificaciones que no cumplen los criterios mínimos de predimensionamiento y configuración, tienen a presentar fallas estructurales con el tiempo	Configurar y predimensionar todos los elementos de la estructura, según los criterios geométricos y de la norma peruana.	Sería posible mediante una adecuada configuración y predimensionamiento asegurar la integridad de una edificación.								Predimensionamiento
Problema 03:	Objetivo 03:	Hipotesis 03:								Modelado del predio
Las edificaciones aledañas no cuentan con un adecuado diseño para soportar fuerzas sísmicas, las cuales son propensas a sufrir daños	Optimizar la configuración estructural de las edificaciones aledañas mediante parámetros establecidos en el proyecto de estudio, mediante el uso de medidas mitigantes.	Sería posible optimizar la estructura de las edificaciones aledañas utilizando los criterios establecidos en una edificación formal.			Calculo de metrados					
										Elaboracion del informe y recomendaciones

### 3.4. Población, muestra y muestreo

**Población:** Borda (2013), afirma que es la reunión de personas o elementos, a partir de los cuales se presentara una solución al problema planteado.

Para el presente trabajo se evaluaron diversas edificaciones del asentamiento humano Apurimac del distrito de Alto Selva Alegre, construidos con el sistema a porticado.

*Ilustración 5: Asentamiento Humano Apurimac*



**Muestra:** Franco (2011), Sostiene que los datos obtenidos a partir de esta, reflejan de manera porcentual la realidad de la población total analizada.

Se eligieron edificaciones de antigüedad media, para analizar el impacto de sismos previos en las construcciones que se han realizado, tomándose en consideración además las deficiencias que estas presentan, para realizar recomendaciones para una mejora de la seguridad de dichos predios.

**Muestreo:** Se tomo en cuenta el sistema constructivo de cada edificación, haciendo hincapié en las de concreto armado.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

**Observación:** Basándonos en las características observables de cada edificación según el uso al que está orientado y su sistema constructivo.

### **3.6. Procedimientos**

Se realizó un análisis del terreno donde la edificación está situada, además del predimensionamiento utilizado para cada elemento estructural que componen el hecho arquitectónico, así como las características de este, área de la base y altura, además de las características geofísicas del contexto de la edificación que, en este caso, pertenece a una zona de sismicidad 3.

### **3.7. Método de análisis de datos**

El resultado obtenido a partir de las diversas mediciones fue sometido a cálculos matemáticos y computacionales utilizando los programas ETABS, en su versión 19 y SAFE en su versión 2016, para evaluar y simular el comportamiento estructural y de suelos respectivamente. Posterior a esto se evaluó los resultados obtenidos asegurando el cumplimiento del RNE en haciendo énfasis en las normas E 0.20, E 0.30 y E 0.60.

### **3.8. Aspectos éticos**

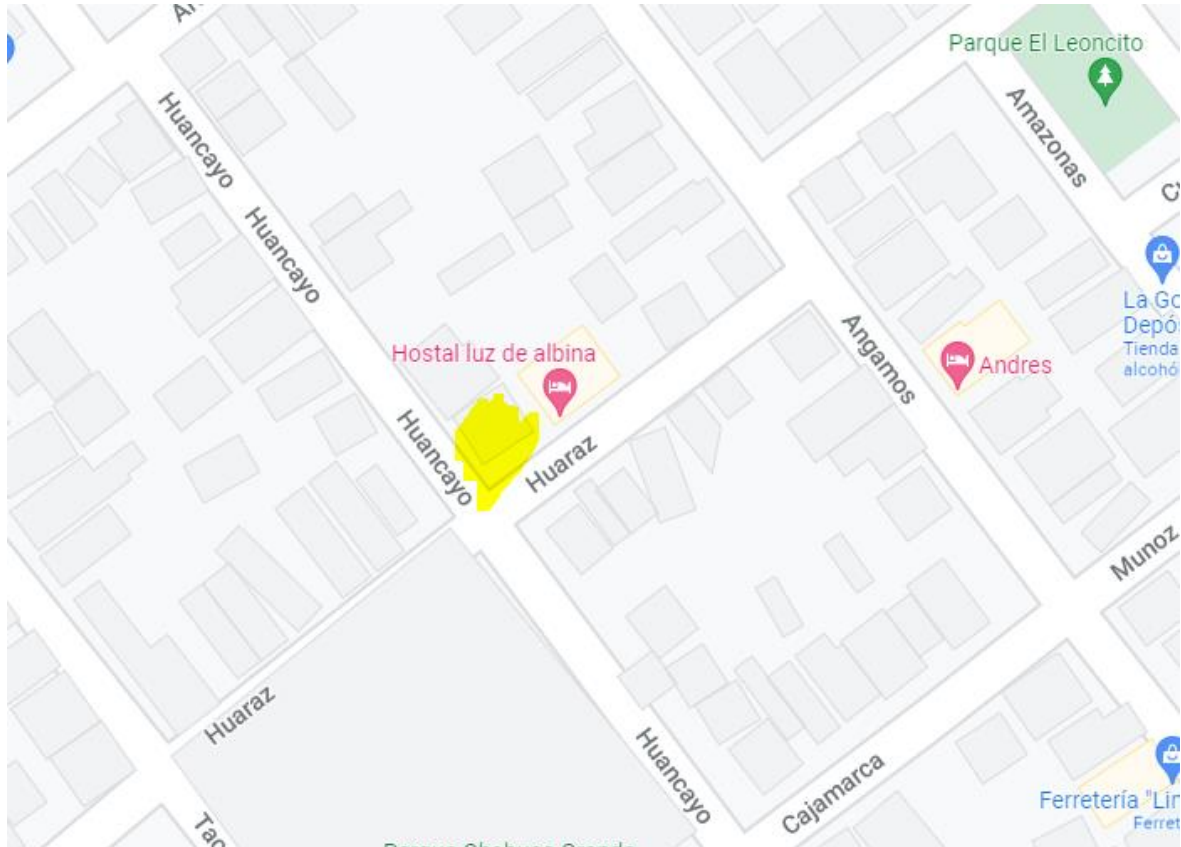
La presente tesis fue realizada cumpliendo todos los estándares de formalidad requeridos para una validez y confiabilidad de los resultados finales obtenidos. Así como el respeto a la propiedad intelectual de los trabajos previamente realizados en esta área de investigación, citándolos y dándoles el crédito respectivo según corresponda utilizando las normativas APA vigentes.

## **4. RESULTADOS**

### Contexto del emplazamiento.

La edificación en estudio está situada en una esquina que une a los jirones Huancayo y Huaraz, con un área de 10 m x 10 m, y una base de emplazamiento uniforme con un tipo de suelo S1.

Ilustración 6: Ubicación de predio para la construcción



### Estudio de la capacidad portante del suelo.

Al analizarse el tipo de suelo del lugar de emplazamiento se llegó a las siguientes conclusiones:

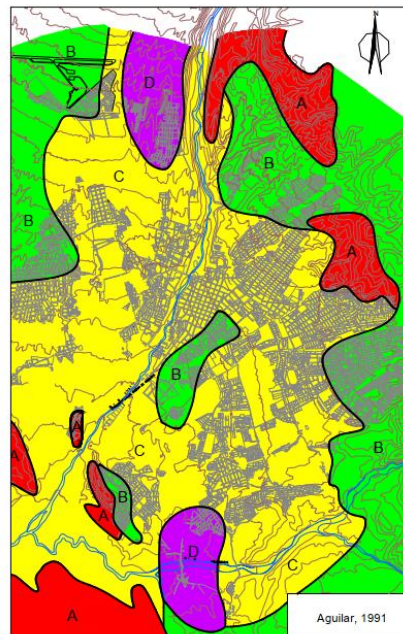
Se recomendó una cimentación convencional a una profundidad mínima de 1.5 m.

- $Q_{ad} = 3.32 \text{ kg/cm}^2$ , asentamiento permisible,  $S = 0.85 \text{ cm}$
- $Q_{ad} = 5.25 \text{ kg/cm}^2$  asentamiento permisible,  $S = 1.44 \text{ cm}$
- Factor de tipo de suelo  $S = 1.0$
- Factor de zonificación sísmica  $Z = 0.35$

## Actividad geofísica de la zona

Por su cercanía a la placa de Nazca y la presencia de volcanes en la provincia, la actividad telúrica es elevada, lo cual exige un adecuado diseño para todas las edificaciones en el distrito de Alto Selva Alegre

Ilustración 7: Mapa de microzonificación de la ciudad de Arequipa



### LEYENDA

ZONA A	<span style="color: red;">■</span>	ZONA C	<span style="color: yellow;">■</span>
ZONA B	<span style="color: green;">■</span>	ZONA D	<span style="color: purple;">■</span>

FIG. 5: MAPA DE MICROZONIFICACION SÍSMICA DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

Tabla 2: Características geotécnicas de la zona

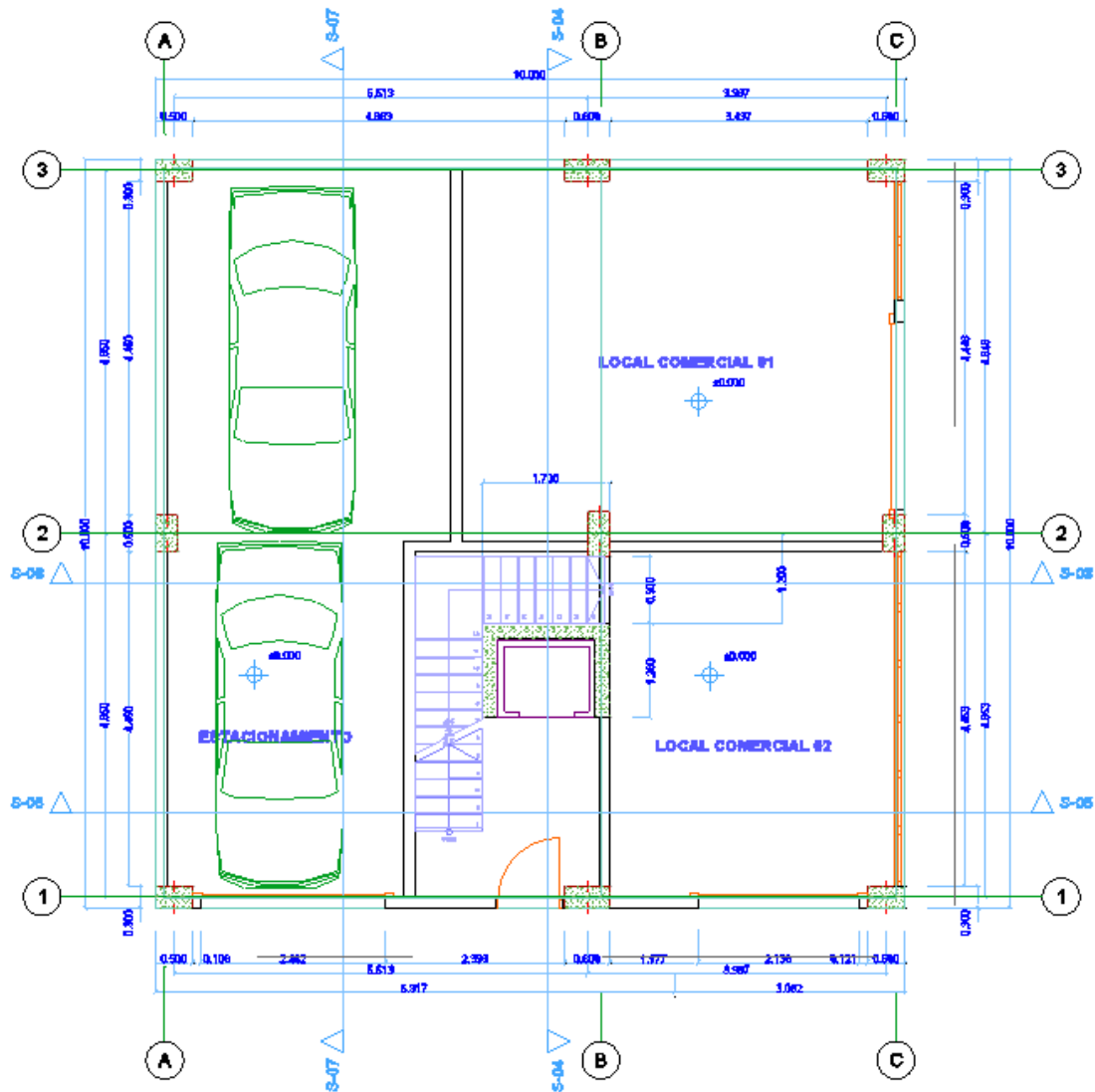
### CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LAS ZONAS PROPUESTAS.

Zona	Df (m)	B (m)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	DR (%)	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
G1 - rpt	0.00 – 0.50	0.40	2.2 – 2.4	30 - 39	70.0 - 90.0	> 100	30.0
G2 - rvch	0.40 – 0.50	0.40	1.7 – 2.2	32	0.0 - 30.0		15.0
G3 - si	0.40 – 0.50	0.40	1.3	30	---		5.0
G4 - saa	0.80 – 1.00	0.40	1.4 – 1.8	29 - 32	0.0 - 0.4	50 - 100	3.5
G5 - fb	0.80 – 1.00	0.40	1.3 – 2.0	30 - 36	0.0 - 2.0	70 - 100	3.0
G6 - spp	0.80 – 1.00	0.40	1.1 – 1.6	26 - 31	0.0 - 0.4	0 - 90	2.0
G7 - sau	1.00 – 1.50	0.40	1.5 – 2.0	30 - 35	0.0 - 0.5	40 - 90	1.5
G8 - sam	1.00 – 1.50	0.40	1.4 – 1.7	32 - 36	0.0	0 - 50	1.0
G9 - ste	1.00 – 1.50	0.40	0.6 – 1.2	30 - 35	0.0 - 0.1	0 - 100	0.5
G10 - ser	1.00 – 1.50	0.50	1.4 – 1.7	29 - 36	0.0	0 - 50	0.5

## Planos arquitectónicos

### Plantas arquitectónicas

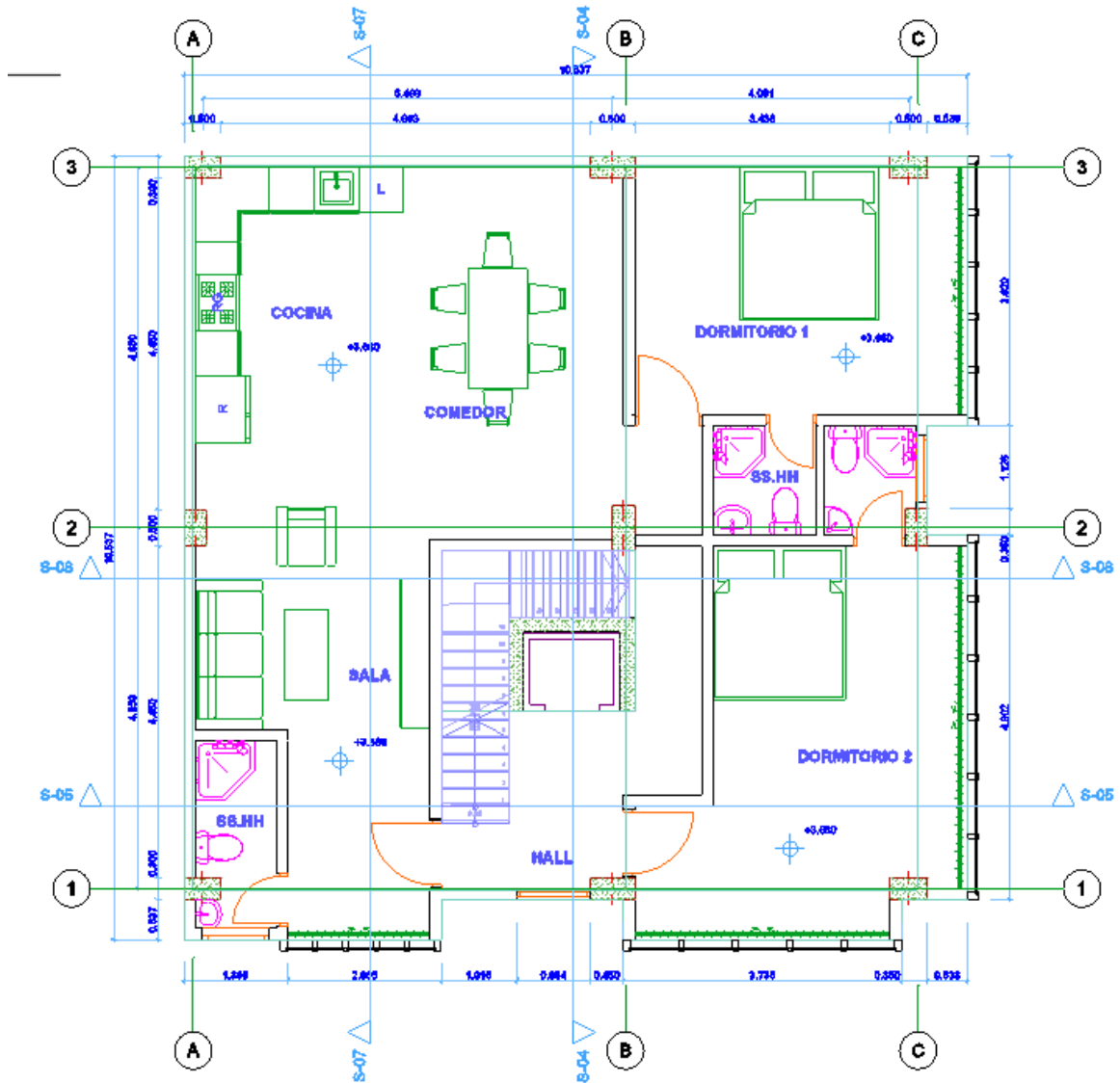
Ilustración 8: Planta arquitectónica del primer nivel



Planta arquitectónica del primer nivel, “Garaje y tiendas comerciales”

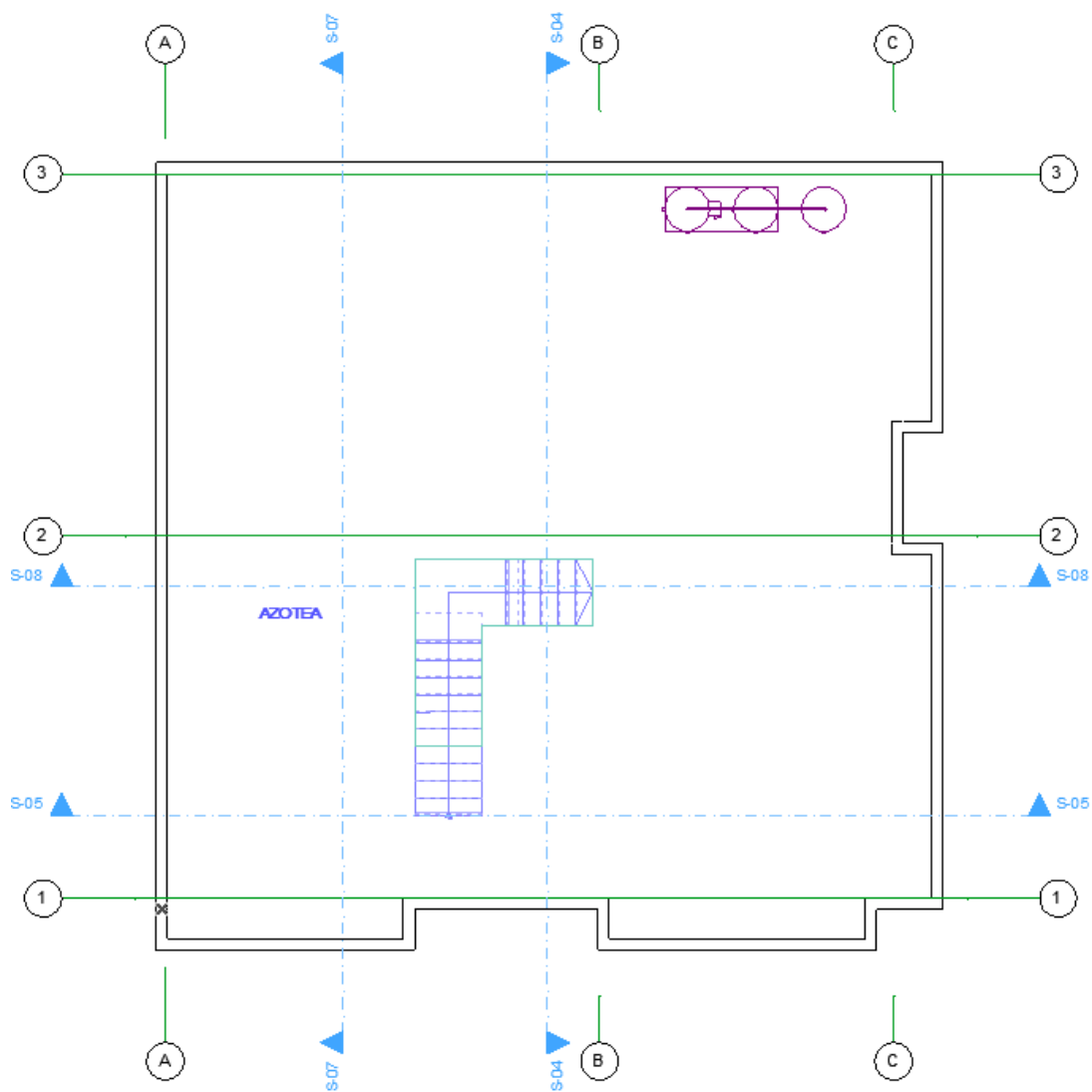


Ilustración 9: Planta arquitectónica tipo (segundo al quinto nivel)



Plana arquitectónica tipo, “departamentos residenciales” del segundo al quinto nivel

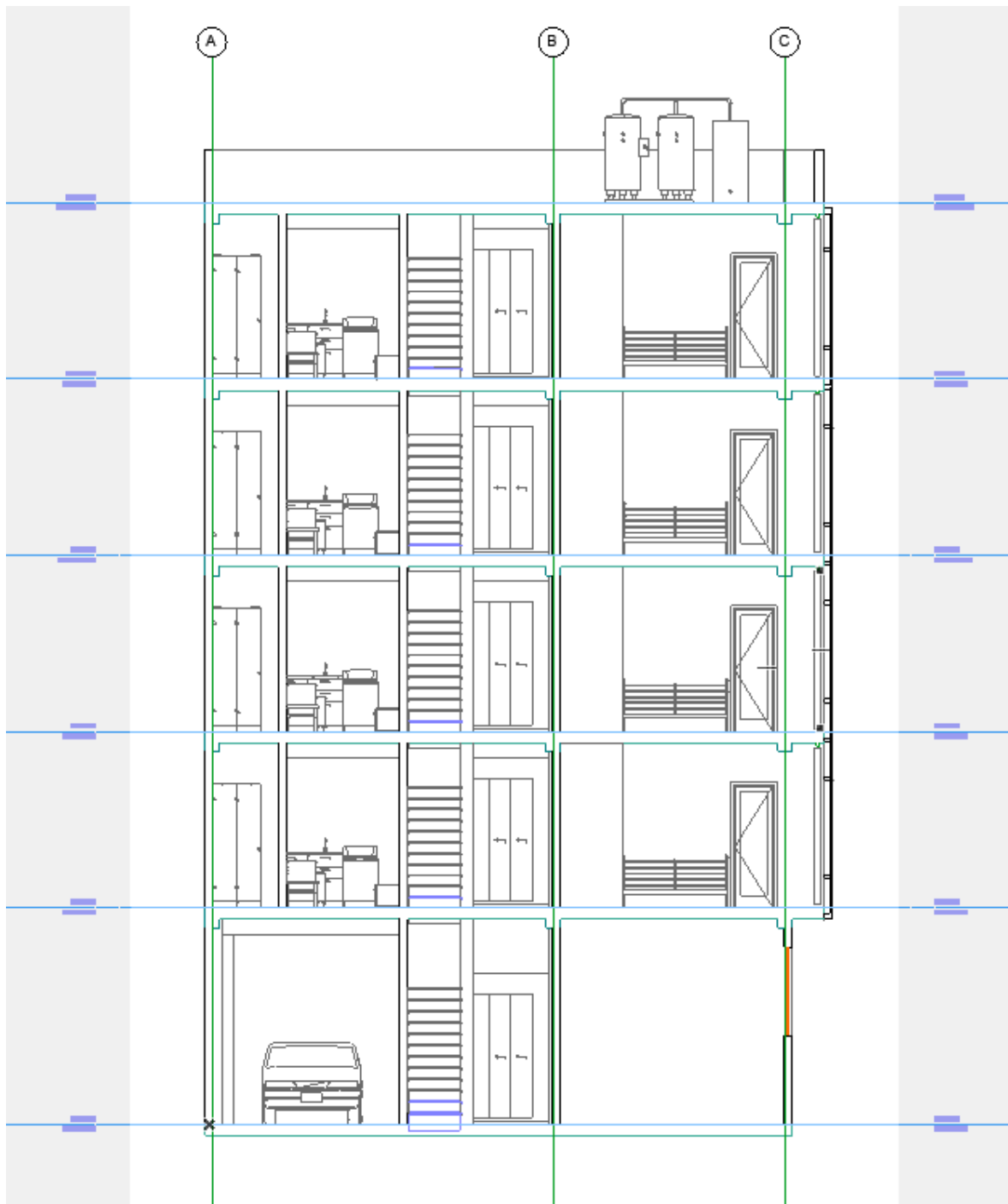
Ilustración 10: Planta arquitectónica de la cubierta - terraza



Planta arquitectónica de la terraza

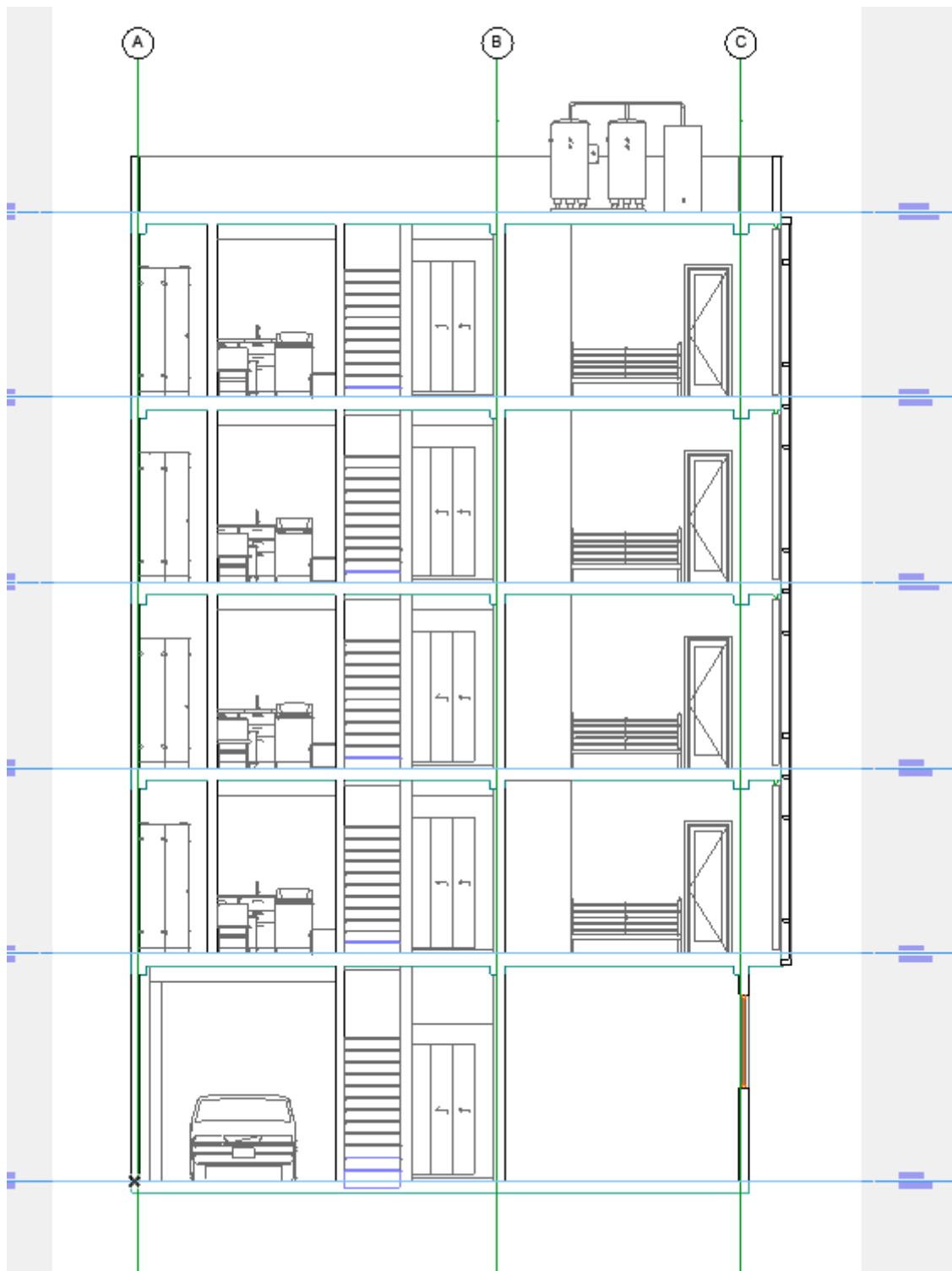
## Cortes arquitectónicos

Ilustración 11: Corte arquitectónico longitudinal



Corte arquitectónico “s-04”, representa la diagramación espacial de cada nivel y su interrelación.

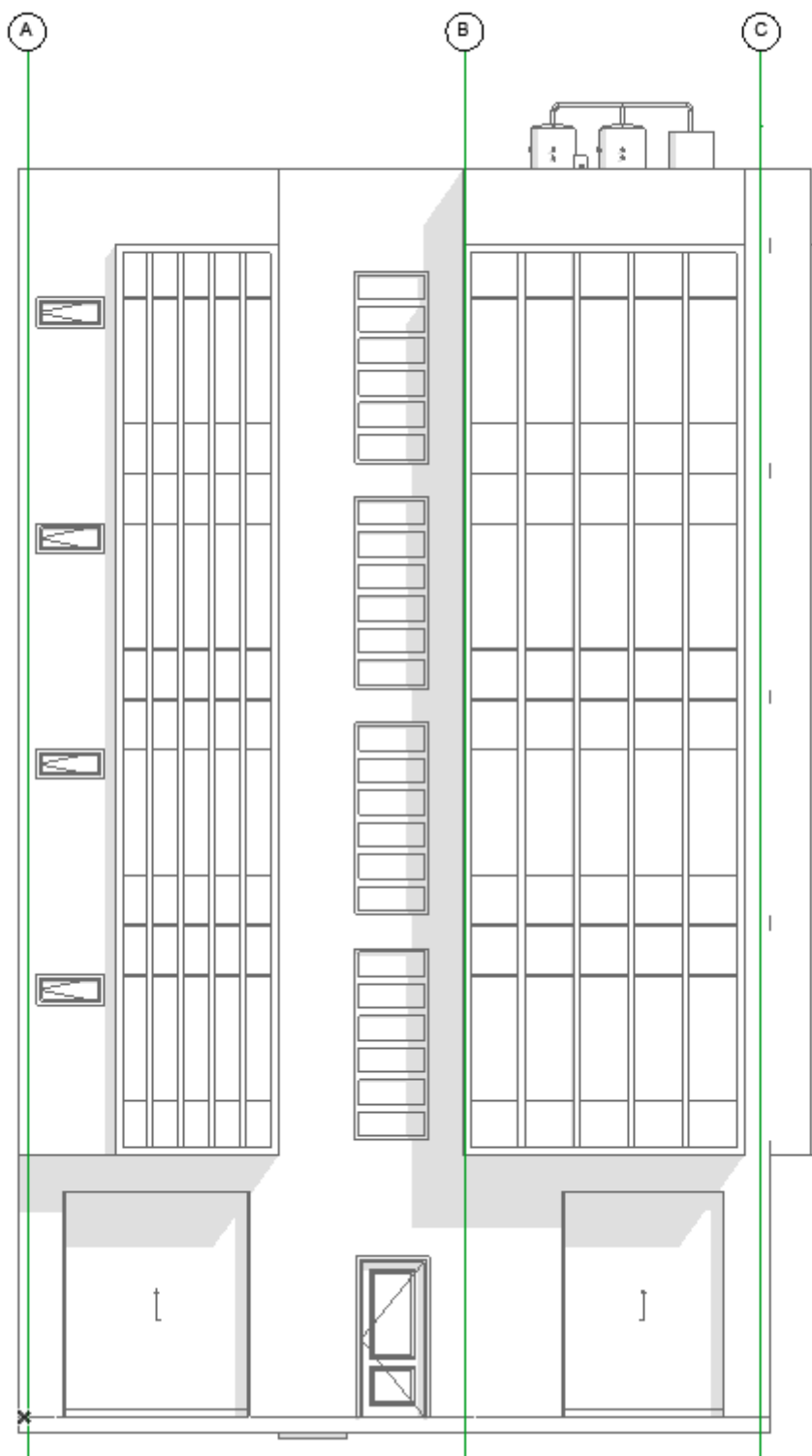
Ilustración 12: Corte arquitectónico transversal



Corte arquitectónico "s-05"

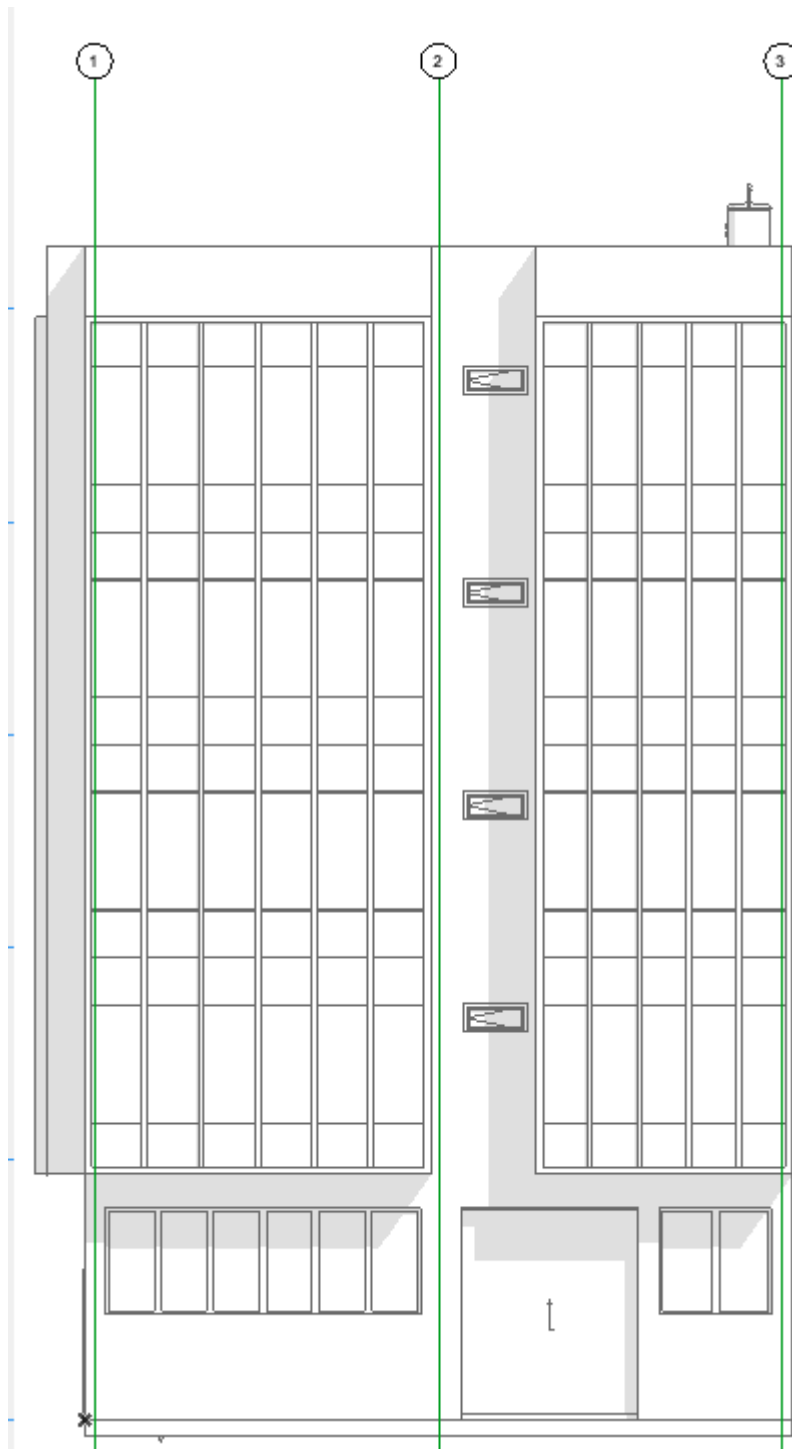
## Elevaciones arquitectónicas

Ilustración 13: Elevación arquitectónica frontal (Jr. Huancayo)



Fachada frontal

Ilustración 14: Elevación arquitectónica lateral (Jr. Huaraz)



Fachada lateral

Como se observa la edificación cuenta con una forma regular además de utilizar muros cortina en las fachadas lo cual aminora las cargas por tabiquería que actuaran sobre los elementos estructurales, además de contar con unas a escaleras que sirven de circulación vertical entre todos los niveles.

*Tabla 3: Cuadro de alturas por piso y profundidad de cimentación*

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
5	Forjado 5	5	Forjado 5	3.00	15.18
4	Forjado 4	4	Forjado 4	3.00	12.18
3	Forjado 3	3	Forjado 3	3.00	9.18
2	Forjado 2	2	Forjado 2	3.00	6.18
1	Forjado 1	1	Forjado 1	4.68	3.18
0	Cimentación				-1.50

### **Parámetros utilizados para la estructuración**

- **Simplicidad y regularidad de las formas:** Cuanto más simple y regular se la forma, mejor será su estabilidad en los diferentes sentidos, se recomienda utilizar formas ortogonales
- **Resistencia Multidireccional:** La forma planteada debe presentar resistencia sísmica en múltiples direcciones, para garantizar su durabilidad y la seguridad de los ocupantes futuros.
- **Uniformidad y continuidad:** Cuantos menos vuelcos de forma tenga la estructura, mayor será la sujeción entre sus componentes.
- **Rigidez lateral:** contribuye a que la estructura sea resistente a deformaciones por fuerzas sísmicas horizontales.
- **Losas aligeradas unidas mediante un diafragma rígido:** Distribuye de manera uniforme las cargas de la edificación, de esta manera todos los puntos de la estructura poseerán el mismo desplazamiento

## Predimensionamiento de los elementos estructurales

**Losas aligeradas unidireccionales:** El peralte de estas está en función de la capacidad del concreto y la luz menor que posea esta

$$h = \frac{LL}{25} \quad \text{Para } S/C < 300 \text{ a } 350 \text{kgf/m}^2$$

$$h = \frac{LL}{30} \quad \text{Para } S/C > 300 \text{ a } 350 \text{kgf/m}^2$$

Donde:

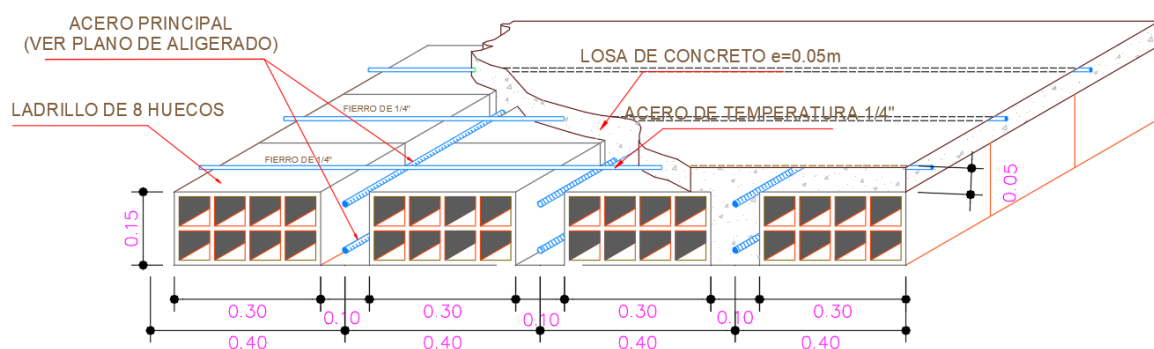
h= Espesor de losa aligerada.

LL= Luz libre

Para el edificio en estudio se tiene lo siguiente:

LL 4.85m, por lo tanto, se tiene:  $4.85/25 = 0.194$  m, por lo que se requerida una con un peralte de 20 cm. Componiéndose esta misma por una aligerante de 15 cm de espesor, que en este caso serán ladrillos huecos de techo y una cubierta de 5 cm de concreto 210.

Ilustración 15: Corte típico de losa aligerada con ladrillos huecos



## Predimensionamiento de vigas

Al igual que con la losa aligerada, esta se calcula a partir de su luz o la distancia entre columnas, según la norma técnica podemos usar la siguiente formulas:



$$h = \frac{LL}{10}; \frac{LL}{12}$$

El proyecto estar orientado al uso residencial, por lo que usaremos el mayor denominador, y este presenta las siguientes luces, 4.85m, 5.61m y 4.09m, por lo que los peraltes serán 0.40m, 0.50m y 0.35m respectivamente, estos deberán ser mayorados según criterios matemáticos.

Además, la base de las vigas es la media del peralte, por lo tanto, todas las vigas tendrán una base de 0.25m, que además es la longitud mínima establecida por el RNE

### **Predimensionamiento de columnas**

Para el predimensionamiento de columnas es necesario también seguir la normativa del RNE, para lo cual usaremos las siguiente formulas, según sea el caso:

$$\text{Area de Columna} = \frac{P_{servicio}}{0.45 f'c} \text{ Para columnas en centro}$$

$$\text{Area de Columna} = \frac{P_{servicio}}{0.35 f'c} \text{ Para columnas en esquina o medianeras}$$

Donde:

$$P_{servicio} = P * A * N$$

P= Categoría de las edificaciones – ver tabla N 5, E-030 pg. 13 A= Área tributaria

N= Número de pisos

f'c= Esfuerzo a la compresión del concreto

De este modo obteniéndose columnas de las siguientes medidas:

C1 = 30 cm x 60 cm

C2 = 30 cm x 60 cm

C3 = 30 cm x 50 cm

C4 = 30 cm x 50 cm

Se realizaron aproximaciones mayorando las secciones requeridas.

### **Cargas aplicadas a la estructura de la edificación**

Estas provienen del metrado respectivo de cada uno de los componentes de la estructura, obtenidas por cálculos de volumetría en función de la densidad de cada agregado.

**Pesos unitarios de los diferentes materiales en cuanto a *cargas muertas*:**

Concreto armado	: 2400 kg/m <sup>3</sup>
Aligerados (h=20 cm)	: 300 kg/ m <sup>2</sup>
Piso terminado (Acab. y tab.)	: 200 kg/m <sup>2</sup>

Se emplea las cargas según la Norma E.0.20 en cuanto a *cargas vivas*:

v viviendas	: 200 kg/m <sup>2</sup>
Azotea	: 100 kg/ m <sup>2</sup>
Corredores y escaleras	: 200 kg/m <sup>2</sup>

### **Metrado de losa aligerada unidireccional**

- CM

PESO PROPIO	: 300 kg/m <sup>2</sup> * 0.40m = 120 kg/m
PISO TERMINADO	: 200 kg/m <sup>2</sup> * 0.40m = 80 kg/m
CM TOTAL	: 200 kg/m

- Cv

S/C	: 200 kg/m <sup>2</sup> * 0.40m = 80 kg/m
Cv TOTAL	: 80 kg/m <sup>2</sup>

A esto se le debe agregar un factor que determine el peso total a cargas ultimas de servicio, que según el RNE en su norma E 0.60 sugiere adicionarle coeficientes, obteniéndose lo siguiente:

$$1.4CM + 1.7CV = 416 \text{ kg/m}^2$$

### **Metrado de vigas estructurales de concreto armado**

#### **CARGA MUERTA (CM)**

$$\text{PESO PROPIO LOSA} : 300 \text{ kg/m}^2 * 3.38\text{m} = 1014 \text{ kg/m}$$

$$\text{PESO PROPIO v IGA} : 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.25\text{m} * 0.50\text{m} = 300 \text{ kg/m}$$

$$\text{PISO TERMINADO} : 200 \text{ kg/m}^2 * 3.38\text{m} = 676 \text{ kg/m}$$

$$\text{CM TOTAL} : 1990 \text{ kg/m}$$

#### **CARGA v Iv A (Cv)**

$$\text{S/C} : 200 \text{ kg/m}^2 * 3.38\text{m} = 676 \text{ kg/m}$$

$$\text{Cv TOTAL} : 676 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CU} : 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ Cv} = 3935 \text{ kg/m}$$

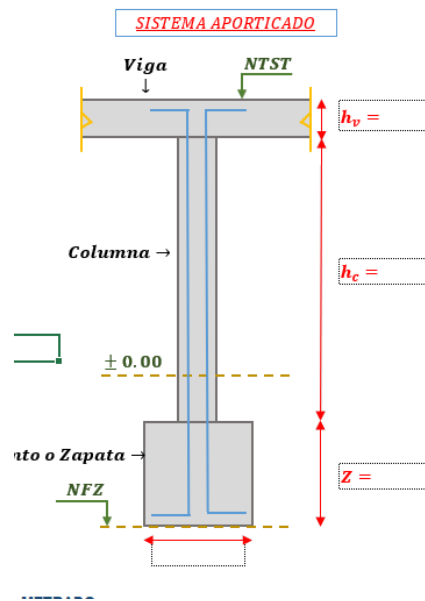
A esto también se le agrega los coeficientes de carga ultima de servicio estipulada por la norma E 0.60.

### **Metrado de columnas estructurales de concreto armado**

Se calcula utilizando la sección que esta posee y su altura, multiplicándolo por su densidad.

Asignándoles carlas ultimas de servicio según la normativa peruana

Ilustración 16: Metrado de columnas



**Análisis sísmico**

**Configuración sísmica espectral para el concreto armado según la zona estudiada según la norma E 0.30 del RNE**

Ilustración 17: Mapa sísmico espectral del Perú norma E 0.30 2018

**ESPECTRO DE SISMO SEGÚN NORMA E-030 2018**

Z= 0.35  
U= 1.00  
C= 1.00  
S= 1.00  
R= 8

	TP	T	TL
S1	0.4		2.5

ZONAS SÍSMICAS

SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

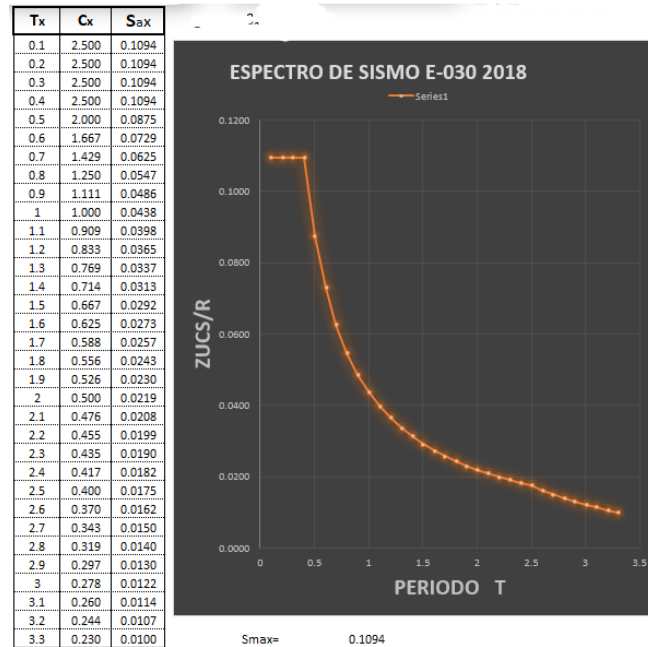
$I < T_p \quad C = 2,5$   
 $T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$   
 $T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

T <sub>x</sub>	C <sub>x</sub>	S <sub>aX</sub>
----------------	----------------	-----------------

Donde:  $S_a = \frac{ZUCS}{R}$

**Pseudo aceleraciones para edificaciones de concreto armado utilizando el sistema a porticado según la norma E 0.30 del RNE**

*Ilustración 18: Espectro de pseudo aceleraciones sísmicas*

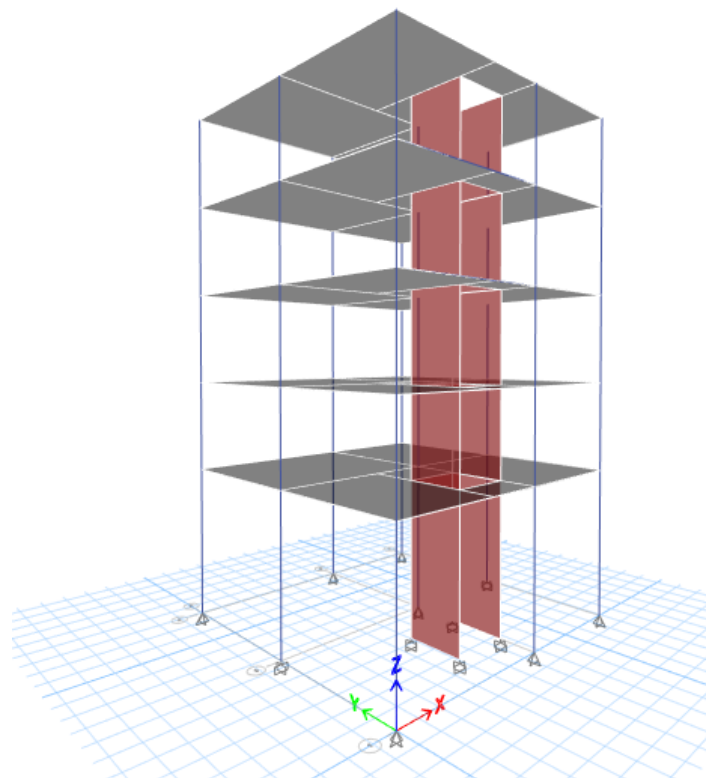


Mediante cálculos del programa ETABS se llegó a obtener un periodo real de la edificación según su participación de masas, ya que la proporcionada por la norma se basa únicamente en la altura de los edificios, y estos pueden variar, lo cual no asegura un adecuado desempeño del proyecto ante situaciones críticas.

Ilustración 19: Análisis modal por participación de masas

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.756	0.0108	0.0007	0	0.0108	0.0007	0	0.0005
Modal	2	0.444	0.7053	0.0912	0	0.7161	0.0919	0	0.0315
Modal	3	0.433	0.0894	0.7081	0	0.8056	0.7999	0	0.2397
Modal	4	0.208	0.0001	0.0011	0	0.8057	0.8011	0	0.0002
Modal	5	0.114	0.1428	0.0084	0	0.9485	0.8094	0	0.0292
Modal	6	0.111	0.009	0.1359	0	0.9575	0.9454	0	0.5009
Modal	7	0.1	0.0004	0.0038	0	0.9579	0.9492	0	0.0133
Modal	8	0.059	0.0001	3.213E-05	0	0.958	0.9492	0	0.0002
Modal	9	0.053	0.025	0.0001	0	0.9829	0.9493	0	0.0002
Modal	10	0.049	4.457E-05	0.0296	0	0.983	0.9788	0	0.0917
Modal	11	0.041	5.361E-06	0	0	0.983	0.9788	0	0
Modal	12	0.039	0.0001	3.446E-05	0	0.9831	0.9789	0	0.0002

Ilustración 20: Diagrama de la estructura en el programa ETABS v.19



Se realizaron los cálculos usando los periodos de vibración mayores para asegurar un correcto desempeño.

### Cálculo de la ampliación sísmica

Se realiza una vez calculada los periodos de vibración reales según la participación de masas.

#### CALCULO DE AMPLIFICACION SISMICA "C"

#### Factor de Amplificación Sísmica (C)

$T < T_P$	$C = 2,5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

$T_x = 0.756$	----->	<b><math>C_x = 1.323</math></b>
$T_y = 0.444$	----->	<b><math>C_y = 2.252</math></b>

EN ETABS

COEF. CORTANTE

$V_{x=ZUSC_x/R} = 0.0579$

$V_{y=ZUSC_y/R} = 0.0985$

REPARTIR EN CADA PISO

$K_x = 1.1280$

$K_y = 1.0000$

$F_i = \alpha_i \cdot V$

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

$T \leq 0.5$	----->	$k=1.0$
$T \geq 0.5$	----->	$k=0.75+0.5T \leq 2.0$

## Verificación de irregularidad torsional

Una vez simulado los sismos dinámicos en X y Y, se comprobó que la torción de la edificación está por debajo del límite permitido.

SIN IRREGULARIDAD TORSIONAL  
 $1.3(\Delta_{prome}) > \Delta_{max}$

### EN X-X

$$X1 = 3.919$$

$$X2 = 4.296$$

$$X_{max} = 4.296$$

$X_{max} >$

$$1.3(\Delta_{prome}) =$$

$$5.3398$$

-----> **Ok! no hay torsion XX**

Página 2

### EN Y-Y

$$Y1 = 6.163$$

$$Y2 = 5.375$$

$$Y_{max} = 6.163$$

$Y_{max} >$

$$1.3(\Delta_{prome}) =$$

$$7.4997$$

-----> **Ok! no hay torsion YY**

## Cálculo de la cortante dinámica en función del factor de amplificación

El presente proyecto al tratarse de una edificación regular requiere que la cortante estática sea mayor igual que el 80% de la cortante dinámica.



**FACTOR DE AMPLIFICACION (CORTANTE DINAMICA)**

NTE 030

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$  -----> REGULAR

$V_{din} \geq 90\% V_{est}$  -----> IRREGULAR

EN X-X

Load Case/Combo	FX	IRREG	$V_{din} \geq 80\% V_{est}$	F <sub>aX</sub>
Vest= SeX	23.0200	80%	OK!!	0.7273
Vdin= SX Max	25.3200			-27%

EN Y-Y

Load Case/Combo	FY	IRREG	$V_{din} \geq 80\% V_{est}$	F <sub>aY</sub>
Vest= SeY	20.2100	80%	OK!!	0.7583
Vdin= SY Max	21.3200			-24%

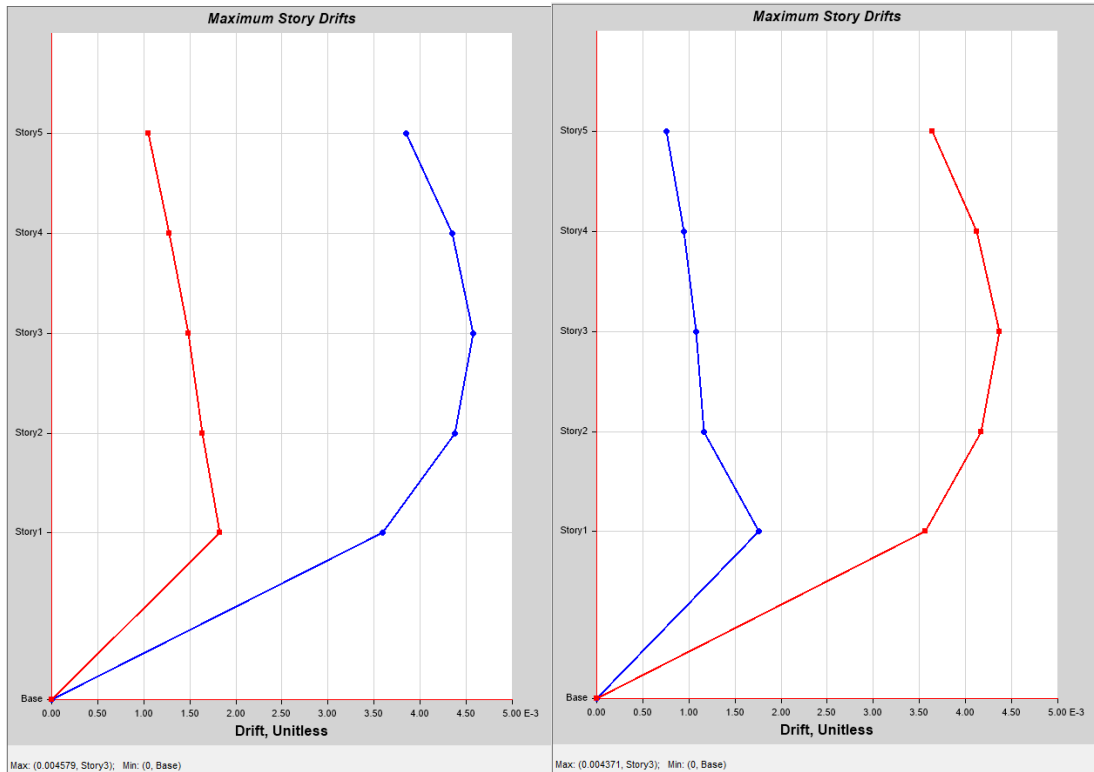
**Derivas de piso permisibles para el sistema a porticado en concreto armado según la norma E 0.30 del RNE.**

Representan el desplazamiento máximo que tiene la estructura en función de la altura de esta misma, para el trabajo de investigación, se solicita que no debe exceder en 0.007 en ambas direcciones X y Y.

Tabla 4: Límites para la torción de entrepiso según sistema utilizado

Material Predominante	( $\Delta_x / h_{px}$ )
Concreto Armado SISMO X	0,007
Acero	0,010
Albañilería SISMO Y	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Ilustración 21: Deriva de entropiso "X-X" y "Y-Y"



$$\left(\frac{\Delta}{H}\right)_{max}^x =$$

DX= 0.0045

OK !!

CUMPLE LA RIGIDEZ EN XX!!

$$\left(\frac{\Delta}{H}\right)_{max}^y =$$

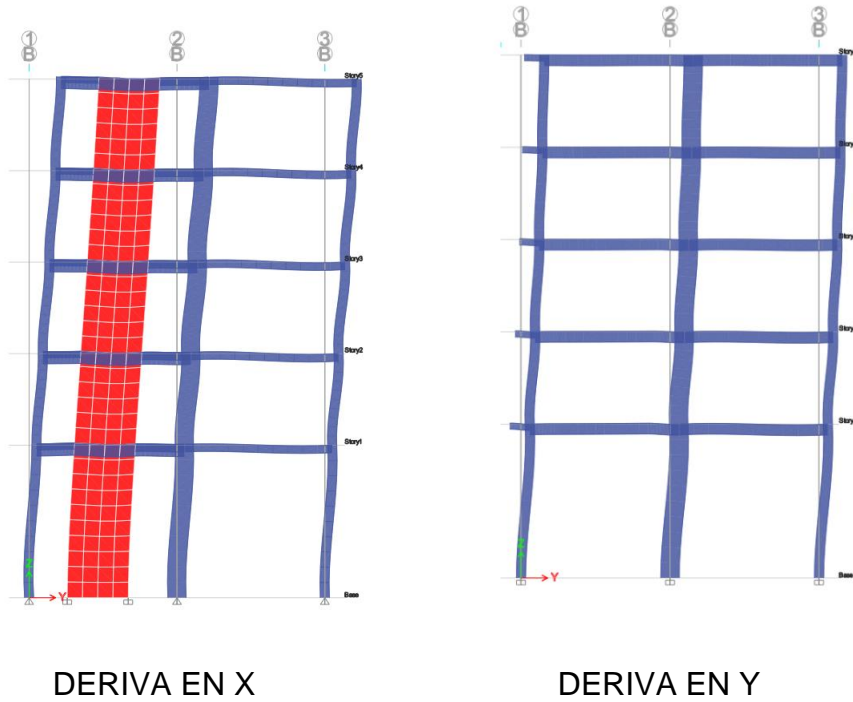
DY= 0.0043

OK !!

CUMPLE LA RIGIDEZ EN YY!!

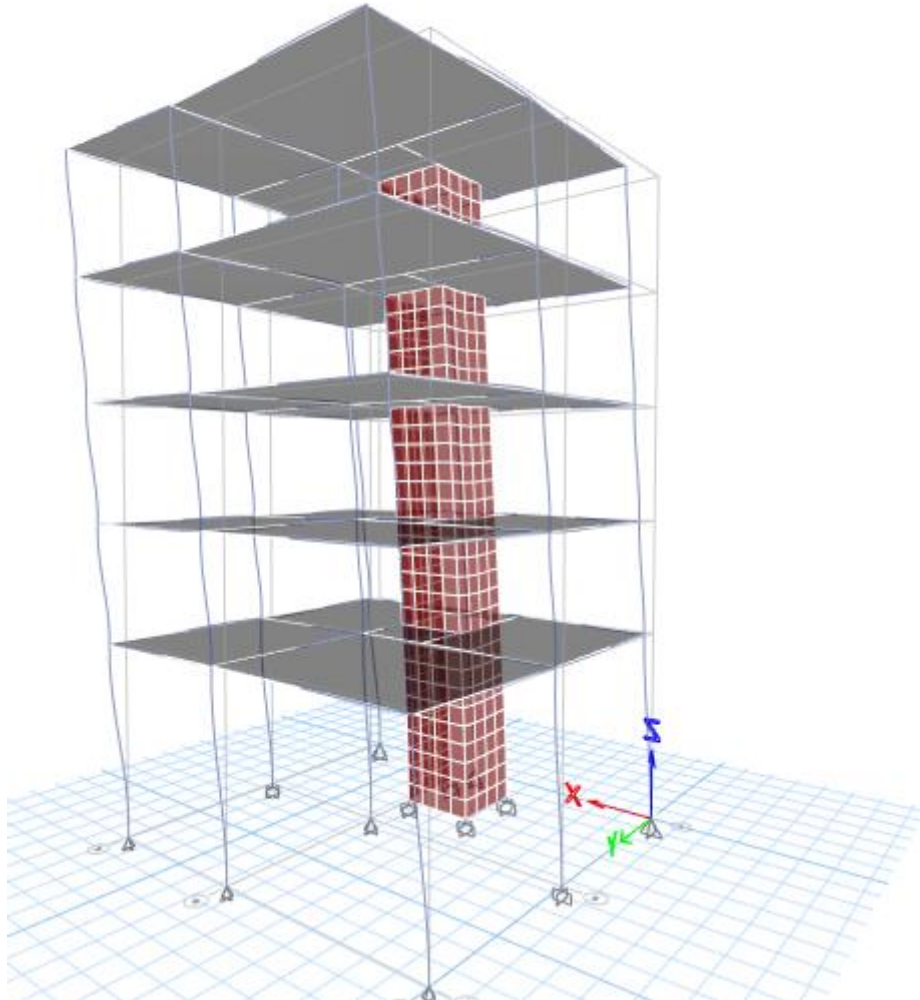
Como se puede observar es el segundo nivel el que cuenta con valores mayores de derivas de entropiso, pero, aun así, está dentro de lo permisible estipulado por la norma en cuestión que trata de diseño sísmico.

Ilustración 22: Derivas gráficas de entrepiso



Simulación elaborada en el software ETABS, utilizando la tabla de cargas y mitrados reales aplicados a cada elemento estructural que compone la edificación

*Ilustración 23: Derivas 3d*



### **Diseño de los elementos estructurales**

Una vez solucionado todos los criterios sísmicos para la correcta configuración de los elementos estructurales, se procede a diseñar cada elemento según las necesidades requeridas.

El concreto armado consta de hormigón y acero que se repenan a con presión, tensión y torción, según corresponda.

## Diseño de losa aligerada unidireccional

Se calcula en función de las cargas ultimas de servicio, y el armado de acero ira en función de los momentos máximos

Ilustración 24: Momentos y cortantes en viguetas



## Ladrillo hueco para los aligerada

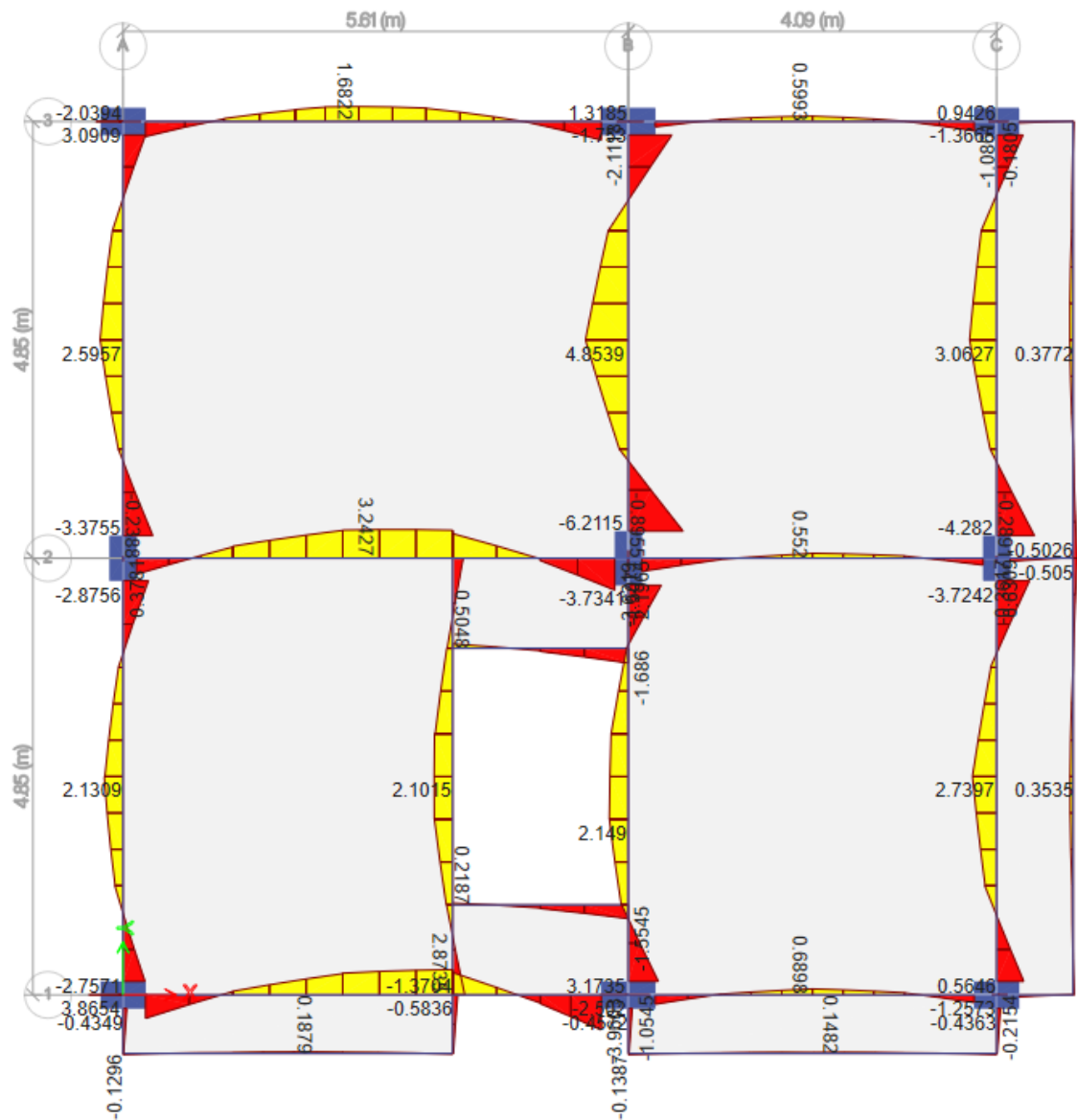
Tabla 5: Calculo de cantidad de ladrillos huecos de techo 30 x 30 x 15

Grupo: TODOS LOS NIVELES				
Tipo de forjado	Superficie (m <sup>2</sup> )	Bovedillas		
		Material	Dimensiones	Cantidad (+5%)
losa 20 cm	89.24	Cerámica	30x30x15	781

Por lo que la cantidad total se multiplica por 5, obteniéndose así, un requerimiento de 3905 ladrillos de techo, todo esto incluye el excedente de 5%

### Diagrama de vigas

Ilustración 25: Diagrama de vigas



# Diagrama de columnas

Ilustración 26: Diagrama de columnas

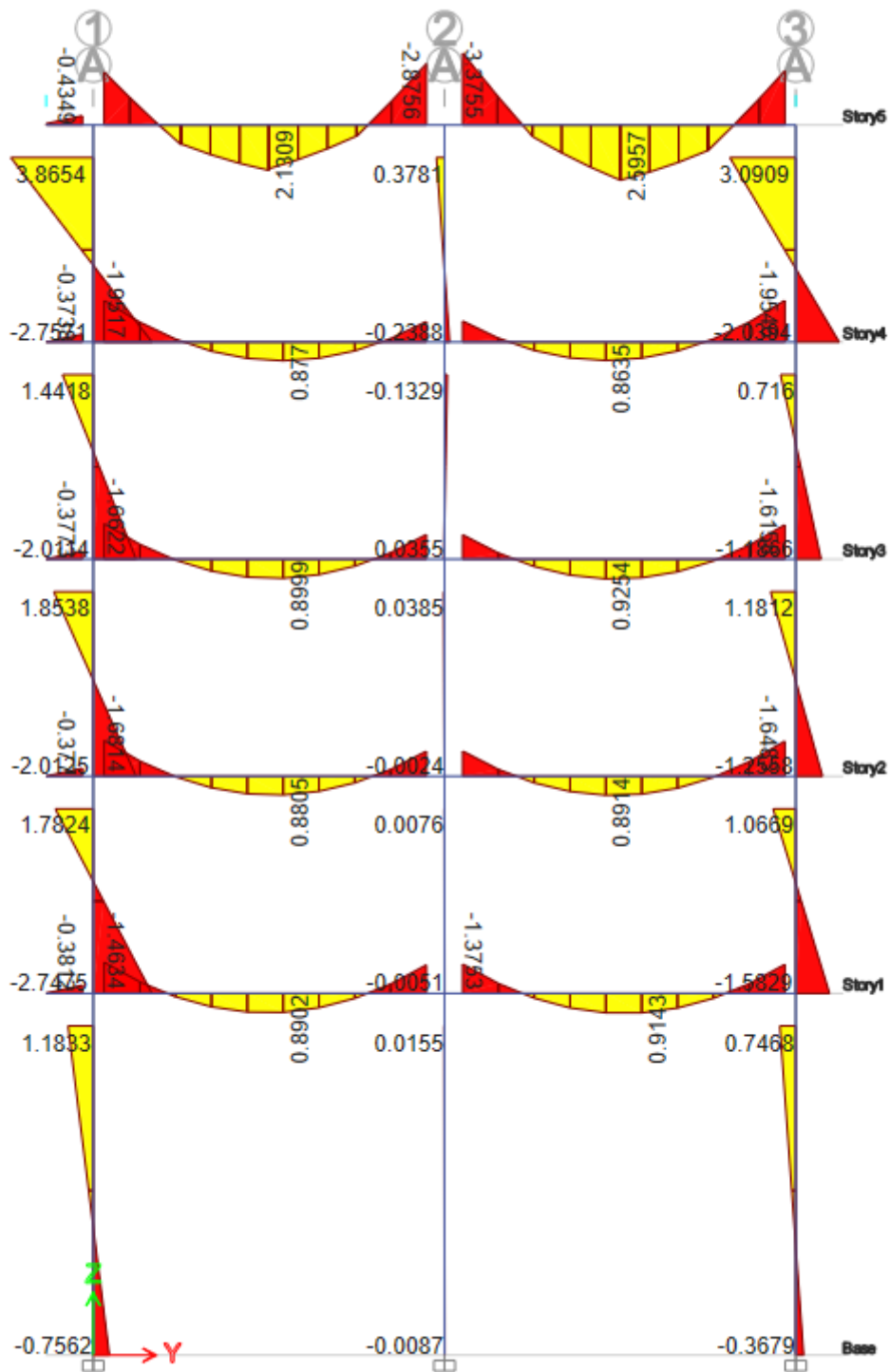
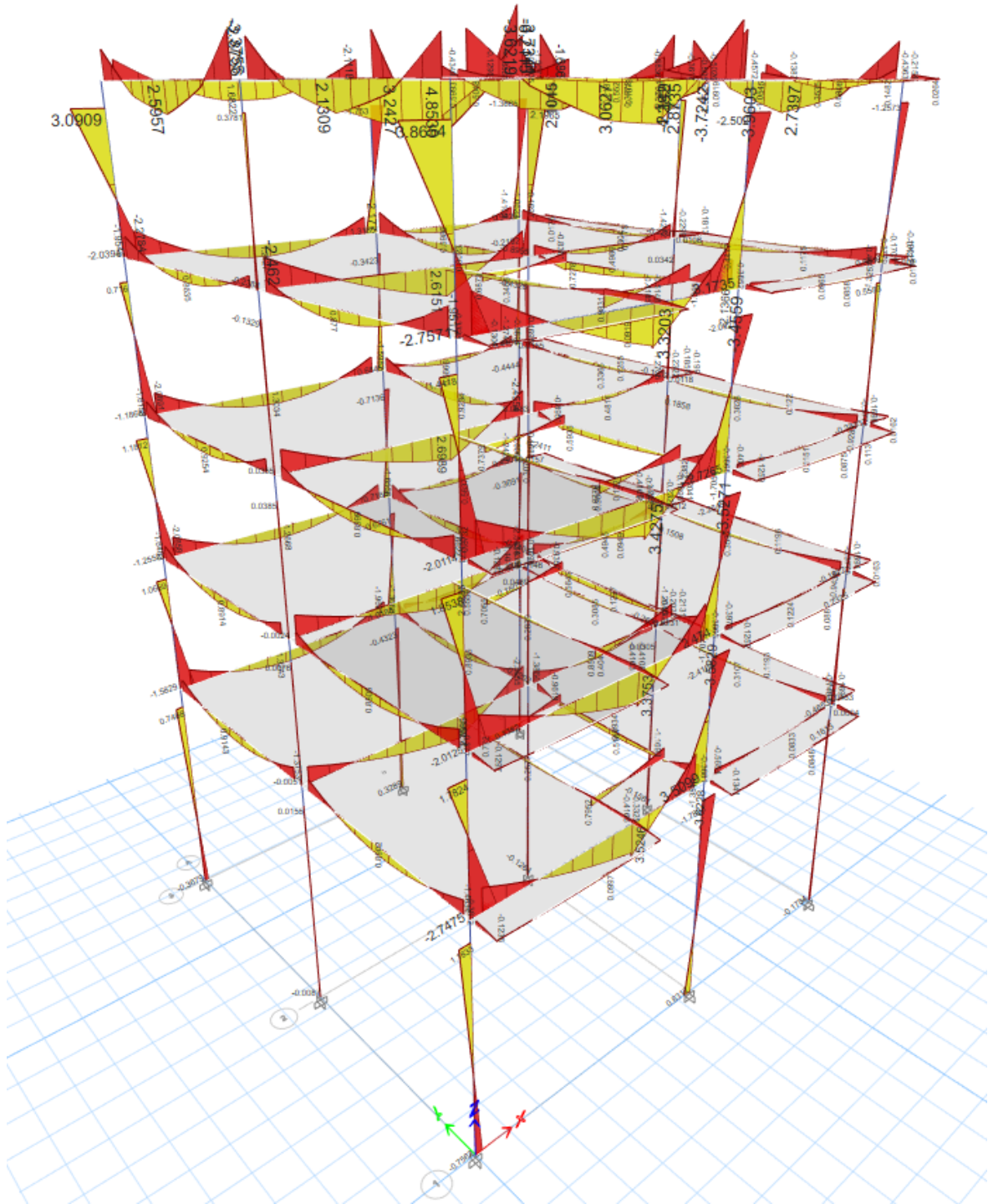


Ilustración 27: Diagrama unificado de vigas y columnas





Superficie total: 547.80 m<sup>2</sup>

Superficie total forjados: 446.20 m<sup>2</sup>

Viguetas: 446.20 m<sup>2</sup>

Superficie en planta de vigas, zunchos y muros: 94.40 m<sup>2</sup>

Superficie lateral de vigas, zunchos y muros: 168.65 m<sup>2</sup>

Hormigón total en vigas: 37.40 m<sup>3</sup>

Vigas: 37.40 m<sup>3</sup>

Volumen total forjados: 39.15 m<sup>3</sup>

Viguetas: 39.15 m<sup>3</sup>

## Desplazamiento de pilares

Tabla 6: Desplazamiento de pilares

Situaciones persistentes o transitorias					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
C1	Forjado 5	14.93	0.72	0.13	0.57
	Forjado 4	11.93	0.53	0.09	0.54
	Forjado 3	8.93	0.39	0.08	0.48
	Forjado 2	5.93	0.25	0.07	0.39
	Forjado 1	2.93	0.12	0.04	0.26
	Cimentación	-1.50	0.00	0.00	0.00
C2	Forjado 5	14.93	0.72	0.14	0.93
	Forjado 4	11.93	0.53	0.10	0.89
	Forjado 3	8.93	0.39	0.09	0.79
	Forjado 2	5.93	0.25	0.08	0.64
	Forjado 1	2.93	0.12	0.05	0.43
	Cimentación	-1.50	0.00	0.00	0.00
C3	Forjado 5	14.98	0.72	0.14	0.53

<b>Situaciones persistentes o transitorias</b>					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
	Forjado 4	11.98	0.53	0.11	0.50
	Forjado 3	8.98	0.39	0.09	0.44
	Forjado 2	5.98	0.25	0.08	0.36
	Forjado 1	2.98	0.12	0.05	0.24
	Cimentación	-1.50	0.00	0.00	0.00
C4	Forjado 5	14.93	0.73	0.13	1.06
	Forjado 4	11.93	0.54	0.09	1.01
	Forjado 3	8.93	0.40	0.08	0.90
	Forjado 2	5.93	0.26	0.07	0.72
	Forjado 1	2.93	0.12	0.04	0.49
	Cimentación	-1.50	0.00	0.00	0.00
C5	Forjado 5	14.93	0.74	0.13	0.53
	Forjado 4	11.93	0.55	0.09	0.50
	Forjado 3	8.93	0.41	0.08	0.45
	Forjado 2	5.93	0.27	0.07	0.36
	Forjado 1	2.93	0.12	0.04	0.24
	Cimentación	-1.50	0.00	0.00	0.00
C6	Forjado 5	14.98	0.73	0.14	0.89
	Forjado 4	11.98	0.54	0.11	0.84
	Forjado 3	8.98	0.40	0.09	0.75
	Forjado 2	5.98	0.26	0.08	0.60
	Forjado 1	2.98	0.12	0.05	0.40
	Cimentación	-1.50	0.00	0.00	0.00
C7	Forjado 5	14.98	0.74	0.14	0.51
	Forjado 4	11.98	0.55	0.11	0.49
	Forjado 3	8.98	0.41	0.09	0.44
	Forjado 2	5.98	0.27	0.08	0.35
	Forjado 1	2.98	0.12	0.05	0.24
	Cimentación	-1.50	0.00	0.00	0.00
C8	Forjado 5	14.93	0.74	0.14	0.69
	Forjado 4	11.93	0.55	0.10	0.66
	Forjado 3	8.93	0.41	0.09	0.58

Situaciones persistentes o transitorias					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
	Forjado 2	5.93	0.27	0.08	0.47
	Forjado 1	2.93	0.12	0.05	0.31
	Cimentación	-1.50	0.00	0.00	0.00
C9	Forjado 5	14.93	0.73	0.14	1.29
	Forjado 4	11.93	0.54	0.10	1.23
	Forjado 3	8.93	0.40	0.09	1.09
	Forjado 2	5.93	0.26	0.08	0.88
	Forjado 1	2.93	0.12	0.05	0.59
	Cimentación	-1.50	0.00	0.00	0.00

## Esfuerzo de arranque en pilares

Tabla 7: Esfuerzo de arranque en pilares

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
C1	Peso propio	23.53	0.37	0.07	0.27	0.04	0.00
	Cargas muertas	11.65	0.21	-0.01	0.15	-0.01	0.00
	Sobrecarga de uso	6.87	0.16	0.02	0.12	0.01	-0.00
C2	Peso propio	42.65	-0.52	0.26	-0.31	0.16	0.00
	Cargas muertas	24.28	-0.30	0.12	-0.18	0.08	0.00
	Sobrecarga de uso	14.54	-0.28	0.14	-0.15	0.09	-0.00
C3	Peso propio	22.25	-0.05	0.26	-0.01	0.17	0.00
	Cargas muertas	8.43	-0.00	0.14	0.01	0.09	0.00
	Sobrecarga de uso	7.19	-0.02	0.15	0.00	0.10	-0.00

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
C4	Peso propio	36.22	0.72	0.04	0.48	0.01	0.00
	Cargas muertas	27.06	0.39	0.01	0.26	0.01	0.00
	Sobrecarga de uso	14.01	0.43	0.02	0.29	0.01	-0.00
C5	Peso propio	19.39	0.28	-0.08	0.22	-0.06	0.00
	Cargas muertas	13.94	0.11	-0.00	0.08	-0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	5.20	0.14	-0.02	0.11	-0.01	-0.00
C6	Peso propio	33.45	0.00	0.06	0.01	0.03	0.00
	Cargas muertas	16.72	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00
	Sobrecarga de uso	12.80	0.01	0.03	0.01	0.01	-0.00
C7	Peso propio	20.52	-0.07	-0.28	-0.02	-0.19	0.00
	Cargas muertas	10.15	0.00	-0.16	0.01	-0.10	0.00
	Sobrecarga de uso	6.52	-0.03	-0.16	-0.00	-0.11	-0.00
C8	Peso propio	29.38	-0.43	-0.22	-0.24	-0.15	0.00
	Cargas muertas	21.31	-0.21	-0.10	-0.12	-0.06	0.00
	Sobrecarga de uso	9.59	-0.25	-0.12	-0.14	-0.08	-0.00
C9	Peso propio	53.06	-0.61	0.01	-0.39	-0.02	0.00
	Cargas muertas	37.94	-0.35	-0.02	-0.22	-0.01	0.00
	Sobrecarga de uso	21.34	-0.37	0.00	-0.24	-0.01	-0.00

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
C1	Forjado 5	50x30	12.18/14.68	Peso propio	4.34	1.22	0.22	0.92	0.16	0.00	-	-	-	-	-	-
				Cargas muertas	2.24	0.61	0.26	0.46	0.13	-	3.41	1.07	0.17	0.92	0.16	0.00
				Sobrecarga de uso	0.74	0.45	0.05	0.28	0.04	0.00	0.74	0.54	0.07	0.28	0.04	0.00
	Forjado 4	50x30	9.18/11.68	Peso propio	9.04	1.02	0.18	0.78	0.14	0.00	-	-	-	-	-	-
				Cargas muertas	4.87	0.55	0.38	0.42	0.32	0.00	8.10	0.94	0.16	0.78	0.14	0.00
				Sobrecarga de uso	2.30	0.50	0.05	0.40	0.04	0.00	4.87	0.51	0.42	0.42	0.32	-

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
	Forjado 3	50x30	6.18/8.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	13.7 1 7.50 3.84	0.97 0.50 0.43	0.16 0.38 0.04	0.82 0.42 0.36	0.13 0.29 0.03	0.00 0.00 - 0.00	12.7 7 7.50 3.84	1.07 - 0.55 - 0.47	0.17 - 0.34 - 0.04	0.82 0.42 0.36	0.13 0.29 0.03	0.00 0.00 - 0.00
	Forjado 2	50x30	3.18/5.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	18.3 6 10.0 9 5.38	1.33 0.72 0.61	0.21 0.15 0.05	0.96 0.51 0.44	0.15 0.19 0.04	0.00 0.00 - 0.00	17.4 3 10.0 9 5.38	1.06 - 0.55 - 0.49	0.18 - 0.31 - 0.04	0.96 0.51 0.44	0.15 0.19 0.04	0.00 0.00 - 0.00
	Forjado 1	50x30	-1.50/2.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	23.5 3 11.6 5 6.87	0.37 0.21 0.16	0.07 - 0.01 0.02	0.27 0.15 0.12	0.04 - 0.01 0.01	0.00 0.00 - 0.00	21.9 7 11.6 5 6.87	0.76 - 0.41 - 0.36	0.10 0.02 - 0.02	0.27 0.15 0.12	0.04 - 0.01 0.01	0.00 0.00 - 0.00
C2	Forjado 5	60x30	12.18/14.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	7.70 4.08 1.68 0.49	1.40 - 0.87 - 0.49	1.13 0.93 0.49	1.00 - 0.63 0.32	0.80 0.57 0.32	0.00 - 0.00 0.00	6.57 4.08 1.68	1.10 0.71 0.30	0.86 - 0.49 0.31	1.00 - 0.63 0.32	0.80 0.57 0.32	0.00 - 0.00 0.00
	Forjado 4	60x30	9.18/11.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	16.5 4 9.67 5.04 0.56	1.06 - 0.55 - 0.56	1.00 1.10 0.53	0.79 - 0.39 0.43 0.45	0.79 0.91 0.43	0.00 0.00 - 0.00	15.4 2 9.67 5.04	0.91 0.43 0.57	0.97 - 1.16 - 0.54	0.79 - 0.39 0.43	0.79 0.91 0.43	0.00 0.00 - 0.00
	Forjado 3	60x30	6.18/8.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	25.4 3 15.3 1 8.40 0.48	1.00 - 0.53 - 0.48	1.02 1.12 0.51	0.85 - 0.46 0.41 0.40	0.82 0.87 0.41	0.00 0.00 - 0.00	24.3 0 15.3 1 8.40	1.12 0.62 0.52	1.03 - 1.06 - 0.51	0.85 - 0.46 0.41	0.82 0.87 0.41	0.00 0.00 - 0.00
	Forjado 2	60x30	3.18/5.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	34.3 2 20.9 3 11.7 7	1.47 - 0.84 - 0.74	1.03 0.81 0.54	1.04 - 0.58 0.42	0.82 0.73 0.42	0.00 0.00 - 0.00	33.1 9 20.9 3 11.7 7	1.13 0.62 0.56	1.02 - 1.03 - 0.52	1.04 - 0.58 0.42	0.82 0.73 0.42	0.00 0.00 - 0.00
	Forjado 1	60x30	-1.50/2.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	42.6 5 24.2 8 14.5 4	0.52 - 0.30 - 0.28	0.26 0.12 0.14	0.31 0.18 0.15	0.16 0.08 0.09	0.00 0.00 - 0.00	40.7 7 24.2 8 14.5 4	0.78 0.47 0.37	0.42 - 0.20 - 0.23	0.31 - 0.18 0.15	0.16 0.08 0.09	0.00 0.00 - 0.00

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
C3	Forjado 5	50x30	12.18/14.78	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	4.06 2.44 0.76	- 0.16 0.02	- 0.77 0.35	- 0.08 0.02	0.53 0.30 0.21	- 0.00 0.00	3.08 2.44 0.76	0.05 - 0.10	0.61 - 0.35	- 0.08 0.03	0.53 0.30 0.21	- 0.00 0.00
	Forjado 4	50x30	9.18/11.78	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	8.53 3.99 2.38	- 0.11 0.05	- 0.70 0.43	- 0.08 0.04	0.53 0.27 0.33	0.00 0.00 0.00	7.56 3.99 2.38	0.11 0.07 0.01	0.68 - 0.34	0.08 - 0.04	0.53 0.27 0.33	0.00 0.00 0.00
	Forjado 3	50x30	6.18/8.78	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	12.9 4 5.50 4.01	0.09 - 0.02 0.01	0.65 0.34 0.37	0.07 - 0.02 0.01	0.52 0.27 0.29	0.00 0.00 0.00	11.9 6 5.50 4.01	0.09 0.02 0.01	0.69 - 0.36 0.39	0.07 - 0.02 0.01	0.52 0.27 0.29	0.00 0.00 0.00
	Forjado 2	50x30	3.18/5.78	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	17.3 5 7.00 5.64	- 0.08 0.01 0.00	0.89 0.47 0.52	0.06 - 0.00 0.00	0.63 0.33 0.37	0.00 0.00 0.00	16.3 8 7.00 5.64	0.09 0.02 0.01	0.74 - 0.39 0.43	0.06 - 0.00 0.00	0.63 0.33 0.37	0.00 0.00 0.00
	Forjado 1	50x30	-1.50/2.78	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	22.2 5 8.43 7.19	0.05 - 0.00 0.02	0.26 0.14 0.15	- 0.01 0.01 0.00	0.17 0.09 0.10	0.00 0.00 0.00	20.6 4 8.43 7.19	0.01 - 0.03 0.03	0.45 - 0.25 0.26	- 0.01 0.01 0.00	0.17 0.09 0.10	0.00 0.00 0.00
C4	Forjado 5	30x50	12.18/14.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	6.90 5.16 1.46	2.11 1.79 0.97	0.06 0.11 0.02	1.49 1.30 0.59	0.04 0.10 0.01	0.00 0.00 0.00	5.96 5.16 1.46	1.62 1.46 0.51	0.04 0.13 0.01	1.49 1.30 0.59	0.04 0.10 0.01	0.00 0.00 0.00
	Forjado 4	30x50	9.18/11.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	14.0 6 11.4 6 4.59	1.93 1.49 1.22	0.01 - 0.04 0.02	1.51 1.16 0.99	0.00 - 0.05 0.01	0.00 0.00 0.00	13.1 2 11.4 6 4.59	1.85 - 1.42 - 1.26	0.01 0.09 - 0.01	1.51 1.16 0.99	0.00 - 0.05 0.01	0.00 0.00 0.00
	Forjado 3	30x50	6.18/8.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	21.2 3 17.7 5 7.73	1.81 1.54 1.07	0.00 - 0.03 0.01	1.50 1.25 0.87	0.01 0.01 0.01	0.00 0.00 0.00	20.3 0 17.7 5 7.73	1.93 - 1.58 - 1.12	0.01 0.01 0.00 - 0.01	1.50 1.25 0.87	0.01 - 0.01 0.01	0.00 0.00 0.00

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
	Forjado 2	30x50	3.18/5.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	28.4 4 24.1 0 10.8 9	- 2.50 1.62 1.50	0.04 - 0.02 0.03	- 1.82 1.27 1.10	0.03 - 0.01 0.02	0.00 - - 0.00	27.5 0 24.1 0 10.8 9	- 2.05 - 1.55 - 1.24	- - 0.03 - - 0.02	1.82 - 1.27 1.10	0.03 - 0.01 0.02	0.00 - - - 0.00
	Forjado 1	30x50	-1.50/2.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	36.2 2 27.0 6 14.0 1	- 0.72 0.39 0.43	0.04 - 0.01 0.02	0.48 - 0.26 0.29	0.01 - 0.01 0.01	0.00 - - 0.00	34.6 5 27.0 6 14.0 1	- 1.29 - 0.70 - 0.78	- 0.02 - 0.02 - 0.01	0.48 - 0.26 0.29	0.01 - 0.01 0.01	0.00 - - - 0.00
C5	Forjado 5	50x30	12.18/14.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	3.65 3.06 0.58	0.99 1.15 0.38	0.29 - 0.39 0.08	0.77 - 0.25	0.21 - 0.26 0.05	0.00 - - 0.00	2.71 3.06 0.58	0.92 - 1.18 - 0.23	0.24 - 0.05	0.77 - 0.25	0.21 - 0.26 0.05	0.00 - - 0.00
	Forjado 4	50x30	9.18/11.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	7.46 6.31 1.75	0.74 0.68 0.41	0.26 - 0.40 0.08	0.55 - 0.33	0.20 - 0.32 0.06	0.00 - - 0.00	6.52 6.31 1.75	0.65 - 0.55 - 0.41	0.25 - 0.08	0.55 - 0.33	0.20 - 0.32 0.06	0.00 - - 0.00
	Forjado 3	50x30	6.18/8.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	11.2 5 9.58 2.91	0.73 0.84 0.36	0.24 - 0.44 - 0.07	0.62 - 0.68 0.30	0.20 - 0.34 - 0.06	0.00 - - 0.00	10.3 1 9.58 2.91	0.82 - 0.86 - 0.39	0.26 - 0.41 0.07	0.62 - 0.68 0.30	0.20 - 0.34 - 0.06	0.00 - - 0.00
	Forjado 2	50x30	3.18/5.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	15.0 4 12.8 0 4.07	1.03 0.64 0.53	0.30 - 0.22 - 0.08	0.73 - 0.55 0.38	0.22 - 0.22 - 0.06	0.00 - - 0.00	14.1 0 12.8 0 4.07	0.80 - 0.73 - 0.41	0.25 - 0.34 0.07	0.73 - 0.55 0.38	0.22 - 0.22 - 0.06	0.00 - - - 0.00
	Forjado 1	50x30	-1.50/2.68	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	19.3 9 13.9 4 5.20	0.28 0.11 0.14	0.08 - 0.00 - 0.02	0.22 - 0.08 0.11	0.06 - 0.00 - 0.01	0.00 - - 0.00	17.8 2 13.9 4 5.20	0.61 - 0.24 - 0.32	0.15 - 0.00 0.04	0.22 - 0.08 0.11	0.06 - 0.00 - 0.01	0.00 - - - 0.00
	Forjado 5	30x50	12.18/14.78	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	6.69 3.69 1.45	0.00 - 0.04 0.01	0.10 - 0.03	0.05 0.07 0.01	0.07 0.06 0.02	0.00 - 0.00 - 0.00	5.72 3.69 1.45	0.12 - 0.22 - 0.03	0.09 - 0.08 0.02	0.05 - 0.01	0.07 0.06 0.02	0.00 - - - 0.00

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
	Forjado 4	30x50	9.18/11.78	Peso propio	13.2	0.11	0.06	0.10	0.04	0.00	12.2	-	-	0.10	0.04	0.00
				Cargas muertas	0	-	-	-	-	0.00	3	0.15	0.05	-	-	0.00
				Sobrecarga de uso	7.12	0.30	0.01	0.26	0.02	-	7.12	0.38	0.04	0.26	0.02	-
					4.28	-	0.03	-	0.02	0.00	4.28	0.03	-	-	0.02	0.00
	Forjado 3	30x50	6.18/8.78	Peso propio	19.7	0.10	0.05	0.07	-	0.00	18.7	-	-	-	-	0.00
				Cargas muertas	4	-	-	-	0.04	0.00	7	0.07	0.06	0.07	0.04	0.00
				Sobrecarga de uso	10.5	0.26	0.01	0.18	-	0.00	10.5	0.22	0.01	0.18	0.00	-
					8	-	0.02	-	0.02	0.00	8	0.02	0.01	-	0.02	0.00
	Forjado 2	30x50	3.18/5.78	Peso propio	26.2	-	-	-	-	0.00	25.3	-	-	-	-	0.00
				Cargas muertas	8	0.02	0.10	0.04	0.07	0.00	0	0.08	0.08	0.04	0.07	0.00
				Sobrecarga de uso	14.0	-	0.02	-	0.02	-	14.0	0.20	-	-	0.02	0.00
					1	0.07	0.05	0.10	0.03	0.00	1	0.02	0.03	0.10	0.03	-
	Forjado 1	30x50	-1.50/2.78	Peso propio	33.4	0.00	0.06	0.01	0.03	0.00	31.8	-	-	0.01	0.03	0.00
				Cargas muertas	5	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	4	0.04	0.05	0.02	0.01	0.00
				Sobrecarga de uso	16.7	0.01	0.03	0.01	0.01	-	2	0.05	0.04	0.01	0.01	-
					2	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	2	0.05	0.04	0.01	0.01	0.00
C7	Forjado 5	50x30	12.18/14.78	Peso propio	3.63	0.11	0.89	0.05	0.61	0.00	2.65	0.01	-	0.05	0.61	0.00
				Cargas muertas	1.94	-	-	-	-	-	1.94	0.09	0.71	0.04	0.40	0.00
				Sobrecarga de uso	0.65	0.19	0.55	0.04	0.40	0.00	0.65	0.09	0.50	0.04	0.40	0.00
					0.65	-	-	-	-	-	0.65	0.00	0.22	-	-	-
	Forjado 4	50x30	9.18/11.78	Peso propio	7.76	0.11	0.83	0.09	0.63	0.00	6.79	0.12	0.80	0.09	0.63	0.00
				Cargas muertas	4.25	-	-	-	-	0.00	4.25	0.38	0.42	-	-	0.00
				Sobrecarga de uso	2.13	0.31	0.45	0.27	0.34	-	2.13	0.02	0.51	0.27	0.34	-
					2.13	-	-	-	-	0.00	2.13	0.02	0.51	-	-	0.00
	Forjado 3	50x30	6.18/8.78	Peso propio	11.8	0.09	0.78	0.07	0.61	0.00	10.8	-	-	0.07	0.61	0.00
				Cargas muertas	5	-	-	-	-	0.00	7	0.09	0.82	-	-	0.00
				Sobrecarga de uso	6.52	0.30	0.44	0.21	0.35	-	6.52	0.26	0.47	0.21	0.35	-
					3.62	-	-	-	-	0.00	3.62	0.01	0.46	-	-	0.00
	Forjado 2	50x30	3.18/5.78	Peso propio	15.9	0.12	1.03	0.09	0.73	0.00	14.9	-	-	0.09	0.73	0.00
				Cargas muertas	5	-	-	-	-	0.00	8	0.11	0.86	-	-	0.00
				Sobrecarga de uso	8.77	0.11	0.58	0.14	0.41	-	8.77	0.25	0.48	0.14	0.41	-
					5.11	-	-	-	-	0.00	5.11	0.02	0.50	-	-	0.00
				0.01	0.60	0.01	0.42	0.42	-	-	-	-	0.01	0.42	-	



Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza						
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	
C8	Forjado 1	50x30	-1.50/2.78	Peso propio	20.5	-	-	-	-	0.00	18.9	0.02	-	-	-	0.00	
				Cargas muertas	2	0.07	0.28	0.02	-	0.00	2	-	0.52	0.02	-	-	0.00
				Sobrecarga de uso	10.1	0.00	0.16	0.01	0.10	-	10.1	0.05	0.29	0.01	0.10	-	-
					6.52	0.03	0.16	0.00	0.11	-	6.52	0.02	-	0.00	0.11	-	-
	Forjado 5	60x30	12.18/14.68	Peso propio	5.79	1.16	0.73	0.88	0.52	0.00	4.67	1.04	0.58	0.88	0.52	0.00	
				Cargas muertas	4.32	-	-	-	-	0.00	4.32	1.34	0.40	-	-	-	-
				Sobrecarga de uso	1.07	1.25	0.60	1.04	0.40	0.00	1.07	0.31	0.18	1.04	0.40	0.00	-
					0.46	0.31	0.31	0.19	0.00	-	-	-	-	0.31	0.19	0.00	-
	Forjado 4	60x30	9.18/11.68	Peso propio	11.4	0.74	0.63	0.52	0.49	0.00	10.3	0.57	0.60	0.52	0.49	0.00	
				Cargas muertas	9	-	-	-	-	0.00	7	0.18	0.67	-	-	0.00	
				Sobrecarga de uso	9.30	0.43	0.65	0.24	0.53	-	9.30	0.48	0.37	0.24	0.53	-	
					3.20	-	-	-	-	0.00	3.20	-	-	-	-	0.00	
Forjado 3	60x30	6.18/8.68	Peso propio	17.2	-	-	-	-	0.00	16.0	-	-	-	-	-		
			Cargas muertas	1	0.73	0.59	0.63	0.49	0.00	8	0.84	0.63	0.63	0.49	0.00		
			Sobrecarga de uso	14.3	-	-	-	-	0.00	14.3	0.70	0.64	-	-	0.00		
				1	0.61	0.66	0.52	0.52	-	1	0.46	0.33	0.52	0.52	-		
Forjado 2	60x30	3.18/5.68	Peso propio	22.9	-	-	-	-	0.00	21.7	-	-	-	-	-		
			Cargas muertas	0	1.11	0.79	0.78	0.57	0.00	8	0.83	0.64	0.78	0.57	0.00		
			Sobrecarga de uso	19.3	0.64	0.55	0.49	0.46	-	19.3	0.58	0.60	0.49	0.46	-		
				3	7.46	0.66	0.43	0.46	0.31	7.46	0.50	0.35	-	-	0.00		
Forjado 1	60x30	-1.50/2.68	Peso propio	29.3	-	-	-	-	0.00	27.5	-	-	-	-	-		
			Cargas muertas	8	0.43	0.22	0.24	0.15	0.00	0	0.58	0.41	0.24	0.15	0.00		
			Sobrecarga de uso	21.3	0.21	0.10	0.12	0.06	-	21.3	0.29	0.17	0.12	0.06	-		
				1	9.59	0.25	0.12	0.14	0.08	9.59	0.34	0.22	-	-	0.00		
C9	Forjado 5	30x60	12.18/14.68	Peso propio	11.1	1.75	0.31	1.22	0.24	0.00	10.0	-	-	1.22	0.24	0.00	
				Cargas muertas	6	-	-	-	-	-	4	1.29	0.30	-	-	-	
				Sobrecarga de uso	6.55	1.49	0.15	1.09	0.10	0.00	6.55	1.23	0.09	1.09	0.10	0.00	
					2.59	-	-	-	-	-	2.59	0.43	0.12	-	-	-	
	Forjado 4	30x60	9.18/11.68	Peso propio	21.3	-	-	-	-	0.00	20.2	-	-	-	-	-	
				Cargas muertas	6	1.61	0.23	1.26	0.18	0.00	3	1.55	0.22	1.26	0.18	0.00	
				Sobrecarga de uso	15.4	1.13	0.26	0.87	0.23	-	15.4	1.05	0.32	0.87	0.23	-	
					6	7.27	1.03	0.11	0.84	0.09	7.27	1.06	0.11	-	-	0.00	

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)	N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
	Forjado 3	30x60	6.18/8.68	Peso propio	31.6	-	-	-	-	-	30.5	-	-	-	-	-
				Cargas muertas	3	1.52	0.28	1.25	0.22	0.00	0	1.61	0.27	1.25	0.22	0.00
				Sobrecarga de uso	24.3	-	-	-	-	0.00	24.3	1.22	0.23	-	-	0.00
					6	1.17	0.28	0.95	0.21	-	6	0.95	0.12	0.95	0.21	-
					11.9	-	-	-	-	0.00	11.9	-	-	-	0.00	
					2	0.91	0.13	0.74	0.10		2		0.74	0.10		
	Forjado 2	30x60	3.18/5.68	Peso propio	41.8	-	-	-	-	-	40.7	-	-	-	-	-
				Cargas muertas	7	2.06	0.20	1.50	0.17	0.00	4	1.71	0.23	1.50	0.17	0.00
				Sobrecarga de uso	33.3	-	-	-	-	0.00	33.3	1.20	0.22	-	-	0.00
					5	1.31	0.22	1.01	0.17	-	5	1.04	0.11	1.01	0.17	-
					16.5	-	-	-	-	0.00	16.5	-	-	-	0.00	
					6	1.25	0.10	0.92	0.08		6		0.92	0.08		
Forjado 1	30x60	-1.50/2.68	Peso propio	53.0	-	-	-	-	-	51.1	-	-	-	-	-	
			Cargas muertas	6	0.61	0.01	0.39	0.02	0.00	8	1.03	0.08	0.39	0.02	0.00	
			Sobrecarga de uso	37.9	-	-	-	-	0.00	37.9	0.59	0.03	-	-	0.00	
				4	0.35	0.02	0.22	0.01	-	4	0.62	0.04	0.22	0.01	-	
				21.3	-	0.00	-	-	0.00	21.3	-	-	-	0.00		
				4	0.37		0.24	0.01		4		0.24	0.01			

**Comprobación de todos los elementos estructurales**

Tabla 8: Comprobación de los esfuerzos máximos permisibles en elementos estructurales

Resumen de las comprobaciones														
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprob. (%)	Estado		
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)					
C1	Forjado 5 (12.18 - 15.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	9.17	0.40	2.70	-	2.41	0.47	Q	30.0	Cumple	
			14.18 m	G, Q	10.48	-	0.77	3.32	-	2.41	0.47	Q	31.8	Cumple
			12.68 m	G, Q	10.48	-	0.77	3.32	-	2.41	0.47	Q	31.8	Cumple
			Pie	G, Q	10.48	-	0.77	3.32	-	2.41	0.47	Q	31.8	Cumple
	Forjado 4 (9.18 - 12.18 m)	50x30	12.18 m	G, Q	10.48	-	0.77	3.32	-	2.41	0.47	N,M	26.6	Cumple
			Cabeza	G, Q	22.06	0.89	2.88	-	2.37	0.70	N,M	23.6	Cumple	
			9.68 m	G, Q	23.37	-	0.85	3.03	-	2.37	0.70	N,M	24.1	Cumple
			Pie	G, Q	23.37	-	0.85	3.03	-	2.37	0.70	N,M	24.1	Cumple
	Forjado 3 (6.18 - 9.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	34.91	0.79	3.07	-	2.35	0.64	N,M	26.7	Cumple	
			8.18 m	G, Q	34.91	0.79	3.07	-	2.35	0.64	N,M	26.7	Cumple	
			6.68 m	G, Q	34.91	0.79	3.07	-	2.35	0.64	N,M	26.7	Cumple	
			Pie	G, Q	36.22	-	0.81	2.80	-	2.35	0.64	N,M	26.4	Cumple
	Forjado 2 (3.18 - 6.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	47.67	0.75	3.09	-	2.80	0.54	N,M	32.8	Cumple	
			5.18 m	G, Q	48.98	-	0.59	3.90	-	2.80	0.54	N,M	36.2	Cumple
			3.68 m	G, Q	48.98	-	0.59	3.90	-	2.80	0.54	N,M	36.2	Cumple
			Pie	G, Q	48.98	-	0.59	3.90	-	2.80	0.54	N,M	36.2	Cumple
	Forjado 1 (-1.5 - 3.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	58.75	0.15	2.24	-	0.80	0.06	N,M	37.8	Cumple	
			2.18 m	G, Q	60.95	-	0.11	1.09	-	0.80	0.06	N,M	38.1	Cumple
			-1 m	G, Q	60.95	-	0.11	1.09	-	0.80	0.06	N,M	38.1	Cumple

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos p <sup>és</sup> imos					P <sup>és</sup> ima	Aprov. (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)
			Pie	G, Q	60.95	-0.11	-1.09	-0.80	0.06	N,M	38.1	Cumple
	Cimentación	50x30	Arranque	G, Q	60.95	-0.11	-1.09	-0.80	0.06	N,M	38.1	Cumple
C2	Forjado 5 (12.18 - 15.18 m)	60x30	Cabeza	G, Q	17.77	2.40	-3.03	2.82	2.45	N,M	30.3	Cumple
			14.18 m	G, Q	19.34	-3.72	4.01	2.82	2.45	N,M	47.9	Cumple
			12.68 m	G, Q	19.34	-3.72	4.01	2.82	2.45	N,M	47.9	Cumple
			Pie	G, Q	19.34	-3.72	4.01	2.82	2.45	N,M	47.9	Cumple
	Forjado 4 (9.18 - 12.18 m)	60x30	12.18 m	G, Q	19.34	-3.72	4.01	2.82	2.45	N,M	47.9	Cumple
			Cabeza	G, Q	43.69	3.90	-2.84	2.42	3.10	N,M	42.4	Cumple
			9.68 m	G, Q	45.27	-3.85	3.20	2.42	3.10	N,M	42.9	Cumple
			Pie	G, Q	45.27	-3.85	3.20	2.42	3.10	N,M	42.9	Cumple
	Forjado 3 (6.18 - 9.18 m)	60x30	Cabeza	G, Q	69.73	3.80	-3.31	2.51	3.06	N,M	47.3	Cumple
			8.18 m	G, Q	71.31	-3.85	2.96	2.51	3.06	N,M	47.4	Cumple
			6.68 m	G, Q	71.31	-3.85	2.96	2.51	3.06	N,M	47.4	Cumple
			Pie	G, Q	71.31	-3.85	2.96	2.51	3.06	N,M	47.4	Cumple
	Forjado 2 (3.18 - 6.18 m)	60x30	Cabeza	G, Q	95.78	3.75	-3.40	3.15	2.90	N,M	54.8	Cumple
			5.18 m	G, Q	97.35	-3.49	4.48	3.15	2.90	N,M	55.7	Cumple
			3.68 m	G, Q	97.35	-3.49	4.48	3.15	2.90	N,M	55.7	Cumple
			Pie	G, Q	97.35	-3.49	4.48	3.15	2.90	N,M	55.7	Cumple
Forjado 1 (-1.5 - 3.18 m)	60x30	Cabeza	G, Q	115.78	1.27	-2.37	0.95	0.48	N,M	63.0	Cumple	

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos					Pésima	Aprov. (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)
			2.18 m	G, Q	118.42	-0.76	1.62	0.95	0.48	N,M	64.7	Cumple
			-1 m	G, Q	118.42	-0.76	1.62	0.95	0.48	N,M	64.7	Cumple
			Pie	G, Q	118.42	-0.76	1.62	0.95	0.48	N,M	64.7	Cumple
	Cimentación	60x30	Arranque	G, Q	118.42	-0.76	1.62	0.95	0.48	N,M	64.7	Cumple
C3	Forjado 5 (12.18 - 15.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	9.02	1.66	0.02	0.10	1.51	Q	21.5	Cumple
			14.28 m	G, Q	10.39	-2.27	0.28	0.10	1.51	N,M	29.7	Cumple
			12.68 m	G, Q	10.39	-2.27	0.28	0.10	1.51	N,M	29.7	Cumple
			Pie	G, Q	10.39	-2.27	0.28	0.10	1.51	N,M	29.7	Cumple
	Forjado 4 (9.18 - 12.18 m)	50x30	12.18 m	G, Q	10.39	-2.27	0.28	0.10	1.51	N,M	29.7	Cumple
			Cabeza	G, Q	20.22	2.18	-0.27	0.20	1.69	N,M	25.2	Cumple
			9.68 m	G, Q	21.59	-2.21	0.24	0.20	1.69	N,M	25.6	Cumple
			Pie	G, Q	21.59	-2.21	0.24	0.20	1.69	N,M	25.6	Cumple
	Forjado 3 (6.18 - 9.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	31.26	2.14	-0.17	0.14	1.60	N,M	26.7	Cumple
			8.28 m	G, Q	31.26	2.14	-0.17	0.14	1.60	N,M	26.7	Cumple
			6.68 m	G, Q	31.26	2.14	-0.17	0.14	1.60	N,M	26.7	Cumple
			Pie	G, Q	32.63	-2.01	0.18	0.14	1.60	N,M	26.0	Cumple
	Forjado 2 (3.18 - 6.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	42.32	2.33	-0.16	0.10	1.96	N,M	31.6	Cumple
			5.28 m	G, Q	43.69	-2.77	0.09	0.10	1.96	N,M	35.7	Cumple
			3.68 m	G, Q	43.69	-2.77	0.09	0.10	1.96	N,M	35.7	Cumple

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos					Pésima	Aprov. (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)
	Forjado 1 (-1.5 - 3.18 m)	50x30	Pie	G, Q	43.69	-2.77	0.09	0.10	1.96	N,M	35.7	Cumple
			3.18 m	G, Q	43.69	-2.77	0.09	0.10	1.96	N,M	35.7	Cumple
			Cabeza	G, Q	52.93	1.41	0.11	0.00	0.52	N,M	33.7	Cumple
			-1 m	G, Q	55.18	-0.81	0.11	0.00	0.52	N,M	34.3	Cumple
			Pie	G, Q	55.18	-0.81	0.11	0.00	0.52	N,M	34.3	Cumple
Cimentación	50x30	Arranque	G, Q	55.18	-0.81	0.11	0.00	0.52	N,M	34.3	Cumple	
C4	Forjado 5 (12.18 - 15.18 m)	30x50	Cabeza	G, Q	18.05	0.27	5.19	-4.92	0.22	Q	73.5	Cumple
			14.18 m	G, Q	19.36	-0.27	-7.11	4.92	0.22	N,M	98.1	Cumple
			12.68 m	G, Q	19.36	-0.27	-7.11	4.92	0.22	N,M	98.1	Cumple
			Pie	G, Q	19.36	-0.27	-7.11	4.92	0.22	N,M	98.1	Cumple
	Forjado 4 (9.18 - 12.18 m)	30x50	12.18 m	G, Q	19.36	-0.27	-7.11	4.92	0.22	N,M	98.1	Cumple
			Cabeza	G, Q	42.22	-0.12	6.73	-5.44	0.06	N,M	84.6	Cumple
			9.68 m	G, Q	43.54	0.02	-6.87	5.44	0.06	N,M	84.9	Cumple
			Pie	G, Q	43.54	0.02	-6.87	5.44	0.06	N,M	84.9	Cumple
	Forjado 3 (6.18 - 9.18 m)	30x50	9.18 m	G, Q	43.54	0.02	-6.87	5.44	0.06	N,M	84.9	Cumple
			Cabeza	G, Q	66.41	0.04	6.82	-5.33	0.01	N,M	82.0	Cumple
			8.18 m	G, Q	66.41	0.04	6.82	-5.33	0.01	N,M	82.0	Cumple
			6.68 m	G, Q	66.41	0.04	6.82	-5.33	0.01	N,M	82.0	Cumple
			Pie	G, Q	67.72	0.02	-6.51	5.33	0.01	N,M	78.9	Cumple

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos p <sup>és</sup> imos					P <sup>és</sup> ima	Aprov. (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)
C5	Forjado 2 (3.18 - 6.18 m)	30x50	Cabeza	G, Q	90.77	0.07	7.14	-6.18	0.06	N,M	84.6	Cumple
			5.18 m	G, Q	92.08	-0.08	8.32	-6.18	0.06	N,M	96.2	Cumple
			3.68 m	G, Q	92.08	-0.08	8.32	-6.18	0.06	N,M	96.2	Cumple
			Pie	G, Q	92.08	-0.08	8.32	-6.18	0.06	N,M	96.2	Cumple
	Forjado 1 (-1.5 - 3.18 m)	30x50	3.18 m	G, Q	92.08	-0.08	8.32	-6.18	0.06	N,M	96.2	Cumple
			Cabeza	G, Q	110.20	0.08	4.12	-1.53	0.04	N,M	92.0	Cumple
			2.18 m	G, Q	110.20	0.08	4.12	-1.53	0.04	N,M	92.0	Cumple
			-1 m	G, Q	110.20	0.08	4.12	-1.53	0.04	N,M	92.0	Cumple
			Pie	G, Q	112.40	-0.11	2.29	-1.53	0.04	N,M	77.3	Cumple
	Cimentación	30x50	Arranque	G, Q	112.40	-0.11	2.29	-1.53	0.04	N,M	78.2	Cumple
C5	Forjado 5 (12.18 - 15.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	9.05	-0.80	3.35	-2.80	0.75	Q	37.6	Cumple
			14.18 m	G, Q	10.36	1.08	3.64	-2.80	0.75	Q	37.7	Cumple
			12.68 m	G, Q	10.36	1.08	3.64	-2.80	0.75	Q	37.7	Cumple
			Pie	G, Q	10.36	1.08	3.64	-2.80	0.75	Q	37.7	Cumple
	Forjado 4 (9.18 - 12.18 m)	50x30	12.18 m	G, Q	10.36	1.08	3.64	-2.80	0.75	N,M	32.0	Cumple
			Cabeza	G, Q	20.93	-1.06	2.37	-2.02	0.84	N,M	22.3	Cumple
			9.68 m	G, Q	22.25	1.05	2.69	-2.02	0.84	N,M	24.0	Cumple
			Pie	G, Q	22.25	1.05	2.69	-2.02	0.84	N,M	24.0	Cumple
	Forjado 3 (6.18 - 9.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	32.80	-1.06	3.01	-2.33	0.85	N,M	27.4	Cumple

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos					Pésima	Aprovisionamiento (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)
			8.18 m	G, Q	32.80	-1.06	3.01	-2.33	0.85	N,M	27.4	Cumple
			6.68 m	G, Q	32.80	-1.06	3.01	-2.33	0.85	N,M	27.4	Cumple
			Pie	G, Q	34.12	1.07	-2.81	-2.33	0.85	N,M	27.0	Cumple
	Forjado 2 (3.18 - 6.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	44.57	-0.95	2.85	-2.44	0.73	N,M	30.5	Cumple
			5.18 m	G, Q	45.89	0.87	-3.24	-2.44	0.73	N,M	32.5	Cumple
			3.68 m	G, Q	45.89	0.87	-3.24	-2.44	0.73	N,M	32.5	Cumple
			Pie	G, Q	45.89	0.87	-3.24	-2.44	0.73	N,M	32.5	Cumple
	Forjado 1 (-1.5 - 3.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	53.31	-0.28	1.73	-0.60	0.10	N,M	33.2	Cumple
			2.18 m	G, Q	55.51	0.14	-0.79	-0.60	0.10	N,M	34.4	Cumple
			-1 m	G, Q	55.51	0.14	-0.79	-0.60	0.10	N,M	34.4	Cumple
			Pie	G, Q	55.51	0.14	-0.79	-0.60	0.10	N,M	34.4	Cumple
	Cimentación	50x30	Arranque	G, Q	55.51	0.14	-0.79	-0.60	0.10	N,M	34.4	Cumple
	C6	Forjado 5 (12.18 - 15.18 m)	30x50	Cabeza	G, Q	15.63	0.27	0.53	-0.19	0.22	N,M	9.6
14.28 m				G, Q	15.63	0.27	0.53	-0.19	0.22	N,M	9.6	Cumple
12.68 m				G, Q	15.63	0.27	0.53	-0.19	0.22	N,M	9.6	Cumple
Pie				G, Q	16.99	-0.29	0.04	-0.19	0.22	N,M	9.5	Cumple
Forjado 4 (9.18 - 12.18 m)		30x50	Cabeza	G, Q	34.36	0.06	-0.80	0.54	0.07	N,M	18.9	Cumple
			11.28 m	G, Q	35.73	-0.13	0.62	0.54	0.07	N,M	19.7	Cumple
			9.68 m	G, Q	35.73	-0.13	0.62	0.54	0.07	N,M	19.7	Cumple



Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos p <sup>é</sup> simos					P <sup>é</sup> sima	Aprov. (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)
C7	Forjado 3 (6.18 - 9.18 m)	30x50	Pie	G, Q	35.73	-0.13	0.62	0.54	0.07	N,M	19.7	Cumple
			Cabeza	G, Q	53.19	0.15	-0.45	0.39	0.10	N,M	29.4	Cumple
			8.28 m	G, Q	54.56	-0.10	0.56	0.39	0.10	N,M	30.2	Cumple
			6.68 m	G, Q	54.56	-0.10	0.56	0.39	0.10	N,M	30.2	Cumple
			Pie	G, Q	54.56	-0.10	0.56	0.39	0.10	N,M	30.2	Cumple
	Forjado 2 (3.18 - 6.18 m)	30x50	Cabeza	G, Q	71.96	0.22	-0.42	0.19	0.18	N,M	40.1	Cumple
			5.28 m	G, Q	73.33	-0.25	0.09	0.19	0.18	N,M	40.9	Cumple
			3.68 m	G, Q	73.33	-0.25	0.09	0.19	0.18	N,M	40.9	Cumple
			Pie	G, Q	73.33	-0.25	0.09	0.19	0.18	N,M	40.9	Cumple
	Forjado 1 (-1.5 - 3.18 m)	30x50	Cabeza	G, Q	89.75	0.17	0.19	-0.05	0.08	N,M	59.7	Cumple
			2.28 m	G, Q	92.00	-0.16	-0.04	0.05	0.08	N,M	61.5	Cumple
			-1 m	G, Q	92.00	-0.16	-0.04	0.05	0.08	N,M	61.5	Cumple
			Pie	G, Q	92.00	-0.16	-0.04	0.05	0.08	N,M	61.5	Cumple
	Cimentación	30x50	Arranque	G, Q	92.00	-0.16	-0.04	0.05	0.08	N,M	61.5	Cumple
	Forjado 5 (12.18 - 15.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	7.53	-2.06	0.10	0.13	-1.83	N,M	27.7	Cumple
			14.28 m	G, Q	8.89	2.70	0.43	0.13	-1.83	N,M	37.2	Cumple
			12.68 m	G, Q	8.89	2.70	0.43	0.13	-1.83	N,M	37.2	Cumple
Pie			G, Q	8.89	2.70	0.43	0.13	-1.83	N,M	37.2	Cumple	
Forjado 4 (9.18 - 12.18 m)		50x30	12.18 m	G, Q	8.89	2.70	0.43	0.13	-1.83	N,M	37.2	Cumple

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos					Pésima	Aprova. (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)
C8			Cabeza	G, Q	19.08	-2.59	-0.75	0.53	-2.01	N,M	31.7	Cumple
			9.68 m	G, Q	20.44	2.64	0.62	0.53	-2.01	N,M	31.8	Cumple
			Pie	G, Q	20.44	2.64	0.62	0.53	-2.01	N,M	31.8	Cumple
	Forjado 3 (6.18 - 9.18 m)	50x30	9.18 m	G, Q	20.44	2.64	0.62	0.53	-2.01	N,M	31.8	Cumple
			Cabeza	G, Q	30.50	-2.58	-0.50	0.41	-1.93	N,M	31.5	Cumple
			8.28 m	G, Q	30.50	-2.58	0.50	0.41	1.93	N,M	31.5	Cumple
			6.68 m	G, Q	30.50	-2.58	0.50	0.41	1.93	N,M	31.5	Cumple
			Pie	G, Q	31.87	2.45	0.57	0.41	-1.93	N,M	30.5	Cumple
	Forjado 2 (3.18 - 6.18 m)	50x30	Cabeza	G, Q	41.94	-2.72	-0.53	0.34	-2.30	N,M	35.5	Cumple
			5.28 m	G, Q	43.31	3.27	0.34	0.34	-2.30	N,M	40.4	Cumple
			3.68 m	G, Q	43.31	3.27	0.34	0.34	-2.30	N,M	40.4	Cumple
			Pie	G, Q	43.31	3.27	0.34	0.34	-2.30	N,M	40.4	Cumple
	Forjado 1 (-1.5 - 3.18 m)	50x30	3.18 m	G, Q	43.31	3.27	0.34	0.34	-2.30	N,M	40.4	Cumple
			Cabeza	G, Q	51.78	-1.64	0.07	0.02	-0.59	N,M	35.0	Cumple
			2.28 m	G, Q	51.78	-1.64	0.07	0.02	-0.59	N,M	35.0	Cumple
			-1 m	G, Q	51.78	-1.64	0.07	0.02	-0.59	N,M	35.0	Cumple
			Pie	G, Q	54.02	0.89	0.14	0.02	-0.59	N,M	33.6	Cumple
Cimentación	50x30	Arranque	G, Q	54.02	0.89	0.14	0.02	-0.59	N,M	33.6	Cumple	
Forjado 5 (12.18 - 15.18 m)	60x30	Cabeza	G, Q	14.41	-1.67	-3.86	3.21	-1.62	N,M	27.8	Cumple	

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos					Pésima	Apro. (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)
			14.18 m	G, Q	15.98	2.38	4.15	3.21	-1.62	N,M	35.3	Cumple
			12.68 m	G, Q	15.98	2.38	4.15	3.21	-1.62	N,M	35.3	Cumple
			Pie	G, Q	15.98	2.38	4.15	3.21	-1.62	N,M	35.3	Cumple
	Forjado 4 (9.18 - 12.18 m)	60x30	12.18 m	G, Q	15.98	2.38	4.15	3.21	-1.62	N,M	35.3	Cumple
			Cabeza	G, Q	32.98	-2.41	-1.87	1.73	-1.93	N,M	26.7	Cumple
			9.68 m	G, Q	34.55	2.41	2.46	1.73	-1.93	N,M	28.5	Cumple
			Pie	G, Q	34.55	2.41	2.46	1.73	-1.93	N,M	28.5	Cumple
	Forjado 3 (6.18 - 9.18 m)	60x30	Cabeza	G, Q	51.61	-2.35	-2.93	2.21	-1.85	N,M	32.6	Cumple
			8.18 m	G, Q	51.61	-2.35	-2.93	2.21	-1.85	N,M	32.6	Cumple
			6.68 m	G, Q	51.61	-2.35	-2.93	2.21	-1.85	N,M	32.6	Cumple
			Pie	G, Q	53.19	2.28	2.59	2.21	-1.85	N,M	32.1	Cumple
	Forjado 2 (3.18 - 6.18 m)	60x30	Cabeza	G, Q	70.22	-2.34	-2.81	2.56	-1.98	N,M	38.0	Cumple
			5.18 m	G, Q	71.80	2.61	3.58	2.56	-1.98	N,M	41.3	Cumple
			3.68 m	G, Q	71.80	2.61	3.58	2.56	-1.98	N,M	41.3	Cumple
			Pie	G, Q	71.80	2.61	3.58	2.56	-1.98	N,M	41.3	Cumple
	Forjado 1 (-1.5 - 3.18 m)	60x30	Cabeza	G, Q	84.63	-1.20	-1.80	0.75	-0.44	N,M	43.9	Cumple
			2.18 m	G, Q	87.27	0.65	1.32	0.75	-0.44	N,M	45.4	Cumple
			-1 m	G, Q	87.27	0.65	1.32	0.75	-0.44	N,M	45.4	Cumple
			Pie	G, Q	87.27	0.65	1.32	0.75	-0.44	N,M	45.4	Cumple

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos					Pésima	Aprovisionamiento (%)	Estado	
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)
	Cimentación	60x30	Arranque	G, Q	87.27	0.65	1.32	0.75	-0.44	N,M	45.4	Cumplido
C9	Forjado 5 (12.18 - 15.18 m)	30x60	Cabeza	G, Q	27.62	-0.76	-4.25	4.06	-0.66	Q	41.2	Cumplido
			14.18 m	G, Q	29.19	0.90	5.90	4.06	-0.66	N,M	61.8	Cumplido
			12.68 m	G, Q	29.19	0.90	5.90	4.06	-0.66	N,M	61.8	Cumplido
			Pie	G, Q	29.19	0.90	5.90	4.06	-0.66	N,M	61.8	Cumplido
	Forjado 4 (9.18 - 12.18 m)	30x60	12.18 m	G, Q	29.19	0.90	5.90	4.06	-0.66	N,M	61.8	Cumplido
			Cabeza	G, Q	62.32	-0.93	-5.44	4.41	-0.72	N,M	53.6	Cumplido
			9.68 m	G, Q	63.89	0.87	5.59	4.41	-0.72	N,M	55.0	Cumplido
			Pie	G, Q	63.89	0.87	5.59	4.41	-0.72	N,M	55.0	Cumplido
	Forjado 3 (6.18 - 9.18 m)	30x60	Cabeza	G, Q	97.07	-0.91	-5.56	4.34	-0.77	N,M	62.9	Cumplido
			8.18 m	G, Q	97.07	-0.91	-5.56	4.34	-0.77	N,M	62.9	Cumplido
			6.68 m	G, Q	97.07	-0.91	-5.56	4.34	-0.77	N,M	62.9	Cumplido
			Pie	G, Q	98.64	1.01	5.30	4.34	-0.77	N,M	61.7	Cumplido
	Forjado 2 (3.18 - 6.18 m)	30x60	Cabeza	G, Q	131.89	-0.81	-5.85	5.08	-0.62	N,M	76.2	Cumplido
			5.18 m	G, Q	133.46	0.75	6.85	5.08	-0.62	N,M	83.0	Cumplido
			3.68 m	G, Q	133.46	0.75	6.85	5.08	-0.62	N,M	83.0	Cumplido
			Pie	G, Q	133.46	0.75	6.85	5.08	-0.62	N,M	83.0	Cumplido
	Forjado 1 (-1.5 - 3.18 m)	30x60	Cabeza	G, Q	161.06	-0.22	-3.32	1.27	-0.05	N,M	97.0	Cumplido
			2.18 m	G, Q	163.69	0.00	1.98	1.27	-0.05	N,M	99.3	Cumplido

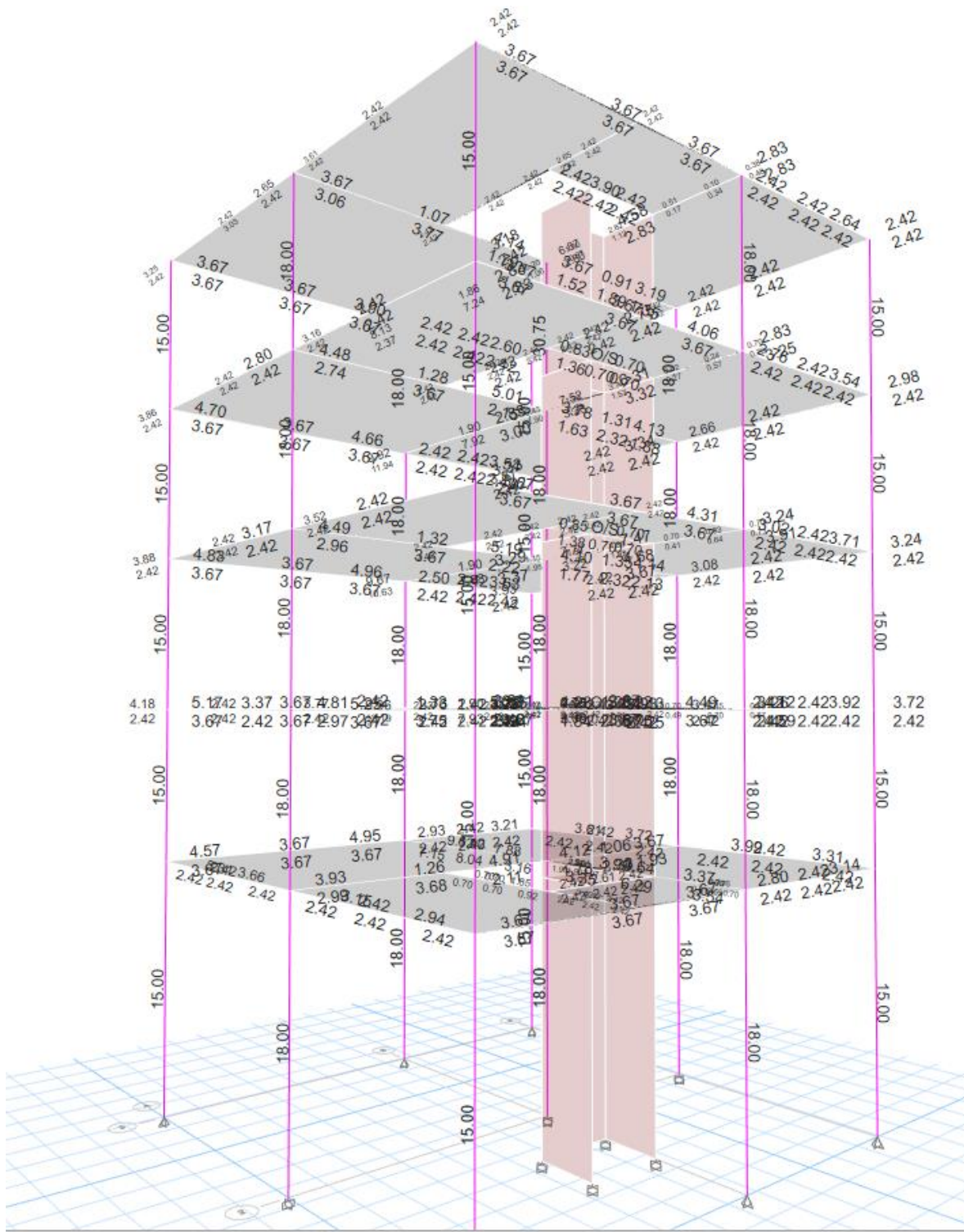
Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprob. (%)	Estado
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)			
			-1 m	G, Q	163.69	0.00	1.98	1.27	-0.05	N,M	99.3	Cumple
			Pie	G, Q	163.69	0.00	1.98	1.27	-0.05	N,M	99.3	Cumple
	Cimentación	30x60	Arranque	G, Q	163.69	0.00	1.98	1.27	-0.05	N,M	99.3	Cumple

*Notas:*  
*Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante*  
*N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales*

Una vez evaluado todos los casos de carga en el programa ETABS, se procede a simular el armado para su posterior despiece en el programa CYPECAD, resultando que todos los valores cumplen con los requerimientos estructurales.

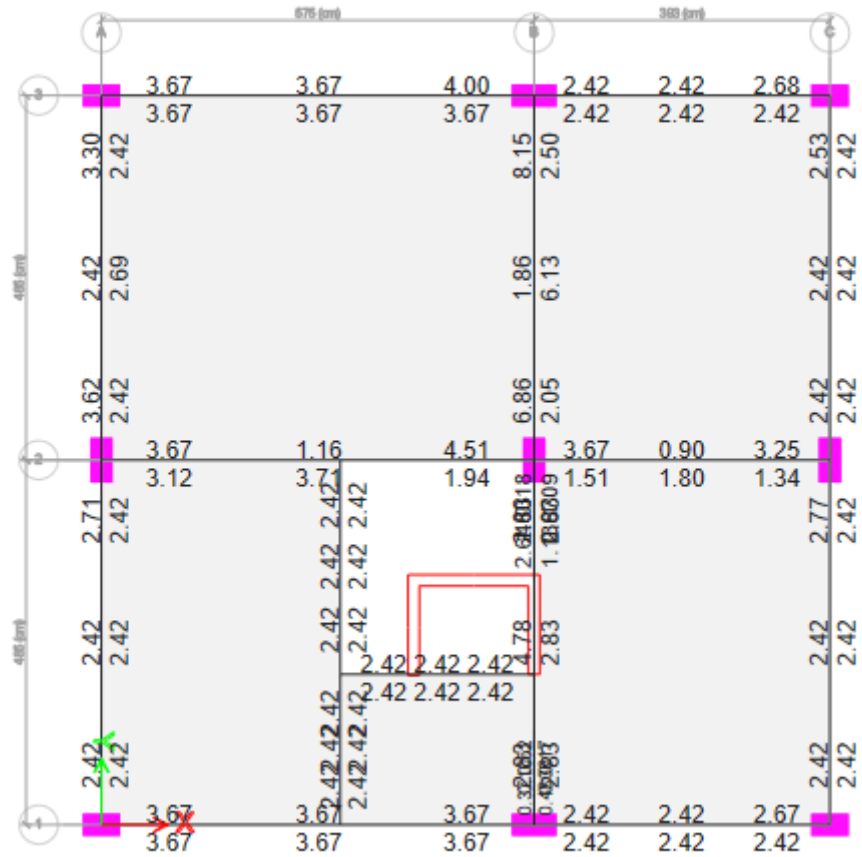
# Requerimiento de acero por columnas

Ilustración 28: Diagrama de acero en columnas



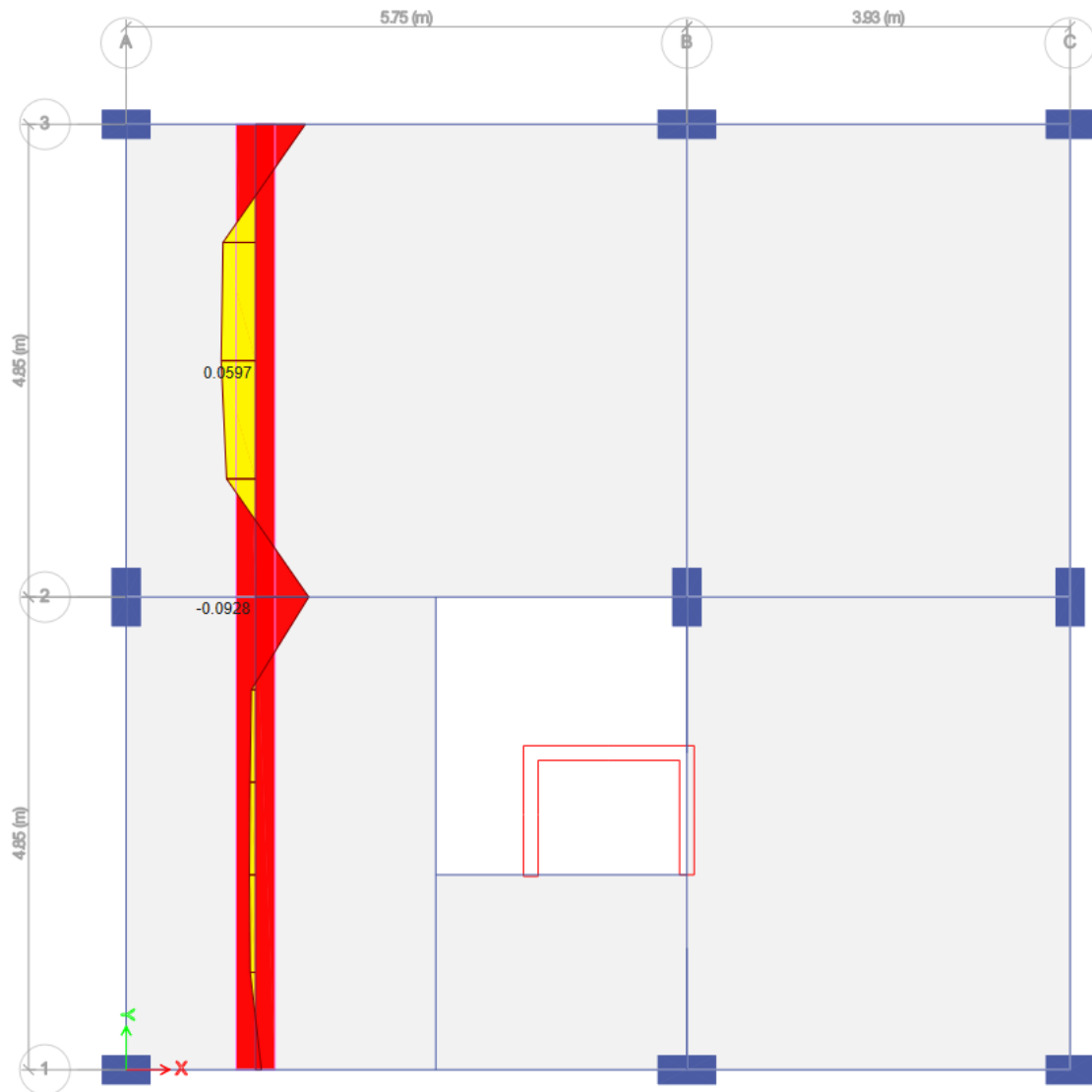
# Requerimiento de acero por vigas

Ilustración 29: Requerimiento de acero en vigas



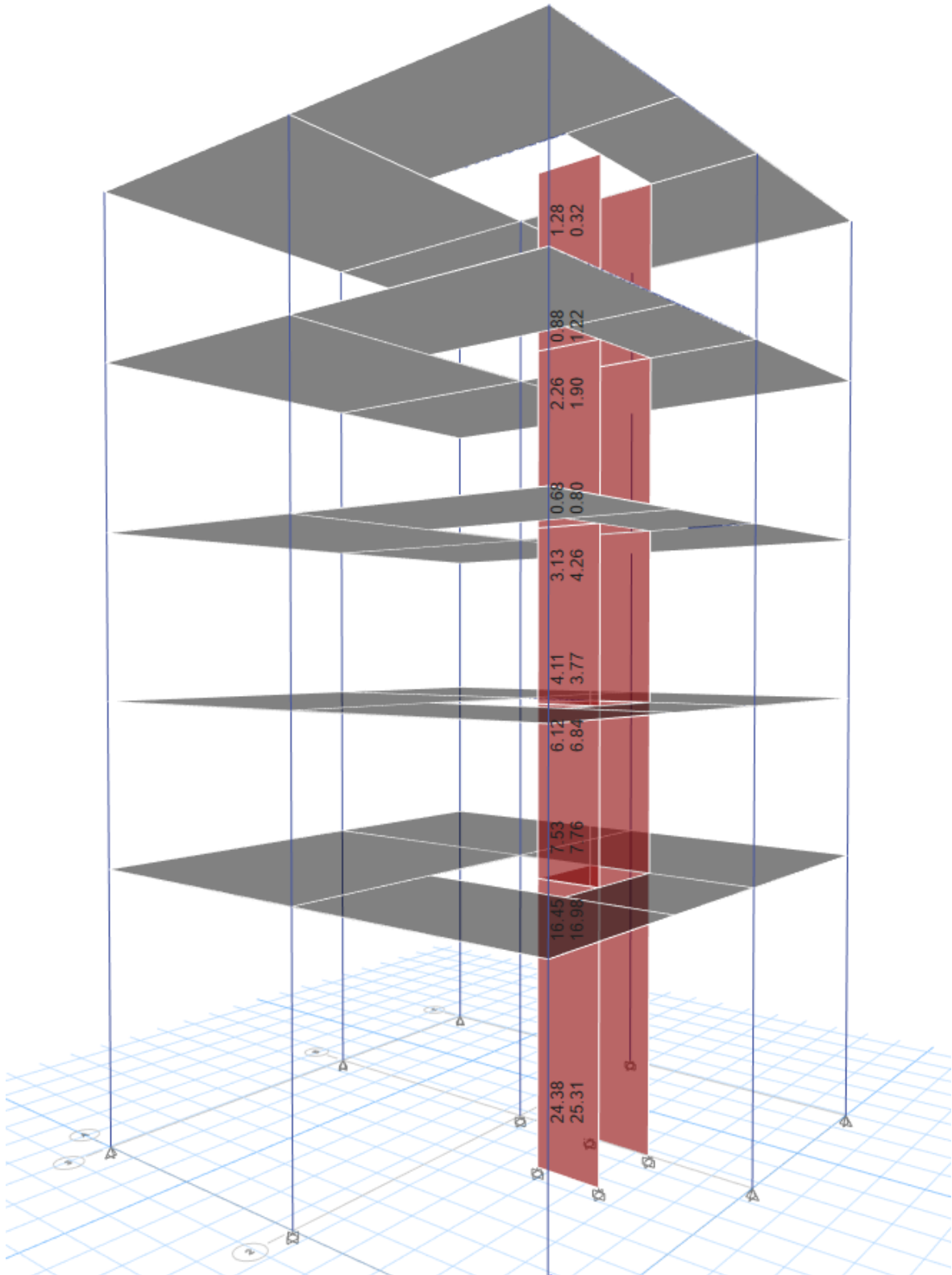
## Requerimiento de acero en losa

Ilustración 30: Requerimiento de acero en losas aligeradas





## Requerimiento de acero en muros de corte



## Diseño de escaleras

Datos generales:

- Hormigón:  $f'c=210$
- Acero: Grado 60
- Recubrimiento geométrico: 3.0 cm

Geometría

- Ámbito: 0.900 m
- Huella: 0.260 m
- Contrahuella: 0.180 m
- Peldañeado: Hormigonado con la losa

Cargas

- Peso propio: 0.525 t/m<sup>2</sup>
- Peldañeado: 0.185 t/m<sup>2</sup>
- Barandillas: 0.300 t/m
- Solado: 0.100 t/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso: 0.300 t/m<sup>2</sup>
- Planta final: Forjado 5
- Planta inicial: Forjado 1
- Tramos consecutivos iguales: 4
- Espesor: 0.21 m
- Huella: 0.260 m
- Contrahuella: 0.180 m
- N° de escalones: 17
- Desnivel que salva: 3.06 m
- Meseta sin apoyos

Materiales requeridos

- Volumen de hormigón: 1.51 m<sup>3</sup>
- Superficie: 5.9 m<sup>2</sup>
- Cuantía volumétrica: 69.9 kg/m<sup>3</sup>

## Esfuerzos

Tabla 9: Esfuerzos que actúan sobre las gradas

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.519 m	1.038 m	1.557 m	2.076 m	2.595 m	3.114 m
A-A	Peso propio	N	2.495	2.293	2.151	2.004	1.881	0.345	-0.008
		M	-0.012	-0.202	-0.279	-0.243	-0.091	0.078	-0.001
		V	0.535	0.273	0.049	-0.186	-0.421	0.324	-0.002
	Cargas muertas	N	2.316	2.079	1.897	1.714	1.537	0.305	-0.007
		M	-0.015	-0.264	-0.370	-0.335	-0.155	0.047	-0.001
		V	0.691	0.364	0.082	-0.217	-0.508	0.205	-0.002
	Sobrecarga de uso	N	1.103	1.010	0.943	0.874	0.814	0.151	-0.004
		M	-0.006	-0.094	-0.128	-0.110	-0.037	0.035	-0.000
		V	0.248	0.125	0.020	-0.090	-0.201	0.146	-0.001

## Combinaciones de carga

Tabla 10: Combinaciones de cargas según normativa en gradas

Combinaciones									
Sección	Combinación	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.519 m	1.038 m	1.557 m	2.076 m	2.595 m	3.114 m
A-A	1.4·PP+1.4·CM	N	6.735	6.120	5.667	5.205	4.786	0.910	-0.022
		M	-0.038	-0.653	-0.909	-0.810	-0.344	0.174	-0.003
		V	1.716	0.892	0.184	-0.564	-1.300	0.741	-0.006
	1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa	N	8.610	7.837	7.269	6.690	6.169	1.168	-0.028
		M	-0.047	-0.812	-1.127	-0.997	-0.407	0.235	-0.003
		V	2.137	1.106	0.218	-0.718	-1.642	0.990	-0.008

## 5. DISCUSIÓN

La presente tesis tuvo como finalidad garantizar la seguridad e integridad de las personas que tendrán la oportunidad de habitar este inmueble, utilizando criterios de ingeniería aplicados al diseño estructural de edificaciones en una zona de sismicidad 3.

Se configuró un proceso secuencial, basados en datos documentados y análisis que partieron de la observación del problema, para un posterior predimensionado de cada elemento según las exigencias requeridas, luego de que fuera sometido todas las condiciones de carga a un programa computacional, que en este caso es el ETABS.

El presente proyecto presento una regularidad, tanto en planta como en altura, lo cual ayudo a mejorar la estabilidad, se optó por un sistema aporticado en concreto armado cumpliendo las normas exigidas en el código peruano.

Posterior a eso se realizó un análisis de la cortante estática y la cortante dinámica, para el cumplimiento de la norma E 0.30 de diseño sísmico, demostrando que la cortante dinámica era el 80% de la estática.

Posterior a eso se realizaron las simulaciones de rigidez torsional, demostrándose que los valores calculados estaban dentro del límite permitido.

Una vez finalizado lo anterior, se evaluaron las derivas de piso en dos direcciones, que eran paralelas a los ejes del proyecto, estas bajo las vibraciones modales reales obtenidas del programa ETABS, y lográndose en ambos casos que los valores sean inferiores a 0.007, que es lo máximo en edificaciones de concreto armado según la norma E 0.30.

Una vez levantados y certificado la seguridad de la estructura, se procedió a calcular la cantidad de acero requerida para cada elemento que conformara la estructura del edificio de 5 niveles, y obtener los requerimientos de acero según la normativa.

Cisneros (2016), en su tesis de pregrado "*Diseño en concreto armado de un edificio multifamiliar de siete pisos sin sótano*".

Valida todo lo anterior expuesto asegurando que el diseño estructural de edificaciones requiere un cálculo minucioso, utilizando periodos de vibraciones

reales, ya que estos repercuten directamente sobre las derivas de entrepiso que existen en una edificación ante sismos horizontales, además estos son reducibles utilizando formas regulares, tanto en planta como en altura.

## **6. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1.**

La simulación sísmica y el modelamiento estructural de una edificación en su etapa de ante proyecto repercute directamente sobre el desempeño de este, frente a las diversas fuerzas que actuarán en la edificación

### **Conclusión 2.**

El predimensionamiento adecuado de los elementos estructurales que conforman la edificación, tienen un importante efecto sobre el comportamiento de cada viga, columna, grada o losa.

### **Conclusión 3.**

El análisis estructural nos ayuda a prever los efectos que tienen los sismos en la edificación, además de reducir tragedias ligadas a esta

### **Conclusión 4.**

Un adecuado estudio de suelos, garantiza el correcto desempeño de toda la estructura, y define el tipo de cimentaciones que deberá usarse, según la tipología de la edificación.



## **7. RECOMENDACIONES**

**Recomendación 1.**

Es recomendable la supervisión de personal capacitado para la construcción de todo tipo de edificaciones, así se reducen en gran medida posibles contratiempos futuros.

**Recomendación 2.**

La utilización de programas computacionales facilita la comprobación de estructuras, por lo que es muy recomendable que los profesionales encargados de las obras, cuenten con el conocimiento requerido para un uso adecuado.

**Recomendación 3.**

Es importante que los valores mínimos de predimensionamiento sean de acuerdo a la normativa, y de ser necesario mayorados, para asegurar un adecuado desempeño de la estructura

**Recomendación 4.**

Aunque la profundidad de las cimentaciones varía según el tipo de suelos, es recomendable que esta sea mayor de 1.50 m además de tener vigas de cimentación.

## REFERENCIAS

AGUADO Crespo, F. “*Introducción a la Construcción. La Habana. Pueblo y Educación*”, 2018. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Nistal, F., Retana, M., & Ruiz, T. (2012). El hormigón: historia, antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia. *Revista de ciencia, tecnología y medio ambiente*, 6. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Morales Morales, R. (2006). *Diseño en Concreto Armado*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

San Bartolomé Á. (1994). *Construcciones en albañilería, comportamiento sísmico y diseño estructural*. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Mena Hernandez, U. (2002). *Evaluación de riesgo sísmico en zonas urbanas*. Barcelona. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

BERNAL, C. *Metodología de la investigación*. 2 a ed. Pearson: Universidad de la Sabana, 2010. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Tavera H. & Cuya A. (2017). *Estimación del riesgo por exposición a partir de mapa de isosistas el Perú*. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Torroja, E. (2018). Universidad Carlos III de Madrid. Obtenido de Universidad Carlos III de Madrid: [http://ocw.uc3m.es/mecanica-de-medios-continuos-y-teoria-deestructuras/ingenieria-estructural/material-de-clase-1/apuntes/Capitulo\\_1\\_1\\_-Introduccion\\_a\\_las\\_estructuras.pdf](http://ocw.uc3m.es/mecanica-de-medios-continuos-y-teoria-deestructuras/ingenieria-estructural/material-de-clase-1/apuntes/Capitulo_1_1_-Introduccion_a_las_estructuras.pdf) [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

CYPE Perú. Informalidad en el sector construcción: ¿Por qué las edificaciones se caen? ¿Cómo evitarlo? Recuperado de: <http://www.cype.pe/informalidad-sectorconstruccion/> [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Blanco, A. (04 de abril de 2013). Criterios y conceptos de las estructuras de edificaciones de concreto armado en el Perú. Conferencia Estructuras. Trujillo, Trujillo, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

FRANCO, Y (2011) Tesis de Investigación. *Población y Muestra. Tamayo y Tamayo*. [en línea] México: Limusa. Disponible:

<http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/poblacion-y-muestra-tamayo-ytamayo.html> [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

SENCICO. (2006). Norma E.020 Cargas. Lima.

Meini, B. (2016). Edificio multifamiliar Hera. Lima-Perú: Expediente técnico [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Tavera Hernando & Bernal Isabel (2014). Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

SENCICO. (2009). Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. Lima. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Padilla, G. (2010). *Propuesta para considerar la irregularidad estructural en la resistencia lateral de las estructuras en el Perú*. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

LOA Canales, Gustavo. "Diseño estructural de un edificio de concreto armado de seis pisos y dos sótanos". Tesis (Ingeniero Civil). Lima: PUCP, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2017. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

SENCICO. (2018). Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente". Lima: El Peruano. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

N.T. Metrado para obras de edificación y habilitaciones urbanas, R. D. N° 073-2010/Vivienda/VMCS-DNC (Metrado para obras de edificación y habilitaciones urbanas 04 de Mayo de 2010). [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

NACIONES Unidas [en línea]. New york: Naciones Unidas. 21 de junio de 2017. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].. Disponible en: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-populationprospects-2017.html>

NEGRÍN Montecelo, Alejandro. Optimización de conjuntos estructurales de edificios aporticados de hormigón armado. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

NORMA Técnica E.020 (Perú). Cargas. Lima: 2018. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=171> [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

NORMA Técnica E.030 (Perú). Diseño Sismorresistente. Lima: 2018. Disponible en: [ww3.vivienda.gob.pe/.../51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf](http://ww3.vivienda.gob.pe/.../51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf) [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

NORMA Técnica E.060 (Perú). Concreto Armado. Lima: 2009. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=190> [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

PINEDA Magino, Edgar. “*Diseño Estructural de viviendas Sismo Resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino, Lima 2017*”. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Blanco Blasco, A. (1997). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Lima: Capítulo de Ingeniería Civil Consejo Departamental Lima. [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

RODRÍGUEZ, D. Investigación aplicada: características, definición, ejemplos. Disponible en <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/> [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

American Concrete Institute. (2014). Reglamento para Concreto Estructural. Michigan U.S.A.: American Concrete Institute.

Mena, U. (2002). *Evaluación de riesgo sísmico en zonas urbanas*. Barcelona [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

Teheran, P. (2018). Análisis estructural. Obtenido de Análisis estructural: <http://ylangylang.uninorte.edu.co:8080/Objetos/ingenieria/analisisestructural/analisis.html> [Consultado: 01 de septiembre de 2021].

## **ANEXOS**

Ilustración 31: Plano de cimentaciones

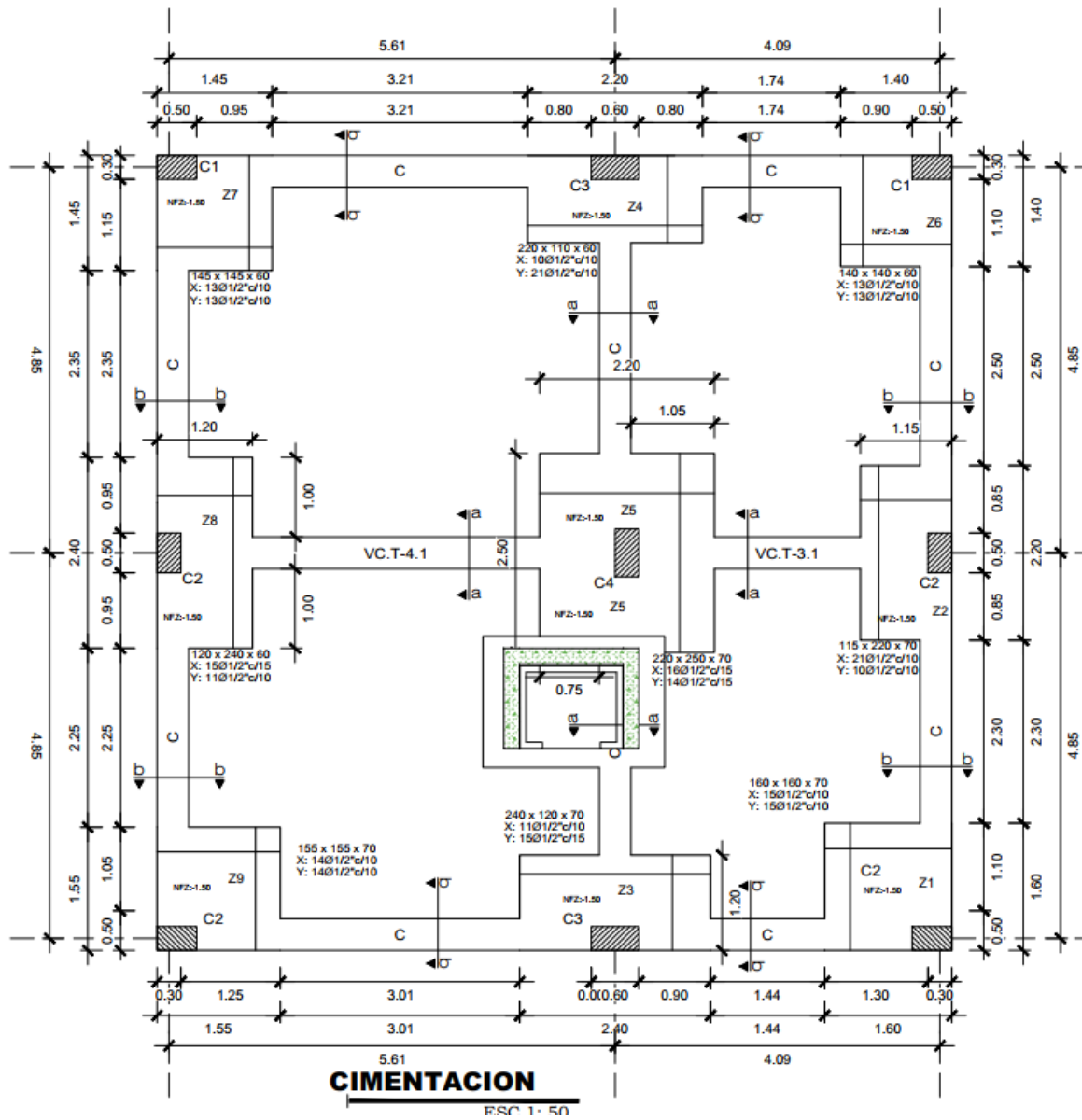




Ilustración 32: Despiece y armado de zapatas

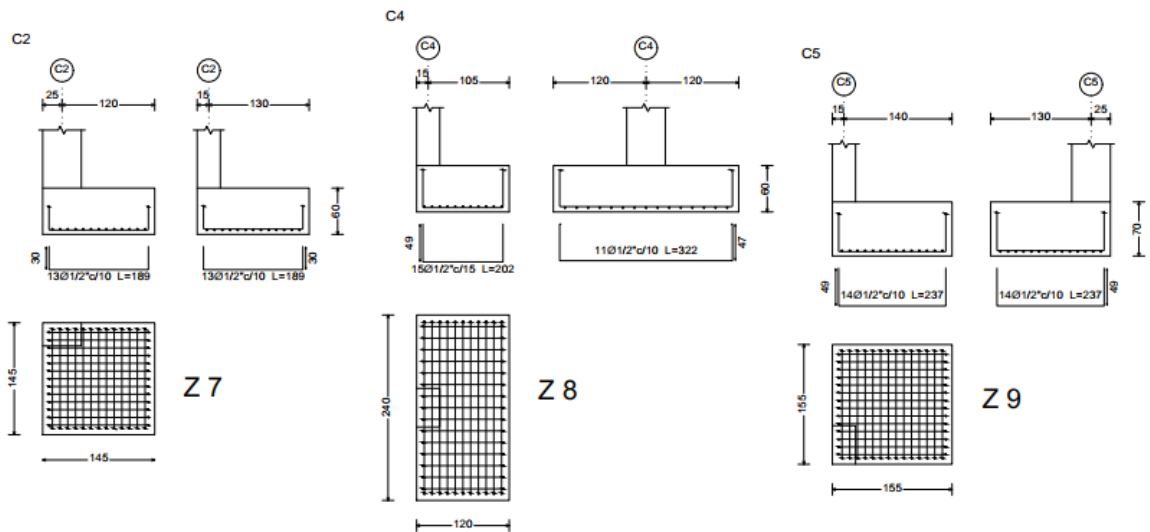


Ilustración 33: Despiece y armado de zapata-columna y sobrecimientos

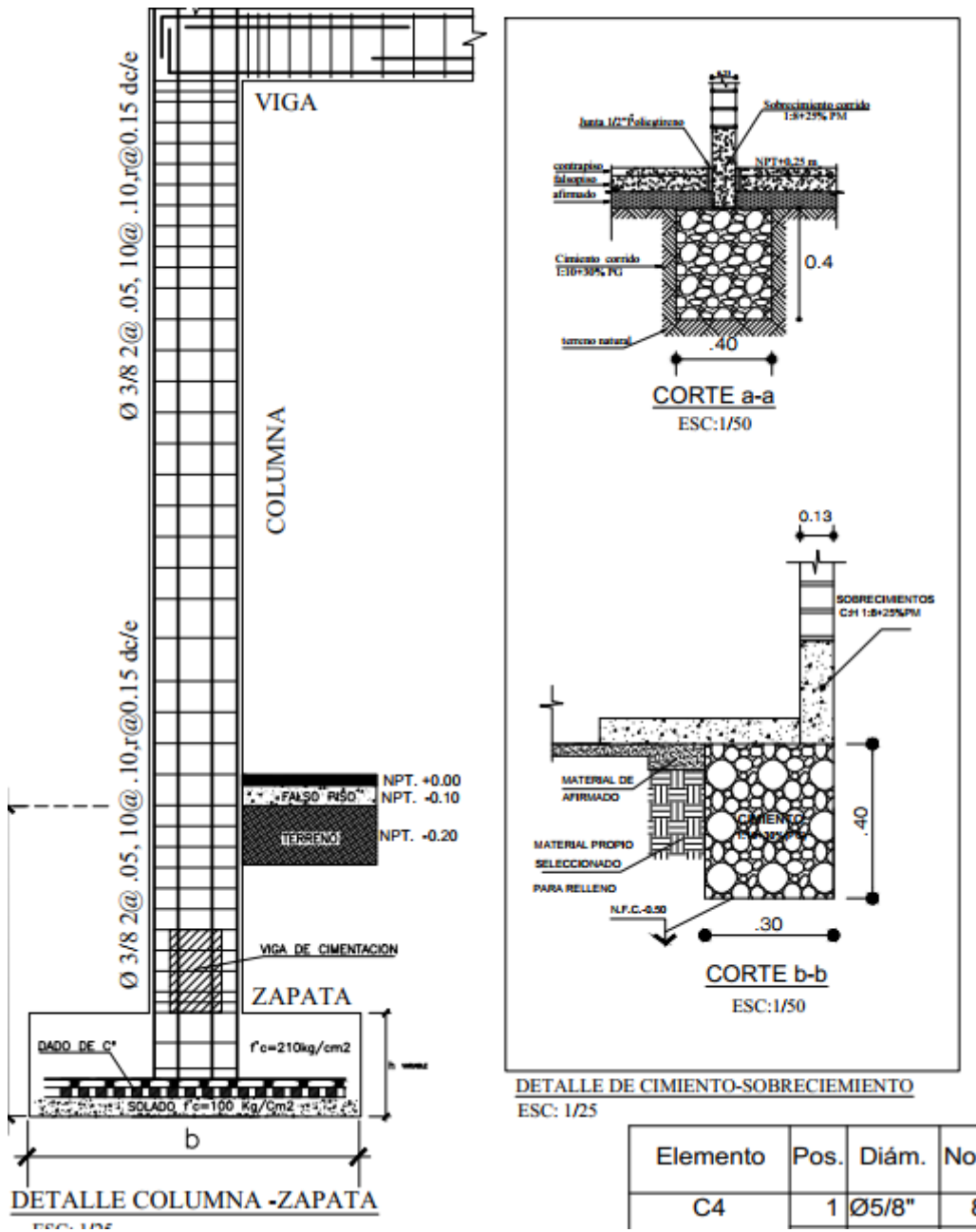
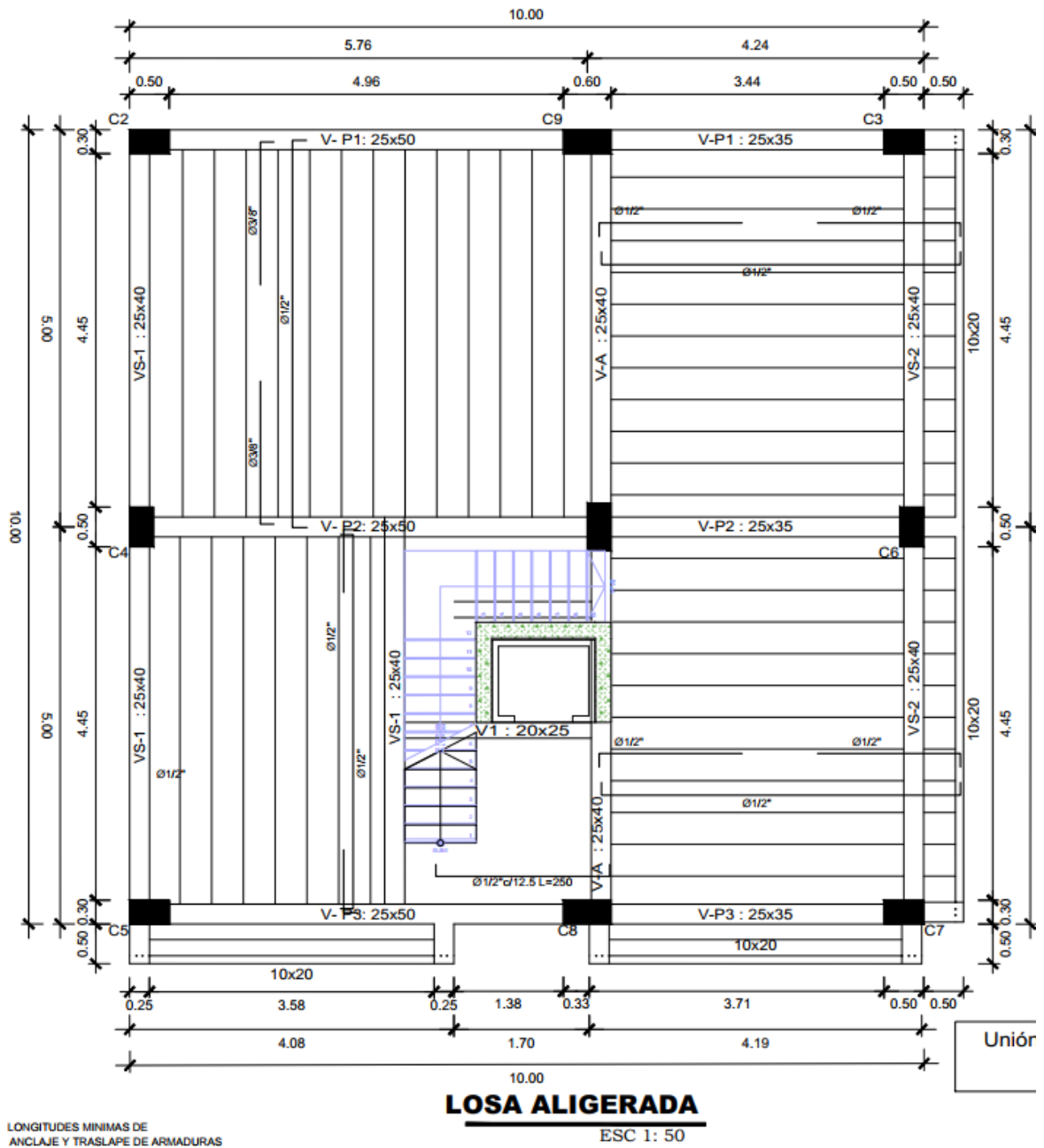


Ilustración 34: Detalle de armado de losa aligerada



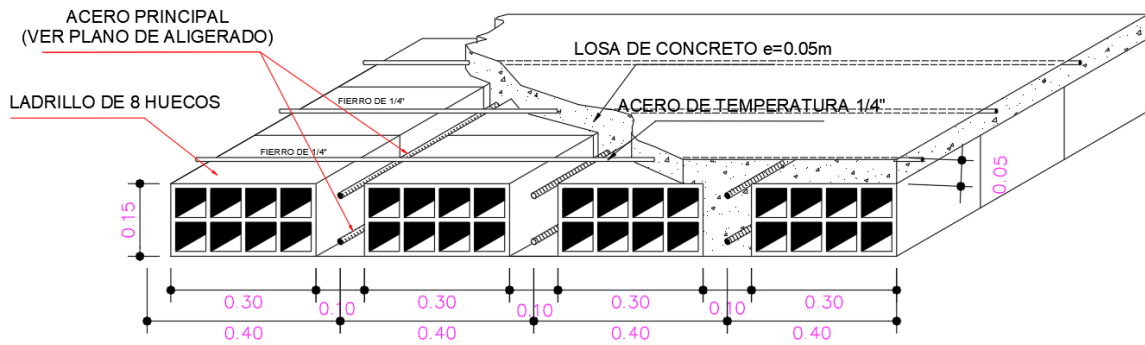


Ilustración 35: Detalle de unión de vigas ortogonales

## Final de vigas en columna extrema.

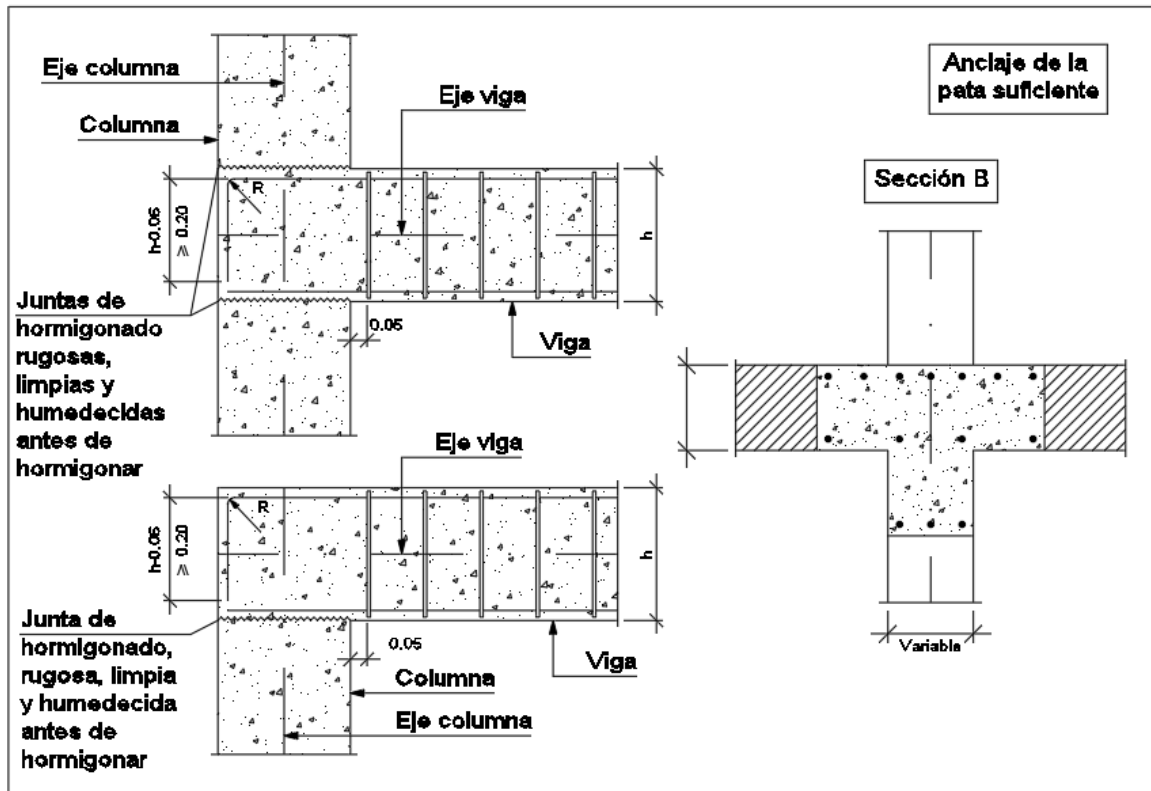


Ilustración 36: Detalle de cantidad de acero según tipo de columna

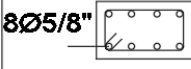

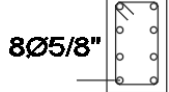

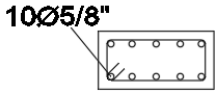

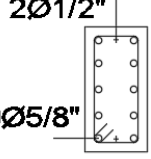

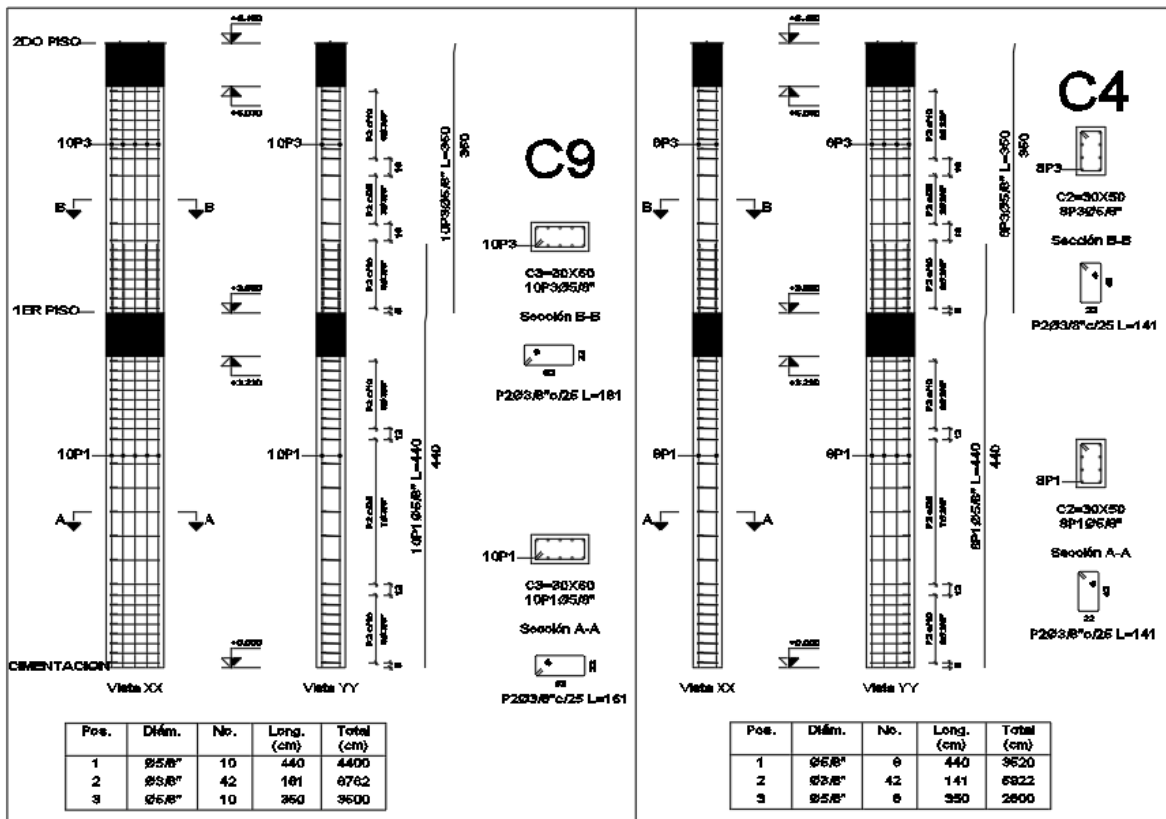
C1	C2	C3	C4																																				
 <p><b>C1=30X50</b></p>  <p>1Ø3/8"(142)</p> <p>Arm. Long.: 8Ø5/8" Estribos: Ø3/8"</p> <table border="1"> <tr><td>155 a 235</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>80 a 155</td><td>3</td><td>25</td></tr> <tr><td>0 a 80</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table>	155 a 235	8	10	80 a 155	3	25	0 a 80	8	10	 <p><b>C2=30X50</b></p>  <p>1Ø3/8"(142)</p> <p>Arm. Long.: 8Ø5/8" Estribos: Ø3/8"</p> <table border="1"> <tr><td>155 a 235</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>80 a 155</td><td>3</td><td>25</td></tr> <tr><td>0 a 80</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table>	155 a 235	8	10	80 a 155	3	25	0 a 80	8	10	 <p><b>C3=30X60</b></p>  <p>1Ø3/8"(162)</p> <p>Arm. Long.: 10Ø5/8" Estribos: Ø3/8"</p> <table border="1"> <tr><td>155 a 235</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>80 a 155</td><td>3</td><td>25</td></tr> <tr><td>0 a 80</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table>	155 a 235	8	10	80 a 155	3	25	0 a 80	8	10	 <p><b>C4=30X60</b></p>  <p>1Ø3/8"(162)</p> <p>Arm. Long.: 10Ø5/8"+2Ø1/2" Estribos: Ø3/8"</p> <table border="1"> <tr><td>155 a 235</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>80 a 155</td><td>4</td><td>20</td></tr> <tr><td>0 a 80</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table>	155 a 235	8	10	80 a 155	4	20	0 a 80	8	10
155 a 235	8	10																																					
80 a 155	3	25																																					
0 a 80	8	10																																					
155 a 235	8	10																																					
80 a 155	3	25																																					
0 a 80	8	10																																					
155 a 235	8	10																																					
80 a 155	3	25																																					
0 a 80	8	10																																					
155 a 235	8	10																																					
80 a 155	4	20																																					
0 a 80	8	10																																					

Ilustración 37: Despiece y armado de columnas en diferentes niveles



Despiece del armado de las columnas

Ilustración 38: Detalle de armado de viga VP-1

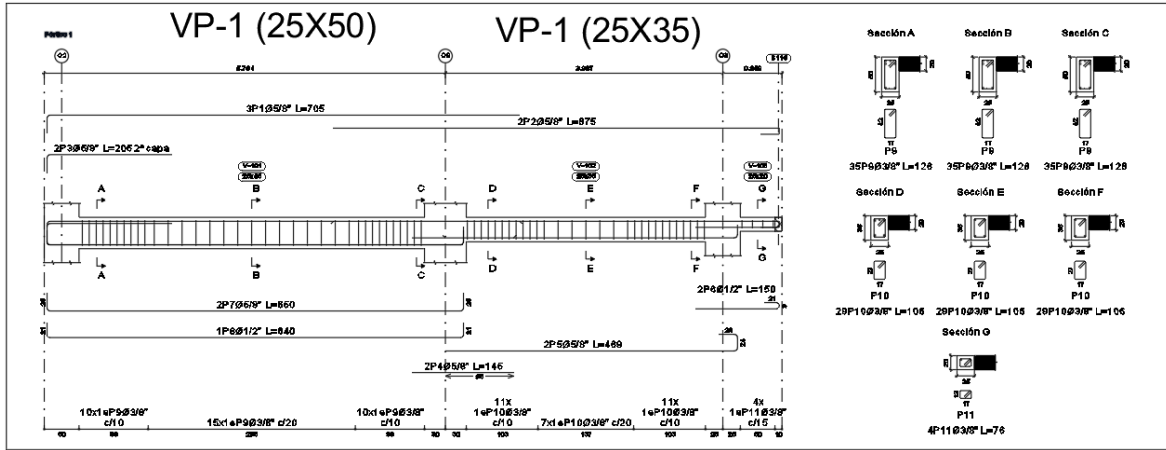


Ilustración 39: Detalle de armado de viga VP-2

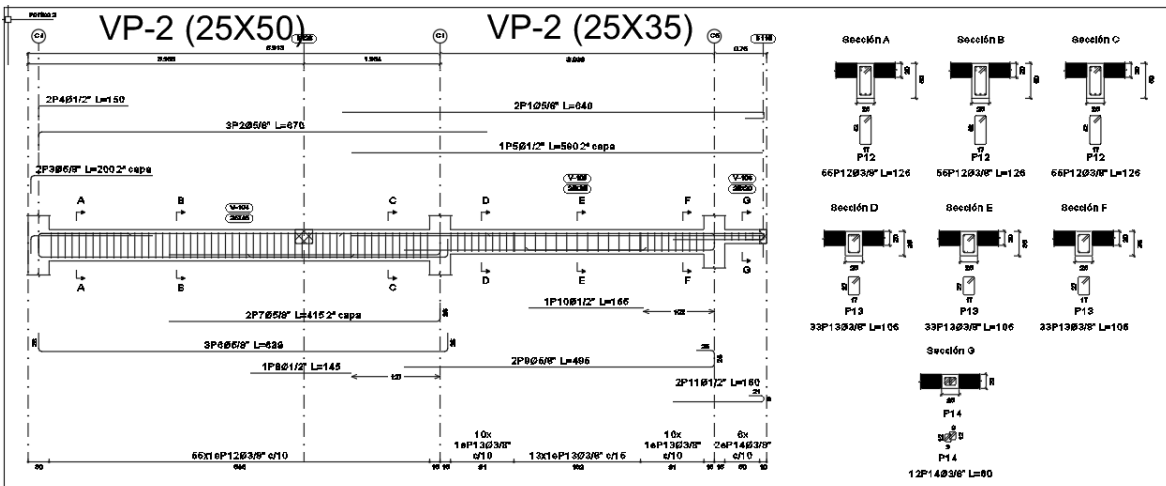


Ilustración 40: Detalle de armado de viga VP-3

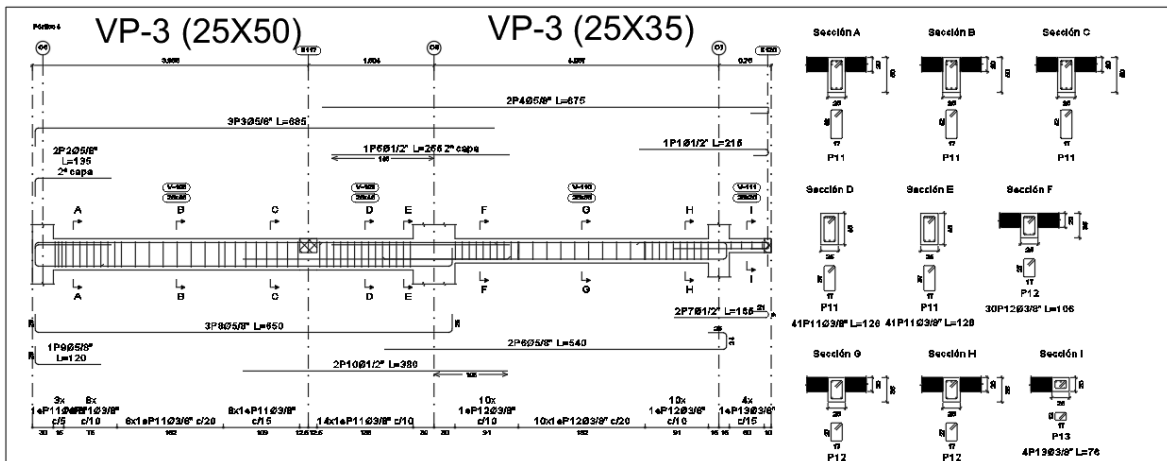


Ilustración 41: Detalle de armado de viga VS-1

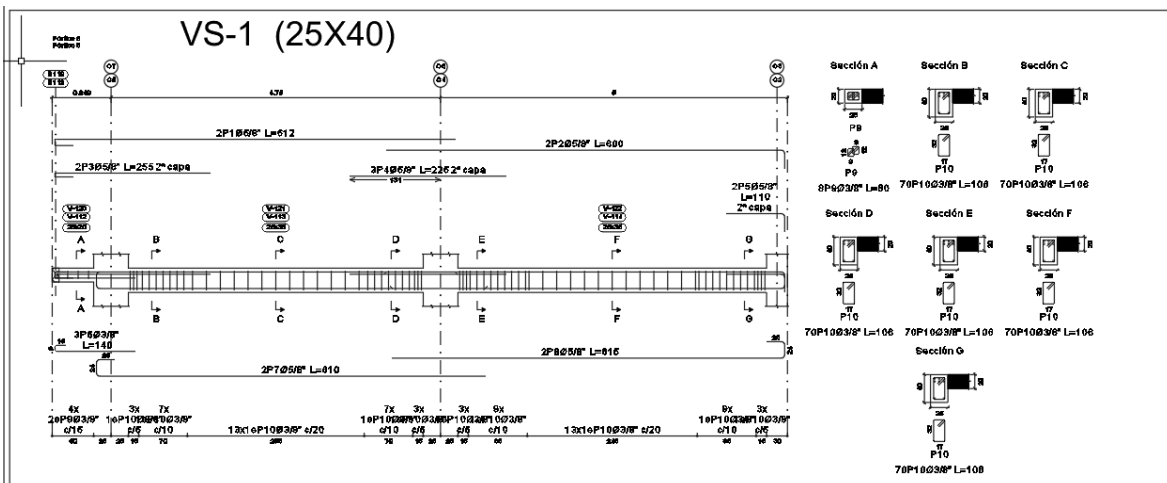


Ilustración 42: Detalle de armado de viga VA

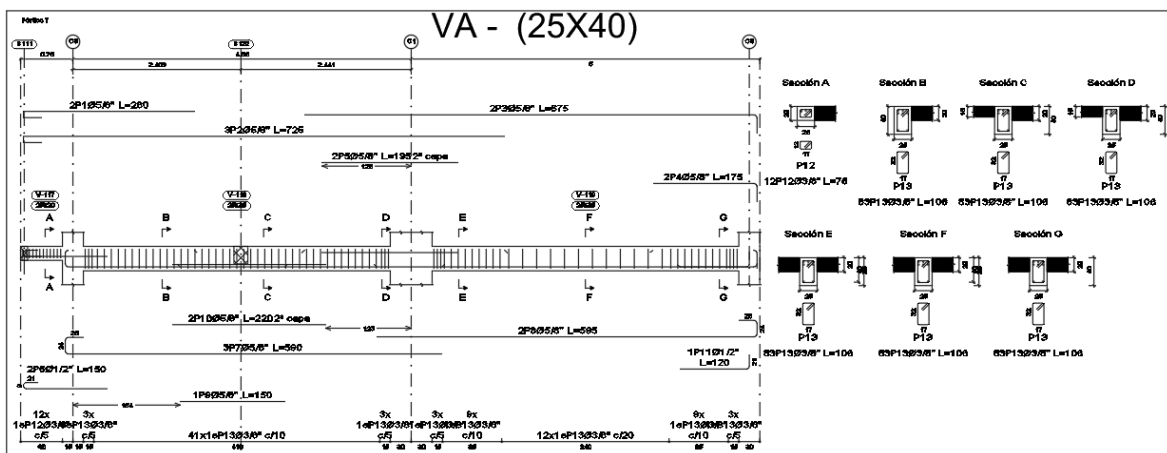
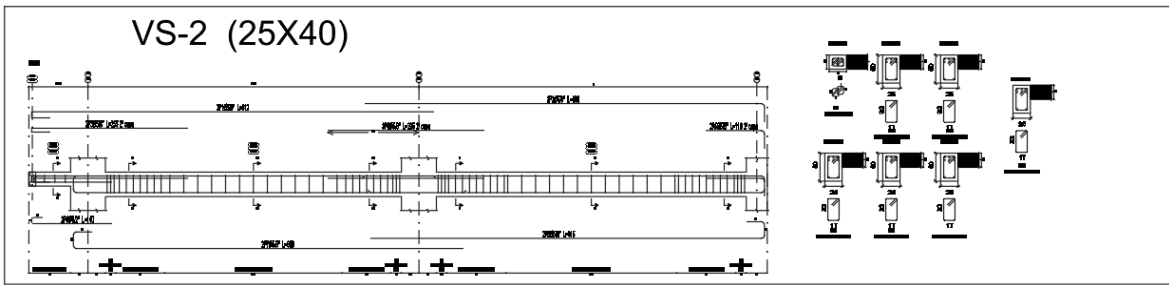


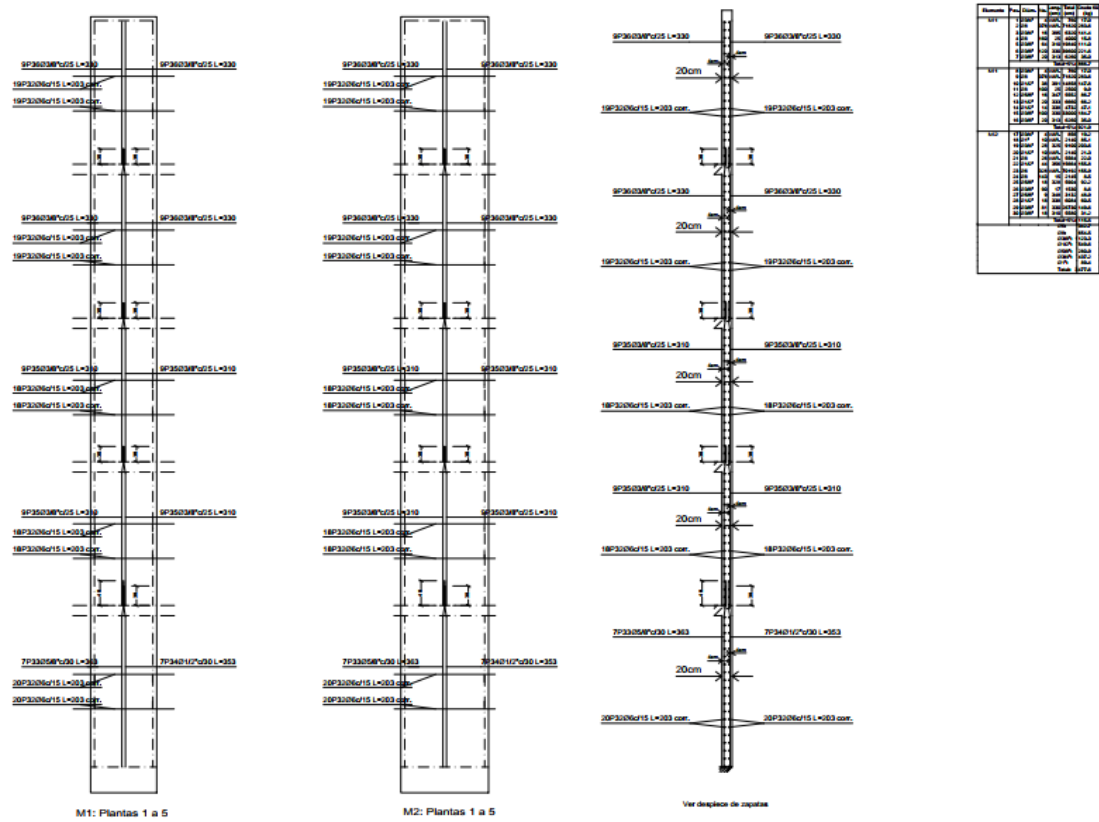
Ilustración 43: Detalle de armado de viga VS-2



### Despiece de vigas y vigas chatas

Ilustración 44: Detalle de armado de placas

### Despiece de placas





**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN  
A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Manuel Foco Rozas

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería Civil de la UCV, en la sede de Lima Norte, promoción 2021, aula G2, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre del proyecto de investigación es: "Análisis sísmico y diseño estructural un edificio de 5 niveles en el distrito de Alto Selva Alegre – Arequipa 2021" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



---

Firma  
Manuel Foco Rozas

---

43693069

D.N.I.

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	"CÁLCULO MEDIANTE PROCESOS MATEMÁTICOS Y COMPUTACIONALES DE UNA ESTRUCTURA ANTE DIVERSAS CARGAS Y FUERZAS QUE ACTUARÁN SOBRE ESTE". Meil, P. (2010)	<p>COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES</p>	<p>CARGAS ESTÁTICAS CARGAS DINÁMICAS ANÁLISIS MODAL DERIVADAS DE ENTREPISO NORMA E 0.30</p> <p>PERALTE DE VIGAS Y LOSAS SECCIÓN DE COLUMNAS NORMA E 0.60</p>	ORDINAL
INDEPENDIENTE	DISEÑO ESTRUCTURAL	"ENGLORA TODAS LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN DURANTE LA ETAPA DE ANTEPROYECTO DE UNA EDIFICACIÓN PARA ASEGURAR EL CORRECTO DESEMPEÑO DE LA MISMA ANTE CONTRATIEMPOS FUTUROS". Meil, P. (2010)	<p>CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL</p> <p>ELEMENTOS ESTRUCTURALES</p>	<p>REQUISITOS DE LA ESTRUCTURA</p> <p>NORMA E 0.60</p>	ORDINAL



Dr. Jorge Leonardo Landa  
Asesor Académico  
C.V. 10007

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

### Variable dependiente:

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL:** "calculo mediante procesos matemáticos y computacionales de una estructura ante diversas cargas y fuerzas que actuaran sobre este". Meli, p (2010)

### Variable independiente:

**DISEÑO ESTRUCTURAL:** "engloba todas las actividades que se dearrollan durante la etapa de anteproyecto de una edificacion para asegurar el correcto desempeño de la misma ante contratiempos futuros". Meli, p (2010)

#### Dimensión 1

**COMPORTAMIENTO SÍSMICO:** Aguirre Cristhian (2008, p.31). La actividad geofisica determinara el tipo de sistema a utilizar en cada contexto.

#### Dimensión 2

**PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** Aguirre Cristhian (2008, p.56) Un adecuado predimensionamiento del acero permitirá reducir costos sin afectar el desempeño estructural del proyecto

#### Dimensión 3

**CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL:** Arroyo Jorge José (2008, p.3) Una adecuada estructuración de asegurar mejores prestaciones y tiempos de ejecución

#### Dimensión 4

**ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** Suarez Carlos (2005, p.89). Elementos de concreto armado o acero que conforman una estructura que trabajara en conjunto

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**

N°	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>								
A	ANÁLISIS ESTRUCTURAL							
1	DIMENSIÓN 1	SI	No	SI	No	SI	No	
	COMPORTEAMIENTO SISMICO							
2	DIMENSIÓN 2							
	REDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	SI	No	SI	No	SI	No	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>								
A	DISEÑO ESTRUCTURAL	SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSIÓN 1	SI	No	SI	No	SI	No	
	CONFIGURACION ESTRUCTURAL							
2	DIMENSIÓN 2	SI	No	SI	No	SI	No	
	ELEMENTOS ESTRUCTURALES							
		SI	No	SI	No	SI	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

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

Apellidos y nombres del juez validador: Huamán Laura Jorge   DNI: 23.83.2046

Especialidad del validador: Arq. Fara Fari

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, estado y directo.

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

...13 de 09 del 2021



Firma del Experto Informante.

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	"CALCULO MEDIANTE PROCESOS MATEMÁTICOS Y COMPUTACIONALES DE UNA ESTRUCTURA ANTE DIVERSAS CARGAS Y FUERZAS QUE ACTUARÁN SOBRE ESTE". Meli, P (2010)	TODO EL CONJUNTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBE RESPETAR LOS VALORES MÍNIMOS ESTABLECIDOS POR LA NORMATIVA E.O.30 DEL RNE PERUANO	<p>CARGAS ESTÁTICAS CARGAS DINÁMICAS ANÁLISIS MODAL DERIVADAS DE ENTREPISO NORMA E.O.30</p> <p>PERALTE DE VIGAS Y LOSAS SECCIÓN DE COLUMNAS NORMA E.O.60</p>	ORDINAL
INDEPENDIENTE	DISEÑO ESTRUCTURAL	"ENGLORA TODAS LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN DURANTE LA ETAPA DE ANTEPROYECTO DE UNA EDIFICACIÓN PARA ASEGURAR EL CORRECTO DESEMPEÑO DE LA MISMA ANTE CONTRATAMIENTOS FUTUROS". Meli, P (2010)	LA CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMARÁN LA ESTRUCTURA OBEDECEN LOS CRITERIOS DE CONCRETO ARMADO DE LA NORMA E.O.60	<p>CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL</p> <p>REQUISITOS DE LA ESTRUCTURA</p> <p>ELEMENTOS ESTRUCTURALES</p> <p>NORMA E.O.60</p>	ORDINAL



ING. CP SANTOS OCHOA QUIROZ  
Nº 100101  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 19813

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

### Variable dependiente:

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL:** "cálculo mediante procesos matemáticos y computacionales de una estructura ante diversas cargas y fuerzas que actuarán sobre esta". Meli, p (2010)

### Variable independiente:

**DISEÑO ESTRUCTURAL:** "engloba todas las actividades que se desarrollan durante la etapa de anteproyecto de una edificación para asegurar el correcto desempeño de la misma ante contratiempos futuros". Meli, p (2010)

#### Dimensión 1

**COMPORTAMIENTO SÍSMICO:** Aguirre Cristhian (2008, p.31). La actividad geofísica determinará el tipo de sistema a utilizar en cada contexto.

#### Dimensión 2

**PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** Aguirre Cristhian (2008, p.56)  
Un adecuado predimensionamiento del acero permitirá reducir costos sin afectar el desempeño estructural del proyecto

#### Dimensión 3

**CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL:** Arroyo Jorge José (2008, p.3) Una adecuada estructuración de asegurar mejores prestaciones y tiempos de ejecución

#### Dimensión 4

**ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** Suarez Carlos (2005, p.89). Elementos de concreto armado o acero que conforman una estructura que trabajará en conjunto


ING. CIP SANTOS CUTIMBEREL QUINTANILLA  
INGENIERO EN CIVIL  
Reg. en Colegio de Ingenieros del Perú N° 88813



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**

N°	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>								
A	ANÁLISIS ESTRUCTURAL							
1	DIMENSIÓN 1	SI	No	SI	No	SI	No	
COMPORTAMIENTO SISMICO								
2	DIMENSIÓN 2							
REDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES								
		SI	No	SI	No	SI	No	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>								
A	DISEÑO ESTRUCTURAL	SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSIÓN 1	SI	No	SI	No	SI	No	
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL								
2	DIMENSIÓN 2							
ELEMENTOS ESTRUCTURALES								
		SI	No	SI	No	SI	No	
		SI	No	SI	No	SI	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

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

Apellidos y nombres del juez validador: GUTIERREZ QUINTANILLA SANTOS   DNI: 23914268

Especialidad del validador: ING. CIVIL

13 de 09 del 2021



ING. CÉSAR VALLEJO QUINTANILLA  
INGENIERO PROFESIONAL

Firma del Experto Informante.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, estado y libre de

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



**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	"CALCULO MEDIANTE PROCESOS MATEMÁTICOS Y COMPUTACIONALES DE UNA ESTRUCTURA ANTE DIVERSAS CARGAS Y FUERZAS QUE ACTUARÁN SOBRE ESTE". Meil, p (2010)	<p>COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES</p>	<p>CARGAS ESTÁTICAS CARGAS DINÁMICAS ANÁLISIS MODAL DERIVADAS DE ENTREPISO NORMA E.0.30</p> <p>PERALTE DE VIGAS Y LOSAS SECCION DE COLUMNAS NORMA E.0.60</p>	ORDINAL
INDEPENDIENTE	DISERÑO ESTRUCTURAL	"ENGLORA TODAS LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN DURANTE LA ETAPA DE ANTEPROYECTO DE UNA EDIFICACIÓN PARA ASEGURAR EL CORRECTO DESEMPEÑO DE LA MISMA ANTE CONTRATIEMPOS FUTUROS". Meil, p (2010)	<p>CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL</p> <p>ELEMENTOS ESTRUCTURALES</p>	<p>REQUISITOS DE LA ESTRUCTURA</p> <p>NORMA E.0.60</p>	ORDINAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
SEPTIEMBRE 2014

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

### Variable dependiente:

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL:** "calculo mediante procesos matemáticos y computacionales de una estructura ante diversas cargas y fuerzas que actuaran sobre este". Meli, p (2010)

### Variable independiente:

**DISEÑO ESTRUCTURAL:** "engloba todas las actividades que se dearrollan durante la etapa de anteproyecto de una edificacion para asegurar el correcto desempeño de la misma ante contratiempos futuros". Meli, p (2010)

#### Dimensión 1

**COMPORTAMIENTO SÍSMICO:** Aguirre Cristhian (2008, p.31). La actividad geofisica determinara el tipo de sistema a utilizar en cada contexto.

#### Dimensión 2

**PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** Aguirre Cristhian (2008, p.56) Un adecuado predimensionamiento del acero permitirá reducir costos sin afectar el desempeño estructural del proyecto

#### Dimensión 3

**CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL:** Arroyo Jorge José (2008, p.3) Una adecuada estructuración de asegurar mejores prestaciones y tiempos de ejecución

#### Dimensión 4

**ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** Suarez Carlos (2005, p.89). Elementos de concreto armado o acero que conforman una estructura que trabajara en conjunto



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>								
A	ANÁLISIS ESTRUCTURAL							
1	DIMENSIÓN 1	SI	No	SI	No	SI	No	
	COMPORTAMIENTO SISMICO							
2	DIMENSIÓN 2	SI	No	SI	No	SI	No	
	REDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES							
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>								
A	DISEÑO ESTRUCTURAL							
1	DIMENSIÓN 1	SI	No	SI	No	SI	No	
	CONFIGURACION ESTRUCTURAL							
2	DIMENSIÓN 2	SI	No	SI	No	SI	No	
	ELEMENTOS ESTRUCTURALES							
		SI	No	SI	No	SI	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

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

Apellidos y nombres del juez validador: Sanzo, Sara Victor DNI: 43.10.8498

Especialidad del validador: Ingeniería Civil

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

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

13 de 09 del 2021  
  
 Firma del Experto Informante.