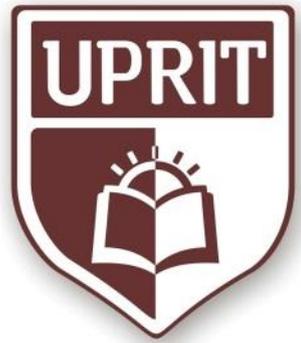


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y
ECONÓMICO DE LOSAS ALIGERADAS COMPUESTAS POR
LADRILLOS DE ARCILLA Y BLOQUES DE POLIESTIRENO TRUJILLO,
2018**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. ZAVALETA EUSTAQUIO, ERWIN JENNER

ASESOR:

Ing. DURAN BAZÁN, ENRIQUE

TRUJILLO – PERÚ

2018

APROBACION DE LA TESIS

**COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO
DE LOSAS ALIGERADAS COMPUESTAS POR LADRILLOS DE ARCILLA Y
BLOQUES DE POLIESTIRENO TRUJILLO, 2018**

Autor: Bach. Zavaleta Eustaquio, Erwin Jenner.

JURADO EVALUADOR:

PRESIDENTE:

SECRETARIO:

VOCAL:



DEDICATORIA.

*Este proyecto de
investigación está dedicado
a toda mi familia, quienes
estuvieron brindándome su
apoyo incondicional en
cada etapa de mi vida, por
ellos seguimos y por ellos
salimos adelante.*

AGRADECIMIENTO.

Mi agradecimiento a Dios por haberme permitido alcanzar este objetivo y poder dar un paso tan decisivo en mi superación profesional y personal, por haberme dado fuerza y perseverancia durante toda mi vida como estudiante. A todas las personas que me rodean y que de alguna forma me han impulsado a culminar mi carrera:

Mis Padres:

Lelar Zavaleta Ibáñez y Marleni Eustaquio Salas, por todo el sacrificio y esfuerzo que han realizado por darme una educación, por enseñarme que todo es posible en esta vida mientras existan metas serias, voluntad y perseverancia.

Mi Hermanita Grecia:

Por ser el motor para continuar cada día, hacer bien las cosas y por su inmenso cariño, gracias por formar parte de mi vida.

Mis Abuelos:

Por brindarme su apoyo incondicional y su gran amor, confiando plenamente en mí desde que era un niño, siempre les estaré agradecido.

Mis Tíos y Primos:

Por apoyarme moralmente con sus consejos por brindarme su cariño cuando más lo necesite, gracias por formar parte de mi vida.

Ing. Duran Bazán, Enrique:

Mi asesor del Proyecto, por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado que pueda terminar mi proyecto con éxito.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

APROBACION DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
INDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1. Realidad problemática.....	12
2. Formulación del problema.....	16
3. Justificación.....	16
4. Objetivos.....	16
5. Antecedentes.....	17
6. Bases Teóricas.....	19
7. Definición de términos básicos.....	39
8. Formulación de la hipótesis.....	39
9. Línea de Investigación.....	40
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	41
1. Material:.....	41
2. Material de estudio.....	41
3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	42
4. Operacionalización de variables.....	43
III. RESULTADOS.....	44



3.1	Diseño estructural	44
3.2	Diseño estructural con bloque de poliestireno	84
3.3	Metrados	87
3.4	Análisis de precio unitarios.....	102
3.5	Costo Estructural.....	108
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	111
4.1	Respecto a los Resultados Estructurales.....	111
4.2	Respecto a los Resultados de Costos y Proceso constructivo.....	111
V.	CONCLUSIONES.....	113
VI.	RECOMENDACIONES.....	114
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	115
	ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nombres usados del EPS, según su respectivo país.....	22
Tabla 2.- Densidad mínima recomendada según su aplicación.....	24
Tabla 3.- Coeficientes de conductividad térmica para distintas densidades.	26
Tabla 4.- Propiedades Químicas.....	27
Tabla 5.- Costo de hora hombre en obras de edificación.	37
Tabla 6.- Operacionalización de variables.	43
Tabla 7.- Características de la columna esquinera	47
Tabla 8.- Características de la columna excéntrica	47
Tabla 9.- Características de la columna céntrica.	47
Tabla 10.- Factores de zona.....	48
Tabla 11.- Categoría de la edificación y factor de uso.	48
Tabla 12.- Factor de uso.	49
Tabla 13.- Periodos T_p y T_l	49
Tabla 14.- Factor de Amplificación Sísmica.....	49
Tabla 15.- Coeficiente básico de reducción.	51
Tabla 16.- Cargas vivas mínimas repartidas según la Norma E.020.....	56
Tabla 17.- Coeficiente de amplificación sísmica.	59
Tabla 18.- Datos de la edificación.	60
Tabla 19.- Datos para diseño espectral S_a XX y S_a YY	61
Tabla 20.- Detalles de acero	67
Tabla 21.- Cargas , momentos y cortantes en columnas en el eje A	70
Tabla 22.- Momentos de las columnas en el eje A.....	70
Tabla 23.- Cargas , momentos y cortantes en columnas en el eje B.	73
Tabla 24.- Momentos de las columnas en el eje B.	73
Tabla 25.- Cargas , momentos y cortantes en columnas en el eje C.	78
Tabla 26.- Momentos de las columnas en el eje C.....	78
Tabla 27.- Cuadro de zapatas calculadas con losas con ladrillos de arcilla	83
Tabla 28.- Cuadro de zapatas calculadas con losas con bloques de EPS.	84
Tabla 29.- Peso por m^2 de losa aligerada.....	84
Tabla 30.- Peso de las losas aligeradas con poliestireno expandido.	85

Tabla 31.- Cuadro de desplazamientos en el eje X utilizando ladrillo	85
Tabla 32.- Cuadro de desplazamientos en el eje Y utilizando ladrillo	85
Tabla 33.- Cuadro de desplazamientos en el eje X utilizando EPS.....	86
Tabla 34.- Cuadro de desplazamientos en el eje Y utilizando EPS.....	86
Tabla 35.- Porcentajes de variación en la deriva inelástica en ambos ejes.	86
Tabla 36.- Cortante en ambos ejes utilizando ladrillo de arcilla.	86
Tabla 37.- Cortante en ambos ejes utilizando bloques de poliestireno.	87
Tabla 38.- Porcentaje de variación de la cortante en ambos ejes	87
Tabla 39.- Metrado de Excavaciones.	87
Tabla 40.- Metrado de Relleno.....	88
Tabla 41.- Metrado de Concreto Simple	88
Tabla 42.- Metrado de concreto en zapatas y columnas.....	89
Tabla 43.- Metrado de concreto en vigas	90
Tabla 44.- Metrado de concreto en losas.....	91
Tabla 45.- Metrado de encofrado de columnas.	91
Tabla 46.- Metrado de encofrado de vigas.	93
Tabla 47.- Metrado de encofrado de losa aligerada.	95
Tabla 48.- Metrado de acero en zapatas	95
Tabla 49.- Metrado de acero en columnas.....	95
Tabla 50.- Metrado de acero en vigas	96
Tabla 51.- Metrado de acero en losas.....	97
Tabla 52.- Metrado para cantidad de ladrillos.....	98
Tabla 53.- Comparación del volumen del concreto.....	99
Tabla 54.- Comparación del área encofrado.....	99
Tabla 55.- Comparación del peso del acero.	100
Tabla 56.- Comparación de cantidad de ladrillos vs bloques de EPS.	101
Tabla 57.- Metrados Globales	101
Tabla 58.- Análisis de costos, concreto para solado.....	102
Tabla 59.- Análisis de costos, concreto cimiento corrido.	102
Tabla 60.- Análisis de costos, concreto en sobrecimiento.....	103
Tabla 61.- Análisis de costos, concreto en zapatas.	103
Tabla 62.- Análisis de costos, concreto columnas.....	103

Tabla 63.- Análisis de costos, concreto vigas.....	104
Tabla 64.- Análisis de costos, concreto en losa aligerada.	104
Tabla 65.- Análisis de costos, encofrado y desencofrado.	104
Tabla 66.- Análisis de costos, acero corrugado.....	105
Tabla 67.- Análisis de costo unitario colocación de ladrillo de arcilla.	105
Tabla 68.- Análisis de costo unitario colocación de bloque de poliestireno. .	105
Tabla 69.- Análisis de costos, revestimiento de cielo raso con ladrillos.....	107
Tabla 70.- Análisis de costos, revestimiento de losa con bloques de EPS....	107
Tabla 71.- Costo Estructural con aligerado de ladrillo de arcilla.	108
Tabla 72.- Costo Estructural con aligerado con poliestireno expandido.....	109

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1.- Dimensiones de losas aligeradas con rellenos permanentes.....	20
Figura 2.- Etapas de poliestireno.....	22
Figura 3.- Entrepiso de concreto armado, aligerado con bloques de EPS.	24
Figura 4.- Deformación vs. Esfuerzos en los poliestirenos.....	25
Figura 5.- Dimensiones de Casetón.....	29
Figura 6.- Secciones de vigas.....	31
Figura 7.- Secciones de columnas.....	31
Figura 8.- Sentido de aligerado.	44
Figura 9.- Secciones de vigas en planta.	45
Figura 10.- Factores para predimensionamiento	46
Figura 11.- Áreas tributarias de columnas.	46
Figura 12.- Perfil del edificio.....	50
Figura 13.- Software ETABS 2016.....	52
Figura 14.- Creación de Grids en ETABS 2016.....	52
Figura 15.- Definición de materiales en ETABS 2016	53
Figura 16.- Definición de sección de viga en ETABS 2016.....	53
Figura 17.- Definición de losa aligerada en ETABS 2016.....	54
Figura 18.- Modelado de edificación ETABS 2016.....	54
Figura 19.- Asignación de empotramiento en ETABS 2016.	55

Figura 20.- Definición de cargas en ETABS 2016.....	56
Figura 21.- Definición de combinaciones de carga en ETABS 2016.	56
Figura 22.- Corte en altura con carga viva.	57
Figura 23.- Asignación de cargas en ETABS 2016.	57
Figura 24.- Definición del peso de servicio en ETABS 2016.....	58
Figura 25.- Diafragma rígido en ETABS 2016.	58
Figura 26.- Periodo fundamental en ETABS 2016.	59
Figura 27.- Coeficiente de cortante basal en ETABS 2016.	60
Figura 28.- Espectro de pseudo aceleración x-x y y-y.	62
Figura 29.- Definición de espectros en ETABS 2016.....	62
Figura 30.- Definición de espectros en ETABS 2016.....	63
Figura 31.- Cuantía de acero en pórtico del eje 1 en ETABS 2016.	63
Figura 32.- Cuantía de acero en pórtico del eje 2 en ETABS 2016.	64
Figura 33.- Cuantía de acero en pórtico del eje 3 en ETABS 2016.	64
Figura 34.- Cuantía de acero en pórtico del eje 4 en ETABS 2016.	65
Figura 35.- Cuantía de acero en pórtico del eje A en ETABS 2016.	65
Figura 36.- Cuantía de acero en pórtico del eje B en ETABS 2016.	66
Figura 37.- Cuantía de acero en pórtico del eje C en ETABS 2016.	66
Figura 38.- Acero longitudinal en vigas del eje B y C del primer nivel.	67
Figura 39.- Acero longitudinal en vigas del eje B del tercer nivel.....	68
Figura 40.- Acero longitudinal en vigas de los ejes A,B y C del cuarto nivel.	68
Figura 41.- Diagrama de momentos en ETABS 2016.	69
Figura 42.- Diagrama de fuerza axial envolvente en ETABS 2016.....	69
Figura 43.- Diagrama de interacciones de columna C1 Momento 33.....	71
Figura 44.- Diagrama de interacciones de columna C1 Momento 22.....	71
Figura 51.- Diagrama de momentos eje B-B en ETABS 2016.	72
Figura 52.- Diagrama de carga axial envolvente eje B-B en ETABS 2016.....	72
Figura 53.- Diagrama de interacciones de columna C2 Momento 33.....	74
Figura 54.- Diagrama de interacciones de columna C2 Momento 22.....	74
Figura 55.- Diagrama de interacciones de columna C3 Momento 33.....	75
Figura 56.- Diagrama de interacciones de columna C3 Momento 22.....	75
Figura 59.- Diagrama de interacciones de columna C4 Momento 33.....	76

Figura 60.- Diagrama de interacciones de columna C4 Momento 22.....	76
Figura 61.- Diagrama de momentos eje C-C en ETABS 2016.	77
Figura 62.- Diagrama de carga axial envolvente eje C-C en ETABS 2016.....	77
Figura 63.- Diagrama de interacciones de columna C4 Momento 33.....	79
Figura 64.- Diagrama de interacciones de columna C4 Momento 22.....	79
Figura 65.- Diagrama de interacciones de columna C5 Momento 33.....	80
Figura 66.- Diagrama de interacciones de columna C5 Momento 22.....	80
Figura 71.- Software Safe 2016.....	81
Figura 72.- Dimensiones de las zapatas y presiones en el suelo.	81
Figura 73.- Diagrama de momentos flectores de las zapatas XX	82
Figura 74.- Diagrama de momentos flectores de las zapatas YY	82
Figura 75.- Diseño por flexión XX	83
Figura 76.- Diseño por flexión YY	83
Figura 77.- Detalle típico de losa aligerada.....	84
Figura 78.- Balance del volumen de concreto.....	99
Figura 79.- Balance del área del encofrado.....	100
Figura 80.- Balance del peso del acero.	100
Figura 81.- Balance de ladrillos de arcilla versus poliestireno expandido....	101
Figura 82.- Metrado Global.....	102
Figura 83.- Costo en soles de losa aligerada por m ²	106
Figura 84.- Casetón de poliestireno elaborado en ETSA PERÚ.....	108
Figura 85.- Comparación del costo estructural.	110

RESUMEN.

La presente investigación de tesis Comparación del comportamiento estructural y económico de losas aligeradas compuestas por ladrillos de arcilla y bloques de poliestireno, tiene como propósito principal analizar desde el punto de vista de costos y proceso constructivo dos soluciones de sistemas estructurales con bloques de poliestireno y arcilla para losas aligeradas en un edificio multifamiliar. Para desarrollar las comparaciones estructurales y económicas en las losas aligeradas, se realizó un diseño estructural para ambas soluciones, metrados y el análisis de precios unitarios. Consiguiendo el valor estructural del edificio multifamiliar con el fin de determinar si los bloques de poliestireno expandido y ladrillos de arcilla para las losas aligeradas nos permite tener un ahorro considerable.

Para nuestra investigación se empleó los planos de arquitectura de un edificio multifamiliar de concreto armado de 5 niveles, para elaborar el diseño estructural nos basamos en lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones. También se verificó el impacto que se produce en las secciones de los elementos estructurales empleando como elemento aligerante en las losas los bloques de poliestireno expandido, el efecto que se obtiene en los análisis de precios unitarios y el ahorro de material, considerando la disminución en los componentes estructurales, en cuanto al volumen de concreto y cuantía de acero, además en el rendimiento se toma en cuenta la colocación del material aligerante y la cantidad. Utilizamos el sistema de entrepiso tradicional haciendo un uso correcto de los bloques de poliestireno expandido calculando en cuadros comparativos los costos finales de ambas estructuras.

Palabras claves: Comportamiento estructural, Comportamiento económico, Poliestireno expandido, Losas aligeradas.

ABSTRACT.

This thesis research "Comparison of the structural and economic behavior of lightened problems composed of clay bricks and polystyrene blocks" has as main objective to analyze from the point of view of the costs and the constructive process of the solutions of the structural systems with blocks of polystyrene and clay for slabs lightened in a multifamily unit. To develop the structural and economic comparisons in the lightened accounts, a structural design was made for both solutions, analysis and analysis of unit prices. Achieving the structural value of the multifamily building in order to determine if the expanded polystyrene blocks and clay bricks for the lightened slabs allow us to have a considerable saving.

For our research, the architectural plans of a five-level multi-family reinforced concrete unit were used for structural design and were based on the provisions of the National Building Regulations. The impact that occurs in the sections of the structural elements that are used as a lightening element in the particles, expanded polystyrene blocks, the effect obtained in the analysis of unit prices and the saving of material is also verified, considering the decrease in structural components, in terms of concrete volume and amount of steel, in addition in the performance takes into account the placement of the lightening material and quantity. The traditional mezzanine system making correct use of expanded polystyrene blocks calculating in comparative tables the final costs of both structures.

Keywords: Structural behavior, economic behavior, expanded polystyrene, lightweight slabs.

I. INTRODUCCIÓN

1. Realidad problemática.

Las edificaciones en el Perú se han ido desarrollando considerablemente, con diferentes tipos de sistemas de entre piso, en donde se usa diferentes tipos de materiales en las losas aligeradas, en cuales se tiene las bovedillas de arcilla, poliestireno expandido, bovedillas de concreto entre otros. Teniendo en cuenta costo unitario y el tiempo de colocación. Con el objetivo de aprovechar con mayor eficiencia estos materiales se presentas diferentes tipos de viguetas, que de igual manera se evalúa los rendimientos y costo unitario. (Cosinga & Gómez, 2017).

El sostenido incremento poblacional de las urbes ha dado una plusvalía a las construcciones, teniendo como consecuencia una mayor densidad demográfica. Esto ha generado la expansión del radio urbano y la necesidad de optimización de las superficies, quedando como única alternativa las edificaciones en altura. Este tipo de proyectos requieren de avanzada tecnología para su construcción, debiendo desafiar sobrecargas y peso propio de la misma, el cual al incrementarse reta al máximo la resistencia a compresión de los materiales en uso, además de ser determinante en la flexión de las estructuras ante eventos sísmicos, siendo trascendental la confección de fundaciones y elementos de mayor dimensión que sustenten de manera eficaz y eficiente dichas estructuras, elevándose de manera sustancial su costo económico. (León, 2013)

En México, se están cambiando los métodos y patrones al momento de construir edificios y viviendas, el poliestireno llegó a remplazar los elementos rígidos y pesados. Una importante característica del poliestireno, sobre otros materiales, es que sirve como aislante térmico, también funciona como aislante acústico. Hablando de la calidad de construcción, el poliestireno tiene más beneficios, dado que cuenta con una alta resistencia mecánica que resiste perfectamente a muy fuertes impactos. Se adapta perfectamente a los requerimientos de la mano de obra y por su poco peso facilita la ejecución y se obtiene un mayor rendimiento. (Casas, 2016)



En cuanto al uso del poliestireno expandido en las construcciones en Venezuela, antes de la década de los noventa habían sido muy pocos, por no decir inexistentes, esto motivado al gran auge que presentaban las construcciones de concreto armado y el desconocimiento del potencial del Poliestireno Expandido, daba pie a cierto grado de desconfianza, pero gracias a las ventajas de éste material, fue poco a poco incorporándose en el mercado de la construcción. Inicialmente usándolo en elementos o partes de sistemas constructivos hasta ser el elemento principal de una edificación, ayudando a establecer grandes empresas fabricantes de E. P. S. para la construcción. (Báez, 2004)

Los sistemas constructivos tradicionales en Nicaragua, hacía falta contar con recursos constructivos que permitieran versatilidad en cuanto a lograr resistencia sísmica, con bajos pesos y rapidez de ejecución. Ese rol lo desempeña el sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido, reforzado con mallas de alambres de alta resistencia, sobre los que se coloca mortero de adecuada resistencia a los efectos cortantes. En el mercado, se cuenta con los llamados paneles Emedue M2, los que empleados con el respaldo de los análisis estructurales justificativos, que necesariamente deben realizarse en común para cualquier sistema constructivo, ofrecen ventajas en el desempeño sísmico resistente, al conciliarse un bajo peso, del orden del 60% del de la mampostería confinada, con elevada resistencia a las cortantes debidas a los efectos sísmicos reversibles. (Lacayo, 2014)

La industria de la construcción en el Perú se ha convertido a partir del siglo XX en uno de los sectores más dinámicos de su economía, cuya tasa de crecimiento crece anualmente a tasas superiores al 10%, la razón de este gran crecimiento es el gran número de proyectos habitacionales destinados principalmente a la clase media y baja que se está incrementando de manera muy importante y a la actuación de programas de vivienda populares como Mi Vivienda, Techo Propio, entre otros. Ante este panorama surge la idea de la aplicación de sistemas constructivos innovadores para reemplazar a los métodos constructivos tradicionales con el fin de

disminuir costos, aumentar la productividad y la rapidez en la construcción de edificaciones. (Chang, 2014)

En el Perú existe la necesidad de contar con sistemas constructivos más eficientes y económicos, lo que requiere de nuevos conceptos en el diseño y la construcción de losas estructurales en edificaciones ante las grandes limitaciones técnicas y constructivas de los sistemas convencionales que se han mantenido hasta la actualidad y que forman parte de la cultura del sector de construcción. (Ramos, 2002)

(Jalca, 2016) Comprobó que el sistema de losa alivianada con bovedilla de poliestireno; aparte de ser un sistema nuevo e innovador que pocos aplican, es más económico que el método tradicional alivianado con bloques de cemento. Por esto, se da una razón con fundamentos para comenzar a utilizar este sistema en losas de entrepiso; logrando una mayor calidad de la obra y demanda de los mismos, lo que implicará una reducción en los costos, frente a los métodos tradicionales.

(Ramos, 2002) Encontró que al momento de elegir un sistema de entrepiso debemos considerar aspectos como el comportamiento estructural, la facilidad de manejo, los acabados, la cantidad de materiales a manejar en obra, la seguridad y los desperdicios de materiales. El costo del sistema de entrepiso no siempre prima sobre los aspectos antes mencionados.

(Cofre, 2003) Nos aporta que un punto importante a considerar es la dificultad que presenta la ejecución del enlucido de terminación de la losa en el caso de bovedillas de EPS, debido a la necesidad de adicionar un compuesto químico que funcione como puente de adherencia entre el enlucido y el EPS. El Poliestireno es un material con un muy bajo coeficiente de conductividad térmica, por lo tanto, se obtiene la ventaja del ahorro en calefacción en una vivienda que, por ejemplo, está limitada en su piso y cielo por bovedillas de EPS. Además, contribuye a la disminución de la transmisión del ruido de impacto entre pisos.



(Macías, 2016) Nos explica que el método de construcción de losa alivianada con bovedilla de poliestireno es muy poco aplicado, siendo aún más económico que el método tradicional. El uso de este sistema en losas de entrepiso; obteniendo mayor calidad de la obra y demanda de los mismos, lo que conlleva una reducción de costo, en comparación a los métodos tradicionales.

(León, 2013) Encontró que el experimento llevado a cabo, mostró que la densidad del hormigón modificado en base a MEPS (poliestireno expandido) es significativamente menor al del hormigón tradicional, disminuyendo un 28,5% el peso de la losa. Esto es relevante ya que al abordar proyectos de diseño entrega diversos beneficios, tales como: elementos con menor sollicitación y por ende menor sección, fundaciones más pequeñas y/o menos esbeltas y disminución del peso sísmico. Si a lo antes mencionado sumamos el bajo costo de elaboración de esta losa en relación a las existentes en el mercado nacional, se puede inferir su ventaja económica, siendo factible de utilizar en proyectos de edificación.

En la Libertad el déficit de vivienda en el año 2015, el decano del Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Departamental de La Libertad, Marco Cabrera Huamán señaló que en La Libertad existe un déficit habitacional de 91,340 viviendas, lo cual representa el 5% del total nacional. Estas importantes cifras fueron brindadas por el Fondo Mivivienda, y son muy importantes para conocer la realidad regional.

Entonces por todo lo expuesto, la presente investigación se centrará en identificar el cumplimiento de las normas peruanas para el diseño de losas aligeradas en la localidad de Trujillo utilizando dos tipos de bloques uno de poliestireno y el otro de ladrillos de arcilla. Asimismo, se comparará en cuanto mejora el costo y el peso de las estructuras, y las diferencias en el proceso constructivo, para lograr concluir cuál es la solución técnica-económica más eficiente que nos permita construir viviendas más económicas que ayuden a reducir el déficit habitacional de nuestra localidad.

2. Formulación del problema.

¿Cuál es la mejor solución desde el punto de vista de costos y proceso constructivo de sistemas estructurales, una con bloques de poliestireno y otra con ladrillos de arcilla para losas aligeradas en un edificio multifamiliar de cinco pisos en Trujillo?

3. Justificación.

Esta investigación se realizará porque existe la necesidad de mejorar la calidad de vida de la población atendiendo sus necesidades de vivienda. Entonces, con nuestro trabajo se contribuirá a comprobar si se puede economizar la mano de obra y el costo de la construcción total utilizando bloques de poliestireno en las losas aligeradas y así lograr que los usuarios tengan adecuadas infraestructuras.

Desde el punto de vista metodológico la presente investigación contribuirá con los futuros tesis que decidan investigar sobre la comparación a nivel de costos y avance de obra en la construcción de losas con bloques de poliestireno en lugar de los ladrillos ya conocidos de concreto o arcilla a nivel nacional, aprovechando sus ventajas en favor de la sociedad.

4. Objetivos.

4.1.Objetivo General

Analizar desde el punto de vista de costos y proceso constructivo dos soluciones de sistemas estructurales uno con bloques de poliestireno y otro con ladrillos de arcilla para losas aligeradas en un edificio multifamiliar de viviendas de cinco pisos en Trujillo.

4.2.Objetivos Específicos.

- a. Elaborar el diseño estructural de un edificio multifamiliar de viviendas con ladrillos de arcilla para la losa aligerada en Trujillo.
- b. Realizar el diseño estructural de un edificio multifamiliar de viviendas con bloques de poliestireno para la losa aligerada.

- c. Elaborar los metrados y presupuesto para ambos diseños de losas en Trujillo y comparar alternativas.
- d. Presentar los planos y detalles de ambas soluciones.

5. Antecedentes.

Las edificaciones utilizando bloques de poliestireno, es un método usado en algunos países de América Latina, para sustentar este trabajo de investigación se estudió y analizó como antecedentes; diversos estudios e investigaciones elaborados. Entre algunos de los trabajos realizados podemos mencionar:

El trabajo realizado en la tesis de (Ramos, 2002) “Análisis técnico y económico de losas de entrepiso”, tiene como propósito determinar las diferencias entre las losas compuestas con las láminas colaborantes, las losas aligeradas en una y dos direcciones y las losas compuestas con viguetas pretensadas, determinando las luces que se pueden cubrir con estos sistemas bajo ciertas condiciones de servicio. Considerando el empleo del poliestireno expandido como material aligerante, ya que son características de este material la versatilidad, la ligereza, la baja conductividad térmica, la resistencia, la baja absorción de agua, su facilidad de manejo y manipuleo que lo hacen muy útil como elemento aligerante dentro de las losas de entrepiso. Propone reemplazar los tradicionales ladrillos de arcilla por el poliestireno, material que reduce el peso del elemento aligerante de un entrepiso en un 99%, lo que disminuye el peso propio del sistema en un 40 % aproximadamente; además, le confiere al sistema de entrepiso propiedades de aislante térmico y acústico. En el sistema de lámina colaborante, a medida que se aumente el calibre de la lámina y el espesor de la losa, obtenemos una mayor luz. Con un mismo tipo de lámina colaborante se puede trabajar con cargas sobreimpuestas mayores a las normales, si se incrementa el espesor de la losa. El apuntalamiento durante el vaciado de concreto nos permite cubrir una mayor luz, pero la capacidad de soportar cargas sobreimpuestas disminuye con respecto a una losa con lámina colaborante vaciada sin apuntalamientos. Gracias a su versatilidad, el poliestireno permite trabajar con distancias libres entre viguetas mayores a los 30 cm, considerada usualmente. Además, es un material que puede ser trabajado con las herramientas habituales en la obra, lo que garantiza ajustes perfectos. Por otro lado, su bajo peso

permite la facilidad de transporte y grandes economías en la instalación, sea cual fuere el sistema constructivo utilizado. El poliestireno posee una conductividad térmica baja, su estructura de células cerradas y rellenas de aire dificultan el paso del calor o del frío, traduciéndose en una capacidad alta de aislamiento térmico y acústico.

La tesis de (Jalca, 2016) “Análisis comparativo en costo y tiempo entre losas alivianadas tradicionales y losas alivianadas con bovedilla de poliestireno en una edificación”, tiene como objetivo determinar si el sistema de alivianamiento con bloque de cemento o el sistema de alivianamiento con bovedilla de poliestireno es económicamente rentable para la construcción de losas alivianadas, en una edificación. Una vez realizado el estudio se pudo comprobar que las losas alivianadas con bovedillas de Poliestireno resultó ser más económica, y el Poliestireno como material de alivianamiento de losas de entrepiso, proporciona que el peso propio de la losa disminuya en un 27% con respecto a losas alivianadas con bloques de cemento. Se recomienda utilizar el sistema Fert para losas nervadas en un sentido, por cumplir con las normas establecidas y ser uno de los métodos más rentables para construcciones en serie o edificio de varios pisos, al tener mayor porcentaje de ahorro sin perjudicar la resistencia de la estructura. En las comparaciones detalladas, se puede observar que existe una diferencia considerable de precios en materiales, mano de obra y equipo entre los dos sistemas y consecuentemente en el costo total de ambos.

En la tesis elaborada por (Cosinga & Gómez, 2017) denominada “Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla”, tiene como propósito Determinar el costo de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla, a fin de elegir el material más económico mediante un análisis comparativo de costos.

Para realizar un análisis comparativo del costo estructural empleando losas aligeradas con casetones de poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla en una

edificación, se elaboró un diseño estructural en ambos casos, análisis de precios unitarios y por último los metrados.

Obteniendo el costo estructural del edificio con la finalidad de elegir el material más económico que toma cada uno de los casos empleando losas aligeradas con casetones de poliestireno y ladrillo de arcilla. Se determinó que las secciones de los elementos estructurales no varían, ya que el aminoramiento de la carga muerta debido al uso de losas aligeradas con poliestireno expandido se diluye al hacer las combinaciones de carga para el diseño estructural.

Este estudio aportara un análisis importante, debido a que establece que a pesar de tener un porcentaje de ahorro en los materiales y en proceso constructivo en las losas aligeradas de poliestireno expandido, las secciones de los elementos estructurales no tienden a cambiar sus dimensiones por los diversos análisis estructurales a los que está sometido.

6. Bases Teóricas.

6.1.Losas.

Se refiere a las estructuras de concreto armado utilizando como entrepiso, techos o coberturas de una edificación. (Norma técnica de metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas).

Las losas de piso son los principales elementos horizontales. Ellas son las que transmiten las cargas vivas en movimiento, así como las cargas muertas estacionarias, a los apoyos verticales de una estructura. Pueden ser losas sobre vigas, losas compuestas sobre viguetas, o losas sin vigas apoyadas directamente sobre las columnas. Se pueden dimensionar como actuantes en una dirección o en dos direcciones perpendiculares (Maguiña, 2013).

6.2. Losas Aligeradas.

La losa aligerada o losa nervada es una combinación monolítica de nervaduras, viguetas, o “costillas” uniformemente separadas, y una losa superior que actúa en una o dos direcciones ortogonales. Los elementos de relleno pueden ser de tipo permanente (como los ladrillos huecos de arcilla o concreto simple) o removibles entre las nervaduras. (Maguiña, 2013).

Las limitaciones geométricas de las losas aligeradas con rellenos permanentes se indican en la Figura 1.

- a) El ancho de las nervaduras no debe ser menor de 100 mm. El peralte del relleno, no mayor que 3,5 veces el ancho mínimo del nervio. Es decir, $bw \geq 100\text{mm}$ y $h \leq 3,5bw \text{ min.}$
- b) La separación libre entre las nervaduras no debe exceder de 750 mm. Dicho en otras palabras, $s \leq 750 \text{ mm.}$
- c) El espesor de la losa de concreto sobre rellenos permanentes no será menor de 40 mm, ni menor que $1/12$ de la distancia libre entre nervaduras. Esto es, $t \geq 40 \text{ mm, } t \geq s/12.$

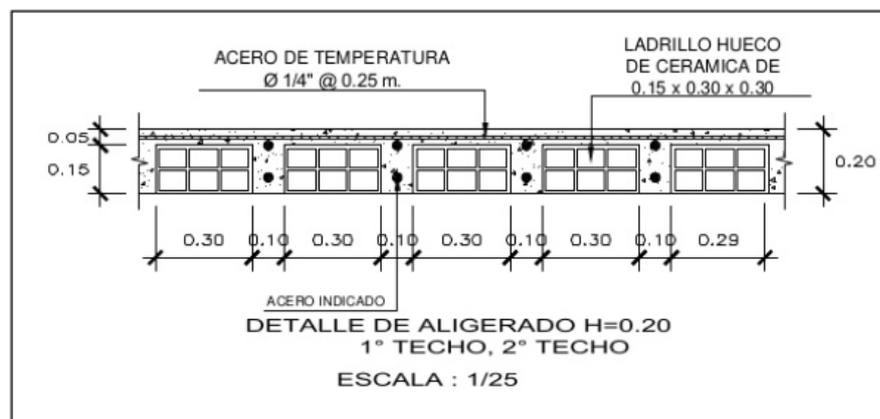


Figura 1.- Dimensiones de losas aligeradas con rellenos permanentes.

Recuperado de <https://pt.slideshare.net/MichelRodriguez1/194847764-detalledelosaaligerada>

Son elementos horizontales que transmiten carga muerta el peso de la estructura, carga viva que vendría hacer la tabiquería móvil, hacia las vigas, columnas placas y cimiento.

Se le denomina losas aligeradas a un tipo de losas en la que parte del concreto se reemplaza por otros materiales como cajones de madera, poliestireno, esferas, etc., y en el caso de viviendas de uno y dos pisos se reemplaza por ladrillos o bloques. De esta forma se disminuye el peso de la losa y se pueden cubrir mayores luces de manera más económica. (Cosinga & Gómez, 2017).

6.3. Bloques de Poliestireno Expandido.

Para el mejor detallado del concerniente tema, acerca de los bloques de poliestireno expandido y su aplicación en el campo, se ha estimado convenientemente disponer un capítulo con la información necesaria. Este capítulo describe únicamente sobre la bovedilla de EPS como elemento para utilización en losas aligeradas de concreto armado, de la misma manera, de las principales partes que la componen.

6.3.1 Campo analítico.

El análisis del comportamiento de una estructura se lleva a cabo con modelos. Un modelo es una representación esquemática o simplificada de la realidad. Este trabajo se enmarca en un campo teórico, esto es, que se utilizaran los métodos y procedimientos del análisis y diseño estructural, con su fundamentación matemática sobre modelos de la estructura real. (Avecillas, 2016)

El propósito del análisis estructural, realizado sobre los modelos es la determinación de esfuerzos, fuerzas, desplazamientos y deformaciones. El desarrollo de los métodos de análisis, ha permitido la creación de múltiples plataformas para implementar la teoría por ejemplo de MEF, con aporte de los procesos computacionales continuamente más versátiles. Por lo tanto, se ha logrado avances tecnológicos más sofisticados en el diseño y construcción de edificaciones, puentes, etc. Actualmente, hay mayor dominio de la realidad del comportamiento estructural y los parámetros de fuerzas, desplazamientos e incluso los complejos parámetros en los comportamientos dinámicos. Entre estas herramientas resulta de uso muy generalizado programas que implementan dicha teoría, de las cuales el SAP2000. (Avecillas, 2016).

6.3.1.1 Generalidades del EPS

6.3.1.1.1. Características del Material



Figura 2.- Etapas de poliestireno.

(Sumiseran, 1988)

El EPS corresponde a las siglas en inglés “expanded polystyrene”, gracias a sus excelentes cualidades como: ecológico, térmico, resistente a la humedad, sano, liviano, acústico, térmicamente estable y durable se convierte en uno de los productos más utilizados en la actualidad (Imsale, 2015).

En algunos países se le conoce al EPS por varios nombres, generalmente en correspondencia a su fabricante:

Tabla 1. Nombres usados del EPS, según su respectivo país.

(Avecillas, 2016)

PAÍS	NOMBRE
Argentina	Telgopor
Brasil	Isopor
Colombia	Icopor
Costa Rica	Estereofón
Chile	Plumavit, aislapol
Cuba	Poliespuma
Ecuador	Espuma-flex
El Salvador	Durapax

España	poliespán, poliexpán, poroexpán, porexpán
Guatemala	Duroport, Thermopor, Monoport
Honduras	Durapax
México	Unicel
Nicaragua	Poroplást
Panamá	Foam
Paraguay	Isopor
Perú	Tecnopor
Portugal	Esferovite
Puerto Rico	Foam, Foum o Fom
República Dominicana	Fon e hielo seco
Uruguay	Espuma plast
Venezuela	Anime

6.3.1.1.2. Propiedades del EPS de interés en su aplicación en el sector de la construcción

El poliestireno expandido es el material fundamentalmente utilizado en este trabajo para colocar entre vigas o viguetas de las soluciones propuestas de techos y entresijos de concreto armado. Por esta razón, se mencionan las principales propiedades del material EPS, específicamente las que resultan de interés en el sector de la construcción. El EPS, como material para el alivianamiento, se emplea con éxito ya que alrededor del 98% del volumen del material está constituido por aire (Avecillas, 2016).



Figura 3.-Entrepiso de concreto armado, aligerado con bloques de EPS.

(Avecillas, 2016)

A. Propiedades físico – mecánicas

- Densidad

Antes de la expansión, tiene densidad de 765 kg/m^3 . Después de este proceso se dilata hasta conseguir un volumen hasta 50 veces mayor. Las densidades más comunes están en el rango de $10 - 40 \text{ kg/m}^3$ (Cofre, 2003)

Tabla 2.- Densidad mínima recomendada según su aplicación.

(Valfi, 2016)

APLICACIÓN	DENSIDAD MÍNIMA (IRAM 1737)
Paredes de mampostería común	15 kg/m^3
Techos de tejas	$15-20 \text{ kg/m}^3$
Azoteas	$20-25 \text{ kg/m}^3$
Cielorrasos	15 kg/m^3
Entrepisos flotantes	13 kg/m^3
Techo invertido	$20-25 \text{ kg/m}^3$

- Tensión por compresión

Es la principal característica mecánica del material de poliestireno expandido de interés de la construcción. Mientras más baja sea la densidad, tan baja será la tensión por compresión. Los valores están en rangos de $65-250 \text{ kPa}$. Además, influye la

edad, temperatura y la forma del elemento. La tensión por compresión se ensaya con cubos de 50 mm de lado, se aplica fuerza y se registran en función al grado de deformación (Cofre, 2003).

- Rango elástico

El EPS permite las deformaciones unidireccionales entre 1% - 1,5%, dentro del rango elástico, es decir, el material tiene un comportamiento lineal y elástico. El valor de deformación plástica va en el orden del 60 - 70%, generando un rango elástico lineal hasta deformaciones del 10% y un comportamiento lineal hasta deformaciones del orden del 30%. Las características del poliestireno lo convierten en el mejor de los polímeros. Otros parámetros importantes del material son su módulo de elasticidad y la relación de Poisson que varían según su densidad entre 1.0 - 11.0 MPa, y 0.08 - 0.17, respectivamente (Cofre, 2003).



Figura 4.- Deformación vs. Esfuerzos en los poliestirenos.

(Pozuelo, 2016)

B. Propiedades térmicas

Para cálculos, los valores a tomar serán: coeficiente de dilatación 7×10^{-5} y capacidad térmica de 1210 J/kgK (Plastics, 2016).

- Coeficiente de conductividad térmica

La conductividad térmica es el transporte de calor, en un espesor de 50mm y a temperatura de 10 °C. En la tabla 3, se indican los coeficientes de conductividad térmica media para ciertas densidades, válida solo para elementos obtenidos con materias primas estándar (Andimat, 2008).

Tabla 3.-Coeficientes de conductividad térmica para distintas densidades.

(Andimat, 2008)

DENSIDAD (kg/m³)	COEF. DE CONDUCTIVIDAD(W/m.K)
10	0.043
12	0.040
15	0.038
20	0.035
25	0.034
30	0.033
40	0.032

C. Propiedades higroscópicas

- Absorción de agua

Muchos materiales de construcción tienen la capacidad de absorber la humedad del medio (higroscópico). El EPS, aunque este sumergido en agua, absorbe una pequeña cantidad de humedad. La absorción de agua es mínima alrededor entre 1 y 3%. Pero, es recomendable evitar que los elementos de EPS permanezcan durante tiempos prolongados. El novedoso material impide la absorción del agua de la mezcla de concreto y en casos puede tener un recubrimiento exterior epóxico. Incluso resiste el tráfico de personal en obra (Anape, 2016).

D. Comportamiento frente al fuego

El EPS es un polímero con agente expansivo, por tanto, es un material inflamable y combustible. El material comienza a ablandarse lentamente y luego a contraerse con temperaturas sobre los 100 °C. Al aumentar esta temperatura el material se funde. En losas de hormigón armado con bloques de EPS, no se produce la combustión del poliestireno expandido, ya que, no hay aporte adecuado de oxígeno (Anape, 2016).

E. Resistencia a químicos

El EPS frente puede comportarse de manera estable o inestable ante productos químicos. La tabla 4, muestra el comportamiento del EPS frente a diferentes sustancias químicas. (Anape, 2016)

Tabla 4.- Propiedades Químicas

SUSTANCIA	ESTABILIDAD
Aceite de diesel	No estable
Ácido clorhídrico (35%)	Estable
Ácido nítrico (50%)	Estable
Ácidos concentrados (sin agua)	No estable
Ácidos diluidos	Estable
Agua de cal	Estable
Agua de mar	Estable
Carburantes	No estable
Disolventes orgánicos	No estable
Etanol	Estable
Jabones y soluciones tensioactivos	Estable
Metanol	Estable
Soluciones alcalinas	Estable

F. Propiedades relativas al ambiente

El poliestireno expandido tiene las siguientes (Utilbox, 1994) :

- El poliestireno expandido es económico tiene 98% de aire.
- El EPS no es biodegradable.
- Los productos de EPS no son tóxicos, pueden tener contacto con alimentos bajo requerimientos de higiene y seguridad.
- Producto que no tiene peligro para uso cotidiano.
- El pentano es inocuo, agente que se usa para producir el EPS. No daña la capa de ozono ni la salud de los seres vivos.
- Totalmente reciclable independientemente de que esté limpio o sucio. El reciclado mecánico llega hasta 5 veces.

6.3.1.2. Ventajas del aligeramiento en las edificaciones

El propósito del aligeramiento con elementos de EPS, es el de optimizar los recursos y reducir el costo económico de la construcción manteniendo las condiciones funcionales, estéticas y de seguridad previstas. El aligeramiento de techos y entresijos de hormigón armado permite reducir las dimensiones de los elementos que lo resisten, y reduciendo su costo económico. Pero ésta no es la única misión del aligeramiento de estructuras ya que también se consiguen una serie de ventajas tecnológicas en diversos aspectos (Anape, 2016) como son:

1. En fase de diseño

- El aligeramiento del peso propio de techos y entresijos contribuyen una reducción de la deformación y desplazamiento que es una restricción que establecen límites.
- La disminución del peso propio reduce cargas, lo cual permite el ahorro en el armado en vigas, columnas y cimientos, que es significativo económicamente y aporta una optimización de secciones.

2. En fase de ejecución

- En disminución de costos en el transporte y la manipulación.
- En disminución de costos en recursos humanos, por la facilidad de manipulación al ser piezas muy ligeras.
- En disminución de cansancio por parte del personal de construcción, ya que son elementos más livianos.
- En disminución de apuntalamientos.

3. Un mejor comportamiento antisísmico

- Al reducir la masa de la estructura se reduce la fuerza predominante horizontal que genera la aceleración sísmica de la construcción y correspondiente también a la deformación horizontal.

6.3.1.3. Descripción de entresijos con bloques de EPS.

6.3.1.3.1. Descripción técnica-constructiva

La solución técnica constructiva cuenta con un bloque de poliestireno y una capa de compresión de hormigón in situ, generalmente armada con malla electrosoldada y trabaja como una losa unidireccional nervada de hormigón. En 1996, se reconoce

al EPS como adecuado para su uso como pieza de entrevigado de entrepisos y techos unidireccionales de concreto armado (Anape, 2016).

6.3.1.3.2 Componentes técnicos-constructivos

A. Bloques de EPS

Los bloques de EPS (poliestireno expandido) son elementos aligerantes de la solución técnica-constructiva con la función de reducir el alto peso propio de entrepisos y techos de hormigón expandido, así como suprimir el encofrado durante el proceso constructivo. Se aplica la teoría del análisis estructural (Cofre, 2003).

Los bloques de EPS son la mejor opción para techos y entrepisos de concreto armado con viguetas, sustituyendo los elementos tradicionales como los bloques de pared e incluso las bovedillas de cerámica o de mortero (Azqueta, 2006).

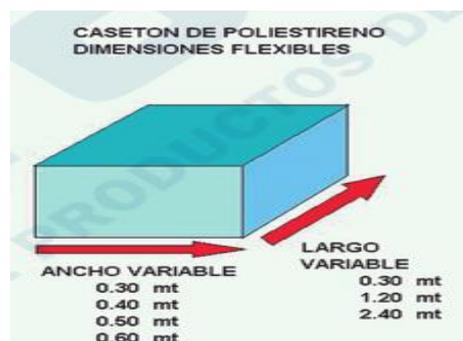


Figura 5.- Dimensiones de Casetón

(Faprotec, 2001)

En Perú, en la ciudad de Lima, las empresas Faprotec y ETSA PERÚ elaboran productos de poliestireno expandido. Estas empresas abastecen la demanda que se va originando en diferentes aplicaciones a nivel nacional. Este trabajo por tanto formará un adelanto en el progreso tecnológico de las edificaciones.

B. Componentes complementarios

- Concreto

(Tafur, 2012) Ya que no se requiere de concretos de alta resistencia, se utilizará un concreto de resistencia convencional con las siguientes propiedades mecánicas:

- Resistencia nominal a la compresión: = 210 kg/cm
- Módulo de elasticidad: = 217,000 kg/cm

- Malla electrosoldada

La malla debe de ir en toda la superficie a enlucir y fijarla con tachuelas en forma de “U” a las viguetas, para luego proceder con el revoque acostumbrado. La función de la malla es conectar el mortero con los bloques de poliestireno. La proporción de la mezcla para el enlucido es la misma que la tradicional. (Faprotec, 2001).

- Encofrado

Sin duda alguna el encofrado para losa de concreto armado usa la superficie total de encofrado, así aumentando el costo de la obra. Con la alternativa de usar losas aligeradas, el uso del encofrado está por debajo del 40% (Avecillas, 2016).

6.4. Elementos Estructurales.

Los principales elementos estructurales en toda edificación vienen a ser la cimentación, las columnas, las vigas, las losas y las placas; para el presente proyecto no se emplearán las placas.

a) Losas:

Las funciones principales de este elemento son:

La primera ligada a cargas por gravedad, ya que trasmite a las vigas, cargas propias de la losa, el piso terminado, la sobrecarga, tabiques u otros elementos apoyados en ellos.

La segunda ligada a cargas de sismo, es la obtención de la unidad de la estructura, de manera que esta tenga un comportamiento uniforme en cada piso, logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel. (Blanco B, 1994).

b) Vigas:

Las vigas tienen la función de transmitir la carga que soporta la losa, hacia las columnas, muros o placas; en conjunto con las columnas forman los pórticos.

Las vigas pueden ser peraltadas o chatas, eso depende de su altura, las vigas peraltadas son aquellas que tienen mayor espesor que la losa, pueden ser invertidas, quiere decir que sobresalen hacia la parte superior de la losa (Blanco B, 1994).

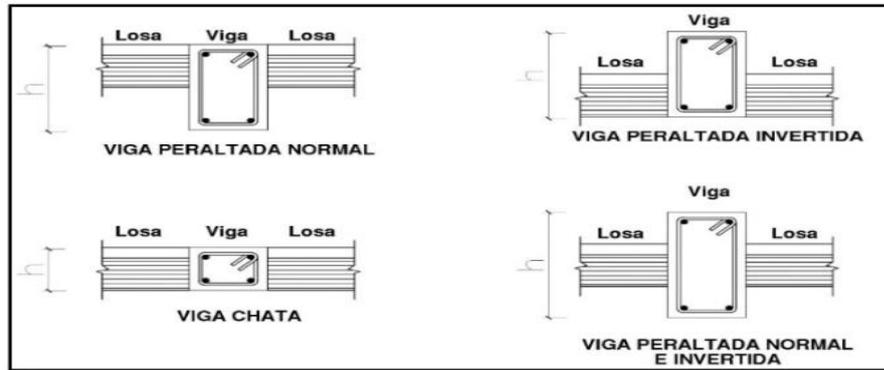


Figura 6.- Secciones de vigas.

Fuente: (Cosinga & Gómez, 2017)

c) Columnas:

Son elementos verticales, las cuales soportaran las cargas por gravedad de la estructura que reciben a través de las vigas y losas; y las transferirá hacia la cimentación.

Las columnas pueden tener distintas secciones, como circulares, cuadradas y rectangulares; estas son las más usadas en el rubro de la construcción, por ser más sencillo el armado de su encofrado, en comparación a otras secciones.

Para definir y ubicar las columnas, se debe tener en cuenta la arquitectura ya que estas deben ser continuas desde el nivel superior hasta su cimentación, para poder transferir las cargas de manera adecuada. (Blanco B, 1994).

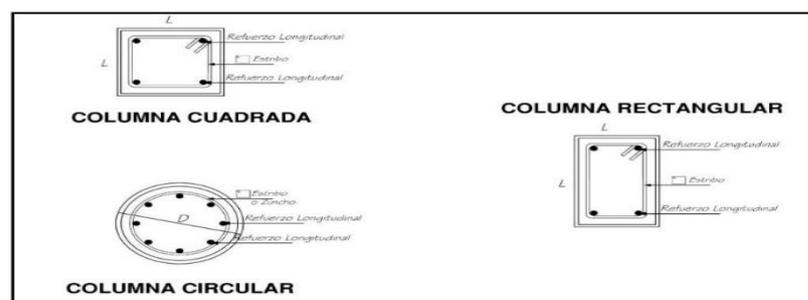


Figura 7.- Secciones de columnas.

Fuente: (Cosinga & Gómez, 2017)

6.5. Estructuración

Se requiere un criterio sismo-resistente para estructurar una edificación que se encuentra en una zona altamente sísmica como es nuestra costa peruana, buscando que la estructura tenga un comportamiento elástico para sismos leves frecuentes y un comportamiento inelástico aceptable para sismos raros. (Cosinga & Gómez, 2017).

Con el objetivo de conseguir los comportamientos indicados anteriormente, se prosiguió con los criterios para la estructuración:

a) Predimensionamiento

El predimensionamiento de los elementos estructurales es de mucha utilidad, ya que nos da una referencia de las dimensiones de las losas, columnas, vigas y placas; las cuales serán ajustadas en el diseño final de acuerdo a las solicitaciones reales. (Blanco B, 1994).

b) Simplicidad y simetría

La experiencia nos ha demostrado que las estructuras simples se comportan mejor durante un sismo, esto se debe a dos razones principales:

- I. El comportamiento sísmico de la estructura simple tiene mayor posibilidad de ser predicho en comparación de una compleja.
- II. La idealización de los elementos estructurales en una estructura sencilla, es más sencilla que en una compleja.

La simetría de la estructura en las dos direcciones es deseable, ya que, de no ser así, se produciría efectos torsionales que son complejos al momento de evaluar y pueden ser muy perjudiciales para la edificación.

Las fuerzas de sismo se podrán idealizar actuando en el centro de masas de cada piso, mientras las fuerzas que absorben los elementos estarán ubicadas en el centro de rigidez; si no existe coincidencia entre el centro de masas y el centro de rigidez el movimiento sísmico no solo ocasionara un movimiento de traslación, sino adicionalmente un giro en la planta estructural, la cual hace incrementar los esfuerzos debidos al sismo, pudiéndose sobrepasar los esfuerzos resistentes.

Los cálculos que se realizan en este aspecto son aproximaciones y mientras más excentricidad existe se tendrán mayores problemas. (Blanco B, 1994).

c) Resistencia y ductilidad

El sistema estructural de cualquier edificación debe tener una buena cantidad de muros estructurales y columnas que proporcionen una adecuada resistencia y ductilidad. Con una adecuada resistencia se disminuye la posibilidad que en un sismo frecuente se alcance un estado inelástico, y con una alta ductilidad se tendrá una mayor disipación de energía por las rótulas plásticas generadas en un sismo severo.

Es preferente que las rótulas se generen en las vigas y no en las columnas para tener un mecanismo de colapso con una buena ductilidad y un daño repartido en más zonas de la edificación. (Blanco B, 1994).

d) Hiperestaticidad y monolitismo

Se debe lograr que la estructura tenga una disposición hiperestática, con el fin de obtener una mayor capacidad resistente ante sollicitaciones sísmicas mediante rótulas plásticas. Estas rótulas plásticas son la mejor opción para disipar la energía proveniente del sismo.

Es necesario que la estructura sea monolítica, que esta trabaje como un solo elemento, para cumplir con las hipótesis planteadas en el modelo. (Blanco B, 1994).

e) Uniformidad y continuidad en la estructura

Se recomienda que la estructura sea continua en su planta y en su elevación.

Se debe evitar cambios bruscos en los elementos verticales. Por ejemplo, si se debe eliminar al algún elemento vertical, hacerlo de manera gradual en los pisos. Con este criterio, podemos evitar el fenómeno de “piso blando”, el cual aumenta la concentración de esfuerzos en los elementos de un determinado nivel. (Blanco B, 1994).

f) Rigidez lateral

Una buena cantidad de muros estructurales y columnas combinados con vigas de un peralte adecuado proporcionan una mayor rigidez lateral, reduciendo el desplazamiento lateral generado por las fuerzas horizontales y la cantidad de daño de los elementos estructurales. (Blanco B, 1994).

g) Diafragma rígido

Una losa debe poseer una alta rigidez axial para ser considerada como un diafragma rígido, además de no contar con aberturas grandes. Es importante que la losa se comporte como un diafragma rígido, para poder asumir la distribución de fuerzas horizontales en base a las rigideces de las placas y columnas. (Blanco B, 1994).

h) Elementos no estructurales

Un punto importante en la estructuración es considerar la influencia de los elementos no estructurales. Estos pueden producir un cambio en el centro de masas o en la distribución de esfuerzos si el peso de estos elementos no hubiese sido considerado en el análisis. Un aspecto positivo es que estos elementos pueden ayudar a disipar energía cuando se agrietan. (Blanco B, 1994).

i) Cimentación

Para la cimentación de la estructura se debe tener en consideración: la transición de la cortante basal de la estructura hacia el edificio, los momentos volcantes, prever los desplazamientos diferenciales de la cimentación y tener en cuenta el fenómeno de licuefacción. Asimismo, se debe tener en cuenta la posibilidad de giro de la cimentación; en caso se tenga un suelo muy blando, mayor importancia se le debe dar al giro, pues puede cambiar el diseño de la estructura. (Blanco B, 1994).

j) Diseño en concreto armado

Existen recomendaciones para el diseño sismo-resistente en concreto armado, como: brindarles mayor capacidad resistente a las columnas que a las vigas, de forma que las rótulas se formen primero en las vigas; confinar el concreto, mediante núcleos, en zonas de grandes compresiones; y brindarles a los elementos mayor capacidad por cortante que, por flexión, con el fin de generar una falla dúctil. (Blanco B, 1994).

6.6. Metrados.

(Cruz, 2014) La finalidad de realizar un metrado, en este caso una edificación, es:

- Establecer el costo de la misma o de sus partes que vendría a ser el costo estructural en este caso.
- Determinar la cantidad de materiales necesarios para ejecutarla.

a) Principios generales

Se trata entonces de realizar las mediciones de longitudes, áreas y volúmenes, que requiere de fórmulas geométricas y planteo aritméticos, por lo común y del dominio general.

Se tomaron los siguientes principios para realizar el metrado de un edificio:

- La interpretación ajustada de un plano no puede lograrse si no se tiene la visión conjunta de la obra.
- Respetar los planos, la medición debe corresponder con la obra. El cómputo se hará siguiendo las indicaciones del plano y las especificaciones.
- Teniendo en cuenta que durante el metrado se pone en evidencia los errores y omisiones cometidas en el dibujo, donde resulta que el computista es también un eficaz colaborador del proyectista.
- Ajustarse a las normas.
- Medir con exactitud los límites razonables de tolerancia se debe lograr un grado de exactitud tanto mayor, cuando sea mayor el costo del rubro que se estudia. (Cruz, 2014).

b) Reglamentación

En nuestro país existe el denominado Reglamento de Metrados para Obras de Edificación (DS N° 013-79-VC del 29.04.79). Empleándolo en esta investigación para el adecuado desarrollo. (Cruz, 2014).

c) Documentos necesarios

- Planos definitivos de planta, cortes y elevaciones
- Planos de estructuras

- Planos de detalles estructurales. (Cruz, 2014).

d) Técnicas del metrado

Se toman en cuenta siguientes procesos para el mejor entendimiento de los metrados:

- El trabajo se divide, por etapas, cada una de las cuales constituye un rubro del presupuesto (estructuras, arquitectura, sanitarias y eléctricas).
- El trabajo debe ser detallado en todas sus partes para facilitar su revisión, corrección o modificación.
- Se buscará un orden, una disposición que permita reducir al mínimo el número de operaciones y el de mediciones.

(Cruz, 2014).

6.7 Costo unitario

Es el costo de una unidad de obra o también llamada partida. Cada partida tiene un costo unitario (mano de obra + materiales + equipo y herramientas) y también un metrado. Al multiplicar el precio unitario de cada partida con el respectivo metrado, constituye el precio que el contratante pagará al contratista como costo directo, es decir, sin incluir los aranceles de impuestos, utilidad y otros.

Los costos unitarios se representan por la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Costo unitario} = Mo + Mat + Herr + Eq$$

Donde:

Mo = Mano de obra

Mat = Materiales

Herr = Herramientas.

Eq = Equipo (Cruz, 2014).

a) Mano de obra

El costo de mano de obra tiene varias categorías como: capataz, operario, oficial y peón.

Para la ejecución de las partidas se considerará los precios vigentes del costo de la mano de obra en el territorio nacional.

El costo de la mano de obra es la sumatoria de los siguientes rubros que están sujetos a las disposiciones legales vigentes:

Tabla 5.- Costo de hora hombre en obras de edificación.

Categoría	concepto	Ítem		
		Operario	Oficial	Peón
1.00	Remuneración Básica vigente (RB) (vigente del 01.06.2017 al 31.05.2018)	64.3	52.00	46.5
2.00	Bonificación Unificada de Construcción (BUC) (vigente del 01.06.2017 al 31.05.2018)	20.58	15.60	13.95
3.00	Leyes y beneficios sociales obre RB 113.26%	72.83	58.90	52.67
4.00	Leyes y beneficios sociales obre BUC 113.26%	2.47	1.87	1.67
5.00	Bonificación por movilidad acumulada	7.20	7.20	7.2
6.00	Overol (2 und anuales)	0.4	0.4	0.4
Costo día hombre (DH) S/.		167.78	135.97	122.39
Costo hora hombre (DH) S/.		20.97	17.00	15.30

Fuente: (Costos, 2017)

Mano de obra dentro del régimen especial de construcción civil

En el régimen de construcción civil, se considera trabajador a toda persona natural que realiza labor de construcción, dentro de la definición contenida en la División 45 de la categoría F de la clasificación Internacional Uniforme de las Actividades Económicas (CIU) de la 3ra. División de la Organización de las Naciones Unidas.

De esta manera y en función de lo regulado por el Decreto Supremo de fecha 02 de marzo de 1945, los trabajadores de construcción civil han sido agrupados en 3 categorías, definidos como:

i. Operarios

Donde se encuentra comprendido los siguientes: albañil, carpintero, fierros, pintores, electricistas, gasfiteros, plomeros, almaceneros, chóferes, concreteros y wincheros, mecánicos y todos los calificados en una especialidad de la rama como los que se dedican a la construcción de puentes, caminos y túneles. (Cruz, 2014).

ii. Ayudantes u Oficiales

Están comprendidos los trabajadores que desempeñan como ayudantes de los operarios. (Cruz, 2014).

iii. Peones

Son los trabajadores no calificados que son ocupados en diversas tareas de la actividad constructora. (Cruz, 2014).

b) Materiales

El costo utilizado es de material puesto en obra tomando en cuenta los siguientes puntos:

Precio del material en el centro abastecedor

El precio del material, será aquella que se tome del costo en fábrica sin incluir I.G.V. (Cruz, 2014).

Costo de flete

Es el costo del transporte desde el centro abastecedor hasta el almacén de la obra, como se indica en el cálculo de flete. (Cruz, 2014).

Costo de almacenamiento

El presente es el de almacenar, el cual es un servicio auxiliar en la construcción. (Cruz, 2014).

Mermas

Es la porción de un material que se consume naturalmente. Se considerará el costo de mermas en un porcentaje de desperdicios. (Cruz, 2014).

c) Herramientas

Se refiere a cualquier utensilio pequeño que va a servir al personal en la ejecución de trabajos simples y/o complementarios a los que se hace mediante la utilización de equipos.

Por tener un índice muy bajo, en el presupuesto se considera un porcentaje del 3% de la mano de Obra. (Cruz, 2014).

d) Maquinaria y equipo

En esta parte importante para mejorar el tiempo de la construcción. Se debe considerar en los costos ya sea como alquiler o como equipo propio. (Cruz, 2014).

7. Definición de términos básicos.

Comparación del comportamiento estructural y económico de losas aligeradas compuestas por bloques de arcilla y poliestireno, Trujillo 2018.

Arcilla: Se trata de un mineral que está compuesto por silicatos de aluminio, elementos hidratados a los que debe su consistencia pastosa. Puede ser producido por diferentes rocas descompuestas, entre las que se encuentra el granito. Las coloraciones que presenta pueden variar; mayormente, se pueden notar tonos naranjas si contiene muchas impurezas, pero puede ser blanca si es totalmente pura (Educalingo, 2015).

Comportamiento Estructural: Es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales. (RNE, 2006)

Comportamiento Económico: Para el presente proyecto se considera como la evaluación de los costos finales de las estructuras.

Poliestireno: Según (Báez, 2004) define técnicamente como material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de Poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire.

Losas: Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo. (Ministerio de Vivienda, 2009).

8. Formulación de la hipótesis.

Utilizando ladrillos de poliestireno en un edificio multifamiliar en el distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento de la Libertad, se puede mejorar

considerablemente el aprovechamiento de los recursos tanto humanos como materiales, reduciendo los costos finales de construcción.

9. Línea de Investigación.

Considero la línea de investigación de Gestión, innovación y tecnología en infraestructura moderna y patrimonial, debido a que nuestro proyecto de tesis promueve un nuevo proceso constructivo para losas de entrepiso, empleando bloques de poliestireno expandido como elemento aligerante; incrementando la productividad en la construcción.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

1. Material:

a. Materiales

- Papel bond a4 de 80grms 02 millares
- Lapiceros 01 caja
- Cds. 6 unidades
- Tinta para impresión 04 unidades

b. Humano.

- Investigador.
- Asesor

c. Servicios.

- Internet
- Fotocopias
- Anillado
- Empastado
- Impresión

d. Equipos.

- Dispositivo USB 1 unidad
- Laptop 1 unidad
- Impresora 1 unidad

2. Material de estudio.

a. Población.

Todas las edificaciones diseñadas para vivienda que empleen losas aligeradas como sistema de entre piso.

b. Muestra.

Muestreo: La siguiente investigación tiene como muestreo no probabilístico porque en el proceso de selección se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra; también es por juicio por que los elementos de la población serán elegidos a mi criterio.

3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

En este proyecto se utilizará Estadística Descriptiva, ya que se recogerá, ordenará, examinará y representará un conjunto de datos, con el fin de presentar una comparación de costo que denote la variación de datos, representados por tablas y cálculos.

3.1 Para recolectar datos.

Para el desarrollo del presente proyecto se han elaborado indagaciones teóricas. La investigación implicó el estudio de las teorías para el análisis y diseño convencional de vigas y losas, y un modelamiento estructural en los softwares ETABS 2016, SAFE 2016 y Excel. Se presenta con diversos formatos para las comparaciones entre estas dos dimensiones procesando en el software Excel.

3.2 Para procesar datos.

El Procesamiento de datos se presentará en Cuadros, mediante estadística descriptiva. Los datos obtenidos se comparan con los resultados de ambos tipos de ladrillos, se confirmará la viabilidad de acuerdo al resultado a fin de elegir el material más económico.

4. Operacionalización de variables.

Tabla 6.- Operacionalización de variables.

VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Comportamiento estructural de edificio multifamiliar con ladrillos arcilla para losas aligeradas	Elementos Estructurales	Predimensionamiento	m
	Análisis Estático y Dinámico	Cortante Basal	tn
		Derivas	adimensional
		Esfuerzos	tn/m ²
		Deformaciones	m
Diseño Estructural	Zapatas, columnas, vigas, losas aligeradas	m	
Comportamiento estructural de edificio multifamiliar con bloques de poliestireno para losas aligeradas	Elementos Estructurales	Predimensionamiento	m
	Análisis Estático y Dinámico	Cortante Basal	tn
		Derivas	adimensional
		Esfuerzos	tn/m ²
		Deformaciones	m
Diseño Estructural	Zapatas, columnas, vigas, losas aligeradas	m	
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Comportamiento Económico	Metrado	Longitudes	m
		Área	m ²
		Volúmenes	m ³
	Análisis de Precios Unitarios	Materiales	soles
		Mano de Obra	soles
		Equipos y herramientas	soles

III. RESULTADOS.

3.1 Diseño estructural

3.1.1 Predimensionamiento:

Para predimensionar los elementos estructurales se tendrá en cuenta algunos criterios, los que cuales se procederán a detallar a continuación:

a. Predimensionamiento de losas aligeradas.

Para el predimensionamiento de losas utilizaremos la siguiente fórmula:

$$e = \frac{L}{25}$$

L: Luz menor del paño

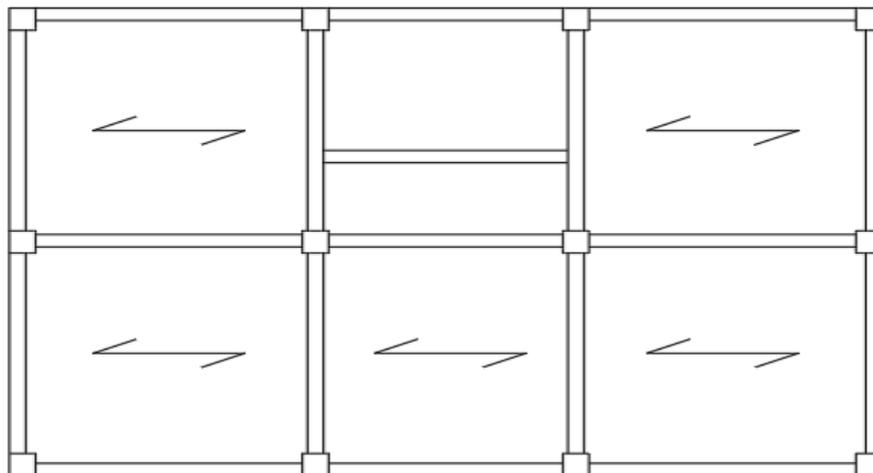


Figura 8.- Sentido de aligerado.

Calculamos:

$$e = \frac{4.5}{25} = 0.18.$$

Utilizamos un peralte de 20 cm para nuestra losa aligerada.

b. Predimensionamiento de vigas

Para el predimensionamiento de vigas usaremos las siguientes fórmulas:

- **Peralte de la viga**

$$b = \frac{h}{2}$$

Base de la viga

$$h = \frac{l}{10}$$

Donde:

L: Luz de la viga (eje a eje)

b: Base de la viga

h: Peralte de la viga

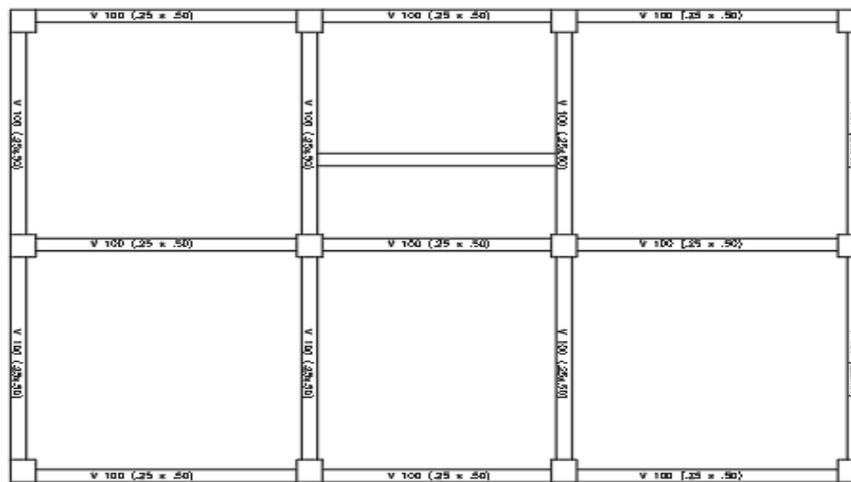


Figura 9.- Secciones de vigas en planta.

- **Viga Principal**

$$h = \frac{4.55}{10} = 0.455 \approx 0.50 \quad b = \frac{0.50}{2} = 0.25.$$

- **Viga Secundaria**

$$h = \frac{4.55}{10} = 0.455 \approx 0.50 \quad b = \frac{0.50}{2} = 0.25.$$

Con los cálculos realizados tenemos vigas principales a lo largo del eje y-y, de medidas 0.50x0.25m y vigas secundarias a lo largo del eje x-x, de medidas 0.50x0.25m.

c. Predimensionamiento de columnas

Para el predimensionamiento de columnas utilizamos las siguientes fórmulas:

COLUMNAS

$$A_{col} = \frac{\lambda P_g}{\eta f_c}$$

TIPO DE COLUMNA	λ	η
CENTRAL	1.1	0.3
PERIMETRAL	1.25	0.25
ESQUINA	1.5	0.2

Figura 10.- Factores para predimensionamiento

Fuente: (Oviedo, 2016)

Donde:

λ = Factor que depende de la ubicación de la columna.

P_g = Carga de servicio.

η = Cantidad de niveles.

f_c = Resistencia a la compresión del concreto.

Carga de Servicio:

Categoría A: 1500kg/m²

Categoría B: 1250kg/m²

Categoría C: 1000kg/m²

Áreas tributarias:

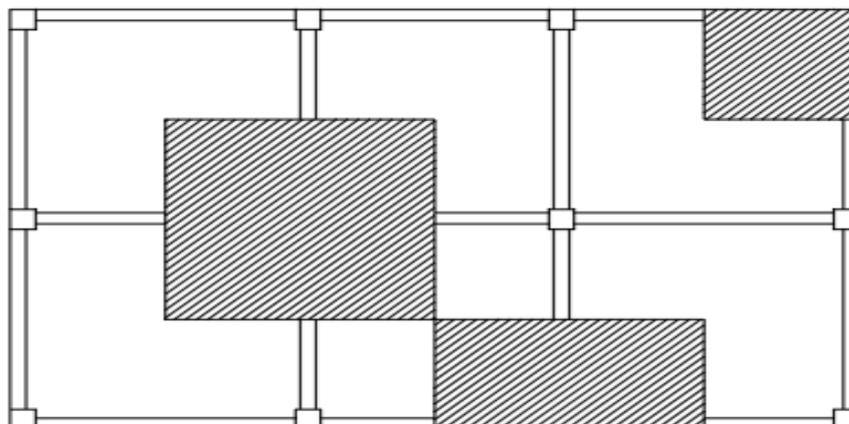


Figura 11.- Áreas tributarias de columnas.

Columnas Esquineras (C-1):

Tabla 7.- Características de la columna esquinera

COLUMNA ESQUINERA		
AREA	6.08	m ²
Pservicio	1000	kg/m ²
f'c	210	kg/cm ²
Área Col	1085.7	cm ²
Lado x	45	Cm
Lado y	40	Cm

Columnas Excéntrica (C-2):

Tabla 8.- Características de la columna excéntrica

COLUMNA EXCENTRICA		
AREA	10.50	m ²
Pservicio	1000	kg/m ²
f'c	210	kg/cm ²
Área Col	1250.0	cm ²
Lado x	45	Cm
Lado y	40	Cm

Columnas Céntricas (C-3):

Tabla 9.- Características de la columna céntrica.

COLUMNA CENTRAL		
AREA	19.09	m ²
Pservicio	1000	kg/m ²
f'c	210	kg/cm ²
Área Col	1666.6	cm ²
Lado x	45	Cm
Lado y	40	Cm

Una vez calculado obtuvimos las secciones de nuestras columnas:

Columnas Esquineras (C-1): 45x40 cm

Columnas Excéntricas (C-2): 45x40 cm

Columnas Céntricas (C-3): 45x40 cm

- **Factor de zona (Z):**

Tabla 10.- Factores de zona

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente del RNE.

Ya que el proyecto se ubica en Trujillo, su factor de zona será de 0.45, según la Norma Técnica de Diseño Sismoresistente.

- **Factor de uso o importancia (U):**

Tabla 11.- Categoría de la edificación y factor de uso.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente del RNE.

Nuestra edificación, será utilizada en todos sus niveles para uso de vivienda, por lo que su categoría es de tipo C, con un factor de uso de 1.

- **Factor de amplificación del suelo (S):**

Nuestro suelo tendrá de capacidad portante 1.32 kg/cm² y será un suelo blando según la Norma Técnica de Diseño Sismoresistente.

Por lo tanto el factor de amplificación del suelo será de 1.10

Tabla 12.- Factor de uso.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente del RNE.

Tabla 13.- Periodos Tp y Tl.

Tabla N° 4 PERÍODOS "T_P" Y "T_L"				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente del RNE.

Tp: Período que define la plataforma del factor C.

Tl: Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

- Factor de amplificación sísmica (C):

Para hallar el factor de amplificación sísmica primero calculamos el periodo y posterior a ello lo comparamos con el Tp y Tl.

Ct: Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.

Tabla 14.-Factor de Amplificación Sísmica

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

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente del RNE.

Altura total de la edificación:

Es la suma del desplante de cimentación, y todas las alturas de entrepiso de la edificación.

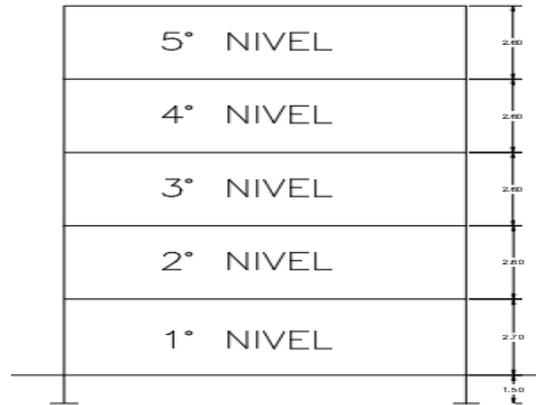


Figura 12.- Perfil del edificio.

Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.

$$T = \frac{hn}{Ct} = \frac{1.5 + 2.7 + 4 \times 2.6}{35} = 0.42$$

Ct: Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.

Ct = 35 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente Pórticos de concreto armado sin muros de corte.

Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

$$T \leq 0.5s \quad k = 1.0$$

Anteriormente hallamos el Tp y el Tl, que tienen los siguientes valores:

$$Tp = 1,0 \quad Tl = 1,6$$

Por lo tanto, el coeficiente de amplificación sísmica es de 2.5.

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R):

Para hallar el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, primeros verificaremos si nuestra edificación presenta irregularidades, tanto en planta, como en altura.

$$R = Ia \times Ip \times Ro$$

R: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

Ia: Factor de irregularidad en altura.

Ip: Factor de irregularidad en planta.

Ro: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

Nuestro proyecto no muestra irregularidades en altura ni en planta por lo que nuestros factores de irregularidad serán igual a 1.

Tabla 15.- Coeficiente básico de reducción.

Tabla N° 7	
SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_d (*)
Acero:	
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
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente del RNE.

De esta manera nuestro coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas es igual a 8.

$$R = 1 \times 1 \times 8 = 8$$

ANÁLISIS SÍSMICO

Para evaluar el comportamiento de nuestra estructura debemos de realizar un análisis sísmico dado que nuestro país es altamente sísmico. Considerando la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente, nuestra edificación no deberá de colapsar ante ninguna eventualidad sísmica, ante sismos leves podría llegar a soportar mínimos daños que pueden arreglarse, cuando el sismo es de un grado considerable sufriría enormes daños, no obstante, se facilitaría el tiempo necesario para que los moradores que se encuentren en la edificación puedan retirarse, la finalidad del diseño sismorresistente es impedir que existan pérdidas humanas.

Todas las edificaciones sostienen una función establecida en el instante en que ocurre un evento sísmico. Tomando el caso de los establecimientos de salud, estos deben mantenerse completamente activos luego del sismo; entretanto que las

edificaciones con uso de vivienda tienen como principal función cuidar la vida de sus inquilinos y evitar el colapso.

Seguidamente, realizamos en el análisis estático y dinámico, utilizando ETABS.

Modelamiento



Figura 13.- Software ETABS 2016.

Empezaremos definiendo nuestros ejes, en donde ubicaremos nuestros elementos estructurales.

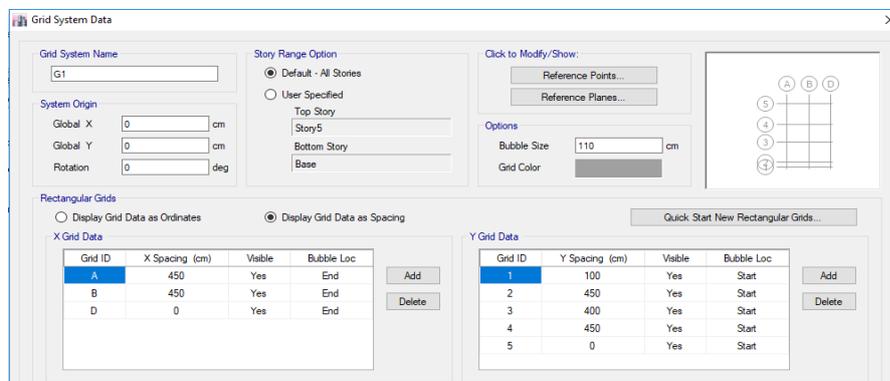


Figura 14.- Creación de Grids en ETABS 2016.

Especificamos nuestros materiales a emplear, como son el concreto y el acero.

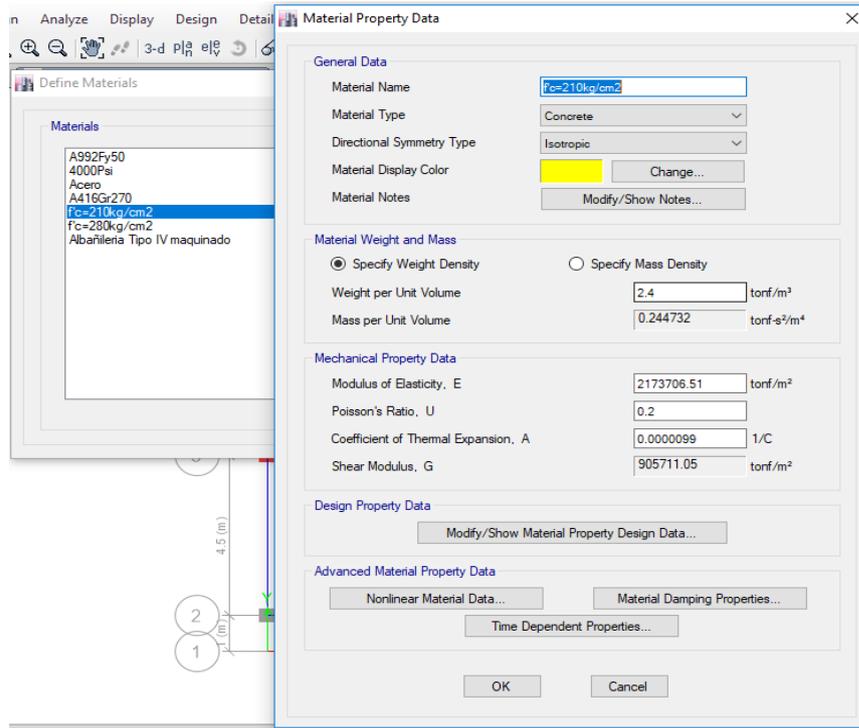


Figura 15.- Definición de materiales en ETABS 2016

Precisamos las secciones de nuestros elementos estructurales a utilizar tales como columnas y vigas.

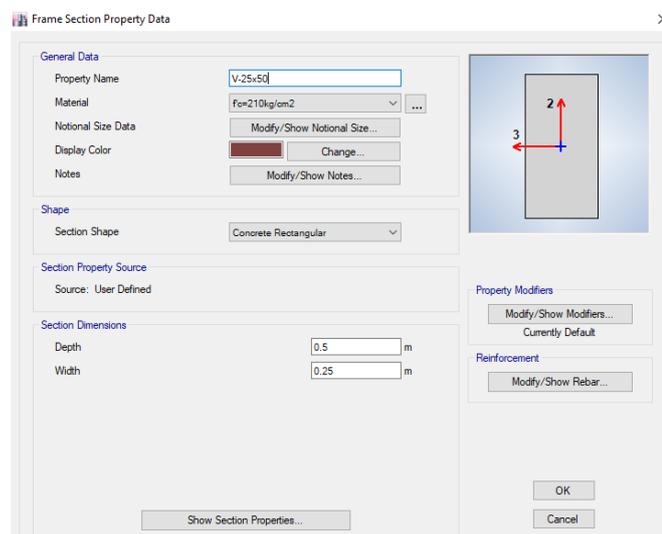


Figura 16.- Definición de sección de viga en ETABS 2016.

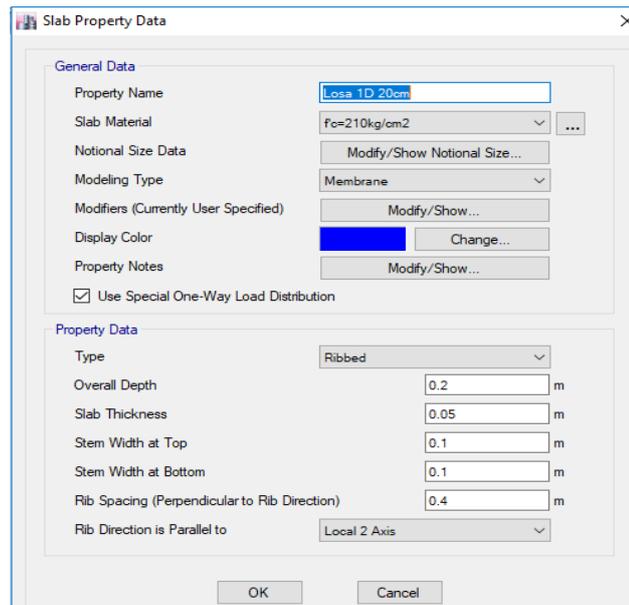


Figura 17.- Definición de losa aligerada en ETABS 2016..

A continuación, proyectamos nuestros elementos estructurales según nuestra estructuración.

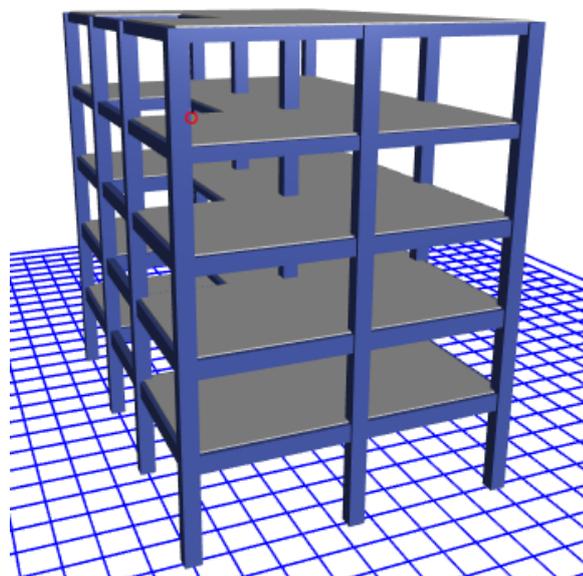


Figura 18.- Modelado de edificación ETABS 2016.

Restringimos los grados de libertad asignando las columnas como empotradas.

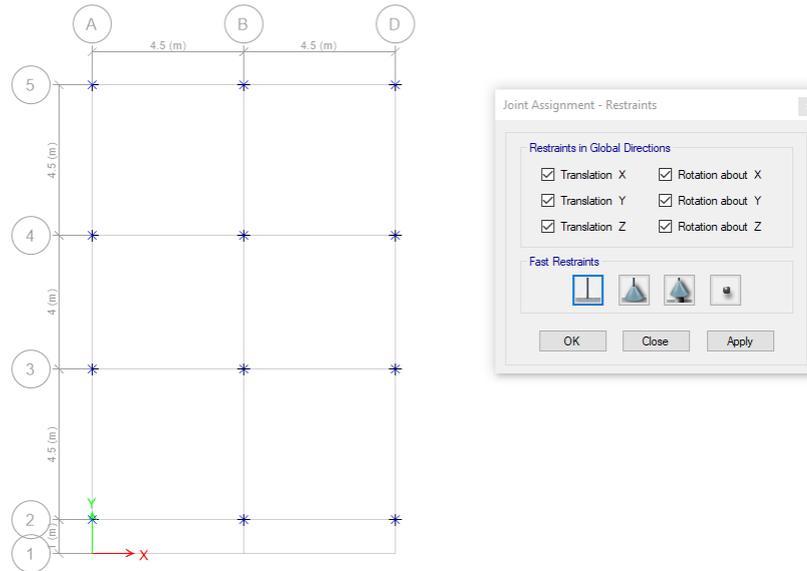


Figura 19.- Asignación de empotramiento en ETABS 2016.

En su sección 9.2 la Norma E.060 indica el procedimiento para calcular las resistencias requeridas (R_u), mediante combinaciones de carga y factores de amplificación que obedecen a la variabilidad en la medición de las cargas y la precisión de los métodos de análisis estructural.

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$U = 1.25 (CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9 CM \pm CS$$

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV + 1.7 CE$$

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV + 1.4 CL$$

Donde “CM” es carga muerta, “CV” es carga viva, “CS” es carga de sismo, “CE” es el empuje lateral de los suelos y “CL” es la carga debida a la presión de los líquidos.

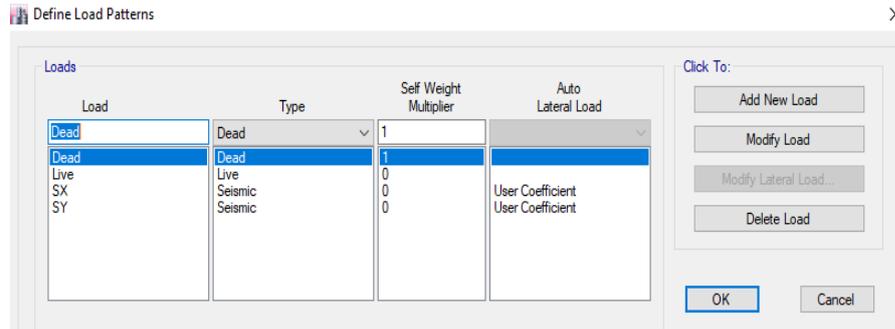


Figura 20.- Definición de cargas en ETABS 2016.

Ingresamos las combinaciones de carga, para eso usamos lo que nos detalla nuestro reglamento.

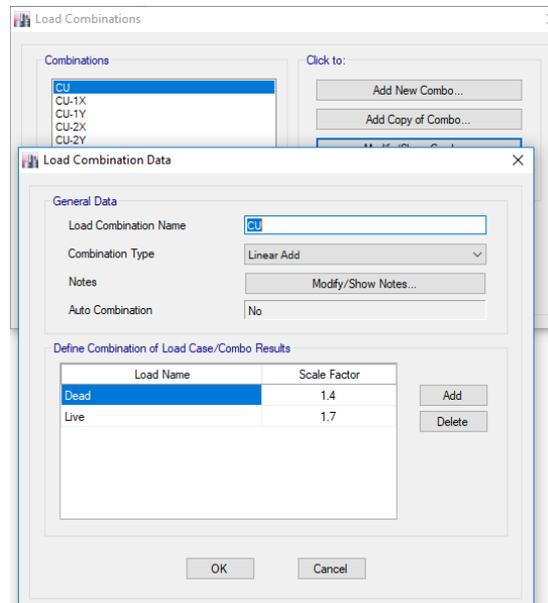


Figura 21.- Definición de combinaciones de carga en ETABS 2016.

Dibujamos los ductos, y asignamos las cargas vivas mínimas según la Norma Técnica de Carga E.020, de acuerdo a su uso.

Tabla 16.- Cargas vivas mínimas repartidas según la Norma E.020.

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS Kgf/m ²
Viviendas	200

La carga viva se estableció de la siguiente manera:

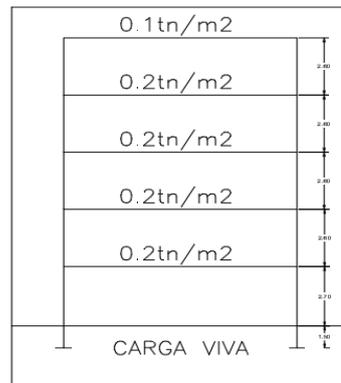


Figura 22.- Corte en altura con carga viva.

Ingresamos la carga a nuestro modelo en el ETABS.

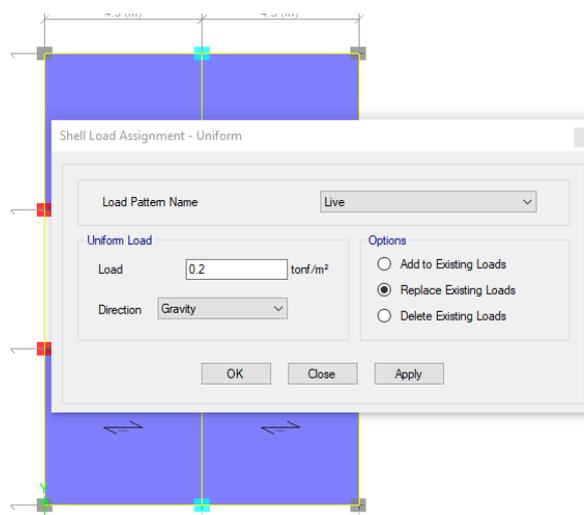


Figura 23.- Asignación de cargas en ETABS 2016.

Usamos la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030 para la estimación del peso de nuestra edificación, a continuación, lo ingresamos al ETABS.

Estimación de Peso

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.

- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

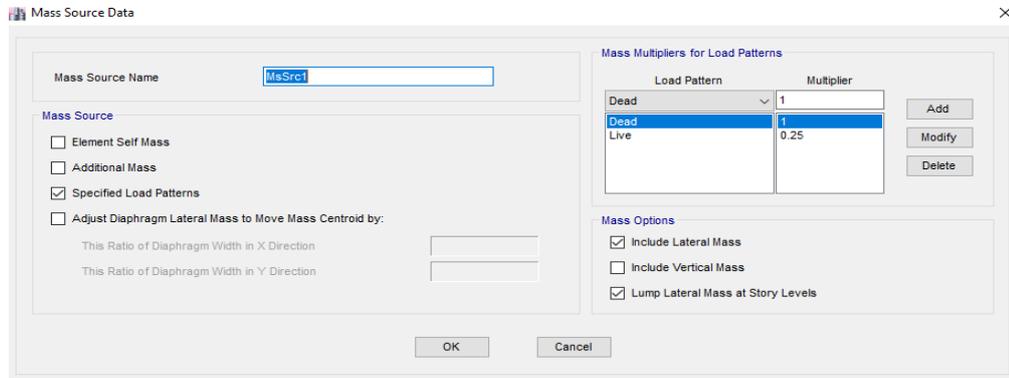


Figura 24.- Definición del peso de servicio en ETABS 2016.

Asignamos brazo rígido y diafragma rígido.

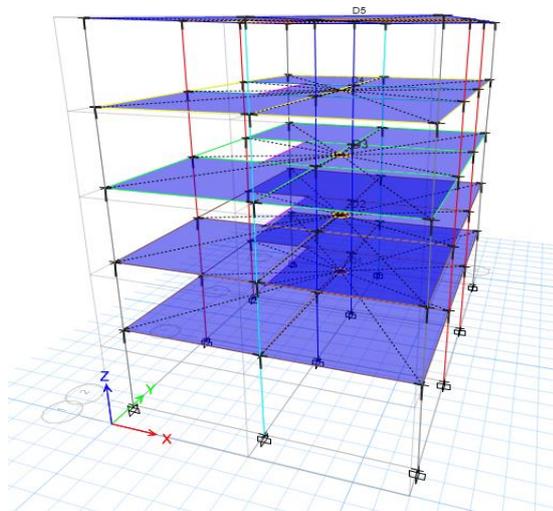


Figura 25.- Diafragma rígido en ETABS 2016.

Le daremos la opción de correr al programa para obtener el periodo definitivo de nuestro edificio, para proceder al cálculo del coeficiente de cortante basal, rigiéndonos en nuestra Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.0.30, empleando los siguientes datos característicos de nuestra edificación:

$$Cv = \frac{ZxUxCxS}{R}$$

Z	0.45
U	1
S	1.1
R	8

Calculamos el coeficiente de amplificación sísmica (C).

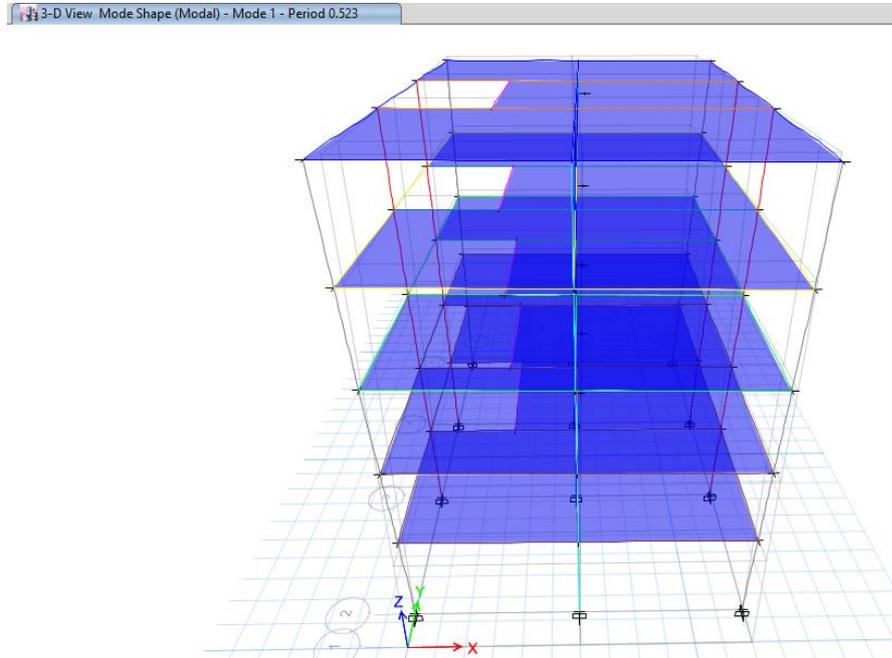


Figura 26.- Periodo fundamental en ETABS 2016.

El periodo es igual a 0.523.

En pasos anteriores encontramos los valores de T_p y T_l , mediante el tipo de suelo y la zona del proyecto.

$$T=0.523$$

$$T_p=1$$

$$T_l= 1.6$$

Tabla 17.- Coeficiente de amplificación sísmica.

$T < T_p$	$C = 2.5$
$T_p < T < T_l$	$C = 2.5x\left(\frac{T_p}{T}\right)$
$T > T_l$	$C = 2.5x\left(\frac{T_p.T_l}{T^2}\right)$

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

Reemplazando:

$$Cv = \frac{ZxUxCxS}{R} = \frac{0.45x1x2.5x1.1}{8} = 0.15468$$

Calculamos la distribución de la Fuerza Sísmica en Altura (k):

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) = 2,0$.

Reemplazando:

$$k = (0.75 + (0.5 \times 0.523)) = 1.0115$$

Ingresamos el coeficiente de cortante basal, junto a la constante de fuerza sísmica y también la ratio de excentricidad en las losas, que es de 5% según la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente.

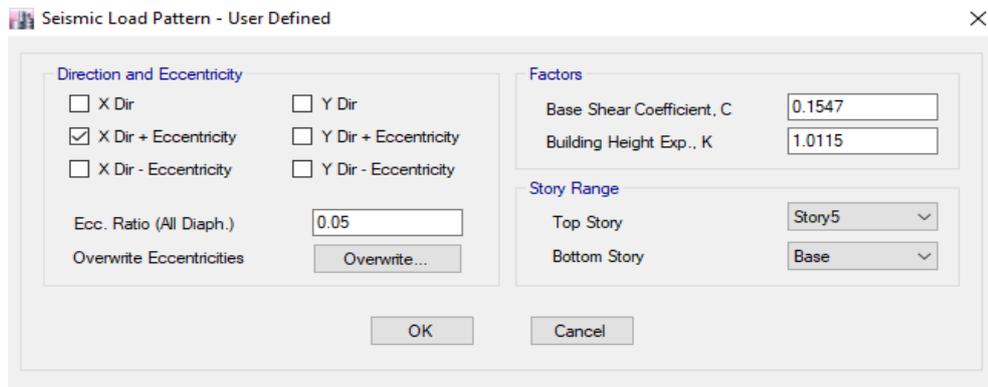


Figura 27.- Coeficiente de cortante basal en ETABS 2016.

A continuación, calcularemos los espectros pseudo aceleraciones con nuestros datos de la edificación:

Tabla 18.- Datos de la edificación.

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.45	R	8	8
U	1	lp	1	1
S	1.1	la	1	1
Tp	1	Ro	8	8
Tl	1.6	g	9.81m/s ²	

Usaremos la siguiente formula y asumiremos que la gravedad es 9.81m/s²:

$$Sa = ZxUxCxSx9.81$$

Tabla 19.- Datos para diseño espectral Sa XX y Sa YY

T (s)	ZUCS _g
0.00	12.1399
0.10	12.1399
0.20	12.1399
0.30	12.1399
0.40	12.1399
0.50	12.1399
0.60	12.1399
0.70	12.1399
0.80	12.1399
0.90	12.1399
1.00	12.1399
1.10	11.0363
1.20	10.1166
1.30	9.3384
1.40	8.6713
1.50	8.0933
1.60	7.5874
1.70	6.7210
1.80	5.9950
1.90	5.3806
2.00	4.8560
2.10	4.4045
2.20	4.0132
2.30	3.6718
2.40	3.3722
2.50	3.1078
2.60	2.8733
2.70	2.6644
2.80	2.4775
2.90	2.3096
3.00	2.1582
3.10	2.0212
3.20	1.8969
3.30	1.7836
3.40	1.6803
3.50	1.5856
3.60	1.4988
3.70	1.4188
3.80	1.3451
3.90	1.2770
4.00	1.2140
4.10	1.1555
4.20	1.1011
4.30	1.0505
4.40	1.0033
4.50	0.9592
4.60	0.9179
4.70	0.8793
4.80	0.8430

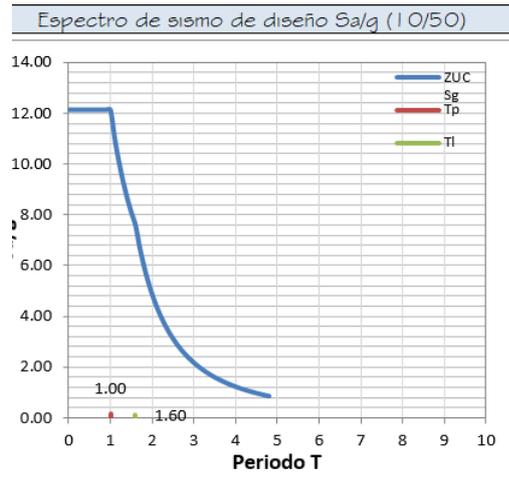


Figura 28.- Espectro de pseudo aceleración x-x y y-y.

Ingresamos los espectros al ETABS.

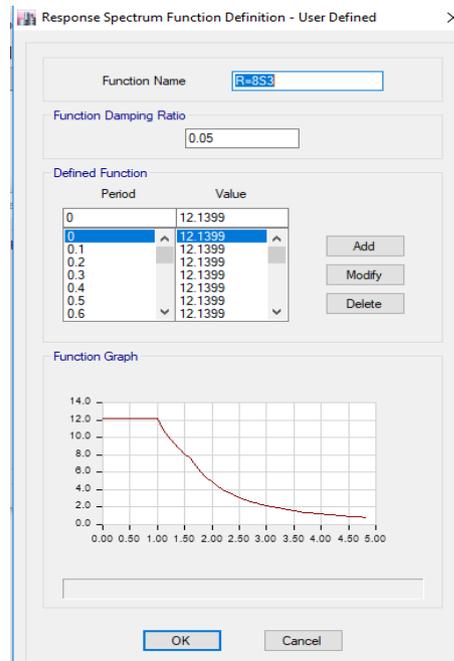


Figura 29.- Definición de espectros en ETABS 2016.

Procedemos a formar nuestros casos de carga empleando los espectros ingresados y considerando el factor de escala operando $1/R$., esto no servirá para el Análisis Dinámico Espectral.

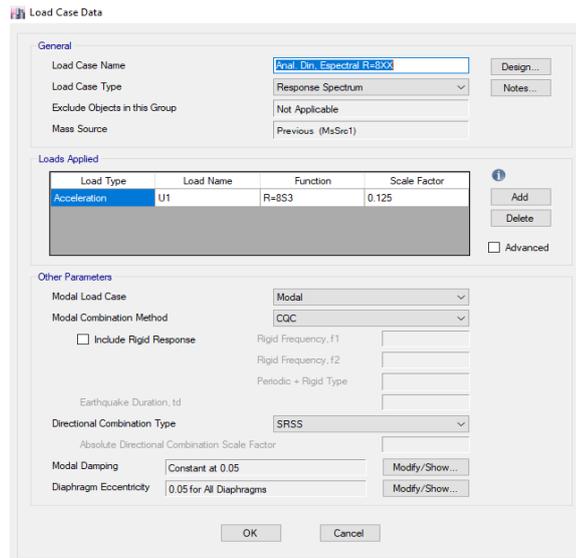


Figura 30.- Definición de espectros en ETABS 2016.

Verificación.

Efectuamos las comprobaciones de nuestras secciones estructurales empleando las normas E.060. y la ACI 314-18.

VIGAS:

Comprobamos la cuantía del acero longitudinal utilizando el programa ETABS.

Vigas principales Eje 1-1, Eje 2-2, Eje 3-3, Eje 4-4, Eje 5-5

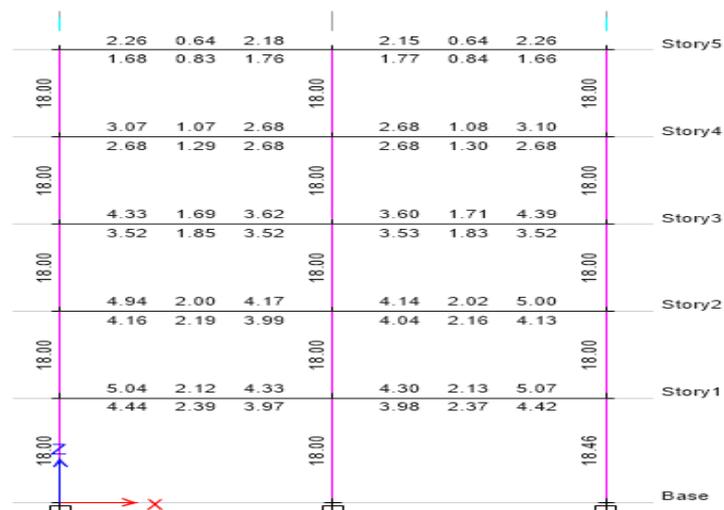


Figura 31.-Cuantía de acero en pórtico del eje 1 en ETABS 2016.

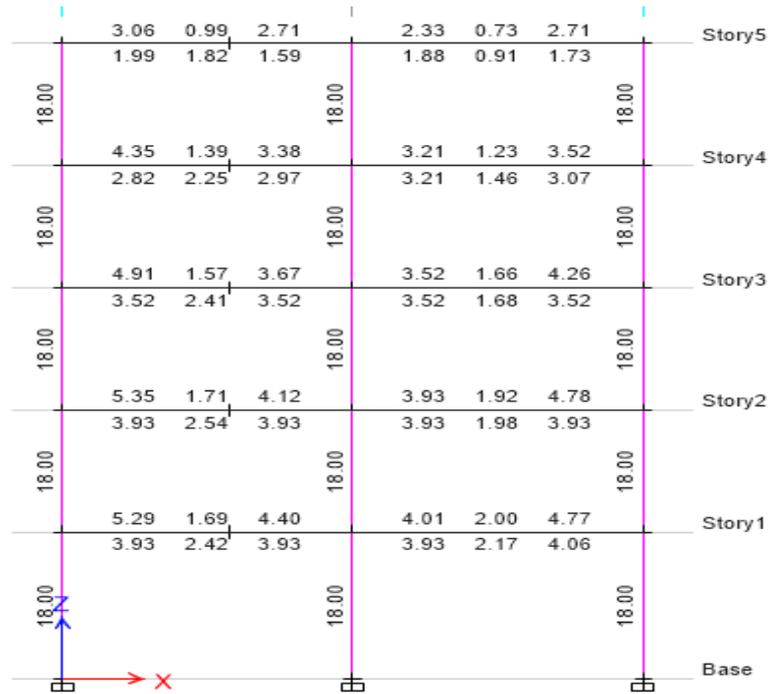


Figura 32.- Cuantía de acero en pórtico del eje 2 en ETABS 2016.

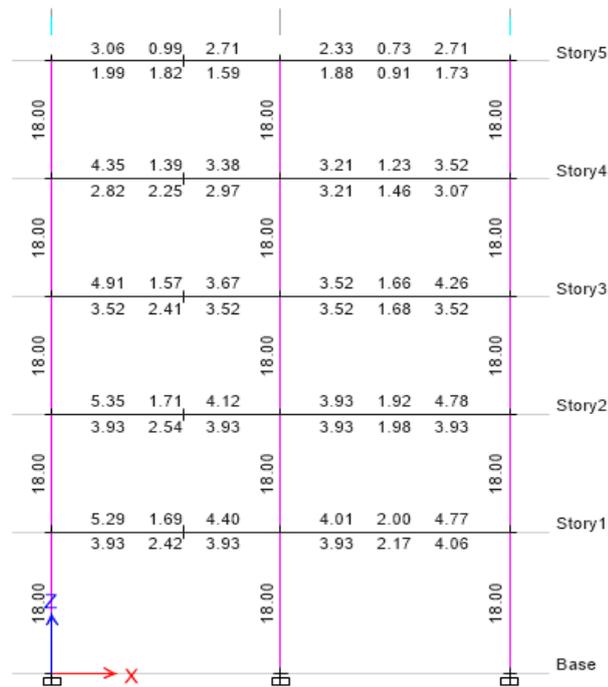


Figura 33.- Cuantía de acero en pórtico del eje 3 en ETABS 2016.

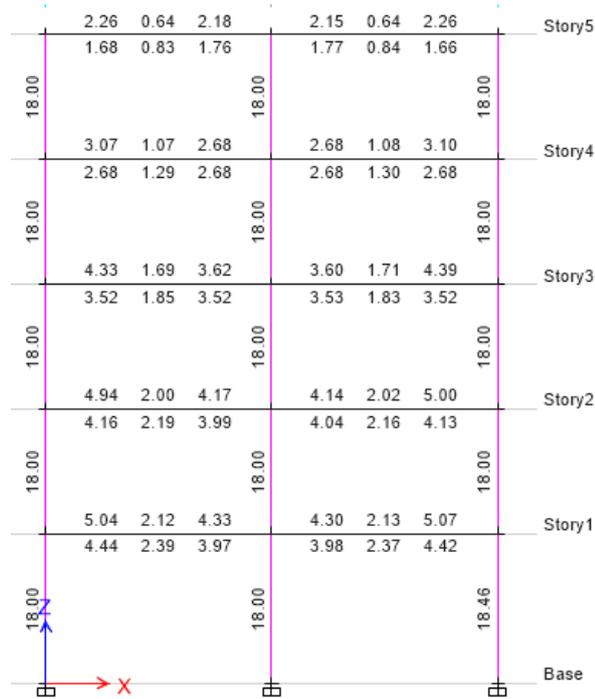


Figura 34.- Cuantía de acero en pórtico del eje 4 en ETABS 2016.

Vigas principales Eje A-A, Eje B-B, Eje C-C.

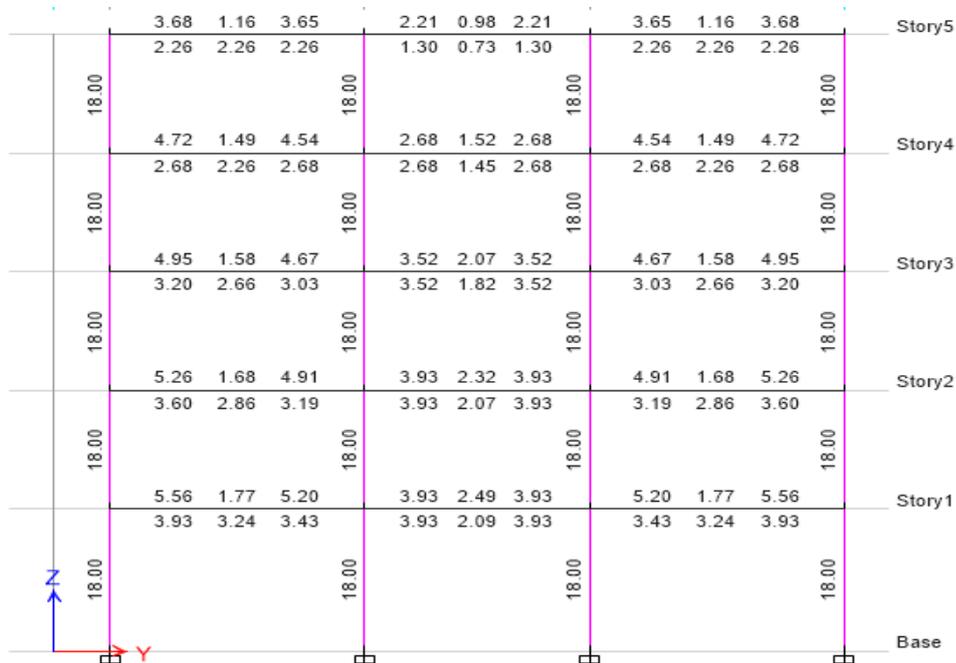


Figura 35.- Cuantía de acero en pórtico del eje A en ETABS 2016.

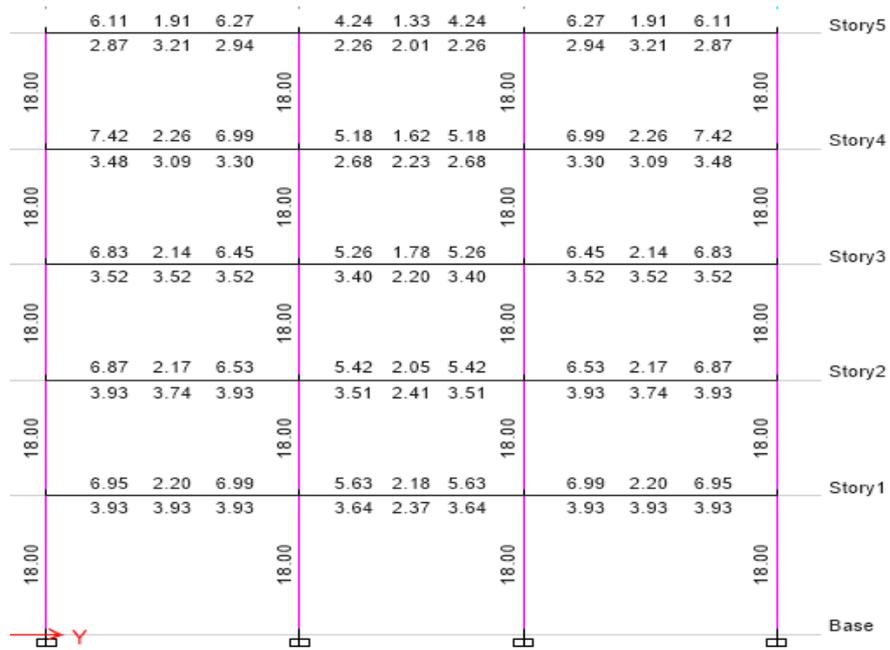


Figura 36.- Cuantía de acero en pórtico del eje B en ETABS 2016.

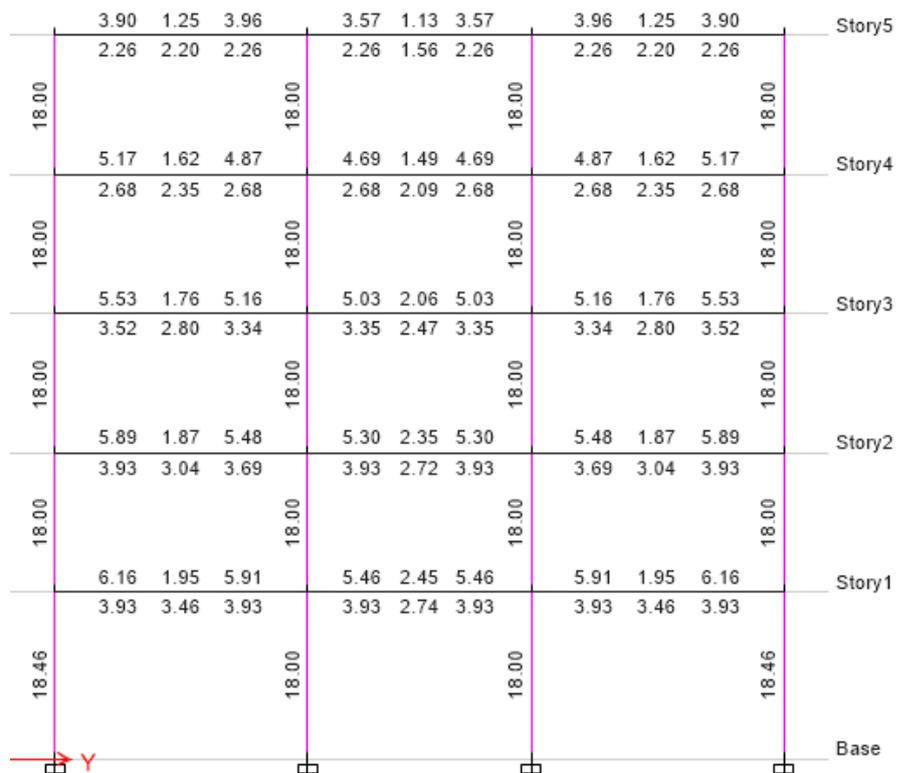


Figura 37.- Cuantía de acero en pórtico del eje C en ETABS 2016.

Para establecer el acero a emplear, recurriremos a la siguiente tabla:

Tabla 20.- Detalles de acero

Pulgadas	kg/ml	Área trans. (cm ²)	2	3	4
3/8"	0.559	0.71	1.42	2.13	2.84
1/2"	0.994	1.29	2.58	3.87	5.16
5/8"	1.557	1.99	3.98	5.97	7.96
3/4"	2.237	2.84	5.68	8.52	11.36

Calculamos el acero para cada viga en los 4 primeros niveles, los cuales contarán con una carga viva de 0.2tn/m² y el último piso una sobrecarga de 0.1tn/m².

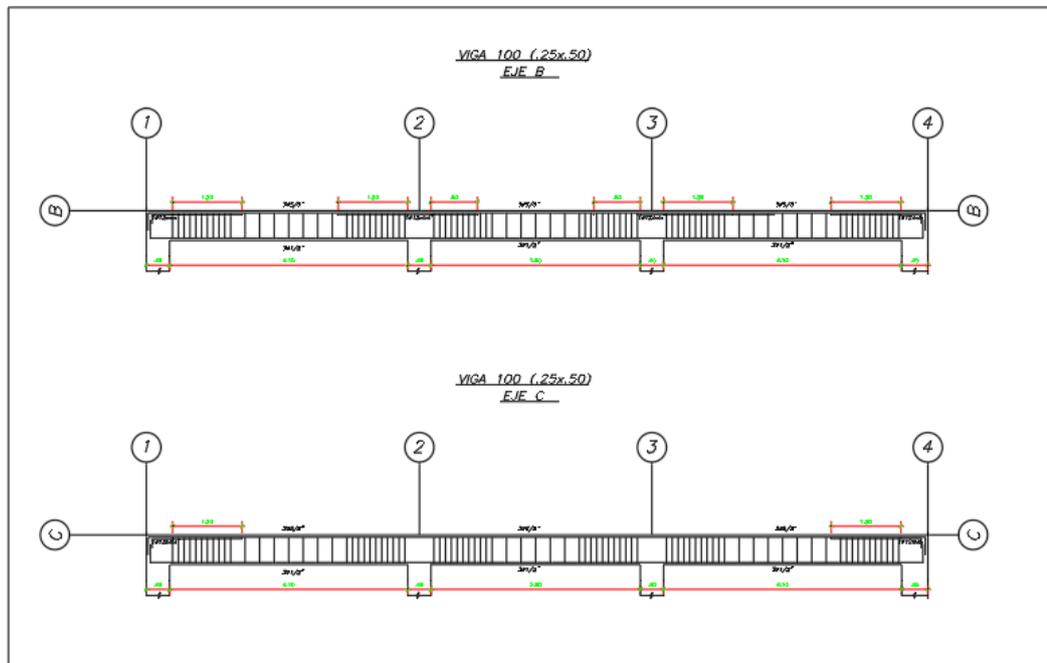


Figura 38.- Acero longitudinal en vigas del eje B y C del primer nivel.

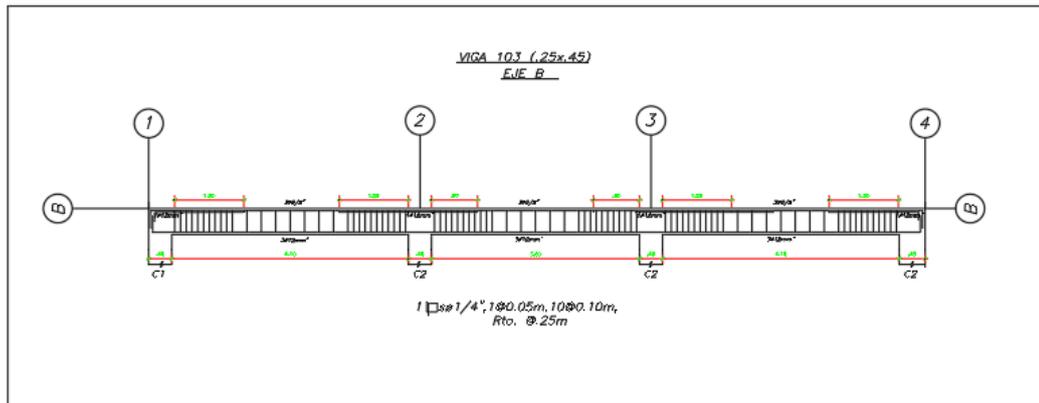


Figura 39.- Acero longitudinal en vigas del eje B del tercer nivel.

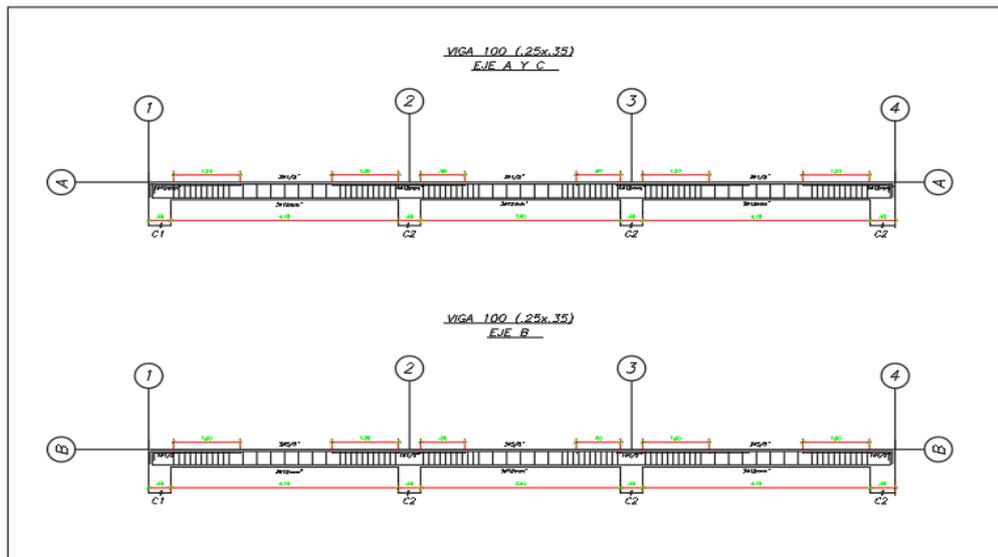


Figura 40.- Acero longitudinal en vigas de los ejes A,B y C del cuarto nivel.

COLUMNAS:
COLUMNAS EJE A:
DIAGRAMA DE MOMENTOS

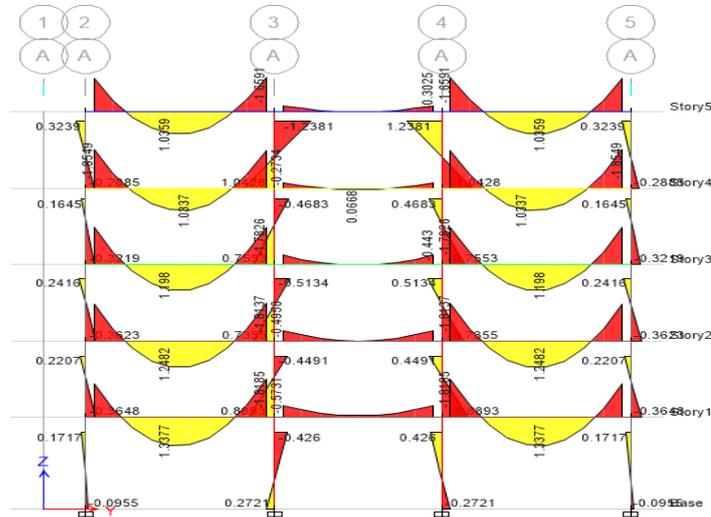


Figura 41.- Diagrama de momentos en ETABS 2016.

DIAGRAMA DE FUERZA AXIAL (ENVOLVENTE)

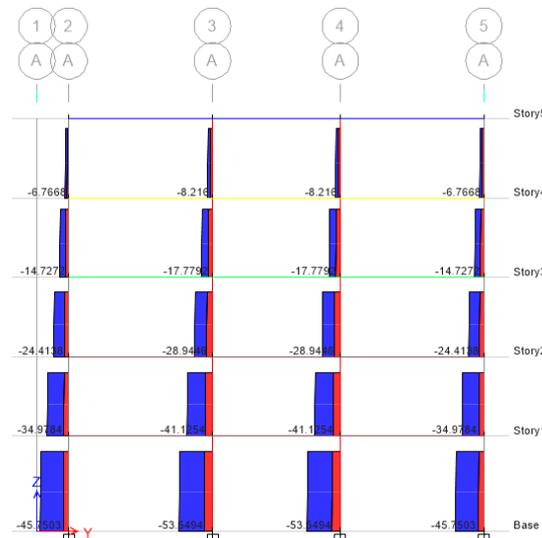


Figura 42.- Diagrama de fuerza axial envolvente en ETABS 2016.

Calculamos los esfuerzos internos actuantes en las columnas desde Etabs 2016, para eso debemos analizar el elemento estructural que mayor carga soporta considerando el criterio de áreas tributarias.

Tabla 21.- Cargas , momentos y cortantes en columnas en el eje A

Niveles	Columna	Carga	P (tn)	V2 (tn)	V3 (tn)	M2 (tn/m)	M3 (tn/m)
Story1	C1	ENVOLVENTE	-9.1682	4.5283	4.6167	8.2598	9.2407
Story1	C1	ENVOLVENTE	-8.6822	4.5283	4.6167	2.5741	3.6014
Story1	C1	ENVOLVENTE	-8.1962	4.5283	4.6167	1.7348	2.466
Story1	C1	ENVOLVENTE	-45.7503	-4.7635	-3.6009	-7.27	-9.4491
Story1	C1	ENVOLVENTE	-45.0753	-4.7635	-3.6009	-2.8541	-3.5159
Story1	C1	ENVOLVENTE	-44.4003	-4.7635	-3.6009	-3.2845	-2.0865

Diseño de columnas en el eje A:

Tabla 22.- Momentos de las columnas en el eje A

Columna	V2 (Tn)	V3 (Tn)	M2 (Tn-m)	M3 (Tn-m)
C1	4.7635	4.6167	8.2598	9.4491

- Tanteo Preliminar con Momentos Actuantes en la columna a diseñar C1.

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * 0.9 * d}$$

As2 = 6.23 cm²

Se utiliza 4 Ø 5/8" por cara

As3 = 8.17 cm²

Se utiliza 3 Ø 3/4" por cara

Ast = 4 Ø3/4 + 8 Ø 5/8"

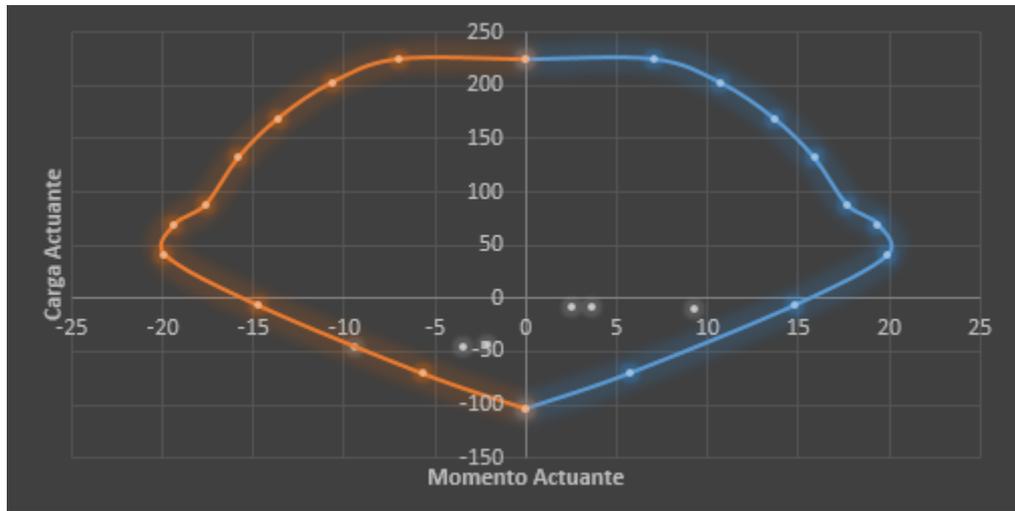


Figura 43.- Diagrama de interacciones de columna C1 Momento 33.

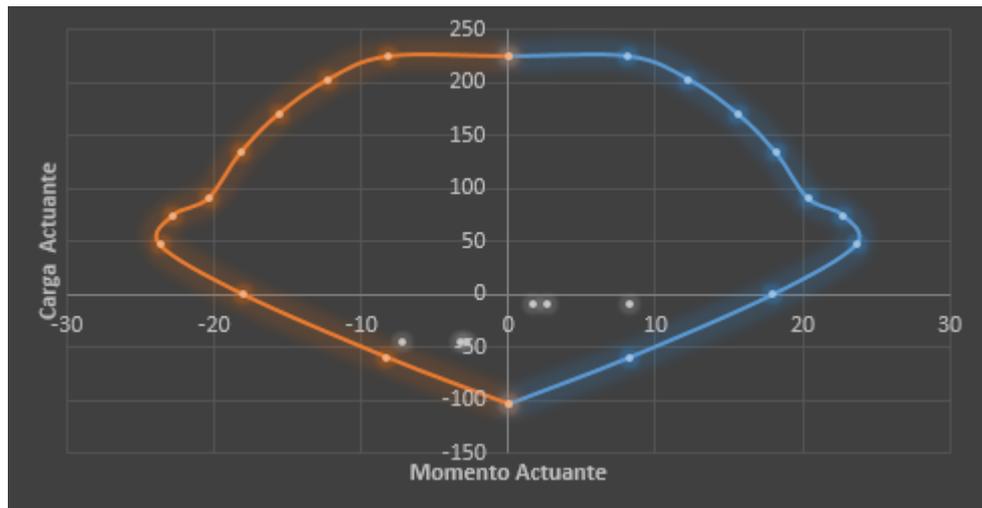


Figura 44.- Diagrama de interacciones de columna C1 Momento 22.

COLUMNAS EJE B:
DIAGRAMA DE MOMENTOS

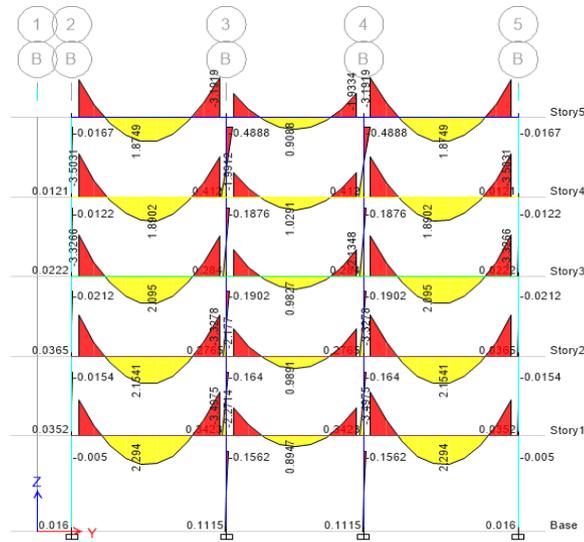


Figura 45.- Diagrama de momentos eje B-B en ETABS 2016.

DIAGRAMA DE FUERZA AXIAL (ENVOLVENTE)

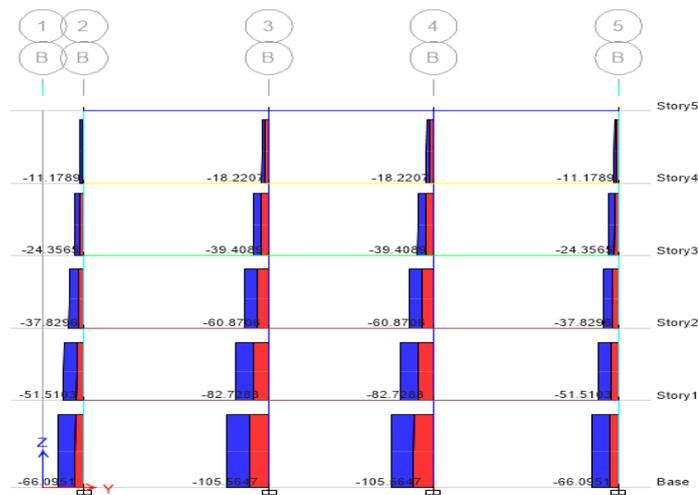


Figura 46.- Diagrama de carga axial envolvente eje B-B en ETABS 2016.

Tabla 23.- Cargas , momentos y cortantes en columnas en el eje B.

Niveles	Columna	Carga	P (tn)	V2 (tn)	V3 (tn)	M2 (tn/m)	M3 (tn/m)
Story1	C4	ENVOLVENTE	-22.5183	5.9697	3.4082	7.1396	10.6421
Story1	C4	ENVOLVENTE	-22.0323	5.9697	3.4082	3.0324	3.181
Story1	C4	ENVOLVENTE	-21.5463	5.9697	3.4082	4.0784	4.2719
Story1	C4	ENVOLVENTE	-66.0951	-5.9495	-5.1745	-8.8607	-10.6034
Story1	C4	ENVOLVENTE	-65.4201	-5.9495	-5.1745	-2.5456	-3.1676
Story1	C4	ENVOLVENTE	-64.7451	-5.9495	-5.1745	-1.3838	-4.2838
Story1	C2	ENVOLVENTE	-22.5183	5.9697	5.1745	8.8607	10.6421
Story1	C2	ENVOLVENTE	-22.0323	5.9697	5.1745	2.5456	3.181
Story1	C2	ENVOLVENTE	-21.5463	5.9697	5.1745	1.3838	4.2719
Story1	C2	ENVOLVENTE	-66.0951	-5.9495	-3.4082	-7.1396	-10.6034
Story1	C2	ENVOLVENTE	-65.4201	-5.9495	-3.4082	-3.0324	-3.1676
Story1	C2	ENVOLVENTE	-64.7451	-5.9495	-3.4082	-4.0784	-4.2838
Story1	C3	ENVOLVENTE	-49.5532	5.6876	4.93	8.6226	10.0233
Story1	C3	ENVOLVENTE	-49.0672	5.6876	4.93	2.5127	2.9301
Story1	C3	ENVOLVENTE	-48.5812	5.6876	4.93	4.581	3.8276
Story1	C3	ENVOLVENTE	-105.5647	-5.4339	-5.5055	-9.1834	-9.7588
Story1	C3	ENVOLVENTE	-104.8087	-5.4339	-5.5055	-2.354	-2.9826
Story1	C3	ENVOLVENTE	-104.0527	-5.4339	-5.5055	-3.703	-4.1972

Diseño de columnas en el eje B:

Tabla 24- Momentos de las columnas en el eje B.

Columna	V2 (Tn)	V3 (Tn)	M2 (Tn-m)	M3 (Tn-m)
C 2	5.9697	5.1745	8.8607	10.6421
C 3	5.6876	4.93	9.1834	10.0233
C 4	5.9697	-5.1745	8.8607	10.6421

- Tanteo Preliminar con Momentos Actuantes en la columna a diseñar C2.

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * 0.9 * d}$$

As2 = 7.66 cm²

Se utiliza 4 Ø 5/8" por cara

As3 = 8.02 cm²

Se utiliza 3 Ø 3/4" por cara

Ast = 8 Ø 3/4 + 4 Ø 5/8

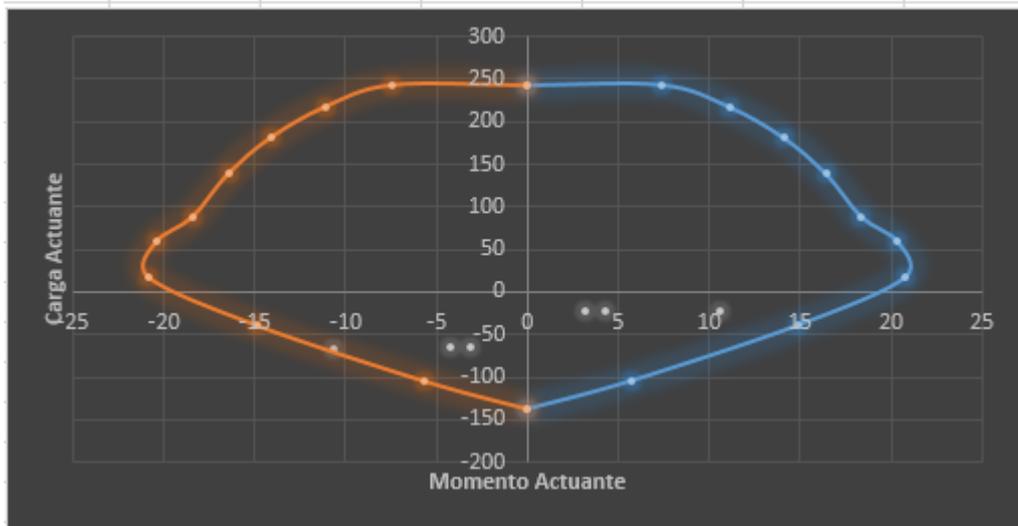


Figura 47.- Diagrama de interacciones de columna C2 Momento 33

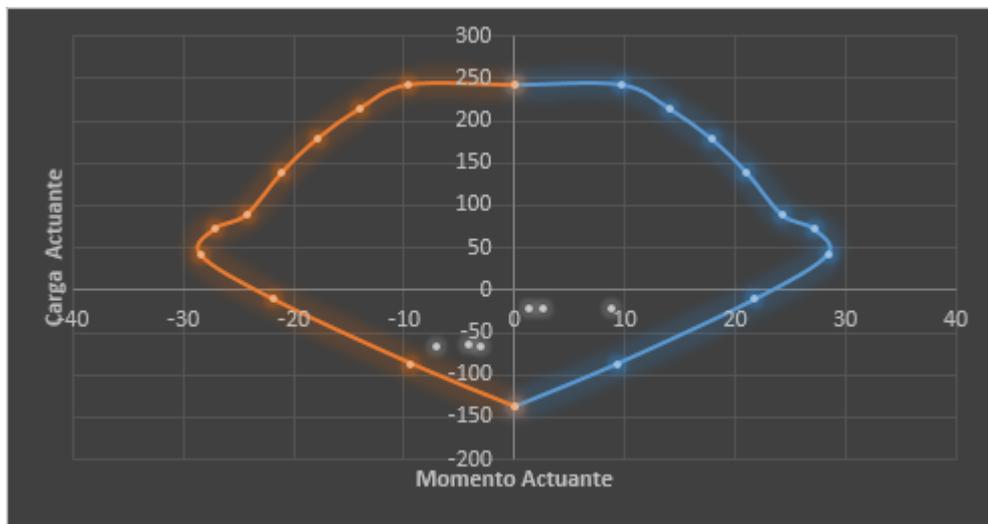


Figura 48.- Diagrama de interacciones de columna C2 Momento 22

- Tanteo Preliminar con Momentos Actuantes en la columna a diseñar C3.

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * 0.9 * d}$$

As2 = 7.94 cm²

Se utiliza 3 Ø 3/4" por cara

As3 = 7.55 cm²

Se utiliza 3 Ø 3/4" por cara

Ast = 16 Ø 3/4

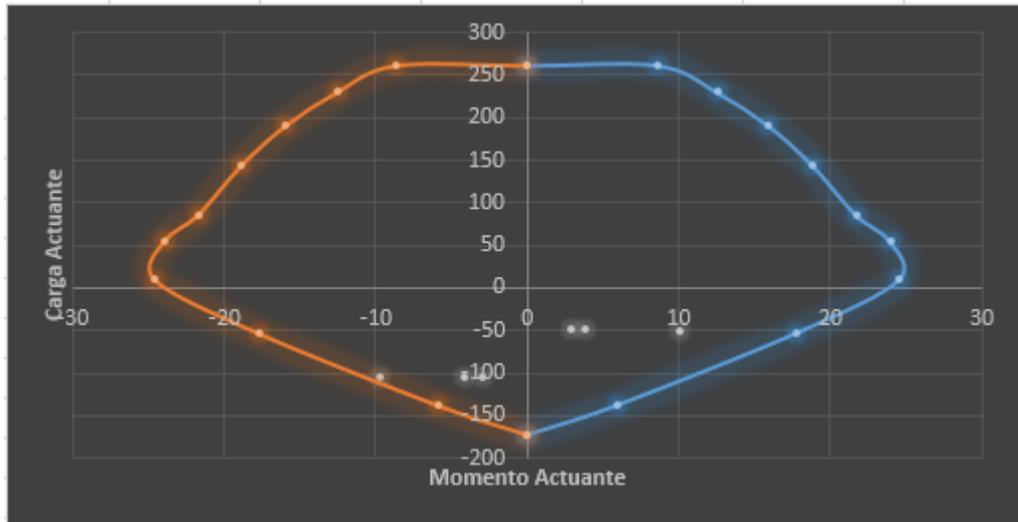


Figura 49.- Diagrama de interacciones de columna C3 Momento 33

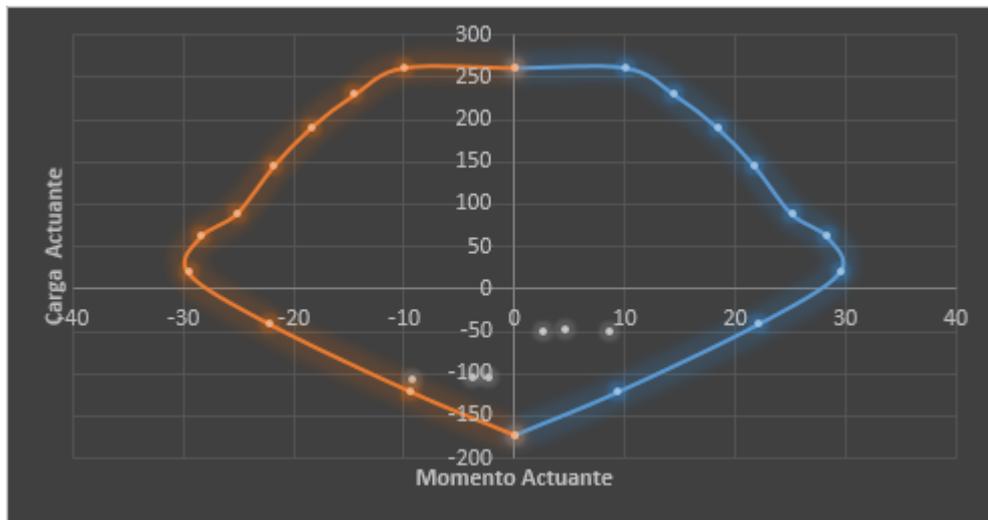


Figura 50.- Diagrama de interacciones de columna C3 Momento 22

- Tanteo Preliminar con Momentos Actuantes en la columna a diseñar C4.

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * 0.9 * d}$$

As2 = 7.66 cm²

Se utiliza 3 Ø 3/4" por cara

As3 = 8.02 cm²

Se utiliza 3 Ø 3/4" por cara

Ast = 12 Ø3/4

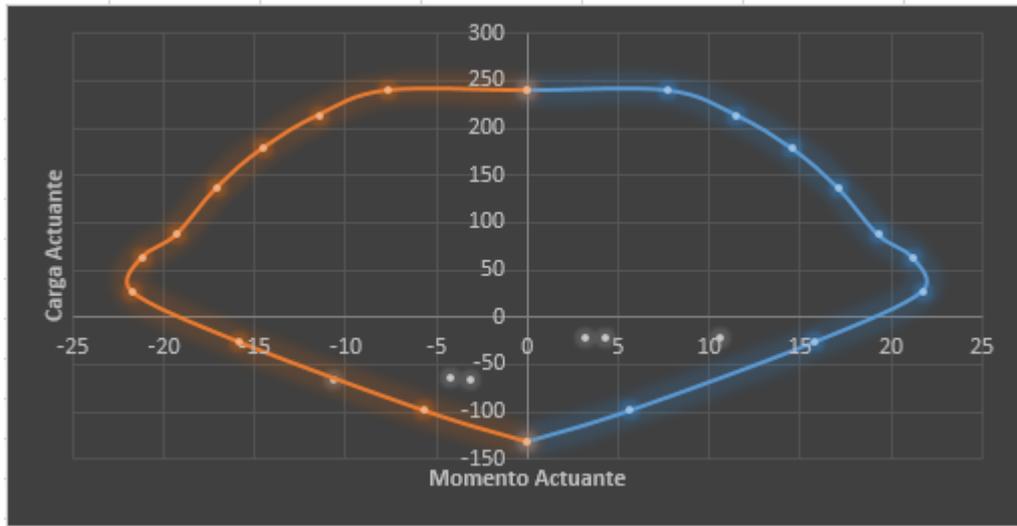


Figura 51.- Diagrama de interacciones de columna C4 Momento 33

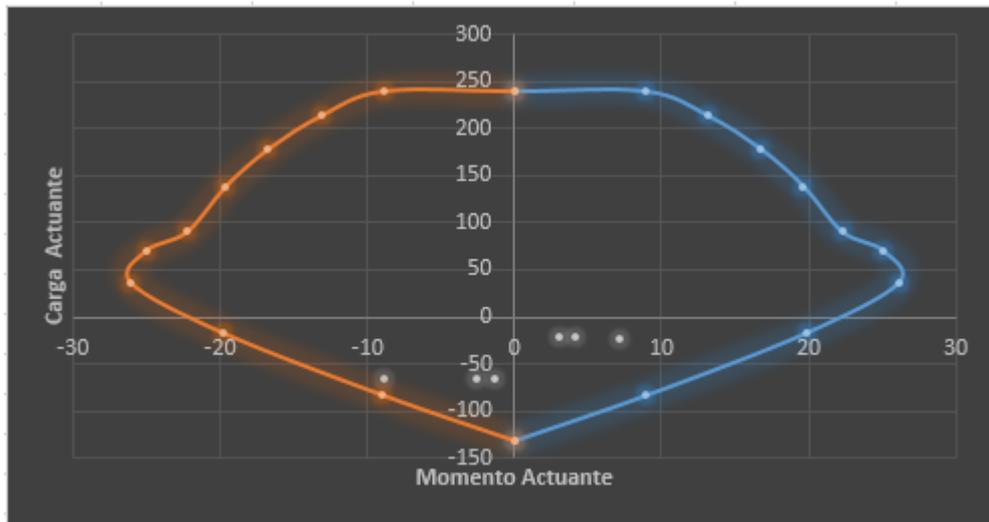


Figura 52.- Diagrama de interacciones de columna C4 Momento 22

COLUMNAS EJE C:
DIAGRAMA DE MOMENTOS

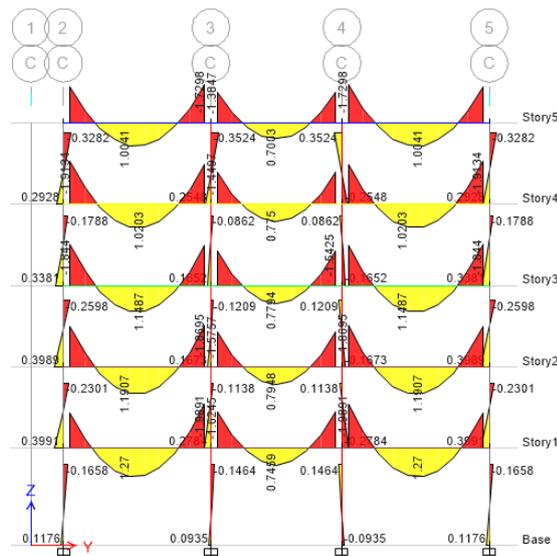


Figura 53.- Diagrama de momentos eje C-C en ETABS 2016.

DIAGRAMA DE FUERZA AXIAL (ENVOLVENTE)

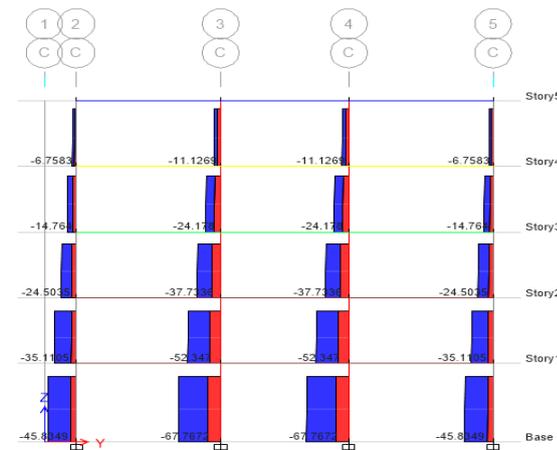


Figura 54.- Diagrama de carga axial envolvente eje C-C en ETABS 2016.

Tabla 25.- Cargas , momentos y cortantes en columnas en el eje C.

Niveles	Columna	Carga	P (tn)	V2 (tn)	V3 (tn)	M2 (tn/m)	M3 (tn/m)
Story1	C4	ENVOLVENTE	-9.2168	4.7739	5.1392	9.2805	9.4844
Story1	C4	ENVOLVENTE	-8.7308	4.7739	5.1392	2.9397	3.5273
Story1	C4	ENVOLVENTE	-8.2448	4.7739	5.1392	2.0517	2.0914
Story1	C4	ENVOLVENTE	-45.8349	-4.5231	-4.1436	-8.3103	-9.2227
Story1	C4	ENVOLVENTE	-45.1599	-4.5231	-4.1436	-3.2141	-3.579
Story1	C4	ENVOLVENTE	-44.4849	-4.5231	-4.1436	-3.5706	-2.4566
Story1	C5	ENVOLVENTE	-21.0047	5.6377	4.1789	8.5438	9.7666
Story1	C5	ENVOLVENTE	-20.5187	5.6377	4.1789	3.3313	2.739
Story1	C5	ENVOLVENTE	-20.0327	5.6377	4.1789	2.2892	4.6757
Story1	C5	ENVOLVENTE	-67.7672	-5.8654	-4.439	-8.8146	-9.9885
Story1	C5	ENVOLVENTE	-67.0922	-5.8654	-4.439	-3.277	-2.6762
Story1	C5	ENVOLVENTE	-66.4172	-5.8654	-4.439	-1.9097	-4.3284

Diseño de columnas en el eje C:

Tabla 26.- Momentos de las columnas en el eje C.

Columna	V2 (Tn)	V3 (Tn)	M2 (Tn-m)	M3 (Tn-m)
C 4	4.7739	5.1392	9.2805	9.4844
C 5	5.8654	4.439	8.8146	9.9885

- Tanteo Preliminar con Momentos Actuantes en la columna a diseñar C4.

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * 0.9 * d}$$

As2 = 8.02 cm²

Se utiliza 3 Ø 5/8" por cara

As3 = 7.15 cm²

Se utiliza 3 Ø 5/8" por cara

Ast = 12Ø5/8

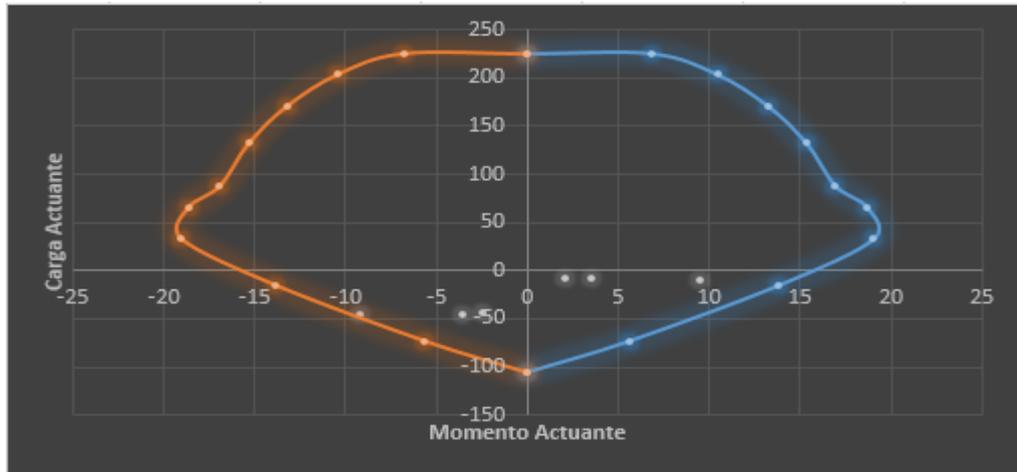


Figura 55.- Diagrama de interacciones de columna C4 Momento 33

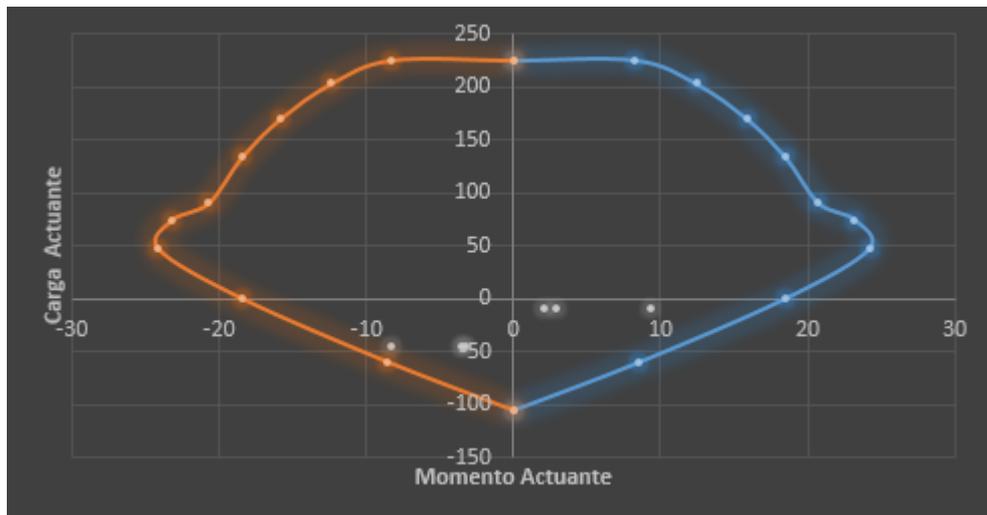


Figura 56.- Diagrama de interacciones de columna C4 Momento 22

- Tanteo Preliminar con Momentos Actuantes en la columna a diseñar C5.

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * 0.9 * d}$$

As2 = 7.62 cm²

Se utiliza 4 Ø 5/8" por cara

As3 = 7.53 cm²

Se utiliza 4 Ø 5/8" por cara

Ast = 12Ø5/8

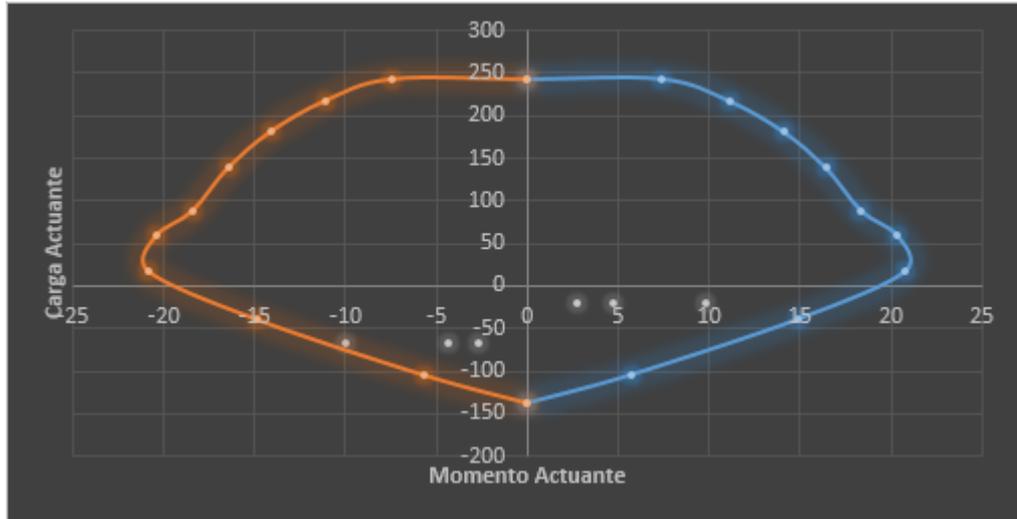


Figura 57.- Diagrama de interacciones de columna C5 Momento 33

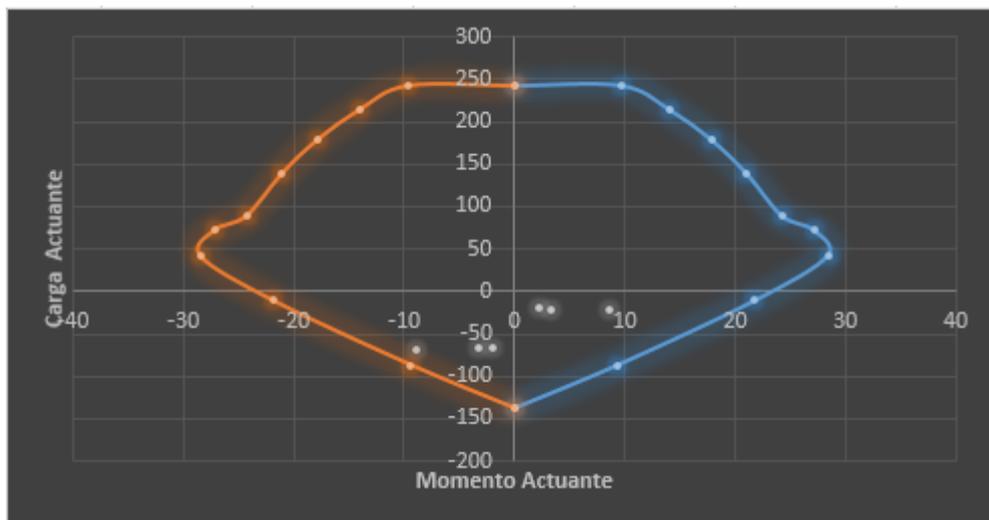


Figura 58.- Diagrama de interacciones de columna C5 Momento 22

DISEÑO DE ZAPATAS

Para el predimensionamiento y diseño de las zapatas se hará uso del programa SAFE 2016.

En la siguiente figura se muestra las dimensiones de las zapatas y los esfuerzos que actúan en el suelo por debido a las cargas de suelo y viva. Por lo tanto, los esfuerzos actuantes en los suelos deben ser menor a la capacidad admisible del terreno.



Figura 59.- Software Safe 2016

Para el diseño de las cimentaciones tendremos en cuenta los siguientes:

- La capacidad admisible del terreno es igual a 1.35kg/cm^2 .
- El desplante es igual a -1.20 metros debajo del nivel de vereda.
- El diseño de las cimentaciones serán zapatas aisladas.

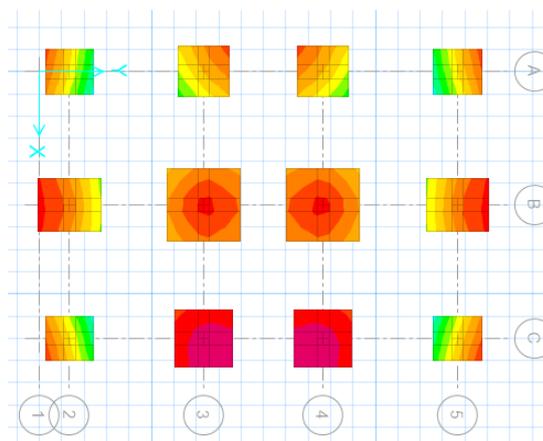


Figura 60.- Dimensiones de las zapatas y presiones en el suelo.

Para el diseño por flexión de las zapatas aisladas se tendrá en cuenta el momento flector que se analizó del programa SAFE 2016 en ambas direcciones como se muestra en la siguiente figura.

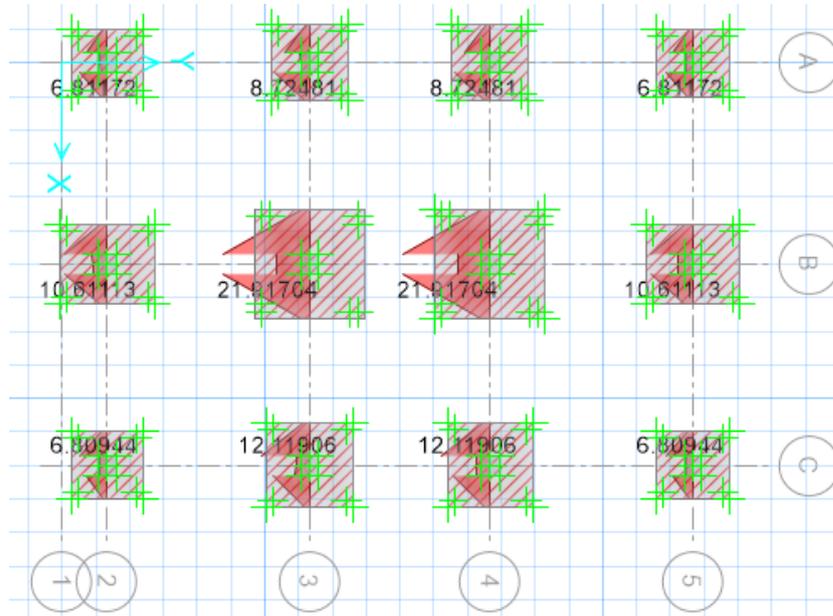


Figura 61.- Diagrama de momentos flectores de las zapatas XX

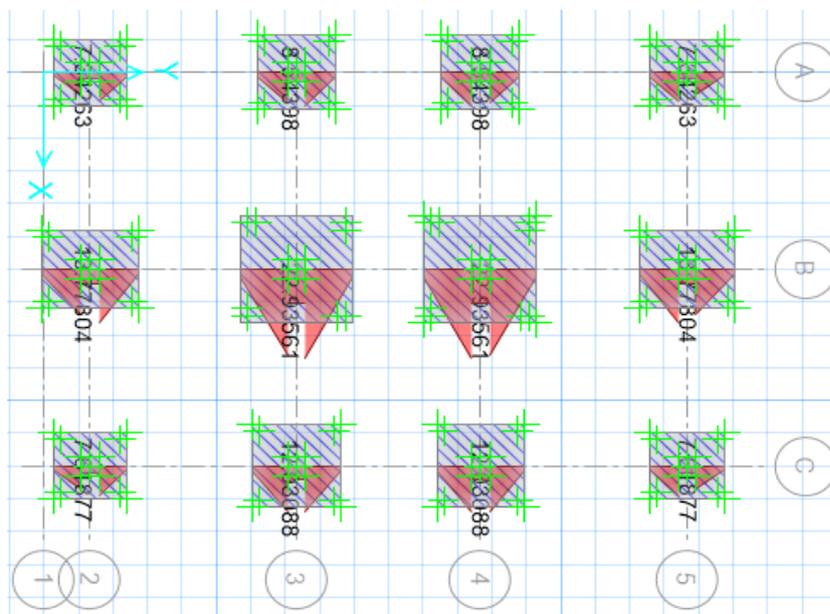


Figura 62.- Diagrama de momentos flectores de las zapatas YY

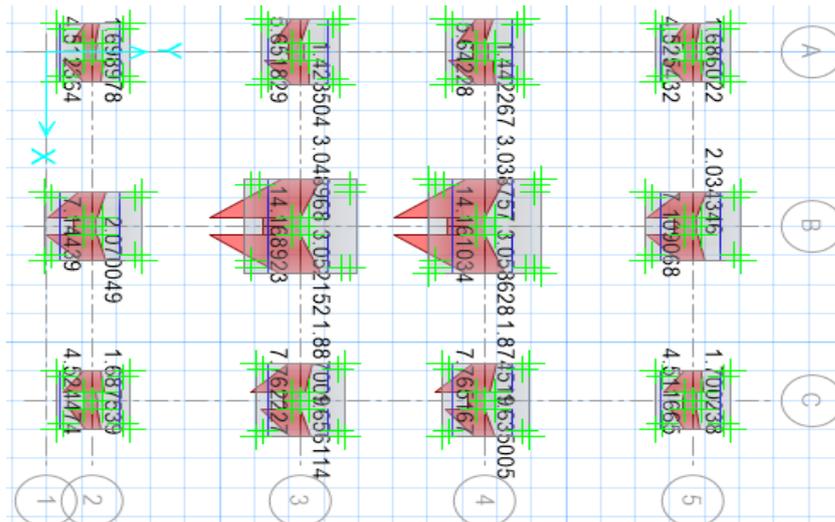


Figura 63.- Diseño por flexión XX

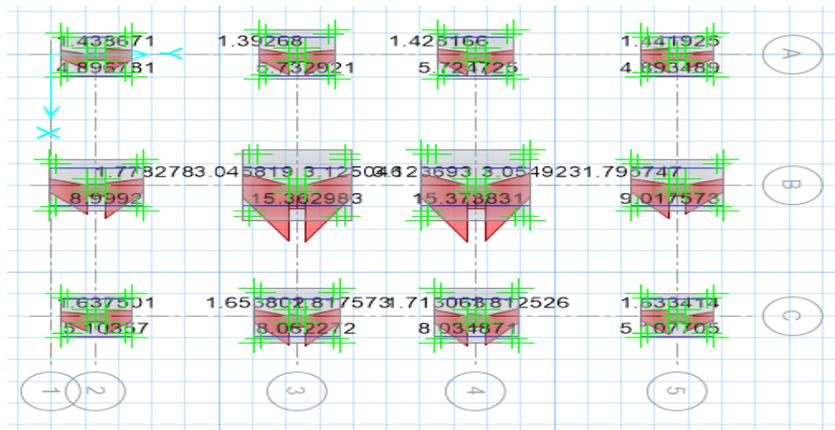


Figura 64.- Diseño por flexión YY

Tabla 27.- Cuadro de zapatas calculadas con losas con ladrillos de arcilla .

CUADRO DE ZAPATAS				
TIPO	DIMENSIONES (m)	H	CANTIDAD	PARRILLA
Z1	1.50 x 1.60	0.50	4	doble malla ϕ 1/2" @0.20
Z2	1.70 x 1.70	0.50	2	doble malla ϕ 1/2" @0.20
Z3	1.90 x 1.90	0.50	2	doble malla ϕ 1/2" @0.20
Z4	1.80 x 1.20	0.50	2	doble malla ϕ 1/2" @0.20
Z5	2.45 x 2.45	0.50	2	doble malla ϕ 1/2" @0.20

Del mismo modo se procedió a calcular las zapatas para la edificación con losas aligeradas con bloques de poliestireno expandido obteniendo los siguientes datos:

Tabla 28.- Cuadro de zapatas calculadas con losas con bloques de poliestireno.

CUADRO DE ZAPATAS				
TIPO	DIMENSIONES (m)	H	CANTIDAD	PARRILLA
Z1	1.45 x 1.45	0.50	4	doble malla ϕ 1/2" @0.25
Z2	1.60 x 1.60	0.50	2	doble malla ϕ 1/2" @0.25
Z3	1.75 x 1.75	0.50	2	doble malla ϕ 1/2" @0.25
Z4	1.80 x 1.80	0.50	2	doble malla ϕ 1/2" @0.25
Z5	2.20 x 2.20	0.50	2	doble malla ϕ 1/2" @0.25

3.2 Diseño estructural con bloque de poliestireno

Para poder realizar el diseño tenemos que retirar el peso del ladrillo de arcilla al peso de la losa aligerada, dato que obtendremos de la Norma Técnica de Edificación E.020. Luego, ya que el peso del ladrillo es despreciable al tener una densidad de 10kg/m³.

Tabla 29.- Peso por m² de losa aligerada.

Peralte de losa	Peso por m ²
17cm	260 kg/m ²
20cm	300 kg/m ²
25cm	350 kg/m ²
30cm	380 kg/m ²

Por cada metro cuadrado de losa aligerada tenemos 8.33 unidades de ladrillo.

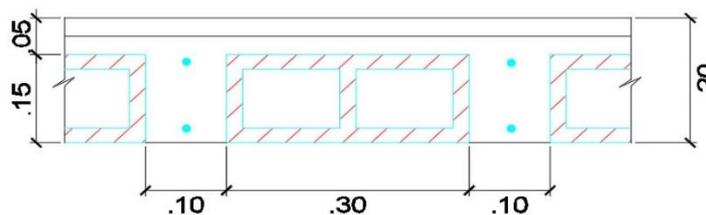


Figura 65.- Detalle típico de losa aligerada.

Teniendo en cuenta los datos, elaboramos la siguiente tabla, para poder observar el porcentaje de ahorro por metro cuadrado de losas aligeradas, cuando reemplazamos los ladrillos de arcilla por bloques de poliestireno expandido.

Tabla 30.- Peso de las losas aligeradas con poliestireno expandido.

Peralte de losa (cm)	h de ladrillo (cm)	Peso del ladrillo de arcilla (kg/und)	Peso de ladrillo (kg/m ²)	Peso de losa (kg/ m ²)	Peso de losa con poliestireno (kg/m ²)	% de ahorro
17	12	7.2	60	260	200	23.0%
20	15	8.4	70	300	230	23.3%
25	20	10.2	85	350	265	24.2%
30	25	12	100	380	280	26.3%

El siguiente paso es modelar la losa aligerada en el software ETABS 2016, tomando los datos por metro cuadrado obtenidos. Para nuestro proyecto estamos usando un espesor de losa de 20cm, con esto debemos de emplear el peso de 230 kg/m². Luego tenemos que verificar los desplazamientos, derivas, etc.

Análisis con ladrillos de arcilla:

Tabla 31.- Cuadro de desplazamientos en el eje X utilizando ladrillo de arcilla.

Piso	Desplazamiento Absoluto UX (m)	Desplazamiento Relativo UX (m)	Altura (m)	Deriva
5	0.085103	0.01442	2.5	0.0058
4	0.070683	0.016924	2.5	0.0068
3	0.053759	0.01756	2.5	0.0070
2	0.036199	0.018393	2.5	0.0070
1	0.017806	0.017806	3	0.0059

Tabla 32.- Cuadro de desplazamientos en el eje Y utilizando ladrillo de arcilla.

Piso	Desplazamiento Absoluto UY (m)	Desplazamiento Relativo UY (m)	Altura (m)	Deriva
5	0.085598	0.013748	2.5	0.0055
4	0.07185	0.016401	2.5	0.0066
3	0.055449	0.017079	2.5	0.0068
2	0.03837	0.01851	2.5	0.0070
1	0.01986	0.01986	3	0.0066

Análisis con bloques de poliestireno expandido:

Tabla 33.- Cuadro de desplazamientos en el eje X utilizando EPS.

Piso	Desplazamiento Absoluto UX (m)	Desplazamiento Relativo UX (m)	Altura (m)	Deriva
5	0.069776	0.01167	2.5	0.0047
4	0.058106	0.013798	2.5	0.0055
3	0.044308	0.014418	2.5	0.0058
2	0.02989	0.015171	2.5	0.0060
1	0.014719	0.014719	3	0.0049

Tabla 34.- Cuadro de desplazamientos en el eje Y utilizando EPS.

Piso	Desplazamiento Absoluto UY (m)	Desplazamiento Relativo UY (m)	Altura (m)	Deriva
5	0.070232	0.011113	2.5	0.0044
4	0.059119	0.013372	2.5	0.0053
3	0.045747	0.014032	2.5	0.0056
2	0.031715	0.015282	2.5	0.0060
1	0.016433	0.016433	3	0.0055

Variación de la deriva en porcentajes

Tabla 35.- Porcentajes de variación en la deriva inelástica en ambos ejes.

PISO	Porcentaje X	Porcentaje Y
5	19	19
4	18	18
3	17	17
2	17	17
1	17	17

Análisis con arcilla:

Tabla 36.- Cortante en ambos ejes utilizando ladrillo de arcilla.

Vx	Vy
16.4533	16.1515
30.665	30.3671
41.8007	41.6449
49.894	49.9988
54.3924	54.8067

Análisis con poliestireno expandido:

Tabla 37.- Cortante en ambos ejes utilizando bloques de poliestireno.

V _x	V _y
13.2034	12.9729
25.0179	24.8063
34.3629	34.2849
41.1893	41.3423
44.995	45.4163

En el siguiente cuadro apreciamos la variación de la cortante en ambos ejes, representado en porcentaje:

Tabla 38.- Porcentaje de variación de la cortante en ambos ejes

V _x	V _y
19.7	19.6
18.4	18.3
17.7	17.6
17.4	17.3
17.2	17.1

3.3 Metrados

Para realizar los metrados se utilizaron los siguientes formatos:

Tabla 39.- Metrado de Excavaciones.

O.E.2.1.1	EXCAVACIONES								
O.E.2.1.1.1	EXCAVACIONES SIMPLES	m3							38.54
O.E.2.1.1.1.1	Excavación de Zapatas	m3						25.30	
	Zapata Z1		4	1.5	1.6	0.6	5.76		
	Zapata Z2		2	1.7	1.7	0.6	3.47		
	Zapata Z3		2	1.9	1.9	0.6	4.33		
	Zapata Z4		2	1.8	2.1	0.6	4.54		
	Zapata Z5		2	2.45	2.45	0.6	7.20		
O.E.2.1.1.1.2	Excavación de Cimiento Corrido	m3						13.24	
	EJES HORIZONTALES								
	Eje 4		1	4.65	0.45	0.7	1.46		
	Eje 3		1	3.4	0.45	0.7	1.07		

	Eje 2		1	3.9	0.45	0.7	1.23		
	Eje 1		1	4.2	0.45	0.7	1.32		
	EJES VERTICALES								
	EJE A		1	7.18	0.45	0.7	2.26		
	EJE A'		1	6.9	0.45	0.7	2.17		
	EJE B		1	2.22	0.45	0.7	0.6993		
	EJE B'		1	2.42	0.45	0.7	0.76		
	EJE C		1	7.15	0.45	0.7	2.25225		

Tabla 40.- Metrado de Relleno.

Item	Descripción	Und.	# de veces	Largo	Ancho	Alto	Area	Perímetro	Parcial 1	Parcial 2	Total
O.E.2.1.2	RELLENOS										
O.E.2.1.2.1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3									27.42
O.E.2.1.2.1	ZAPATAS									25.165	
	Zapata Z1		2			0.7	2.13		2.982		
	Zapata Z1		1			0.7	1.97		1.379		
	Zapata Z1		1			0.7	2.06		1.442		
	Zapata Z2		1			0.7	2.33		1.63		
	Zapata Z2		1			0.7	2.51		1.76		
	Zapata Z3		1			0.7	2.98		2.09		
	Zapata Z3		1			0.7	3.21		2.25		
	Zapata Z4		1			0.7	3.27		2.29		
	Zapata Z4		1			0.7	3.5		2.45		
	Zapata Z5		2			0.7	4.93		6.90		
O.E.2.1.2.1	CIMIENTO CORRIDO									2.25	
	EJES HORIZONTALES										
	Eje 4		1	4.65	0.3	0.1			0.14		
	Eje 3		1	3.4	0.3	0.2			0.20		
	Eje 2		1	3.9	0.3	0.2			0.23		
	Eje 1		1	4.2	0.3	0.1			0.13		
	EJES VERTICALES										
	EJE A		1	7.18	0.3	0.1			0.22		
	EJE A'		1	6.9	0.3	0.2			0.41		
	EJE B		1	2.22	0.3	0.2			0.13		
	EJE B'		1	2.42	0.3	0.2			0.15		
	EJE C		1	7.15	0.45	0.2			0.64		
O.E.2.1.3	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO										
O.E.2.1.3.1	Nivelación Manual	m2	1	13.4	9.45		126.63				126.63
O.E.2.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3								23.31	
	Volumen de Excavaciones								79.00		
	Volumen de Relleno								56.80		

Tabla 41.- Metrado de Concreto Simple

O.E.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE										
O.E.2.2.1	CIMENTOS CORRIDOS C:H 1:10 + 30% PM	m3									18.92
	EJES HORIZONTALES										
	Eje 4			1	4.65	0.45	1	2.09			
	Eje 3			1	3.4	0.45	1	1.53			
	Eje 2			1	3.9	0.45	1	1.76			
	Eje 1			1	4.2	0.45	1	1.89			
	EJES VERTICALES										
	EJE A			1	7.18	0.45	1	3.23			
	EJE A'			1	6.9	0.45	1	3.11			
	EJE B			1	2.22	0.45	1	1			
	EJE B'			1	2.42	0.45	1	1.09			
	EJE C			1	7.15	0.45	1	3.22			
O.E.2.2.2	SOLADOS	m2									42.17

	SOLADOS 0.10m espesor							
	Zapata Z1		4	1.5	1.6		9.6	
	Zapata Z2		2	1.7	1.7		5.78	
	Zapata Z3		2	1.9	1.9		7.22	
	Zapata Z4		2	1.8	2.1		7.56	
	Zapata Z5		2	2.45	2.45		12.01	
O.E.2.2.3	SOBRECIMIENTO							
O.E.2.2.3.1	CONCRETO C:H 1:8 + 25% PM(max4")	m2						3.76
	EJES HORIZONTALES							
	Eje 4		2	4.05	0.15	0.4	0.49	
	Eje 3		2	3.05	0.15	0.4	0.37	
	Eje 2		1	4.35	0.15	0.4	0.26	
	Eje 1		1	6.22	0.15	0.4	0.37	
	EJES VERTICALES							
	EJE A		1	11.8	0.15	0.4	0.71	
	EJE A'		1	7.35	0.15	0.4	0.44	
	EJE B		1	5.75	0.15	0.4	0.35	
	EJE B'		1	1	0.15	0.4	0.06	
	EJE C		1	11.8	0.15	0.4	0.71	

Tabla 42.- Metrado de concreto en zapatas y columnas

O.E.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
O.E.2.3.1	ZAPATAS							
O.E.2.3.1.1	CONCRETO	m3						21.08
	Zapata Z1		4	1.5	1.6	0.5	4.8	
	Zapata Z2		2	1.7	1.7	0.5	2.89	
	Zapata Z3		2	1.9	1.9	0.5	3.61	
	Zapata Z4		2	1.8	2.1	0.5	3.78	
	Zapata Z5		2	2.45	2.45	0.5	6.0025	

O.E.2.3.2	COLUMNAS							
O.E.2.3.2.1	CONCRETO	m3						31.32
	Piso 1							
	COLUMNA C-1		4	0.40	0.45	3.7	2.66	
	COLUMNA C-2		1	0.40	0.45	3.7	0.67	
	COLUMNA C-3		2	0.40	0.45	3.7	1.33	
	COLUMNA C-4		4	0.40	0.45	3.7	2.66	
	COLUMNA C-5		1	0.40	0.45	3.7	0.67	
	Piso 2							
	COLUMNA C-1		4	0.40	0.45	2.7	1.94	
	COLUMNA C-2		1	0.40	0.45	2.7	0.49	

	COLUMNA C-3	2	0.40	0.45	2.7	0.97
	COLUMNA C-4	4	0.40	0.45	2.7	1.94
	COLUMNA C-5	1	0.40	0.45	2.7	0.49
	Piso 3					
	COLUMNA C-1	4	0.40	0.45	2.7	1.94
	COLUMNA C-2	1	0.40	0.45	2.7	0.49
	COLUMNA C-3	2	0.40	0.45	2.7	0.97
	COLUMNA C-4	4	0.40	0.45	2.7	1.94
	COLUMNA C-5	1	0.40	0.45	2.7	0.49
	Piso 4					
	COLUMNA C-1	4	0.40	0.45	2.7	1.94
	COLUMNA C-2	1	0.40	0.45	2.7	0.49
	COLUMNA C-3	2	0.40	0.45	2.7	0.97
	COLUMNA C-4	4	0.40	0.45	2.7	1.94
	COLUMNA C-5	1	0.40	0.45	2.7	0.49
	Piso 5					
	COLUMNA C-1	4	0.40	0.45	2.7	1.94
	COLUMNA C-2	1	0.40	0.45	2.7	0.49
	COLUMNA C-3	2	0.40	0.45	2.7	0.97
	COLUMNA C-4	4	0.40	0.45	2.7	1.94
	COLUMNA C-5	1	0.40	0.45	2.7	0.49

Tabla 43.- Metrado de concreto en vigas

O.E.2.3.3	VIGAS							
O.E.2.3.3.1	CONCRETO	m3						37.54
	Piso 1							
	V-100(25x50)	3	11.8	0.25	0.5	4.43		
	V-100(25x50)	4	8.1	0.25	0.5	4.05		
	Piso 2							
	V-102(25x50)	3	11.8	0.25	0.5	4.43		
	V-102(25x50)	4	8.1	0.25	0.5	4.05		
	Piso 3							
	V-103 (25x45)	3	11.8	0.25	0.45	3.98		
	V-103 (25x45)	4	8.1	0.25	0.45	3.65		
	Piso 4							
	V-104 (25x35)	3	11.8	0.25	0.35	3.10		
	V-104 (25x35)	2	8.1	0.25	0.35	1.42		
	V-104 (25x35)	2	8.1	0.25	0.35	1.42		
	V-22 (25x20)	1	3.7	0.25	0.20	0.19		
	V-11 (25x30)	3	1	0.25	0.30	0.23		
	V-22 (25x20)	1	8.7	0.25	0.20	0.44		

Piso 5							
V-106 (25x30)		3	11.8	0.25	0.3	2.66	
V-106 (25x30)		2	8.15	0.25	0.3	1.22	
V-107 (30x30)		2	8.15	0.3	0.3	1.47	
V-22 (25x20)		1	3.7	0.25	0.2	0.19	
V-11 (25x30)		3	1	0.25	0.3	0.23	
V-22 (25x20)		1	8.7	0.25	0.2	0.44	

Tabla 44.- Metrado de concreto en losas

O.E.2.3.4.1	CONCRETO	m3						
	Losa 3		5		0.2	37.28	37.28	
	Ladrillos		-310.5	0.3	0.3	0.15	-20.96	
	Losa 3A		2		0.2	6.54	2.62	
	Ladrillos		-54.5	0.3	0.3	0.15	-3.68	
	Losa 2		5		0.2	20.39	20.39	
	Ladrillos		-169.8	0.3	0.3	0.15	-11.46	
	Losa 1		5		0.2	37.28	37.28	
	Ladrillos		-310.5	0.3	0.3	0.15	-20.96	
								40.50

Para el metrado de encofrado se utilizó la siguiente plantilla.

Tabla 45.- Metrado de encofrado de columnas.

O.E.2.3.2.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2						
	Piso 1							
	COLUMNA C-1		4					
	largo		2	0.40	3.4	10.72		
	ancho		2	0.45	3.4	12.06		
	COLUMNA C-2		1					
	largo		2	0.40	3.4	2.68		
	ancho		2	0.45	3.4	3.02		
	COLUMNA C-3		2					
	largo		2	0.40	3.4	5.36		
	ancho		2	0.45	3.4	6.03		
	COLUMNA C-4		4					
	largo		2	0.40	3.4	10.72		
	ancho		2	0.45	3.4	12.06		
	COLUMNA C-5		1					
	largo		2	0.40	3.4	2.68		
	ancho		2	0.45	3.4	3.02		
	Piso 2							
	COLUMNA C-1		4					

	largo	2	0.40	2.5	8.00	
	ancho	2	0.45	2.5	9.00	
	COLUMNA C-2	1				
	largo	2	0.40	2.5	2.00	
	ancho	2	0.45	2.5	2.25	
	COLUMNA C-3	2				
	largo	2	0.40	2.5	4.00	
	ancho	2	0.45	2.5	4.50	
	COLUMNA C-4	4				
	largo	2	0.40	2.5	8.00	
	ancho	2	0.45	2.5	9.00	
	COLUMNA C-5	1				
	largo	2	0.40	2.5	2.00	
	ancho	2	0.45	2.5	2.25	
	Piso 3					
	COLUMNA C-1	4				
	largo	2	0.40	2.5	8.00	
	ancho	2	0.45	2.5	9.00	
	COLUMNA C-2	1				
	largo	2	0.40	2.5	2.00	
	ancho	2	0.45	2.5	2.25	
	COLUMNA C-3	2				
	largo	2	0.40	2.5	4.00	
	ancho	2	0.45	2.5	4.50	
	COLUMNA C-4	1				
	largo	2	0.40	2.5	2.00	
	ancho	2	0.45	2.5	2.25	
	COLUMNA C-5	4				
	largo	2	0.40	2.5	8.00	
	ancho	2	0.45	2.5	9.00	
	Piso 4					
	COLUMNA C-1	4				
	largo	2	0.40	2.5	8.00	
	ancho	2	0.45	2.5	9.00	
	COLUMNA C-2	1				
	largo	2	0.40	2.5	2.00	
	ancho	2	0.45	2.5	2.25	
	COLUMNA C-3	2				
	largo	2	0.40	2.5	4.00	
	ancho	2	0.45	2.5	4.50	
	COLUMNA C-4	4				
	largo	2	0.40	2.5	8.00	
	ancho	2	0.45	2.5	9.00	

	COLUMNA C-5		1				
	largo	2	0.40	2.5	2.00		
	ancho	2	0.45	2.5	2.25		
	Piso 5						
	COLUMNA C-1		4				
	largo	2	0.40	2.5	8.00		
	ancho	2	0.45	2.5	9.00		
	COLUMNA C-2		1				
	largo	2	0.40	2.5	2.00		
	ancho	2	0.45	2.5	2.25		
	COLUMNA C-3		2				
	largo	2	0.40	2.5	4.00		
	ancho	2	0.45	2.5	4.50		
	COLUMNA C-4		4				
	largo	2	0.40	2.5	8.00		
	ancho	2	0.45	2.5	9.00		
	COLUMNA C-5		1				
	largo	2	0.40	2.5	2.00		
	ancho	2	0.45	2.5	2.25		

Tabla 46.- Metrado de encontrado de vigas.

O.E.2.3.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2						392.42
	Piso 1							
	V-100 (25x50)		3					
	alto	2	11.8		0.5	35.4		
	base	1	11.8	0.25		8.85		
	V-100 (25x50)		4					
	alto	2	8.1		0.5	32.4		
	base	1	8.1	0.25		8.10		
	Piso 2							
	V-102 (25x50)		3					
	alto	2	11.8		0.5	35.4		
	base	1	11.8	0.25		8.85		
	V-102 (25x50)		4					
	alto	2	8.1		0.5	32.4		
	base	1	8.1	0.25		8.10		
	Piso 3							
	V-103 (25x50)		3					
	alto	2	11.8		0.45	31.86		
	base	1	11.8	0.25		8.85		
	V-103 (25x50)		4					

	alto	2	8.1		0.45	29.16
	base	1	8.1	0.25		8.10
	Piso 4					
	V-104 (25x35)	3				
	alto	2	11.8		0.35	24.78
	base	1	11.8	0.25		8.85
	V-104 (25x35)	2				
	alto	2	8.1		0.35	11.34
	base	1	8.1	0.25		4.05
	V-105 (30x35)	2				
	alto	2	8.1		0.35	11.34
	base	1	8.1	0.3		4.86
	V-22 (25x20)	1				
	alto	2	3.75		0.20	1.5
	base	1	3.75	0.25		0.94
	V-11 (25x30)	3				
	alto	2	1		0.3	1.8
	base	1	1	0.25		0.75
	V-22 (25x20)	1				
	alto	2	8.7		0.2	3.48
	base	1	8.7	0.25		2.18
	Piso 5					
	V-106 (25x30)	3				
	alto	2	11.8		0.30	21.24
	base	1	11.8	0.25		8.85
	V-106 (25x30)	2				
	alto	2	8.1		0.30	9.72
	base	1	8.1	0.25		4.05
	V-107 (30x30)	2				
	alto	2	8.1		0.30	9.72
	base	1	8.1	0.3		4.86
	V-22 (25x20)	1				
	alto	2	3.75		0.20	1.5
	base	1	3.75	0.25		0.94
	V-11 (25x30)	3				
	alto	2	1		0.3	1.8
	base	1	1	0.25		0.75
	V-22 (25x20)	1				
	alto	2	8.7		0.2	3.48
	base	1	8.7	0.25		2.18

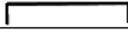
Tabla 47.- Metrado de encofrado de losa aligerada.

O.E.2.3.4.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2				487.83
	Losa 1		5	37.28	186.40	
	Losa 2		5	20.39	101.95	
	Losa 3		5	37.28	186.40	
	Losa 3A		2	6.54	13.08	

Tabla 48.- Metrado de acero en zapatas

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
						M	M	M	M	M	M
Zapata Z1	DIRECCIÓN X	1/2"	4	8	1.35	0.00	0.00	43.20	0.00	0.00	0.00
Zapata Z1	DIRECCIÓN Y	1/2"	4	8	1.45	0.00	0.00	46.40	0.00	0.00	0.00
Zapata Z2	DIRECCIÓN X	1/2"	2	9	1.55	0.00	0.00	27.90	0.00	0.00	0.00
Zapata Z2	DIRECCIÓN Y	1/2"	2	9	1.55	0.00	0.00	27.90	0.00	0.00	0.00
Zapata Z3	DIRECCIÓN X	1/2"	2	10	1.75	0.00	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00
Zapata Z3	DIRECCIÓN Y	1/2"	2	10	1.75	0.00	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00
Zapata Z4	DIRECCIÓN X	1/2"	2	9	1.65	0.00	0.00	29.70	0.00	0.00	0.00
Zapata Z4	DIRECCIÓN Y	1/2"	2	11	1.95	0.00	0.00	42.90	0.00	0.00	0.00
Zapata Z5	DIRECCIÓN X	1/2"	2	13	2.45	0.00	0.00	63.70	0.00	0.00	0.00
Zapata Z5	DIRECCIÓN Y	1/2"	2	13	1.95	0.00	0.00	50.70	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL(ML)						0.00	0.00	402.40	0.00	0.00	0.00
TOTAL (MTS)											
PESO (KG/ML) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS								398.38	0.00	0.00	0.00

Tabla 49.- Metrado de acero en columnas

PISO 1											
ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
						M	M	M	M	M	M
C-1											
ACERO LONGITUDINAL		3/4"	4.00	4.00	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	80.80	0.00
ACERO LONGITUDINAL		5/8"	4.00	8.00	4.65	0.00	0.00	0.00	148.80	0.00	0.00
ESTRIBOS		3/8"	4.00	27.00	1.38	0.00	149.04	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL(ML)						0.00	149.04	0.00	148.80	80.80	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS							83.46	0.00	230.64	180.99	0.00
PISO 2											
ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
						M	M	M	M	M	M
C-2											
ACERO LONGITUDINAL		3/4"	1.00	8.00	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00	40.40	0.00
ACERO LONGITUDINAL		5/8"	1.00	4.00	4.65	0.00	0.00	0.00	18.60	0.00	0.00
ESTRIBOS		3/8"	1.00	27.00	1.38	0.00	37.26	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL(ML)						0.00	37.26	0.00	18.60	40.40	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS							20.87	0.00	28.83	90.50	0.00

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
C-3											
ACERO LONGITUDINAL		3/4"	2.00	16.00	4.85	0.00	0.00	0.00	0.00	155.20	0.00
ACERO LONGITUDINAL		5/8"	2.00	0.00	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTRIBOS		3/8"	2.00	27.00	1.38	0.00	74.52	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL(ML)						0.00	74.52	0.00	0.00	155.20	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS						0.00	41.73	0.00	0.00	347.65	0.00

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
C-4											
ACERO LONGITUDINAL		3/4"	4.00	12.00	4.85	0.00	0.00	0.00	0.00	232.80	0.00
ACERO LONGITUDINAL		5/8"	4.00	0.00	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTRIBOS		3/8"	4.00	27.00	1.38	0.00	149.04	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL(ML)						0.00	149.04	0.00	0.00	232.80	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS						0.00	83.46	0.00	0.00	521.47	0.00

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
C-5											
ACERO LONGITUDINAL		3/4"	1.00	0.00	4.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ACERO LONGITUDINAL		5/8"	1.00	12.00	4.65	0.00	0.00	0.00	55.80	0.00	0.00
ESTRIBOS		3/8"	1.00	27.00	1.38	0.00	37.26	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL(ML)						0.00	37.26	0.00	55.80	0.00	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS						0.00	20.87	0.00	86.49	0.00	0.00

Tabla 50.- Metrado de acero en vigas

PRIMER PISO											
ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
V-100 (25x50) EJE 2 Y 5											
ACERO LONGITUDINAL		1/2"	2.00	3.00	10.04	0.00	0.00	60.24	0.00	0.00	0.00
ACERO LONGITUDINAL		1/2"	2.00	4.00	9.96	0.00	0.00	79.68	0.00	0.00	0.00
BASTONES		3/8"	2.00	1.00	6.26	0.00	12.52	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTRIBOS		1/4"	2.00	58.00	1.38	160.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL(ML)						160.08	12.52	139.92	0.00	0.00	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS						40.02	7.01	138.52	0.00	0.00	0.00

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
V-100 (25x50) EJE 3 Y 4											
ACERO LONGITUDINAL		1/2"	2.00	3.00	10.04	0.00	0.00	60.24	0.00	0.00	0.00
ACERO LONGITUDINAL		1/2"	2.00	3.00	9.96	0.00	0.00	59.76	0.00	0.00	0.00
BASTONES		3/8"	2.00	1.00	6.26	0.00	12.52	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTRIBOS		1/4"	2.00	58.00	1.38	160.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL(ML)						160.08	12.52	120.00	0.00	0.00	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS						40.02	7.01	118.80	0.00	0.00	0.00

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LOS LINEALES DE VARILLAS					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	12mm
V-100 (25x50) - EJE A											
ACERO LONGITUDINAL		5/8"	1.00	3.00	13.98	0.00	0.00	0.00	41.94	0.00	0.00
ACERO LONGITUDINAL		1/2"	1.00	3.00	13.90	0.00	0.00	41.70	0.00	0.00	0.00
ESTRIBOS		3/8"	1.00	86.00	1.38	0.00	118.68	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL (ML)						0.00	118.68	41.70	41.94	0.00	0.00
(KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	0.89
TOTAL KGS					172.75 KG	0.00	66.46	41.28	65.01	0.00	0.00

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LOS LINEALES DE VARILLAS					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	12mm
V-100 (25x50) - EJE B											
ACERO LONGITUDINAL		5/8"	1.00	3.00	13.98	0.00	0.00	0.00	41.94	0.00	0.00
ACERO LONGITUDINAL		1/2"	1.00	3.00	13.90	0.00	0.00	41.70	0.00	0.00	0.00
BASTONES		12mm	1.00	1.00	8.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.18
ESTRIBOS		3/8"	1.00	86.00	1.38	0.00	118.68	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL (ML)						0.00	118.68	41.70	41.94	0.00	8.18
(KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	0.89
TOTAL KGS					180.03 KG	0.00	66.46	41.28	65.01	0.00	7.28

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LOS LINEALES DE VARILLAS					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	12mm
V-100 (25x50) - EJE C											
ACERO LONGITUDINAL		5/8"	1.00	3.00	13.98	0.00	0.00	0.00	41.94	0.00	0.00
ACERO LONGITUDINAL		1/2"	1.00	3.00	13.90	0.00	0.00	41.70	0.00	0.00	0.00
BASTONES		12mm	1.00	1.00	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40
ESTRIBOS		3/8"	1.00	86.00	1.38	0.00	118.68	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL (ML)						0.00	118.68	41.70	41.94	0.00	3.40
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	0.89
TOTAL KGS					175.78 KG	0.00	66.46	41.28	65.01	0.00	3.03

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LOS LINEALES DE VARILLAS					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
V-22 (25x20)											
ACERO LONGITUDINAL		1/2"	1.00	2.00	3.95	0.00	0.00	7.90	0.00	0.00	0.00
ACERO LONGITUDINAL		1/2"	1.00	2.00	3.80	0.00	0.00	7.60	0.00	0.00	0.00
ESTRIBOS		1/4"	1.00	24.00	1.04	24.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL (ML)						24.96	0.00	15.50	0.00	0.00	0.00
(KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS					21.59 KG	6.24	0.00	15.35	0.00	0.00	0.00

Tabla 51.- Metrado de acero en losas

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
LOSA Nº 01											
NEGATIVO BASTONES		1/2"	5.00	20.00	3.22	0.00	0.00	322.00	0.00	0.00	0.00
TEMPERATURA		1/4"	5.00	26	9.71	1285.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POSITIVO		1/2"	5.00	20.00	4.58	0.00	0.00	458.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL (ML)						1285.60	0.00	780.00	0.00	0.00	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS					1093.60 KG	321.40	0.00	772.20	0.00	0.00	0.00

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
LOSA Nº 02											
NEGATIVO BASTONES		1/2"	5.00	13.00	2.82	0.00	0.00	183.30	0.00	0.00	0.00
TEMPERATURA		1/4"	5.00	16	6.84	547.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POSITIVO		1/2"	5.00	13.00	4.36	0.00	0.00	283.40	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL (ML)						547.20	0.00	466.70	0.00	0.00	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS					598.83 KG	136.80	0.00	462.03	0.00	0.00	0.00

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO ELEMENTOS IGUALES	NUMERO PIEZAS POR ELEMENTO	LONG. POR PZA (M)	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
						M	M	M	M	M	M
LOSA Nº 03											
NEGATIVO BASTONES		1/2"	5.00	20.00	3.22	0.00	0.00	322.00	0.00	0.00	0.00
TEMPERATURA		1/4"	5.00	26	9.71	1285.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POSITIVO		1/2"	5.00	20.00	4.58	0.00	0.00	458.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL (ML)						1285.60	0.00	780.00	0.00	0.00	0.00
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS						321.40	0.00	772.20	0.00	0.00	0.00

Tabla 52.- Metrado para cantidad de ladrillos.

Ítem	Descripción	# de veces	Área	Lad/m2	Parcial	Total
	Cantidad de ladrillos					4009
	1er Piso					
	Losa 1	1	37.28	8.33	310.54	
	Losa 2	1	20.39	8.33	169.85	
	Losa 3	1	37.28	8.33	310.54	
	2do Piso					
	Losa 1	1	37.28	8.33	310.54	
	Losa 2	1	20.39	8.33	169.85	
	Losa 3	1	37.28	8.33	310.54	
	3er Piso					
	Losa 1	1	37.28	8.33	310.54	
	Losa 2	1	20.39	8.33	169.85	
	Losa 3	1	37.28	8.33	310.54	
	4to Piso					
	Losa 1	1	37.28	8.33	310.54	
	Losa 2	1	20.39	8.33	169.85	
	Losa 3	1	37.28	8.33	310.54	
	Losa 3A	1	6.54	8.33	54.48	
	5to Piso					
	Losa 1	1	37.28	8.33	310.54	
	Losa 2	1	20.39	8.33	169.85	
	Losa 3	1	37.28	8.33	310.54	
	Losa 3A	1	6.54	8.33	54.48	

A continuación, mostraremos los cuadros comparativos para ambas soluciones de losas aligeradas:

Tabla 53.- Comparación del volumen del concreto.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	CONCRETO EN ALIGERADO (M3)	
	LADRILLO DE ARCILLA	BLOQUES DE POLIESTIRENO
ZAPATAS	21.08	17.91
COLUMNAS	31.32	31.32
VIGAS	37.54	37.54
LOSAS	42.71	41.98

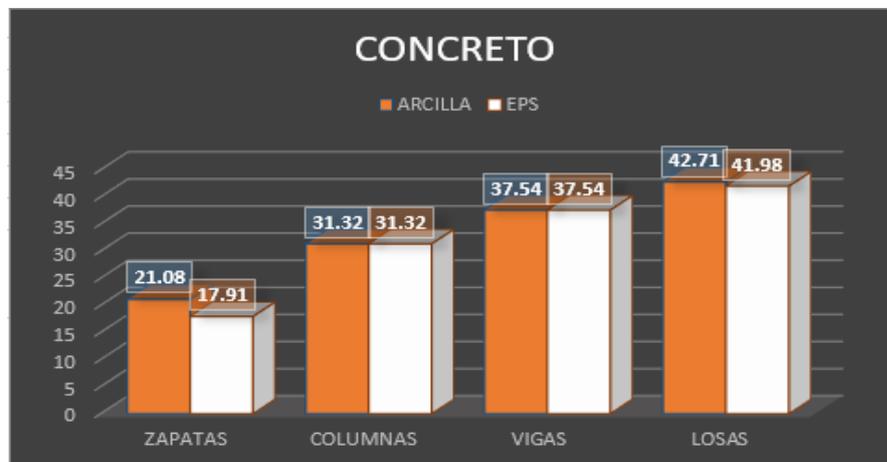


Figura 66.- Balance del volumen de concreto.

Tabla 54.- Comparación del área encofrado.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ENCOFRADO (M2)	
	LADRILLO DE ARCILLA	BLOQUES DE POLIESTIRENO
COLUMNAS	272.34	272.34
VIGAS	392.42	392.42
LOSAS	487.33	487.33

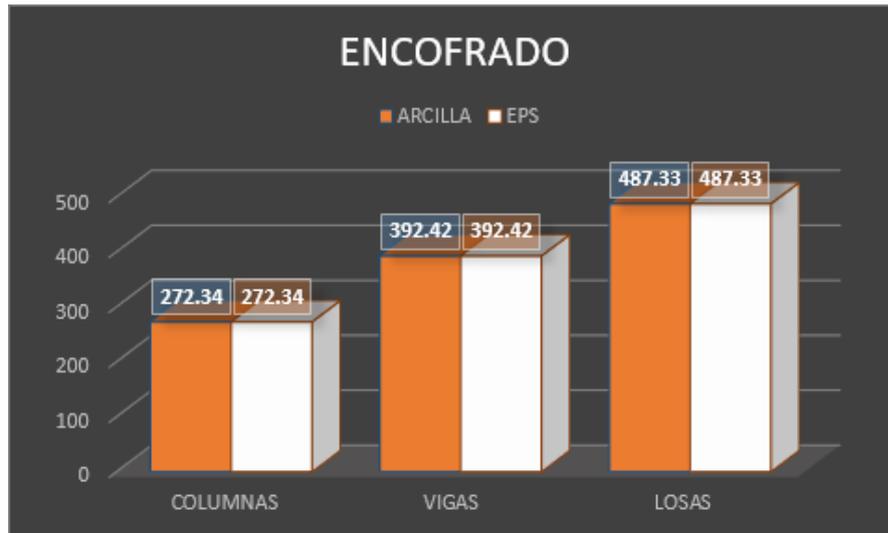


Figura 67.- Balance del área del encofrado.

Tabla 55.- Comparación del peso del acero.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ACERO (KG)	
	LADRILLO DE ARCILLA	BLOQUES DE POLIESTIRENO
ZAPATAS	398.38	271.66
COLUMNAS	5429.33	4898.193
VIGAS	4161.17	3951.42
LOSAS	2786.04	2786.04



Figura 68.- Balance del peso del acero.

Tabla 56.- Comparación de cantidad de ladrillos de arcilla vs bloques de EPS.

ALIGERADO CON	CANTIDAD DE LADRILLO
LADRILLO DE ARCILLA	4009
BLOQUES DE POLIESTIRENO	1024



Figura 69.- Balance de ladrillos de arcilla versus poliestireno expandido.

En la tabla 56 se presenta el resumen de los metrados donde se analiza la implementación de ambas losas.

Tabla 57.- Metrados Globales

METRADO GLOBAL			
DESCRIPCIÓN	UND.	ALIGERADO CON	
		LADRILLO DE ARCILLA	BLOQUES DE POLIESTIRENO
CONCRETO	M3	132.65	128.75
ENCOFRADO	M2	1196.99	1193.59
ACERO	KG	12774.91	11907.31
LADRILLO	Und.	4009.15	1024

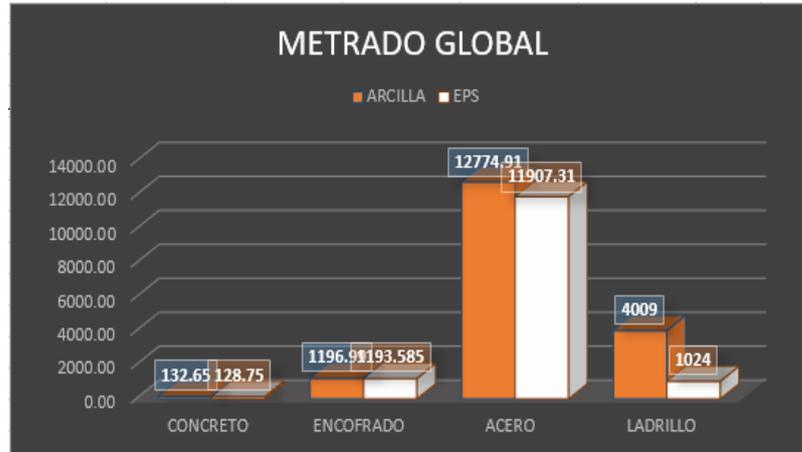


Figura 70.- Metrado Global

3.4 Análisis de precio unitarios.

Para el presente proyecto se utilizaron los precios unitarios obtenidos de MAESTRO Y SODIMAC, entre otros proveedores.

Tabla 58.- Análisis de costos, concreto para solado.

3.Obras de Concreto Simple								
Partida	3.01	SOLADO PARA ZAPATAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO:	80	EQ:	80	Costo unitario directo por:	m2	15.51
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
147010002		OPERARIO	H-H	1.0000	0.1000	20.97	2.10	
147010004		PEON	H-H	3.0000	0.3000	15.3	4.59	
							6.69	
Materiales								
221000000		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol.		0.1750	18.64	3.26	
204000007		ARENA GRUESA	m3		0.0338	20.34	0.69	
205050026		PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.0338	46.61	1.57	
230290001		AGUA	m3		0.0100	10.17	0.10	
							5.62	
Equipos								
337010001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.69	0.20	
348000002		MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 9P3	H-M	1.0000	0.1000	30.00	3	
							3.20	

Tabla 59.- Análisis de costos, concreto cimiento corrido.

3.Obras de Concreto Simple								
Partida	3.02	CIMENTOS CORRIDO F'C=140 KG/CM2						
Rendimiento	m3/DIA	MO:	25	EQ:	25	Costo unitario directo por:	m3	158.35
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
147010002		OPERARIO	H-H	1.0000	0.3200	20.97	6.71	
147010003		OFICIAL	H-H	2.0000	0.6400	17	10.88	
147010004		PEON	H-H	8.0000	2.5600	15.3	39.17	
147010005		OPERADOR-EQ.LIVIANO	H-H	1.0000	0.3200	15.85	5.07	
							61.83	
Materiales								
221000000		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol.		2.9000	18.64	54.07	
204000007		ARENA GRUESA	m3		0.4250	20.34	8.64	
205050026		PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.4250	46.61	19.81	
230290001		AGUA	m3		0.2500	10.17	2.54	
							85.06	
Equipos								
337010001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	61.83	1.85	
348000002		MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 9P3	H-M	1.0000	0.3200	30.00	9.6	
							11.45	

Tabla 60.- Análisis de costos, concreto en sobrecimiento.

Partida	3.03	SOBRECIMIENTO CONCRETO						
Rendimiento	m3/DIA	MO:	12	EQ:	12	Costo unitario directo por:	m3	246.70
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
147010002		OPERARIO	H-H	1.0000	0.6667	20.97	13.98	
147010003		OFICIAL	H-H	1.0000	0.6667	17	11.33	
147010004		PEON	H-H	4.0000	2.6667	15.3	40.80	
147010005		OPERADOR-EQ.LIVIANO	H-H	1.0000	0.6667	15.85	10.57	
							76.68	
Materiales								
221000000		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol.		5.8600	18.64	109.25	
204000007		ARENA GRUESA	m3		0.6000	20.34	12.20	
205050026		PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5090	46.61	23.72	
230290001		AGUA	m3		0.2500	10.17	2.54	
							147.72	
Equipos								
337010001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	76.68	2.30	
348000002		MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 9P3	H-M	1.0000	0.6667	30.00	20	
							22.30	

Tabla 61.- Análisis de costos, concreto en zapatas.

4.Obras de Concreto Armado								
Partida	4.01	ZAPATA DE CONCRETO 210 KG/CM2						
Rendimiento	m3/DIA	MO:	25	EQ:	25	Costo unitario directo por:	m3	322.62
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
147010002		OPERARIO	H-H	2.0000	0.6400	20.97	13.42	
147010003		OFICIAL	H-H	2.0000	0.6400	17	10.88	
147010004		PEON	H-H	8.0000	2.5600	15.3	39.17	
147010005		OPERADOR-EQ.LIVIANO	H-H	1.0000	0.3200	15.85	5.07	
							68.54	
Materiales								
221000000		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol.		9.7400	18.64	181.59	
204000007		ARENA GRUESA	m3		0.6000	20.34	12.20	
205050026		PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.9000	46.61	41.95	
230290001		AGUA	m3		0.1850	10.17	1.88	
							237.63	
Equipos								
337010001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	68.54	2.06	
348000002		MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 9P3	H-M	1.0000	0.3200	30.00	9.6	
349000003		VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	H-M	1.0000	0.3200	15.00	4.8	
							16.46	

Tabla 62.- Análisis de costos, concreto columnas.

Partida	4.04	COLUMNAS DE CONCRETO 210 KG/CM2						
Rendimiento	m3/DIA	MO:	12	EQ:	12	Costo unitario directo por:	m3	358.28
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
147010002		OPERARIO	H-H	1.0000	0.6667	20.97	13.98	
147010003		OFICIAL	H-H	2.0000	1.3333	17	22.67	
147010004		PEON	H-H	4.0000	2.6667	15.3	40.80	
147010005		OPERADOR-EQ.LIVIANO	H-H	1.0000	0.6667	15.85	10.57	
							88.01	
Materiales								
221000000		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol.		9.7400	18.64	181.59	
204000007		ARENA GRUESA	m3		0.6000	20.34	12.20	
205050026		PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.9000	46.61	41.95	
230290001		AGUA	m3		0.1850	10.17	1.88	
							237.63	
Equipos								
337010001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	88.01	2.64	
348000002		MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 9P3	H-M	1.0000	0.6667	30.00	20.00	
349000003		VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	H-M	1.0000	0.6667	15.00	10.00	
							32.64	

Tabla 63.- Análisis de costos, concreto vigas.

Partida	4.07	VIGAS DE CONCRETO 210 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	MO:	22	EQ:	22	Costo unitario directo por:	m3
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
147010002	OPERARIO		H-H	1.0000	0.3636	20.97	7.63
147010003	OFICIAL		H-H	2.0000	0.7273	17	12.36
147010004	PEON		H-H	4.0000	1.4545	15.3	22.25
147010005	OPERADOR-EQ.LUVIANO		H-H	1.0000	0.3636	15.85	5.76
							48.01
Materiales							
221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)		bol.		9.7400	18.64	181.59
204000007	ARENA GRUESA		m3		0.6000	20.34	12.20
205050026	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0.9000	46.61	41.95
230290001	AGUA		m3		0.1850	10.17	1.88
							237.63
Equipos							
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	48.01	1.44
348000002	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 9P3		H-M	1.0000	0.3636	30.00	10.91
349000003	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"		H-M	1.0000	0.3636	15.00	5.45
							17.80

Tabla 64.- Análisis de costos, concreto en losa aligerada.

Partida	4.10	LOSAS DE CONCRETO 210 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	MO:	35	EQ:	35	Costo unitario directo por:	m3
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
147010002	OPERARIO		H-H	1.0000	0.2286	20.97	4.79
147010003	OFICIAL		H-H	2.0000	0.4571	17	7.77
147010004	PEON		H-H	9.0000	2.0571	15.3	31.47
147010005	OPERADOR-EQ.LUVIANO		H-H	1.0000	0.2286	15.85	3.62
							47.66
Materiales							
221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)		bol.		9.7400	18.64	181.59
204000007	ARENA GRUESA		m3		0.5200	20.34	10.58
205050026	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0.5300	46.61	24.70
230290001	AGUA		m3		0.2100	10.17	2.14
							219.01
Equipos							
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	47.66	1.43
348000002	MEZCLADORA DE CONCRETO TOLVA 9P3		H-M	1.0000	0.2286	30.00	6.86
349000003	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"		H-M	1.0000	0.2286	15.00	3.43
							11.72

Tabla 65.- Análisis de costos, encofrado y desencofrado.

Partida	4.11	LOSAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO:	12	EQ:	12	Costo unitario directo por:	m3
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
147010002	OPERARIO		H-H	1.0000	0.6667	20.97	13.98
147010003	OFICIAL		H-H	1.0000	0.6667	17	11.33
							25.31
Materiales							
202000035	ALAMBRE # 8		Kg		0.1100	3.05	0.34
202100090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO		Kg		0.1000	3.39	0.34
245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO		p2		5.1500	4.24	21.822
							22.50
Equipos							
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	25.31	0.76
							0.76

Tabla 66.- Análisis de costos, acero corrugado.

Partida	4.12	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm2						
Rendimiento	Kg/DIA	MO:	280	EQ:	280	Costo unitario directo por:	kg	6.43
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
147010002	OPERARIO	H-H	1.0000	0.0286	20.97	0.60		
147010003	OFICIAL	H-H	1.0000	0.0286	17	0.49		
						1.08		
Materiales								
202100002	ALAMBRE NEGRO Nro.16	Kg		0.0600	3.05	0.183		
203030000	ACERO CORRUGADO FY=4,200 Kg/cm2 GRADO 60	Kg		1.0500	4.07	4.27		
						4.45		
Equipos								
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.08	0.03		
337490051	CIZALLA ELECTRICA	H-M	1.0000	0.0286	30.00	0.86		
						0.89		

Para realizar una comparación de análisis de precio unitario para el ladrillo tendremos en cuenta algunas consideraciones.

Tabla 67.- Análisis de costo unitario colocación de ladrillo de arcilla.

Partida	4.13	LADRILLO PARA TECHO DE 15X30X30						
Rendimiento	m2/DIA	MO:	30	EQ:	30	Costo unitario directo por:	m2/DIA	32.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
147010002	OPERARIO	H-H	1.0000	0.2667	20.97	5.59		
147010003	OFICIAL	H-H	1.0000	0.2667	17	4.53		
147010004	PEON	H-H	1.0000	0.2667	15.3	4.08		
						14.21		
Materiales								
217100021	LADRILLO PARA TECHO 15X30X30 CM	Und.		8.3300	2.12	17.648		
						17.65		
Equipos								
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	14.21	0.43		
						0.43		

Para el análisis de costo unitario con bloques de poliestireno expandido se tomaron las medidas del casetón de 0.30mx1.20mx0.15m.

Tabla 68.- Análisis de costo unitario colocación de bloque de poliestireno.

Partida	4.13	LADRILLO PARA TECHO DE 30x120x30cm						
Rendimiento	m2/DIA	MO:	550	EQ:	550	Costo unitario directo por:	m2/DIA	10.94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
147010002	OPERARIO	H-H	1.0000	0.0145	20.97	0.31		
147010003	OFICIAL	H-H	1.0000	0.0145	17	0.25		
147010004	PEON	H-H	1.0000	0.0145	15.37	0.22		
						0.78		
Materiales								
217100021	BLOQUE DE POLIESTIRENO 15X120X30 CM	Und.		1.2600	8.05	10.144		
						10.14		
Equipos								
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.78	0.02		
						0.02		

De los resultados obtenidos, en lo que respecta al análisis de precios unitarios podemos observar que los bloques de poliestireno expandido tienen un mejor rendimiento en su colocación, debido a su mínimo peso.

Interpretando los análisis de costos unitarios verificamos que la diferencia se da en la colocación, de tal manera, existe una diferencia en el costo de la losa aligerada, para mejor detalle elaboramos un gráfico. Considerando los siguientes análisis de precios unitarios: encofrado, concreto, acero corrugado $f'y=4200\text{kg/cm}^2$ y colocación del ladrillo de arcilla y los bloques de poliestireno expandido.

- El precio del ladrillo de arcilla de 15x30x30 cm se obtuvo de SODIMAC.
- El precio total en soles por m² de losa aligerada S/. 362.29
- El precio total de la mano de obra es S/. 88.27
- El precio total de los materiales es S/. 260.24
- El precio total de los equipos y herramientas es S/.13.79

Para la losa aligerada con bloques de poliestireno tenemos:

- El precio del casetón de poliestireno de 15x1.20x30 cm se obtuvo de SODIMAC.
- El precio total en soles por m² de losa aligerada S/. 344.33
- El precio total de la mano de obra es S/. 74.83
- El precio total de los materiales es S/. 256.10
- El precio total de los equipos y herramientas es S/.13.39



Figura 71.- Costo en soles de losa aligerada por m².

Existen diversas aplicaciones con los bloques de poliestireno expandido, para nuestro proyecto debemos darle importancia en lo que respecta al revestimiento de

cielo raso, ya que al tener poca adherencia es necesario agregarle algunos elementos, los cuales harán que aumente el precio y el rendimiento de la partida.

Tabla 69.- Análisis de costos, revestimiento de cielo raso de losa con ladrillos.

Partida	REVESTIMIENTO DE CIELO RASO							
Rendimiento	und/DIA	MO:	10	EQ:	10	Costo unitario directo por:	und	45.50
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
147010002		OPERARIO	H-H	1.0000	0.8000	20.97	16.78	
147010004		PEON	H-H	1.0000	0.8000	15.3	12.24	
							29.02	
Materiales								
230290001		AGUA	m3		0.0054	10.17	0.05	
204000007		ARENA GRUESA	m3		0.0200	20.34	0.41	
221000000		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol.		0.1780	18.64	3.32	
245010001		MADERA TORNILLO	p2		0.4334	4.24	1.836	
							5.62	
Equipos								
337010001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.02	0.87	
243010098		REGLA DE ALUMINIO	und		0.1000	100.00	10.00	
							10.87	

Como mencionábamos en líneas anteriores, la desventaja en el revestimiento es la poca adhesión al mortero, por este motivo, se emplea una malla de alambre galvanizado de 1/2”.

Tabla 70.- Análisis de costos, revestimiento de losa con bloques de EPS.

Rendimiento	und/DIA	MO:	8	EQ:	8	Costo unitario directo por:	und	57.04
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
147010002		OPERARIO	H-H	1.0000	1.0000	20.97	20.97	
147010004		PEON	H-H	1.0000	1.0000	15.3	15.30	
							36.27	
Materiales								
230290001		AGUA	m3		0.0054	10.17	0.05	
204000007		ARENA GRUESA	m3		0.0280	20.34	0.57	
221000000		CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol.		0.1780	18.64	3.32	
245010001		MADERA TORNILLO	p2		0.4340	4.24	1.839	
202000135		Malla tejida 1/2" galvanizada	m2		1.0000	3.90	3.898	
							9.68	
Equipos								
337010001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	36.27	1.09	
243010098		REGLA DE ALUMINIO	und		0.1000	100.00	10.00	
							11.09	

Actualmente se encuentra en el mercado distintas formas de casetones de poliestireno, una de ellas es la que produce la empresa ETSA PERÚ, en la ciudad de Lima, donde sus casetones cuentan con unas aberturas donde el mortero tiene mayor capacidad de adhesión, de esta manera ya no sería necesario utilizar la malla y se comenzaría directamente el tarrajeo. Resultando un menor costo en la partida de revestimiento de cielo raso.



Figura 72.- Casetón de poliestireno elaborado en ETSA PERÚ.

3.1 Costo Estructural.

Para determinar el costo total de la estructura empleamos el análisis de precios unitarios y los metrados elaborados, posteriormente realizamos un gráfico con los costos.

Tabla 71.- Costo Estructural con aligerado de ladrillo de arcilla.

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio	Parcial
	ESTRUCTURAS				S/365,422.79
O.E.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
O.E.2.1.1	EXCAVACIONES				
O.E.2.1.1.1.1	Excavación de Zapatas	m3	25.30	50.43	S/1,275.80
O.E.2.1.1.1.2	Excavación de Cimiento Corrido	m3	13.24	S/31.52	S/417.18
O.E.2.1.2	RELLENOS				
O.E.2.1.2.1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO				
O.E.2.1.2.1.1	ZAPATAS	m3	25.165	S/18.01	S/453.23
O.E.2.1.2.1.2	CIMIENTO CORRIDO	m3	2.25	S/18.01	S/40.61
O.E.2.1.3	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO				
O.E.2.1.3.1	Nivelación Manual	m2	126.63	S/28.61	S/3,623.26
O.E.2.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	23.31	S/21.01	S/489.71
O.E.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
O.E.2.2.1	SOLADOS	m2	42.17	S/24.97	S/1,052.86
O.E.2.2.2	CIMIENTOS CORRIDOS C:H 1:10 + 30% PM	m3	18.92	S/451.96	S/8,551.02
O.E.2.2.3	SOBRECIMIENTO				
O.E.2.2.3.1	CONCRETO C:H 1:8 + 25% PM(max4")	m3	3.76	S/372.78	S/1,401.64
O.E.2.2.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	49.46	S/63.54	S/3,142.49
O.E.2.2.3.2	FALSO PISO C:H 1:8 E=10cm	m2	114.75	S/27.89	S/3,200.12
O.E.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
O.E.2.3.1	ZAPATAS				
O.E.2.3.1.1	CONCRETO	m3	21.08	S/630.06	S/13,283.14

O.E.2.3.1.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	44.40	S/52.59	S/2,334.79
O.E.2.3.1.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO 1/2"	Kg	398.38	S/6.43	S/2,561.07
O.E.2.3.2	COLUMNAS				
O.E.2.3.2.1	CONCRETO	m3	31.32	S/507.70	S/15,901.15
O.E.2.3.2.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	272.34	S/54.58	S/14,863.07
O.E.2.3.2.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	Kg	5429.33	S/6.43	S/34,903.99
O.E.2.3.3	VIGAS				
O.E.2.3.2.1	CONCRETO	m3	37.54	S/263.57	S/9,895.54
O.E.2.3.2.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	392.42	S/68.69	S/26,955.17
O.E.2.3.2.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	Kg	4161.17	S/6.43	S/26,751.24
O.E.2.3.4	LOSAS				
O.E.2.3.4.1	CONCRETO	m3	42.71	S/545.74	S/23,306.89
O.E.2.3.4.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	487.83	S/48.57	S/23,693.58
O.E.2.3.4.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	kg	2786.04	S/6.43	S/17,910.81
O.E.2.3.4.4	LADRILLOS	Und.	4009.15	S/32.28	S/129,414.42

Tabla 72.- Costo Estructural con aligerado con poliestireno expandido.

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio	Parcial
	ESTRUCTURAS				S/238,623.32
O.E.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
O.E.2.1.1	EXCAVACIONES				
O.E.2.1.1.1	Excavación de Zapatas	m3	21.49	50.43	S/1,083.66
O.E.2.1.1.2	Excavación de Cimiento Corrido	m3	13.24	S/31.52	S/417.18
O.E.2.1.2	RELLENOS				
O.E.2.1.2.1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO				
O.E.2.1.2.1.1	ZAPATAS	m3	22.197	S/18.01	S/399.77
O.E.2.1.2.1.2	CIMIENTO CORRIDO	m3	2.25	S/18.01	S/40.61
O.E.2.1.3	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO				
O.E.2.1.3.1	Nivelación Manual	m2	126.63	S/28.61	S/3,623.26
O.E.2.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	21.56	S/21.01	S/453.04
O.E.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
O.E.2.2.1	SOLIDOS	m2	35.82	S/24.97	S/894.32
O.E.2.2.2	CIMENTOS CORRIDOS C:H 1:10 + 30% PM	m3	18.92	S/451.96	S/8,551.02
O.E.2.2.3	SOBRECIMIENTO				
O.E.2.2.3.1	CONCRETO C:H 1:8 + 25% PM(max4")	m3	3.76	S/372.78	S/1,401.64
O.E.2.2.3.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	49.46	S/63.54	S/3,142.49
O.E.2.2.3.2	FALSO PISO C:H 1:8 E=10cm	m2	114.75	S/27.89	S/3,200.12
O.E.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
O.E.2.3.1	ZAPATAS				
O.E.2.3.1.1	CONCRETO	m3	17.91	S/630.06	S/11,282.71
O.E.2.3.1.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	41.00	S/52.59	S/2,156.00
O.E.2.3.1.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO 1/2"	Kg	271.66	S/6.43	S/1,746.42

O.E.2.3.2	COLUMNAS				
O.E.2.3.2.1	CONCRETO	m ³	31.32	S/507.70	S/15,901.15
O.E.2.3.2.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m ²	272.34	S/54.58	S/14,863.07
O.E.2.3.2.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	Kg	4898.19	S/6.43	S/31,489.42
O.E.2.3.3	VIGAS				
O.E.2.3.3.1	CONCRETO	m ³	37.54	S/263.57	S/9,895.54
O.E.2.3.3.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m ²	392.42	S/68.69	S/26,955.17
O.E.2.3.3.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	Kg	3951.42	S/6.43	S/25,402.83
O.E.2.3.4	LOSAS				
O.E.2.3.4.1	CONCRETO	m ³	41.98	S/545.74	S/22,908.80
O.E.2.3.4.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m ²	487.83	S/48.57	S/23,693.58
O.E.2.3.4.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	kg	2786.04	S/6.43	S/17,910.81
O.E.2.3.4.4	LADRILLOS	Und.	1024	S/10.94	S/11,210.68



Figura 73.- Comparación del costo estructural.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Respecto a los Resultados Estructurales.

El uso de poliestireno expandido actualmente se emplea en edificaciones informales las cuales no llevan recomendaciones para su manejo, confiando en que al usarlo se disminuirá los esfuerzos de nuestros elementos estructurales, en cierto modo cumple, pero representa un porcentaje mínimo, si nuestras construcciones solo se diseñaran por cargas de gravedad el porcentaje se incrementaría. Debido a la ubicación de nuestro país se califica altamente sísmico, es necesario considerar un análisis por desplazamiento lateral rigiéndonos en las normas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En la tabla 34, verificamos los resultados de la comparación desde la parte estructural las derivas inelásticas de nuestra edificación cuando utilizamos losas de entrepiso con ladrillos de arcilla y el otro diseño cuando empleamos bloques de poliestireno expandido como material aligerante, podemos establecer que aminoramos un promedio del 8%. En la tabla 37 también obtenemos resultados favorables ya que la cortante basal también se reduce, debido a esto nuestros elementos estructurales requerirán menos refuerzo y ante un eventual sismo no sufrirán grandes daños. Teniendo en cuenta que en edificaciones superiores a 5 pisos la disminución de acero no se podría efectuar debido a que al realizar nuestros análisis por carga sísmica como nos indica la norma no estaríamos cumpliendo con las derivas de entrepiso.

4.2 Respecto a los Resultados de Costos y Proceso constructivo.

Una vez conseguido los resultados verificamos que al usar bloques de poliestireno expandido con ranuras, nos genera un ahorro en comparación del ladrillo de arcilla, de esta manera nos beneficiara económicamente en el precio del revestimiento de cielo raso.

Analizando la comparación del costo estructural de la edificación en la figura 85, cuando alivianamos la losa con poliestireno obtenemos un costo estructural de S/336,680.79, entretanto al emplear ladrillos de arcilla para la losa aligerada



tenemos un monto de S/. 209,352.85, el ahorro sería de S/. 127,327.94 resultando una cantidad de dinero considerable de aproximadamente el 28%.

Manejando los resultados del análisis de precios unitarios podemos establecer que resulta conveniente la preferencia por bloques de poliestireno expandido, también porque representa una alternativa sugestiva para el mercado de las edificaciones, y tener presente para utilizarlo para el aligerado de las losas, además debido a su bajo peso y volumen de los casetones en comparación con los ladrillos de arcilla podemos aprovecharlas en la construcción, por tanto en la colocación tendremos un rendimiento superior.

V. CONCLUSIONES

Habiendo cumplido con los objetivos planteados y realizados los estudios y muestreos necesarios se concluye que:

- Utilizando los bloques de poliestireno expandido como elemento aligerante en las losas de nuestro edificio multifamiliar de concreto armado para viviendas, obtuvimos una reducción considerable del costo global de la edificación; el rendimiento en la colocación de los bloques por m² es mayor en comparación con los ladrillos de arcilla siendo este una mejora notable en la ocupación del tiempo de trabajo.
- Al analizar ambos diseños estructurales con los dos tipos de elementos aligerantes verificamos que las dimensiones de nuestros elementos estructurales tales como columnas y vigas, no se modifican, debido a que a pesar que la carga muerta se disminuye en las losas aligeradas con el uso de bloques de poliestireno expandido, ésta tiende a disolverse cuando se analiza bajo combinaciones de carga.
- Realizando la comparación de metrados de ambas estructuras determinamos que la variación es de 3% en concreto dado que las únicas secciones de elementos estructurales que cambian se da en la cimentación. Del mismo modo la cuantía de acero disminuye mínimamente para elementos estructurales como zapatas, vigas y columnas.
- El ladrillo de techo representa del 23% al 26% del peso de la losa aligerada, dependiendo de la altura de la misma según el diseño.
- La fuerza cortante disminuye aproximadamente un 15% al utilizar losas aligeradas con bloques poliestireno expandido.
- Se han desarrollado 2 planos para detallar la solución con ladrillos y 2 planos para detallar la solución con poliestireno.

VI. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda extender la utilización de los bloques de poliestireno expandido y analizar nuevas ventajas del producto para las edificaciones.
- Capacitar y orientar de manera conveniente a los pequeños constructores de la empleabilidad del poliestireno expandido en losas, para conseguir un mejor resultado en la calidad de la construcción y demanda de los mismos, lo que permite una disminución considerable en los gastos, comparado con los métodos convencionales.
- Tener en cuenta las especificaciones técnicas sobre las temperaturas extremas que soporta el poliestireno expandido como material aligerante, como también determinar la temperatura en la cual da origen a la emisión de gases nocivos para la salud.
- Realizar nuevas investigaciones para evaluar la durabilidad y el comportamiento de edificaciones construidas con poliestireno después de 5, 10 y 20 años de construida.
- Estudiar el comportamiento en el tiempo de adherencia del tarrajeo en losas aligeradas y los mayores costos de construcción y mantenimiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

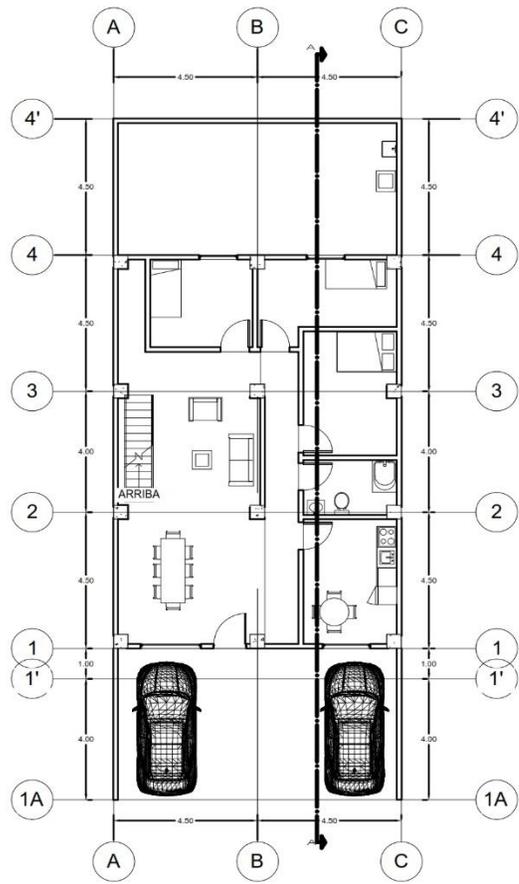
- Anape. (2016). *Asociación Nacional de Poliestireno Expandido*. Recuperado el 06 de Septiembre de 2016, de www.anape.es .
- Andimat. (2008). *Asociación Nacional de Industrias de materiales Aislantes.Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Expandido (EPS)*. . Madrid. .
- Avecillas, D. (2016). “*alternativa estructural - constructiva de entresijos y techos de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido*” . Cuenca.
- Azqueta. (2006). *Asociación Argentina del Poliestireno Expandido Bloques de Poliestireno Expandido para Forjados*. Obtenido de <http://www.aape.com.ar/>.
- Báez, R. (2004). *Losas nervadas... Cada vez más livianas y funcionales. Caso de estudio: Isofill y Termolosa*. Obtenido de <http://www.grupoisotex.com/el-poliestireno-expandido-en-la-ingenieria-civil/>.
- Blanco B, A. (1994). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima.
- Casas, A. (22 de Septiembre de 2016). *casasaguilar.com.mx*. Obtenido de casasaguilar.com.mx: <http://casasaguilar.com.mx/blog/la-verdad-unicel-la-construccion/>
- Chang, M. (2014). *Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular*. Lima.
- Cofre, A. (2003). *Bovedillas de eps (poliestireno expandido): una alternativa para la construcción de losas prefabricadas*. Valdivia.
- Cosinga, A., & Gómez, A. (2017). *Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla* . Lima.
- Cruz, J. (2014). *Como presupuestar obras en edificación*. Lima: GRUPO UNIVERSITARIO S.A.C. 2014.
- Educalingo. (2015). <https://educalingo.com/es/dic-es/arcilla>>. Mar 2018.
- Faprotec. (2001). *Manual de ladrillos de tecnopor (EPS)*. Lima.

- Imsale. (2015). *Avances en la construcción*. Recuperado el Enero de 2016, de imsale.wixsite.com/imsale .
- Jalca, K. (2016). *Análisis comparativo en costo y tiempo entre losas alivianadas tradicionales y losas alivianadas con bovedilla de poliestireno en una edificación*. Guayaquil.
- Lacayo, G. (2014). *Manual Técnico Sistema Constructivo Avanzado*. Managua.
- León, J. (2013). *Diseño, fabricación y ensayo de una losa unidireccional de hormigón liviano con poliestireno expandido reciclado modificado para fines habitacionales*. Valdivia.
- Macías, J. (2016). *Análisis comparativo de costo y de tiempo de construcción de una losa tradicional vs losa alivianada de poliestireno de una vivienda*. Guayaquil.
- Maguiña. (2013). *Concreto Armado I*. Lima: USMP.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2009). *Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado*. . Lima: Reglamento Nacional de Edificaciones. .
- Oviedo, R. (2016). *Modelación, análisis y diseño estructural en edificaciones*.
- Plastics, B. (2016). *Informaciones Técnicas Styropor*. Recuperado el Mayo de 2016, de www.plasticsportal.net.
- Pozuelo, J. (2016). *Universidad Carlos III de Madrid*. Obtenido de *Ciencia e Ingeniería de Materiales: ocw.uc3m.es*.
- Ramos, M. (2002). *Análisis técnico y económico de losas de entrepiso* . Piura.
- Sumiseran, S. (1988). Obtenido de www.molduras.es.
- Tafur, A. (2012). *Diseño estructural de un edificio de vivienda, con un sótano y seis pisos, ubicado en Magdalena*. Lima.
- Utilbox. (1994). *Poliestireno Expandido*. Recuperado el Septiembre de 2016, de www.utilbox.es.
- Valfi. (2016). *Fábrica de Poliestireno Expandido*. Recuperado el Agosto de 2016, de www.valfi.com.ar.
- Vypsa. (2009). *Vigueta y Poliestireno*. Recuperado el 2016, de *Ficha técnica de poliestireno: vypsa.mx*.

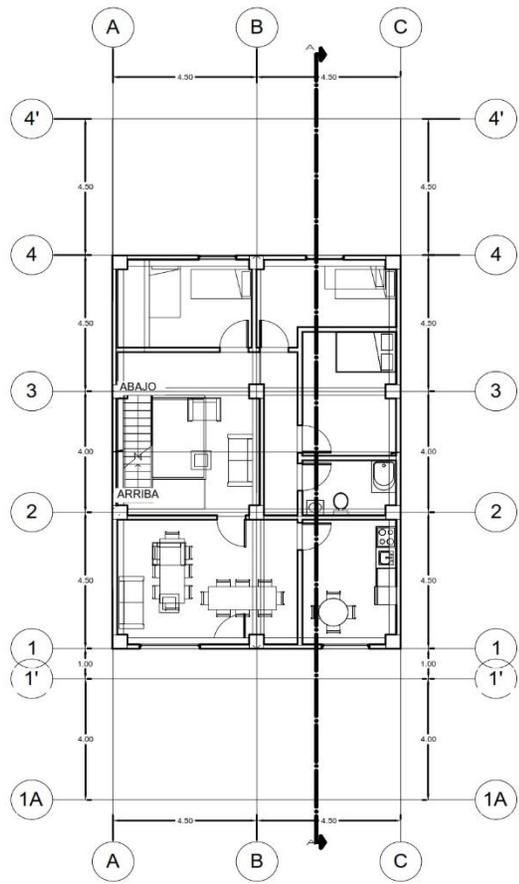


ANEXOS.

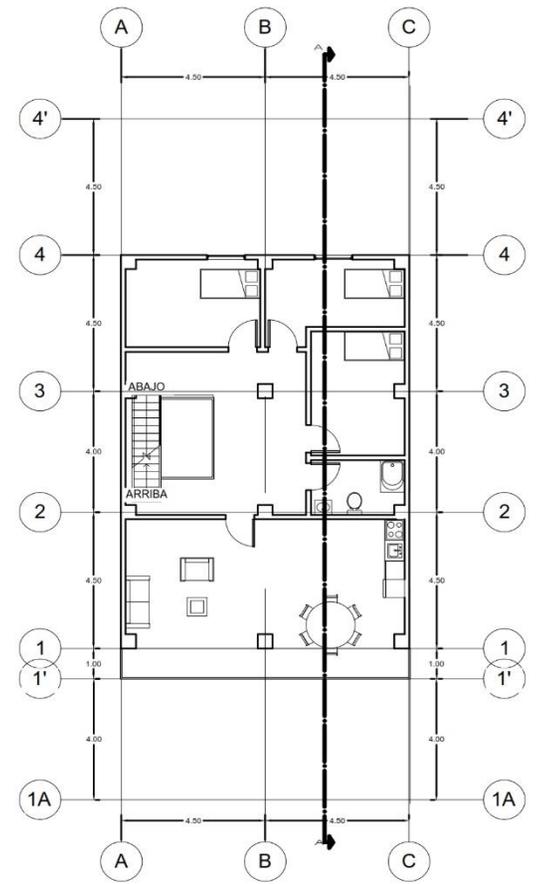
1. Arquitectura - Distribución
2. Arquitectura – Corte A-A y elevación frontal.
3. Estructura – Losas Aligeradas con ladrillos de arcilla
4. Estructura – Losas Aligeradas con bloques de poliestireno



1er NIVEL

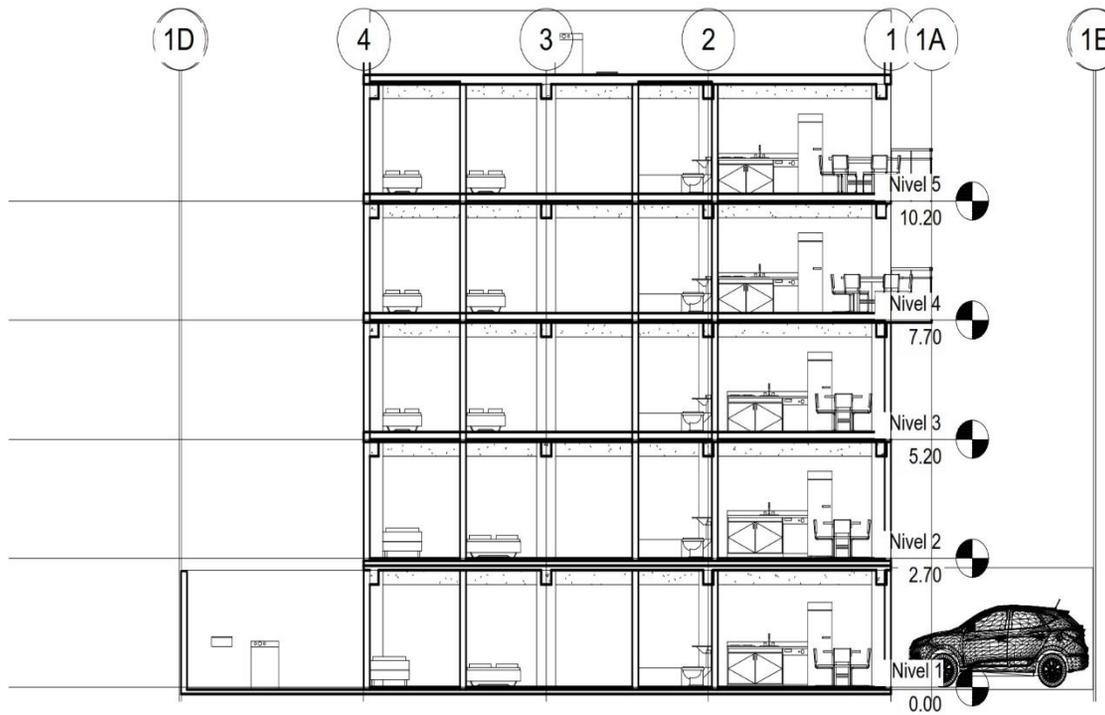


2do, 3er NIVEL

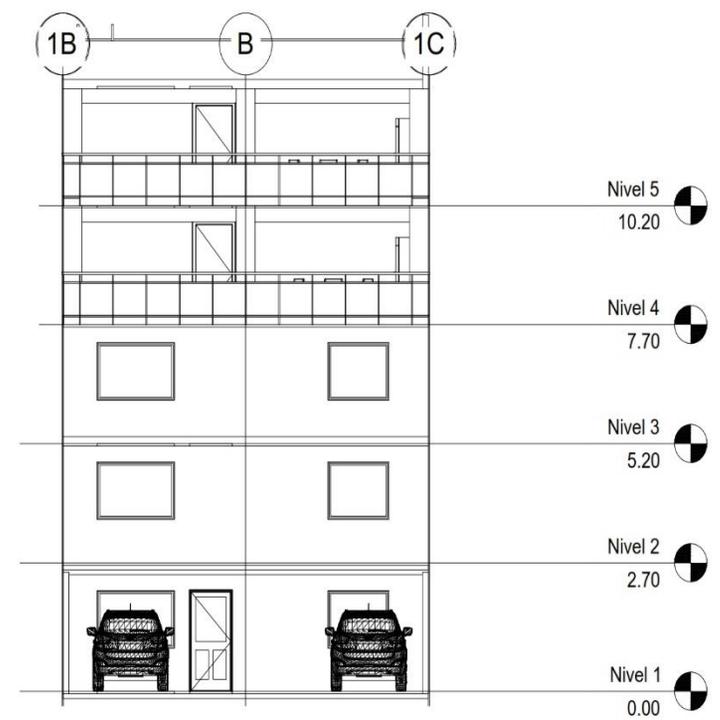


4to y 5to NIVEL

ARQUITECTURA			
Lámina:		DISTRIBUCIÓN	
Responsable	Ubicación		N° Lámina:
Bach. Erwin Zavaleta	Trujillo-La Libertad		A-01
Fecha:	Escala:	Dibujo:	
30-07-2018	Indicada	Bach. Zavaleta	

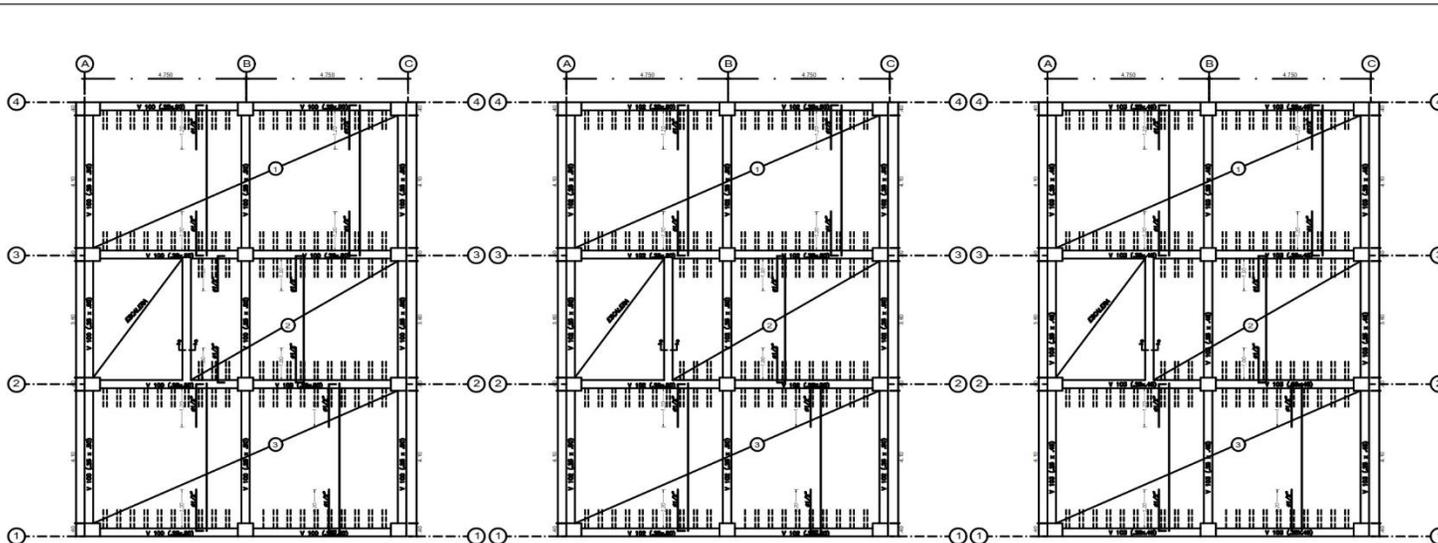


CORTE A-A



ELEVACIÓN FRONTAL

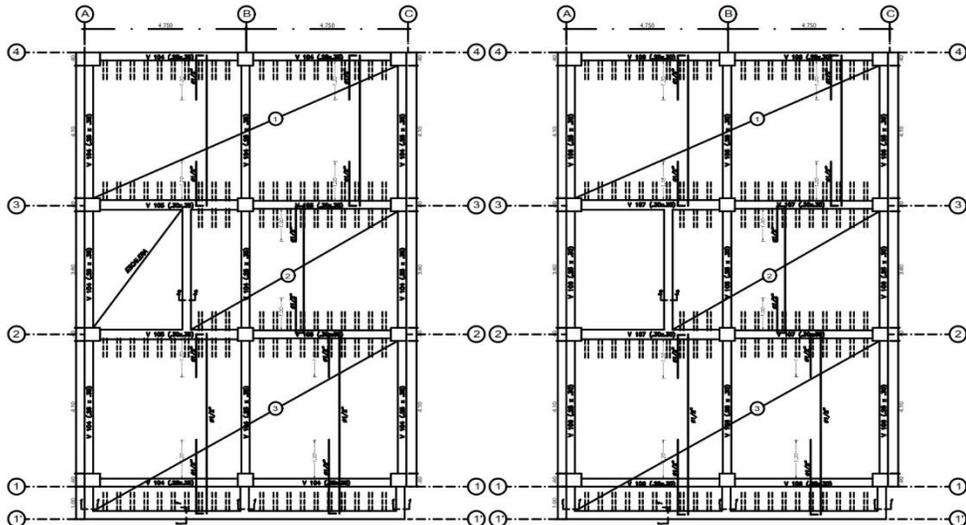
ESPECIALIDAD:			ARQUITECTURA		
Lámina:			CORTE Y ELEVACION		
Responsable		Ubicación		N° Lámina:	
Bach. Erwin Zavaleta		Trujillo-La Libertad			
Fecha:	Escala:	Dibujo:		A-02	
30-07-2018	Indicada	Bach. Zavaleta			



ALIGERADO : 1° PISO
S/C = 200 Kg / m²

ALIGERADO 2° PISO
S/C = 200 Kg / m²

ALIGERADO 3° PISO
S/C = 200 Kg / m²

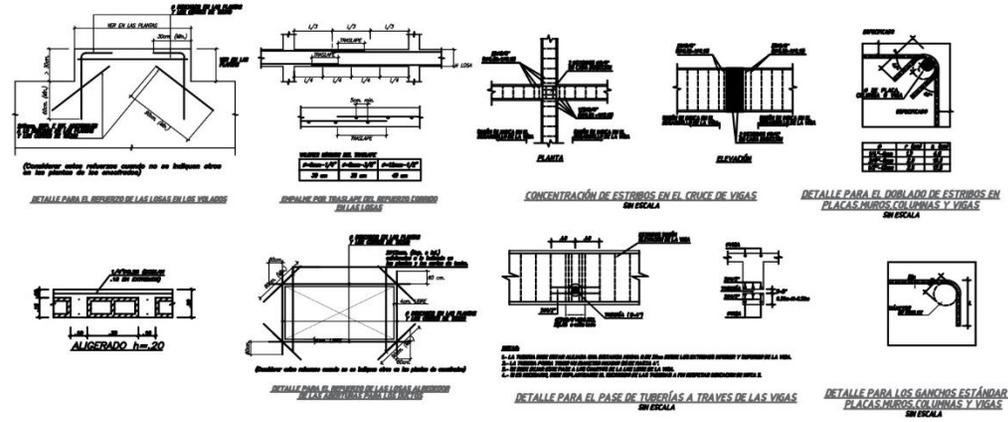


ALIGERADO 4° PISO
S/C = 200 Kg / m²

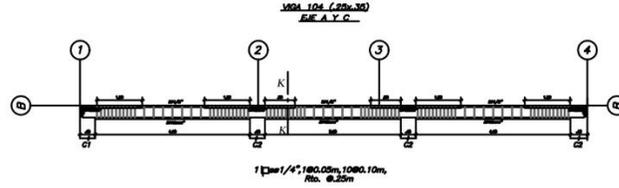
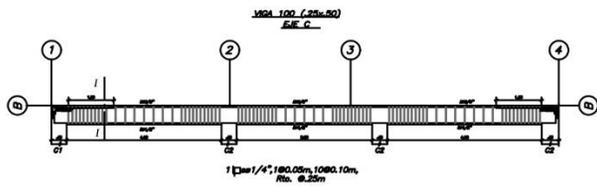
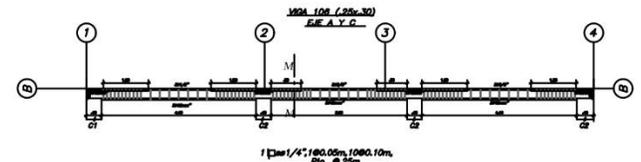
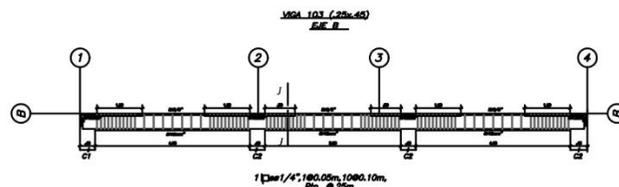
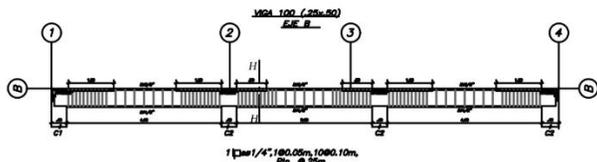
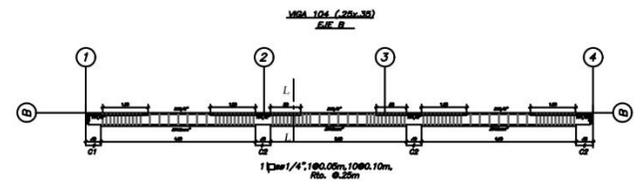
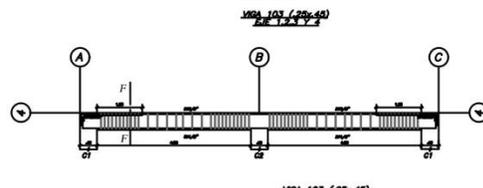
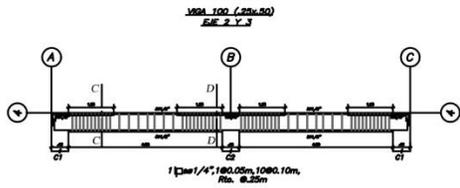
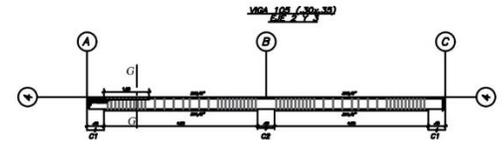
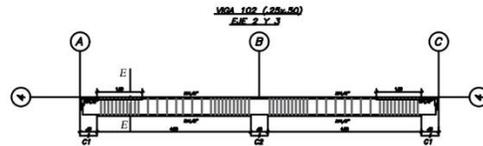
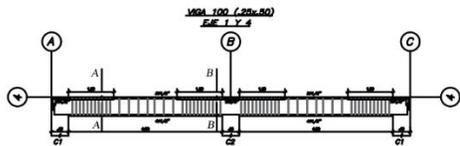
ALIGERADO 5° PISO
S/C = 200 Kg / m²

ESPECIFICACIONES TECNICAS			
A.- MATERIALES			
CONCRETO ARMADO	Norma 210	Según Norma Ecuatoriana	Según Norma Ecuatoriana
ACERO DE REFUERZO	Norma 210	Según Norma Ecuatoriana	Según Norma Ecuatoriana
B.- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO			
1) FORMAS PARA EL PISO = 1.20 m ² /m ²			
2) TPO DE PISO DE CERAMICA = 1.20 m ² /m ²			
3) TPO DE PISO DE CERAMICA = 1.20 m ² /m ²			
4) TPO DE PISO DE CERAMICA = 1.20 m ² /m ²			
5) TPO DE PISO DE CERAMICA = 1.20 m ² /m ²			
6) TPO DE PISO DE CERAMICA = 1.20 m ² /m ²			
7) TPO DE PISO DE CERAMICA = 1.20 m ² /m ²			
C.- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO			
TIPO	CONDICIONES	CONDICIONES	CONDICIONES
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
D.- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO			
TIPO	CONDICIONES	CONDICIONES	CONDICIONES
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20

PARAMETROS SISMO-RESISTENTES PARA VIVIENDA			
A.- Sistema Estructural Muro-Doblete			
B.- Parametros Para Doblete Paredes Muebles			
ESPECTRO DE DISEÑO			
Z	0.4	Paisaje de Zona	La Libertad
E	1.0	Paisaje de Zona	Según Norma Ecuatoriana
T ₀	0.2	Paisaje de Zona	Según Norma Ecuatoriana
U	1.0	Paisaje de Zona	Según Norma Ecuatoriana
R ₀	0.5	Condición de Resistencia	Según Norma Ecuatoriana
R ₁	0.5	Condición de Resistencia	Según Norma Ecuatoriana
R ₂	0.5	Condición de Resistencia	Según Norma Ecuatoriana
DESPLAZAMIENTOS			
Despl. Máx. Mito. Admisible (Cuerpo)	0.027		
Despl. Máx. Mito. Admisible (Cuerpo)	0.027		
Despl. Máx. Mito. Admisible (Cuerpo)	0.027		



ESTRUCTURAS			
Lámina: PLANTA DE ENCOFRADO DE TECHO CON LADRILLOS DE ARCILLA			
Responsable	Ubicación		N° Lámina:
Bach. Erwin Zavaleta	Trujillo-La Libertad		E-02
Fecha:	Escala:	Dibujo:	
30-07-2018	1/100	Bach. Zavaleta	

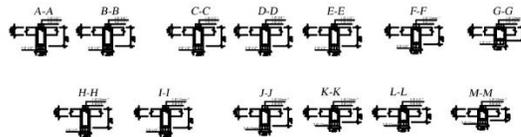


VIGAS TÍPICAS

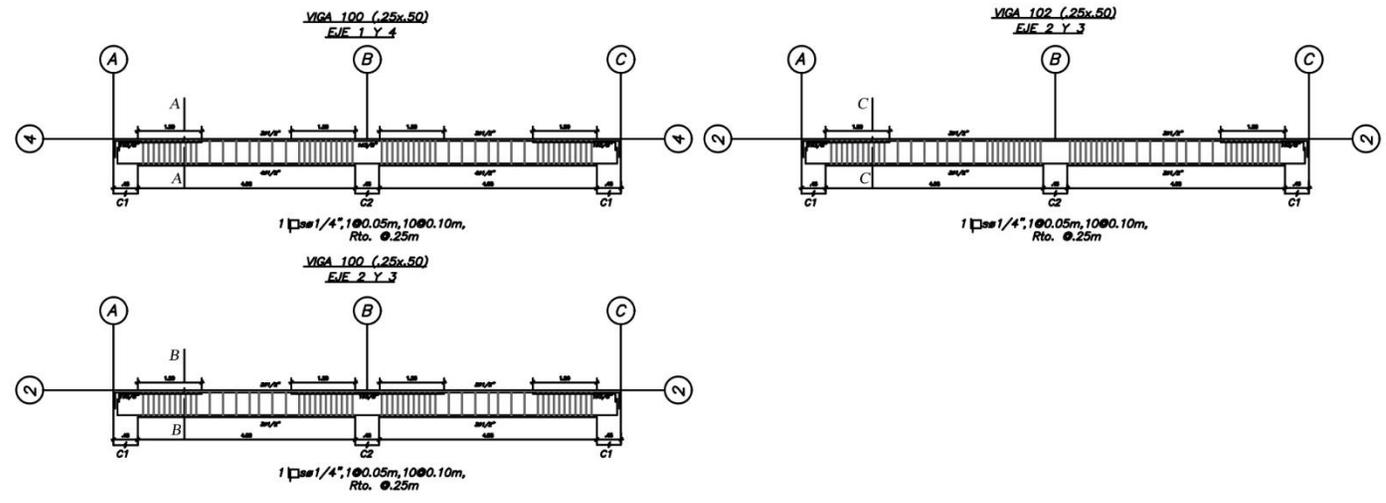
LAS VIGAS NO DESARROLLADAS LLEVARAN LA ARMADURA CORRIDA



DETALLE DE CORTES

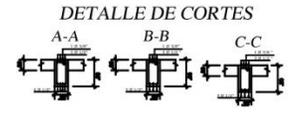
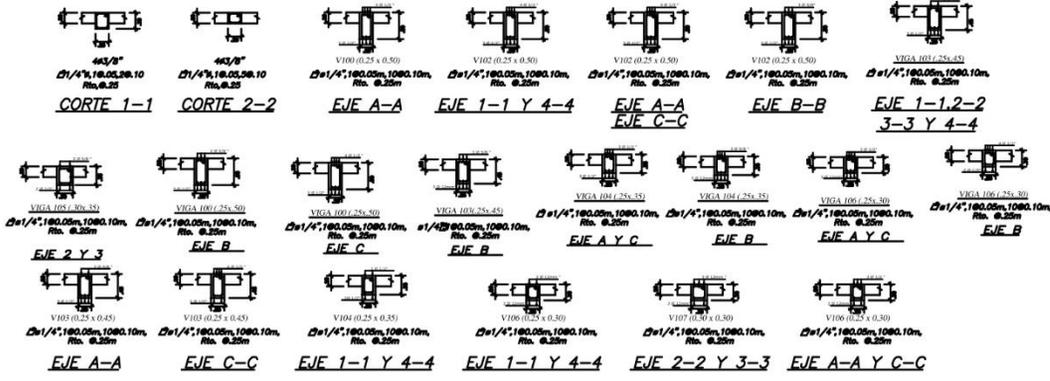


ESPECIALIDAD:		ESTRUCTURAS	
Lámina: VIGAS TÍPICAS DEL 1er.NIVEL AL 5to.NIVEL			
Responsable Bach. Erwin Zavaleta		Ubicación Trujillo-La Libertad	
Fecha: 30-07-2018		Escala: 1/100	
		Dibujo: Bach. Zavaleta	
			N° Lámina: E-03



VIGAS TÍPICAS

LAS VIGAS NO DESARROLLADAS LLEVARAN LA ARMADURA CORRIDA



ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS			
Lámina: VIGAS TÍPICAS DEL 1er.NIVEL AL 5to.NIVEL			
Responsable Bach. Erwin Zavaleta		Ubicación Trujillo-La Libertad	
Fecha: 30-07-2018		Escala: 1/100	N° Lámina: E-03
		Dibujo: Bach. Zavaleta	