



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis comparativo del diseño sismorresistente de una edificación de albañilería confinada de cuatro niveles con dos sistemas de losa aligerada: convencional versus VIGACERO en Carabayllo - 2019

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

De la Torre Asto, Julian (ORCID: 0000-0002-1758-1724)

Guerra Colca, Richard Johnny (ORCID: 0000-0002-1491-7202)

**ASESOR:**

Mg. Choque Flores, Leopoldo (ORCID: 0000-0003-9714-7159)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Estructural

**LIMA-PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria.**

A Dios por estar presente en todo los momento de nuestras días que ya fueron, que con mucho sacrificio y satisfacción seguimos costruyendo. El que ilumina el sendero de nuestras vidas que gracias a su sabiduría logramos pasar y asi poder llegar a final de cada objetivo que uno se propone en la vida.

A nuestros Padres Oscar y Victoria que siempre buscaron lo mejor para sus hijos.

A mi esposa Janet que sin su ayuda creo que hubiera sido bien dificil de conseguir esta meta.

A mi hija Leticia, mis hijos Alvaro y Salvador que también sacrificaron obligados sus días de juego y salidas domingueras.

Gracias eternas

**Julián..**

Dedico esta tesis a Dios por iluminar siempre nuestro camino.

A mi Padre Luis Guerra Huamali por sus grandes enseñanzas y hermosas palabras de aliento que me motivaron para seguir adelante.

A mi Madre Octavia por su apoyo incondicional y constantes palabras de aliento.

A mi esposa Cris por ser una pieza fundamental para poder lograr este objetivo.

A mis hijos, Abighail, Lucia en especial a mi hijo Evans quien me acompañaba hasta altas horas de la noche mientras desarrollaba mi trabajo.

A mis hermanos, en particular a Nelsón quien es mi mano derecha en mis proyectos.

Gracias.

**Richard..**

## **Agradecimientos**

A todos los profesores de la UCV que nos formaron desde el primer ciclo de haber ingresado. Tomamos con mucho aprecio las enseñanzas y la dedicación que tuvieron con nosotros, sin ellos no se hubiera posible hacer realidad nuestros sueños.

Julián De la Torre Asto..

Richard Guerra Colca..

## **PÁGINA DEL JURADO**



### **Declaratoria de Autenticidad**

Nosotros, Guerra Colca Richard Johnny con DNI 09992125 y De la Torre Asto Julián con DNI 06811527, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Profesional de Ingeniería, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

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

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

Lima, 30 de julio del 2020



Richard J. Guerra Colca  
DNI. 09992125



Julian De la Torre Asto  
DNI. 06811527

## Índice

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DE JURADO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Realidad Problemática.....	2
1.2. Trabajos previos. ....	2
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	6
1.4. Formulación del problema. ....	34
1.5. Justificación. ....	35
1.6. Hipótesis.....	36
1.7. Objetivos del proyecto .....	37
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>38</b>
2.1 Diseño de Investigación.....	39
2.2 Variables, Operacionalización. ....	40
2.3 Población y muestra.....	42
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	42
2.5 Métodos de análisis de datos .....	44
2.6 Aspectos éticos.....	46
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>103</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>105</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>113</b>

## Resumen

La investigación titulada: “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CUATRO NIVELES CON DOS SISTEMAS DE LOSA ALIGERADA: CONVENCIONAL VS VIGACERO EN CARABAYLLO - 2019” La presente investigación tiene por finalidad analizar y comparar el diseño sismorresistente de una edificación de cuatro niveles con sistema constructivo de albañilería confinada, en proyecto, empleando dos tipos de losas en los entrepisos: la losa aligerada convencional con ladrillo de arcilla y la losa aligerado Vigacero con vigueta prefabricado de acero estructural con casetones de poliestireno expandido de alta densidad. En ambos casos, para el diseño de la edificación, se emplea el análisis estructural con método manual con hojas de cálculo configurado por el experto de acuerdo con la norma E070 del RNE y para el diseño sismorresistente se aplica la norma la norma E030 de RNE para el análisis estático/dinámico con el empleo del programa de cálculo ETABS 2016.

En ese sentido, el presente trabajo tuvo como primer pasó la distribución arquitectónica de los elementos estructurales, predimensionamiento de vigas y columnas, densidad de muros de confinamiento y metrado de cargas, dentro de los parámetros del RNE normas: E020, E070. Una vez concluido, el segundo paso es el análisis estático y dinámico de la edificación con la finalidad de constatar si al disminuir el peso de las losas, el dimensionamiento de vigas y columnas varía favorablemente y mejora el comportamiento sísmico, y tener un mejor control de distorsión en los entrepisos en la edificación.

**Palabras clave:** Análisis sísmico, losa aligerada vigacero, diseño sismorresistente, análisis comparativo.



## **Abstract**

The research entitled: "COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SISMORESISTENT DESIGN OF A BUILDING OF CONFINED MASONRY BUILDING WITH TWO SYSTEMS OF LIGHTED Slab: CONVENTIONAL VS VIGACERO IN CARABAYLLO - 2019" The purpose of this research is to analyze and compare the seismic-resistant design of a four-level building with a confined masonry construction system, in project, using two types of slabs in the mezzanines: the conventional lightened slab with clay brick and the lightened Vigacero slab with prefabricated steel joist with high density expanded polystyrene cases. In both cases, for the design of the building, the structural analysis is used with manual method with spreadsheets configured by the expert in accordance with the R0 standard E070 and for the seismic-resistant design the RNE standard E030 standard is applied to static / dynamic analysis with the use of the ETABS 2016 calculation program.

In this sense, the present work had as its first step the architectural distribution of the structural elements, pre-sizing of beams and columns, density of confinement walls and load metering, within the parameters of the RNE standards: E020, E070. Once concluded, the second step is the static and dynamic analysis of the building with the purpose of verifying if, when reducing the weight of the slabs, the sizing of beams and columns varies favorably and improves the seismic behavior, and has a better control of distortion in the mezzanines in the building.

**Keywords:** Seismic analysis, light beam slab, seismic resistant design, comparative analysis.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad Problemática.

La albañilería confinada en nuestro país es un método de construcción muy habitual que se usa para la construcción de viviendas de la población, desde las muy básicas por medio de la autoconstrucción que representa el 60% hasta las más modernas con aplicación del cálculo estructural. También es conocido que el 80% de la construcción en nuestro país es a base de la Albañilería Confinada por lo que es necesario conocer su comportamiento frente a los sismos que por estar en zona sísmica se presentan con frecuencia. También es conocido que en el Perú existe un déficit de viviendas por más de 1'100,000 unidades habitacionales que se dividían de la siguiente forma: 260 000 presentan déficit cuantitativo, quiere decir son familias que no cuentan con vivienda propia y 860 000 viviendas con problemas cualitativos, que vienen a ser las familias que construyeron sus viviendas sin asesoramiento técnico y que no garantizan la habitabilidad (autoconstrucción). información difundida por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento(2018),

En ese contexto, el sector construcción está innovando los sistemas constructivos para lograr resultados positivos, económicos y sobre todo seguros; esto requiere aplicar masivamente los nuevos conceptos en el diseño y mejora de los elementos estructurales. Empleando materiales no convencionales y aplicando en los elementos estructurales de una vivienda nos ayudaran a resolver las grandes limitaciones constructivas, económicas y también técnicas, las cuales se han mantenido hoy en día y que forman parte de la cultura en el rubro de la construcción.

Por ello, que se pretende dar a conocer un distinto sistema de losas de entrepiso aligerado, que está siendo bastante difundido pero poco usado en la construcción de viviendas unifamiliares. También se utilizan con el fin de lograr estructuras económicas y ligeras ocasionada por sismos. así como las dimensiones de los elementos de la estructura y el dimensionamiento de las cimentaciones.

El poliestireno expandido es un material que se está empleando en la actualidad como componente aligerante en diversos sistemas de losas de entrepiso, uno de ellos es el sistema VIGACERO, el cual presenta viguetas prefabricadas de perfil de acero estructural galvanizado con casetones de poliestireno expandido EPS.(SENCICO,2014). Dando como resultado un sistema de losa de entrepiso más liviano, disminuyendo el peso de la estructura, es por ello que se podría estimar la disminución de la sección de las estructuras que soportan cargas de la edificación por gravedad y también producidas por el sismo, dando como una opción técnica económica para el usuario.

En este proyecto se propone plantear una alternativa sobre el diseño sísmorresistente en una edificación empleando casetones de Poliestireno Expandido (EPS) con viguetas metálicas como elementos no estructurales en la construcción de la losa aligerada con la necesidad de aligerar techos y posteriormente realizar la comparación con el diseño sísmorresistente de una edificación confinada con losas aligeradas convencionales.

## **1.2. Trabajos previos.**

### **1.2.1. Antecedentes nacionales**

(Maritza, 2002) Con la tesis “Análisis técnico y económico de losas de entrepiso Piura”.Aquí se trata de proponer nuevos sistemas de entrepisos, mas ventajoso que el aligerado convencional utilizado en un sector de la construcción y determinar las diferencias que existen con las losas no convencionales, como la losa con placa colaborante, las losas con viguetas pretensadas, losas aligeradas en una y dos direcciones. También llegaron a realizar la diferenciación en dos paños de losa que les permitio establecer el sistemas de entrepiso correcto y adecuado. Finalmente concluyen la investigación en rel reemplazo de los ladrillos tradicionales de arcilla por el EPS

poliestireno expandido el cual les permite aligerar el peso del sistema en un 40%.

Castro G, Masgo N, Huaracaya L y Terrel R.(2018) Con la tesis Titulado “Análisis Comparativo de los Sistemas Constructivos de Vigacero y Convencional en La Construcción de una losa aligerada para una vivienda unifamiliar ubicado en las Gardenias - Huacho, Lima”; el objetivo principal del proyecto fue la comparación de dos sistemas de aligerados el convencional y el sistema vigacero en una vivienda unifamiliar ubicada en Huacho, para ello se utilizó la metodología que se usa en base a tres indicadores tiempos, procesos, materiales y costos. En conclusión, el análisis de costo efectuado en este proyecto demuestra que el sistema VIGACERO reduce en un 20% en ahorro económico.

Fernández R y Quiroz Q (2016) El objetivo es determinar con que material tiene mejor comportamiento sísmico en techos aligerados para los edificios en Huancavelica, donde se concluye que: “La zona de la investigación es vulnerable sísmicamente, además de ello las construcciones existentes, en este caso recomienda que se implementen bloques de tecknoport en el techo de las edificaciones, Además con los cálculos realizados resalta que es más económico el sistema de losa pretensada y bovedillas de poliestireno generando un ahorro aproximado del 23% con respecto al convencional.

Rivera G (2017) con la tesis “Análisis comparativo del sistema pre fabricado de losa aligerada Vigacero vs el sistema convencional de un edificación de 6 pisos en Huancayo 2016”. Deja como conclusión luego de realizado las investigaciones que, con el nuevo sistema de losa pre fabricada vigacero ofrece mejoría de los resultados al momento de reducir el peso propio en 43% y la capacidad de resistencia aumenta un 70%.

### **1.2.2. Antecedentes internacionales**

En la construcción de losas aligeradas se tiene muchos antecedentes en el Mundo de la cual aquí detallamos algunos: (SigfriedGiedon, 2009) El techo o diafragma viene a ser uno de los elementos que son mas usados en el rubro de las edificaciones. Su uso va con el propósito de lograr estructuras económicamente sustentables y livianas. Las losas tienen distintos tipos: macizas donde utilizan acero y concreto, y losas aligeradas la cual tiene el beneficio de reducir los efectos de las fuerzas originadas por el movimiento de los sismos, por lo tanto al ser mas ligeros estos techos se pueden disminuir las dimensiones en las cimentaciones y otros elementos de la edificación.

Avecillas Rios (2016) Ecuador, en la tesis titulada “ Alternativa estructural-constructiva de entresijos y techos de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido” nos dice que ha tenido como finalidad proponer una alternativa estructural para aligerar reduciendo su peso y costo. Con la utilización de bloques del material de poliestireno expandido EPS disminuye en su peso en 48% en losas de una y dos direcciones.

Jalca Choez (2016) Guayaquil, en la tesis “Análisis comparativo en costo y tiempo entre losas alivianadas tradicionales y losas alivianadas con bovedilla de poliestireno en una edificación”.Aquí se menciona que una vez culminado dicho estudio pudo comprobar que las losas alivianadas con bovedillas de Poliestireno resultó ser más económica, y como material liviano en losas de entresijo el peso propio de la losa disminuye en un 27% con respecto a los tradicionales.Por lo cual recomienda utilizar las losas con bovedilas de poliestireno al ser un sistema innovador.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

Los movimientos que se presentan en el edificio se muestran complejos, tienen dependencia de los pesos o las cargas que soportan cada piso, además dependen del tamaño, geometría, características del suelo, los materiales que se han usado (estructurales y no estructurales), etc. Es por ello que el diseño de un edificio u estructura sísmo resistente, capaz de resistir cargas elevadas, desde el instante en que inicia, en su evolución hasta su fin debe contar con un buen estudio y proyección.

#### **1.3.1 Diseño Sismorresistente**

El diseño sismorresistente ha tomado importancia desde las pérdidas que se han presenciado a lo largo del tiempo, ya sea económicas o materiales, siendo consecuencia de los fenómenos sísmicos que se presentan como terremotos, tsunamis, etc. (México 1985; Loma Prieta 1989; Northridge 1994; Kobe 1995; Chile 2010).

Los edificios de hoy en día deberían tener un avance notable en la prevención de las fallas estructurales que se presentan a consecuencia de sismos severos, a comparación del pasado.

Hoy en día en la construcción de los edificios, se debe satisfacer las necesidades socioeconómicas, ya sean múltiples o complejas. Esto quiere decir que se debe controlar cuidadosamente el daño que se presente tanto en los elementos estructurales, como en los no estructurales. (Terán 2002).

#### **Principios del Diseño Sismorresistente**

Los principios presentes en el Diseño Sismorresistente consisten en:

- a. Asegurar que continúen satisfactoriamente los servicios básicos.
- b. Evitar las pérdidas humanas.
- c. Disminuir los daños que se presenten a la propiedad.

Teniendo en cuenta dicha filosofía, en la Norma se establecen los siguientes principios:

- a. Al momento de ocurrencia del sismo, la estructura de la vivienda no tendría porque colapsar ni ocasionar pérdidas o daños graves a los habitantes, pero podrían presentar algunos daños severos.
- b. Al momento de ocurrencia del sismo, la estructura tiene que soportar movimientos moderados, adicionando que podría percibir daños reparables siempre y cuando esten dentro de límites aceptables.
- c. En el caso de las edificaciones de categoría A (Esenciales) son las que se encuentran definidas en la Tabla N° 5, para mantenerse operativa luego de un sismo severo, se deberá cumplir algunas consideraciones especiales.

### **Propósito de la Estructura Sismorresistente**

Mantener los siguientes puntos importantes:

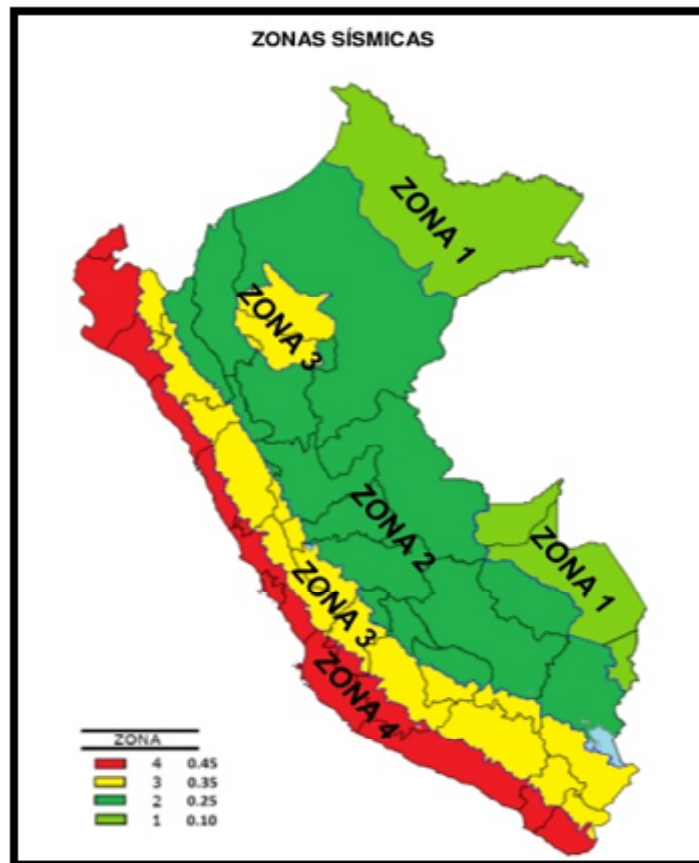
- Mantener la simetría en la distribución para masa y rigidez.
- Reducir peso en los niveles altos de la edificación.
- Materiales de construcción de buena calidad y correcto uso.
- Mantener la continuidad del sistema estructural.
- Resistencia a las cargas laterales.
- Limitada deformación lateral.
- Proceso constructivo y buena supervisión estructural.

### **Peligro sísmico**

Se considera ubicación de la edificación y características del suelo.



Figura 1: Mapa de zonificación



Fuente:recuperadodelRNE E.030(2018)

**Tabla 1:**Factor de zona

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente:recuperadodelRNE E.030(2018)

### Perfiles de suelos

Para la finalidad de la norma, en el caso de los perfiles de suelos, estos se clasifican cogiendo la velocidad promedio de transmisión de las ondas de corte ( $V_s$ ). Las cuales se deben determinar para lo 30 metros, los cuales deben ser superiores del perfil de suelo, teniendo en cuenta que sea desde el fondo de cimentación.

**Tabla 2:** La clasificación de perfiles del suelo

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$V_s$	$N_{60}$	$S_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	–	–
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 k Pa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	<15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en EMS		

Fuente:recuperadodelRNE E.030(2018)

**Los parametros de sitio S, T<sub>p</sub> y T<sub>L</sub>**

Hay que considerar el tipo de perfil, el cual mejora a detalle la aceleración del suelo, dependiendo de la zona(sísmica) y del perfil del suelo. En relación a los periodos, estos dependen del perfil del suelo. Dados en las siguientes tablas.

**Tabla 3:** El factor del suelo “S”

FACTOR DE SUELO "S"				
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
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

Fuente:recuperadodel‘RNE E.030’(2018)

**Tabla 4:** Los periodos de suelo

PERIODOS "T <sub>p</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	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

Fuente:recuperadodelRNE E.030(2018)

### Factor de Amplificación Sísmica (C)

Teniendo en cuenta las características de sitio, se conceptualiza al factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

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

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

Se le denomina amplificación de la aceleración estructural a lo que representa este cociente, en respecto a la aceleración del suelo.

### Categoría de las Edificaciones y Factores “U”

Toda estructura debería clasificarse en relación a sus categorías y así poder ordenar su importancia y su uso.

**Tabla 5:** Categoría de las edificaciones y factor “U”

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	Edificaciones esenciales	1,5
B	Edificaciones importantes	1,3
C	Edificaciones comunes	1,0

Fuente: recuperado del RNE E.030(2018)

### Sistema Estructural de las Edificaciones

Se define “Sistema Estructural de las edificaciones” al que se aplicara teniendo en cuenta la ubicación de la zona y la categoría de las edificaciones.

**Tabla 6:** Categoría y sistemas estructurales

<b>CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES</b>		
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico concualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2(*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera.
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Fuente: recuperado del RNE E.030(2018)

### Los Sistemas Estructurales y el Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R_0$ )

Los sistemas serán clasificados teniendo en cuenta los materiales que se emplearán. Se va a tomar el coeficiente menor  $R_0$  al presentarse más de un sistema estructural.

**Tabla 7:** Sistemas estructurales

<b>SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico De Reducción $R_0$

<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
Demuros estructurales	6
Murosdeductibilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

Fuente: recuperado del RNE E.030(2018)

### **Factor de irregularidad en altura(I<sub>a</sub>, I<sub>p</sub>)**

En el caso del Factor ‘‘I<sub>a</sub>’’, define como irregularidad estructural en altura a sus 2 direcciones del análisis.

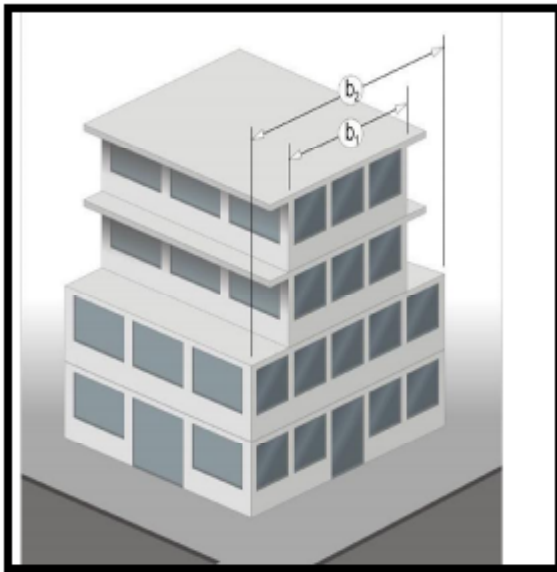
En el caso del Factor ‘‘I<sub>p</sub>’’, se expresa en relación alas irregularidades presentes estructuralmente en planta en ambas direcciones del análisis.

**Tabla 8:** Irregularidades estructurales en altura

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b>	<b>Factor de Irregularidad I<sub>a</sub></b>
<p><b>Irregularidad de Rigidez: PisoBlando</b></p> <p>Existe irregularidad de rigidez cuando la distorsión de entre piso (deriva) es mayor que 1,4 veces el valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de los tres entrepisos superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos de los entrepisos.</p>	<b>0,75</b>

Fuente:recuperado del RNE E.030(2018)

**Figura 2:** Las irregularidades presentes en altura



<b>Irregularidad de Geometría Vertical Ia = 0.90</b>
Cuando $b_2 > 1.3 \times b_1$

Fuente: recuperado del MVCS(2018)

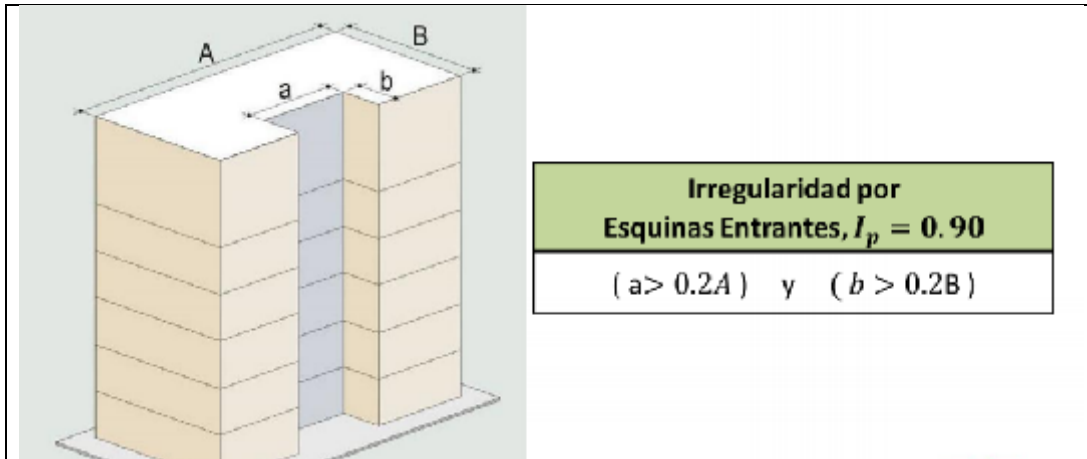
### El Factor de irregularidades en planta

**Tabla 9:** Irregularidades estructurales en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad $I_p$
<p><b>Irregularidad Torsional</b>                      Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo Excentricidad accidental (<math>\Delta_{máx}</math>), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga.                      Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible.</p>	<b>0,75</b>

Fuente: recuperado del RNE E.030(2018)

**Figura 3:** Las irregularidades presentes en planta



Fuente: Recuperado del MVCS(2018)

### **El coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, R**

Se denomina coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas al que se determina mediante la multiplicación del: Coeficiente básico de reducción y las irregularidades en la planta, además de la altura, de no detectar irregularidades será de la siguiente manera:

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

### **Análisis Estructural**

#### **Consideraciones para el Análisis**

En las estructuras regulares, se debe realizar el análisis teniendo consideración de la fuerza ejercida total del sismo, el cual actúa independientemente en ambas direcciones predominantes (ortogonales).

En el caso de las estructuras irregulares, estas deberán suponerse que el efecto sísmico ocurrirá en la dirección, en este caso más desfavorable.

## **El modelo para el Análisis**

En el caso del análisis, se debe considerar distribuir la rigidez y la masa, que ambas sean apropiadas para poder realizar los cálculos del comportamiento dinámico que tiene la estructura.

### **Estimaciones del Peso (P)**

Para calcular las fuerzas sísmicas, se debe determinar el peso que tiene la estructura al cual se le suma la carga total del porcentaje en relación a la carga viva, lo cual va a depender explícitamente de la categoría y el uso que tendrá la edificación.

- ✓ Para edificaciones de ‘categoría A y B’ es de: 50% de la carga viva.
- ✓ Para edificaciones de ‘categoría C’ es de: 25% de carga viva.
- ✓ Para depósitos de: 80% del total que pueda almacenarse.
- ✓ Para techos y azoteas de: 25% de carga viva.

### **El procedimiento del Análisis Sísmico**

Se deberá utilizar cualquier procedimiento siguiente:

- Análisis dinámico modal espectral.
- El análisis estático o las fuerzas estáticas equivalente.

Con la obtención del resultado del análisis sísmico, se va a determinar la validez de la estructura, cumpliendo con los parámetros requeridos de resistencia, rigidez y ductilidad, tal y como lo indica la norma. El resultado obtenido del análisis sísmico se va a determinar si la estructura es válida, y deberá cumplir a los parámetros de rigidez, resistencia y ductilidad según indica la norma.

#### **1.3.2 Análisis dinámico modal espectral**

Existe la posibilidad de diseñar cualquier estructura, usando los resultados que se han obtenido de los análisis dinámicos como resultado de la combinación modal espectral, según especificación:



### **Los modos de vibración**

En el caso de los modos de vibración, se van o se procederán a determinar mediante un análisis, en el cual se tenga consideración de las características de distribución de las masas y la rigidez.

También se debe tener en cuenta que en cada dirección, se debe considerar los modos de vibración, en donde la suma de las masas(efectivas) tiene que llegar al 90% del total, teniendo de igual manera en consideración los 3 primeros modos, los cuales son serán predominantes en relación a la “dirección del análisis”.

### **La aceleración espectral**

En las direcciones(horizontales), se debe usar un espectro inelástico de aceleración, el cual debe estar definido por:

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

### **La fuerza cortante mínima**

En las direcciones, a las cuales se le debe tener consideración, la fuerza del primer entrespacio, no debe ser menor al 80% en relación al valor que se ha realizado los cálculos para las estructuras que son regulares, ni tampoco debe ser menos al 90% de las estructuras irregulares.

De ser necesario, se va a proceder a incrementar, de todas formas el cortante y así poder cumplir con los mínimos señalados, además de ello se podrá escalar proporcionalmente los resultados que se han obtenido a excepción de los desplazamientos.

### **La excentricidad accidental o los efectos de torsión**

La excentricidad se usa para considerar la inseguridad ubicada en los centros de masa en relación a cada nivel, esta es perpendicular a la dirección en la que se mueve el sismo

equivalente a 0.05 veces a la dimensión del edificio en dirección perpendicular en relación a la del análisis.

La inseguridad que existe en la localización de cada nivel sus centros de masa, se va a considerar por una excentricidad accidental el cual es perpendicular a la dirección del sismo equivalente a 0.05 veces, el dimensionamiento del edificio en dirección perpendicular en relación a la dirección del análisis.

Para estos casos se va a considerara al signo mas desfavorable.

### **1.3.3 Requisitos de Rigidez, Resistencia y de Ductibilidad**

#### **La determinación de los desplazamientos laterales**

En el caso de las estructuras regulares, para calcular los desplazamientos laterales, se multiplicara 0.75R, esto quiere decir los resultados que se obtengan del análisis elástico y lineal multiplicados por las demandas sísmicas reducidas.

Las estructuras irregulares: 0.85R ( Resultados del análisis lineal elástico).

#### **Desplazamiento lateral relativo admisible**

Al momento de calcular el máximo desplazamiento relativo, no se puede o se debe exceder la fracción relevante a la altura del entrepiso, teniendo en consideración los elementos de concreto armado, teniendo en cuenta el valor de 0.007.

**Tabla 10:** Limites para distorsiones máximas

<b>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b><math>(\Delta_i/h_{ei})</math></b>
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005

Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: recuperado del RNE E.030(2018)

### **La separación entre edificios (s)**

Todas las estructuras deben estar separadas de las edificaciones vecinas, desde el primer piso, una separación mínima  $s$  y así evitar que surga contacto durante un evento sísmico.

La distancia mínima no deberá ser menor que los “2/3” de la suma en relación a los desplazamientos máximos de los edificios vecinos ni menor que:

$$S = 0,000 h \geq 0,03 \text{ m}$$

En donde  $h$  viene a ser la altura que se mide desde el nivel del terreno natural hasta la altura de la edificación que será estimado  $s$ . De no existir la junta sísmica, se va a separar el edificio de la edificación existente, el cual el valor de  $s/2$  de la estructura contigua.

### **1.3.4 Sistema de losas con lámina colaborante**

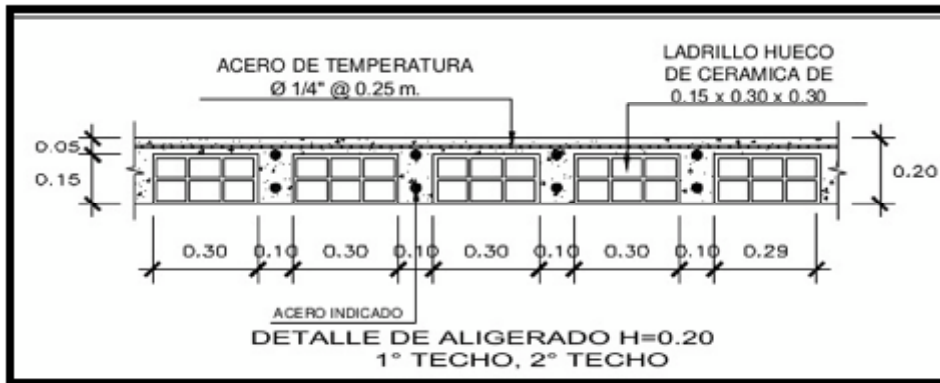
Ramos (2002) señala que este procedimiento viene a estar involucrado en el sistema de la losa del entrepiso, le cual incorpora las laminas de acero que están formadas en frío, además de ello una losa de concreto (reforzada vacuada), que al actuar monolíticamente forman una sección (compuesta).

La serviciabilidad de las láminas de acero es como encofrado para proceder con el vaciado de las losas de concreto, como también de refuerzo (positivo) una vez que haya fraguado. Es por ello que se le denomina “lámina colaborante”. El propósito de la malla de refuerzo es absorber todos los efectos de la retracción de los cambios (térmicos) que se presenten en el sistema y el fraguado del concreto.

### 1.3.5 Losas Aligeradas Convensionales

(Maguiña, E., 2013). Son elementos horizontales que transmiten carga muerta del peso que soporta la estructura, la carga viva que vendría hacer la “tabiquería móvil”, hacia las vigas, columnas placas y cimiento. Se les denomina losas aligeradas ya que se busca disminuir el peso propio del entrepiso con el empleo de materiales aligerantes.

**Figura 4:** Losa aligerada convencional



Fuente: Aceros arequipa

Las losas aligeradas vendrian a ser losas nervadas. El aligerado convencional se trabaja entre ejes de viguetas 0.40 centímetros, siendo la vigueta de 0.10 centímetros de ancho, las alturas de las losas varias entre 0.17, 0.20, 0.25 y 0.30 centímetros al igual que los ladrillos de arcilla la cual son fabricadas con medidas 0.12, 0.15, 0.20 y 0.25 centímetros de altura .

Basandonos en el reglamento E.020, para el peso de las losas aligeradas se considera las viguetas de 0.10 centímetros y 0.40 centímetros entre ejes.

**Tabla 11:** peso de losa aligerada según espesor

Con viguetas de 0.10 m de ancho y 0.40m entre ejes		
Espesor de aligerado	Espesor de la losa superior en metros	Peso propio Kpa (kg/m <sup>2</sup> )
0.17	0.05	2.8 (280)
0.2	0.05	3.0 (300)
0.25	0.05	3.5 (350)
0.3	0.05	4.2 (420)

Fuente: Recuperado del RNE E.020 (2006)

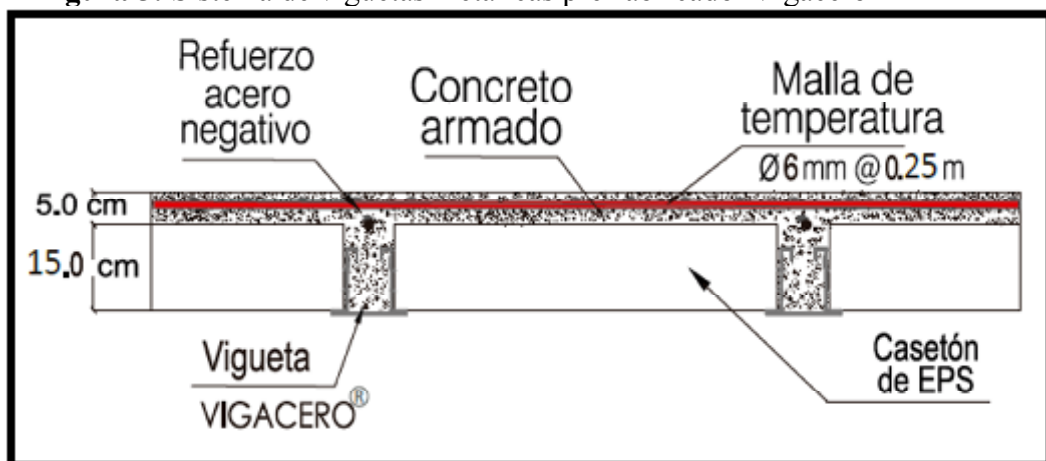
### 1.3.6 Sistemas de entre piso con viguetas prefabricadas

(SENCICO-Manual de Instalación de techo aligerado con viguetas prefabricadas de acero, 2014). La losa aligerada o entrepiso viene a ser uno de los elementos que más se utiliza en el rubro de la construcción.

Su utilidad surge con el fin de conseguir, estructuras económicamente sustentables y más ligeras. Existen varios tipos de losa:

- ✓ Losas macizas (acero y concreto)
- ✓ Losas aligeradas, son las que disminuyen los resultados o efectos que se originan por las fuerzas de los sismos. Mientras más aligerados sean los techos, va a ser menor el dimensionamiento de las cimentaciones y también de los elementos estructurales portantes presentes en las edificaciones.

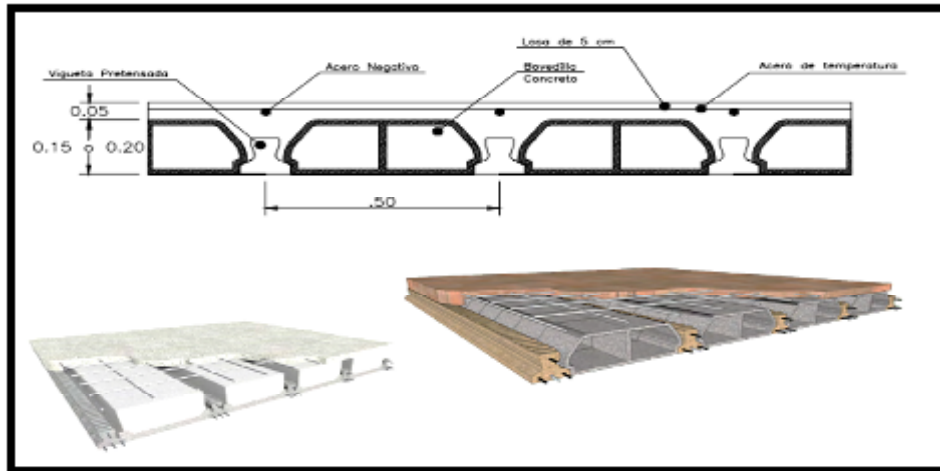
**Figura 5:** Sistema de viguetas metálicas pre-fabricado Vigacero



Fuente: Arcotecho Perú(2014)

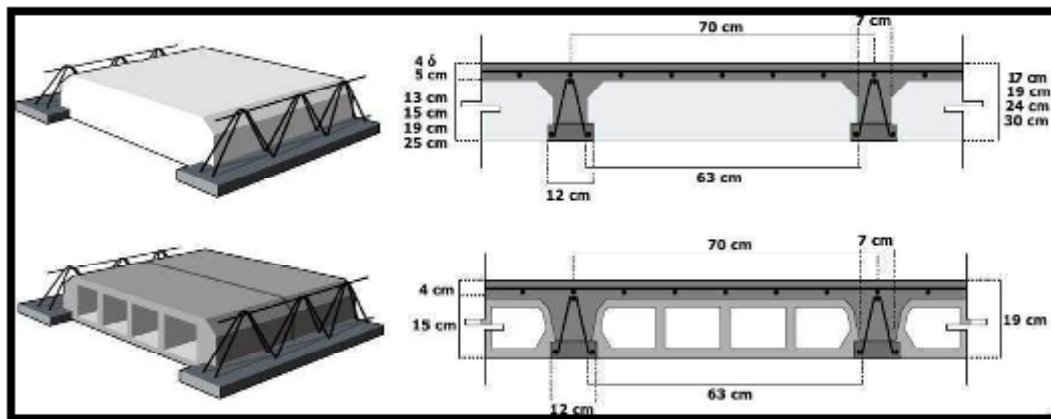
## Otros sistemas de entre pisos

**Figura 6:** Sistema de vigueta pretensada



Fuente: Firth Perú

**Figura 7:** Alma llena tipo tralicho



Fuente: Elaborado por los autores.(Lima 2019)

### 1.3.6.1. La aplicación de la ingeniería civil

Las losas vienen a ser el elemento estructural, el cual se utilizará en la construcción y poder separar las superficies una de otra, y así pueden servir para pisos y techos.

### 1.3.6.2. La función arquitectónica

Es aquella que su función es separar los espacios verticales, y así formar diferentes niveles en una edificación o construcción. La losa deberá garantizar aislamiento de calor, de visión directa, de ruido; para que se cumpla adecuadamente y no se deje ver cosas entre los pisos.

### **1.3.6.3. La función estructural**

La placa o las losas deberán tener la capacidad de sostenibilidad de las cargas(servicio) así como: las personas o el mobiliario, adicionando de igual manera el peso propio y acabados. En algunas ocasiones se puede formar un diafragma rígido(intermedio) y así atender funcionalmente sísmico al conjunto.

### **1.3.6.4. Tipos de losas:**

Existen distintas clasificaciones para las losas, y se identifican las siguientes:

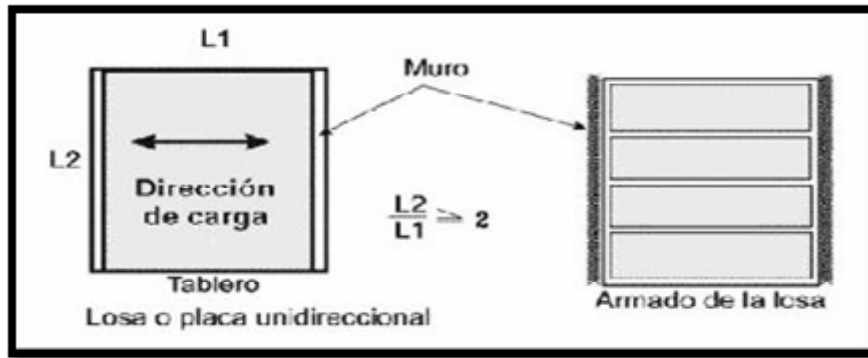
Teniendo en cuenta el tipo de apoyo, se va a dar los tipos de losas siguientes:

- ✓ La losa apoyada sobre vigas en sus lados opuestos.
- ✓ La losa apoyada sobre los muros en dos lados opuestos.
- ✓ La losa apoyada sobre cuatro vigas en sus bordes.
- ✓ La losa apoyada sobre cuatro muros en sus bordes.
- ✓ La losa apoyada sobre columnas directamente (placa plana)
- ✓ La losa reticular apoyada sobre columnas directamente.
- ✓ La losa apoyada sobre el terreno.

### **1.3.6.5. Las losas unidireccionales**

Se le denominan a las que la carga se procede a transmitir en dirección a los muros portantes o a las vigas, las cuales generalmente son losas rectangulares y cada lado es de 2 veces más que al otro.

**Figura 8:** Losas unidireccionales

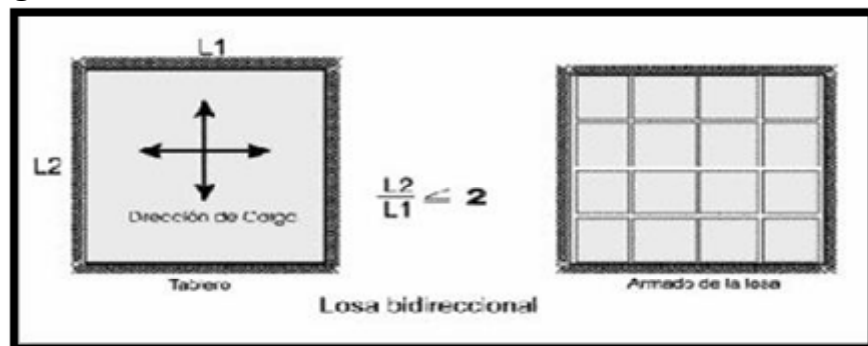


Fuente: Código ACI sección 318.Pág.94

### 1.3.6.6. Las losas o placas bidireccionales

Se va a disponer de vigas o muros portantes en los 4 costados de la placa. Además la relación entre el dimensionamiento mayor y el menor lado de la placa es aproximadamente 2 o menos. Se suele utilizar placas que se encuentren reforzadas en dos direcciones.

**Figura 9:** Losas bidireccionales



Fuente: Código ACI sección 318.Pág.96

### 1.3.7. Normatividad

Se seguirán las disposiciones en relación a los reglamentos y a las normas nacionales e internacionales, las cuales se detallan a continuación:

- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Norma E-020 de Cargas
- Norma E-030 de Diseño Sismorresistente.



- Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones;
- Norma E-060 de Concreto Armado
- Norma E-070 de Albañilería

### **1.3.8. Sistema convencional de losa aligerada**

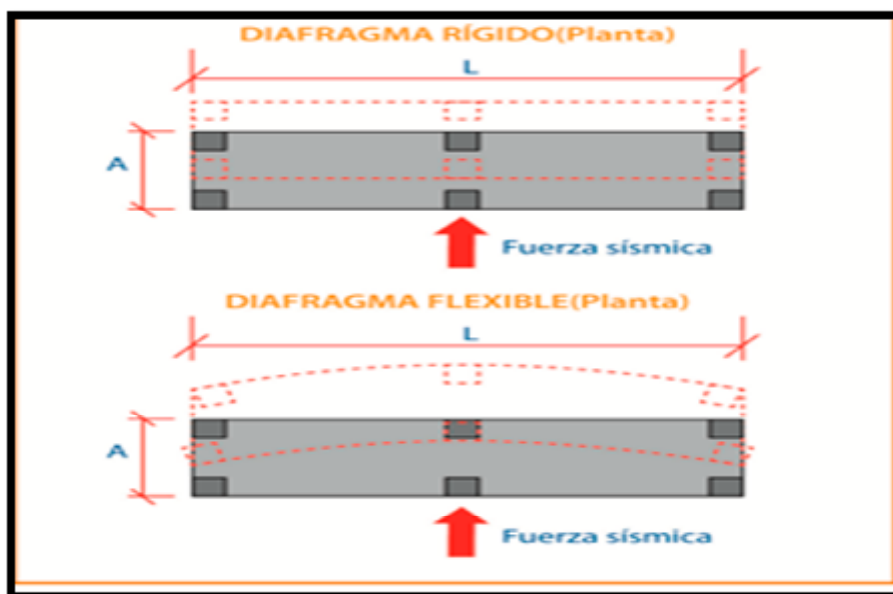
Usado masivamente para la conformación de losas de entrepiso de superficies planas, conveniente por aligerar su propio peso. Está conformado por elementos estructurales: viguetas de concreto de ancho común de 10 cm, reforzadas con acero corrugado grado 60 y también un espesor de losa equivalente a 5 cm reforzada con una malla de temperatura de 6mm, y no estructurales como los bloques de arcilla que van entre las viguetas como encofrado lateral para rellenar el espacio vacío entre estas. Todo este sistema es sostenido por un encofrado apuntalado, sea de madera o metálica.

#### **1.3.8.1. Comportamiento Estructural**

Al ser una estructura monolítica con los planos resistentes en el plano vertical, la prioridad de su comportamiento es trabajar como un diafragma rígido es decir debe ser capaz de transmitir las fuerzas horizontales sin sufrir ninguna deformación y además de eso no solo basta que este hecho de concreto armado, sino que también deberá garantizar que el espesor sea adecuado y así evitar longitudes erróneas. Las funciones que ejerce el diafragma son:

- ✓ Resistencia a las cargas de gravedad, y así poder transmitir los componentes que son verticales en el sistema estructural.
- ✓ La unificación de los desplazamientos que ejercen los componentes(resistentes) verticales, en el sistema estructural. Es así que el movimiento de cada piso se trata como placa plana(rígida)y que sea indeformable en el plano horizontal. El movimiento se va a descomponer en: GRADOS DE LIBERTAD (Dos traslacionales horizontales y una rotación alrededor de un eje vertical).

**Figura 10:** Comportamiento de diafragmas



Fuente: Manual de Acero Arequipa

De acuerdo al criterio de estructuración de losas aligeradas las viguetas deben estar ubicadas paralelamente a la menor distancia entre sus apoyos, con la finalidad de evitar que los esfuerzos por flexión, cortante y las deformaciones no sean de gran magnitud.

### 1.3.8.2. Especificaciones técnicas de los materiales

La losa aligerada como elemento estructural está conformado por materiales de construcción descritos a continuación:

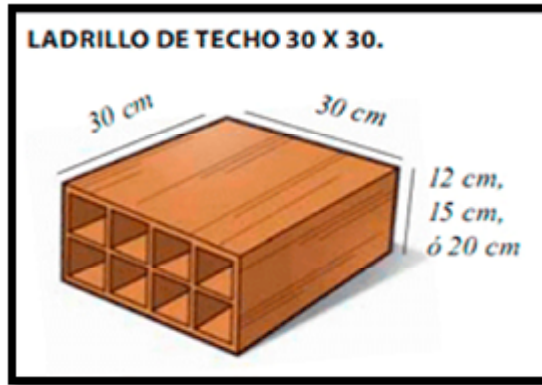
#### a) Ladrillo hueco para techo:

En relación a la Norma NTP 399.613 - 331.040 - 331.041, indica que el ladrillo mostrado a continuación es de Tipo IV: “Resistencia y durabilidad altas”, el cual es apto para construcciones de albañilería que se encuentren en condiciones de servicios rigurosas. El sistema de losas hechas con este sistema tiene mayor resistencia a la flexotracción y a movimientos sísmicos de moderada y alta densidad.

Grupo-clase-familia: Construcción de techo aligerado de luces y cargas mayores.

- ✓ Dimensionamiento: 15 x 30 x 30 cm.
- ✓ Peso promedio: 7.8 kg
- ✓ Cantidad por m<sup>2</sup>: 9 und/m<sup>2</sup>
- ✓ Resistencia a la flexo-tracción: 2.25 kg/cm<sup>2</sup>

**Figura 11:** Ladrillo de techo Tipo IV



Fuente: Manual de Acero Arequipa

#### **b) El acero de refuerzo**

Ya que el concreto es débil en tracción, por consiguiente, se usa junto con el acero de refuerzo para que sea capaz de resistir los esfuerzos de tracción.

#### **Calidad del acero de refuerzo**

En el Perú, Sider Perú, Aceros Arequipa, se deberá cumplir con las siguientes normas:

- ✓ La norma peruana Itintec 341.031-A42, acero grado (60).
- ✓ La norma ASTM A615. ‘‘Acero grado 60’’, no soldable.
- ✓ La Norma ASTM A706. ‘‘Acero de baja aleación, soldable grado 60’’.

Las calidades presentes en el acero de refuerzo, es aquel que cubre a la norma ASTM y es posible emplearlo como refuerzo para el concreto, también se resumira en la siguiente tabla. Además de indica  $F_y$  (esfuerzo de fluencia) ya sea mínimo y máximo, el  $F_u$  (esfuerzo máximo o último), al último se le denomina resistencia a la tracción.

**Tabla12:** características técnicas del acero de refuerzo

CARACTERISTICAS	
<b>Fymin</b>	4,200kg/cm <sup>2</sup> (fluencia nominal, valormínimo)
<b>Fumin</b>	6,300kg/cm <sup>2</sup> (esfuerzo máximo o resistencia a la tracción)
<b>Es</b>	2'100,000kg/cm <sup>2</sup> (módulode elasticidad) o2.1x10 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup>
<b>Ey=(Fy/Es)=</b>	0.0021 (deformación en el inicio de la fluencia)
<b>Otros:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitud de la plataforma de fluencia = variable</li> <li>- Deformación de rotura &gt;&gt;&gt; deformación de fluencia (30a 40veces)</li> </ul>	
<p>Coeficiente de dilatación = <math>11 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}</math>. Valor muy parecido al del concreto el cuál es = <math>10 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}</math> los coeficientes de dilatación van a dependerde la temperatura.</p>	

Fuente: Aceros arequipa

### c) La soldabilidad

Por su composición el acero ASTM A615(carbono equivalente mayor a 0.5%), el cual no es soldable. El contenido alto de carbono lo hace difícil de soldar, además de una alta posibilidad que se ocasionen o se de resultado a uniones frágiles y poco resistentes. Por lo general es no recomendable soldar este tipo de acero, o si es que se ejecuta que sea supervisado y con especialistas. Bajo la norma ASTM A706, el acero fabricado es soldable. La utilidad es recomendable en zonas que son altamente sísmicas, así se facilitara las reparaciones o el refuerzo de las estructuras que han sido dañadas a consecuencia de los sismos.

### d) El efecto de la temperatura

Al exponer el acero a altas temperaturas este reduce sus propiedades mecánicas (Fy, Fu, Es). Es a partir de ellos que los 45°C se reduce en Fu y Fy, el cual crece

A partir de los 45°C aproximadamente, la reducción en  $F_y$  y  $F_u$  crece velozmente. Sobre el recubrimiento es el que protege al concreto, el cual se encuentre dentro de los límites.

**e) Las funciones o propósitos del refuerzo:**

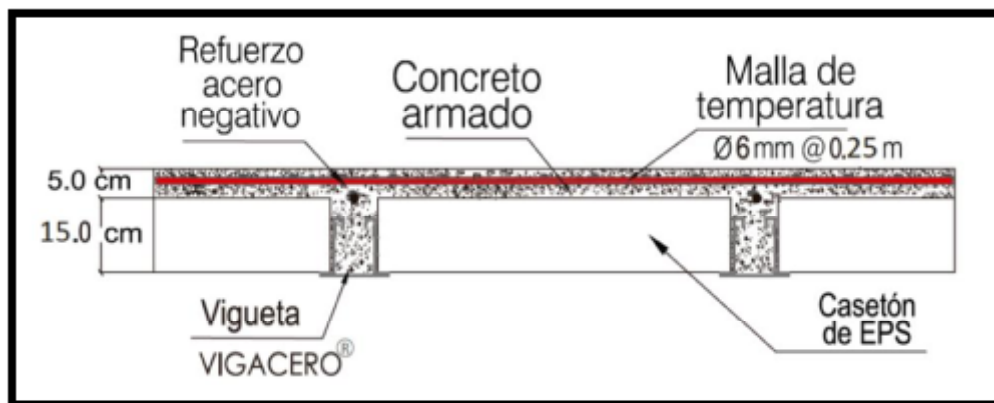
- Restringir los refuerzos de acero longitudinal, tracción y estribos.
- Prevenir el agrietamiento excesivo, el cual es producido por los cambios de temperatura y la retracción.
- El aseguramiento de los anchos de grieta, el cual se encuentra bajo condiciones de serviciabilidad que no exceda los límites.
- Se Provea fuerzas de compresión cuando el concreto no solo puede resistir los esfuerzos actuantes.
- Restringir totalmente el pandeo de las armaduras que se encuentran en compresión.
- Prever confinamiento al concreto que se encuentra en las zonas de esfuerzo de compresión altos de vigas, columnas y nudos.
- Mejorar el comportamiento en la zona de empalme por traslape de acero de refuerzo.
- Norma NTP 341.031-2008 especificación normalizada para barras de acero con resaltes y lisas para concreto armado.
- De la misma manera el refuerzo con acero es utilizado para evitar el agrietamiento del concreto en las losas aligeradas, denominada refuerzo portemperatura con varillas de 6 mm ó 4.7 mm, distanciadas como máximo cada 25 cm de distancia.

**1.3.9. El Sistema pre-fabricado de la losa aligerada vigacero**

(Arcotecho Perú, 2016) Este sistema ideal para losas de entrepiso está integrado con viguetas pre-fabricadas de acero galvanizado; perfiles conformadas en frío en forma de doble “TT” invertida de 9 cm de altura y 13 cm de ancho en el ala inferior con las salientes de las alas, donde se apoyan los casetones de EPS (poliestireno expandido de alta

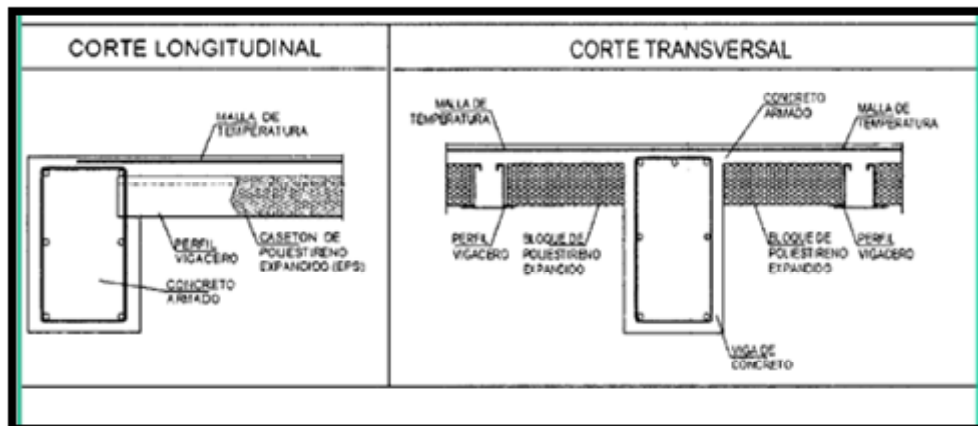
densidad), evitándose el fondo de encofrado. Además de una losa superior vaciados in situ de 5cm como mínimo de concreto reforzado, vaciado sobre dichas láminas, donde van embebidas las instalaciones eléctricas, sanitarias. Como refuerzo en la losa superior va una malla de acero que tiene como propósito absorber los efectos de la retracción de fraguado del concreto y los cambios térmicos que ocurran en el sistema. La malla es eficiente en el control de las grietas, en especial, si se mantiene cercana a la superficie superior de la losa.

**Figura 12:** Distribución de las viguetas de acero galvanizado



Fuente: Arcotecho Perú.S.A.

**Figura 13:** Vista de sección de la vigueta de acero galvanizado



Fuente: Arcotecho Perú.S.A.

### 1.3.9.1. Comportamiento Estructural de la vigueta vigacero

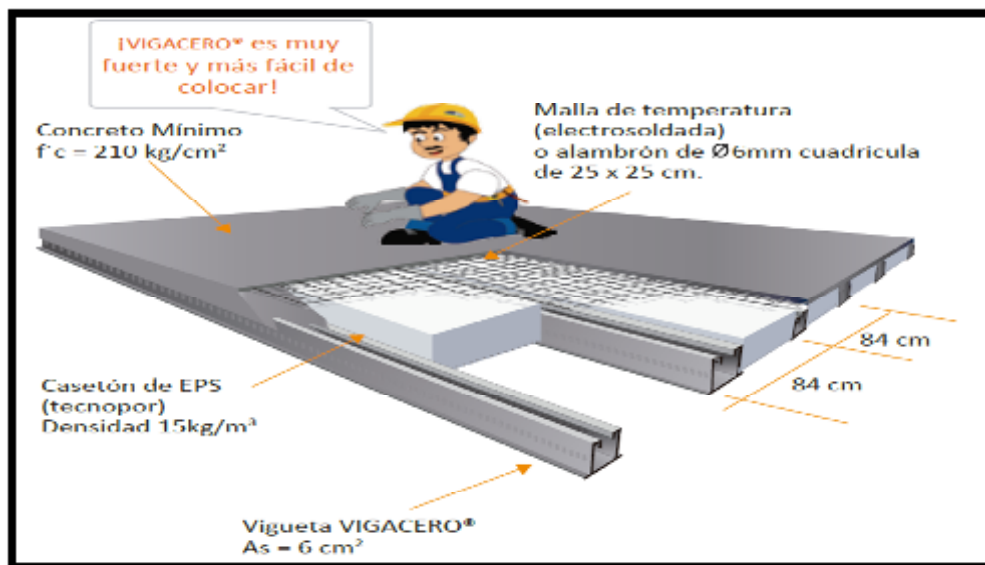
El sistema esta compuesto por viguetas de acero estructural (1.5mm y peso= 4.86kg x metro lineal), los cuales conforman el refuerzo + de la losa. En resultado a la forma en que

hace succión, se tiene mayor rigidez en comparación con las barras de acero convencionales por la cuantía de acero. La distancia que existe entre los ejes de las viguetas es igual a 84 cm con casetones igual a 75 cm de ancho. La vigueta va a tener mayor resistencia x metro cuadrado en comparación a los sistemas de las losas aligeradas. En el caso que halla cargas elevadas, hay posibilidad de que aumente la resistencia x m2. Teniendo como resultado la disminución de la distancia existente entre los ejes de las viguetas de 69cm y casetones de 60cm(ancho).

En la parte no estructural se procede a colocar casetones(polietireno expandido) de densidad igual a 15 kg/m3 lo cual hace mas ligero al m2 de la losa aligerada.

En la losa final se tiene una sección, la cual estacompuesta por acero y concreto, el cual permite que se forme un diafragma rígido y que sus componentes esten integrados por adherencia mecánica.

**Figura 14:** Componentes del sistema vigacero



Fuente: Arco Techo PERÚ S.A.C

## Viguetas

**Figura15:** Detalle de vigueta en losa aligerada con VIGACERO



Fuente: recuperado de manual Vigacero (2016)

**Figura16:** Detalle de vigueta pre fabricada VIGACERO

CARACTERISTICAS	
Dimensiones	H=90 mm
	B=130mm
Peso	4.86kg/ml
Espesor	1.5mm
Áreade acero	6cm <sup>2</sup>
Fy(esfuerzodefluencia)	Fy(min) =2530kg/cm <sup>2</sup>
	Fy(max)= 3000kg/cm <sup>2</sup>
Calidad de acero	(Norma Internacional, ASTM):ASTM A653,ASTMa1008, ASTMA1011grado37
Luz libre máxima	8.00metros
Luz máxima sin puntal	4.40metros

Fuente: recuperado de manual Vigacero (2016)



### **1.3.10. El Poliestireno expandido (EPS)**

En el mundo de la construcción, edificaciones y obras de ingeniería civil, encontramos muchas alternativas y aplicaciones del EPS poliestireno expandido, bovedillas, casetones, paneles, para distintos tipos de trabajos desde juntas de dilatación hasta elementos para aligerar estructuras ya que gracias a su escaso peso las losas aligeradas se comportan mejor frente a los movimientos sísmicos.

Algunas propiedades de este material, aislamiento térmico, resistencia mecánica buen comportamiento frente al agua. El uso del EPS en el rubro de la construcción se está masificando ya que aporta beneficios al medio ambiente por el poco consumo de energía eléctrica para su fabricación.

#### **1.3.10.1. Las aplicaciones del EPS en la Edificación**

El polietireno expandido en su amplia gama de prestaciones se convierte en el material con muchas posibilidades de que sea aplicado en el ámbito de la construcción. Su aplicación se centra en soluciones para el aislamiento termo acustico, también para el aligeramiento, la conformación de las diversas estructuras en las edificaciones.

Hay una importancia creciente en las aplicaciones de la obra civil, como lo son los materiales conformantes o aligerantes de la estructura. Por sus cualidades, posibilidades y propiedades en su fabricación, el material forma parte de un campo de aplicación amplio.

Su proceso transformante posibilita la ampliación de la variación de la densidad del material y a su vez de sus propiedades. La construcción de hoy en día se caracteriza por el ahorro energético, la protección al medio ambiente y del ruido.

## Casetones EPS

**Figura 17:** Casetón de poliestireno expandido EPS



Fuente: recuperado de manual Vigacero (2016)

**Figura 18:** Características de los casetones EPS

DIMENSIONES	Largo: 1.00 ó 2.00 m Ancho: 75 ó 60 cm Espesor: de 9, 12, 15, 20 a 30 cm
PESO MÁXIMO POR UNIDAD	1.0 kg/casetón estándar e= 9cm 1.7 kg/casetón estándar e= 15cm
DENSIDAD	15 kg/m <sup>3</sup>
COLOR	Blanco
ACABADO	Lisos, ranurados o pre-tarrajeado
COMPORTAMIENTO FÍSICO QUÍMICO(*)	Material incombustible, que contiene agente ignífugo (no propaga llama), auto extingible.

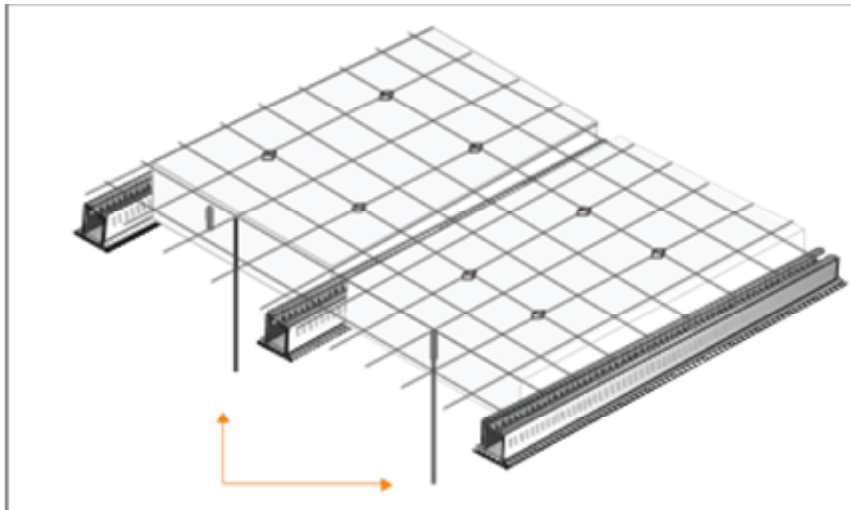
Fuente: Recuperado de Manual VIGACERO(2016).

## Malla de temperatura

La malla de temperatura se utiliza para la contracción, se coloca en dos sentidos formando cuadrículas de 25 x 25 cm, puede ser de varillas corrugadas de 6mm.

Se utiliza también malla electrosoldada, aquí se debe tener en cuenta el traslape que indica el fabricante.

**Figura 19:** Malla de temperatura



Fuente: recuperado de manual Vigacero (2016)

## Concreto

Para las losas aligeradas con el sistema Vigacero se recomienda concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo con agregado grueso no mayor a  $\frac{3}{4}$ ".

### 1.4. Formulación del problema.

#### 1.4.1. Problema general.

¿Cuál es el comportamiento del diseño sismorresistente de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistemas de losas no convencionales vigacero en Carabayllo 2019?

### **1.4.2. Problema específico.**

**P.E1** ¿Cuál es el efecto del peso de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional viga cero en Carabayllo 2019?

**P.E 2** ¿Cuál es el resultado del análisis dinámico modal espectral en el análisis sísmico de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional vigacero en Carabayllo 2019?

**P.E 3** ¿Cuál es la estimación de los desplazamientos laterales relativos admisibles en el análisis sísmico de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional vigacero en Carabayllo 2019?

### **1.5. Justificación.**

#### **1.5.1 Justificación**

En el presente trabajo de investigación se realiza la comparación del Diseño Sismorresistente en dos tipos de edificaciones, Albañilería confinada de cuatro niveles con losa aligerada convencional y del otro lado con losa Vigacero, logrando resaltar aquí lo siguiente:

El 31 de mayo del año 1970, se produjo un terremoto en la ciudad de Ancash en donde 67000 personas pasaron por difíciles momentos, pasando a ser historia como el evento catastrófico más mortífero de América (siglo XX). Murieron 40000 personas, las cuales quedaron atrapadas bajo los escombros de tapial o adobe, así como también por viviendas de albañilería sin reforzamiento. Las cuales son construidas en sectores peligrosos.

En 1970 y fines de 1974, se donó unos 600 hombres de la Universidad Nacional de Ingeniería, de la Escuela de Ingeniería Civil, para voluntariado, los cuales desarrollaron

proyectos de reforzamiento y reparación de las viviendas de albañilería (PRRVA), adicionando igual 2500 casas(ladrillo).

Dos profesores de la Pontificia Universidad Católica del Perú y de la Universidad Nacional de Ingeniería, respectivamente, en colaboración de sus alumnos, realizaron investigaciones que dio como resultado cambios en la Norma Sismorresistente, para mejorar la rigidez horizontal de entrepiso y el coeficiente de incremento de uso e importancia.

Finalmente llegan a la conclusión para todos los casos, la Albañilería Confinada es la mejor solución, de tal manera que su difusión a nivel nacional puede salvar miles de vidas en futuros terremotos que afecten nuestro territorio.

En el Instituto Internacional de Sismología e Ingeniería Sísmica (IISEE), para entonces subicado en Tokio, ahora en Tsukuba, del Ministerio de construcción del Japón, fueron las bases conceptuales para el desarrollo del ahora denominado “Albañilería Confinada”

**Manual para la reducción de riesgo sísmico de viviendas en el Perú- Ing. Julio Kuroiwa**

### **1.5.5 Justificación metodológica:**

La investigación busca mejorar la losa aligerada de una vivienda, teniendo relación directa con el profesionalismo del ingeniero civil, en relación al diseño infraestructural, este es indispensable para su desarrollo social, por los conocimientos aplicados de leyes físicas, matemáticas, ecuaciones, principios de sostenibilidad y teorías mecánicas.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

El análisis del diseño sismorresistente nos permitirá conocer el comportamiento estructural de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional vigacero de acuerdo a la norma E-030 del RNE. En Carabayllo 2019.

### **1.6.1. Hipótesis específicas**

**HE1:** Al disminuir el peso afectará el comportamiento sísmico de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional vigacero en Carabayllo 2019.

**HE2:** Con el resultado del análisis dinámico modal espectral se estimara el comportamiento estructural de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional vigacero en Carabayllo 2019.

**HE3:** Con la estimación de los desplazamientos laterales relativos admisibles se controlará la distorsión de entrepisos en la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losa no convencional versus vigacero en Carabayllo 2019

## **1.7. Objetivos del proyecto**

### **1.7.1. Objetivo general**

Determinar el comportamiento del diseño sismorresistente de los elementos estructurales de edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losa no convencional versus vigacero en Carabayllo 2019.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

**OE1:** Determinar el efecto del peso sísmico en la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losa no convencional versus vigacero en Carabayllo 2019.

**OE2:** Determinar el resultado del análisis dinámico modal espectral de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losa no convencional versus vigacero en Carabayllo 2019.

**OE3:** Determinar los desplazamientos laterales relativos admisibles en la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losa no convencional versus vigacero en Carabayllo 2019.

## **II. MÉTODO**

## 2.1 Diseño de Investigación

### 2.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizada en la presente investigación es cuantitativo ya que en el desarrollo se recolectan datos para darle mas crédito a la hipótesis, así también los resultados obtenidos estadísticamente.

### 2.1.2 Nivel de investigación.

El proyecto de investigación presenta un nivel descriptivo-comparativo ya que describe la caracterización de cada variable, con la finalidad de establecer su estructura individualmente y de este modo comparar los resultados, cada variable se analiza autónoma e individualmente (Arias Odón, 2012)

**Tabla 13:** Niveles de investigación.

Nivel de Investigación		
Nivel explorativo	Nivel descriptivo	Nivel explicativo
Conocer	Analizar	Comprobar
Descubrir	Calcular	Demostrar
Estudiar	Clasificar	Determinar
Explorar	<b>Comparar</b>	Establecer
Indagar	Describir	Explicar
Sondear	Identificar	Verificar

Fuente: Recuperado de Arias Odon (2012)

### 2.1.3 Diseño de Investigación

Hernández Etal. (2014, p.149) considera: “El diseño de investigación realizada es de tipo no experimental de corte transversal podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente la variable independiente porque ya han sucedido” En el proyecto que se trata de no manipular las variables para ver sus efectos sobre las otras variables.



## **2.2 Variables, Operacionalización.**

### **2.2.1 Variables**

Es un factor de estudio que puede analizarse y cuya variación tiene las condiciones necesarias para poder medirse u observarse, estas obtienen valor para la investigación científica cuando se relación con otras variables, formando parte de una hipótesis o una teoría. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

**Variable 1:** Determinar el peso de la edificación.

**Variable 2:** Determinar el análisis modal espectral.

**Variable 3:** Determinas los desplazamientos laterales relativos admisibles.

Las variables indicadas se desarrollaran individualmente con las mismas condiciones de análisis y diseño Sismorresistente siendo la diferencia en el empleo de losas aligeradas convencionales para el primer caso y luego el uso de losas aligeradas con VIGACERO para el segundo diseño del cual se realizará la comparación de los resultados para asi poder responder los objetivos específicos y el objetivo principal.

### **2.2.2 Operacionalización de las variables**

Consiste en el proceso que explica cómo se llegaran a medir las variables formuladas en la hipótesis, para ello en muchos casos se tendrá que descomponerse en indicadores para poder medirse. También se debe tener en cuenta que: El investigador deberá definir los indicadores de las variables establecidas antes de comenzar la recolección de datos. En muchas investigaciones las variables deben descomponerse en variables intermedias, empíricas o indicadores que permitan establecer su medición.(Borja Suárez,2012).

## 2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

**Tabla 14:** Análisis Comparativo del Diseño Sismorresistente de una edificación de albañilería confinada de cuatro niveles con dos sistemas de losa aligerada: Convencional versus Vigacero en Carabayllo-2019

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala
Construcción de vivienda DE CUATRO NIVELES empleando losa aligerada convencional	La construcción de vivienda se basa en realizar un modelo matemático considerando las características y dimensiones de los elementos estructurales que puedan soportar las cargas laterales así como los diafragmas ya sean rígidos como son Las losas aligeradas son en particular losas nervadas, y que se diferencia de otras en que el espacio que existe entre las viguetas esté relleno por un ladrillo de arcilla. En nuestro país las losas aligeradas se realizan con viguetas con un ancho de 10 centímetros. Considerando el material de relleno que en este caso son los ladrillos de arcilla se fabrican con espesores de 12, 15, 20 y 25 cm respectivamente (Harmsen, 2009).	Para la construcción de la vivienda empleando losas aligeradas convencionales se realizara un pre dimensionamiento de columnas, vigas y losa aligerada considerando la luz libre así como la aplicación de cargas correspondientes, para luego realizar el análisis sísmico, que ente caso se realizara el análisis estático para hacer una comparación con el análisis dinámico, posterior a ello se realizan las verificaciones correspondiente de irregularidades ya sea en planta como en altura y los desplazamiento relativos permisibles según la norma E.030, una vez cumpliendo con lo mencionado se realiza el diseño de elementos estructurales ( Norma E.030)	Peso sísmico de la edificación empleando losa aligerada convencional(Norma E.020, 2006)  Análisis Dinámico modal espectral. Norma E.030, 2016  Desplazamientos laterales relativos admisibles. Norma E.030, 2016	Peso de Materiales Metrado de carga Cálculo de cargas vivas y muertas  Modo de vibración Participación de masas Fuerza cortante en la base Periodo fundamental de la estructura.  Distorsiones de entrepisos en direcciones X-X, Y-Y	Ficha documentales Cuadro de registros  Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros  Cuadro de registros	Razón
Construcción de vivienda DE CUATRO NIVELES empleando losa aligerada Vigacero con casetones EPS	La construcción de una vivienda de 4 pisos empleando el sistema de losa no convencional que también es conocido como sistema de losa aligerada VIGACERO tiene excelentes resultados en el comportamiento estructural así como la reducción de materiales y mano de obra así mismo esta fue aprobado con Resolución Ministerial y ha sido realizado para desarrollar losas de entrepisos más resistentes en los eventos sísmicos, este sistema puede utilizarse en los sistemas de albañilería confinada, aporticados y Dual.(SENCICO,2014)	En la construcción de la vivienda empleando losas aligerada con VIGACERO se emplearán las mismas cargas y procedimientos que en el modelo anterior con la finalidad de obtener resultados comparables únicamente variando el sistema de losa aligerada de entrepiso siempre y cuando cumpla con los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad(Norma E.030 2016).	Peso sísmico de edificación empleando losa aligerada Vigacero (Norma E.020, 2006)  Análisis Dinámico modal espectral. Norma E.030, 2016  Desplazamientos laterales relativos admisibles. Norma E.030, 2016	Peso de Materiales Metrado de carga Cálculo de cargas vivas y muertas  Modo de vibración Participación de masas Fuerza cortante en la base Periodo fundamental de la estructura.  Distorsiones de entrepisos en direcciones X-X, Y-Y	Ficha documentales Cuadro de registros  Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros Cuadro de registros  Cuadro de registros	Razón

Nota: La tabla indica las variables y dimensiones del trabajo de investigación a desarrollar. Elaboración propia

### **2.3 Población y muestra**

En el presente trabajo de investigación, la población viene a ser las edificaciones de cinco niveles, debido que será parte de estudio durante todo el proceso de la investigación y esta será la muestra representativa. Para determinar la muestra se emplea la técnica de muestreo. (Arias Odón, 2012).

#### **Muestra:**

Determinan la ventaja de una muestra no probabilística siendo su utilidad para un determinado diseño de estudio, que no requiere tanto de elementos de una población, si no de una cuidadosa y controlada elección de elementos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema, por lo tanto el tipo de muestreo va de acuerdo al estudio.

Por ello en este trabajo de investigación la selección de los elementos no dependerá de la probabilidad, sino más bien del criterio del investigador. Borja Suarez (2012).

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

#### **2.4.1 Técnica de recolección de datos**

La recolección de datos será mediante el análisis documental ya que este depende del tipo de investigación a realizar, ahora bien la aplicación de esta técnica conlleva a la obtención de información necesaria para la investigación, que deberá ser guardada en un medio material de modo que los datos puedan ser almacenados, analizados e interpretados. (Arias Odón, 2012).

#### **2.4.2 Instrumento de recolección de datos**

Se utilizara para la recolección de datos las fichas documentadas, computadoras y sus unidades de almacenaje, un cuadro de registro. Este instrumento de recolección de

datos puede ser es cualquier recurso, dispositivo o formato (digital o en papel), que se emplea para con el objetivo de obtener, digitar o almacenar información necesaria para el desarrollo de las variables de estudio. (Arias Odón, 2012).

### **2.4.3 Escala**

La escala empleada en para medir las variables es de tipo razón el cual permite ordenar a sujetos de acuerdo a una determinada característica y establece a que distancia se puede encontrar de otro (Del Cid, Méndez, & Sandoval, 2011).

### **2.4.4 Validez**

Para el propósito de la investigación el criterio será mediante la validez de instrumentos de recolección de datos de profesionales en la especialidad de ingeniería estructural así como el empleo del programa ETBAS debido a su utilización en múltiples diseño de estructuras realizado por reconocidos profesionales. La validez refiere que el instrumento utilizarse pueda medir realmente las variables. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

### **2.4.5 Confiabilidad**

La confiabilidad del instrumento de recolección de datos que son: ficha documentales , computadora y unidades de almacenaje estarán respaldados por el Juicio de expertos y documentos originales como son planos y estudio de mecánica de suelos obtenido del propietario y que este haya sido realizado por un laboratorio particular, y la utilización del programa ETATBS programado para desarrollar cálculos matemáticos específicamente para edificios, proporcionando asiuna herramienta que ofrece ahorros significativos en el tiempo y una mayor precisión sobre programas de propósito general.

Su misión es proporcionar profesionalmente el más eficiente y exhaustivo software para el análisis y diseño de edificios. La confiabilidad de un instrumento de recolección de datos es el grado que al aplicar repetidamente a un mismo objeto para obtener resultados iguales. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

Dependerá del tipo de datos que se hayan recolectado en el transcurso de la investigación se puede aplicar una estadística inferencial el cual permite generalizar los resultados obtenidos de la muestra, En este caso los resultados estadísticos para la muestra se denominan estadígrafos los cuales son inferidos desde el punto de vista del investigador (Borja Suárez, 2012).

### **2.5.1 Análisis de datos empleando el Software ETABS 2016 V 16.2**

En el desarrollo del trabajo de investigación se tomará en cuenta los criterios y recomendaciones de la norma Peruana E.020, E.030, E.050 y E.060 vigente, así mismo se verificará los diseños según lo establecido en la norma del diseño Sismorresistente cumpliendo con los requisitos de resistencia, rigidez y ductilidad. Para cálculo de las estructuras y datos de comparación en el diseño Sismorresistente de la edificación, Los resultados de análisis se obtendrán mediante la utilización del Software ETABS en su versión 2016 V16.2 Antes de ingresar los datos al programa se debe considerar lo siguiente:

#### **Características de los materiales**

##### **Concreto:**

- Resistencia a la compresión.
- Modulo de elasticidad.

**Acero:**

-Resistencia a la fluencia.

-Modulo de elasticidad.

**•Cargas:**

Cargas por gravedad

**Cargas muertas:**

- Peso propio de los elementos de concreto armado
- Peso propio de los muros de albañilería
- Tabiquería

**Cargas vivas:**

- Sobrecarga techo
- Sobrecarga escalera
- Sobrecarga de entepiso.

**Cargas por sismo (ZUCS.g)/R**

Z: Zonificación

U: Categoriadeuso.

S: Parámetrodel suelo.

C: Factordeamplificación sísmica.

R: Coeficientederedución sísmica Según NormaE.030.

- Hipótesis de análisis
- Esquematización
- Predimensionamiento
- Análisismodalespectral

La masa de la estructura

Modos de vibración

Fuerza cortante mínima

Análisis dinámico

Desplazamientos ydistorsiones

Diseño de elementos estructurales

## **2.6 Aspectos éticos**

Los autores del proyecto de investigación se compromete a sustentar con total veracidad y confiabilidad, los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, el cual garantiza autenticidad y originalidad en la recopilación y desarrollo de la información sin haber realizado alguna manipulación en los resultados. Así mismo el proyecto de investigación, cumple todos los requerimientos éticos que exige la Institucion Educativa.

### **III RESULTADOS**

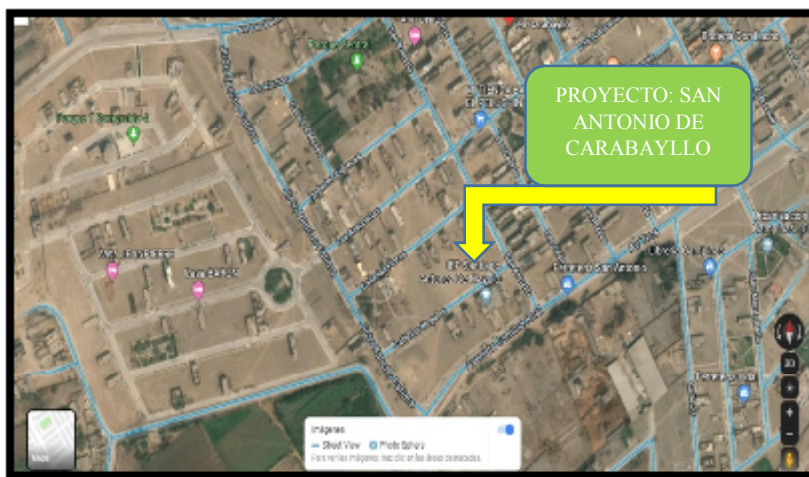


### 3.1 Modelos analizados

El proyecto el cual será analizado consta de cuatro niveles más la azotea, la edificación del primer al cuarto nivel esta diseñado para departamentos típicos de uso multifamiliar, el cuál se encuentra ubicado en: calle Las flores Mz C5 Lt 27 Urbanización San Antonio de Carabayllo 2 en el distrito de Carabayllo en la ciudad de Lima.

Los cuatro niveles constan con un área techada de  $81.12\text{m}^2$  cada nivel y altura de 2.40m.

**Figura 20:** Ubicación del proyecto vivienda



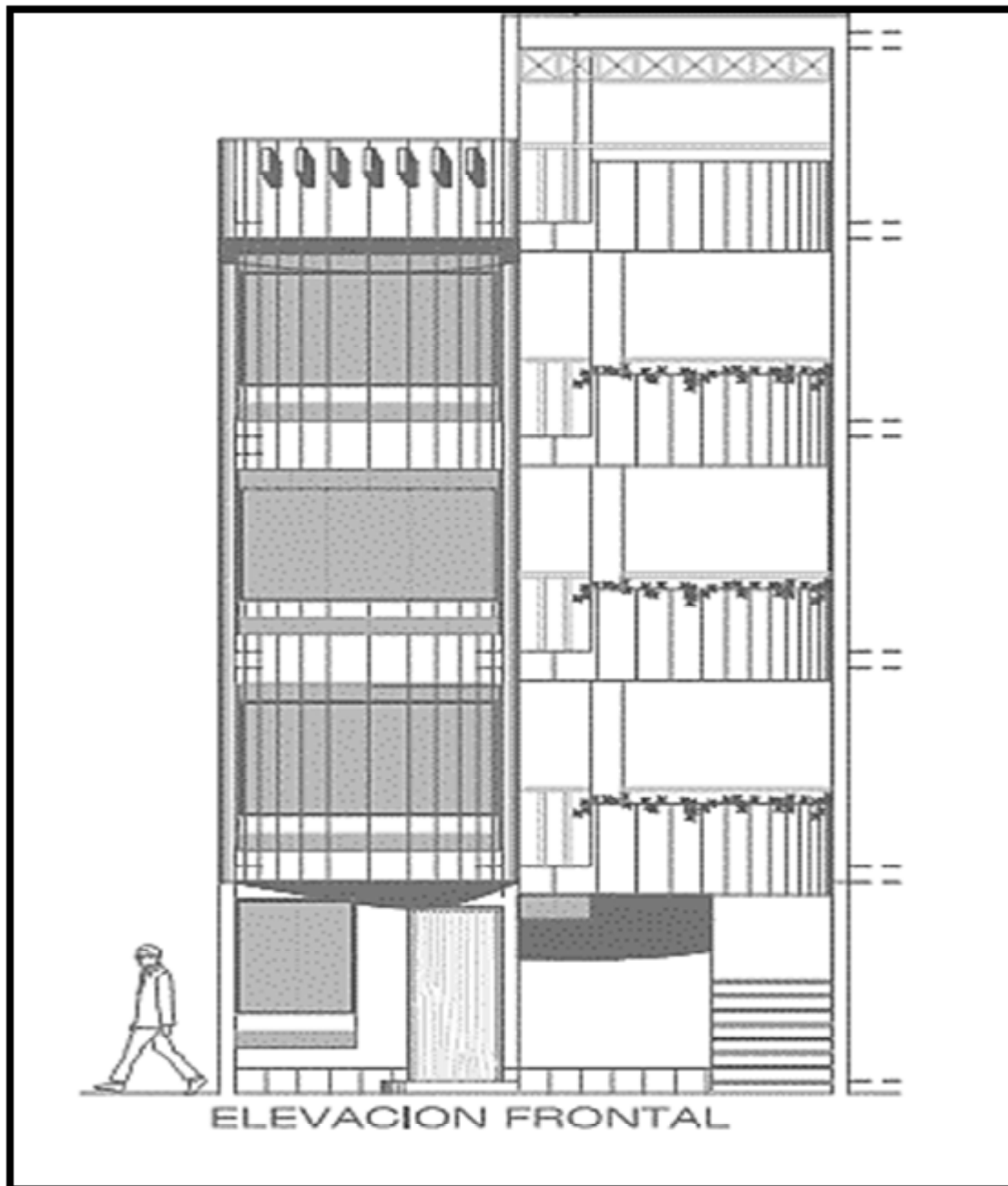
Fuente: Recuperado de googleearth

**Figura 21:** Estado actual del proyecto



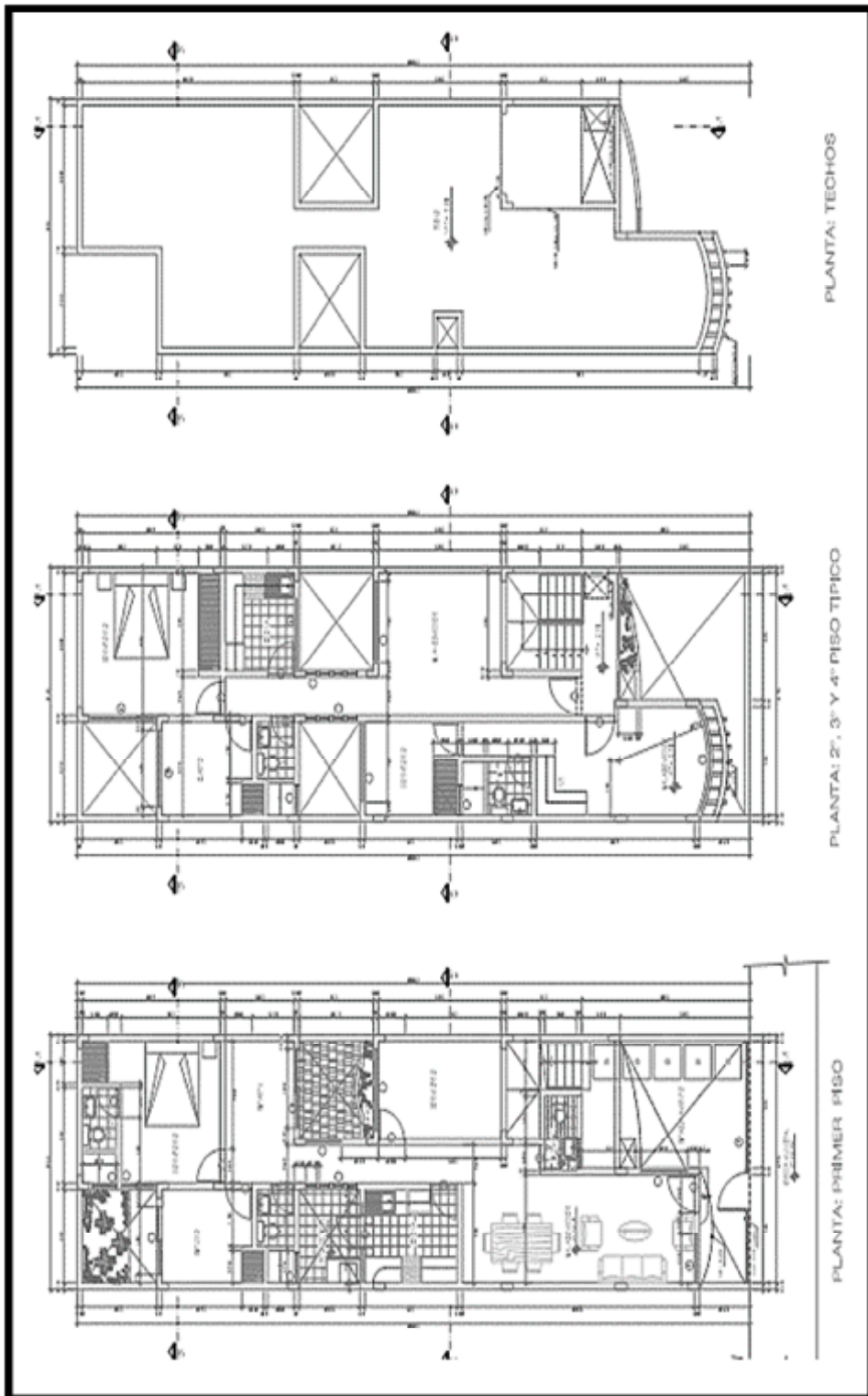
Fuente: Elaborado por los autores

**Figura 22:** Vista principal del proyecto multifamiliar.



Fuente: Elaborado por los autores

Figura 23: plano de arquitectura en planta del proyecto



Fuente: Elaborado por los autores.

### **3.1.1 Análisis y diseño estructural de la edificación empleando losas aligeradas convencionales.**

Según indica la norma E.030 para el diseño sismorresistente primero se tiene que realizar el análisis dinámico modal, para esto se debe considerar una estructuración y predimensionamiento luego comprobar la condición de rigidez, resistencia y ductilidad para finalmente realizar el diseño de elementos estructurales, para esto primero llevar a la práctica la estructuración contando con criterios estructurales y de la mano del plano de arquitectura del proyecto multifamiliar.

### **3.1.2 Características de la estructura**

El proyecto en estudio es una edificación de cuatro niveles diseñado para vivienda multifamiliar con pisos de planta típica, cuenta con un área techada de  $81.12\text{m}^2$  cada nivel y una altura libre de 2.40 metros, la distribución esta conformada por una sala comedor, cocina con lavandería, dos dormitorios, una sala de estar, estudio y tres baños.

Su estructura esta conformada por muros de albañilería confinados por columnas y vigas soleras, estas están compartidos en ambos sentidos de la edificación X e Y, los muros son de ladrillo de clase IV solidos (30% de vacios), tipo King Kong de arcilla,  $t = 13$  centímetros y el  $f'b = 145 \text{ kg/cm}^2$ , el mortero tipo P2: cemento – arena 1:4.

Las columnas de confinamiento serán de concreto armado sus dimensiones deben ser según el requerimiento estructural de la edificación. Finalmente en cada piso una losa aligerada de 20 centímetros de espesor.

### 3.1.3. Estudio mecánica de suelos (EMS)

Para el presente proyecto de investigación ubicado en calle las flores Mz C5 Lt 27 Urbanización San Antonio de Carabayllo se realizaron estudios de mecánica de suelos, mediante 2 calicatas de 3.0 metros de profundidad cada una.

La calicata 1, luego de pasar por la malla #200 su resultado fue 53.55% respectivamente el cual está clasificado como suelo fino o limo arenoso de baja plasticidad.

La calicata numero 2 luego de pasar por la malla #200 su resultado fue 88.85% según su clasificación se denomina suelo y arena pobremente graduada con limo.

#### Resultado del estudio de mecánica de suelos

- a) El nivel de cimentación recomendado es **Df = 1.50 m**. como mínimo contados desde la cota de terreno existente.
  
- b) Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación se muestran en el cuadro de diseño, se recomienda para fines cálculo Capacidad Portante del Suelo para una cimentación corrida Df = 1.50 m y ancho de 0.60 a 1.00 m es de **3.01 kg/cm<sup>2</sup>**. Ver Anexo de cálculo de capacidad.
  
- c) Con estos valores, no se espera problemas por asentamientos, ya que están por debajo de lo permisible.
  
- d) Considerando el módulo de elasticidad del suelo de 812 kg/cm<sup>2</sup> y relación de Poisson de 0.15, según la teoría de elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), para el tipo de cimentación cuadrada se estima un asentamiento máximo de 0.28 cm, inferior a lo permisible que es 2.54cm (1”), según la Norma E.050, entonces no se presentarán problemas por asentamiento.
  
- e) No se encontró la presencia de nivel freático en las calicatas a la profundidad estudiada de **3.00 m**, teniendo como referencia de cota el nivel actual del terreno.
  
- f) Para la aplicación de las normas sismo resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) debe considerarse al suelo como **Tipo Dos** con período predominante **t<sub>s</sub> = 0.6 seg.**

Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al área estudiada, no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.

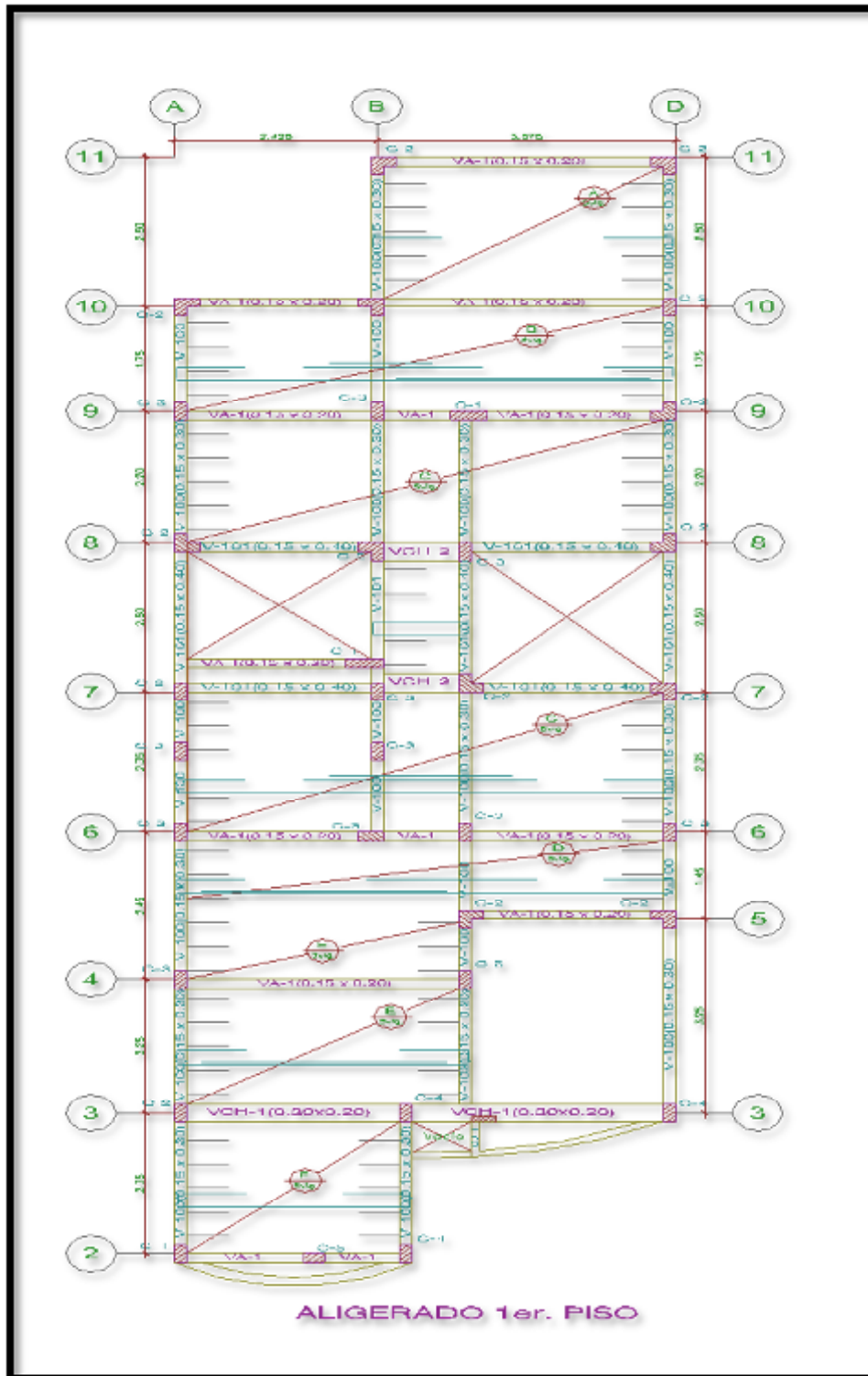
**g)** El sub suelo está conformado por material

**ML.** – Limo Arenoso de Baja Plasticidad

**GM.** – Grava Limosa con Arena

**h)** Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones despreciables de sulfatos. Por lo tanto, para el recubrimiento de las varillas de acero en la cimentación será necesario el uso de Cemento Tipo I (UNO)

Figura 24: Estructuración del proyecto multifamiliar.



Fuente: Elaborado por los autores

### **3.2. Características de los materiales**

Aquí se detalla las características de cada elemento a emplear en las estructuras de la edificación.

#### **3.2.1. Concreto armado:**

Resistencia a la compresión:  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Peso volumétrico:  $\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$

Deformación unitaria máxima:  $\epsilon_{cu} = 0.003$

Módulo de elasticidad:  $E_c = 0.13731188 \text{ w} \cdot 1.5 f_c^{0.50} = 2173.71 \text{ Kf/mm}^2$

$E_c = 15008.50796871 f_c^{0.50}$  (Sólo para  $\gamma_c = 2300 \text{ Kg/cm}^2$ )

Módulo de rigidez esfuerzo cortante:  $G = E_c / 2.3 = 101\ 720 \text{ Kg/cm}$

Módulo de Poisson:  $\nu = 0.15$

#### **3.2.2. Acero corrugado grado 60**

Resistencia en fluencia:  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Peso volumétrico:  $\gamma_s = 7850 \text{ Kg/m}^3$

Deformación máxima antes de la fluencia:  $\epsilon_s = 0.0021$

Módulo de elasticidad:  $E_s = 2\ 000\ 000 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de Poisson:  $\nu = 0.30$

#### **3.2.3. Albañilería**

Ladrillos clase IV sólidos (30% de huecos), tipo King Kong de arcilla,  $t = 13 \text{ cm}$ ,  $f_b = 145 \text{ kg/cm}^2$

Mortero tipo P2: cemento-arena 1 : 4



Pilas resistencia característica a compresión =  $f'm = 64 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ ton/m}^2$

Módulo de elasticidad =  $E_m = 500 f'm = 32,000 \text{ kg/cm}^2 = 320,000 \text{ ton/m}^2$

Módulo de corte =  $G_m = 0.4 E_m = 12,800 \text{ kg/cm}^2 = 128,000 \text{ ton/m}^2$

Módulo de Poisson  $\nu = 0.25$

### **3.2.4. Análisis sísmico**

#### **3.2.4.1. Reglamentos y Normas a emplear**

- Norma E.020 Cargas
- Norma E.030 Diseño sismorresistente
- Norma E.050 Suelos y cimentaciones
- Norma E.060 Concreto armado
- Norma E.070 Albañilería

#### **Análisis sismorresistente en albañilería confinada**

El método de diseño que se plantea, se encuentra basado en múltiples ensayos estáticos y dinámicos realizados en el Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en una serie de análisis teóricos y en las enseñanzas dejadas por los terremotos pasados ocurridos en el Perú y otros países (San Bartolomé, 1994).

El procedimiento de diseño contempla el desempeño elástico de los muros ante la acción de sismos moderados o frecuentes y la falla por corte con ductilidad limitada ante los sismos severos, de tal modo que el sistema sea reparable.

Para lograr estos propósitos, es necesario que los elementos de confinamiento sean diseñados para soportar la carga que origina el agrietamiento diagonal de los

muros(denominadaVR) y por otro lado, se debe proporcionar una adecuada resistencia y rigidez a la edificación.

Los objetivos que se buscan:

- ✓ La estructura debe comportarse elásticamente frente a la acción de sismos moderados; y
- ✓ Frente a la acción de sismos severos la estructura debe ser reparable.

El cortante basal: Z(Zona), U(Uso), S(Suelo), además, C (factor de amplificación sísmica); P(Peso del edificio); y R (Coeficiente de reducción). Son parámetros especificados en la norma sísmica peruana. E.030

Es necesario que para alcanzar los objetivos, en las direcciones principales del edificio:

- La resistencia total de los muros confinados ( $\Sigma VR$ ), tiene que ser igual al cortante basal V.
- Los elementos de confinamiento van a ser diseñados para poder soportar la carga producidas por el agrietamiento diagonal de los muros (VR).

Los siguientes conceptos se han demostrado por medio de estudios en donde se ha empleado programas(análisis inelástico), solo variando la densidad de los muros.

Asimismo, los ensayos de laboratorio han demostrado:

- ✓ El nivel de daño será reparable en el ámbito económico, siempre y cuando las distorsiones inelásticas no hayan superado ( $1/200= 0.005$ ).
- ✓ No va a existir degradación en relación a la resistencia lateral, cuando los elementos de confinamiento se diseñan para soportar la carga que produce el agrietamiento diagonal de los muros (VR).

La teoría afirma que las edificaciones de albañilería confinada van a fallar por las fuerzas cortantes en sus primeros pisos, ya que cuando ocurren los sismos severos son sometidas. Este tipo de falla suele suceder ya que la deformación predominante es de corte antes que la fuerza de flexión. Esto se debe a que son muros depoca esbeltez. Adicionalmente,

teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, según los experimentos realizados han demostrado que hay la posibilidad de dotar la ductibilidad de los muros confinados, siempre y cuando los elementos tengan la capacidad de soporte en relación al nivel de fuerza asociado al “agrietamiento diagonal” de albañilería.

### **3.3. Predimensionamiento de los elementos estructurales**

Según las especificaciones, que indica la Norma E.070 y la forma geométrica de la edificación, se predimensionará a los elementos que forman parte de la albañilería confinada.

#### **3.3.1. Los Muros de albañilería**

Según lo indica la Norma E.070 , el espesor efectivo en relación a los muros de albañilería va a ser igual al espesor del muro sin considerar el tarrajeado, el cual será como mínimo:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad h = \text{altura típico de piso}$$

t = espesor efectivo

Efectuando la fórmula:

$$t \geq \frac{2.40m}{20} = 0.12m \rightarrow 0.13m.$$

Se trabajara con un muro de 0.13m de espesor.

#### **3.3.2. Las columnas y las vigas de confinamiento**

Según lo indica la Norma E.070, el espesor en relación a las columna, vigas y soleras deberá ser igual al muro efectivo como minimo. El peralte minimo que deberían tener las columnas de confinamiento deberá considerarse “0.15m” y en relación a las vigas soleras se tomara al peralte igual al espesor de la losa aligerada.

Para la investigación se trabaja con los siguientes datos:

- Muros de albañilería 0.13cm.
- Columnas de confinamiento 0.15 x 0.30 cm / 0.15x 0.45 / 0.15x 0.25-Vigas soleras  
0.15 x 0.30/ 0.15x0.40 cm

### **3.3.3. Parámetros sísmicos**

La información y los parámetros fundamentales y necesarios para lograr el análisis sísmo resistente de la vivienda esta en consideración de la Norma E.030(Diseño sismorresistente).

#### **Factor de zona (Z)**

En la investigación abarca el distrito de Carabaylo en Lima, es por ellos que se investigó y dicho lugar antes mencionado se encuentra localizado en zona sísmica 4, y según indica la Norma E.030 de la tabla 1 le corresponde el valor de 0,40.

#### **Parámetros de suelos (S)**

Según los estudios de microzonificación indican que la mayor parte del suelo de lima esta compuesto por arena ya sea densa, media o gruesa según se muestra en la tabla N°3 de la Norma E.030 indica tipo de suelo S2 cuyo valor corresponda a  $S = 1.05$

#### **Periodos (Tp)**

Por tipo de suelo S2, le corresponde periodo ‘’  $T_p = 0,6 \text{ seg}$ ’.

#### **La categoría de la edificación (“U”)**

En relación a la tabla N° 5 de la Norma E.030 la cual indica que en relación alas edificaciones de uso común como las viviendas le compete el factor  $U = 1.0$

### **Coefficiente básico de reducción (R)**

En la tabla N° 7 en relación a la Norma E.030 nos indica que para las construcciones en albañilería confinada o armada le corresponde como factor de reducción sísmica  $R = 3$

### **El Factor de amplificación sísmica (C)**

Teniendo en cuenta la Norma E.030(2018), según sus características, viene a ser:

(C): Factor de amplificación sísmica. = 2,5

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

La amplificación de la aceleración estructural es lo que representa este cociente, en respecto a la aceleración del suelo.

( T ) : Periodo fundamental de vibración, se va a calcular por:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

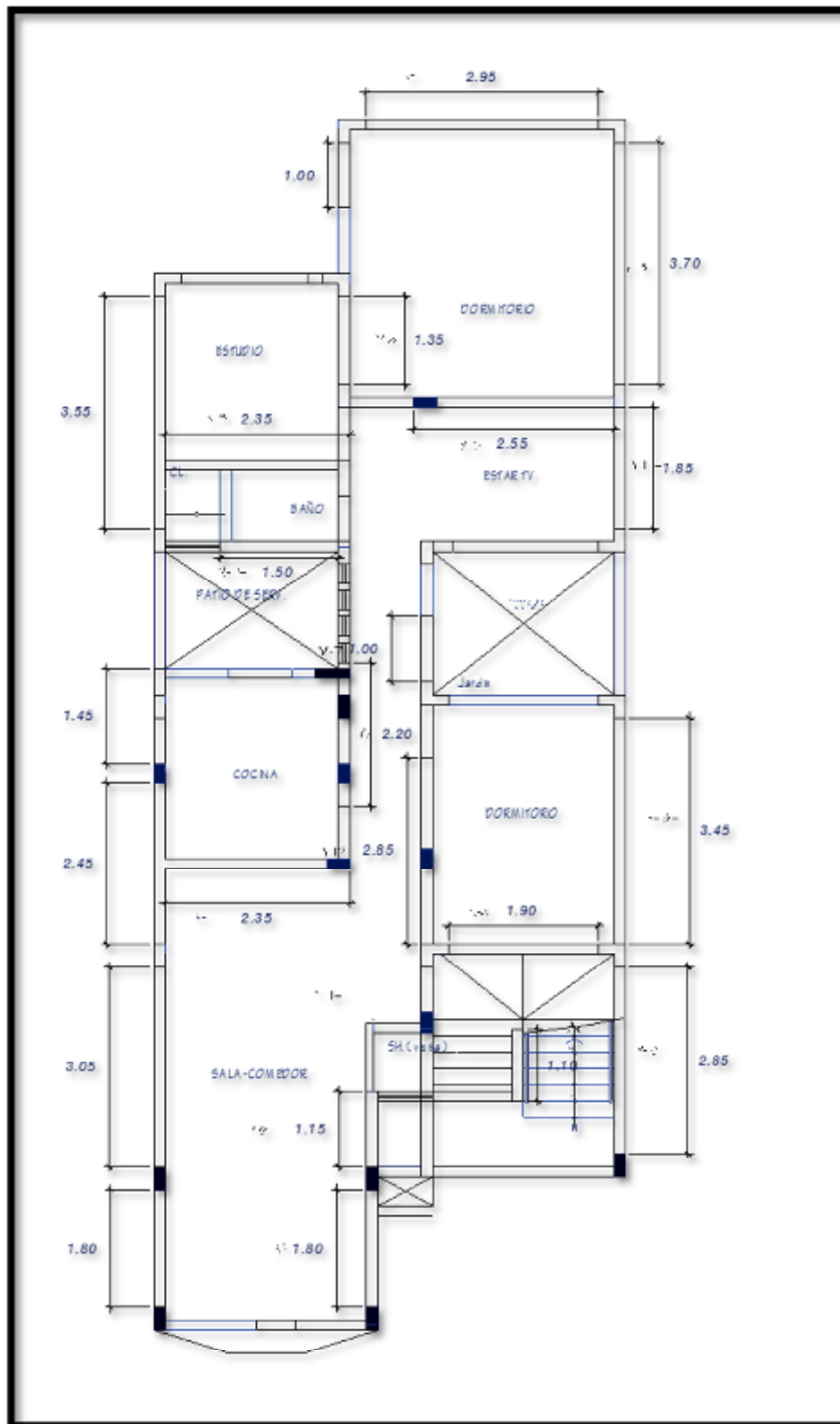
Donde:

$C_t = 60$  para edificios de albañilería (según Norma E.030)

$h_n$  = Es igual a la altura del edificio por el número de pisos (  $2.65 \times 4 = 10.60$  mts.)

### **3.4. Esquema de planta del edificio**

**Figura 25:** Plano de planta primer piso



Fuente: Elaborado por los autores

### 3.4.1. Densidad de muros

Según la Norma E.070Albañilería(la densidad mínima), en el caso de los muros portantes, en dirección lo cual esta expresado como:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\Sigma L t}{A_p} \geq \frac{Z U S N}{56}$$

Donde:

L = longitud de de muro incluida las columnas donde interviene muros mayores a 1.20m.

t = espesor de muro efectivo = 0.13 cm / 0.23 cm

A<sub>p</sub> = área de planta típica = 82.94 m<sup>2</sup>

Z = zona sísmica 4 = 0,45 Norma E.030

U = factor de uso = 1.0 (edificaciones comunes) Norma E.030

S = factor de suelo S = 1.05

N = numeros de pisos = 4

$$\text{Densidad de muros} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

$$\text{Densidad de muros} = \frac{(0.4).(1.0).(1.05).(4)}{56}$$

$$56$$

$$\text{Densidad de muros} \geq 0.03$$

## Cuadros de longitudes de muros

### Dirección X

### Densidad de muros en la dirección X

Tabla 15: Densidad de muros en la dirección X

DIRECCION X-X			
MURO	L(m)	t(m)	A(m2)
X 1	1.48	0.23	0.340
X 2	1.4	0.13	0.182
X 3	1.18	0.13	0.1534
X 4	1.57	0.13	0.2041
X 5	2.42	0.13	0.3146
X 6	3.58	0.13	0.4654
X 7	2.53	0.13	0.3289
X 8	1.23	0.13	0.1599
X 9	1.23	0.13	0.1599
X 10	2.45	0.13	0.3185
X 11	1.36	0.13	0.1768

$$\sum_{i=1}^n (A) = V$$

2.804 M2

AREA DE PLANTA TIPICA = 82.94 M2

$$\frac{\text{Area de Muro (AM)}}{\text{Area de planta típica}} =$$

0.034

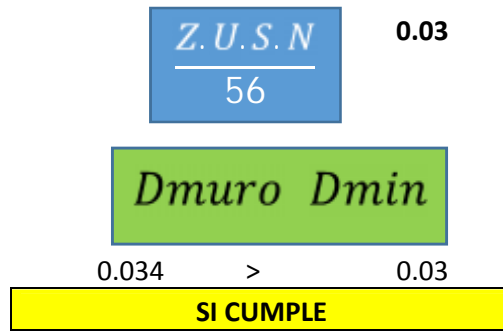
### DENSIDAD MINIMA DE MUROS

$$\frac{(L.t)}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Z	ZONA SISMICA	ZONA 4	0.4
U	USO DE LA EDIFICACION	VIVIENDA	1.0
S	TIPO DE SUELO		1.05
N	NUMERO DE PISOS		4



--	--	--	--



Fuente: elaborado por los autores

### Dirección Y

### Densidad de muros en la dirección Y

Tabla 16: Densidad de muros en la dirección Y

DIRECCION Y-Y			
MURO	L(m)	t(m)	A(m2)
Y 1	4.93	0.23	1.13
Y 2	2.2	0.13	0.286
Y 3	2.98	0.13	0.3874
Y 4	1.32	0.13	0.1716
Y 5	2.93	0.13	0.3809
Y 6	1.98	0.13	0.2574
Y 7	5.17	0.13	0.6721
Y 8	1.43	0.13	0.1859
Y 9	1.2	0.13	0.156
Y 10	2.43	0.13	0.3159
Y 11	2.33	0.13	0.3029
Y 12	2.93	0.13	0.3809
Y 13	1.43	0.13	0.1859
Y 14	4.25	0.13	0.5525
Y 15	2.28	0.13	0.2964
Y 16	3.88	0.13	0.5044
Y 17	3.48	0.13	0.4524

$$\sum_{i=1}^n (A) =$$

**6.1295**

M2

AREA DE PLANTA TIPICA = 82.95 M2

$$\frac{\text{Area de Muro (AM)}}{\text{Area de planta típica}} =$$

0.074

DENSIDAD MINIMA DE MUROS

$$\frac{(L.t)}{Ap} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

<b>Z</b>	<b>ZONA SISMICA</b>	ZONA 4	<b>0.4</b>
<b>U</b>	<b>USO DE LA EDIFICACION</b>	VIVIENDA	<b>1</b>
<b>S</b>	<b>TIPO DE SUELO</b>		<b>1.05</b>
<b>N</b>	<b>NUMERO DE PISOS</b>		<b>4</b>

$$\frac{Z.U.S.N}{56}$$

0.03

$$D_{muro} > D_{min}$$

0.074

>

0.03

**SI CUMPLE**

Fuente: elaborado por los autores

De acuerdo a la Norma E.070, existen densidades adecuadas en el eje X a si como en el eje Y, por lo tanto cumplen con lo establecido.

Inicialmenteseplanteanmuros de sog a (t=0.13m), como se aprecia en el cuadro anterior, de no cumplirse con la densidad mínima se cambiará a muros de cabeza (t=0.23m).

### 3.4.2. Metrado de cargas

#### Norma E.020 Cargas

Pesos unitarios utilizados para el proyecto:

Pesos volumétricos:

\*Concreto armado: 2.4 tn/m<sup>3</sup>

\*Albañilería: 1.8 tn/m<sup>3</sup>

\*Tarrajeo 2.0 tn/m<sup>3</sup>

\*Aligerado: 0.3 tn/m<sup>2</sup>

\*Piso terminado: 0.1 tn/m<sup>2</sup>

\*Sobrecarga s/c: 0.2 tn/m<sup>2</sup>

\*Sobrecarga en escalera s/c: 0.2 tn/m<sup>2</sup>

\*Sobrecarga en azotea s/c: 0.1 tn/m<sup>2</sup>

#### Pesos volumétricos muros

\* Muros de albañilería con 1 cm de tarrajeo 0.274 tn/m<sup>2</sup>

\*Ventanas 0.02 tn/m<sup>2</sup>

\*Muros de concreto con 1 cm de tarrajeo 0.352 tn/m<sup>2</sup>

#### Carga proveniente de la losa aligerada

Se obtiene por la formula siguiente:

$$P = W * A$$

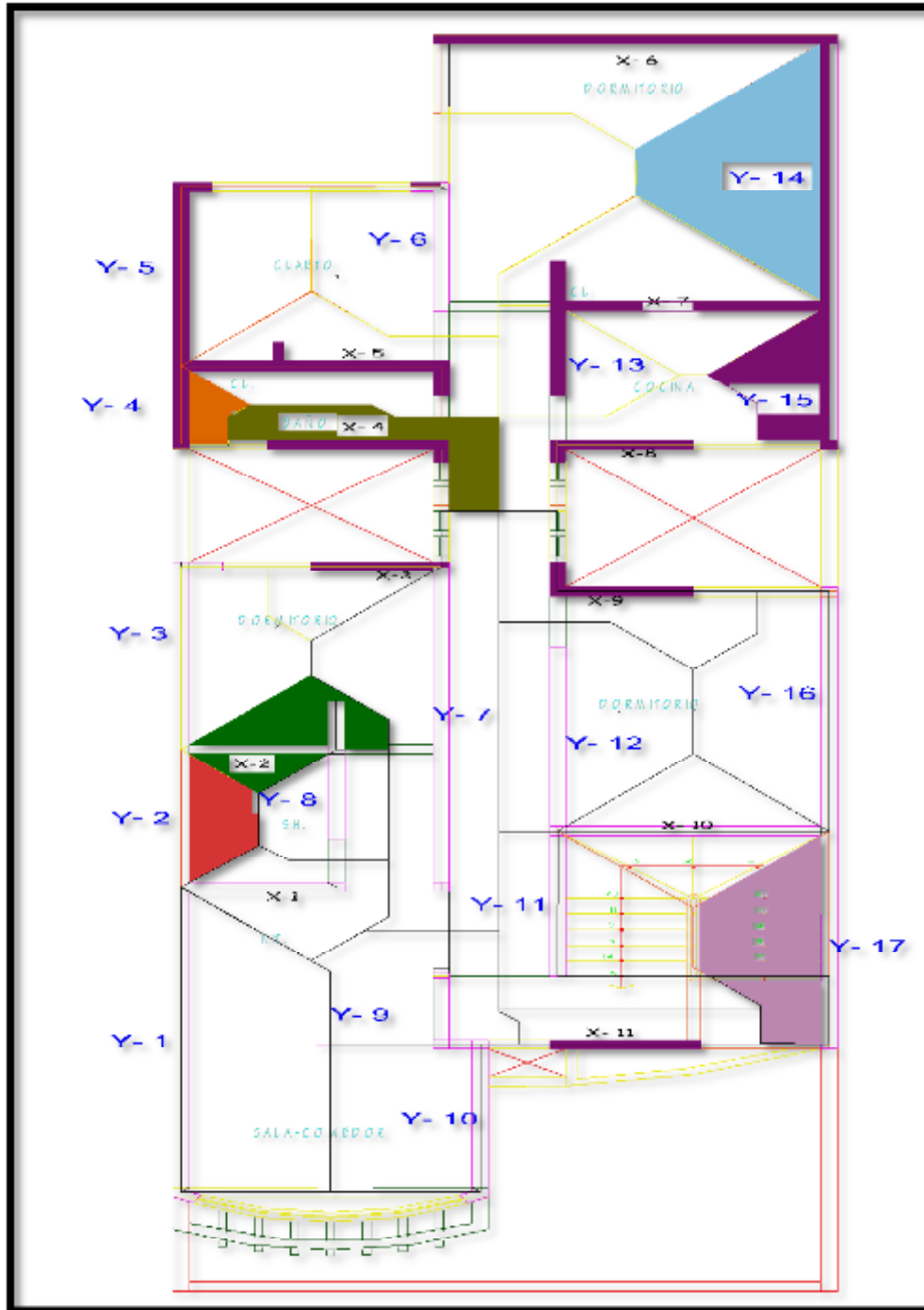
W = espesor de la losa \* peso del concreto armado + peso de acabados + peso sísmico

$$W = 0.20 * 2.4 \text{Tn/m}^3 + 0.1 \text{Tn/m}^2 + 0.05 \text{Tn/m}^2$$

$$W = 0.63 \text{Tn/m}^2$$

### 3.4.3. Cálculo de las áreas tributarias

Figura 26: Esquema de áreas tributarias



Fuente: Elaborado por los autores

## Areas tributarias

### Muros en la dirección X

Tabla 17: Areas tributarias en la dirección X

MUR	AREA TRIBUTARIA
X1	2.04
X2	1.76
X3	1.08
X4	1.87
X5	3.56
X6	3.75
X7	4.42
X8	2.15
X9	3.38
X10	2.93
X11	1.75

Fuente: elaborado por los autores

### Muros en la dirección Y

Tabla 18: Areas tributarias en la dirección Y

MURO	AREA TRIBUTARIA
Y 1	5.63
Y 2	1.06
Y 3	2.33
Y 4	0.48
Y 5	2.66
Y 6	6.63
Y 7	7.06
Y 8	1.8
Y 9	2.35
Y 10	3.17
Y 11	2.35
Y 12	4.78
Y 13	2.05
Y 14	4.35
Y 15	1.42
Y 16	3.36
Y 17	0.76

Fuente: Elaborado por los autores

## Cálculo de cargas sobre cada muro debido a la losa aligerada

Tabla 19: Metrado de cargas

METRADO DE CARGAS			
<b>1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA EDIFICACIÓN - POR PISO</b>			
H	20.00	cm	
Area	80.12	m <sup>2</sup>	
<b>2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
Ladrillo solido KK CLASE IV - 30 % de perforaciones			
Mortero dosificación 1:4 (CEMENTO: ARENA GRUESA)			
f'c	210.00	Kg/cm <sup>2</sup>	
f'm	65.00	Kg/cm <sup>2</sup>	
v'm	8.10	Kg/cm <sup>2</sup>	
f'b	145.00	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>3. PESOS ESPECÍFICOS (NORMA E- 020 METRADO DE CARGAS)</b>			
Concreto	2.400	Tn/m <sup>3</sup>	
Albañilería hueca	1.350	Tn/m <sup>3</sup>	
Piso terminado	0.100	Tn/m <sup>2</sup>	
Aligerado	0.300	Tn/m <sup>2</sup>	
S/c techo típico	0.200	Tn/m <sup>2</sup>	
S/c Azotea	0.150	Tn/m <sup>2</sup>	
S/c escalera	0.300	Tn/m <sup>2</sup>	

LOSA						
				<b>PRIMER PISO</b>		
				Peso Losa aligerada	23.419	Tn
				Piso terminado	0.000	Tn
				Peso Carga Muerta	23.419	Tn
				Peso Carga Viva	15.613	Tn
				<b>AZO TEA</b>		
				Peso Losa aligerada	23.419	Tn
				Piso terminado	7.806	Tn
				Peso Carga Muerta	31.226	Tn
				Peso Carga Viva	11.710	Tn

PAÑO/ DISTANCIAS	EJE A EJE X	EJE A EJE Y	Area (m2)
PAÑO N°1	2.71	2.35	6.37
PAÑO N°2	3.41	2.50	8.53
PAÑO N°3	2.45	1.20	2.94
PAÑO N°4	3.41	0.90	3.07
PAÑO N°5	5.86	1.30	7.62
PAÑO N°6	5.86	2.51	14.71
PAÑO N°7	1.05	2.35	2.47
PAÑO N°8	5.86	2.21	12.95
PAÑO N°9	5.86	1.91	11.19
PAÑO N°10	3.50	2.35	8.23
TOTAL			78.06

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 20:** Muros de albañilería

MUROS DE ALBAÑILERÍA						
MUROS	LONGITUD EFECTIVA (m)	ESPESOR (m)	AREA (m2)			
X1	1.48	0.150	0.222			
X2	1.40	0.150	0.210			
X3	1.18	0.150	0.177			
X4	1.57	0.150	0.236			
X5	2.42	0.150	0.363			
X6	3.58	0.150	0.537			
X7	2.53	0.150	0.380			
X8	1.23	1.150	1.415			
X9	1.23	2.150	2.645			
X10	2.45	3.150	7.718			
X11	1.36	4.150	5.644			
	20.43		19.545			
				Area muros albañilería	47.097	m2
				h	2.400	m
				Carga Muerta	113.033	Tn
MURO	L (m)	ESPESOR (m)	AREA (m2)			
Y1	4.930	0.150	0.740			
Y2	2.200	0.150	0.330			
Y3	2.980	0.150	0.447			
Y4	1.320	0.150	0.198			
Y5	2.930	0.150	0.440			
Y6	1.980	0.150	0.297			
Y7	5.170	0.150	0.776			
Y8	1.430	0.150	0.215			
Y9	1.200	0.150	0.180			
Y10	2.430	0.150	0.365			
Y11	2.330	0.150	0.350			
Y12	2.930	0.150	0.440			
Y13	1.430	0.150	0.215			
Y14	4.250	0.150	0.638			
Y15	2.280	1.150	2.622			
Y16	3.880	2.150	8.342			
Y17	3.480	3.150	10.962			
	47.150		27.553			

TABIQUES					
L(m)	h(m)	Area			
67.58	2.400	162.192			
	Area total	162.192			
			PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO		
			Espesor típico	0.150	
			Peso Carga muerta	32.844	Tn

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 21: Metrados de vigas**

VIGAS								
	TIPO	NOMBRE	L (m)	bw(m)	h(m)	Peso (Tn)		
Eje 2	AMARRE	VA-1	2.700	0.150	0.200	0.194		
Eje 3	CHATA	VCH-1	5.550	0.300	0.200	0.799		
Eje 4	AMARRE	VA-1	3.250	0.150	0.200	0.234		
Eje 5	AMARRE	VA-1	2.300	0.150	0.200	0.166		
Eje 6	AMARRE	VA-1	5.250	0.150	0.200	0.378		
Eje 7	PERALTADA	V-101	4.500	0.150	0.400	0.648		
Eje 7'	AMARRE	VA-1	2.200	0.150	0.200	0.158		
Eje 7''	CHATA	VCH-2	1.050	0.300	0.200	0.151		
Eje 8	PERALTADA	V-101	4.500	0.150	0.400	0.648		
Eje 8'	CHATA	VCH-2	1.050	0.300	0.200	0.151		
Eje 9	AMARRE	VA-1	5.550	0.150	0.200	0.400		
Eje 10	AMARRE	VA-1	5.550	0.150	0.200	0.400		
Eje 11	AMARRE	VA-1	3.350	0.150	0.200	0.241		
Eje A	SOLERA	V-100	13.650	0.150	0.300	1.474		
Eje A	SOLERA	V-101	2.500	0.150	0.400	0.360		
Eje B	PERALTADA	V-100	8.950	0.150	0.300	0.967		
Eje B	PERALTADA	V-101	2.500	0.150	0.400	0.360		
Eje C	PERALTADA	V-100	2.650	0.150	0.300	0.286		
Eje C'	PERALTADA	V-100	7.250	0.150	0.300	0.783		
Eje C''	PERALTADA	V-101	2.500	0.150	0.400	0.360		
Eje C'''	SOLERA	V-102	2.250	0.150	0.200	0.162		
Eje D	PERALTADA	V-100	13.650	0.150	0.300	1.474		
Eje D'	PERALTADA	V-101	2.500	0.150	0.400	0.360		
						Peso Carga muerta	11.155	Tn

COLUMNAS									
Piso Típico									
	TIPO	No.	b	h	L	Peso			
C1	CONFINAMIENTO	1	0.150	0.450	2.400	0.39			
C2	CONFINAMIENTO	12	0.150	0.450	2.400	3.11			
C3	CONFINAMIENTO	14	0.150	0.300	2.400	5.44			
C4	CONFINAMIENTO	4	0.150	0.300	2.400	1.04			
C5	CONFINAMIENTO	3	0.150	0.250	2.400	0.78			
C6	CONFINAMIENTO	8	0.150	0.250	2.400	1.73			
						Peso Carga muerta	12.485	Tn	
ESCALERAS									
	g	0.15	m				Peso Carga muerta	1.782	Tn
	paso	0.25	m				Peso Carga viva	0.223	Tn
	contrapaso	0.17	m						
	ancho	1.10	m						
	Longitud	4.50	m						

Fuente: Elaborado por los autores






Tabla 23: Análisis sísmico

**ANÁLISIS SÍSMICO MODIFICADO**

**Peso total de la edificación**      **P**      **108 624 000**

---

**ZONAS SÍSMICAS**



**Tabla N° 1**  
**FACTORES DE ZONA "Z"**

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

**TABLA 1**      **Z**      **0,4**

**Tabla N° 3**  
**FACTOR DE SUELO "S"**

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

**TABLA 2. SUELO INTERMEDIO**  
**TABLA 2**      **S**      **1,05**

**Tabla N° 4**  
**PERÍODOS "T<sub>1</sub>" Y "T<sub>2</sub>"**

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

**TABLA 4**      **I<sub>p</sub>**      **0,6**  
**TABLA 4**      **II**      **4,0**

**ENTONCES,**

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

Altura de piso      1,7  
 número de pisos      4  
 LL      60  
 F<sub>11</sub>      0,8  
 T      0,16

**TABLAS**      **C**      **2,5**

**Tabla N° 5**  
**CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"**

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, liceos, casinos, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos petroleros, o que guardan patrimonio valioso como museos y bibliotecas.	1,3
C	También se comprenderán depósitos de granos y otros almacenamientos importantes para el abastecimiento. Edificaciones comunes tales como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree pérdidas adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D	Edificaciones temporales.	Ver nota 2

**Tabla N° 7**  
**SISTEMAS ESTRUCTURALES**

Sistema Estructural	Coefficiente Braccio de Reducción K <sub>r</sub> (*)
<b>ACERO:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SEMP)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IEMP)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OEMP)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Amostrados (SECA)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Amostrados (OCA)	6
Pórticos Excéntricamente Amostrados (EEA)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	6
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albanilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

**TABLA 6**      **U**      **1,00**  
**TABLA 7**      **B**      **1**  
**II**      **6**      **SÍSMICO MODIFICADO**

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

Z	0,40
U	1,00
C	2,50
S	1,05
K	6,00
<b>V</b>	<b>102 500</b>
<b>V</b>	<b>128 000</b>

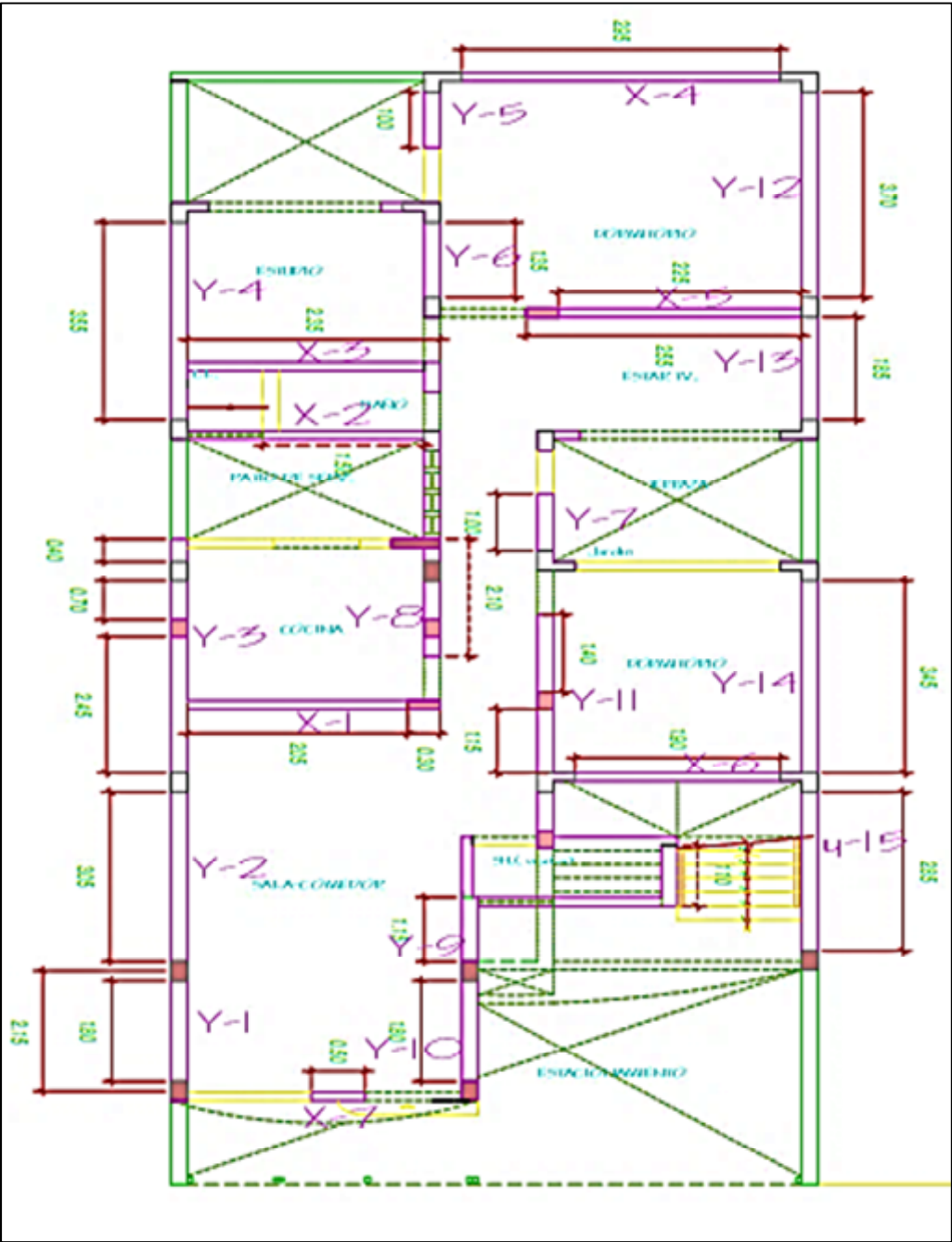
Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 23:** Cortante basal

2. DISTRIBUCIÓN DEL CORTANTE BASAL							
Piso	h	Peso P por nivel	P x h	$\frac{P \times h}{\Sigma}$	$F = \frac{P \times h}{\Sigma} V$	Vp	
4	10.6	232.20	2461.273334	0.40	65.01	24.51	Tn
3	7.95	232.12	1845.324764	0.30	48.74	73.25	Tn
2	5.3	232.12	1230.217	0.20	32.49	105.75	Tn
1	2.65	232.12	615.108	0.10	16.25	121.99	Tn
		$\Sigma =$	6151.923				

Fuente: Elaborado por los autores

# CÁLCULO DEL CENTRO DE MASA



**Tabla 24:** Cálculo de masa

MUROS	LONGITUD EFECTIVA (m)	ESPESOR (m)	AREA (m2)	ALTURA	PESO	CENIROIDE EN X	PxX
X1	1.48	0.150	0.222	2.4	1.012	0.74	0.75
X2	1.40	0.150	0.210	2.4	0.958	0.70	0.67
X3	1.18	0.150	0.177	2.4	0.807	1.76	1.42
X4	1.57	0.150	0.236	2.4	1.074	1.57	1.68
X5	2.42	0.150	0.363	2.4	1.655	1.21	2.00
X6	3.58	0.150	0.537	2.4	2.449	4.10	10.04
X7	2.53	0.150	0.380	2.4	1.731	4.67	8.07
X8	1.23	0.150	0.185	2.4	0.841	4.02	3.38
X9	1.23	0.150	0.185	2.4	0.841	4.02	3.38
X10	2.45	0.150	0.368	2.4	1.676	4.63	7.75
X11	1.36	0.250	0.340	2.4	1.550	4.01	6.22
Y1	4.930	0.150	0.740	2.4	3.372	0.00	0.00
Y2	2.200	0.150	0.330	2.4	1.505	0.00	0.00
Y3	2.980	0.150	0.447	2.4	2.038	0.00	0.00
Y4	1.320	0.150	0.198	2.4	0.903	0.00	0.00
Y5	2.930	0.150	0.440	2.4	2.004	0.00	0.00
Y6	1.980	0.150	0.297	2.4	1.354	2.35	3.18
Y7	5.170	0.150	0.776	2.4	3.536	2.35	8.31
Y8	1.430	0.150	0.215	2.4	0.978	1.40	1.37
Y9	1.200	0.150	0.180	2.4	0.821	2.35	1.93
Y10	2.430	0.150	0.365	2.4	1.662	2.70	4.49
Y11	2.33	0.150	0.350	2.4	1.594	3.40	5.42
Y12	2.93	0.150	0.440	2.4	2.004	3.40	6.81
Y13	1.43	0.150	0.215	2.4	0.978	3.40	3.33
Y14	4.25	0.150	0.638	2.4	2.907	5.85	17.01
Y15	2.28	0.150	0.342	2.4	1.560	5.85	9.12
Y16	3.88	1.150	4.462	3.4	28.825	5.85	168.62
Y17	3.48	2.150	7.482	4.4	62.550	5.85	365.91
					133.18		640.86

$$X = \frac{\sum \text{PESOS} \cdot X}{\sum \text{PESOS}}$$

X
=
4.81

MUROS	LONGITUD EFECTIVA (m)	ESPESOR (m)	AREA (m2)	ALTURA	PESO	CENIROIDE EN Y	PxY
X1	1.48	0.150	0.222	2.4	1.012	1.48	1.50
X2	1.40	0.150	0.210	2.4	0.958	1.40	1.34
X3	1.18	0.150	0.177	2.4	0.807	1.18	0.95
X4	1.57	0.150	0.236	2.4	1.074	1.57	1.69
X5	2.42	0.150	0.363	2.4	1.655	2.42	4.01
X6	3.58	0.150	0.537	2.4	2.449	3.58	8.77
X7	2.53	0.150	0.380	2.4	1.731	2.53	4.38
X8	1.23	0.150	0.185	3.4	1.192	1.23	1.47
X9	1.23	0.150	0.185	4.4	1.542	1.23	1.90
X10	2.45	0.150	0.368	5.4	3.771	2.45	9.24
X11	1.36	0.150	0.204	6.4	2.481	1.36	3.37
Y1	1.80	0.230	0.414	2.4	1.888	0.00	0.00
Y2	3.05	0.150	0.458	2.4	2.086	0.00	0.00
Y3	3.55	0.150	0.533	2.4	2.428	0.00	0.00
Y4	3.55	0.150	0.533	2.4	2.428	0.00	0.00
Y5	1.00	0.150	0.150	2.4	0.684	0.00	0.00
Y6	1.35	0.150	0.203	2.4	0.923	2.35	2.17
Y7	1.00	0.150	0.150	2.4	0.684	2.35	1.61
Y8	1.35	0.150	0.203	2.4	0.923	1.40	1.29
Y9	1.15	0.150	0.173	2.4	0.787	2.35	1.85
Y10	1.80	0.150	0.270	2.4	1.231	2.70	3.32
Y11	2.55	0.150	0.383	2.4	1.744	3.40	5.93
Y12	3.70	0.150	0.555	2.4	2.531	3.40	8.60
Y13	1.85	0.150	0.278	2.4	1.265	3.40	4.30
Y14	3.45	0.150	0.518	2.4	2.360	5.85	13.80
Y15	2.85	0.150	0.428	2.4	1.949	5.85	11.40
Y16	2.85	0.150	0.428	3.4	2.762	5.85	16.16
Y17	2.85	0.150	0.428	4.4	3.574	5.85	20.91
					48.92	65.18	129.95

$$Y = \frac{\sum \text{PESOS} \cdot Y}{\sum \text{PESOS}}$$

Y
=
2.66

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 25: Paños**

PAÑO/DISTANCIAS	EJE A/EJE X	EJE A/EJE Y	Area (m2)	PESO	CENIROIDE EN X	PxX
PAÑO N1	2.71	2.35	6.37	1.91	0.74	1.41
PAÑO N2	3.41	2.50	8.53	2.56	0.70	1.79
PAÑO N3	2.45	1.20	0.00	0.00	1.76	0.00
PAÑO N4	3.41	0.90	3.07	0.92	1.57	1.44
PAÑO N5	5.86	1.30	7.62	2.29	1.21	2.77
PAÑO N6	5.86	2.51	14.71	4.41	4.10	18.09
PAÑO N7	1.05	2.35	2.47	0.74	4.67	3.45
PAÑO N8	5.86	2.21	12.95	3.89	4.02	15.60
PAÑO N9	5.86	1.91	11.19	3.36	4.02	13.48
PAÑO N10	3.50	2.35	8.23	2.47	4.63	11.41
				22.54		69.45

$$X = \frac{\sum \text{PESOS} \cdot X}{\sum \text{PESOS}}$$

x = 3.08

PAÑO/DISTANCIAS	EJE A/EJE X	EJE A/EJE Y	Area (m2)	PESO	CENIROIDE EN Y	PxX
PAÑO N1	2.71	2.35	6.37	1.91	4.93	9.42
PAÑO N2	3.41	2.50	8.53	2.56	7.13	18.23
PAÑO N3	2.45	1.20	2.94	0.88	10.04	8.85
PAÑO N4	3.41	0.90	3.07	0.92	11.99	11.03
PAÑO N5	5.86	1.30	0.00	0.00	13.24	0.00
PAÑO N6	5.86	2.51	14.71	4.41	18.44	81.35
PAÑO N7	1.05	2.35	2.47	0.74	13.14	9.73
PAÑO N8	5.86	2.21	12.95	3.89	11.89	46.19
PAÑO N9	5.86	1.91	11.19	3.36	9.54	32.03
PAÑO N10	3.50	2.35	8.23	2.47	5.74	14.16
				21.13		231.00

$$Y = \frac{\sum \text{PESOS} \cdot Y}{\sum \text{PESOS}}$$

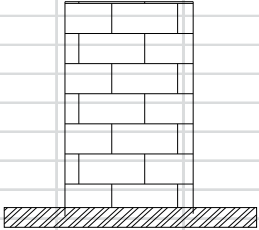
Y = 10.930

Xc = 4.56      Yc = 5.15

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 26:**Centro de rigidéz

CENTRO DE RIGIDEZ						
CENTRO DE RIGIDEZ						
Em = 500 fm		Em = 325000		Ton/m2		
		$K = \frac{Em \times t}{4 \left( \frac{h}{L} \right)^3 + 3 \left( \frac{h}{L} \right)}$				
CONSIDERAMOS TODOS LOS MUROS COMO VOLADOS						
H		2.5				
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m2)	K	Y	K*Y
X1	1.48	0.13	0.19	1735.32	1.48	2568.28
X2	1.40	0.13	0.18	1501.74	1.40	2102.43
X3	1.18	0.13	0.15	951.68	1.18	1122.98
X4	1.57	0.13	0.20	2018.89	1.57	3169.65
X5	2.42	0.13	0.31	5626.49	2.42	13616.10
X6	3.58	0.13	0.47	12221.08	3.58	43751.47
X7	2.53	0.13	0.33	6191.55	2.53	15664.62
X8	1.23	1.13	1.39	9254.35	1.23	11382.85
X9	1.23	2.13	2.62	17444.03	1.23	21456.16
X10	2.45	3.13	7.67	139136.71	2.45	340884.95
X11	1.36	4.13	5.62	44209.54	1.36	60124.97
TOTAL			19.14	240291.37	20.43	515844.46
					Ycr =	2.15
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m2)	K	X	K*X
Y1	4.93	0.23	1.13	36590.14	0.00	0.00
Y2	2.20	0.13	0.29	4553.42	0.00	0.00
Y3	2.98	0.13	0.39	8660.42	0.00	0.00
Y4	1.32	0.13	0.17	1285.91	0.00	0.00
Y5	2.93	0.13	0.38	8375.55	0.00	0.00
Y6	1.98	0.13	0.26	3568.56	2.35	8386.11
Y7	5.17	0.13	0.67	22202.28	2.35	52175.35
Y8	1.43	0.13	0.19	1587.27	1.40	2222.17
Y9	1.20	0.13	0.16	996.02	2.35	2340.64
Y10	2.43	0.13	0.32	5677.12	2.70	15328.23
Y11	2.33	0.13	0.30	5177.79	3.40	17604.48
Y12	2.93	0.13	0.38	8375.55	3.40	28476.87
Y13	1.43	0.13	0.19	1587.27	3.40	5396.71
Y14	4.25	0.13	0.55	16383.13	5.85	95841.31
Y15	2.28	0.13	0.30	4934.20	5.85	28865.06
Y16	3.88	0.13	0.50	14069.30	5.85	82305.41
Y17	3.48	0.13	0.45	11612.96	5.85	67935.82
TOTAL			6.62	155636.87	44.75	406878.15
					Xcr =	2.61

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 27:** Cortante por desplazamiento

DISTRIBUCION DEL CORTANTE POR DESPLAZAMIENTO					
$V_D = \frac{K_i}{\sum K_i} V \text{ acumulado por piso}$					
<b>PRIMER PISO</b>					
Vacumulado por piso	=				121.99
<b>SEGUNDO PISO</b>					
Vacumulado por piso	=				105.75
<b>TERCER PISO</b>					
Vacumulado por piso	=				73.25
<b>CUARTO PISO</b>					
Vacumulado por piso	=				24.51
<b>PRIMER PISO</b>					
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m <sup>2</sup> )	K	Vd
X1	1.48	0.13	0.19	82.04	0.44
X2	1.40	0.13	0.18	929.93	4.93
X3	1.18	0.13	0.15	1234.76	6.55
X4	1.57	0.13	0.20	3235.20	17.16
X5	2.42	0.13	0.31	5276.38	27.98
X6	3.58	0.13	0.47	1645.67	8.73
X7	2.53	0.13	0.33	2118.19	11.23
X8	1.23	0.13	0.16	2119.19	11.24
X9	1.23	0.13	0.16	2120.19	11.24
X10	2.45	0.13	0.32	2121.19	11.25
X11	1.36	0.13	0.18	2122.19	11.25
TOTAL			2.66	23004.92	121.99
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m <sup>2</sup> )	K	Vd
Y1	4.93	0.23	1.13	36590.14	28.68
Y2	2.20	0.13	0.29	4553.42	3.57
Y3	2.98	0.13	0.39	8660.42	6.79
Y4	1.32	0.13	0.17	1285.91	1.01
Y5	2.93	0.13	0.38	8375.55	6.57
Y6	1.98	0.13	0.26	3568.56	2.80
Y7	5.17	0.13	0.67	22202.28	17.40
Y8	1.43	0.13	0.19	1587.27	1.24
Y9	1.20	0.13	0.16	996.02	0.78
Y10	2.43	0.13	0.32	5677.12	4.45
Y11	2.33	0.13	0.30	5177.79	4.06
Y12	2.93	0.13	0.38	8375.55	6.57
Y13	1.43	0.13	0.19	1587.27	1.24
Y14	4.25	0.13	0.55	16383.13	12.84
Y15	2.28	0.13	0.30	4934.20	3.87
Y16	3.88	0.13	0.50	14069.30	11.03
Y17	3.48	0.13	0.45	11612.96	9.10
TOTAL			6.62	155636.87	121.99

Fuente: Elaborado por los autores



**Tabla 28: Cortante por desplazamiento segundo nivel**

SEGUNDO PISO					
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m <sup>2</sup> )	K	Vd
X1	1.48	0.13	0.19	82.04	0.38
X2	1.40	0.13	0.18	929.93	4.27
X3	1.18	0.13	0.15	1234.76	5.68
X4	1.57	0.13	0.20	3235.20	14.87
X5	2.42	0.13	0.31	5276.38	24.25
X6	3.58	0.13	0.47	1645.67	7.56
X7	2.53	0.13	0.33	2118.19	9.74
X8	1.23	0.13	0.16	2119.19	9.74
X9	1.23	0.13	0.16	2120.19	9.75
X10	2.45	0.13	0.32	2121.19	9.75
X11	1.36	0.13	0.18	2122.19	9.76
<b>TOTAL</b>			2.66	23004.92	105.75
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m <sup>2</sup> )	K	Vd
Y1	4.93	0.23	1.13	36590.14	24.86
Y2	2.20	0.13	0.29	4553.42	3.09
Y3	2.98	0.13	0.39	8660.42	5.88
Y4	1.32	0.13	0.17	1285.91	0.87
Y5	2.93	0.13	0.38	8375.55	5.69
Y6	1.98	0.13	0.26	3568.56	2.42
Y7	5.17	0.13	0.67	22202.28	15.09
Y8	1.43	0.13	0.19	1587.27	1.08
Y9	1.20	0.13	0.16	996.02	0.68
Y10	2.43	0.13	0.32	5677.12	3.86
Y11	2.33	0.13	0.30	5177.79	3.52
Y12	2.93	0.13	0.38	8375.55	5.69
Y13	1.43	0.13	0.19	1587.27	1.08
Y14	4.25	0.13	0.55	16383.13	11.13
Y15	2.28	0.13	0.30	4934.20	3.35
Y16	3.88	0.13	0.50	14069.30	9.56
Y17	3.48	0.13	0.45	11612.96	7.89
<b>TOTAL</b>			6.62	155636.87	105.75
TERCER PISO					
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m <sup>2</sup> )	K	Vd
X1	1.48	0.13	0.19	82.04	6.66
X2	1.40	0.13	0.18	82.04	6.66
X3	1.18	0.13	0.15	82.04	6.66
X4	1.57	0.13	0.20	82.04	6.66
X5	2.42	0.13	0.31	82.04	6.66
X6	3.58	0.13	0.47	82.04	6.66
X7	2.53	0.13	0.33	82.04	6.66
X8	1.23	0.13	0.16	82.04	6.66
X9	1.23	0.13	0.16	82.04	6.66
X10	2.45	0.13	0.32	82.04	6.66
X11	1.36	0.13	0.18	82.04	6.66
<b>TOTAL</b>			2.66	902.43	73.25
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m <sup>2</sup> )	K	Vd
Y1	4.93	0.23	1.13	36590.14	17.22
Y2	2.20	0.13	0.29	4553.42	2.14
Y3	2.98	0.13	0.39	8660.42	4.08
Y4	1.32	0.13	0.17	1285.91	0.61
Y5	2.93	0.13	0.38	8375.55	3.94
Y6	1.98	0.13	0.26	3568.56	1.68
Y7	5.17	0.13	0.67	22202.28	10.45
Y8	1.43	0.13	0.19	1587.27	0.75
Y9	1.20	0.13	0.16	996.02	0.47
Y10	2.43	0.13	0.32	5677.12	2.67
Y11	2.33	0.13	0.30	5177.79	2.44
Y12	2.93	0.13	0.38	8375.55	3.94
Y13	1.43	0.13	0.19	1587.27	0.75
Y14	4.25	0.13	0.55	16383.13	7.71
Y15	2.28	0.13	0.30	4934.20	2.32
Y16	3.88	0.13	0.50	14069.30	6.62
Y17	3.48	0.13	0.45	11612.96	5.47
<b>TOTAL</b>			6.62	155636.87	73.25

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 29:** Cortante por desplazamiento cuarto nivel

CUARTO PISO					
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m2)	K	Vd
X1	1.48	0.13	0.19	82.04	0.09
X2	1.40	0.13	0.18	929.93	0.99
X3	1.18	0.13	0.15	1234.76	1.32
X4	1.57	0.13	0.20	3235.20	3.45
X5	2.42	0.13	0.31	5276.38	5.62
X6	3.58	0.13	0.47	1645.67	1.75
X7	2.53	0.13	0.33	2118.19	2.26
X8	1.23	0.13	0.16	2119.19	2.26
X9	1.23	0.13	0.16	2120.19	2.26
X10	2.45	0.13	0.32	2121.19	2.26
X11	1.36	0.13	0.18	2122.19	2.26
TOTAL			2.66	23004.92	24.51
MURO	L (m)	t (m)	L*t (m2)	K	Vd
Y1	4.93	0.23	1.13	2838.73	0.74
Y2	2.20	0.13	0.29	9062.94	2.35
Y3	2.98	0.13	0.39	11431.46	2.96
Y4	1.32	0.13	0.17	12038.16	3.12
Y5	2.93	0.13	0.38	1364.74	0.35
Y6	1.98	0.13	0.26	12956.50	3.36
Y7	5.17	0.13	0.67	2994.54	0.78
Y8	1.43	0.13	0.19	11431.46	2.96
Y9	1.20	0.13	0.16	7924.65	2.05
Y10	2.43	0.13	0.32	1364.74	0.35
Y11	2.33	0.13	0.30	7924.65	2.05
Y12	2.93	0.13	0.38	4553.42	1.18
Y13	1.43	0.13	0.19	522.95	0.14
Y14	4.25	0.13	0.55	4790.09	1.24
Y15	2.28	0.13	0.30	1111.84	0.29
Y16	3.88	0.13	0.50	1112.84	0.29
Y17	3.48	0.13	0.45	1113.84	0.29
TOTAL			6.62	94537.57	24.51

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 30: Cortante por torsión**

CALCULO DEL CORTANTE POR TORSION												
1. EXCENTRICIDADES												
Teórica $E_x = X_{cr} - X_{em}$ $E_y = Y_{cr} - Y_{em}$						Exc. Teórica						
	Piso	Xcr	Ycr	Xem	Yem	ex	ey					
	1	2.614	2.147	4.561	5.153	-1.947	-3.006					
	2	5.684	2.960	4.563	3.553	1.121	-0.593					
	3	5.684	2.960	4.563	3.553	1.121	-0.593					
4	5.684	2.960	4.563	3.553	1.121	-0.593						
Accidental $E_{xacc} = 0.05 \times L$ $E_{yacc} = 0.05 \times L$						Exc. Accidental						
	Piso	LX	LY	exacc	eyacc							
	1	11.700	9.560	0.478	0.585							
	2	11.700	9.560	0.478	0.585							
	3	11.700	9.560	0.478	0.585							
4	11.700	9.560	0.478	0.585								
Excentricidad X ex + ex acc (caso1) ex - ex acc (caso2)			Excentricidad Y ex + ex acc (caso1) ex - ex acc (caso2)									
	Exc. Teórica		Exc. Accidental		Exc. De Diseño en X			Exc. De Diseño en Y			Exc. De	
Piso	ex	ey	exacc	eyacc	caso 1	caso 2	ex	caso 1	caso 2	ey	Diseño	
1	-1.947	-3.006	0.478	0.585	-1.469	-2.425	2.425	-2.421	-3.591	3.591	3.591	
2	1.121	-0.593	0.478	0.585	1.599	0.643	1.599	-0.008	-1.178	1.178	1.599	
3	1.121	-0.593	0.478	0.585	1.599	0.643	1.599	-0.008	-1.178	1.178	1.599	
4	1.121	-0.593	0.478	0.585	1.599	0.643	1.599	-0.008	-1.178	1.178	1.599	
2. MOMENTOS TORSORES												
	Piso	e	Vp	MI(tn.m)	$M = P \times e$							
	1	3.591	121.994	438.066								
	2	1.599	105.747	169.065								
	3	1.599	73.252	117.113								
	4	1.599	24.510	39.186								
3. CORTANTE POR TORSION												
PRIMER PISO												
$V_T = \frac{K \times d}{\Sigma(K \times d^2)} M$												
MURO	K	Y	Ycr	d	Kxd	Kd^2	Vt					
X1	82.04	0.08	2.147	-2.07	-169.55	350.42	-211.96					
X2	929.93	1.58	2.147	-0.57	-527.04	298.69	-772.95					
X3	1234.76	4.03	2.147	1.88	2325.37	4379.27	232.61					
X4	3235.20	4.03	2.147	1.88	6092.70	11474.10	232.61					
X5	5276.38	8.08	2.147	5.93	31306.13	185747.22	73.83					
X6	1645.67	8.08	2.147	5.93	9764.17	57933.30	73.83					
X7	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	73.83					
X8	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	73.83					
X9	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	73.83					
X10	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	73.83					
X11	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	73.83					
						633021.32						
MURO	K	X	Xcr	d	Kxd	Kd^2	Vt					
Y1	36590.14	0.00	2.614	2.61	95656.81	250073.56	167.57					
Y2	4553.42	0.00	2.614	2.61	11903.91	31120.14	158.82					
Y3	8660.42	0.00	2.614	2.61	22640.76	59189.26	158.82					
Y4	1285.91	0.00	2.614	2.61	3361.73	8788.49	158.82					
Y5	8375.55	0.00	2.614	2.61	21896.02	57242.29	158.82					
Y6	3568.56	2.35	2.614	0.26	943.09	249.24	1571.09					
Y7	22202.28	2.35	2.614	0.26	5867.59	1550.68	1571.09					
Y8	1587.27	1.40	2.614	1.21	1927.38	2340.38	341.94					
Y9	996.02	2.35	2.614	0.26	263.23	69.56	1571.09					
Y10	5677.12	5.85	2.614	-3.24	-18369.58	59438.85	-128.32					
Y11	7924.65	0.08	2.614	2.53	20083.27	50896.61	163.84					
Y12	4553.42	0.08	2.614	2.53	11539.64	29244.66	163.84					
Y13	522.95	0.08	2.614	2.53	1325.30	3358.68	163.84					
Y14	4790.09	0.08	2.614	2.53	12139.41	30764.65	163.84					
Y15	1111.84	0.08	2.614	2.53	2817.72	7140.88	163.84					
Y16	1111.84	0.08	2.614	2.53	2817.72	7140.88	163.84					
Y17	1111.84	0.08	2.614	2.53	2817.72	7140.88	163.84					
						605749.70						
					TOTAL K*d^2	1238771.02						

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 31: Cortante por torsión segundo nivel**

SEGUNDO PISO							
$V_T = \frac{K \times d}{\Sigma(K \times d^2)} M$							
MURO	K	Y	Y <sub>cr</sub>	d	Kxd	Kd <sup>2</sup>	V <sub>t</sub>
X1	82.04	0.08	2.147	-2.07	-169.55	350.42	-81.78
X2	929.93	1.58	2.147	-0.57	-527.04	298.69	-298.24
X3	1234.76	4.03	2.147	1.88	2325.37	4379.27	89.75
X4	3235.20	4.03	2.147	1.88	6092.70	11474.10	89.75
X5	5276.38	8.08	2.147	5.93	31306.13	185747.22	28.49
X6	1645.67	8.08	2.147	5.93	9764.17	57933.30	28.49
X7	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	28.49
X8	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	28.49
X9	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	28.49
X10	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	28.49
X11	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	28.49
						633021.32	
MURO	K	X	X <sub>cr</sub>	d	Kxd	Kd <sup>2</sup>	V <sub>t</sub>
Y1	36590.14	0.00	2.614	2.61	95656.81	250073.56	64.65
Y2	4553.42	0.00	2.614	2.61	11903.91	31120.14	64.65
Y3	8660.42	0.00	2.614	2.61	22640.76	59189.26	64.65
Y4	1285.91	0.00	2.614	2.61	3361.73	8788.49	64.65
Y5	8375.55	0.00	2.614	2.61	21896.02	57242.29	64.65
Y6	3568.56	2.35	2.614	0.26	943.09	249.24	639.57
Y7	22202.28	2.35	2.614	0.26	5867.59	1550.68	639.57
Y8	1587.27	1.40	2.614	1.21	1927.38	2340.38	139.20
Y9	996.02	2.35	2.614	0.26	263.23	69.56	639.57
Y10	5677.12	5.85	2.614	-3.24	-18369.58	59438.85	-52.24
Y11	7924.65	0.08	5.684	5.60	44406.92	248840.58	30.16
Y12	4553.42	0.08	5.684	5.60	25515.75	142981.18	30.16
Y13	522.95	0.08	5.684	5.60	2930.43	16421.06	30.16
Y14	4790.09	0.08	5.684	5.60	26841.93	150412.64	30.16
Y15	1111.84	0.08	5.684	5.60	6230.37	34912.76	30.16
Y16	1111.84	0.08	5.684	5.60	6230.37	34912.76	30.16
Y17	1111.84	0.08	5.684	5.60	6230.37	34912.76	30.16
						1133456.19	
TOTAL K*d <sup>2</sup>						1766477.52	
TERCER PISO							
$V_T = \frac{K \times d}{\Sigma(K \times d^2)} M$							
MURO	K	Y	Y <sub>cr</sub>	d	Kxd	Kd <sup>2</sup>	V <sub>t</sub>
X1	82.04	0.08	2.147	-2.07	-169.55	350.42	-56.70
X2	929.93	1.58	2.147	-0.57	-527.04	298.69	-206.77
X3	1234.76	4.03	2.147	1.88	2325.37	4379.27	62.23
X4	3235.20	4.03	2.147	1.88	6092.70	11474.10	62.23
X5	5276.38	8.08	2.147	5.93	31306.13	185747.22	19.75
X6	1645.67	8.08	2.147	5.93	9764.17	57933.30	19.75
X7	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	19.75
X8	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	19.75
X9	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	19.75
X10	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	19.75
X11	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	19.75
						633021.32	
MURO	k	X	X <sub>cr</sub>	d	Kxd	Kd <sup>2</sup>	V <sub>t</sub>
Y1	8660.42	0.00	2.614	2.61	22640.76	59189.26	44.79
Y2	1285.91	0.00	2.614	2.61	3361.73	8788.49	44.79
Y3	8375.55	0.00	2.614	2.61	21896.02	57242.29	44.79
Y4	3568.56	2.35	2.614	0.26	943.09	249.24	443.05
Y5	22202.28	2.35	2.614	0.26	5867.59	1550.68	443.05
Y6	1587.27	1.40	2.614	1.21	1927.38	2340.38	96.43
Y7	996.02	2.35	2.614	0.26	263.23	69.56	443.05
Y8	5677.12	5.85	2.614	-3.24	-18369.58	59438.85	-36.19
Y9	7924.65	0.08	5.684	5.60	44406.92	248840.58	20.90
Y10	4553.42	0.08	5.684	5.60	25515.75	142981.18	20.90
Y11	7924.65	0.08	5.684	5.60	44406.92	248840.58	20.90
Y12	4553.42	0.08	5.684	5.60	25515.75	142981.18	20.90
Y13	522.95	0.08	5.684	5.60	2930.43	16421.06	20.90
Y14	4790.09	0.08	5.684	5.60	26841.93	150412.64	20.90
Y15	1111.84	0.08	5.684	5.60	6230.37	34912.76	20.90
Y16	1111.84	0.08	5.684	5.60	6230.37	34912.76	20.90
Y17	1111.84	0.08	5.684	5.60	6230.37	34912.76	20.90
						1244084.25	
TOTAL K*d <sup>2</sup>						1877105.57	

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 32: Cortante por torsión cuarto nivel**

CUARTO PISO		$V_T = \frac{K \times d}{\Sigma(K \times d^2)} M$						
MURO	K	Y	Y <sub>cr</sub>	d	Kxd	Kd <sup>2</sup>	V <sub>t</sub>	
X1	82.04	0.08	2.147	-2.07	-169.55	350.42	-18.96	
X2	929.93	1.58	2.147	-0.57	-527.04	298.69	-69.14	
X3	1234.76	4.03	2.147	1.88	2325.37	4379.27	20.81	
X4	3235.20	4.03	2.147	1.88	6092.70	11474.10	20.81	
X5	5276.38	8.08	2.147	5.93	31306.13	185747.22	6.60	
X6	1645.67	8.08	2.147	5.93	9764.17	57933.30	6.60	
X7	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	6.60	
X8	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	6.60	
X9	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	6.60	
X10	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	6.60	
X11	2118.19	8.08	2.147	5.93	12567.75	74567.66	6.60	
633021.32								
MURO	K	X	X <sub>cr</sub>	d	Kxd	Kd <sup>2</sup>	V <sub>t</sub>	
Y1	1285.91	0.00	2.614	2.61	3361.73	8788.49	14.99	
Y2	8375.55	0.00	2.614	2.61	21896.02	57242.29	14.99	
Y3	3568.56	2.35	2.614	0.26	943.09	249.24	148.28	
Y4	22202.28	2.35	2.614	0.26	5867.59	1550.68	148.28	
Y5	1587.27	1.40	2.614	1.21	1927.38	2340.38	32.27	
Y6	996.02	2.35	2.614	0.26	263.23	69.56	148.28	
Y7	5677.12	5.85	2.614	-3.24	-18369.58	59438.85	-12.11	
Y8	7924.65	0.08	5.684	5.60	44406.92	248840.58	6.99	
Y9	4553.42	0.08	5.684	5.60	25515.75	142981.18	6.99	
Y10	7924.65	0.08	5.684	5.60	44406.92	248840.58	6.99	
Y11	7924.65	0.08	5.684	5.60	44406.92	248840.58	6.99	
Y12	4553.42	0.08	5.684	5.60	25515.75	142981.18	6.99	
Y13	522.95	0.08	5.684	5.60	2930.43	16421.06	6.99	
Y14	4790.09	0.08	5.684	5.60	26841.93	150412.64	6.99	
Y15	1111.84	0.08	5.684	5.60	6230.37	34912.76	6.99	
Y16	1111.84	0.08	5.684	5.60	6230.37	34912.76	6.99	
Y17	1111.84	0.08	5.684	5.60	6230.37	34912.76	6.99	
1433735.57								
TOTAL K*d <sup>2</sup>							2066756.89	
Primer piso		Segundo Piso		Tercer Piso		Cuarto Piso		
	V <sub>e</sub>	M <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	M <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	M <sub>e</sub>	V <sub>e</sub>	M <sub>e</sub>
X1	0.16	0.32	0.14	0.35	0.11	0.27	0.06	0.15
X2	1.82	3.65	1.64	3.94	1.28	3.06	0.73	1.75
X3	2.42	4.84	2.18	5.23	1.69	4.07	0.97	2.32
X4	6.34	12.68	5.71	13.70	4.44	10.65	2.54	6.09
X5	10.34	20.68	9.31	22.34	7.24	17.37	4.14	9.93
X6	3.23	6.45	2.90	6.97	2.26	5.42	1.29	3.10
X7	4.15	8.30	3.74	8.97	2.91	6.97	1.66	3.99
X8	5.15	10.30	4.74	11.37	3.91	9.37	2.66	6.39
X9	6.15	12.30	5.74	13.77	4.91	11.77	3.66	8.79
X10	7.15	14.30	6.74	16.17	5.91	14.17	4.66	11.19
X11	8.15	16.30	7.74	18.57	6.91	16.57	5.66	13.59
Y1	1.88	3.77	1.70	4.07	1.32	3.17	0.75	1.81
Y2	6.02	12.03	5.41	12.99	4.21	10.11	2.41	5.78
Y3	7.59	15.18	6.83	16.39	5.31	12.75	3.04	7.28
Y4	7.99	15.98	7.19	17.26	5.59	13.42	3.20	7.67
Y5	0.91	1.81	0.82	1.96	0.63	1.52	0.36	0.87
Y6	8.60	17.20	7.74	18.58	6.02	14.45	3.44	8.26
Y7	1.99	3.98	1.79	4.29	1.39	3.34	0.80	1.91
Y8	7.59	15.18	6.83	16.39	5.31	12.75	3.04	7.28
Y9	5.26	10.52	4.73	11.36	3.68	8.84	2.10	5.05
Y10	0.91	1.81	0.82	1.96	0.63	1.52	0.36	0.87
Y11	5.26	10.52	4.73	11.36	3.68	8.84	2.10	5.05
Y12	3.02	6.04	2.72	6.53	2.12	5.08	1.21	2.90
Y13	0.35	0.69	0.31	0.75	0.24	0.58	0.14	0.33
Y14	3.18	6.36	2.86	6.87	2.23	5.34	1.27	3.05
Y15	0.74	1.48	0.66	1.59	0.52	1.24	0.30	0.71
Y16	1.74	3.48	1.66	3.99	1.52	3.64	1.30	3.11
Y17	2.74	5.48	2.66	6.39	2.52	6.04	2.30	5.51

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 33: Metrado de cargas para muros primer nivel

METRADO DE CARGAS PARA Muros																					
METRADO DE CARGAS PRIMER NIVEL																					
ELEMENTO	RESOFROFO						CARGA MUERTA					TABIQUES AZOTEA					CARGA VIVA				
	concreto=24	Alba=19				Peso (Ton)	LCSA+Pte mirado				Peso (Ton)	Palbanileria (Ton/m <sup>2</sup> ) =				CM (Ton/m)	SOBRECARGA			CV (Ton/m)	
	MATERIAL	A (m)	H (m)	L (m)	Niveles		A (m)	L (m)	Niveles	Peso (Ton)		A (m)	H (m)	L (m)	Niveles		Peso (Ton)	A (m)	L (m)		Niveles
Murox1	Albanileria	0.13	24	1.48	2	0.92	16.21	1.48	2	47.98	0.13	1.50	0.00	1	0.00	48.91	16.21	1.48	4	3.24	
Murox2	Albanileria	0.13	24	1.40	2	0.87	2.21	1.4	2	6.19	0.13	1.50	0.00	1	0.00	7.06	2.21	1.4	4	0.44	
Murox3	Albanileria	0.13	24	1.18	2	0.74	14.74	1.18	2	34.79	0.13	1.00	2.35	1	0.31	35.83	14.74	1.18	4	2.95	
Murox4	Albanileria	0.13	24	1.57	2	0.98	12.46	1.57	2	38.12	0.13	1.00	2.35	1	0.31	40.41	12.46	1.57	4	2.49	
Murox5	Albanileria	0.13	24	2.42	2	1.51	9.74	2.42	2	47.14	0.13	1.00	2.35	1	0.31	48.96	9.74	2.42	4	1.95	
Murox6	Albanileria	0.13	24	3.58	2	2.23	4.12	3.58	2	29.50	0.13	1.50	3.50	1	0.68	32.42	4.12	3.58	4	0.82	
Murox7	Albanileria	0.13	24	2.53	2	1.58	2.80	2.53	2	14.17	0.13	1.50	0.00	1	0.00	15.75	2.80	2.53	4	0.56	
Murox8	Albanileria	0.13	24	1.23	2	0.77	2.80	1.23	2	6.89	0.13	1.50	2.45	1	0.48	8.13	2.80	1.23	4	0.56	
Murox9	Albanileria	0.13	24	1.23	2	0.77	2.80	1.23	2	6.89	0.13	1.50	2.45	1	0.48	8.13	2.80	1.23	4	0.56	
Murox10	Albanileria	0.13	24	2.45	2	1.53	2.80	2.45	2	13.72	0.13	1.50	0.00	1	0.00	15.25	2.80	2.45	4	0.56	
Murox11	Albanileria	0.13	24	1.36	2	0.85	2.80	1.36	2	7.62	0.13	1.50	6.00	1	1.17	9.63	2.80	1.36	4	0.56	
Mroy1	Albanileria	0.23	24	4.93	2	5.44	1.65	4.93	2	16.27	0.13	1.50	4.85	1	0.95	22.66	1.65	4.93	4	0.33	
Mroy2	Albanileria	0.13	24	2.20	2	1.37	2.68	2.2	2	11.79	0.13	1.00	2.20	1	0.29	13.45	2.68	2.2	4	0.54	
Mroy3	Albanileria	0.13	24	2.98	2	1.85	1.51	2.98	2	9.00	0.13	1.50	2.90	1	0.57	11.42	1.51	2.98	4	0.30	
Mroy4	Albanileria	0.13	24	1.32	2	0.82	5.38	1.32	2	14.20	0.13	1.00	1.32	1	0.17	15.20	5.38	1.32	4	1.08	
Mroy5	Albanileria	0.13	24	2.93	2	1.83	6.60	2.93	2	38.68	0.13	1.00	2.93	1	0.38	40.89	6.60	2.93	4	1.32	
Mroy6	Albanileria	0.13	24	1.98	2	1.24	1.65	1.98	2	6.53	0.13	1.00	2.35	1	0.31	8.08	1.65	1.98	4	0.33	
Mroy7	Albanileria	0.13	24	5.17	2	3.23	3.72	5.17	2	38.46	0.13	1.00	0.00	1	0.00	41.69	3.72	5.17	4	0.74	
Mroy8	Albanileria	0.13	24	1.43	2	0.89	3.47	1.43	2	9.92	0.13	1.00	0.00	1	0.00	10.82	3.47	1.43	4	0.69	
Mroy9	Albanileria	0.13	24	1.20	2	0.75	1.61	1.2	2	3.85	0.13	1.00	0.00	1	0.00	4.67	1.61	1.2	4	0.32	
Mroy10	Albanileria	0.13	24	2.43	2	1.52	0.85	2.43	2	4.13	0.13	1.00	2.43	1	0.32	5.96	0.85	2.43	4	0.17	
Mroy11	Albanileria	0.13	24	2.33	2	1.45	0.85	2.33	2	3.95	0.13	1.00	0.00	1	0.00	5.41	0.85	2.33	4	0.17	
Mroy12	Albanileria	0.13	24	2.93	2	1.83	0.85	2.93	2	4.98	0.13	1.00	0.00	1	0.00	6.87	0.85	2.93	4	0.17	
Mroy13	Albanileria	0.13	24	1.43	2	0.89	0.85	1.43	2	2.43	0.13	1.00	0.00	1	0.00	3.32	0.85	1.43	4	0.17	
Mroy14	Albanileria	0.13	24	4.25	2	2.65	0.85	4.25	2	7.23	0.13	1.00	4.33	1	0.55	10.44	0.85	4.25	4	0.17	
Mroy15	Albanileria	0.13	24	2.28	2	1.42	0.85	2.28	2	3.88	0.13	1.00	2.20	1	0.29	5.58	0.85	2.28	4	0.17	
Mroy16	Albanileria	0.13	24	3.88	2	2.42	0.85	3.88	2	6.60	0.13	1.00	3.80	1	0.49	9.51	0.85	3.88	4	0.17	
Mroy17	Albanileria	0.13	24	3.48	2	2.17	0.85	3.48	2	5.92	0.13	1.00	3.47	1	0.45	8.54	0.85	3.48	4	0.17	

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 34: Metrado de cargas para muros segundo nivel

METRADO DE CARGAS SEGUNDO NIVEL																					
ELEMENTO	RESORFOJO							CARGA MUERTA					TABICUES AZOTEA					CARGA VIVA			
	P=concreto (T) Palbanleria (Ton/m²) =							LOSA+Pte mirado					Palbanleria (Ton/m²) =					AZOTEA			
	MATERIAL	A(m)	H(m)	L(m)	Niveles	Peso (Ton)	Peso (Ton)	0.40			Peso (Ton)	0.15				CV (Ton/m)					
								A(m)	L(m)	Niveles		A(m)	L(m)	Niveles	Peso (Ton)						
Murox1	Albanleria	0.13	24	1.48	2	0.92	16.21	1.48	2	47.98	0.13	1.00		1	0.13	42.04	16.21	1	1	2.43	
Murox2	Albanleria	0.13	24	1.40	2	0.87	2.21	1.4	2	6.19	0.13	1.00		1	0.13	7.19	2.21	1	1	0.33	
Murox3	Albanleria	0.13	24	1.18	2	0.74	14.74	1.18	2	34.79	0.13	1.00		1	0.13	36.65	14.74	1	1	2.21	
Murox4	Albanleria	0.13	24	1.57	2	0.98	12.46	1.57	2	38.12	0.13	1.00		1	0.13	40.23	12.46	1	1	1.87	
Murox5	Albanleria	0.13	24	2.42	2	1.51	9.74	2.42	2	47.14	0.13	1.00		1	0.13	48.78	9.74	1	1	1.46	
Murox6	Albanleria	0.13	24	3.88	2	2.23	4.12	3.88	2	29.50	0.13	1.00		1	0.13	31.86	4.12	1	1	0.62	
Murox7	Albanleria	0.13	24	2.53	2	1.58	2.80	2.53	2	14.17	0.13	1.00		1	0.13	15.88	2.80	1	1	0.42	
Murox8	Albanleria	0.13	24	1.23	2	0.77	2.80	1.23	2	6.89	0.13	1.00		1	0.13	7.79	2.80	1	1	0.42	
Murox9	Albanleria	0.13	24	1.23	2	0.77	2.80	1.23	2	6.89	0.13	1.00		1	0.13	7.79	2.80	1	1	0.42	
Murox10	Albanleria	0.13	24	2.45	2	1.53	2.80	2.45	2	13.72	0.13	1.00		1	0.13	15.38	2.80	1	1	0.42	
Murox11	Albanleria	0.13	24	1.36	2	0.85	2.80	1.36	2	7.62	0.13	1.00		1	0.13	8.59	2.80	1	1	0.42	
Muroy1	Albanleria	0.23	24	4.93	2	5.44	1.65	4.93	2	16.27	0.13	1.00		1	0.13	21.84	1.65	1	1	0.25	
Muroy2	Albanleria	0.13	24	2.20	2	1.37	2.68	2.2	2	11.79	0.13	1.00		1	0.13	13.29	2.68	1	1	0.40	
Muroy3	Albanleria	0.13	24	2.98	2	1.86	1.51	2.98	2	9.00	0.13	1.00		1	0.13	10.99	1.51	1	1	0.23	
Muroy4	Albanleria	0.13	24	1.32	2	0.82	5.38	1.32	2	14.20	0.13	1.00		1	0.13	15.16	5.38	1	1	0.81	
Muroy5	Albanleria	0.13	24	2.93	2	1.83	6.60	2.93	2	38.68	0.13	1.00		1	0.13	40.63	6.60	1	1	0.99	
Muroy6	Albanleria	0.13	24	1.98	2	1.24	1.65	1.98	2	6.53	0.13	1.00		1	0.13	7.90	1.65	1	1	0.25	
Muroy7	Albanleria	0.13	24	5.17	2	3.23	3.72	5.17	2	38.46	0.13	1.00		1	0.13	41.82	3.72	1	1	0.56	
Muroy8	Albanleria	0.13	24	1.43	2	0.89	3.47	1.43	2	9.92	0.13	1.00		1	0.13	10.95	3.47	1	1	0.52	
Muroy9	Albanleria	0.13	24	1.20	2	0.75	1.61	1.2	2	3.86	0.13	1.00		1	0.13	4.74	1.61	1	1	0.24	
Muroy10	Albanleria	0.13	24	2.43	2	1.52	0.85	2.43	2	4.13	0.13	1.00		1	0.13	5.78	0.85	1	1	0.13	
Muroy11	Albanleria	0.13	24	2.33	2	1.45	0.85	2.33	2	3.96	0.13	1.00		1	0.13	5.54	0.85	1	1	0.13	
Muroy12	Albanleria	0.13	24	2.93	2	1.83	0.85	2.93	2	4.98	0.13	1.00		1	0.13	6.94	0.85	1	1	0.13	
Muroy13	Albanleria	0.13	24	1.43	2	0.89	0.85	1.43	2	2.43	0.13	1.00		1	0.13	3.45	0.85	1	1	0.13	
Muroy14	Albanleria	0.13	24	4.25	2	2.65	0.85	4.25	2	7.23	0.13	1.00		1	0.13	10.01	0.85	1	1	0.13	
Muroy15	Albanleria	0.13	24	2.28	2	1.42	0.85	2.28	2	3.88	0.13	1.00		1	0.13	5.43	0.85	1	1	0.13	
Muroy16	Albanleria	0.13	24	3.88	2	2.42	0.85	3.88	2	6.60	0.13	1.00		1	0.13	9.15	0.85	1	1	0.13	
Muroy17	Albanleria	0.13	24	3.48	2	2.17	0.85	3.48	2	5.92	0.13	1.00		1	0.13	8.22	0.85	1	1	0.13	

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 35:** Resistencia al agrietamiento primer nivel

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL															
11.1 DATOS															
v'm (ton/m <sup>2</sup> )		60.00													
% CV -		0.25													
Unidades de Arcilla y de Concreto: $V_m = 0,5 v'_m \cdot a \cdot t \cdot L + 0,23 P_g$															
$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_m \cdot L}{M_e} \leq 1$															
11.2 MUROS PRIMER NIVEL							11.3 MUROS SEGUNDO NIVEL								
MURO	Vo (Ton/m)	Mc (Ton.m)	L (m)	t (m)	Pg (Ton)	$\alpha$	Vm (ton/m <sup>2</sup> )	MURO	Vo (Ton/m)	Mc (Ton.m)	L (m)	t (m)	Pg (Ton)	$\alpha$	Vm (ton/m <sup>2</sup> )
Muro x1	0.16	0.32	1.18	0.13	99.26	0.74	29.53	Muro x1	0.14	0.35	1.18	0.13	49.64	0.62	16.16
Muro x2	1.82	3.65	1.40	0.13	14.45	0.70	8.42	Muro x2	1.61	3.91	1.40	0.13	7.27	0.56	5.92
Muro x3	2.42	4.84	1.18	0.13	72.77	0.59	20.38	Muro x3	2.16	5.23	1.18	0.13	36.21	0.49	11.34
Muro x4	6.34	12.69	1.57	0.13	81.73	0.79	25.71	Muro x4	5.71	18.70	1.57	0.13	40.70	0.65	14.70
Muro x5	10.34	20.68	2.12	0.13	98.59	1.00	35.28	Muro x5	9.31	22.34	2.12	0.13	49.15	1.00	23.89
Muro x6	3.23	6.45	3.18	0.13	64.64	1.00	33.48	Muro x6	2.90	6.97	3.18	0.13	32.02	1.00	25.98
Muro x7	4.15	8.30	2.53	0.13	31.87	1.00	20.19	Muro x7	3.74	8.97	2.53	0.13	15.98	1.00	16.53
Muro x8	5.15	10.30	1.23	0.13	16.16	0.62	7.65	Muro x8	4.74	11.37	1.23	0.13	7.89	0.51	5.09
Muro x9	6.15	12.30	1.23	0.13	16.16	0.62	7.65	Muro x9	5.74	13.77	1.23	0.13	7.89	0.51	5.09
Muro x10	7.15	14.30	2.46	0.13	30.87	1.00	19.84	Muro x10	6.74	16.17	2.46	0.13	15.48	1.00	16.30
Muro x11	8.15	16.30	1.00	0.13	18.17	0.66	9.58	Muro x11	7.74	18.57	1.00	0.13	8.70	0.57	6.91
Muro y1	1.88	3.77	4.93	0.23	44.64	1.00	55.62	Muro y1	1.70	4.07	4.93	0.23	21.90	1.00	50.38
Muro y2	6.02	12.03	2.20	0.13	26.98	1.00	17.63	Muro y2	5.41	12.99	2.20	0.13	13.40	0.97	13.57
Muro y3	7.59	15.18	2.98	0.13	22.55	1.00	20.68	Muro y3	6.83	16.39	2.98	0.13	11.05	1.00	18.04
Muro y4	7.99	15.98	1.07	0.13	30.83	0.66	11.62	Muro y4	7.19	17.26	1.07	0.13	15.36	0.55	7.31
Muro y5	0.91	1.81	2.93	0.13	87.10	1.00	37.12	Muro y5	0.82	1.93	2.93	0.13	40.88	1.00	24.64
Muro y6	8.60	17.20	1.98	0.13	16.12	0.99	13.90	Muro y6	7.74	18.58	1.98	0.13	7.96	0.83	10.33
Muro y7	1.99	3.98	5.17	0.13	83.84	1.00	46.17	Muro y7	1.79	4.29	5.17	0.13	41.96	1.00	36.53
Muro y8	7.59	15.18	1.43	0.13	22.07	0.72	10.39	Muro y8	6.85	16.39	1.43	0.13	11.08	0.60	6.96
Muro y9	5.26	10.52	1.20	0.13	9.50	0.80	5.63	Muro y9	4.73	11.95	1.20	0.13	1.80	0.50	4.22
Muro y10	0.91	1.81	2.13	0.13	11.81	1.00	15.35	Muro y10	0.82	1.93	2.13	0.13	5.81	1.00	13.97
Muro y11	5.26	10.52	2.33	0.13	11.03	1.00	14.63	Muro y11	4.73	11.38	2.33	0.13	5.58	0.97	13.05
Muro y12	3.02	6.04	2.93	0.13	13.82	1.00	18.42	Muro y12	2.72	6.53	2.93	0.13	6.97	1.00	16.84
Muro y13	0.35	0.69	1.43	0.13	6.85	0.72	6.89	Muro y13	0.31	0.75	1.43	0.13	3.18	0.80	5.23
Muro y14	3.18	6.36	4.25	0.13	20.62	1.00	26.82	Muro y14	2.86	6.87	4.25	0.13	10.04	1.00	24.41
Muro y15	0.74	1.48	2.28	0.13	11.09	1.00	14.41	Muro y15	0.66	1.39	2.28	0.13	5.40	0.95	12.02
Muro y16	1.71	3.48	3.88	0.13	18.73	1.00	24.48	Muro y16	1.68	3.69	3.88	0.13	8.16	1.00	22.29
Muro y17	2.71	5.48	3.48	0.13	18.83	1.00	21.67	Muro y17	2.66	5.38	3.48	0.13	8.25	1.00	18.26
							575.83							447.63	

Fuente: Elaborado por los autores





Tabla 37: Fuerzas internas primer nivel

ALBAÑILERIA CONFINADA											
FUERZAS INTERNAS											
0.05 fm (Ton) -	32.50										
$V_{ui} = V_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$		$M_{ui} = M_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$									
$(V_u \geq V_m)$		$\sigma_m = P_m / (L.f)$									
PRIMER NIVEL											
MURO	Vel (Ton)	Mel (Ton.m)	Vm1/Ve1	Vul (Ton)	Mul (Ton.m)	Pm	om	Refuerzo	Refuerzo	Refuerzo	REFUERZO
Muro x1	0.16	0.32	3.00	0.18	0.95	52.15	271.03	No necesita	Necesita	Necesita	20.8
Muro x2	1.82	3.65	3.00	5.17	10.94	7.50	41.23	No necesita	Necesita	Necesita	20.7592308
Muro x3	2.42	4.84	3.00	7.26	14.52	38.78	252.78	No necesita	Necesita	Necesita	20.77
Muro x4	6.34	12.68	3.00	19.02	38.05	42.90	210.20	No necesita	Necesita	Necesita	20.77
Muro x5	10.34	20.68	3.00	31.02	62.05	50.91	101.81	No necesita	Necesita	Necesita	20.8
Muro x6	3.23	6.46	3.00	9.68	19.35	33.21	71.42	No necesita	Necesita	Necesita	20.7592308
Muro x7	4.15	8.30	3.00	12.45	24.91	16.31	49.58	No necesita	Necesita	Necesita	20.8
Muro x8	5.15	10.30	2.00	10.30	20.61	8.69	51.37	Necesita	Necesita	Necesita	20.8
Muro x9	6.15	12.30	2.00	12.30	24.61	8.69	54.37	Necesita	Necesita	Necesita	20.8
Muro x10	7.15	14.30	2.77	19.84	39.68	15.81	49.84	Necesita	Necesita	Necesita	20.8
Muro x11	8.15	16.30	2.00	16.30	32.61	10.19	57.66	Necesita	Necesita	Necesita	20.8
Muro y1	1.88	3.77	3.00	5.65	11.31	22.99	20.27	No necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y2	5.02	12.03	2.93	17.65	35.29	13.99	48.90	Necesita	Necesita	Necesita	20.77
Muro y3	7.59	15.18	2.73	20.68	41.36	11.73	30.27	Necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y4	7.99	15.98	2.00	15.98	31.96	16.27	91.84	Necesita	Necesita	Necesita	20.77
Muro y6	0.91	1.81	3.00	2.72	5.44	42.21	110.80	No necesita	Necesita	Necesita	20.77
Muro y8	8.60	17.20	2.00	17.20	34.40	8.41	32.65	Necesita	Necesita	Necesita	20.77
Muro y7	1.00	3.98	3.00	5.00	11.93	42.43	63.14	No necesita	Necesita	Necesita	20.77
Muro y8	7.59	15.18	2.00	15.18	30.35	11.51	61.92	Necesita	Necesita	Necesita	20.77
Muro y9	5.26	10.52	2.00	10.52	21.04	4.93	31.63	Necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y10	0.91	1.81	3.00	2.72	5.44	4.93	31.63	No necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y11	5.26	10.52	2.79	14.65	29.31	6.13	19.42	No necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y12	3.02	6.04	3.00	9.07	18.13	5.50	18.44	No necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y13	0.35	0.69	3.00	1.04	2.08	6.90	19.32	No necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y14	3.18	6.36	3.00	9.54	19.08	3.40	18.70	Necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y15	0.71	1.48	3.00	2.21	4.43	10.61	19.20	No necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y16	1.71	3.48	3.00	5.21	10.43	6.75	19.42	No necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y17	2.71	5.48	3.00	8.21	16.43	9.68	19.19	No necesita	No necesita	No necesita	No necesita
Usamos varillas de 6mm cada 2 hlladas											

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 38:** Fuerzas internas segundo nivel

<b>SEGUNDO NIVEL</b>										
<b>MURO</b>	<b>Ve1 (Ton)</b>	<b>Me1 (Ton.m)</b>	<b>Vm1/Ve1</b>	<b>Vui (Ton)</b>	<b>Mui (Ton.m)</b>	<b>Pm</b>	<b>σm</b>	<b>Refuerzo</b>	<b>Refuerzo</b>	<b>Refuerzo</b>
Muro x1	0.14	0.35	3.00	0.43	1.04	51.47	267.50	No necesita	Necesita	Necesita
Muro x2	1.64	3.94	3.00	4.92	11.81	7.52	41.34	No necesita	Necesita	Necesita
Muro x3	2.18	5.23	3.00	6.53	15.68	37.86	246.83	No necesita	Necesita	Necesita
Muro x4	5.71	13.70	3.00	17.12	41.09	42.10	206.29	Necesita	Necesita	Necesita
Muro x5	9.31	22.34	3.00	27.92	67.01	50.24	159.70	Necesita	Necesita	Necesita
Muro x6	2.90	6.97	3.00	8.71	20.90	32.48	69.79	No necesita	Necesita	Necesita
Muro x7	3.74	8.97	3.00	11.21	26.90	16.30	49.55	No necesita	Necesita	Necesita
Muro x8	4.74	11.37	2.00	9.47	22.74	8.21	51.32	Necesita	Necesita	Necesita
Muro x9	5.74	13.77	2.00	11.47	27.54	8.21	51.32	Necesita	Necesita	Necesita
Muro x10	6.74	16.17	2.77	18.69	44.85	15.80	49.60	Necesita	Necesita	Necesita
Muro x11	7.74	18.57	2.00	15.47	37.14	9.01	50.99	Necesita	Necesita	Necesita
Muro y1	4.74	4.07	3.00	14.21	12.21	22.09	19.48	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y2	5.74	12.99	2.93	16.83	38.11	13.70	47.89	Necesita	Necesita	Necesita
Muro y3	6.74	16.39	2.73	18.36	44.67	11.22	28.95	Necesita	No necesita	Necesita
Muro y4	7.74	17.26	2.00	15.47	34.52	15.96	93.03	Necesita	Necesita	Necesita
Muro y5	1.70	1.96	3.00	5.09	5.87	41.62	109.28	No necesita	Necesita	Necesita
Muro y6	5.41	18.58	2.00	10.83	37.15	8.15	31.65	Necesita	No necesita	No necesita
Muro y7	6.83	4.29	3.00	20.49	12.88	42.38	63.05	No necesita	Necesita	Necesita
Muro y8	7.19	16.39	2.00	14.38	32.78	11.47	61.68	Necesita	Necesita	Necesita
Muro y9	0.82	11.36	2.00	1.63	22.72	4.98	31.95	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y10	7.74	1.96	3.00	23.22	5.87	5.90	18.69	Necesita	No necesita	No necesita
Muro y11	1.79	11.36	2.79	4.98	31.65	5.67	18.73	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y12	6.83	6.53	3.00	20.49	19.59	7.07	18.55	Necesita	No necesita	No necesita
Muro y13	4.73	0.75	3.00	14.20	2.25	3.58	19.26	Necesita	No necesita	No necesita
Muro y14	0.82	6.87	3.00	2.45	20.60	10.13	18.34	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y15	4.73	1.59	3.00	14.20	4.78	5.56	18.75	Necesita	No necesita	No necesita
Muro y16	2.72	3.99	3.00	8.16	11.98	9.27	18.39	No necesita	No necesita	No necesita
Muro y17	0.31	6.39	3.00	0.94	19.18	8.35	18.45	No necesita	No necesita	No necesita

Fuente: Elaborado por los autores



**Tabla 40: Muros no agrietados segundo piso**

UBICACION	MUROS SEGUNDO PISO (MUROS NO AGRIETADOS)																					
	Muro X1		Muro X2		Muro X3		Muro X4		Muro X5		Muro X6		Muro X7		Muro X8		Muro X9		Muro X10		Muro X11	
	COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA	
	Extrema	Interna	Extrema	Interna	Extrema	Interna	Extrema	Interna	Extrema	Interna	Extrema	Interna	Extrema	Interna	Extrema	Interna	Extrema	Interna	Extrema	Interna	Extrema	Interna
Pm (Ton)	19.91		3.09		18.06		15.44		12.44		6.06		4.15		12.62		4.51		6.42		5.48	
Vm (Ton)	8.72		4.87		4.87		8.43		15.08		19.86		14.01		4.12		4.21		14.11		5.16	
Vu (Ton)	0.48		5.47		7.26		12.68		20.68		9.68		12.45		4.15		12.30		15.49		16.30	
Mu (Ton-m)	0.96		5.47		14.52		25.36		41.37		19.35		24.91		12.62		24.61		30.98		32.61	
L (m)	1.48		1.40		1.18		1.57		2.42		3.58		2.53		0.79		1.23		2.45		1.36	
Lm (m)	0.74		0.70		0.59		0.79		1.21		1.79		1.27		0.39		0.82		1.23		0.88	
Nc	z		z		z		z		z		z		z		z		z		z		z	
M (Ton-m)	-9.50		-0.38		8.67		15.25		23.27		-4.47		8.10		7.87		19.55		14.05		26.41	
F (Ton)	-6.42		-0.27		7.35		9.71		9.61		-1.25		3.20		9.72		15.90		5.73		19.42	
Pc (Ton)	9.96		1.54		9.03		7.72		6.22		3.03		2.07		6.31		2.26		1.12		2.74	
T (Ton)	-16.38	4.18	-1.82	6.81	-1.88	0.89	1.99	5.16	3.39	8.74	-4.28	10.28	1.13	11.21	3.41	6.23	13.64	5.96	4.61	12.70	16.68	6.37
C (Ton)	3.54	2.89	1.27	-2.63	16.38	4.07	17.44	1.28	15.84	-1.26	1.78	-3.63	5.28	-4.57	16.02	0.04	18.15	-1.85	6.85	-5.79	22.16	-1.82
Vc (Ton)	2.18	1.45	1.22	0.81	1.22	0.81	2.11	1.40	3.77	2.51	4.96	3.31	3.50	2.33	1.03	0.69	1.05	0.70	3.53	2.35	1.29	0.86
Corte-Friccio (φ)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Acf (cm2)	61.07	40.71	34.14	22.76	34.14	22.76	59.01	39.34	105.62	70.41	139.05	92.70	98.08	65.39	28.87	19.25	29.49	19.66	98.82	65.88	36.16	24.11
Largo	25.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Ancho	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Ac (cm2)	350.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
Friccion (μ)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Aef (cm2)	0.76	0.51	0.43	0.28	0.43	0.28	0.74	0.49	1.32	0.88	1.74	1.16	1.23	0.82	0.36	0.24	0.37	0.25	1.24	0.82	0.45	0.30
Ast (cm2)	-4.33	1.11	-0.48	1.80	-0.44	0.23	0.53	1.37	0.90	2.31	-1.13	2.72	0.30	2.97	0.90	1.65	3.61	1.58	1.22	3.36	4.41	1.69
As (cm2)	-3.57	1.62	-0.05	2.09	-0.02	0.52	1.27	1.86	2.22	3.19	0.61	3.88	1.52	3.78	1.26	1.89	3.98	1.82	2.46	4.18	4.86	1.99
Vanilla	5/8	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	1/2	1/2	3/4	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8
Numero de Varillas	4.00	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
As	7.92	7.60	7.92	7.92	7.92	7.92	5.07	5.07	17.10	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92
	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!
δ	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Compresion (φ)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
An (cm2)	-189.55	-187.07	-212.22	-251.29	-61.11	-184.22	30.46	-131.16	-327.45	-237.52	-207.13	-261.21	-172.15	-270.65	-64.65	-224.54	-43.34	-243.48	-156.39	-282.89	-3.26	-243.10
An (cm2)	180.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00
As min (cm2)	1.75	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
	NO!!!	OK!!!	NO!!!	OK!!!	NO!!!	NO!!!	NO!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	NO!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	NO!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!	OK!!!
Estribos	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
As(estribos)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
ln (cm)	20.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
d (cm)	25.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
S1 (cm)	5.03	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90
S2 (cm)	11.88	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83
S3 (cm)	6.25	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
S4 (cm)	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	22.00	23.00	22.00	23.00	22.00	23.00	22.00	23.00
S	5.03	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Zona de confinamiento	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	SOLERAS		SOLERAS		SOLERAS		SOLERAS		SOLERAS		SOLERAS		SOLERAS		SOLERAS		SOLERAS		SOLERAS		SOLERAS	
Ts (Ton)			1.22		1.22		2.11		3.77		4.96		3.50		1.03		1.05		3.53		1.29	
As (cm2)	0.58		0.32		0.32		0.56		1.00		1.31		0.93		0.27		0.28		0.93		0.34	
	1/2		3/8		3/8		3/8		1/2		3/8		3/8		3/8		3/8		3/8		3/8	
Numero de Varillas	4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00		4.00	
	5.07		2.85		2.85		2.85		5.07		2.85		2.85		2.85		2.85		2.85		2.85	
	OK!!!		OK!!!		OK!!!		OK!!!		OK!!!		OK!!!		OK!!!		OK!!!		OK!!!		OK!!!		OK!!!	

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 40: Diseño de losas**

DISEÑO DE LOSAS																						
DESCRIPCION DE LOS PAÑOS																						
PAÑO/ DISTANCIAS	CARA LIBRE X (m)	CARA LIBRE Y (m)	EJE A EJE Y	CARA LIBRE Y	RELACION A/B	ELECCION DE ARMADO																
PAÑO N°1	2.71	2.35	2.50	2.35	1.1	UNIDIRECCIONAL																
PAÑO N°2	3.41	2.50	2.58	2.50	1.1	UNIDIRECCIONAL																
PAÑO N°3	2.45	1.20	1.35	1.20	1.2	UNIDIRECCIONAL																
PAÑO N°4	3.41	0.90	1.05	0.90	1.1	UNIDIRECCIONAL																
PAÑO N°5	5.86	1.30	1.38	1.30	1.0	UNIDIRECCIONAL																
PAÑO N°6	5.86	2.51	2.59	2.51	1.1	UNIDIRECCIONAL																
PAÑO N°7	1.05	2.35	2.50	2.35	1.1	UNIDIRECCIONAL																
PAÑO N°8	5.86	2.21	2.29	2.21	1.1	UNIDIRECCIONAL																
PAÑO N°9	5.86	1.91	1.99	1.91	1.1	UNIDIRECCIONAL																
PAÑO N°10	3.50	2.35	2.50	2.35	1.1	UNIDIRECCIONAL																

ALTURA DE LOSA UNIDIRECCIONAL	
H	= 20.00 cm
bw	= 10.00 cm

PAÑO/ DISTANCIAS	CARA LIBRE X (m)	CARA LIBRE Y (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	CM	CV	Wu (tn/m)	Mu(tn-m) +	Mu(tn-m) -	Ku+ (c/viguetas)	Ku- (c/viguetas)	W+	W-	$\rho^-$	$\rho^+$	AS+	AS-	AS+ ESCOGER	AS- ESCOGER	REVISIÓN AS+	REVISIÓN AS-
PAÑO N°1	2.55	2.20	5.61	1.90	1.12	2.93	3.61	2.71	5.00	3.75	0.029	0.021	0.0014	0.0011	0.97	0.36	1/2	3/8	OK	OK
PAÑO N°2	3.25	1.95	6.34	2.30	1.27	2.93	3.61	2.71	5.00	3.75	0.029	0.021	0.0014	0.0011	0.97	0.36	1/2	3/8	OK	OK
PAÑO N°3	3.25	2.30	7.48	0.00	1.50	2.42	2.04	1.53	2.82	2.11	0.016	0.012	0.0008	0.0006	0.54	0.36	3/8	3/8	OK	OK
PAÑO N°4	2.20	2.35	5.17	1.76	1.03	2.89	3.48	2.61	4.81	3.61	0.027	0.020	0.0014	0.0010	0.93	0.36	1/2	3/8	OK	OK
PAÑO N°5	2.20	2.05	4.51	1.55	0.90	1.75	0.77	0.58	1.07	0.80	0.006	0.004	0.0003	0.0002	0.36	0.36	3/8	3/8	OK	OK
PAÑO N°6	5.55	1.75	9.71	3.07	1.94	2.89	3.48	2.61	4.81	3.61	0.027	0.020	0.0014	0.0010	0.93	0.36	1/2	3/8	OK	OK
PAÑO N°7	3.35	2.20	7.37	2.47	1.47	2.89	3.48	2.61	4.81	3.61	0.027	0.020	0.0014	0.0010	0.93	0.36	1/2	3/8	OK	OK
PAÑO N°8	1.05	2.05	2.15	0.69	0.43	2.89	3.48	2.61	4.81	3.61	0.027	0.020	0.0014	0.0010	0.93	0.36	1/2	3/8	OK	OK
PAÑO N°9	2.30	2.05	4.72	1.62	0.94	2.89	3.48	2.61	4.81	3.61	0.027	0.020	0.0014	0.0010	0.93	0.36	1/2	3/8	OK	OK
PAÑO N°10	1.05	1.90	2.00	0.74	0.40	2.89	3.48	2.61	4.81	3.61	0.027	0.020	0.0014	0.0010	0.93	0.36	1/2	3/8	OK	OK

PAÑO/ DISTANCIAS	CARA LIBRE X	CARA LIBRE Y	ELECCION DE ARMADO	N°VIGUETAS	AS+ ESCOGER	AS- ESCOGER
PAÑO N°1	2.71	2.35	UNIDIRECCIONAL	3.0	1/2	3/8
PAÑO N°2	3.41	2.50	UNIDIRECCIONAL	4.0	1/2	3/8
PAÑO N°3	2.45	1.20	UNIDIRECCIONAL	3.0	3/8	3/8
PAÑO N°4	3.41	0.90	UNIDIRECCIONAL	4.0	1/2	3/8
PAÑO N°5	5.86	1.30	UNIDIRECCIONAL	7.0	3/8	3/8
PAÑO N°6	5.86	2.51	UNIDIRECCIONAL	7.0	1/2	3/8
PAÑO N°7	1.05	2.35	UNIDIRECCIONAL	2.0	1/2	3/8
PAÑO N°8	5.86	2.21	UNIDIRECCIONAL	7.0	1/2	3/8
PAÑO N°9	5.86	1.91	UNIDIRECCIONAL	7.0	1/2	3/8
PAÑO N°10	3.50	2.35	UNIDIRECCIONAL	4.0	1/2	3/8

Fuente: Elaborado por los autores

**Tabla 41: Diseño cargas ortogonales**

**DISÑO DL CARGAS ORTOGONALES CERCO PERIMÉTRICO**

$w = 0.8 Z U C_1 \gamma e$

donde:

- Z = factor de zona especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente
- U = factor de importancia especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente
- C<sub>1</sub> = coeficiente sísmico especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente
- e = espesor bruto del muro (incluyendo tarrajeos), en metros
- γ = peso volumétrico de la albañilería

e	0.15	m
Z	0.40	
U	1.00	
C <sub>1</sub>	0.60	
γ	1.40	Tn/m <sup>3</sup>
W	0.010	Tn/m <sup>2</sup>
W	0.004	kg/cm <sup>2</sup>

$$M_s = m.w.a^2$$

donde:

- m = coeficiente de momento (adimensional) indicado en la Tabla 12.
- a = dimensión crítica del paño de albañilería (ver la Tabla 12), en metros.

a	2.00	m
b	3.00	m
b/a	1.50	
m	0.18	
M <sub>s</sub>	21.12	kg-cm/cm
r	0.65	ok
r' <sub>c</sub>	1.50	

**DISÑO DE COLUMNAS DE CONFINAMIENTO**

M <sub>u</sub>	0.06 Tn	
k <sub>u</sub>	0.70	lim
ρ <sub>t</sub>	10.00	
A <sub>s</sub>	0.0023	
A <sub>s</sub>	0.165	cm <sup>2</sup>
Usamos 2 varillas n.º 1/4" a lado		
comprobamos con corte:		
V <sub>u</sub>	0.240	Tn
V <sub>c</sub>	11.130	Tn
φV <sub>c</sub>	0.461	Tn

Fuente: Elaborado por los autores

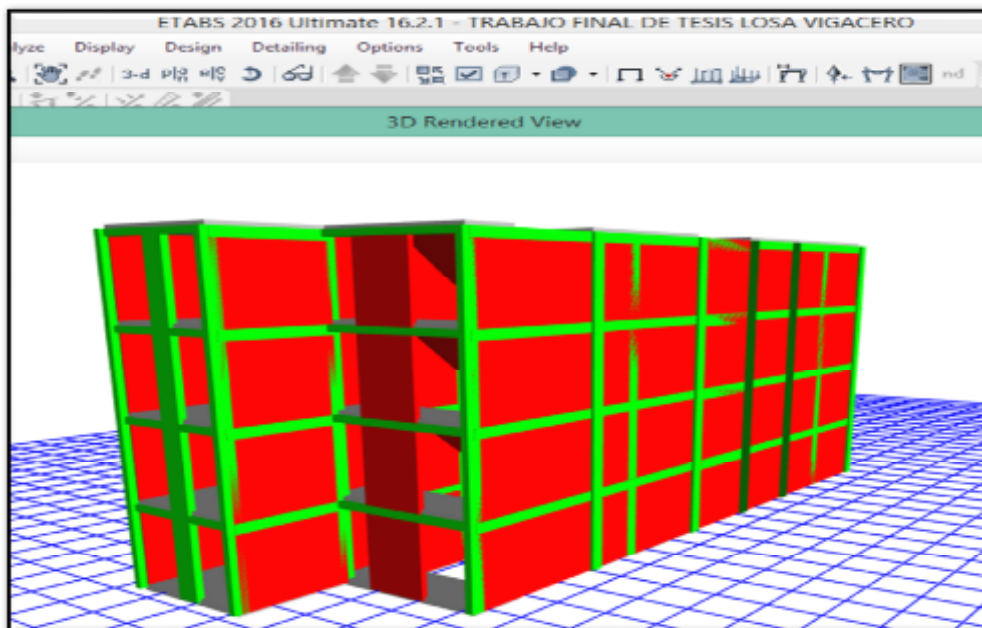
### 3.5. ANÁLISIS DE SISMO MEDIANTE EL PROGRAMA ETABS

El modelado en el programa computacional es el resultado de la introducción de elementos estructurales debidamente diseñados mediante el cálculo matemático con ayuda de plantillas Excel, como también la combinación del diseño arquitectónico con la ayuda del programa AUTOCAD. Rigiendo todos parámetros bajo las condiciones del RNE, siendo de uso:

- E020 Cargas de las edificaciones.
- E030 Diseño Sismorresistente.
- E060 Concreto Armado.
- E070 Albañilería Confinada.

Para el caso del sistema de losas de los entrepisos con sistema convencional de ladrillos alveolares de arcilla y el sistema de losas con el elemento VIGACERO, en ambos casos se consideró diafragma tipo membrana con la diferencia en la introducción de Carga Muerta.

**Figura 27:** Modelado de la edificación.



Fuente: Elaborado por los autores



### 3.5.1 Características de elementos estructurales al programa ETABS

#### Albañilería

- Ladrillos clase IV sólidos (30% de huecos alveolares), tipo King Kong de arcilla,  
 $t = 13 \text{ cm}$ ,  $f'_{b} = 145 \text{ kg/cm}^2$
- Mortero tipo P2: cemento-arena 1 : 4
- Pilas: resistencia característica a compresión =  $f'_{m} = 64 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ ton/m}^2$
- Módulo de elasticidad =  $E_{m} = 500 f'_{m} = 32,000 \text{ kg/cm}^2 = 320,000 \text{ ton/m}^2$
- Módulo de corte =  $G_{m} = 0.4 E_{m} = 12,800 \text{ kg/cm}^2 = 128,000 \text{ ton/m}^2$
- Módulo de Poisson =  $n = 0.25$ .
- Para el caso del sistema VIGACERO las bovedillas son de Poliestireno expandido de  $25 \text{ Kg/m}^3$  de densidad con dimensiones de  $0.8 \text{ m} \times 0.10 \text{ m}$ .

#### Concreto

- Resistencia nominal a compresión =  $f'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad =  $E_{c} = 217,370.65 \text{ kg/cm}^2 = 2'173,700 \text{ ton/m}^2$
- Relación de Módulos de elasticidades ( $E_{c}/E_{m}$ ) =  $2'170,000/425,000 = 6.79$
- Módulo de Poisson =  $n = 0.15$

#### Acero de Refuerzo.

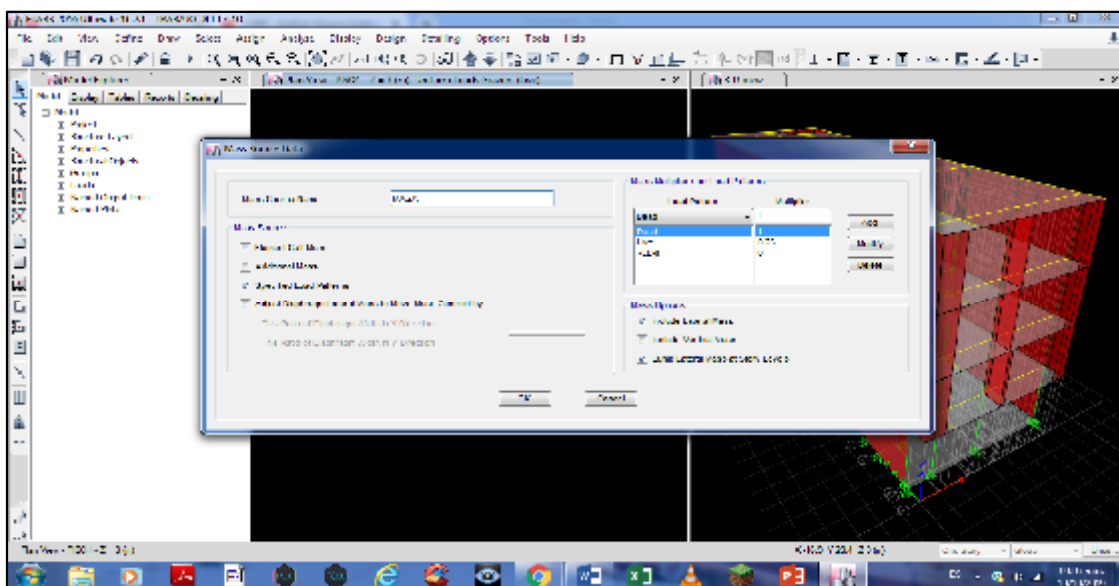
- Fierro corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia =  $f_{y} = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 4.2 \text{ ton/cm}^2$

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X	SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y
Fuerza Cortante en la Base:	Fuerza Cortante en la Base:
$V_x = \frac{ZUCS}{R_x} P$	$V_y = \frac{ZUCS}{R_y} P$
Factor de Amplificación Sísmica C:	Factor de Amplificación Sísmica C:
$T_p = 0,60$ seg	$T_p = 0,60$ seg
$T_L = 2,00$ seg	$T_L = 2,00$ seg
$T_x = 0,173$ seg	$T_y = 0,173$ seg
$C_x = 2,50$	$C_y = 2,50$
El valor de $C/R_x$ no deberá considerarse menor que:	El valor de $C/R_y$ no deberá considerarse menor que:
$C_x/R_x = 0,833 \geq 0,11$	$C_y/R_y = 0,833 \geq 0,11$
Coefficiente de Cortante Basal:	Coefficiente de Cortante Basal:
$Z = 0,45$	$Z = 0,45$
$U = 1,00$	$U = 1,00$
$C_x/R_x = 0,83$	$C_y/R_y = 0,83$
$S = 1,05$	$S = 1,05$
$C_{bx} = 0,394$	$C_{by} = 0,394$

## Parámetros sísmicos

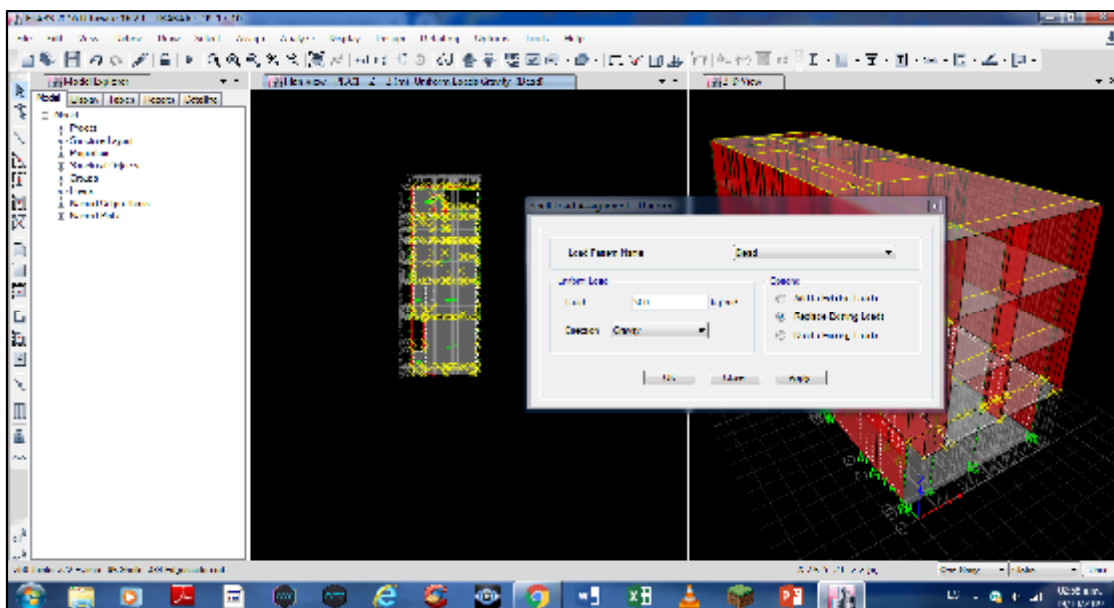
Del metrado de cargas se resume como sigue:

**Figura 27:** Asignación de cargas muertas y vivas en el etabs.



Fuente: Elaborado por los autores

**Figura 28:** Asignación de masa al edificio en etabs.



Fuente: Elaborado por los autores

**ESTIMACIÓN DE PESO SÍSMICO:** Se calcula adicionando a la carga permanente un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que según el RNE 4.3. En este caso como nuestra edificación es vivienda corresponde un 25% de la carga viva. Las cargas propias del material se definieron con las cargas 300kg/m<sup>2</sup> en losa aligerada convencional y 175Kg/m<sup>2</sup> en losa aligerada VIGACERO. Una vez asignado las cargas CM, CV y las cargas sísmicas en XX y YY en LoadPatterns, se procede a correr el programa y se tiene los siguientes resultados:

**Tabla47:** Estimación de peso sísmico

Center off MassaandRigidity (LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL)									
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative X	Cumulative Y	XCCM	YCCM
		kg	kg	m	m	kg	kg	m	m
PISO4	D1	99140,71	99140,71	2,6164	9,2381	99140,71	99140,71	2,6164	9,2381
PISO3	D1	223891,31	223891,31	2,5402	9,1276	223032,03	223032,03	2,5741	9,1767
PISO2	D1	223891,31	223891,31	2,5402	9,1276	346923,34	346923,34	2,562	9,1592
PISO1	D1	223891,31	223891,31	2,5402	9,1276	470814,65	470814,65	2,5563	9,1509
PESO TOTAL	vivenda	770814,64							
Center off MassaandRigidity(LOSA ALIGERADA VIGACERO)									
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative X	Cumulative Y	XCCM	YCCM

		kg	kg	m	m	kg	kg	m	m
PISO1	PISO 1	196123,74	196123,74	2,7568	9,3343	106123,74	106123,74	2,7568	9,3343
PISO2	PISO 2	196123,74	196123,74	2,7568	9,3343	106123,74	106123,74	2,7568	9,3343
PISO3	PISO 3	196123,74	196123,74	2,7568	9,3343	106123,74	106123,74	2,7568	9,3343
PISO4	PISO 4	92230,73	92230,73	2,7543	9,3753	95230,73	95230,73	2,7543	9,3753
PESO TOTAL	vivienda	680601,95							

Fuente: Elaborado por los autores

En estos cuadros obtenidos en el ETABS se puede apreciar la diferencia en el peso sísmico que existe entre los sistemas de entresijos con las dos modalidades (aligerado convencional y aligerado VIGACERO. Por obvias razones el peso de la edificación de albañilería confinada con sistema VIGACERO presenta la menor masa por la diferencia de peso entre un ladrillo de arcilla y una bovedilla de Poliestireno expandido. Ahora veremos como afecta en el periodo de la vivienda

**ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO:** Es un metodo tradicional que se viene usando para el cálculo de fuerzas cortantes en el centro de masa de la estructura. Dicha fuerza nos ayudara a calcular las dimensiones de los elementos estructurales el cual están sometidos a cargas horizontales y verticales. XX, YY y los 2/3 Z.U.S. Para ello es necesario calcular el Periodo fundamental de vibración y la excentricidad accidental. El programa ETABS arroja los siguientes resultados

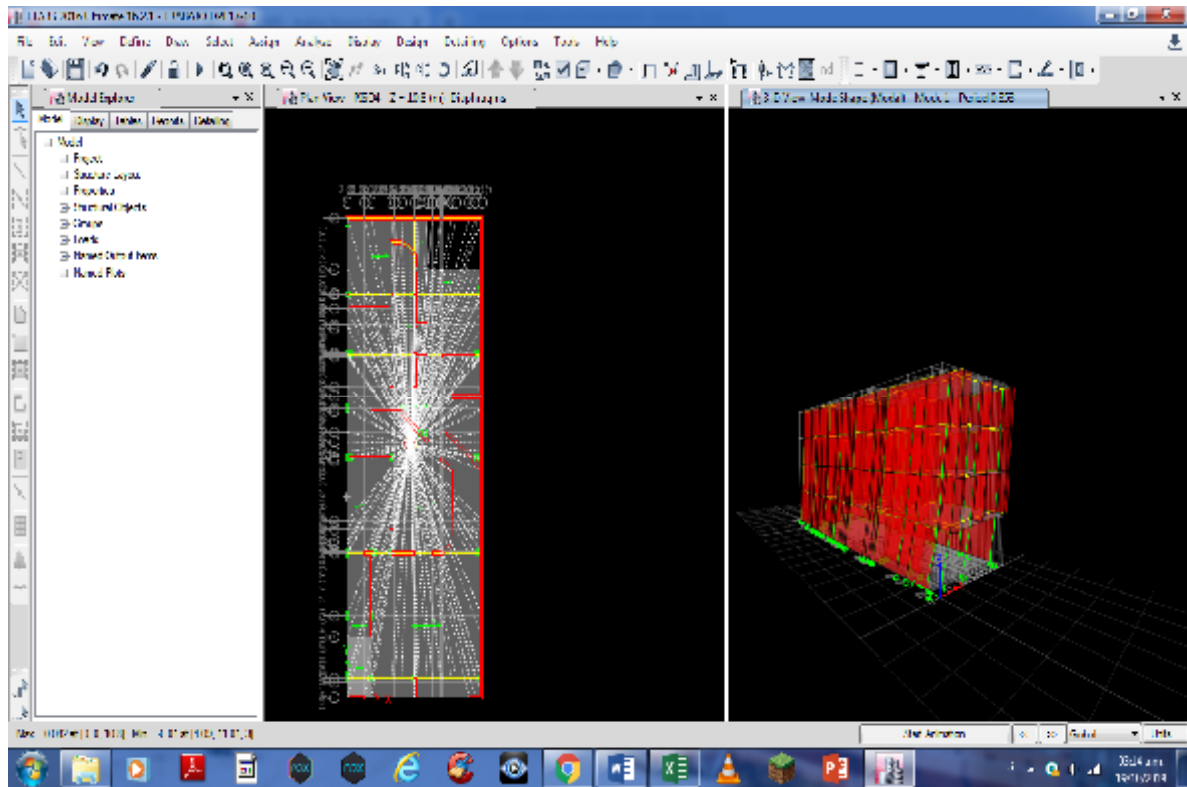
**Tabla 48:** Periodos modal de participación

<b>Modal Participating Mass Ratios (losa aligerada convencional)</b>					
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ
		sec			
Modal	1	0,211	0,7587	0,0001	0
Modal	2	0,154	0,0286	1,06E-05	0
Modal	3	0,116	0,0005	0,8246	0
Modal	4	0,078	0,0091	1,77E-05	0
Modal	5	0,077	0,0016	0	0
Modal	6	0,074	2,27E-05	0	0
Modal	7	0,069	0,076	0,0004	0

Modal	8	0,067	0,02	0,0002	0
Modal	9	0,063	0,0011	1,54E-06	0
Modal	10	0,061	0,0009	1,41E-06	0
Modal	11	0,061	0,0202	0,0001	0
Modal	12	0,055	0,0022	4,64E-06	0

Modal Participating Mass Ratios(losa aligerada VIGACERO)					
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ
		sec			
Modal	1	0,238	0,964	0	0
Modal	2	0,168	0,035	0,00E+00	0
Modal	3	0,126	0,001	0,999	0
Modal	4	0,078	0,937	1,00E-03	0
Modal	5	0,074	0,627	0,001	0
Modal	6	0,071	4,48E-01	0,007	0
Modal	7	0,064	0,659	0,002	0
Modal	8	0,062	0,398	0,001	0
Modal	9	0,06	0,505	2,00E-03	0
Modal	10	0,057	0,459	3,00E-03	0
Modal	11	0,055	0,064	0,003	0
Modal	12	0,054	0,093	3,00E-03	0

Figura 29:Calculando el Periodo



Fuente: Elaborado por los autores

## FUERZAS CORTANTES EN SISMO ESTÁTICO EN LAS DIRRECCIONES XX-, YY

Con el comando Display, Tables, WallsResults, Piers Force. Aquí mostrara resultados de las cortantes y momentos en cada muro y por piso. Estos datos son importantes para el diseño de vigas y columnas.

**Tabla 49:** Cortante en las bases de los muros PierForces (Losa aligerados convencional)

PiersForce(Sistema losa aligerado CONVENCIONAL)						PiersForce(Sistema losa aligerado VIGACERO)					
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2	M3	Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2	M3
				tonf	tonf-m					tonf	tonf-m
PISO1	X1	SISMOX+++e	Bottom	8,8126	8,9878	PISO1	X1	SISMOX+++e	Bottom	8,1129	8,2306
PISO1	X1	SISMOY+++e	Bottom	1,2893	0,5457	PISO1	X1	SISMOY+++e	Bottom	1,1715	0,4898
PISO1	X2	SISMOX+++e	Bottom	12,822	7,8362	PISO1	X2	SISMOX+++e	Bottom	12,0232	7,3301
PISO1	X2	SISMOY+++e	Bottom	0,4443	0,3185	PISO1	X2	SISMOY+++e	Bottom	0,4003	0,2877
PISO1	X3	SISMOX+++e	Bottom	5,2023	5,8468	PISO1	X3	SISMOX+++e	Bottom	4,9627	5,5418
PISO1	X3	SISMOY+++e	Bottom	-0,2771	0,0842	PISO1	X3	SISMOY+++e	Bottom	-0,2476	0,0801
PISO1	X4	SISMOX+++e	Bottom	11,2396	11,4973	PISO1	X4	SISMOX+++e	Bottom	10,7903	10,9665
PISO1	X4	SISMOY+++e	Bottom	0,0986	0,0026	PISO1	X4	SISMOY+++e	Bottom	0,1087	0,0112
PISO1	X5	SISMOX+++e	Bottom	23,4539	22,6517	PISO1	X5	SISMOX+++e	Bottom	22,6046	21,6447
PISO1	X5	SISMOY+++e	Bottom	-0,0974	0,2058	PISO1	X5	SISMOY+++e	Bottom	-0,0494	0,2076
PISO1	X6	SISMOX+++e	Bottom	33,1614	50,9369	PISO1	X6	SISMOX+++e	Bottom	25,9592	52,2644
PISO1	X6	SISMOY+++e	Bottom	-3,6328	-0,0642	PISO1	X6	SISMOY+++e	Bottom	-3,3593	-0,7582
PISO1	X7	SISMOX+++e	Bottom	26,3022	18,9715	PISO1	X7	SISMOX+++e	Bottom	25,4553	18,1652
PISO1	X7	SISMOY+++e	Bottom	-0,3454	-0,6487	PISO1	X7	SISMOY+++e	Bottom	-0,2557	-0,5907
PISO1	X8	SISMOX+++e	Bottom	6,5919	9,4521	PISO1	X8	SISMOX+++e	Bottom	6,3076	9,0234
PISO1	X8	SISMOY+++e	Bottom	-0,0175	-0,0194	PISO1	X8	SISMOY+++e	Bottom	-0,0089	-0,0098
PISO1	X9	SISMOX+++e	Bottom	7,3285	8,7126	PISO1	X9	SISMOX+++e	Bottom	6,9539	8,2368
PISO1	X9	SISMOY+++e	Bottom	0,07	0,3395	PISO1	X9	SISMOY+++e	Bottom	0,0685	0,314
PISO1	X10	SISMOX+++e	Bottom	14,8138	18,9033	PISO1	X10	SISMOX+++e	Bottom	13,1291	14,4164
PISO1	X10	SISMOY+++e	Bottom	2,2952	0,9626	PISO1	X10	SISMOY+++e	Bottom	2,0792	0,8672
PISO1	X11	SISMOX+++e	Bottom	5,4729	8,9309	PISO1	X11	SISMOX+++e	Bottom	5,011	8,1879
PISO1	X11	SISMOY+++e	Bottom	0,7974	0,9012	PISO1	X11	SISMOY+++e	Bottom	0,7197	0,8098
PISO1	Y1	SISMOX+++e	Bottom	5,2285	-12,0184	PISO1	Y1	SISMOX+++e	Bottom	5,9055	-10,4091
PISO1	Y1	SISMOY+++e	Bottom	14,7108	11,2823	PISO1	Y1	SISMOY+++e	Bottom	31,9789	17,993
PISO1	Y2	SISMOX+++e	Bottom	0,9731	-0,6181	PISO1	Y2	SISMOX+++e	Bottom	1,2133	-0,5049
PISO1	Y2	SISMOY+++e	Bottom	10,5057	2,9976	PISO1	Y2	SISMOY+++e	Bottom	9,678	2,7612
PISO1	Y3	SISMOX+++e	Bottom	-0,7224	1,9565	PISO1	Y3	SISMOX+++e	Bottom	-0,3387	1,9306
PISO1	Y3	SISMOY+++e	Bottom	12,062	3,803	PISO1	Y3	SISMOY+++e	Bottom	11,1113	3,5014
PISO1	Y4	SISMOX+++e	Bottom	1,5003	-0,4847	PISO1	Y4	SISMOX+++e	Bottom	1,6051	-0,4128
PISO1	Y4	SISMOY+++e	Bottom	5,6115	1,9625	PISO1	Y4	SISMOY+++e	Bottom	5,1717	1,807
PISO1	Y5	SISMOX+++e	Bottom	-3,5723	4,7593	PISO1	Y5	SISMOX+++e	Bottom	-3,0278	4,7
PISO1	Y5	SISMOY+++e	Bottom	11,5751	7,2878	PISO1	Y5	SISMOY+++e	Bottom	10,6664	6,7097
PISO1	Y6	SISMOX+++e	Bottom	0,5848	0,461	PISO1	Y6	SISMOX+++e	Bottom	0,4534	0,4043
PISO1	Y6	SISMOY+++e	Bottom	4,8011	7,315	PISO1	Y6	SISMOY+++e	Bottom	4,3928	6,7155
PISO1	Y7	SISMOX+++e	Bottom	0,2758	3,83	PISO1	Y7	SISMOX+++e	Bottom	0,2474	3,6612
PISO1	Y7	SISMOY+++e	Bottom	20,5965	14,1295	PISO1	Y7	SISMOY+++e	Bottom	18,9288	11,3798

PISO1	Y8	SISMOX+++e	Bottom	0,2491	2,0213	PISO1	Y8	SISMOX+++e	Bottom	0,2832	1,982
PISO1	Y8	SISMOY+++e	Bottom	4,7287	8,3996	PISO1	Y8	SISMOY+++e	Bottom	4,3533	7,7251
PISO1	Y9	SISMOX+++e	Bottom	-1,3745	0,8776	PISO1	Y9	SISMOX+++e	Bottom	-1,255	0,8097
PISO1	Y9	SISMOY+++e	Bottom	3,1292	2,734	PISO1	Y9	SISMOY+++e	Bottom	2,8817	2,512
PISO1	Y10	SISMOX+++e	Bottom	1,1011	1,0821	PISO1	Y10	SISMOX+++e	Bottom	0,9913	0,9709
PISO1	Y10	SISMOY+++e	Bottom	8,2199	8,5248	PISO1	Y10	SISMOY+++e	Bottom	7,5528	7,832
PISO1	Y11	SISMOX+++e	Bottom	-0,225	-1,1767	PISO1	Y11	SISMOX+++e	Bottom	-0,3089	-1,1833
PISO1	Y11	SISMOY+++e	Bottom	8,2412	7,8393	PISO1	Y11	SISMOY+++e	Bottom	7,5602	7,1979
PISO1	Y12	SISMOX+++e	Bottom	-4,2394	4,8226	PISO1	Y12	SISMOX+++e	Bottom	-4,0764	4,3762
PISO1	Y12	SISMOY+++e	Bottom	11,255	12,0888	PISO1	Y12	SISMOY+++e	Bottom	10,3318	11,1008
PISO1	Y13	SISMOX+++e	Bottom	2,2942	-1,7196	PISO1	Y13	SISMOX+++e	Bottom	2,1519	-1,7687
PISO1	Y13	SISMOY+++e	Bottom	5,4449	9,3319	PISO1	Y13	SISMOY+++e	Bottom	4,9661	8,5586
PISO1	Y14	SISMOX+++e	Bottom	2,2201	2,0908	PISO1	Y14	SISMOX+++e	Bottom	2,0652	1,5414
PISO1	Y14	SISMOY+++e	Bottom	21,4062	12,1046	PISO1	Y14	SISMOY+++e	Bottom	19,6697	11,1403
PISO1	Y15	SISMOX+++e	Bottom	-0,8287	1,9026	PISO1	Y15	SISMOX+++e	Bottom	-1,1259	1,6969
PISO1	Y15	SISMOY+++e	Bottom	11,9113	3,9558	PISO1	Y15	SISMOY+++e	Bottom	10,9388	3,6298
PISO1	Y16	SISMOX+++e	Bottom	9,4226	-8,4855	PISO1	Y16	SISMOX+++e	Bottom	8,0632	-8,0751
PISO1	Y16	SISMOY+++e	Bottom	19,3456	6,9293	PISO1	Y16	SISMOY+++e	Bottom	17,737	6,3647
PISO1	Y17	SISMOX+++e	Bottom	1,8731	-0,4175	PISO1	Y17	SISMOX+++e	Bottom	1,2149	-0,8181
PISO1	Y17	SISMOY+++e	Bottom	13,3298	16,9596	PISO1	Y17	SISMOY+++e	Bottom	12,2102	15,5666

Fuente: Elaborado por los autores

## **IV. DISCUSIÓN**



Para Cofre (Chile) el uso de las bovedillas EPS como alternativa para una losa aligerada de 16 cm le resulto factible en longitudes menores a 3 metros y con viga simplemente apoyada, del cual obtuvo resultados acorde, pero le falta plantear en longitudes mayores. Según lo planteado en la presente investigación las losas aligeradas con VIGACERO en longitudes mayores a 3.50 metros en los apoyos, se obtiene 1970 kg/m<sup>2</sup> por resistencia última por lo tanto se puede decir que resiste la envolvente de los estados de carga diversos, comportándose también como un diafragma rígido.

Para Vecillas (Ecuador) obtuvo buenos resultados empleando losas aligeradas con poliestireno expandido al momento de calcular el acero para las secciones de los elementos estructurales, de tal modo el trabajo de investigación coincide en la conclusión con el autor nombrado, ya que con el empleo de losas aligeradas con VIGACERO se puede reducir significativamente las secciones de los elementos estructurales como el acero de columnas.

Según Fernández y Quiroz (Huancavelica) luego de su investigación determinan que los bloques de tecknoport ofrecen un mejor comportamiento sísmico para las edificaciones. El uso de los sistemas prefabricados no solo es el proceso de construcción también es el aporte del diseño sismorresistente para la edificación ya que no solo disminuya la masa del entrepiso sino también la demanda sísmica para ambas direcciones.

Para Castro G y otros, si bien en su investigación utilizan el sistema Vigacero como entrepiso comparándolo con una losa convencional, se concentran más en el tema de los costos de los materiales y tiempos de proceso. En conclusión encontrándose el lugar de estudio en una zona de sismicidad alta no profundizan el estudio de sismorresistencia de dicho material.

## **V. CONCLUSIONES**

Se comparó los resultados obtenidos del diseño sismorresistente, empleando la norma E.030 en una edificación de albañilería confinada de cuatro niveles de uso para vivienda empleando losas aligeradas convencionales frente a la losa aligerada con sistema VIGACERO, del cual se confirma la hipótesis, que en edificaciones de albañilería confinada que presentan menor masa en los entrepisos, reduce la cantidad de ladrillos al cambiar el sistema de cabeza por el de soga además por ser confinado las columnas y vigas de diseño varía las secciones de los elementos estructurales como se muestra en los resultados; en el diseño estructural empleando losas aligeradas convencionales se obtuvo un área de columna de 0.40m x 0.15 m con un área de acero de refuerzo longitudinal de 11.74cm<sup>2</sup>, para la viga diseñada se obtuvo una sección de 0.30m x 0.20m con un área de acero de refuerzo longitudinal de 6.78cm<sup>2</sup> mientras que para el diseño estructural con losas aligeradas VIGACERO se obtuvo una sección de columna de 0.30m x 0.15m con un área de acero de refuerzo longitudinal de 6.78cm<sup>2</sup>, una sección de viga de 0.15m x 0.30m con un área de acero de refuerzo longitudinal de 5.94cm<sup>2</sup>.

Se comparó los pesos sísmicos obtenidas en el diseño sismorresistente de la edificación de cuatro niveles empleando losas aligeradas convencionales frente al diseño de losas aligeradas sistema VIGACERO, del cual se obtuvo en el diseño estructural empleando losas aligeradas convencionales una carga de 300kg/m<sup>2</sup>, y un peso total de la estructura de 770.81ton, mientras en el diseño de losa Aligera sistema VIGACERO con una carga de 170.0kg/m<sup>2</sup> el peso total de la estructura fue de 680.6ton, siendo esta una diferencia considerable en el peso de la edificación.

Se comparó los resultados obtenidos del análisis dinámico modal espectral para ambas estructuras, del cual se obtuvo para la estructura con losas aligeradas convencionales la verificación de irregularidades tanto en planta como en altura y se pudo confirmar que la estructura es regular por lo que su factor de reducción sísmica se mantuvo R=6, para luego realizar el análisis sísmico del modelo matemático que tuvo mayor predominancia de participación de masas en dirección YY en el primer modo de vibración de 0.86% con un periodo de 0.753s según el espectro de diseño realizado, y las demás participaciones de masa fueron mayores al 90% en el sexto modo de vibración, así mismo se realizó la verificación y modificación de cortante estática respecto a la cortante dinámica con la finalidad de corroborar si se escala la aceleración, ya que esta deberá estar como mínimo

0.8 de la cortante estática según indica la normativa, en la estructura con losas aligeradas VIGACERO, de manera similar se verificó las irregularidades tanto en planta como en altura y se confirmó la irregularidad (0.9) de la misma, para su modelo matemático y análisis sísmico se obtuvo como mayor participación de masas también en el primer modo de vibración en dirección X-X con un periodo de 0.629s, con participación de masas en X-X, Y-Y y R en 90% en el cuarto modo de vibración, así mismo se verificó y modificó la cortante estática respecto a la cortante dinámica siendo esta última mayor del 80% como indica la norma para estructuras regulares.

Se comparó los desplazamientos laterales relativos admisibles en la estructura con losas aligeradas convencionales como en la estructura con losas aligeradas con VIGACERO, siendo para ambos casos menor la deriva de 0.005 en albañilería confinada como indica la norma, cumpliendo este último como una verificación muy importante en los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad que indica la norma E.030, una vez cumpliendo esto se puede considerar las dimensiones del sistema estructural como definido para posterior a ello realizar el diseño de acero de refuerzo de los elementos estructurales según sus diversas combinaciones de carga necesarias.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda emplear la losa aligerada VIGACERO u otros sistemas de entrepiso que tengan la capacidad de reducir el peso propio de entrepiso, así mismo se debe analizar la estructura para las edificaciones como ya se demostró que este sistema de losa aligerada VIGACERO debido a su peso aligerante obtenidos de los casetones de poliestireno expandido, reducen el peso de cada entrepiso y en total de la estructura, obteniendo como resultado elementos estructurales con menor sección y cumpliendo con las verificaciones y desplazamientos relativos admisibles, siendo una alternativa más óptima y económica en el diseño sismorresistente en edificaciones de albañilería confinada.

Se recomienda emplear el sistema de losa de entrepiso VIGACERO ya que este reduce considerablemente el peso propio de la estructura, ya que por falta de información o no conocer las ventajas no solo del proceso constructivo sino del aporte que brinda a la estructura al disminuir el peso propio del mismo.

Se recomienda el análisis sísmico estático para verificación de la fuerza cortante estática en la base respecto a la fuerza cortante dinámica de la base, ya que esta debe ser mayor al 80% para estructuras regulares, resaltando que en el análisis estático los periodos que resulta del cálculo según las formulas indicadas, brinda unos valores muy conservadores que se aleja en muchas ocasiones considerablemente de los periodos de la estructura.

Se recomienda emplear sistemas de losas aligeradas VIGACERO en edificaciones de albañilería confinada menores o iguales a 4 pisos, ya que por ser muy flexibles, demandan mayor sección en los elementos de corte, con la finalidad de obtener en la estructura menores desplazamientos relativos admisibles, por otro lado si en la estructura se aumenta el peso propio se tendrá que rigidizar la estructura para que los desplazamientos relativos admisibles tanto en la dirección X-X, Y-Y sean menores al 0.005 como indica los requisitos de rigidez y ductilidad de la norma E.030.

## **VII. REFERENCIA**

## BIBLIOGRAFIA

1. Arias Odón, F.G. (2012).El Proyecto de Investigación.Caracas: Episteme.
2. Borja Suárez, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros.Chiclayo, Perú.
3. Castro Gutiérrez, Masgo Naupay, Huaracaya León y Terrel Rosas,(2018) Análisis Comparativo de los Sistemas Constructivos de Vigacero y Convencional (tesis pregrado)
4. Calderón Rodríguez (2014) publicado en el diario de Economía y Negocios del Perú.
5. Cofre, A. (2003). Bovedillas de EPS (poliestireno expandido): una alternativa para la construcción de losas prefabricadas. Chile (tesis pregrado)
6. Fernández R y Quiroz Q (2016) Comportamiento sísmico y optimización estructural en el techo aligerado de edificios en la ciudad de Huancavelica (tesis pregrado)
7. Genatios, Carlos. (2016)¿Se entiende el problema de la vivienda? El déficit habitacional en discusión. 10.13140/RG.2.2.27537.89447.
8. Hernández Etal. (2014, p.149) consideran: “El diseño de investigación realizada es de tipo no experimental.
9. Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2014) investigación científica y las variables.
10. Ing. Julio Kuroiwa - Manual para la reducción de riesgo sísmico de viviendas en el Perú.
11. (Arias Odón, 2012) trabajo de investigación a nivel descriptivo.
12. Maritza R (2002) Análisis técnico y económico de losas de entrepiso. (tesis pregrado)
13. Maguiña, E. (2013).señala que las losas aligeradas convencionales son elementos horizontales que transmiten carga muerta el peso de la estructura.
14. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009). Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. Lima, Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones.



15. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). Norma Técnica de Edificación E.030 Ingeniería Sismorresistente. Lima, Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones.
16. Rivera Granados (2017) Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada Vigacero vs el sistema convencional de un edificación de 6 pisos en Huancayo 2016” (tesis pregrado).

## **ANEXOS**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 4 NIVELES CON DOS SISTEMAS DE LOSAS ALIGERADAS:  
CONVENCIONAL VS VIGACERO EN CARABAYLLO-2019**

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Dependiente			
¿Cuál es el comportamiento del diseño sismorresistente de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistema de losa convencional versus vigacero en Carabayllo 2019?	Determinar el comportamiento del diseño sismorresistente en la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistema de losa convencional versus vigacero en Carabayllo 2019?	El análisis del diseño sismorresistente nos permitirá conocer el comportamiento estructural de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional vigacero en Carabayllo 2019.	Edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistemas de losa convencional versus vigacero			
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específico	Independiente			
P.E 1 ¿Cuál es el efecto del peso sísmico de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistema de losa no convencional vigacero en Carabayllo 2019?	1. Definir el efecto del peso sísmico en la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistema de losa convencional versus vigacero en Carabayllo 2019	1 Al disminuir el peso afectará el comportamiento sísmico de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional vigacero en Carabayllo 2019.	Peso de la edificación	Metrado de cargas: - carga viva y carga muerta	Peso de columnas (kg/m <sup>2</sup> ) peso de vigas (kg/m <sup>2</sup> ) peso de entrelosas (kg/m <sup>2</sup> ) peso de tabiquería (kg/m <sup>2</sup> )	Hoja de calculo certificado por Ing Estructural
P.E 2 ¿Cuál es el resultado del análisis dinámico modal espectral en el análisis sísmico de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistema de losa no convencional vigacero en Carabayllo 2019?	2. Definir el resultado del análisis dinámico modal espectral de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistema de losa no convencional vigacero en Carabayllo 2019	2 Con el resultado de análisis dinámico modal espectral, se estimará el comportamiento estructural de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional vigacero en Carabayllo 2019.	Análisis dinámico modal espectral	Modo de vibración, participación de masas, fuerza cortante en la base periodo fundamental	Modos de vibracion Aceleración espectral Criterios de Combinación Fuerza cortante mínima Excentricidad Accidental	Modelamiento ETABs 2016
P.E 3 ¿Cuál es la estimación de los desplazamientos laterales relativos admisibles en el análisis sísmico de la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistema de losa no convencional vigacero en Carabayllo 2019?	3. Definir los desplazamientos laterales relativos admisibles en la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con sistema de losa no convencional vigacero en Carabayllo 2019	3 Con la estimación de los esplazamientos laterales relativos admisibles se controlará la distorsión de entrepisos en la edificación de albañilería confinada de 4 niveles con el sistema de losas no convencional vigacero en Carabayllo 2019.	Desplazamientos laterales relativos admisibles	Distorsiones de entrepisos en dirección X-X, Y-Y	Norma E.030 RNE	Modelamiento ETABs 2016

**Anexo 2: Estudio de mecánica de suelos**

**INFORME TÉCNICO**  
**ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE**  
**CIMENTACIÓN**

**TESIS:**

**"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO**  
**SISMORRESISTE DE UNA EDIFICACIÓN DE**  
**ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CUATRO NIVELES CON**  
**DOS SISTEMAS DE LOSA ALIGERADA: CONVENCIONAL**  
**VS VIGACERO EN CARABAYLLO 2019"**

**UBICACIÓN:**

**CALLE LAS FLORES MZ 05 LT 27**  
**URB. SAN ANTONIO DE CARABAYLLO**  
**DISTRITO DE CARABAYLLO**  
**PROVINCIA DE LIMA**  
**DEPARTAMENTO DE LIMA**

**SOLICITA:**

**RICHARD GUERRA COLCA**  
**JULIÁN DE LA TORRE ASTO**

**ESPECIALISTA:**

**ING. YESENIA CUBA BARRAZA**  
**C.I.P N° 115803**

**NOVIEMBRE DE 2019**

### 1.2 Ubicación y Descripción del Área en Estudio:

El área en estudio se encuentra ubicada en la Calle las flores Mz. C5 Lt. 27 Urb. San Antonio de Carabaylo, Distrito de Carabaylo, Provincia de Lima, Departamento Lima.

Figura 01 – Ubicación de Proyecto



### 1.3 Acceso al Área de Estudio:

El acceso es a través de auto o a pie ya que se encuentra dentro de la zona urbana, el tipo de acceso es de pavimento asfáltico.

## **INFORME TECNICO**

### **1.- GENERALIDADES**

#### **1.1 Objetivo de la Tesis**

El presente informe tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo en un terreno localizado en "CALLE LAS FLORES MZ C5 LT 27 URB. SAN ANTONIO DE CARABAYLLO DISTRITO DE CARABAYLLO", por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas "A cielo Abierto", ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos y labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, agresión del suelo al concreto, recomendaciones y conclusiones para la cimentación.

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno
- Distribución y ejecución de calicatas
- Tomas de muestras inalteradas y disturbadas
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- Perfil estratigráfico
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible
- Cálculo admisible permisible
- Agresión del suelo a la cimentación
- Conclusiones y recomendaciones

#### 4.- **ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos, para la realización de los ensayos estándar y ensayos especiales como: Corte Directo y Análisis Químico

##### 4.1 **Ensayos Estándar**

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

- Análisis Granulométrico por tamizado (Norma ASTM D6913)
- Límite Líquido (Norma ASTM D4318)
- Límite Plástico (Norma ASTM D4318)
- Contenido de Humedad (Norma ASTM D2216)
- Densidad Natural (Norma ASTM D1556)
- Clasificación SUCS (Norma ASTM D2487)
- Densidad mínima (Norma ASTM D4254)
- Densidad Máxima (Norma ASTM D4253)

##### 4.2 **Ensayos Especiales**

- Análisis químicos para determinar el contenido de:
  - Sales Solubles Totales (Norma ASTM D1889)
  - Porcentaje de Sulfatos (Norma ASTM D516)
  - Porcentaje de Cloruros (Norma ASTM D512)
- Ensayo de Corte Directo (Norma ASTM D3080)

## 5.- PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona, en base a las calcatas, luego del estudio detenido de los récords de las excavaciones, así como los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

Las Excavaciones se realizaron de manera manual a cielo abierto (ver anexo I)

No se encontró la napa freática en las calcatas a cielo abierto a una profundidad promedio de 3.00m.

### **Calicata C-1:**

#### ***Prof. 0.00 - 1.30 m.***

El suelo está conformado de limo arenoso de baja plasticidad, color marrón oscuro, en condición semi húmeda, consistencia semi compacto.

#### ***Prof. 1.30 - 3.00 m.***

El suelo está conformado de grava limosa con arena, gravas de forma sub redondeadas, en condición semi húmeda, consistencia semi compacta, sin plasticidad, color beige, no se encontró la presencia de la napa freática.

### **Calicata C-2:**

#### ***Prof. 0.00 - 1.30 m.***

El suelo está conformado de limo arenoso de baja plasticidad, color marrón oscuro, en condición semi húmeda, consistencia semi compacto.

#### ***Prof. 1.30 - 3.00 m.***

El suelo está conformado de grava limosa con arena, gravas de forma sub redondeadas, en condición semi húmeda, consistencia semi compacta, sin plasticidad, color beige, no se encontró la presencia de la napa freática.



## 6.- AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimienta está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento.

De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de las muestras obtenidas de la calicata C-2, para efectos de este informe se ha seleccionado la muestra representativa y analizada en laboratorio teniendo los siguientes resultados:

- Una concentración de **Cloruros** promedio, de 0.007%, menor que 0.15%, indica que en presencia de agua NO ocasionará problemas de corrosión a la armadura y elementos metálicos.
- Una concentración de **Sulfatos** promedio, de 0.033% mayor que 0.1%, indica que SI ocasionará un ataque químico al concreto de la cimentación.
- La presencia de **Sales Solubles Totales** es de 0.077%, y se encuentra por debajo de 0.15%. Lo que indica que NO ocasionará problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación (lavado de sales).

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contomo donde irá plantada la cimentación contiene concentraciones moderado de sales solubles totales, sulfatos y cloruros, por tanto, se recomienda usar **Cemento Tipo I (UNO)**.

### CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS:

ELEMENTO QUIMICO	PARAMETROS	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD
SULFATOS	0.1% – 0.2%	0.033%	LEVE
CLORUROS	0 – 0.15%	0.046%	LEVE
SALES SOLUBLES TOTALES	0 – 0.15%	0.077%	LEVE

## 7.- ANÁLISIS DE LA CIMENTACION

De acuerdo con la información proporcionada por el solicitante, para el proyecto **"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTE DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CUATRO NIVELES CON DOS SISTEMAS DE LOSA ALIGERADA: CONVENCIONAL VS VIGACERO EN CARABAYLLO 2019"**, a construirse, se podrán emplear cualquiera de los sistemas estructurales conocidos.

### 7.1 Profundidad de la Cimentación.

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, características de las estructuras que se viene edificando, se recomienda cimentar a una profundidad  $D_f = 1.50$  m. como mínimo contados desde el nivel de terreno existente.

### 7.2 Tipo de Cimentación.

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas, se recomienda utilizar una cimentación corrida de 0.60 a 1.00m de ancho.

### 7.3 Cálculo de la Capacidad Portante Admisible.

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck, con los parámetros de Vesic.

Las propiedades de los materiales fueron obtenidas a partir de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio realizados en muestras representativas de cada uno de los materiales involucrados y a partir de la experiencia del Laboratorio MTL GEOTECNIA SAC en el análisis con materiales similares en otros proyectos, se determinó los parámetros físicos y de resistencia para el material que conforma el terreno de fundación de la estructura a construirse.

Por lo anteriormente expuesto el suelo de cimentación presenta un ángulo de fricción interna:  $\phi = 31.3^\circ$ , y cohesión  $c = 0.01$  kg/cm<sup>2</sup>. Para este análisis se empleará un factor de seguridad  $F.S = 3$ .

Según Meymof y Mesri, el valor de ángulo de fricción debe ser castigado debido a los cambios de napa freática y analizando un tipo de falla por corte correspondiente a suelos arenosos bajo el nivel freático, se tiene:

$$\begin{aligned}\phi_{\text{corregido}} &= \phi \pm (2/3) \\ \phi_{\text{corregido}} &= 33.70 + (2/3) \\ \phi_{\text{corregido}} &= 23.97^\circ\end{aligned}$$

De acuerdo a la formación de Mecánica de Suelos, se empleará la expresión dada por TERZAGHI.

$$Q_{ult} = S_c \cdot c \cdot N_c + 0,5 \cdot S_\gamma \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + S_q \cdot q \cdot N_q$$

$$q_{adm} = q_{ult} / FS$$

donde:

$Q_{ult}$	=	Capacidad última de carga
$q_{adm}$	=	Capacidad admisible de carga
FS	=	Factor de seguridad = 3
$\gamma$	=	Densidad del Suelo Natural
$\gamma_s$	=	Densidad del Suelo Seco
B	=	Ancho de Cimentación
Df	=	Profundidad de Cimentación
$N_q, N_\gamma, N_c$	=	Factores de capacidad de carga
$S_q, S_\gamma, S_c$	=	Factores de forma

En el Anexo de cálculo de capacidad se presentan los análisis de capacidad portante.

#### 7.4 Cálculo de Asentamiento Elástico

Dada la naturaleza granular del suelo de cimentación, se calcula por la teoría elástica aplicada por LAMBE y WHITMAN (1969), para los tipos de cimentación analizadas y el esfuerzo neto transmite un asentamiento uniforme que se puede evaluar por:

$$\delta = \frac{q_n \cdot B \cdot (1-\mu^2) \cdot I_w}{E_s}$$

Donde:

En donde:

$\delta$	:	asentamiento (cm)
$q_n$	:	presión transmitida a la cimentación (kg/cm <sup>2</sup> )
B	:	ancho de la cimentación (cm)
$\mu$	:	coeficiente de Poisson
$I_w$	:	factor de influencia (depende de B/L)

Asumiendo conservadoramente un módulo de elasticidad relativamente bajo para la arena pobremente gradada ( $E=812 \text{ kg/cm}^2$ ), con un coeficiente de Poisson ( $\mu$ ) que de 0.15. En el Anexo cálculo de capacidad de este informe se presenta el cálculo del asentamiento elástico de la cimentación.

## 8. Conclusiones:

- 1.0 El nivel de cimentación recomendado es  $D_f = 1.50$  m. como mínimo contados desde la cota de terreno existente.
- 2.0 Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación se muestran en el cuadro de diseño, se recomienda para fines cálculo Capacidad Portante del Suelo para una cimentación corrida  $D_f = 1.50$  m y ancho de 0.60 a 1.00 m es de  $3.01$  kg/cm<sup>2</sup>. Ver Anexo de cálculo de capacidad.
- 3.0 Con estos valores, no se espera problemas por asentamientos, ya que están por debajo de lo permisible.
- 4.0 Considerando el módulo de elasticidad del suelo de 812 kg/cm<sup>2</sup> y relación de Poisson de 0.15, según la teoría de elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), para el tipo de cimentación cuadrada se estima un asentamiento máximo de 0.28 cm, inferior a lo permisible que es 2.54cm (1"), según la Norma E.050, entonces no se presentarán problemas por asentamiento.
- 5.0 No se encontró la presencia de nivel freático en las calicatas a la profundidad estudiada de 3.00 m, teniendo como referencia de cota el nivel actual del terreno.
- 6.0 Para la aplicación de las normas sísmo resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) debe considerarse al suelo como Tipo Dos con periodo predominante  $T_s = 0.6$  seg. Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al área estudiada, no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.
- 7.0 El sub suelo está conformado por material  
**ML.** – Limo Arenoso de Baja Plasticidad  
**GM.** – Grava Limosa con Arena
- 8.0 Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones despreciables de sulfatos. Por lo tanto, para el recubrimiento de las varillas de acero en la cimentación será necesario el uso de Cemento Tipo I (UNO)
- 9.0 Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al área estudiada, no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.

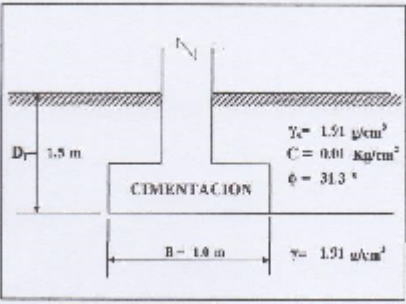
PROPIETARIO : RICHARD GUERRA COLCA, JULIÁN DE LA TORRE ASTO  
 TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTE DE UNA EDIFICACIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CUATRO NIVELES CON DOS SISTEMAS DE LOSA ALIGERADA: CONVENCIONAL VS VIGACERO EN CARABAYLLO 2019"  
 UBICACIÓN : CALLE LAS FLORES MZ. CS LT. 27 URB. SAN ANTONIO DE CARABAYLLO  
 SONDEO : C-2/ M-2

**CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO**

Tipo de Suelo : GRAVA LIMOSA CON ARENA  
 GM : GRAVA LIMOSA CON ARENA  
 REALIZADO : Ing. Y.C.B.  
 FECHA : 12/11/2019  
 DF : 1.50 m (Profundidad)

**CIMENTACION CORRIDA**

Cohesión	C =	0.01 Kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de fricción	φ =	31.3°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ <sub>c</sub> =	1.91 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ =	1.91 g/cm <sup>3</sup>
Ancho de la cimentación	B =	1.00 m
Largo de la cimentación	L =	1.00 m
Profundidad de la cimentación	D <sub>f</sub> =	1.50 m
Factor de seguridad	FS =	3.00



$$q_{ult} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma.  
 Factores de capacidad de carga  
 N<sub>q</sub> = 21 359146  
 N<sub>c</sub> = 33 484912  
 N<sub>γ</sub> = 27 189147  
 N<sub>q</sub>/N<sub>c</sub> = 0.64  
 tan φ = 0.61

Factores de forma  
 S<sub>q</sub> = 1  
 S<sub>c</sub> = 1  
 S<sub>γ</sub> = 1

$$S_c = \left( \frac{N_q}{N_c} \right) * \left( \frac{B}{L} \right)$$

$$S_q = 1 + \left( \frac{B}{L} \right) * T_{\gamma} \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 * \left( \frac{B}{L} \right)$$

Reemplazando en la fórmula se tiene:  
 Finalmente:  
 Capacidad última de carga      q<sub>ult</sub> = 90.326 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Con: FS = 3.00  
 Se tiene finalmente:  
 Capacidad admisible de carga      q<sub>adm</sub> = 30.1 Kg/cm<sup>2</sup>

**ASENTAMIENTO (S)**  
**Cimentación Corrida**

Presión por carga admisible  
 Módulo de Elasticidad  
 Asentamiento permisible  
 Ancho de la cimentación  
 Factor de forma

$q_{adm} = 3.01 \text{ Kg/cm}^2$   
 $\mu = 0.2$   
 $E_s = 50 \text{ Kg/cm}^2$   
 $S_{perm} = 2.5 \text{ cm}$   
 $B = 1.0 \text{ m}$   
 $I_f = 0.93 \text{ m/m}$

Asentamiento  
 Asentamiento

$S_1 = 0.005 \text{ m}$   
 $S_2 = 0.50 \text{ cm}$

Presión por carga  
 Presión de carga admitida por asentamiento

$q_{adm} = 3.01 \text{ Kg/cm}^2$   
 $q_{adm} = 0.28 \text{ Kg/cm}^2$

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2) I_f}{E_s}$$

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$$

L/B	$\beta_z$ Permissible	$\beta_z$ Real
1.00	1.06	1.08
2.00	1.09	1.10
3.00	1.13	1.15
5.00	1.22	1.24
10.00	1.41	1.41
1	1.06	1.08

$\beta_z = 1.08$

$I_f = 0.93$

$S_1 = 5.88 \text{ cm}$  El asentamiento es superior al permisible  
 $S_2 = 0.50 \text{ cm}$  OK!

### Anexo 3: Carga última Vigacero

**TABLA 1 : CARGA ÚLTIMA PARA LOSAS SIMPLEMENTE APOYADAS DE VIGUETAS VIGACERO® ESPACIADAS CADA 84 cm (Medidas nominales)**

**ACERO GALVANIZADO ESPESOR 1.50 mm**  
 DISTANCIA ENTRE EJES DE VIGUETAS ES 0.84 m y CASETON DE 0.75 m  
 Sobrecarga Kg/m<sup>2</sup>

Luz libre (m)	100	200	300	400	500	600	700	800
	e = 4 cm				e = 5 cm			
ESPEORES DE ALIGERADOS								
SIN APUNTALAMIENTO	2.0							
	2.2							
	2.4							
	2.6		LOSA DE			LOSA DE		
	2.8		H = 14 cm			H = 15 cm		
	3.0							
	3.2							
	3.4							
	3.6		H = 16 cm			H = 17 cm		
	3.8							
CON APUNTALAMIENTO	4.0							
	4.2				H = 20 cm		LOSA DE	
	4.4						H = 25 cm (*)	
	4.6							
	4.8							
	5.0					H = 30 cm (*)		
	5.2							
	5.4							
	5.6							
	5.8							
	6.0							
	6.2							
6.4								
6.6								
6.8	HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.0	HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.2	HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.4	HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.6	HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.8	HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
8.0	HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							

H = Espesor de la losa aligerada en cm.  
 e = Espesor de losa de concreto encima de casetones EPS en cm.  
 c = Espesor de casetones EPS en cm.  
 (\*) El acero de refuerzo negativo se colocará solo en las losas continuas según diseño estructural.

**PRISMA**  
 IDAMEL ROBERTO QUIJUN WONG.  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros Nº 20114

## Anexo 4: Carga última Vigacero

TABLA 2 : CARGA ÚLTIMA PARA VIGUETAS VIGACERO® ESPACIADAS CADA 84 cm							
CARGA ULTIMA (Kg/m <sup>2</sup> ) SEPARACION ENTRE VIGUETAS 0.84m							
Espesor de concreto 4cm			Espesor del concreto 5 cm				
LUZ (m)	H = 9 cm	H = 12 cm	H = 15 cm	H = 20 cm	H = 25 cm	H = 30 cm	H = 33 cm
3,00	1807	2522	3104				
3,10	1638	2362	2907				
3,20	1489	2217	2728				
3,30	1358	2085	2565				
3,40	1241	1964	2416				
3,50	1138	1853	2280				
3,60	1046	1752	2155				
3,70	963	1636	2040				
3,80	889	1510	1934				
3,90	823	1397	1836				
4,00	762	1295	1746	1913	1950	2322	
4,10	708	1202	1662	1821	1856	2210	
4,20	659	1118	1584	1735	1769	2106	
4,30		1042	1511	1656	1688	2009	
4,40		973	1443	1581	1612	1919	
4,50		909	1379	1512	1541	1835	
4,60		851	1320	1447	1475	1756	
4,70		798	1243	1386	1413	1682	
4,80		749	1167	1329	1354	1613	
4,90		704	1097	1275	1300	1547	
5,00		663	1033	1224	1248	1486	
5,10			973	1177	1200	1428	
5,20			918	1132	1154	1374	
5,30			867	1090	1111	1323	
5,40			820	1050	1070	1274	
5,50			776	1012	1032	1228	
5,60				976	995	1185	
5,70				942	961	1143	
5,80				910	928	1104	
5,90				879	896	1067	
6,00				850	867	1032	
6,10				823	839	998	
6,20				786	812	966	
6,30				749	786	936	
6,40				714	762	907	
6,50				682	739	879	
6,60				651	716	853	
6,70					695	828	
6,80					675	803	
6,90					655	780	
7,00					637	756	
7,10					619	737	
7,20						717	
7,30						697	
7,40						678	
7,50						660	
7,60							543 (*)
7,70							526(*)
7,80							510(*)
7,90							495(*)
8,00							480(*)

(\*) Para estas luces consultar con nuestro Departamento Técnico.



## ANEXO 5: ANÁLISIS Y ENSAYO QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABICER (Laboratorio N° 12)  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



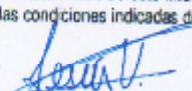
### INFORME TÉCNICO N° 1672 - 19 - LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ARCOTECHO PERÚ S.A.C.
  - 1.2 RUC : 20508322870
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1 FECHA DE EMISIÓN : 26 / 09 / 2019
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE CASETON TARRAJEADO
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE MATERIAL DEL "SISTEMA DE LOSA VIGACERO" COMPUESTO POR VIGA "T" DE CONCRETO ARMADO CON UNA VIGUETA VIGACERO A36, E=1.5 MM, ALIGERADO CON 2 CASETONES EPS D15 kg/m³ Y EMPASTE DE 3 mm COMPUESTO POR MORTERO CEMENTO, ARENA FINA, LIGATON® Y MALLA RETARDANTE DE FUEGO RF
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 20,3 °C; Humedad relativa: 67%
7. EQUIPOS UTILIZADOS : MECHERO BUNSEN  
TERMOMETRO INFRARROJO DE ALTA TEMPERATURA
8. RESULTADOS

ENSAYO	RESULTADOS	MÉTODO DE REFERENCIA
Resistencia al fuego	<p>Se sometió la muestra a una llama de mechero bunsen por un periodo de 150 minutos y se observó lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la cara inferior de la muestra expuesta al fuego se formó una capa de hollín, pero no hubo agrietamiento.</li> <li>2. Los bloques de poliestireno EPS cercanos a la vigueta de acero en la parte expuesta a la llama se ha sublimado parcialmente, pero no se enciende, no genera gases inflamables y no presenta goteo.</li> <li>3. La cara superior de concreto opuesta a la llama subió su temperatura, llegó a una temperatura de 48°C luego de 150 minutos.</li> <li>4. Cortada la muestra se aprecia que la vigueta de acero y la fibra de malla RF no ha sido afectada por el fuego, sólo se ha quemado parcialmente el tarrajeo.</li> <li>5. La muestra tuvo una clasificación RF 120</li> </ol>	NCh935.0/97

(\*) Ver fotografías del proceso y gráfico del resultado en ANEXOS.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO  
Los resultados de este informe técnico son válido solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

  
Bach. Jesús Utano Reyes  
Analista  
LABICER - UNI



(\*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

INFORME TÉCNICO N° 1672-19- LABICER

Página 1 de 4

Av. Túpac Amaru 210 Lima 31, Perú. Teléfono: 382 0500 Correos: [labicer@uni.edu.pe](mailto:labicer@uni.edu.pe) / [cqjha@uni.edu.pe](mailto:cqjha@uni.edu.pe)

ANEXOS

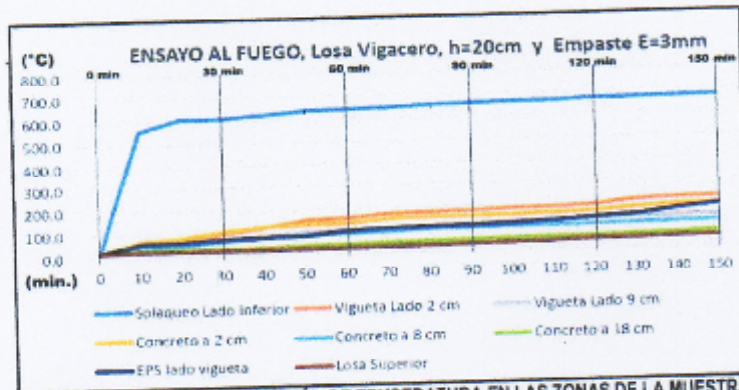


FIGURA N°1: CURVA DE LA MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN LAS ZONAS DE LA MUESTRA

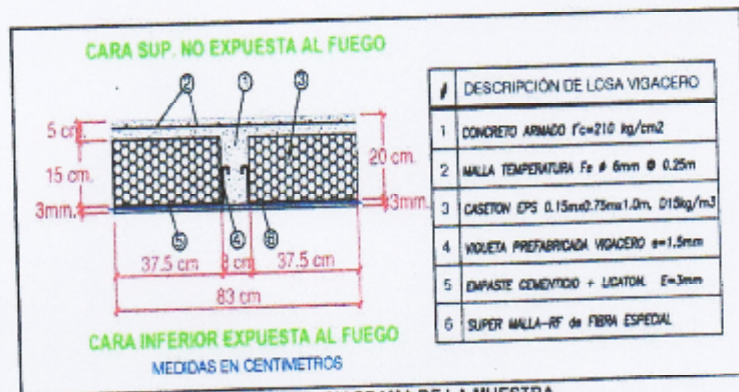


FIGURA N°2: DIAGRAMA DE LA MUESTRA



FIGURA N°3: FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA E-3MM



## ANEXO 6: ANÁLISIS DEL SISTEMA VIGACERO

LABORATORIO DE  
ESTRUCTURAS  
ANTISISMICAS



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

### ENSAYO DE FLEXIÓN EN LOSA DE TECHO ALIGERADO UNIDIRECCIONAL DE 7.50m DE LUZ – SISTEMA "VIGACERO"

#### 1. ANTECEDENTES

ARCOTECHO PERÚ S.A.C., por intermedio del Ing. Y. Patrón y E. Carbajal, solicitaron al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú, realizar ensayos de flexión en una "Losa aligerada mixta unidireccional del Sistema VIGACERO" construida con elementos prefabricados (tres viguetas metálicas VIGACERO y casetones o bloques livianos de poliestireno expandido (EPS), ensamblados en el Laboratorio), integrados con concreto vaciado in-situ. La construcción del espécimen se realizó en el patio de construcciones del Laboratorio de Estructuras PUCP, el 24 de setiembre de 2014; y el ensayo, se realizó también en las instalaciones del mismo, el 3 de octubre, a edad temprana (9 días de edad), pero cuando el concreto utilizado alcanzó la resistencia especificada ( $f_c=280\text{kg/cm}^2$ ), en presencia de las partes interesadas.

#### 2. ALCANCES DEL SERVICIO

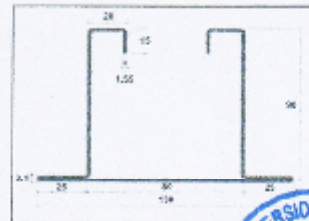
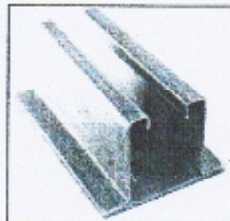
El diseño (definición de longitud y espesor) fue indicado por el cliente. El ensamble, construcción del espécimen de ensayo, la implementación del ensayo, la instrumentación y el control del ensayo de flexión, estuvo a cargo del Laboratorio de Estructuras-PUCP; así como el procesamiento de datos registrados y la elaboración del informe final de resultados.

El presente informe contiene una breve descripción de: el proceso constructivo, las características del espécimen, implementación del ensayo, resultados de los ensayos de flexión y de los ensayos de control de la resistencia del concreto, así como un archivo fotográfico del proceso.

#### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES

Se trata de un espécimen: "Losa de Techo Aligerado Mixto Unidireccional – Sistema VIGACERO", cuyas dimensiones externas son de 1.44m de ancho por 7.80m de largo (total) por 0.35m de espesor, y resistencia (registrada) del concreto  $f_{c_{promedio}} \approx 300 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de ensayo (9 días de edad). La resistencia especificada para estas losas es  $280\text{kg/cm}^2$ , y como es usual, la dosificación se hace para la resistencia requerida  $f_{requerida} \approx 280 + 80 \text{ kg/cm}^2 = 360 \text{ kg/cm}^2$ .

La losa está compuesta por tres viguetas metálicas de acero galvanizado (perfil de acero VIGACERO de 7.50m, de sección compuesta abierta de 13x9cm, de pared delgada de 1.55m de espesor, como se muestra en la figura adjunta), colocadas en forma paralela entre sí (@0.69m entre ejes). Además, en los extremos de las viguetas se colocaron dos



INF-LE 282.14

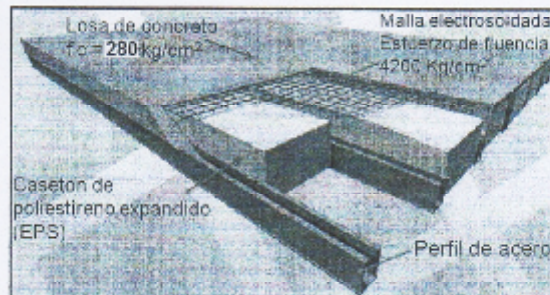


'patas' de 0.20m, en cada caso. Para efectos del ensayo del espécimen simplemente apoyado en los extremos, este refuerzo negativo, no es relevante.

Como elementos de relleno entre las viguetas, se usaron bloques prismáticos livianos o casetones de poliestireno (EPS) de 0.60 x 1.00 x 0.30 m de espesor, que se colocan unos a continuación de otros. Los "casetones" o bloques livianos de poliestireno van alineados y apoyados dentro de las viguetas (en las aletas inferiores de las viguetas). El refuerzo de temperatura lo constituye una malla electrosoldada (procedente de "PRODAC") de 6mm @ 0.15x0.15m, colocada en la sobre-losa de 5cm de espesor mínimo. El concreto que integra al conjunto, se vacía posteriormente, cuando todas las partes y elementos componentes han sido alineados y dispuestos en la forma pre-establecida por el Sistema ARCOTECHO y con sus respectivos frisos de encofrado.

En la dirección transversal del espécimen -y sólo con fines de ensayo-, en los extremos de las losas, se conformaron dos vigas transversales "chatas" (de 0.15 x 0.35m de sección, y de longitud similar al ancho del espécimen, reforzadas con 4  $\phi$  de 1/2" y estribos de montaje) de cerramiento, para arristrar a las viguetas y facilitar las tareas de izaje y ensayo en el Laboratorio, sin que éstas, modifiquen la inercia de la losa aligerada y en consecuencia, el comportamiento en flexión de la losa.

Se tuvo cuidado de que los extremos de las viguetas metálicas, ingresen en las vigas de apoyo (transversales extremas) una pequeña longitud de 3cm (hasta alcanzar la ubicación del refuerzo longitudinal de las vigas transversales), según las especificaciones del cliente.



#### 4. PROCESO CONSTRUCTIVO

Los especímenes de ensayo se construyeron de manera convencional, usando los bloques livianos (en forma de cajón) como encofrado, completamente apoyados sobre un encofrado plano. Ver esquema adjunto.

Luego de la construcción, el espécimen se izó convenientemente (con la ayuda de un dispositivo en forma de parrilla y del puente grúa), desde el patio de construcciones, hacia el dispositivo de ensayos de flexión, donde se realizó la instrumentación y el ensayo. En el proceso de izaje, se tuvo especial cuidado de que los esfuerzos máximos que se presentaran debido a esta operación, fueran los menores posibles, y que no ocurra flexión en la dirección transversal.

Previamente al ensayo, durante la operación de izaje, se efectuó el 'pesado' del espécimen, intercalando una celda de carga entre el dispositivo de izaje y el puente grúa.

## ENSAYO DE FLEXIÓN PURA - PARTE EXPERIMENTAL

### 5. GENERALIDADES

La "Prueba de Carga", es equivalente a un ensayo de "Flexión Pura", el mismo que se realizó siguiendo el procedimiento de ensayo normalizado establecido para elementos que trabajan en flexión pura, en ASTM C-78. Referencialmente, se adoptó el criterio usado para "Pruebas de Carga" definidas en el Capítulo 20 "Evaluación de Estructuras" de la Norma de Concreto Armado E-060 y su equivalente en el ACI-318, para poder hacer la correlación entre un sistema de carga puntual (de cuchilla en todo lo ancho del espécimen) y un sistema de carga distribuido, equivalente.

Se decidió realizar el ensayo de flexión pura, mediante aplicación de cargas puntuales (de cuchilla), para poder controlar en forma automática tanto la aplicación de carga, como la deflexión.

### 6. INSTRUMENTACIÓN: UBICACIÓN DE SENSORES DE DESPLAZAMIENTO, PARA LA MEDICIÓN DE DEFLEXIONES Y DEFORMACIONES AXIALES

La medición de deflexiones transversales del espécimen, se refirió a un sistema de referencia exterior fijo, constituido por la losa de ensayos estáticos de la nave del Laboratorio.

#### Losa de 7.50m - (Simplemente Apoyada) :

La deflexión central se midió en la vigueta central, en el centro de la luz entre apoyos ( $L_0/2$ ), (LVDT 1), y en  $L_0/4$  (LVDT 4). Además, se usaron dos sensores para medir la deformación normal a la sección del espécimen (axial), tanto en la fibra superior como inferior de la superficie de la losa, respectivamente, en la región central del espécimen, entre dos puntos equidistantes del centro de la luz (LVDT 2 y LVDT 3).

### 7. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

Como dispositivos de apoyo y para la aplicación de las cargas puntuales 'de cuchilla', se usaron 'ejes circulares o rodillos'. Los 'rodillos' facilitan el acomodo y permiten lograr estabilidad del sistemas de apoyos y la isostaticidad del sistema de aplicación de cargas.

En el cálculo de las deflexiones, no se ha considerado el peso propio del espécimen. La "puesta en cero" de los sensores de deflexión, se hizo para la configuración del espécimen sometido a su peso propio, es decir, con su propia deformada.

El ensayo se realizó aplicando carga en forma continua (monotónicamente), mediante desplazamiento controlado (en el punto medio entre apoyos extremos, donde se registró la deflexión central). La velocidad de ensayo fue de 2.0 milímetros por minuto. Se registró la variación de la Deflexión y de las Deformaciones Normales (Axiales) de alargamiento y acortamiento en las fibras inferior traccionada y superior comprimida, versus la Carga (o Momento) asociada a cada Deflexión o Deformación, en todo instante del Proceso de Carga.

Los ensayos se realizaron hasta la condición de deflexión extrema, habiéndose sobrepasado

INF-LE 282.H



ampliamente la etapa elástica y la condición de fluencia, para condiciones extremas de servicio o uso. Así, se alcanzó una carga total del orden de 150kN (15ton) y deflexiones del orden de 120mm, evidentemente, en franco comportamiento inelástico.

Se colocó el espécimen en la posición de ensayo -en un dispositivo de ensayo de flexión, preparado para la ocasión-, apoyando sus extremos opuestos a una separación  $L_0=7.50m$ . Se aplicaron dos cargas de cuchilla (distribuidas puntualmente en todo lo ancho del espécimen) equidistantes entre sí: 2.50m (ó  $L_0/3 = 7.50m/3$ ).

Los esquemas de ensayo adjuntos, muestran los detalles del ensayo y de la instrumentación.

## 8. RESULTADOS

- El peso del espécimen de ensayo, en las condiciones de ensayo fue de 3403 kg (peso propio, sin piso terminado ni acabados).

- Una vez excedido el comportamiento elástico -para un nivel importante de carga-, se desarrollaron deflexiones y curvaturas apreciables a simple vista, asociada a una forma de falla por flexión, acompañada de desprendimiento de las viguetas metálicas externas en uno de los extremos, para el caso de sollicitación extrema.

Debe entenderse que estos valores "grandes" corresponden a una condición extrema de ensayo (excesiva con respecto a las sobre cargas de servicio o uso). Los apoyos extremos permitieron la rotación libre del espécimen, dado que no imponían ningún tipo de restricción al giro (bajo la condición de losas simplemente apoyadas).

A partir de los registros del ensayo (obtenidos de manera continua durante todo el ensayo), de los gráficos procesados y de las observaciones hechas durante el ensayo, se determinó el comportamiento del espécimen. En la "Tabla Resumen" adjunta, se presentan los valores más relevantes del comportamiento, tales como, valores de carga ( $P$ ), deflexión ( $\Delta$ ), momento flector ( $M$ ), giro de la losa en los apoyos ( $\theta$ ), deformaciones axiales ( $\epsilon$ ), asociados a la carga o momento de la primera fisuración o 'first crack' ( $P_{1st.Crack}$  ó  $M_{1st.Crack}$ ), fluencia ( $P_Y$ ,  $M_Y$ ), máxima ( $P_{Max}$  ó  $M_{Max}$ ), y final o máxima alcanzada.

Con las deformaciones axiales máximas, también es posible determinar el giro de la sección transversal y por consiguiente la curvatura ( $\zeta$ ) de la misma. Esta información está plasmada en los gráficos Momento Flector ( $M$ ) -vs- Curvatura ( $\zeta$ ). Ver "Tabla Resumen", de los principales valores obtenidos de los registros de los ensayos realizados.

Los gráficos procesados adjuntos, muestran:

- El comportamiento Carga-vs-Deflexión, global total y global parcial (rango elástico) de cada espécimen; respectivamente.
- La variación de la Carga-vs- Deformación Axial de las fibras superior e inferior (Alargamiento y Acortamiento) en la región central.
- La variación del Momento -vs- Deformación Axial de las fibras superior e inferior.
- La variación del Momento Flector aplicado -vs- la Curvatura de la sección central.

- La Posición (e) del Eje Neutro -vs- el Momento Flector aplicado en la región central del paño o del apoyo central (cuando existe).

Con la información presentada, se puede obtener el valor de la carga distribuida por unidad de área, estáticamente equivalente a las cargas puntuales aplicadas durante el ensayo en los especímenes de prueba (según el criterio de resistencia). Igualmente, esta equivalencia se puede hacer usando el criterio de rigidez, tomando en cuenta las deflexiones elásticas admisibles.

Es importante tener presente que a partir del ensayo estático de flexión pura, se logra obtener el momento flector máximo, asociados a fuerza cortante (transversal y longitudinal) nula.

## 9. COMPORTAMIENTO OBSERVADO Y COMENTARIOS FINALES

Es importante notar que, para poder controlar y monitorear mejor la variación de la Carga aplicada y de las Deflexiones asociadas, se realizó un Ensayo de Flexión Pura o Simple, con cargas concentradas aplicadas en los tercios de la luz libre entre apoyos, en vez de un Ensayo de Carga Estática con Carga Distribuida uniforme (no es simple ni confiable, materializar -en condiciones estables y sin producir efecto de arco, siguiendo la configuración deformada de la losa-, para una carga distribuida importante para las dimensiones de la losa de ensayo).

Con este ensayo (de flexión pura o simple) se logra obtener, momento flector y curvatura máximas -constantes en el tramo central-, asociados a cortante nulo en el caso de flexión pura.

Usando el criterio de *equivalencia de resistencias* (igualdad de momentos flectores o esfuerzos) entre una viga cargada uniformemente (supuesta) y otra en flexión pura o simple (como la viga ensayada), se puede encontrar la carga distribuida equivalente, y en base a ello, definir un factor de seguridad adecuado, para diseño o uso. Comúnmente, las losas aligeradas se diseñan para sobrecargas de uso de 200, 250, 300 ó 400kg/m<sup>2</sup> y excepcionalmente existen exigencias de diseño que alcanzan los 500, 600 ó 750kg/m<sup>2</sup>; estos valores deben compararse con la carga de la viga ensayada, que presentó comportamiento completamente elástico y lineal hasta la rotura.

La carga distribuida uniforme ( $w_{equiv}$ ) por unidad de longitud (o por unidad de área), equivalente a las cargas máximas ( $P_Y$  total) aplicadas durante el ensayo de flexión, usando el criterio de igualdad de resistencias (momentos), es:

Para **Losa de 7.50m** :

$$M_{max} = P_Y * L_0 / 6, \text{ y } M_{max} = w_{equiv} * L_0^2 / 8,$$

de donde,  $w_{equiv} = (4/3) * (P_Y / L_0)$ .

entonces, considerando la carga de fluencia  $P_Y$ , se tiene para la Losa :

- Para  $M'$ :  $P_Y = 15610 \text{ kg (153.139 kN)}$   $w_{max} = 2775 \text{ kg/m}$  ó  $w_{MB} = 1927 \text{ kg/m}^2$

De estos valores calculados, se infiere que las sobrecarga equivalente máxima, puede ser bastante alta 1927 kg/m<sup>2</sup>, sin considerar ningún factor de seguridad.

Debe calcularse además, la carga distribuida equivalente a las cargas puntuales de ensayo.

**TABLA RESUMEN: LOSA COMPUESTA (7.50m), ALIGERADO UNIDIMENSIONAL - SISTEMA VIGACERO  
PRINCIPALES VALORES OBTENIDOS DE LOS REGISTROS DE ENSAYO DE FLEXIÓN PURA**

Parámetro	P (kN)	$\Delta_1$ (en $L/2$ ) (mm)	$\Delta_2$ (en $L/4$ ) (mm)	$\epsilon_{max}$ (promedio)	$\epsilon_{min}$ (mínimo)	$M^*$ (kN-m)	$\zeta^* \times 10^5$ (item)	$\theta_1 \times 10^3$ (rad.)	EI kN-m
1st crack	15.31653285	2.906380203	2.242856924	5.15885E-05	-6.1207E-05	19.14541082	0.322271822	124.6031624	
Fisuración	127.8141177	34.11638634	46.95088916	0.002542161	0.001045252	159.7676471	10.24975187	1856.354797	1606482.094
Máximo	153.1394629	85.20963071	65.09085324	0.004335866	0.001578993	191.4243536	16.89960299	3616.158613	
Final	20.11409803	116.893844	99.0343218	0.002577986	0.000863368	25.14261129	9.802689843	5901.897344	

donde:

- P** Carga total máxima aplicada al espécimen, asociada a la primera fisuración, fluencia, máxima y final
- $\Delta_1$**  Deflexión máxima medida en el centro de la luz entre apoyos, asociada a las cargas de fisuración, fluencia, máxima y final
- $\Delta_2$**  Deflexión medida en  $L/4$  (la mitad entre el centro de la Luz entre apoyos y el apoyo), asociada a las cargas de fisuración, fluencia, máxima y final
- $\epsilon_{max}$**  Rotación del apoyo externo A (sin restricción al giro), asociado a las cargas de fisuración, fluencia, máxima y final
- $\epsilon_{min}$**  Deformación axial unitaria -de acortamiento-, medidas en superficie superior del espécimen (zona comprimida, para el  $M^*$ ) asociada a las cargas (y/o momentos) de fisuración, fluencia, máxima y final
- $M^*$**  Deformación axial unitaria -de alargamiento-, medidas en superficie inferior del espécimen (zona traccionada, para  $M^*$ ) asociadas a las cargas (y/o momentos) de fisuración, fluencia, máxima y final
- $\zeta^*$**  Momento flexor máximo, asociado a las cargas de fisuración, fluencia, máxima y final del espécimen
- $\theta_1$**  Curvatura de fisuración desarrollada en el tramo central ( $L/3$ ) del espécimen, asociada a los momentos de primera fisuración, fluencia, máximo y final
- EI** Rigidez a la flexión del espécimen, evaluado como la pendiente del gráfico Momento Flexor ( $M^*$ ) -vs- Curvatura ( $\zeta_1$ ) en el tramo elástico (ver Gráfico G-4 A).

INF-LE 282.14

LOSA VIGACERO 7.50m - ARCO TECHO

Resumen Resúmenes



LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS





## **ANEXO 7: INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

### **MENORCA INVERSIONES SAC**

La empresa Menorca Inversiones Sac, propietaria del inmueble denominado “Sub lote 5 A-1 con un área de 300,217.02 m<sup>2</sup> ubicado en el Sector del Ex Fundo El Fortín, Distrito de Carabayllo. Dentro del cual se ha proyectado la Urbanización “San Antonio de Carabayllo 2”

Este proyecto está dividido por etapas, la que corresponde al proyecto de investigación la novena etapa.

La urbanización “San Antonio de Carabayllo 2” novena etapa cuenta con un área de 95,457.72 m<sup>2</sup> dentro del cual se ha sub dividido en 621 lotes de 124m<sup>2</sup> cada lote.

- Son 77,004m<sup>2</sup> destinados a viviendas, comercio, etc.
- Actualmente hay 250 lotes construidos aproximadamente con fines de viviendas, comercios, etc.

## **INFORMACIÓN MENORCA INVERSIONES SAC.**

### **Información básica**

Identificación: Menorca Inversiones S.A.C.

Representante: Antonio Almeida Briceño

Dirección de oficina de ventas del proyecto: Av. San Juan S/N, Alt. Paradero San Antonio Carabayllo, Lima

Teléfono de contacto: 203-2828

Correo electrónico: [atencionalcliente@menorca.com.pe](mailto:atencionalcliente@menorca.com.pe)

Página web: [www.menorca.pe](http://www.menorca.pe)

### **Información del inmueble**

Descripción y características generales: El Proyecto de Habilitación Urbana denominado: “San Antonio de Carabayllo 2” está ubicada en el distrito de Carabayllo y se ejecutará sobre un área de 95,457.72 m<sup>2</sup>. Con un diseño que incluye seis parques, áreas verdes, árboles, arbustos, caminos en adoquín y cemento pulido, bancas, tachos de basura, alumbrado público y juegos para niños.

Las áreas verdes, parques, instalaciones y/o cancha deportiva proyectados se desarrollan (rán) en el Proyecto y/o en proyectos colindantes que ha ejecutado o ejecutará Menorca.

Cantidad proyectada de unidades: 621 lotes vendibles.

Área proyectada de cada lote: Desde 124.0 m<sup>2</sup>.

## **ANEXO 8: UBICACIÓN DEL PROYECTO**

### **SAN ANTONIO DE CARABAYLLO 2 – NOVENA ETAPA**

#### **Edificaciones y construcciones vecinas**



**Lugar del proyecto**