



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“DISEÑO DE VIVIENDAS SOCIALES DE ESTRUCTURA LIVIANA”

PROYECTO DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

JONATHAN XAVIER LOPEZ CARRANZA

MARLON EZEQUIEL PACAJI ULLOA

GUAYAQUIL-ECUADOR

2018

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme y darme las fuerzas, el coraje y fortaleza para llegar a estas instancias de mi carrera.

A mis padres por haberme brindado la vida, además de ser mi guía, por permitirme la oportunidad de estudiar y por su ayuda incondicional cuando más los he necesitado.

A mis hermanos por todo su apoyo y comprensión brindada.

A todos mis profesores de esta noble institución, que han aportado con sus conocimientos para mi formación profesional.

Jonathan Xavier Lopez Carranza

DEDICATORIA

A mi Dios por guiarme y bendecirme en todo este tiempo permitiéndome cumplir una más de metas en esta vida.

A mis padres Lorenzo Pacaji Winshon y Martha Ulloa Cabrera por apoyarme incondicionalmente en este trayecto importante de mi vida, por tenerme tanta paciencia y depositar toda su confianza en mí.

A mi hermana, por estar siempre ahí muchas veces privándose de ciertos lujos merecidos para apoyarme a culminar mi carrera universitaria.

Marlon Ezequiel Pacaji Ulloa

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme brindado salud, perseverancia, para de esta manera cumplir una meta más en mi vida.

Al Ing. Miguel Ángel Chávez M.S.c. Ph. D por su apoyo y guía para poder realizar este trabajo.

A la Ing. Nadia Quijano M.S.c por ser nuestra tutora y habernos colaborado para la elaboración de este trabajo.

Jonathan Xavier Lopez Carranza

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido nacer en una familia tan especial que sin ellos y su bendición no hubiera sido posible culminar esta meta.

Al Ing. Miguel Ángel Chávez M.S.c Ph.D por estar siempre predispuesto a despejar cualquier duda académica, por todo su tiempo brindado para la elaboración de este proyecto.

A la Ing. Nadia Quijano M.S.c por ser nuestra tutora y contar con su ayuda para la realización de este proyecto.

Marlon Ezequiel Pacaji Ulloa

TRIBUNAL DEL PROYECTO

Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo M.S.c Ph.D
DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA

Ing. Nadia Quijano M.S.c
TUTORA

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)

Jonathan Xavier Lopez Carranza

Marlon Ezequiel Pacaji Ulloa

RESUMEN

El presente proyecto integrador tiene como finalidad el diseño de viviendas sociales de estructuras livianas, el lugar del planteamiento del proyecto será en la ciudad de Guayaquil porque es una de las ciudades más pobladas en todo el Ecuador. En los últimos años se ha presentado un incremento de la población en Guayaquil debido a diversos factores tales como: crecimiento poblacional, inmigración de las personas de otras provincias del país, ya que Guayaquil es considerada la capital económica del Ecuador, por lo tanto, se requiere satisfacer las necesidades de las personas que llegan a la ciudad, entre uno de los servicios básicos más importantes se encuentra el de tener el acceso a una vivienda. Por lo tanto, se requiere de viviendas para todas estas personas. La alternativa que se plantean son viviendas económicas, de calidad que cumplan con las especificaciones técnicas sísmo resistente mínimas, para lo cual nos guiaremos con la ayuda de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, en su última versión 2015, ya que nuestro país, se encuentra en zona de alto riesgo sísmico, debemos de aprender y recapacitar de lo ocurrido el 16 de abril del 2016. Dichas viviendas serán de estructuras livianas, lo cual es beneficioso por el tipo de suelo que se presenta en la ciudad de Guayaquil, el cual en su mayoría es relleno y arcilla, uno de los grandes beneficios será el ahorro económico en la cimentación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	IV
TRIBUNAL DEL PROYECTO	VI
DECLARACIÓN EXPRESA	VII
RESUMEN	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS	XIV
SIMBOLOGÍA	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS	XXI
CAPÍTULO 1.....	23
INTRODUCCIÓN	23
1.1. Antecedentes.....	24
1.2. Alcance.....	25
1.3. Objetivos.....	25
1.3.1. Objetivo general	25
1.3.2. Objetivos específicos	26
1.4. Descripción y ubicación de la zona de estudio	26
1.4.1. Descripción	26

1.4.2. Ubicación de la zona de estudio	29
CAPÍTULO 2.....	30
SISTEMA CONSTRUCTIVO	30
2.1. Descripción del sistema constructivo con paneles Hormi2	31
2.2. Materiales	31
2.2.1. Poliestireno expandido	32
2.2.2. Malla electrosoldada	32
2.2.3. Microconcreto.....	33
2.3. Clasificación de los paneles.....	33
2.3.1 Panel para muro estructural	33
2.3.2 Panel para losas estructurales	34
2.3.3 Panel para escaleras.....	36
2.3.4 Panel para descanso de escalera	38
2.4. Mallas de refuerzo.....	39
2.4.1 Mallas angulares	39
2.4.2 Mallas planas.....	40
2.4.3 Mallas tipo U.....	41
2.5. Microconcreto.....	42
2.5.1 Agregados	43
2.5.2 Agua	43

2.5.3	Cemento	44
2.5.4	Superplastificante	44
2.6.	Dosificación del Microconcreto	45
2.7.	Propiedades y ventajas del sistema de paneles	48
2.8.	Usos de los paneles.....	50
CAPÍTULO 3.....		53
DISEÑO ESTRUCTURAL		53
3.1.	Filosofía de diseño sismo resistente.....	54
3.1.1.	Requisitos mínimos de diseño	54
3.2.	Espectro elástico	55
3.2.1.	Tipo de suelo.....	56
3.2.2.	Factor de zona sísmica z	57
3.2.3.	Coeficientes del suelo	58
3.2.4.	Construcción espectro elástico	60
3.3.	Modelamiento de SAP2000	63
3.3.1	Revisión a Flexión (Acero Vertical).....	65
3.3.2	Revisión a Flexión (Acero Horizontal)	66
3.3.3	Revisión a cortante.....	67
3.4.	Cimentación.....	69
3.4.1.	Consideraciones previas	69

3.4.2. Metodología y desarrollo a seguir para determinar la capacidad de carga del suelo	70
3.4.3. Análisis estructural.	766
3.5. Presupuesto Referencial.....	77
3.6. Detalles típicos	80
CAPÍTULO 4.....	91
PROCESO CONSTRUCTIVO	91
4.1. Herramientas	92
4.2. Equipos.....	93
4.2.1. Concretera	94
4.2.2. Lanzamortero	94
4.3. Etapas en el proceso constructivo	95
4.3.1. Trabajos Preliminares	95
4.3.2. Fundaciones.....	95
4.3.3. Anclajes de cimentación (Hilera exterior)	96
4.3.4. Anclajes de cimentación.....	98
4.3.5. Montaje y armado de paredes.....	98
4.3.6. Consideraciones en las paredes	101
4.3.7. Colocación de los paneles destinados para la losa.....	103
4.3.8. Lanzado de mortero en las paredes.....	104
4.3.9. Colocación del concreto en la losa.....	106

4.3.10. Sugerencias para los acabados.....	108
4.3.11. Recomendaciones.....	109
CAPÍTULO 5.....	110
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	110
5.1. Descripción de la línea base.....	111
5.2. Leyes ambientales.....	111
5.3. Evaluación de impacto ambiental	112
5.3.1. Impactos positivos.....	115
5.3.2. Impactos negativos	115
5.4. Identificación de las actividades	115
5.5. Medidas de correctivas	119
5.5.1. Plan para el manejo de desechos	119
CAPÍTULO 6.....	122
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	122
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES.....	125

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

INEC	Instituto Nacional de Estadísticas Y Censo
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
SPT	Stándar Penetration Test
EPA	Environmental Protection Agency
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
CH	Arcilla de alta plasticidad
SM	Arena Limosa
SC	Arena Arcillosa
GM	Grava Limosa
SF	Acilla Limosas Pobrementemente Granulada
EPS	Poliestireno Expandido
ASTM	American Society of Testing Materials
PUS	Peso Volumétrico Suelto
PUC	Peso Volumétrico Compactado
TNMAX	Tamaño Nominal Máximo

CA	Capacidad de Absorción.
SSS	Superficialmente Seco
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente
VIA	Valoración de Impacto Ambiental

SIMBOLOGÍA

F_u	Resistencia a la rotura
F_y	Resistencia a la rotura
Φ	Diámetro de la varilla
F'_c	Resistencia a la compresión simple
P_{ie}	P_{ie}
P_a	Pascales
cm	Centímetros
mm	Milímetros
Z	Factor de zona sísmica
F_a	Coeficiente de amplificación de suelos en la zona de periodo corto
F_d	Ampliación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca
F_s	Comportamiento no lineal de los suelos

Sa	Aceleraciones (expresado como fracción de la gravedad g)
IP	Índice plasticidad
vs	Velocidad de onda cortante promedio del suelo que sobreyace al semi espacio
SU	Resistencia al corte de los suelos en condiciones no drenadas
TC	Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
T0	Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
W	Humedad
Km	Kilómetros
B	Ancho
Df	Profundidad de la cimentación
L	Largo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1.1 Perfil estratigráfico mediante ensayo SPT hasta 23 m.....	27
Figura1.2 Ubicación Geográfica del Proyecto	29
Figura 2.1 Sección típica del panel simple.....	34
Figura 2.2 Sección típica Panel Losa estructural 1 nervadura	35
Figura 2.3 Sección típica Panel Losa estructural 2 nervaduras	35
Figura 2.4 Sección típica Panel Losa estructural 3 nervaduras	36
Figura 2.5 Panel Escalera.....	37
Figura 2.6 Panel de descanso de escalera	38
Figura 2.7 Malla Angular	40
Figura 2.8 Malla Plana	41
Figura 2.9 Malla U.....	42
Figura 2.10 Cemento Gu.....	44
Figura 2.11 Superplastificante.....	44
Figura 2.12 Curva granulométrica combinada.	46
Figura 2.13 Hotel Mashpi Lodge	50
Figura 2.14 Hotel Holiday Inn.....	50
Figura 2.15 Plaza Lagos	51
Figura 2.16 Edificio de Postgrados STEM Espol.....	51
Figura 2.17 Edificios Piave.....	52
Figura 3.1 Espectro elástico de diseño	55

Figura 3.2 Zona sísmica y valor Z para el Ecuador.....	58
Figura 3.3 Espectro Elástico suelo E	62
Figura 3.4 Espectro Inelástico suelo E.....	63
Figura 3.5 Modelo Tridimensional de la vivienda	63
Figura 3.6 Definición del material para los paneles.....	64
Figura 3.7 Definición del material para losa	64
Figura 3.8 Ingreso del espectro en Sap	65
Figura 3.9 Momento M22 de la vivienda	66
Figura 3.10 Momento M11 de la vivienda	67
Figura 3.11 Resultado del programa Sap	68
Figura 3.12 Deformada de la vivienda en el programa Sap	68
Figura 3.13 Factores de Capacidad de Carga	71
Figura 3.14 Factores de Forma.....	72
Figura 3.15 Factores de Profundidad.....	72
Figura 3.16 Factores de Inclinación	73
Figura 3.17 Detalle de anclajes del panel al cimiento, antes de la fundición	80
Figura 3.18 Colocación de refuerzos en vanos de ventana	81
Figura 3.19 Colocación de refuerzos en vanos de puerta.....	81
Figura 3.20 Detalle unión paneles con muros perpendiculares (PLANTA) ..	82
Figura 3.21 Detalle unión paneles en esquinas (PLANTA)	82
Figura 3.22 Detalle unión panel de paredes a cimentación (ELEVACIÓN)..	83
Figura 3.23 Detalle unión panel a cimentación (PLANTA)	84

Figura 3.24 Detalle unión de paneles (PLANTA)	85
Figura 3.25 Detalle unión de panel de losa con panel de pared interna (ELEVACIÓN).....	85
Figura 3.26 Detalle unión de paneles en cruz (PLANTA).....	86
Figura 3.27 Detalle gradas del panel escalera (ELEVACIÓN)	87
Figura 3.28 Detalle unión del panel escalera a cimiento (ELEVACIÓN)	87
Figura 3.29 Detalle del descanso del panel escalera (ELEVACIÓN)	88
Figura 3.30 Detalle unión de paredes interior con losa de entrepiso (PLANTA)	89
Figura 3.31 Detalle unión de paredes exterior con losa de entrepiso (PLANTA)	90
Figura 4.1 Herramientas de construcción	93
Figura 4.2 Concretera y lanzamortero.....	93
Figura 4.3 Detalle de anclajes del panel al cimiento	96
Figura 4.4 Colocación de los paneles	99
Figura 4.5 armado sucesivo de paneles	100
Figura 4.6 Armado de muro completo.....	101
Figura 4.7 paneles de hormi2.....	102
Figura 4.8 Colocación de paneles para la losa	104
Figura 4.9 Lanzamiento de mortero	106
Figura 4.10 Recomendaciones para las instalaciones	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Detallamiento del Perfil estratigráfico sector las Esclusas.....	28
Tabla II Características técnicas del panel muro estructural	34
Tabla III Características panel de losa	36
Tabla IV Características Panel Escaleras	37
Tabla V Características panel de descanso escalera.....	39
Tabla VI Características mallas angulares	40
Tabla VII Características mallas planas	41
Tabla VIII Listado de mallas tipo U	42
Tabla IX Granulometría combinada.....	45
Tabla X Propiedades físicas de los materiales.....	46
Tabla XI Dosificación por m ³	47
Tabla XII Dimensiones de una parihuela.....	47
Tabla XIII Dosificación por parihuela	48
Tabla XIV Tipo de suelo	56
Tabla XV Valores del factor Z en función de la zona sísmica.....	58
Tabla XVI Coeficiente del suelo Fa	59
Tabla XVII Coeficiente del suelo Fd	59
Tabla XVIII Coeficiente del suelo Fs.....	60
Tabla XIX Periodos del espectro elástico	61
Tabla XX Periodos del espectro inelástico	62

Tabla XXI Presiones en los puntos perimetrales de la losa de cimentación.	76
Tabla XXII Refuerzo superior e inferior de la losa de cimentación	76
Tabla XXIII Presupuesto Referencial del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Bloque.....	77
Tabla XXIV Presupuesto Referencial del Sistema Hormi2.	78
Tabla XXV Valoración de impacto ambiental – Etapa Construcción	117
Tabla XXVI Valoración de impacto ambiental – Etapa Operación.....	117
Tabla XXVII Rango de impacto ambiental.....	118
Tabla XXVIII Identificación de componentes afectados – Etapa Construcción	118
Tabla XXIX Identificación de componentes afectados – Etapa Operación.	119

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La ciudad de Guayaquil conocida como la “Perla del Pacífico” es la capital económica del Ecuador. Por tal motivo la inmigración de personas de otras partes del país, según el INEC, la cantidad de personas que habitan Guayaquil es 2'644.891, por lo tanto, esto conlleva al aumento significativo de recursos que la ciudad requiere para satisfacer las necesidades de sus ciudadanos. Dichas necesidades son: alimentación, educación, servicios básicos, viviendas, siendo esta última uno de los mayores desafíos que enfrenta la ciudad.

Por dicho desafío, tanto el gobierno nacional, así como el municipio de la ciudad de Guayaquil; han creado diversos programas habitacionales con el fin de reducir el déficit de viviendas en la ciudad, dichos programas son: socio vivienda 1, socio vivienda 2, mi lote, mucho lote 1, mucho lote 2, entre otros.

Ya que en años anteriores se registraron un aumento considerable de invasiones porque las familias no tenían acceso a una vivienda digna para poder vivir con tranquilidad, lo cual además no solo pone en riesgo sus vidas sino también la de las demás personas, y afecta a la planificación que debería tener la ciudad para su crecimiento poblacional.

1.2. Alcance

Debido a unos de los grandes problemas que enfrenta la ciudad como es el de la vivienda en la ciudad de Guayaquil y con la finalidad de colaborar como futuros profesionales del Ecuador. Se plantea el diseño de viviendas sociales de estructuras livianas, de manera que estas viviendas cumplan los requisitos establecidos por la ley.

Ya que debemos de aprender de las lecciones que nos ha brindado la naturaleza como aquel trágico 16 de abril del 2016, en el cual se presentó uno de los terremotos más fuertes que ha experimentado nuestro país y que dejó al descubierto muchas deficiencias a corregir en nuestros diseños y métodos constructivos para evitar futuras desgracias que se puedan presentar, debido a que nuestro país se encuentra en una zona de alto peligro sísmico.

Por lo tanto se presenta una alternativa como lo es el uso de viviendas de estructura liviana, porque es un método constructivo que brindará mayores y diferentes tipos de beneficios que los métodos tradicionales que se emplean hasta el momento en nuestros medios.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseño de viviendas sociales de estructuras livianas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Desarrollar el modelo estructural de la vivienda con ayuda de un software SAP2000 de manera que sea seguro y eficiente, cumpliendo con la normativa NEC 2015.
- Elaborar un presupuesto referencial con la finalidad de obtener los costos que se necesitarían para la ejecución de dicha vivienda.
- Realizar una comparación de costos entre con una vivienda de estructura convencional de hormigón armado y la presentada en este proyecto.
- Elaborar los respectivos detallamientos estructurales y planos arquitectónicos.

1.4. Descripción y ubicación de la zona de estudio

1.4.1. Descripción

Geológica. – La zona de estudio está en su gran parte sobre la Formación Cayo, la misma que tiene su origen por la era mesozoica más específicamente por la escala temporal perteneciente a la división Cretáceo, esto lo podemos ver más claramente en el Mapa Geológico de Guayaquil Anexo A; en el mismo también nos detalla que dicha formación es una secuencia amplia de estratificaciones de distintos espesores generalmente con buzamiento en dirección al Sur y que en su mayoría está

conformado por areniscas, grauvacas, lulitas y comúnmente las argilitas de color gris verdoso.

Calidad del suelo. - Una de las características que más impacto tiene en las obras de Guayaquil sin duda alguna es la calidad de suelo, siendo este en su mayoría arcilloso hasta en el peor de los casos presentándose turba o suelo orgánico. Para la elaboración de este proyecto se tomó estudios de campo realizados en el sector (ver Figura 1.2); obteniendo el perfil estratigráfico mediante ensayos de SPT hasta 23m. (CARDOSO MERCHAN & POLO AVILÉS, 2010)

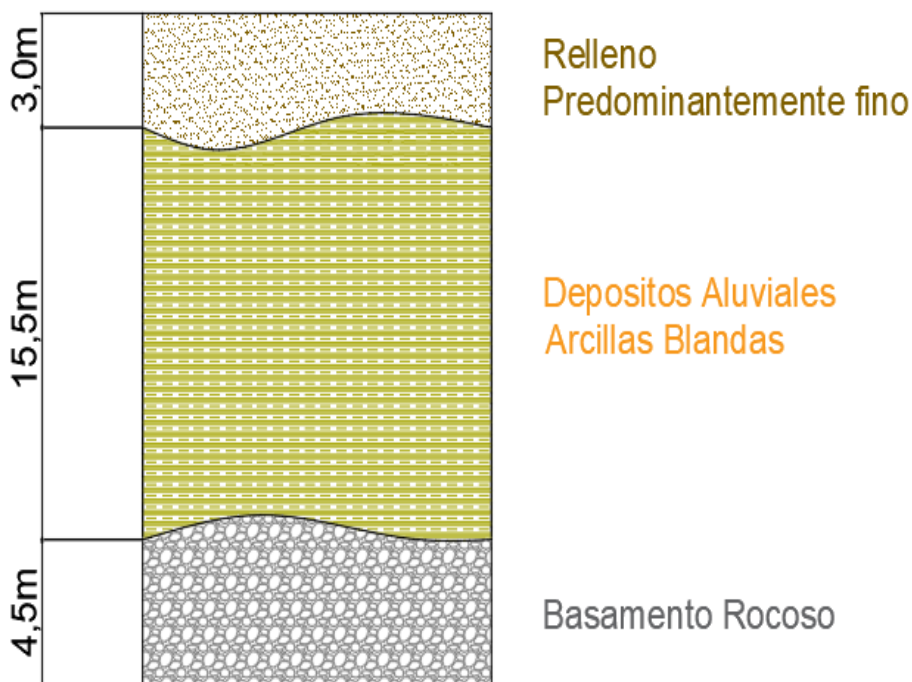


Figura1.1 Perfil estratigráfico mediante ensayo SPT hasta 23 m
Fuente: Cardoso Merchán & Polo Avilés, 2010

También se tomó como referencia estudios por el sector de las Esclusas que está a unos 25km de nuestra zona de estudio, que si bien no está cerca, si pertenece a la misma formación geológica y mediante perforaciones realizadas por Cevaconsult S.A. en esa zona nos dan perfiles litográficos detallado en la Tabla #1, muy similares (HAZEN & SAWYER, 2015) a los obtenidos anteriormente, dándonos así una idea más clara y una mayor confianza que los datos obtenidos nos servirán para posteriores cálculos.

Tabla I Detallamiento del Perfil estratigráfico sector las Esclusas.

Estratos	Descripción
Estrato I	Descripción: Relleno de espesor entre 1 y 2, predominantemente fino, corresponde a material de desalojo y en la perforación ESC-05T no se detectó presencia de relleno. Espesor: 1-2 m SUCS: SM y GM N60: 25 en la perforación ESC-02T, y entre 5 y 2 golpes en las perforaciones ESC-03T y ESC-04T.
Estrato II	Descripción: Arcilla gris verdosa de alta plasticidad consistencia media. Espesor: 1-2 m SUCS: CH Su: 5 T/m ² Φ : 18° En la perforación ESC-04T no se detectó.
Estrato III	Descripción: Arcilla gris verdosa con presencia de arena fina, alta plasticidad, consistencia blanda. Espesor: 12 (hasta la profundidad explorada) SUCS: CH Su: 2 T/m ² En las perforaciones ESC-04T y ESC-05T se encuentra intercalado con estratos de arena arcillosa suelta (SC)

Simbología:

CH: Arcilla de alta plasticidad CA: Arcilla de Baja plasticidad

SF-SM: Arcilla limosas pobremente granulada SM: Arena limosa

SC: Arena arcillosa GM: Grava limosa

Fuente: Hazen & Sawyer, 2015

1.4.2. Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio está localizada en la provincia del Guayas, hacia el norte del cantón Guayaquil, en la Urbanización Mucho Lote.

Estando la zona delimitada de la siguiente manera:

- Al norte con la Autopista Terminal Terrestre Pascuales.
- Al sur con la calle Manuel Gómez Lince
- Al este con la Av. Francisco de Orellana
- Al oeste Bloque 10 de Bastión

Para tener una mejor apreciación de la zona se procedió hacer uso de la herramienta de Google Maps como se lo puede observar en la Figura 1.2.



Figura1.2 Ubicación Geográfica del Proyecto
Fuente: Google Maps

CAPÍTULO 2

SISTEMA CONSTRUCTIVO

2.1. Descripción del sistema constructivo con paneles Hormi2

Hormi2 es un sistema constructivo integral de hormigón armado, conformado por paneles modulares, cuya función estructural es debidamente garantizada por dos mallas de acero galvanizado electrosoldadas unidas entre sí a través de conectores de acero también galvanizado formando así una estructura espacial, que encierra en su interior una placa de poli-estireno (EPS) expandido, moldeado y perfilado según los requerimientos en obra. (hormi2, 2016)

La modularidad de este novedoso sistema permite una flexibilidad en el sentido de que se acopla muy bien con otros sistemas constructivos.

Este sistema permite realizar construcciones de hasta 20 pisos, sin importar su tipología o diseño arquitectónico sean estas para uso residencial, industrial o comercial; también gracias a su ligereza y facilidad de montaje no presenta problemas en condiciones operativas dificultosas o condiciones climáticas adversas.

2.2. Materiales

Los materiales que forman parte de los paneles de Hormi2 son:

- Poliestireno expandido
- Malla electrosoldada
- Microconcreto

2.2.1. Poliestireno expandido

El cual se define como: "Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire" (ANAPE, 2018).

Entre sus ventajas tenemos:

- Facilidad de manipulación e instalación
- Excelente aislamiento térmico
- Amortiguador de impactos
- Ligereza
- Resistencia a la humedad

2.2.2. Malla electrosoldada

Posee una malla electrosoldada colocada en cada una de las caras, dicha malla está compuesta por: alambres lisos de acero galvanizado con 2.5 mm de diámetro. El espaciamiento entre los alambres longitudinales es 7.5 cm. (Maltez Montiel & Torres Martínez)

El conector también es un alambre liso galvanizado de 2.5 mm de diámetro.

2.2.3. Microconcreto

Se lo emplea como recubrimiento de los paneles de poliestireno expandido, el cual es una mezcla de cemento, agregados y agua, con una resistencia mínima de $f'c$ 140 kg/cm², con un espesor aproximado de 2.5 cm de cada lado de las caras de los muros, nuestro caso emplearemos un $f'c$ 280kg/cm².

2.3. Clasificación de los paneles

Dichos paneles de poliestireno se pueden clasificar en:

- Panel para muro estructural
- Panel para losas estructurales
- Panel escalera
- Panel para descanso escalera

2.3.1 Panel para muro estructural

Este tipo de panel se emplea en construcciones de 4 a 6 pisos como máximo, en zonas sísmicas, también pueden ser empleadas en entrepisos inclusive en losas de cubiertas cuyas luces sean máximas 5 m.

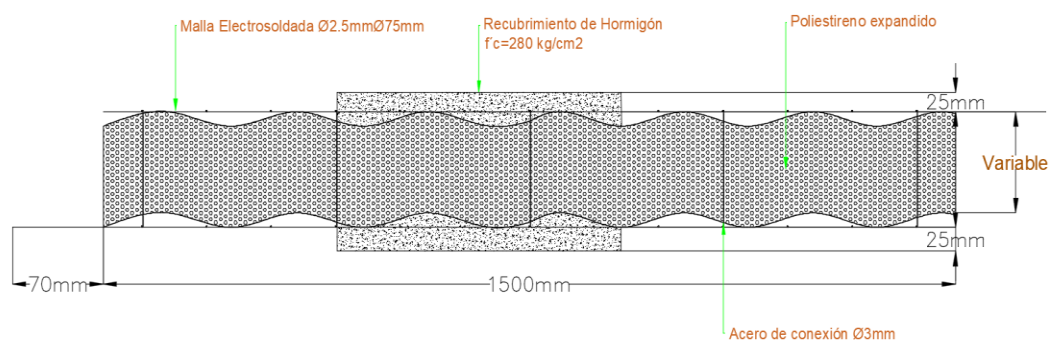


Figura 2.1 Sección típica del panel simple
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla II Características técnicas del panel muro estructural

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	ϕ 2.5 mm cada 75 mm
Acero transversal	ϕ 2.5 mm cada 75 mm
Acero de conexión	ϕ 3.0 mm
Tensión característica de fluencia	$F_y > 6120$ kg/cm ²
Tensión característica de rotura	$F_u > 6935$ kg/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 kg/m ³
Espesor de la plancha de poliestireno	variable(de 40 a 300 mm)
Espesor de la pared terminada	variable(espesor + 70 mm)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

2.3.2 Panel para losas estructurales

Estos paneles son muy utilizados para la construcción de losas y cubiertas de edificios, colocando para ello acero de refuerzo en las aberturas de las nervaduras correspondientes. (Maldonado Renge, 2010)

Dichos paneles son considerados como una solución óptima para las losas y cubiertas importantes (la luz máxima permitida es 9.50 m) por su facilidad de montaje, además que se puede emplear nervaduras pre-hormigonadas para obtener rigidez. (Panelconsa, n.d.)

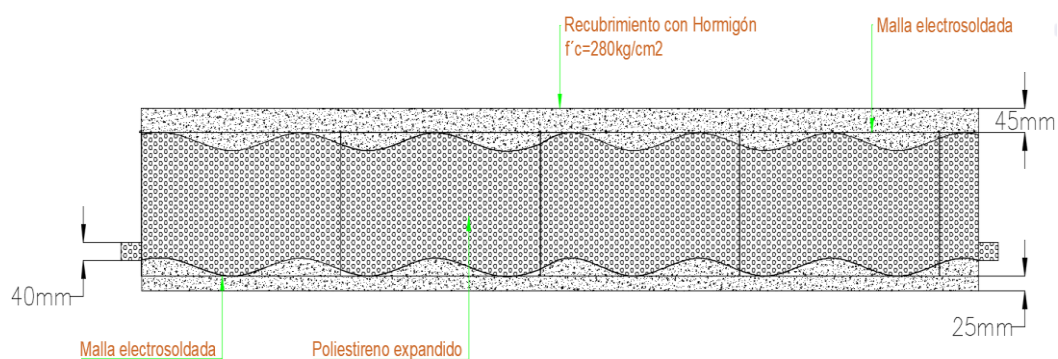


Figura 2.2 Sección típica Panel Losa estructural 1 nervadura
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

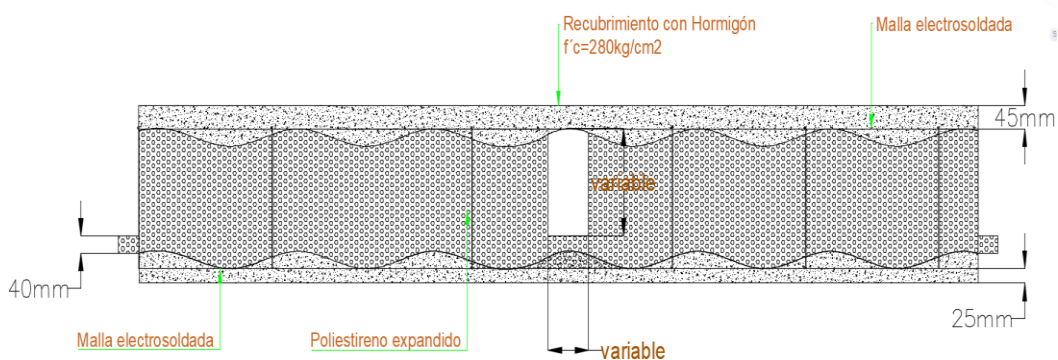


Figura 2.3 Sección típica Panel Losa estructural 2 nervaduras
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

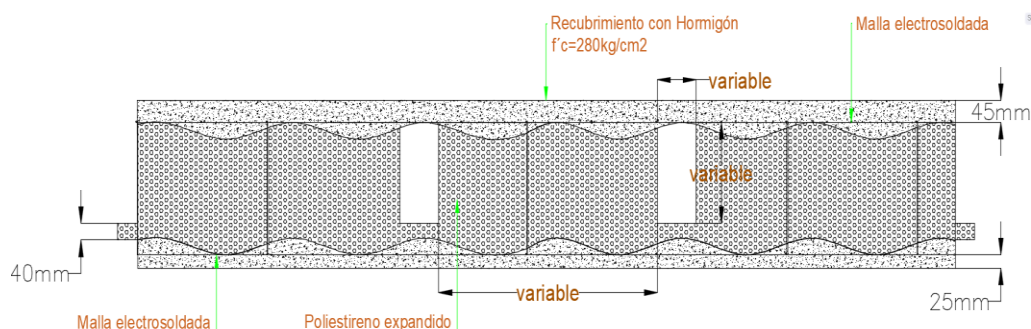


Figura 2.4 Sección típica Panel Losa estructural 3 nervaduras
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla III Características panel de losa

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	ϕ 2.50 mm cada 75 mm
Acero transversal	ϕ 2.50 mm cada 75 mm
Acero de conexión	ϕ 3.0 mm
Tensión característica de fluencia	$F_y > 6120$ kg/cm ²
Tensión característica de rotura	$F_u > 6935$ kg/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 kg/m ³

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

2.3.3 Panel para escaleras

Este tipo de panel está constituido por un bloque de poliestireno expandido, perfilado en planchas cuya dimensión está sujeta a las exigencias proyectadas y armado con una doble malla de acero ensamblada. (Maltez Montiel & Torres Martínez)

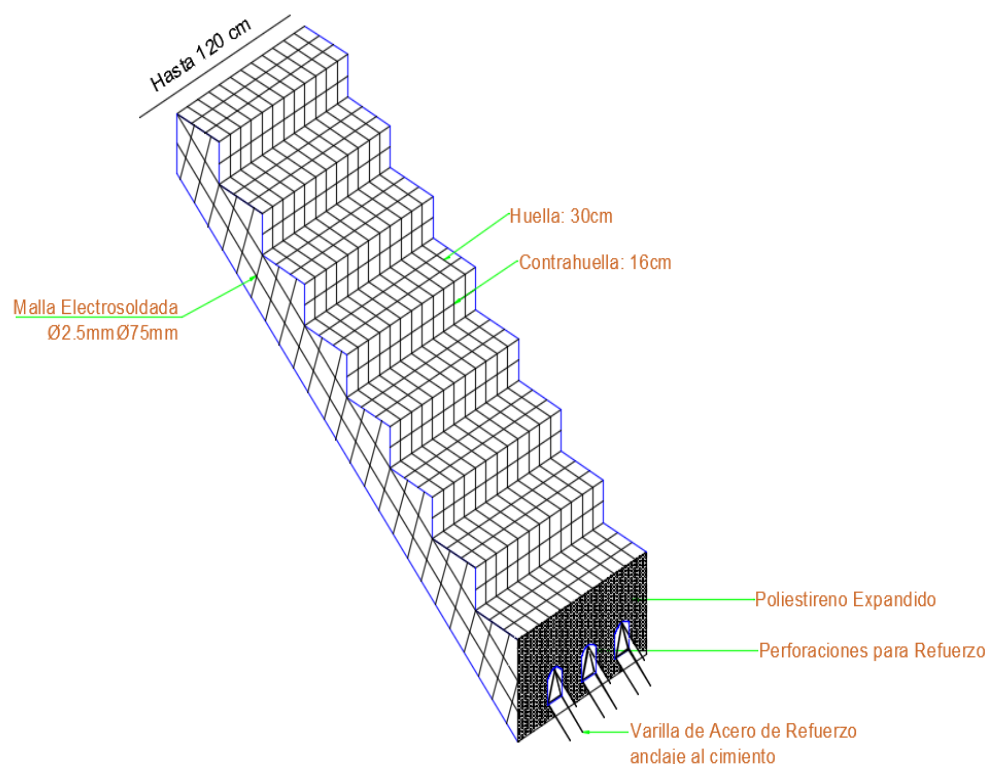


Figura 2.5 Panel Escalera
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla IV Características Panel Escaleras

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	$\varnothing 2.50$ mm cada 75 mm
Acero transversal	$\varnothing 2.50$ mm cada 75 mm
Acero de conexión	$\varnothing 3.0$ mm
Tensión característica de fluencia	$F_y > 6120$ kg/cm ²
Tensión característica de rotura	$F_u > 6935$ kg/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 kg/m ³
resistencia al fuego	120(ensayo hecho en Chile)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

2.3.4 Panel para descanso de escalera

Este panel está conformado por un bloque de poliestireno expandido, el cual posee ranura en dos sentidos para que se pueda realizar la instalación de la armadura de refuerzo.

Se completa el panel con la inclusión de la malla electrosoldada en ambas superficies tanto superior como inferior para finalmente rellenarse con hormigón los espacios habilitados para el refuerzo estructural y así obteniendo el espesor correspondiente. (Maltez Montiel & Torres Martínez)

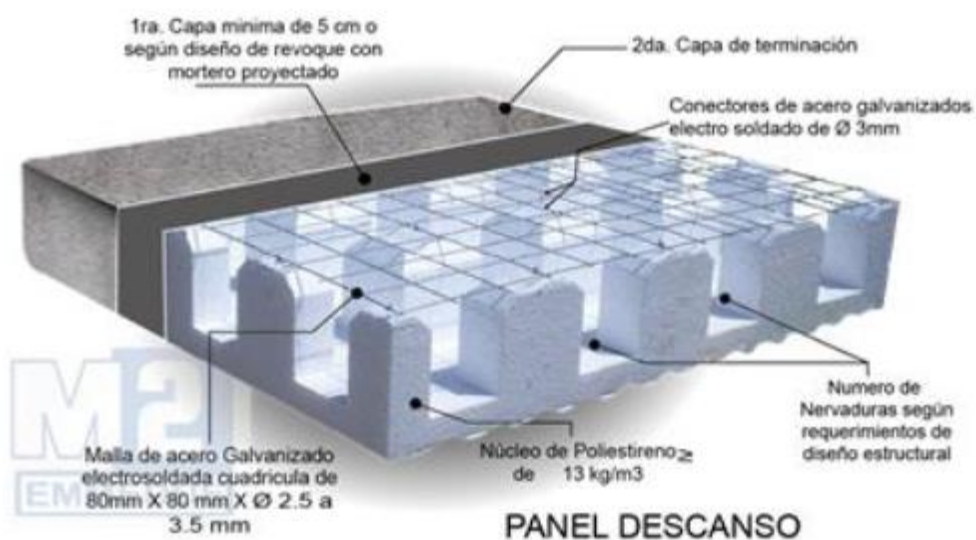


Figura 2.6 Panel de descanso de escalera
Fuente: Maltez Montiel & Torres Martínez

Tabla V Características panel de descanso escalera

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	φ 2.50 mm cada 75 mm
Acero transversal	φ 2.50 mm cada 75 mm
Acero de conexión	φ 3.0 mm
Tensión característica de fluencia	Fy>6120 kg/cm ²
Tensión característica de rotura	Fu>6935 kg/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 kg/m ³
resistencia al fuego	120(ensayo hecho en Chile)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

2.4. Mallas de refuerzo

La malla de refuerzo es realizada con acero galvanizado y trefilado, con un diámetro de 2.5 mm, utilizándose para reforzar vanos y encuentros en ángulo entre paneles, dando continuidad a la malla estructural. Se fijan al panel con amarres realizados con alambres de acero o grapas. (Maltez Montiel & Torres Martínez)

2.4.1 Mallas angulares

Estas mallas angulares refuerzan las uniones en las esquinas de los paneles que son colocados perpendicularmente.

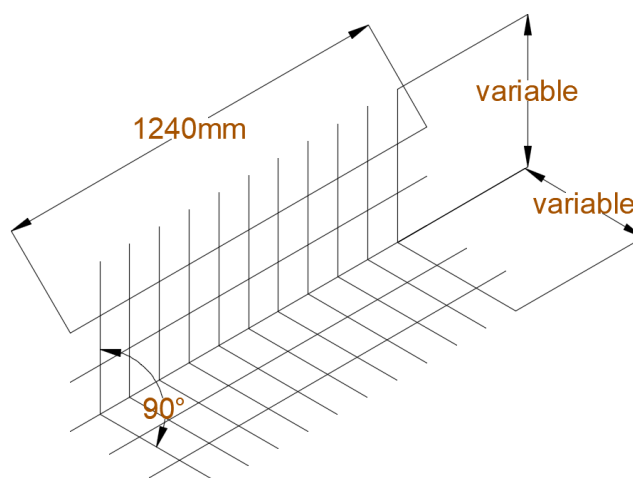


Figura 2.7 Malla Angular
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla VI Características mallas angulares

Listado de mallas angulares			
Tipo	Dimensiones (mm)	Diámetro acero	Separación acero
Malla 1	150x150x1240	2.5	75mmx75mm
Malla 2	200x200x1240	2.5	75mmx75mm
Malla 3	250x250x1240	2.50	75mmx75mm

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

2.4.2 Mallas planas

Estas mallas refuerzan a 45° los vértices de vanos. Eventuales empalmes entre paneles.

Cantidad necesaria: 2 unidades por puertas

4 unidades por ventanas

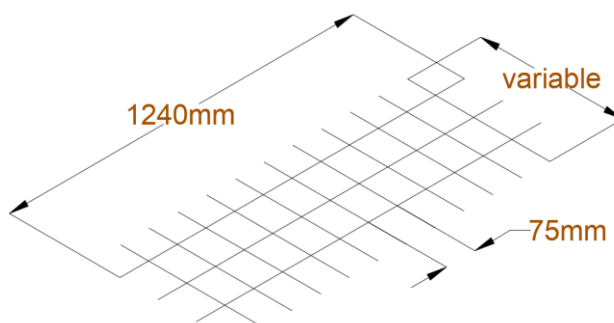


Figura 2.8 Malla Plana
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla VII Características mallas planas

Listado de mallas planas			
Tipo	Dimensiones (mm)	Diámetro acero (mm)	Separación acero (mm)
Malla 1	240x1240	2.5	75mmx75mm
Malla 2	320x1240	2.5	75mmx75mm

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

2.4.3 Mallas tipo U

Este tipo de malla nos permite reconstituir la continuidad de los paneles al costado de las puertas, las ventanas, también se lo emplea en cualquier borde libre que necesite reforzamiento.

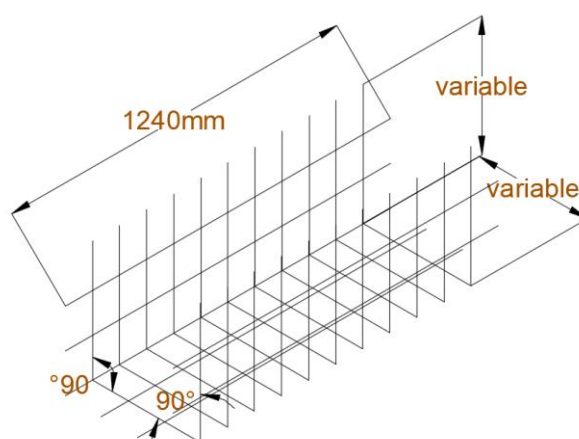


Figura 2.9 Malla U

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla VIII Listado de mallas tipo U

Listado de mallas tipo U			
Diámetro de acero			
Tipo	Dimensiones (mm)	(mm)	Separación de acero (mm)
Malla 1	175x50x175x124	2.5	75 mmx 75mm
Malla 2	165x70x165x124	2.5	75 mmx 75mm
Malla 3	155x90x155x124	2.5	75 mmx 75mm
Malla 4	185x110x185x124	2.5	75 mmx 75mm

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

2.5. Microconcreto

El Microconcreto es un novedoso tipo de mezcla, la cual se caracteriza por no poseer agregados gruesos.

Se encuentra conformado por los siguientes materiales:

- Agregados
- Agua
- Cemento
- Superplastificante

En nuestro caso se realizó la relación agua / cemento = 0.5 (Castillo, 2012).

2.5.1 Agregados

El agregado fino se emplea para poder mejorar las características de la mezcla plástica, otorgar la uniformidad, facilitar el acabado y evitar la presencia de segregación.

Las propiedades de este agregado, se debe debido a: la composición granulométrica, la forma, el tamaño y la textura de las superficies de dichas partículas.

En este proyecto se empleará la arena de rio porque se lo puede emplear para concreto y morteros de pega (Joe, 2008).

2.5.2 Agua

El agua es un compuesto químico, el cual se encuentra formado por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno.

Entre sus propiedades, se encuentran las siguientes: es inodora, incolora e insípida (Venemedia, 2015).

2.5.3 Cemento

El cemento es un material que se obtiene como resultado de la combinación de la arcilla molida con materiales calcáreos de polvos.



Figura 2.100 Cemento Gu
Fuente: Holcim.

2.5.4 Superplastificante

Estas clases de aditivos nos permiten aumentar la manejabilidad del concreto, para de esta manera evitar el aumento de la cantidad de agua.



Figura 2.11 Superplastificante
Fuente: Sika

2.6. Dosificación del Microconcreto

Para realizar la dosificación que se va a emplear en este proyecto, primero se efectuaron los respectivos ensayos de laboratorio de acuerdo con las siguientes normas que se detallan a continuación:

- Granulometría ASTM D-422.
- Peso volumétrico y compactado para los agregados grueso y fino. ASTM C 29-71.
- Absorción para los agregados grueso ASTM C127-04.
- Absorción para los agregados finos ASTM C 128.

Obteniendo los siguientes resultados de dichos ensayos. Teniendo para: Para la granulometría combinada del agregado finos y gravilla, la siguiente granulometría combinada:

Tabla IX Granulometría combinada.

TAMIZ	PORCENT. IDEALES		
	Combinada	MINIMO	MAXIMO
1.5" (38 mm)	100,00%	100%	100%
1" (25.4mm)	95,56%	80%	87%
3/4" (19mm)	79,08%	68%	79%
1/2"(12.7mm)	66,00%	55%	68%
3/8(9.51mm)	62,24%	47%	62%
N4 (4.76mm)	59,96%	32%	48%
N8 (2.38mm)	59,52%	22%	38%
N16(1.19mm)	58,56%	15%	30%
N30(0.59mm)	55,02%	10%	23%
N50(0.29m)	46,14%	7%	18%
N100	8,16%	5%	14%

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

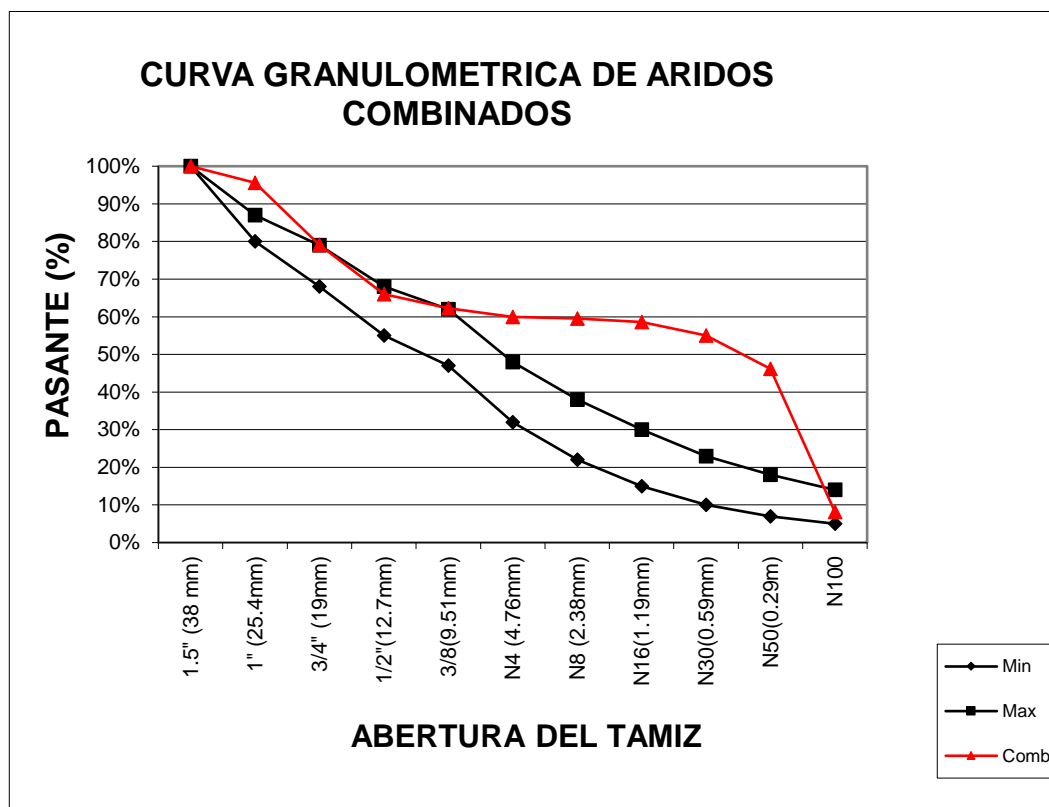


Figura 2.12 Curva granulométrica combinada.
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

De los anteriores ensayos de peso volumétrico y compactado, además de la absorción de agregados gruesos y finos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla X Propiedades físicas de los materiales.

MATERIAL	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	TNMax mm	D.Pondera. Agregados
ARENA DE RIO	2646	1399	1739	2,67		2653
GRAVILLA DE 1/4"	2663	1478	1699	3,10	25	

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Posteriormente procedemos a realizar la dosificación

Tabla XI Dosificación por m³.

MATERIAL		por			
		Volumen	Its	Peso Lab	
				18	Its
AGUA		180	Its	4,13	Kg
CEMENTO		134	Its	7,20	Kg
ARENA DE RIO		404	Its	18,73	Kg
GRAVILLA DE 1/4"		267	Its	12,43	Kg
AIRE		15	Its	0,0	
SUPERPLASTIFICANTE	1,0%	3,33	Its	60	ml
TOTAL		1000	Its	102,5	

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

La relación a/c=0.5

Peso unitario de la dosificación: 2361 kg/cm³.

Una vez en obra, se puede emplear la siguiente dosificación por parihuela.

Tabla XII Dimensiones de una parihuela

	lado 1 (cm)	lado 2 (cm)	altura (cm)
Dimensiones de la parihuela	31	31	31
Volumen de la parihuela	0,0298	m ³	

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla XIII Dosificación por parihuela

AGUA	28,6	litros
CEMENTO	1,0	saco
GRAVILLA DE 1/4"	2,0	parihuela
ARENA DE RIO	3,1	parihuela
SUPERPLASTIFICANTE	0,417	litros

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

2.7. Propiedades y ventajas del sistema de paneles

- Los paneles al ser revocados (repellados), conforman un muro sólido resistente estructuralmente, con propiedades de aislamiento termo-acústico.
- Los paneles son resistentes al fuego.
- La construcción con este tipo de paneles es sismo resistente.
- Los paneles son fáciles de manejar y montar.
- El uso de los paneles es versátil, dado que se utiliza en muros interiores como exteriores, en muros curvos, arcos y en cubiertas planas o inclinadas.
- Los paneles son fáciles de transportar gracias a su bajo peso.
- Según pruebas de laboratorios se demuestra que un panel terminado de 11.00cm es capaz de obtener un aislamiento acústico de 40 decibeles; condición catalogada como “nivel tranquilo”.

- La capacidad de aislamiento térmico del panel es cuatro veces más que la correspondiente a un muro de albañilería y doce veces más que un muro de hormigón.
- Sobre el panel repellado pueden aplicarse todo tipo de acabados; desde pintura, azulejos, tapiz, etc.
- Gran durabilidad del sistema constructivo.
- Su versatilidad le permite adaptarse a los sistemas constructivos convencionales.
- Fácil y ágil montaje de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.
- Flexibilidad de tamaños en los paneles para necesidades específicas.
- Las mallas sobresalen 50 mm en caras opuestas, de modo tal que al traslaparse entre sí aseguran la continuidad por superposición de las armaduras, sin necesidad de colocar elementos adicionales de empalme.
- Pruebas de laboratorio han demostrado que los paneles Hormi2, en especial el poliestireno no presenta problemas en cuanto a la vida útil. Por tanto, la durabilidad de estructuras a base de esta tecnología es alta, comparable con la de los sistemas estructurales convencionales.

- El sistema en sí no representa un foco de contaminación ambiental.

2.8. Usos de los paneles

Hotel Mashpi Lodge



Figura 2.13 Hotel Mashpi Lodgeh
Fuente: Internet.

Hotel Holiday Inn



Figura 2.14 Hotel Holiday Inn
Fuente: Internet.

Plaza Lagos



Figura 2.15 Plaza Lagos
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Edificio de Postgrados STEM ESPOL



Figura 2.16 Edificio de Postgrados STEM Espol
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Edificio Piave

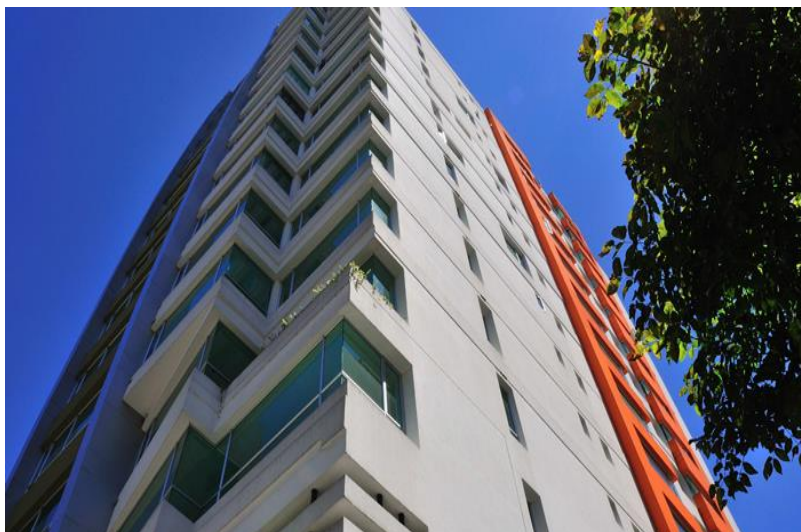


Figura 2.17 Edificios Piave
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

CAPÍTULO 3

DISEÑO ESTRUCTURAL

3.1. Filosofía de diseño sismo resistente

De acuerdo con la NEC 2015, la filosofía de diseño permite comprobar el nivel de seguridad de vida. El diseño estructural se hace para el sismo de diseño, evento sísmico que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años, equivalente a un periodo de retorno de 475 años.

3.1.1. Requisitos mínimos de diseño

Para estructuras de ocupación normal el objetivo del diseño es:

- Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, provocando salvaguardar la vida de sus ocupantes (NEC, 2015).

Esta filosofía de diseño se consigue diseñando la estructura para que:

- Tenga la capacidad para resistir las fuerzas especificadas por esta norma.

- Presente las derivas de piso, ante dichas cargas, inferiores a las admisibles.
- Puedan disipar energía de deformación inelástica, haciendo uso de las técnicas de diseños por capacidad o mediante la utilización de dispositivos de control sísmico. (NEC, 2015)

3.2. Espectro elástico

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones S_a , expresado como la fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño, consiste en:

- El factor de zona sísmica Z .
- El tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura.
- La consideración de los valores de los coeficientes de amplificación de suelo F_a , F_d , F_s .

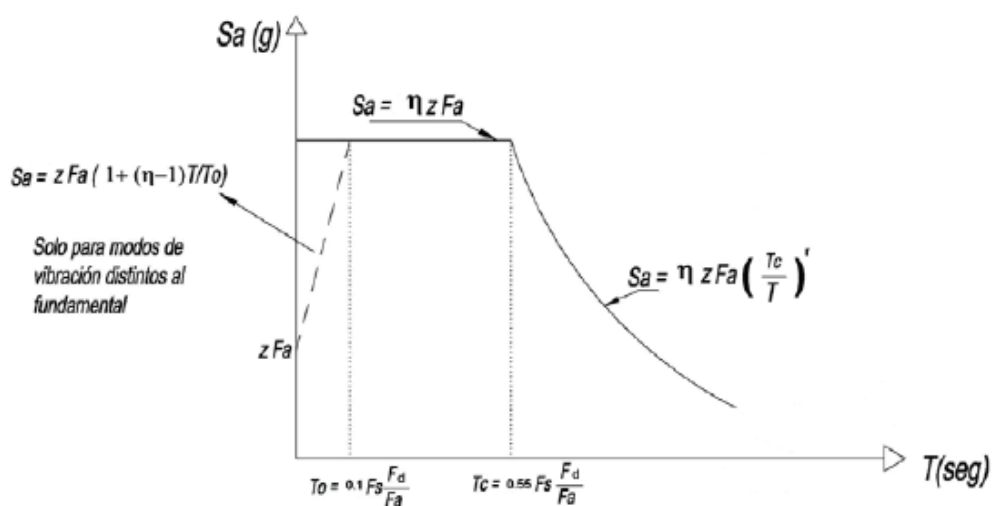


Figura 3.1 Espectro elástico de diseño

Fuente: NEC, 2015

3.2.1. Tipo de suelo

Según los estudios realizados el tipo de suelo es E, según la clasificación de la NEC (2015)

Tabla XIV Tipo de suelo

Tipo de perfil	Perfil de roca competente	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 > V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los criterios	$760 > V_s \geq 360$ m/s $N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ kPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, ó Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$360 > V_s \geq 180$ m/s $50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, ó Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$V_s < 180$ m/s $IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa

Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnia. Se contemplan las siguientes subclases:

- F1 - Suelos susceptibles a la falta o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.
- F** F2 - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H>3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).
- F3 - Arcillas de muy alta plasticidad (H>7.5 m con índice de Plasticidad IP>75)
- F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H>30m)
- F5 - Suelos con contrastes de impedancia a ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.
- F6 - Rellenos colocados sin control ingenieril.

Fuente: NEC, 2015

3.2.2. Factor de zona sísmica z

La provincia donde se realizará el proyecto es Guayas, la cual se encuentra en una zona sísmica VI, como se puede apreciar en la Figura 3.2, por lo cual se adoptará un valor de $Z=0.5$, con una caracterización del peligro sísmico muy alta.

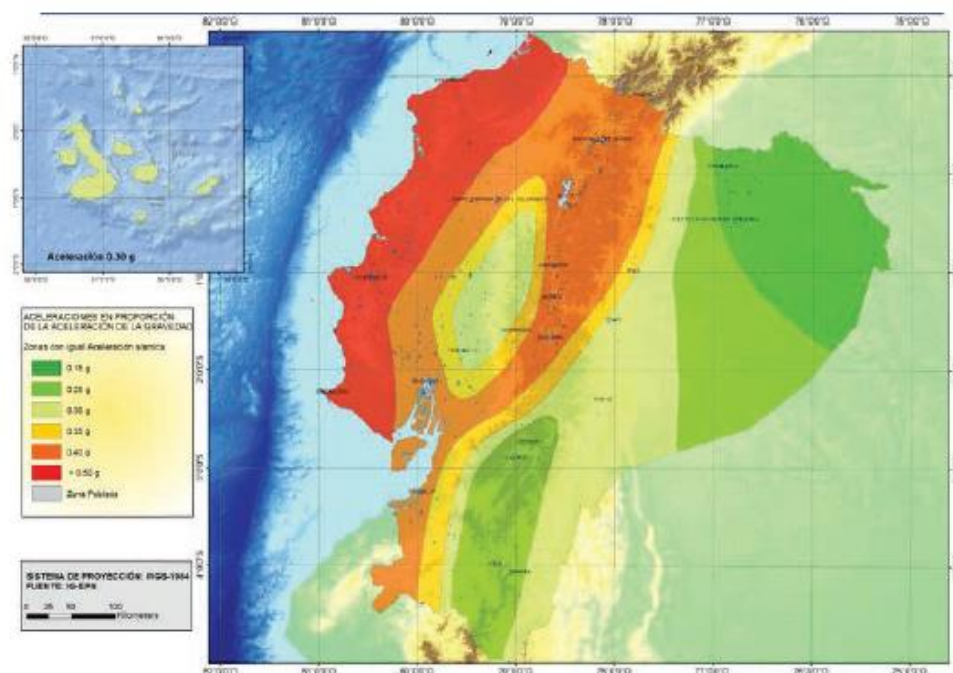


Figura 3.2 Zona sísmica y valor Z para el Ecuador
Fuente: NEC, 2015

Tabla XV Valores del factor Z en función de la zona sísmica

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor Factor Z	0.15	0.2 5	0.3	0.3 5	0.4	0.5
Caracterización del peligro sísmico	Indeterminada	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: NEC, 2015

3.2.3. Coeficientes del suelo

Después de haber encontrado el tipo de suelo y el valor de z, procedemos a encontrar los diferentes coeficientes del suelo.

Fa: Coeficiente de ampliación de suelo en la zona de periodo corto.

Tabla XVI Coeficiente del suelo Fa

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.4	>=0.50
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Fuente: NEC, 2015

Fd: Ampliación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

Tabla XVII Coeficiente del suelo Fd

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.4	>=0.50
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Fuente: NEC, 2015

Fs: Comportamiento no lineal de los suelos

Tabla XVIII Coeficiente del suelo Fs

Tipo de perfil del subsuel	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.4	>=0.50
o						
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Fuente: NEC, 2015

3.2.4. Construcción espectro elástico

Cálculo del To

$$TO = \frac{0.10 * Fs * Fd}{Fa} \quad ec.1$$

$$TO = \frac{0.10 * 1.9 * 1.6}{1}$$

$$TO = 0.304 \text{ s}$$

Cálculo del Tc

$$TC = \frac{0.55 * Fs * Fd}{Fa} \quad ec.2$$

$$TC = \frac{0.55 * 1.9 * 1.6}{1}$$

$$TC = 1.672 \text{ s}$$

Región I $T \leq T_0$

$$Sa = Z * Fa \left[1 + \left(\frac{n-1}{T_0} \right) * TC \right] \quad \text{ec.3}$$

$$Sa = 0.4$$

Región II $T_0 < T \leq TC$

$$Sa = n * Z * Fa \quad \text{ec.4}$$

$$Sa = 0.72$$

Región III $T > TC$

$$Sa = n * Z * Fa \left[\frac{TC}{T} \right]^r \quad \text{ec.5}$$

$$r = 1.5 \text{ para suelos tipo E}$$

Tabla XIX Periodos del espectro elástico

T	Sa
1,67	0,72
2	0,550
2,5	0,394
3	0,300
3,5	0,238
4	0,195
4,5	0,163

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

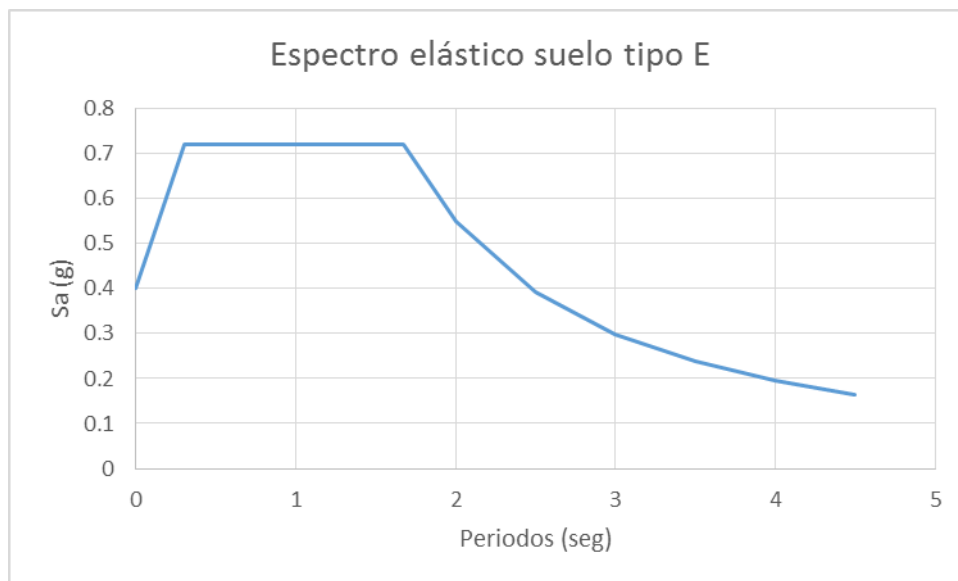


Figura 3.3 Espectro Elástico suelo E
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla XX Periodos del espectro inelástico

T	Suelo E	
	Sa	Cs
0	0,4	0,050
0,30	0,72	0,090
0,5	0,72	0,090
0,75	0,72	0,090
1	0,72	0,090
1,5	0,72	0,090
1,67	0,72	0,090
2	0,550	0,069
2,5	0,394	0,049
3	0,300	0,037
3,5	0,238	0,030
4	0,195	0,024
4,5	0,163	0,020

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

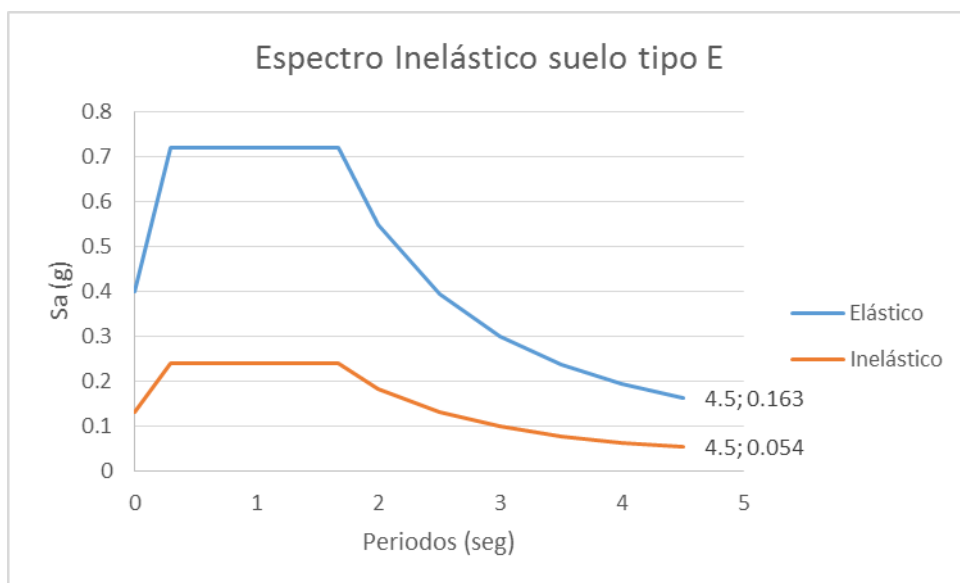


Figura 3.4 Espectro Inelástico suelo E
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

3.3. Modelamiento de SAP2000

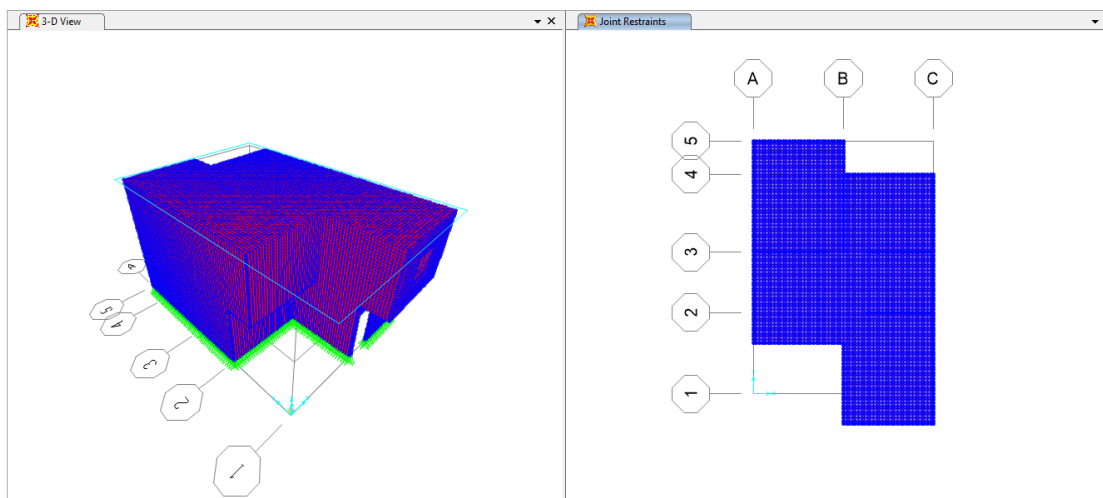


Figura 3.5 Modelo Tridimensional de la vivienda
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

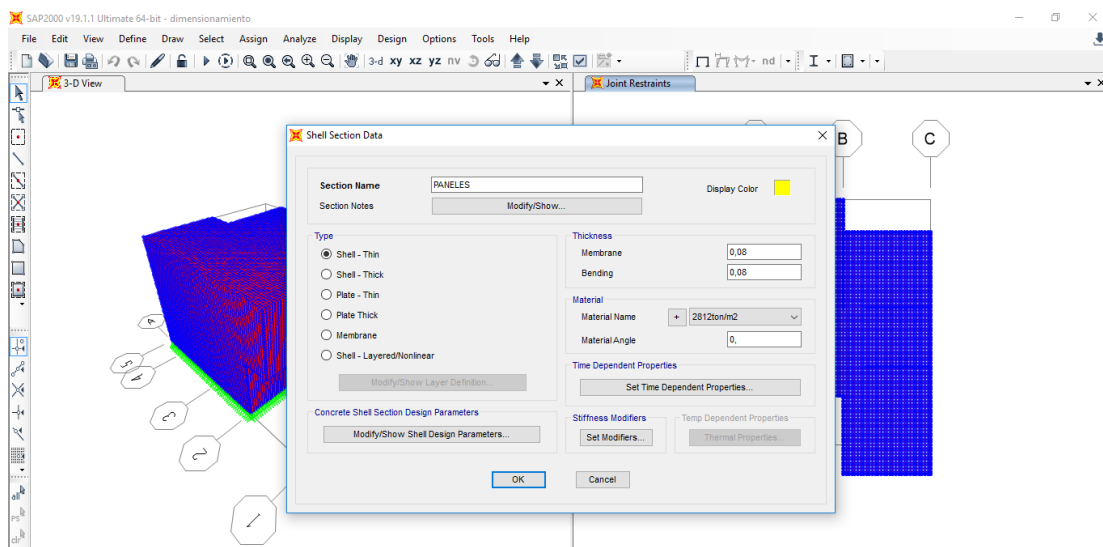


Figura 3.6 Definición del material para los paneles
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

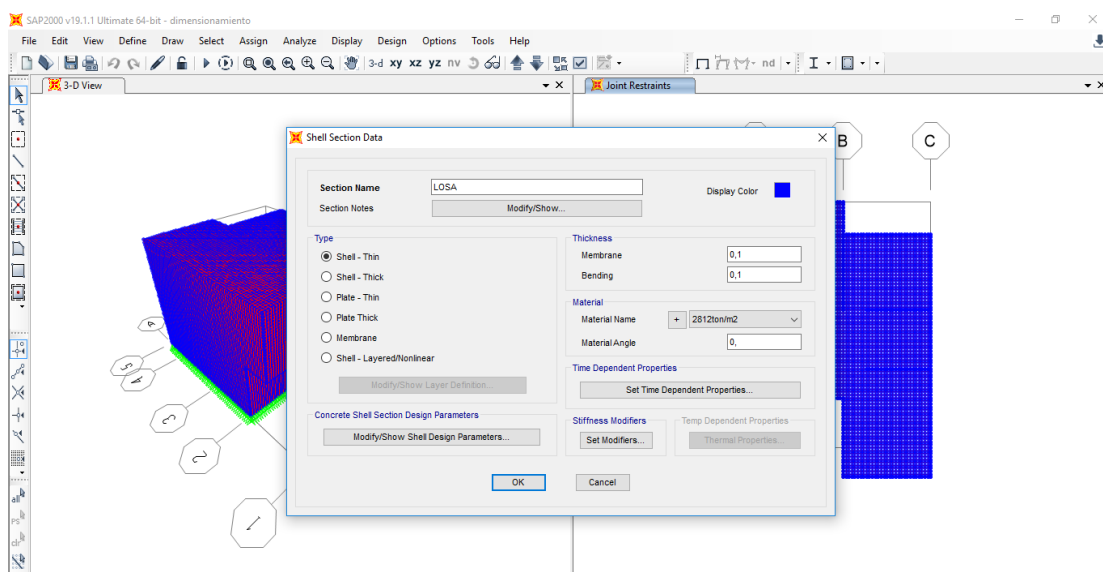


Figura 3.7 Definición del material para losa
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

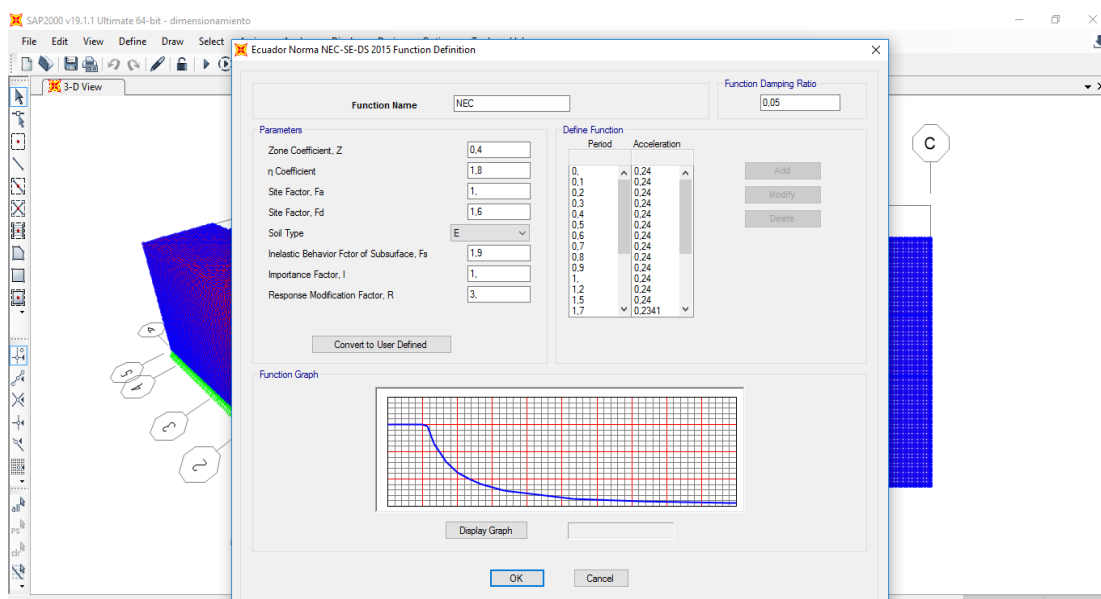


Figura 3.8 Ingreso del espectro en Sap
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

3.3.1 Revisión a Flexión (Acero Vertical)

El acero de refuerzo vertical es debido a un alambre cuyo diámetro es 2.5mm, con una separación máxima de 13cm. El área de la sección transversal del alambre es de 0.0491cm², por lo que el panel presenta un área de acero de 0.3519 cm²/m.

Luego de observar todos los muros, se ha seleccionado como muro crítico el correspondiente al eje 1. Del modelo se obtiene que el momento actuante máximo M_{22} (momento alrededor del eje "x") es de 136.08 Kg-m/m.

Dicho momento representa al momento de diseño del refuerzo vertical.

Por lo tanto, al comparar nuestro momento ultimo con el del fabricante:

Momento ultimo $200\text{kg-m/m} > 136.08\text{ kg-m/m}$ ok

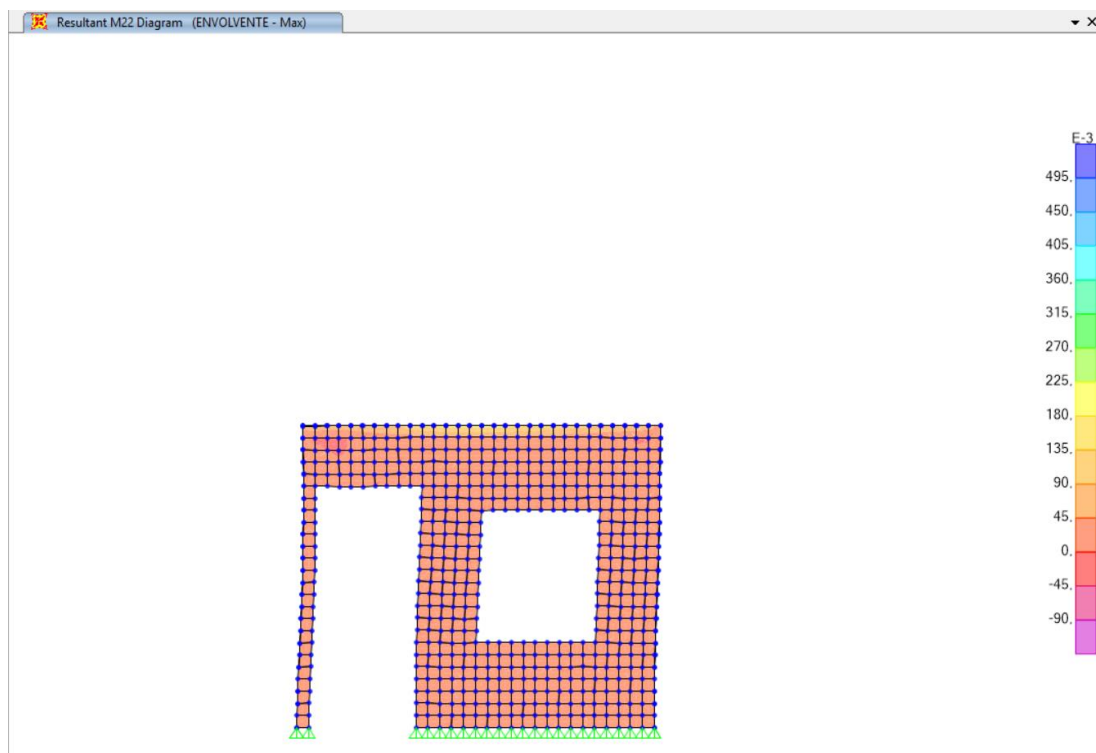


Figura 3.9 Momento M22 de la vivienda
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

3.3.2 Revisión a Flexión (Acero Horizontal)

El acero de refuerzo horizontal también corresponde a un alambre cuyo diámetro es 2.50 mm separados cada 10cm. El área de la sección transversal del alambre es de 0.0491 cm^2 , por lo que el panel presenta un área de acero de $0.491\text{ cm}^2/\text{m}$.

Se ha seleccionado como muro crítico el correspondiente al eje B. Del modelo se obtiene que el momento actuante máximo M11 (momento alrededor del eje vertical del muro) es de 100.33 Kg-m/m. Dicho momento corresponde al momento de diseño del refuerzo horizontal.

Momento ultimo 277.73 kg-m > 100.33 kg-m/m ok

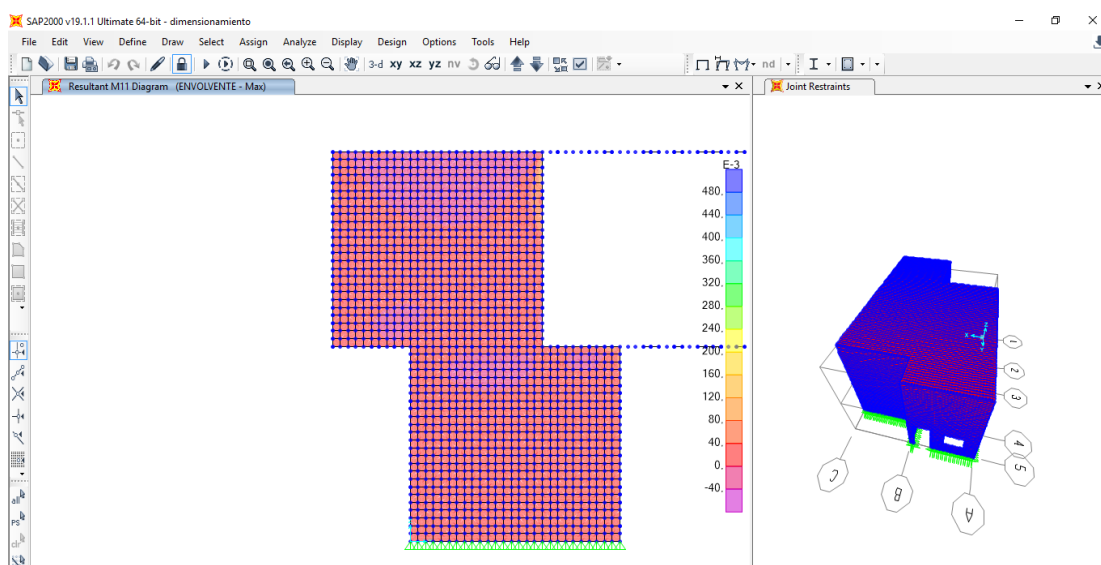


Figura 3.10 Momento M11 de la vivienda
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

3.3.3 Revisión a cortante

En el muro actúa 1.65 ton. de fuerza cortante, un panel simple puede resistir 3.82 ton, sin embargo, por darse en las uniones de paredes y en boquetes, se agrega el acero de refuerzo proveniente de la unión con forma de “L” y del acero extra para los boquetes

respectivamente, por tanto las secciones resultan ser satisfactorias.

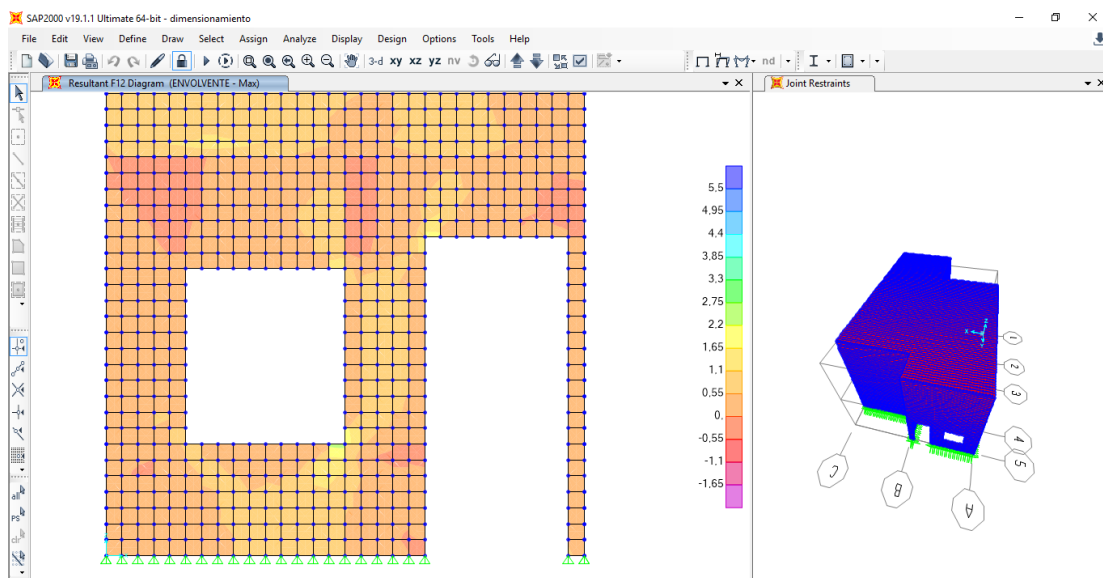


Figura 3.11 Resultado del programa Sap

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

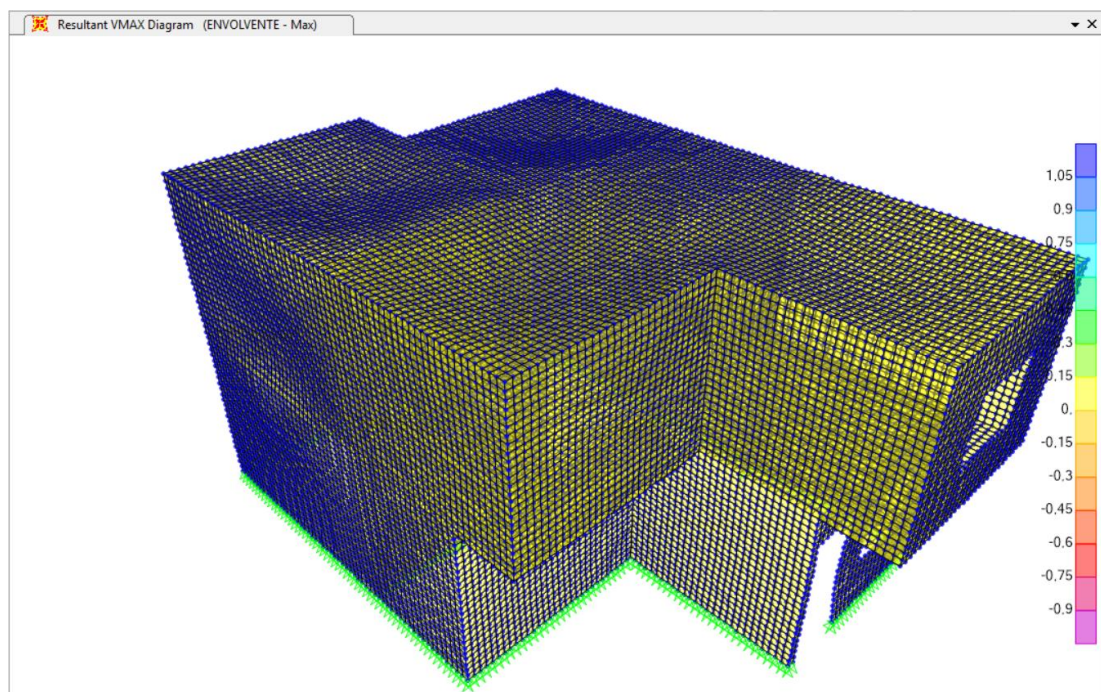


Figura 3.12 Deformada de la vivienda en el programa Sap

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017

3.4. Cimentación

El tipo de cimentación a utilizar será una cimentación superficial de acuerdo con el criterio de $Df/B \leq 4$ (NEC, 2015) además que las fuerzas actuantes no bajan por elementos estructurales como columnas que es el caso de las estructuras convencionales, para ello entonces se propone la losa como una mejor alternativa para la cimentación para que las cargas que bajen a través de las paredes se distribuyan en toda la losa de cimentación y así evitar los asentamientos diferenciales.

3.4.1. Consideraciones previas

- Se utilizará el método de Meyerhof y Vesic con sus respectivas formulas, debido a que este produce resultados más exactos al aplicar mayores tipos de cargas considerando también la geometría, profundidad e inclinación de la cimentación y del nivel del suelo.
- Se tomará en consideración la variación del nivel freático debido a que en la zona en época lluviosa varia en gran magnitud.
- El incremento de esfuerzos producidos por las fuerzas actuantes será calculado en el punto medio del estrato a analizar.

- Los valores de los parámetros a utilizar son provenientes de los ensayos realizados y tendrán influencia en nuestros cálculos.

3.4.2. Metodología y desarrollo a seguir para determinar la capacidad de carga del suelo

- Dimensiones de la losa, suponemos las siguientes:

Largo (L): 13m

Ancho (B): 6m

Espesor: 0.10m

Df: 3m debido a la influencia del nivel freático de la zona.

- Determinar los factores de capacidad de carga.

Para ello tendremos que utilizar la tabla de Factores de Capacidad de Carga para un ángulo de fricción $\varphi=0^\circ$ que sería el caso del estrato compresible de cimentación.

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan\phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan\phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

* Según Vesic (1973)

Figura 3.13 Factores de Capacidad de Carga

Fuente: DAS, 2001

Dándonos los siguientes valores:

$$N_c = 5.14$$

$$N_q = 1.00$$

$$N_\gamma = 1.00$$

- Determinar los factores de forma.

Para ello tendremos que utilizar la tabla de Factores de Forma utilizando las dimensiones efectivas de nuestra losa.

Factor	Relación	Fuente
Forma ^a	$F_{cs} = 1 + \frac{B N_c}{L N_c}$ $F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$ $F_{ps} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$ <p>donde L = longitud de la cimentación ($L > B$)</p>	De Beer (1970) Hansen (1970)
^a Estos factores de forma son relaciones empíricas basadas en numerosas pruebas de laboratorio. ^b El factor $\tan^{-1} (D_f/B)$ está en radianes.		

Figura 3.14 Factores de Forma

Fuente: DAS, 2001

Dándonos los siguientes valores:

$$F_{cs} = 1.089$$

$$F_{qs} = 1.000$$

$$F_{ps} = 0.815$$

- Determinar los factores de profundidad.

Para ello tendremos que utilizar la tabla de Factores de Profundidad utilizando la profundidad a la cual estará nuestra losa, notando que debemos tomar las fórmulas de la condición a) debido a que $D_f/B \leq 1$.

Factor	Relación	Fuente
Profundidad ^b	<p>Condición (a): $D_f/B \leq 1$</p> $F_{cs} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$ $F_{qs} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$ $F_{ps} = 1$ <p>Condición (b): $D_f/B > 1$</p> $F_{cs} = 1 + (0.4) \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $F_{qs} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $F_{ps} = 1$	Hansen (1970)
^a Estos factores de forma son relaciones empíricas basadas en numerosas pruebas de laboratorio. ^b El factor $\tan^{-1} (D_f/B)$ está en radianes.		

Figura 3.15 Factores de Profundidad.

Fuente: DAS, 2001

Dádonos los siguientes valores:

$$F_{cd} = 1.200$$

$$F_{qd} = 1.000$$

$$F_{yd} = 1.000$$

- Determinar los factores de inclinación.

Para ello tendremos que utilizar la tabla de Factores de inclinación, pero para nuestro estudio se considerara que la fuerza actuante es vertical.

Factor	Relación	Fuente
Inclinación	$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^2}{90^\circ}\right)^2$ $F_{\pi} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi}\right)^2$ <p>donde β = inclinación de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical</p>	Meyerhof (1963); Hanna y Meyerhof (1981)
<p>^a Estos factores de forma son relaciones empíricas basadas en numerosas pruebas de laboratorio. ^b El factor $\tan^{-1}(D_i/B)$ está en radianes.</p>		

Figura 3.16 Factores de Inclinación

Fuente: DAS, 2001

Dádonos los siguientes valores:

$$F_{ci} = 1.000$$

$$F_{qi} = 1.000$$

$$F_{yi} = 1.000$$

- Determinar los factores de compresibilidad

Para ello primero se debió haber calculado los índices de rigidez y el índice de rigidez crítico con las siguientes formulas.

$$I_r = \frac{G}{c + q' \tan \varphi} \quad ec. 6$$

$$I_{r \text{ crit}} = \frac{1}{2} \left\{ \exp \left[\left(3,3 - 0,45 \frac{B}{L} \right) \cot \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \right] \right\} \quad ec. 7$$

Donde:

G: Módulo cortante del suelo (kN/m)

c: Cohesión del suelo de que va a soportar la cimentación (kN/m)

q': Presión efectiva de sobrecarga a una profundidad de Df + B/2

φ: Ángulo de fricción del suelo de cimentación (°)

Teniendo como resultado un $I_r=392.185$ y un $I_r \text{ crit}=60.071$. Como el índice de rigidez es mayor que el índice de rigidez critico los factores de compresibilidad es igual a 1.

Dándonos los siguientes valores:

F_{cc}= 1.000

F_{qc}= 1.000

F_{yc}= 1.000

- Determinar la capacidad de carga total última.

Para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} F_{cc} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} F_{qc} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} F_{\gamma c} \quad \text{ec.8}$$

$$cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} F_{cc} = 0$$

$$qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} F_{qc} = (7.845 \text{ KN/m}^3 \times 3\text{m})(1)(1)(1)(1) = 23.535 \text{ KN/m}^2$$

$$\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} F_{\gamma c} = 0.5(7.845 \text{ KN/m}^3)(6\text{m})(1)(0.815)(1)(1)(1) = 19.18 \text{ KN/m}^2$$

$$q_u = 42.72 \text{ KN/m}^2$$

- Determinar la capacidad de carga neta última.

Se debe de considerar el peso del suelo sobre la cimentación para ello se lo debe de restar de la carga total última antes calculada.

$$q_{neta(u)} = 42.72 - \gamma Df = 42.72 - (7.84)(3) = 19.18 \text{ KN/m}^2 \quad \text{ec.9}$$

- Determinar la capacidad de carga admisible neta.

Ahora debemos considerar un factor de seguridad que para este trabajo se consideró un factor de 3.

$$q_{adm(neta)} = 19.18 / 3 = 6.39 \text{ KN/m}^2$$

Una vez determina la capacidad portante admisible del suelo, se procede hacer los respectivos análisis

3.4.3. Análisis estructural.

Comparamos las presiones en la losa para su posterior comparación con la capacidad portante del suelo, haciendo uso de una hoja tabulada en Excel tenemos los siguientes resultados:

Tabla XXI Presiones en los puntos perimetrales de la losa de cimentación

PUNTO	Pu/A	X(cm.)	0.000004X	Y(cm.)	0.00002y	q(kg/cm ²)
A	0,052	-650	0,003	300	0,006	0,061
B	0,052	-340	0,001	300	0,006	0,059
C	0,052	300	-0,001	300	0,006	0,057
D	0,052	650	-0,003	300	0,006	0,055
E	0,052	-650	0,003	165	0,003	0,058
F	0,052	650	-0,003	165	0,003	0,053
G	0,052	-650	0,003	-210	-0,004	0,050
H	0,052	650	-0,003	-210	-0,004	0,045
I	0,052	-650	0,003	-300	-0,006	0,049
J	0,052	-340	0,001	-300	-0,006	0,047
K	0,052	300	-0,001	-300	-0,006	0,045
L	0,052	650	-0,003	-300	-0,006	0,043

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Luego de hacer la verificación por flexión y cortante, se procede a calcular los respectivos refuerzos tanto superiores como inferiores teniendo los siguientes resultados:

Tabla XXII Refuerzo superior e inferior de la losa de cimentación

Refuerzo Superior	30 Ø 1" @ 20 cm
Refuerzo Inferior	24 Ø 3/4" @ 25 cm

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

3.5. Presupuesto Referencial

A continuación se desarrollará un presupuesto referencial tanto para una vivienda con el sistema Hormi2 y una vivienda de las mismas características pero mediante el sistema convencional, es decir hormigón armado y mampostería de bloque. Se debe aclarar también que solo se tomarán en consideración las actividades hasta “obra gris”; ya que el resto de actividades de obra es similar para ambos sistemas constructivos y no tendría sentido analizarlos ya que los costos y programación no variarán de un sistema a otro.

Tabla XXIII Presupuesto Referencial del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Bloque.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Bloque.					
Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total directo
1	Excavación manual de cimientos	m3	7.78	3.74	29.09
2	Replanteo de hormigón simple f'c=180 kg/cm2	m3	2.62	112.30	294.23
3	Replanteo y nivelación	m2	33.64	2.06	69.29
4	Hormigón en plintos f'c=210 kg/cm2	m3	2.14	311.40	666.39
5	Acero de refuerzo	Kg	984.18	1.40	1377.85
6	Hormigón en columnas 30X35 cm f'c=280 kg/cm2 + encofrado	m3	1.08	243.30	262.76
7	Hormigón en losa alivianada e=20 cm	m2	3.35	28	94.37

	f'c=280 kg/cm ² + encofrado				
8	Paredes de Bloque e=10cm	m ²	77.19	19.19	1481.27
9	Contrapiso H.S. f'c = 180 kg/cm ² e = 7 cm	m ²	39.31	15.6	613.24
10	Malla Electrosoldada 5mm x 10 x 10 cm	m ²	39.31	6.27	246.47
11	Enlucido interior y exterior (incluye escalera)	m ²	37.66	6.12	230.48
12	Punto de agua fría pvc 1/2"	Pto.	5	11.37	56.82
13	Punto de agua caliente pvc 1/2"	Pto.	2	12.16	24.32
14	Punto de desagüe PVC 50 mm con tubería y accesorios	Pto.	7	11.92	83.44
15	Punto de desagüe PVC 75 mm con tubería y accesorios	Pto.	6	19.35	116.10
16	Punto de desagüe pvc 100 mm con tubería y accesorios	Pto.	16	24.95	399.20
17	Iluminación	pto	7	16.53	115.71
18	Tomacorriente normal 110 v	pto	9	19.81	178.29
					\$ 6339.36

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla XXIV Presupuesto Referencial del Sistema Hormi2.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
Sistema Hormi2					
Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total directo
1	Excavación manual cimientos	m ³	2.75	3.74	10.28
5	Acero de refuerzo	Kg	541.65	1.4	758.31

19	Hormigón en losa cimentación e=10 cm	m3	1.3	140.95	183.23
20	Replanteo sobre cimientos	m2	2.3	1.69	3.88
21	Corte previo de paneles	m2	3.09	0.4	1.24
22	Montaje de paneles de muro	m2	87.31	12.19	1064.31
23	Montaje de paneles para forjados o cubiertas	m2	42.65	12.25	522.46
24	Colocación de refuerzos tipo u	m2	5.97	1.27	7.58
25	Colocación de refuerzos angulares	m2	42.87	1.05	45.01
26	Colocación de refuerzos planos	m2	22.13	1.02	22.57
27	Colocación de guías de espesor y proyectado	m2	6.2	1.16	7.19
28	Proyección de micro hormigón en muros	m3	7.17	92.07	660.14
29	Apuntalamiento de forjados o cubiertas	m2	42.65	4.83	205.99
30	Proyección de microhormigón losa	m3	5.8	90.14	522.81
31	Vaciado de capa de compresión	m3	1.27	101.1	128.40
32	Terminación cielorraso	m3	0.85	66.98	56.93
12	Punto de agua fría pvc 1/2"	pto	5	11.365	56.82
13	Punto de agua caliente pvc 1/2"	pto	2	12.162	24.32
14	Punto de desagüe pvc 50 mm con tubería y accesorios	pto	7	11.92	83.44
15	Punto de desagüe pvc 75 mm con tubería y accesorios	pto	6	19.35	116.1

16	Punto de desagüe pvc 100 mm con tubería y accesorios	pto	16	24.95	399.2
17	Iluminación	pto	7	16.53	115.71
18	Tomacorriente normal 110v	pto	9	19.81	178.29
					\$5174.6

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

3.6. Detalles típicos

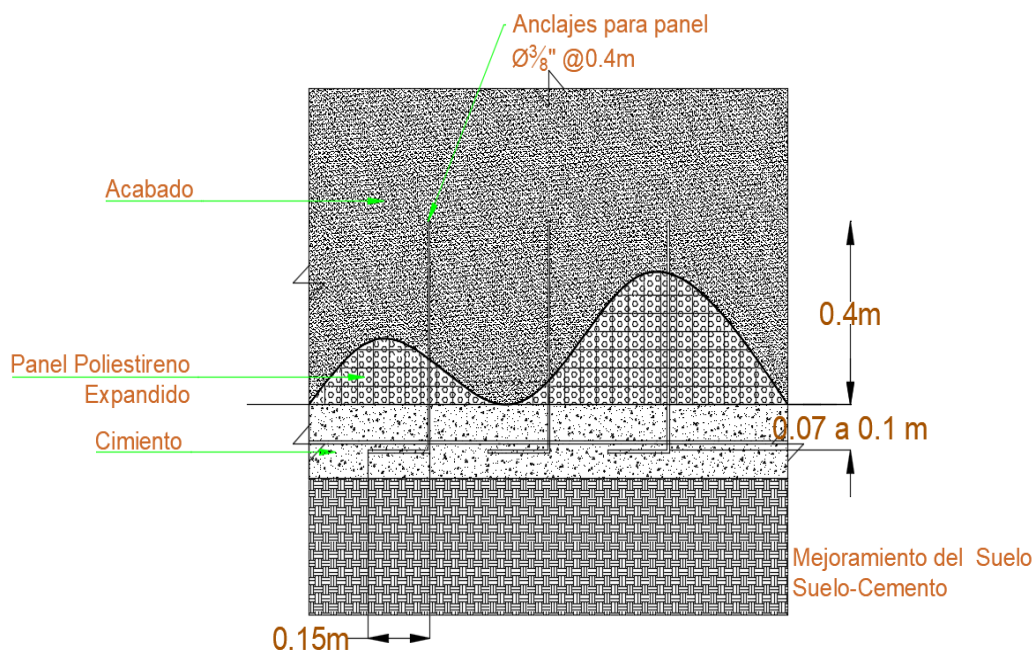


Figura 3.17 Detalle de anclajes del panel al cemento, antes de la fundición

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

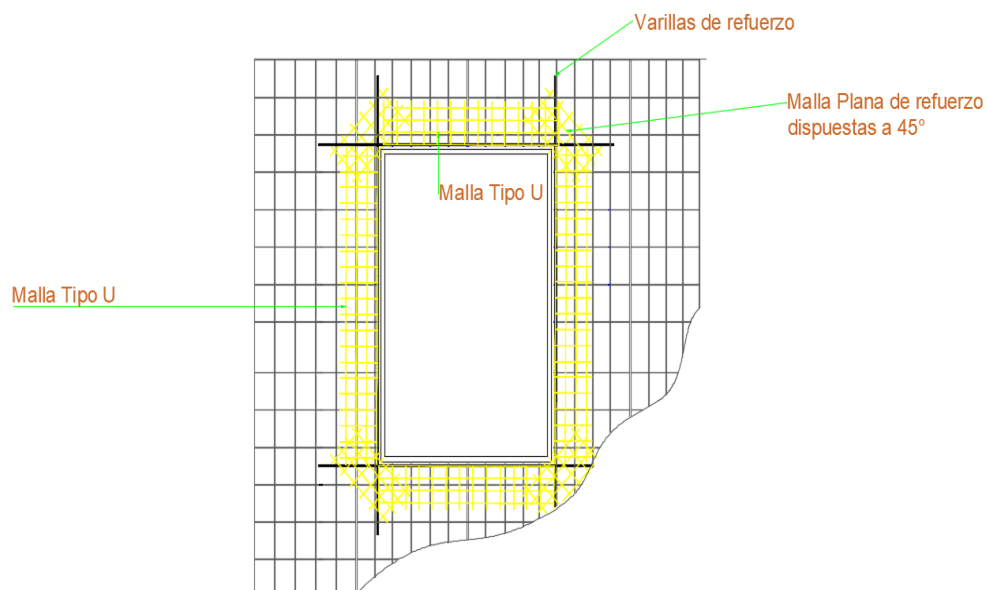


Figura 3.18 Colocación de refuerzos en vanos de ventana
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

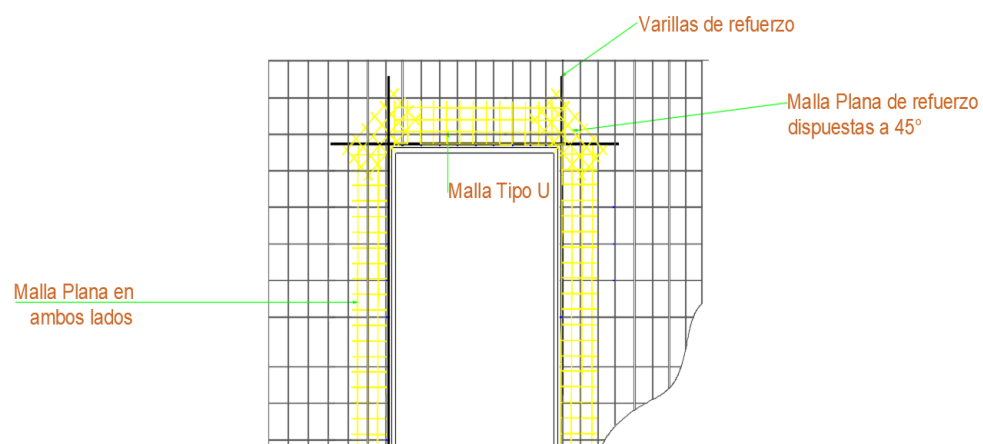


Figura 3.19 Colocación de refuerzos en vanos de puerta
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

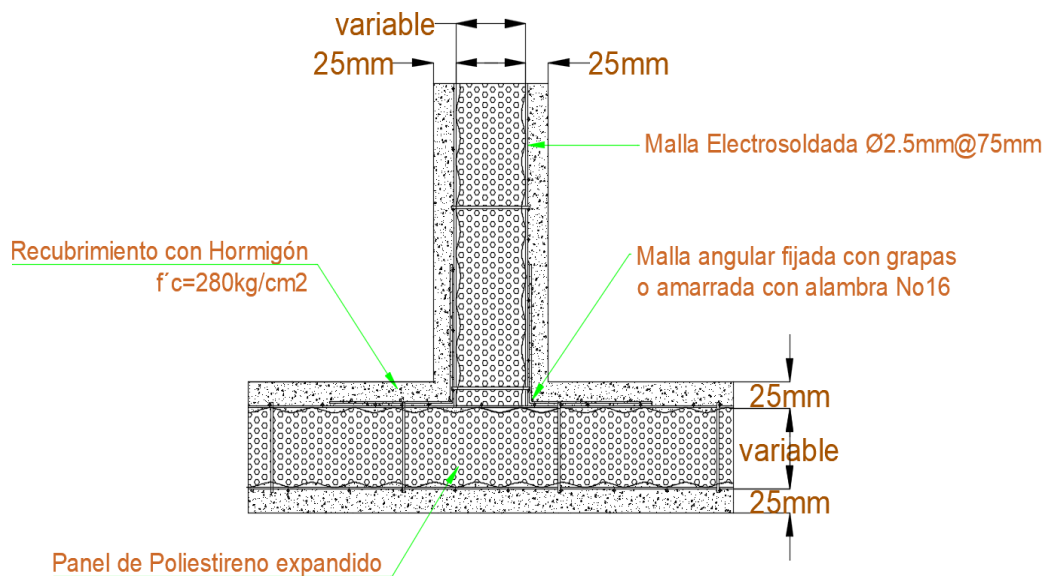


Figura 3.20 Detalle unión paneles con muros perpendiculares (PLANTA)
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

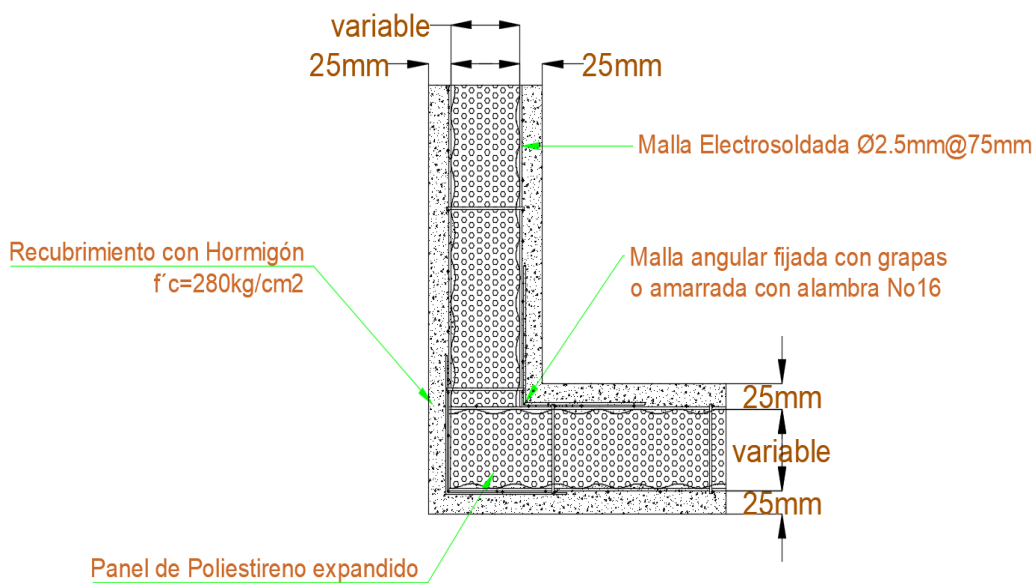


Figura 3.21 Detalle unión paneles en esquinas (PLANTA)
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

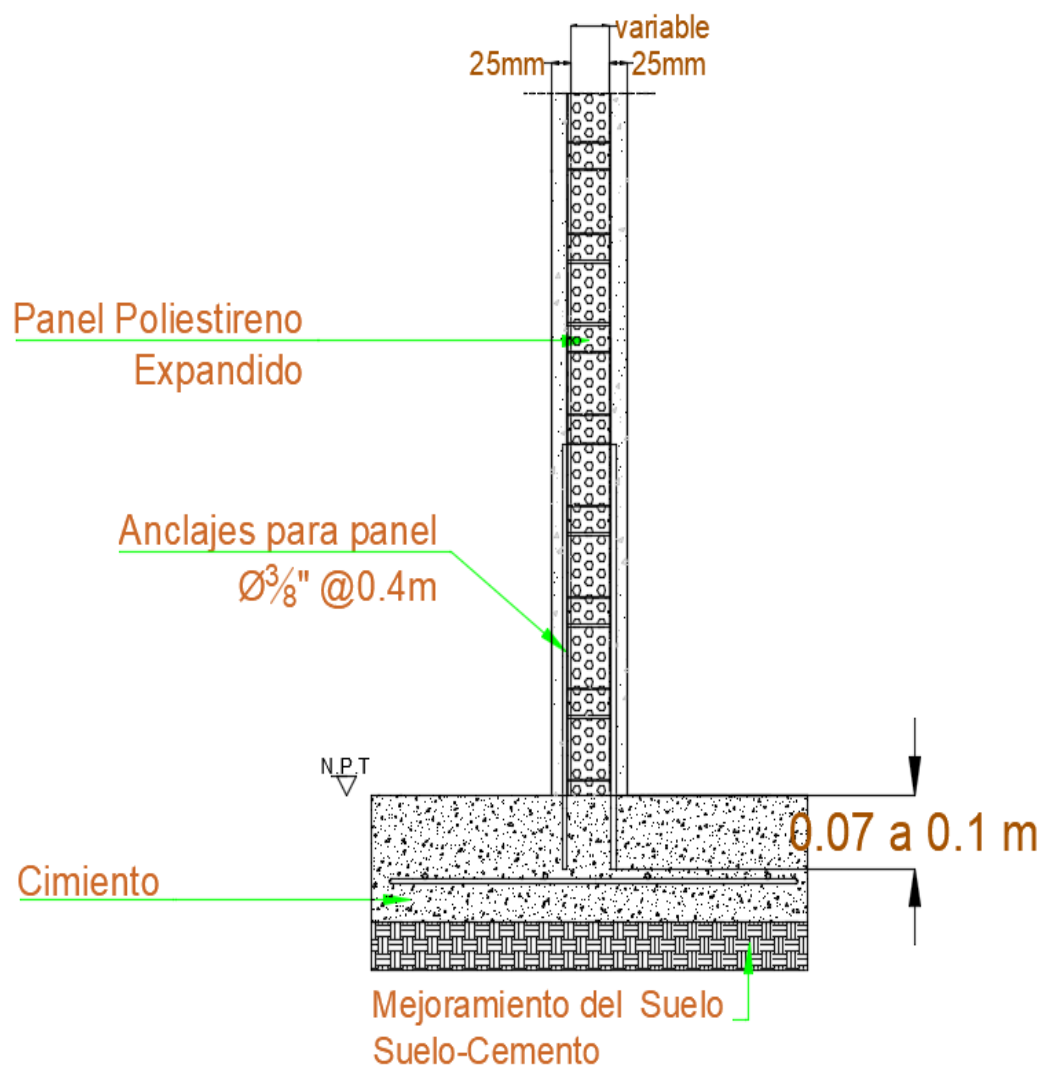


Figura 3.22 Detalle unión panel de paredes a cimentación (ELEVACIÓN)
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

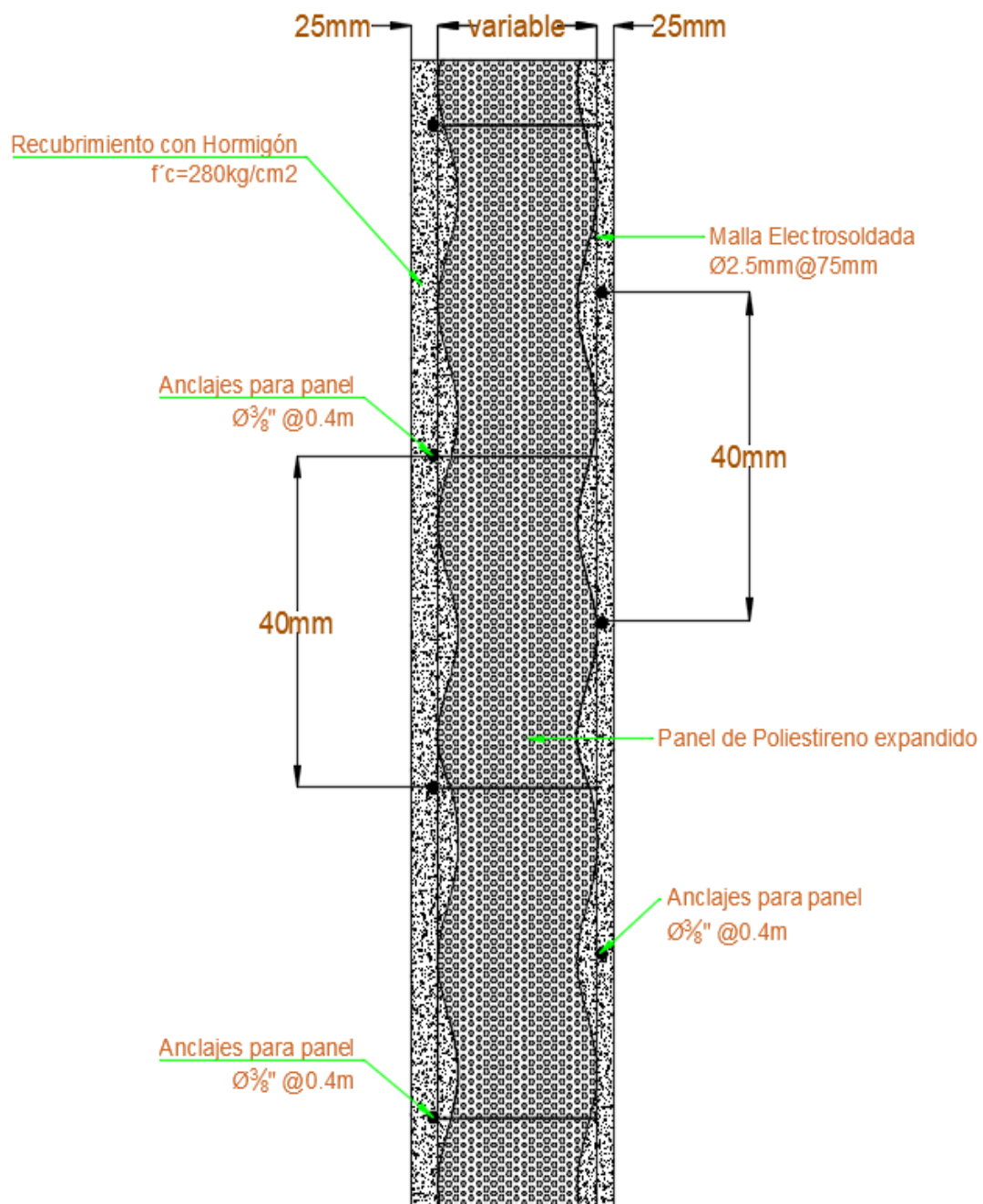


Figura 3.23 Detalle unión panel a cimentación (PLANTA)
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

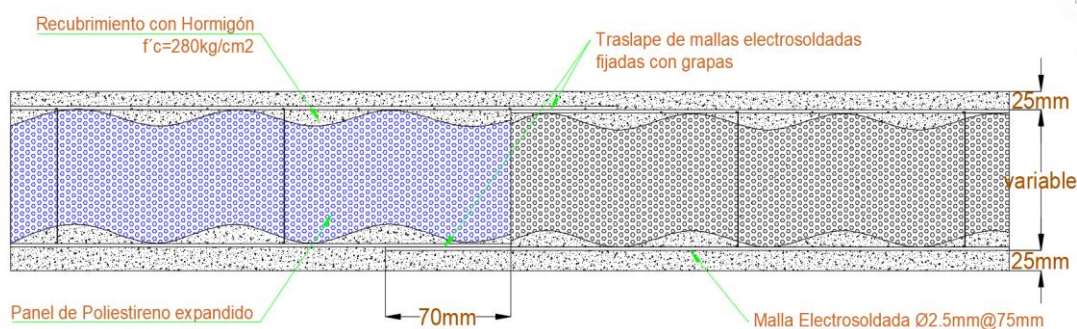


Figura 3.24 Detalle unión de paneles (PLANTA)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

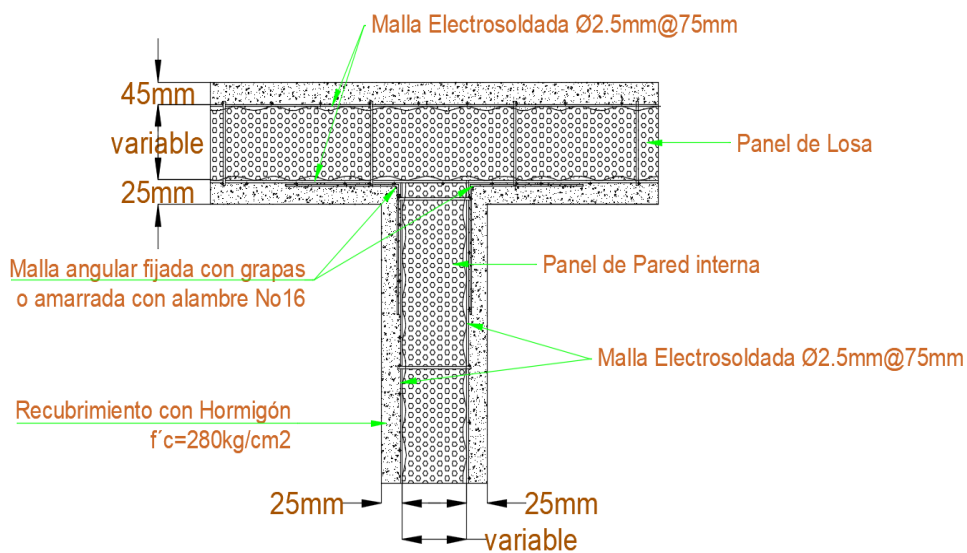


Figura 3.25 Detalle unión de panel de losa con panel de pared interna (ELEVACIÓN)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

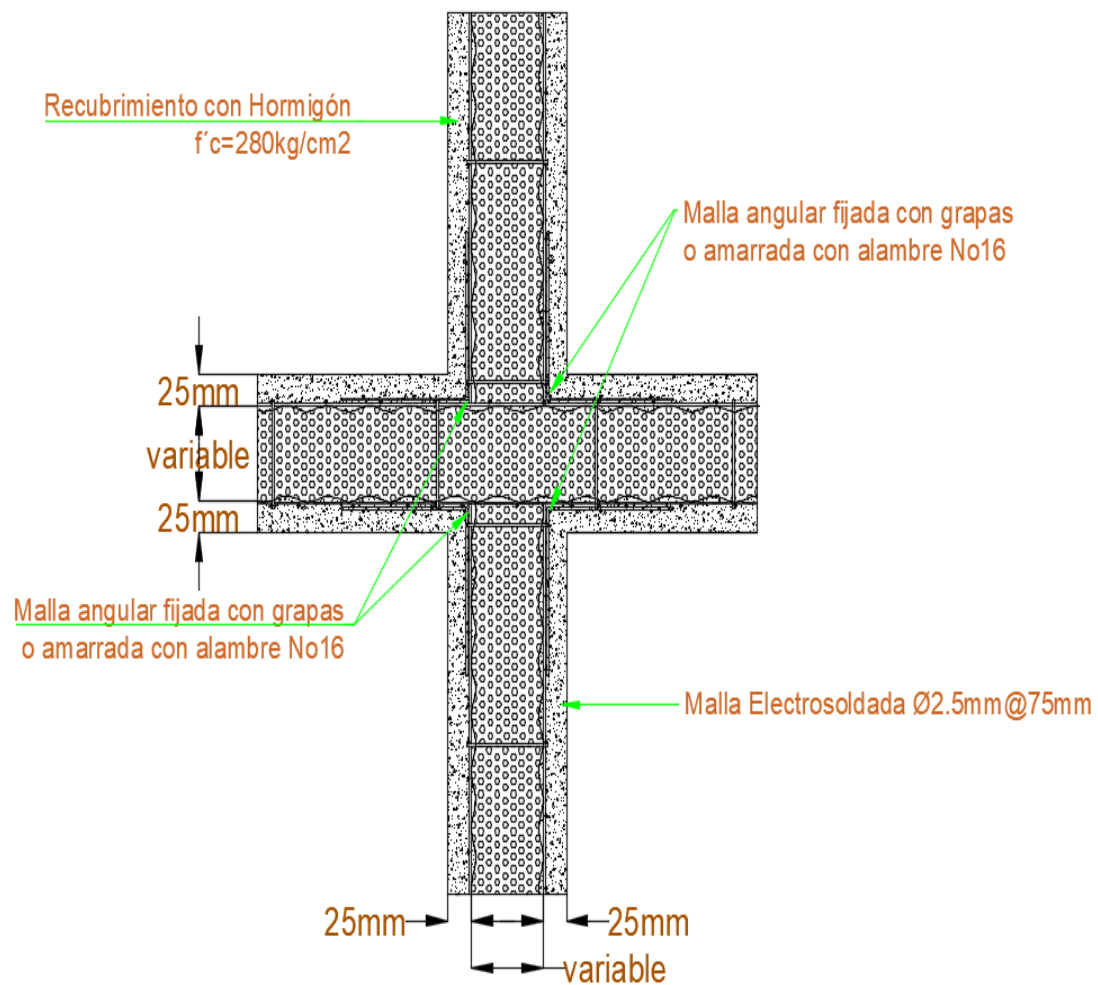


Figura 3.26 Detalle unión de paneles en cruz (PLANTA)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

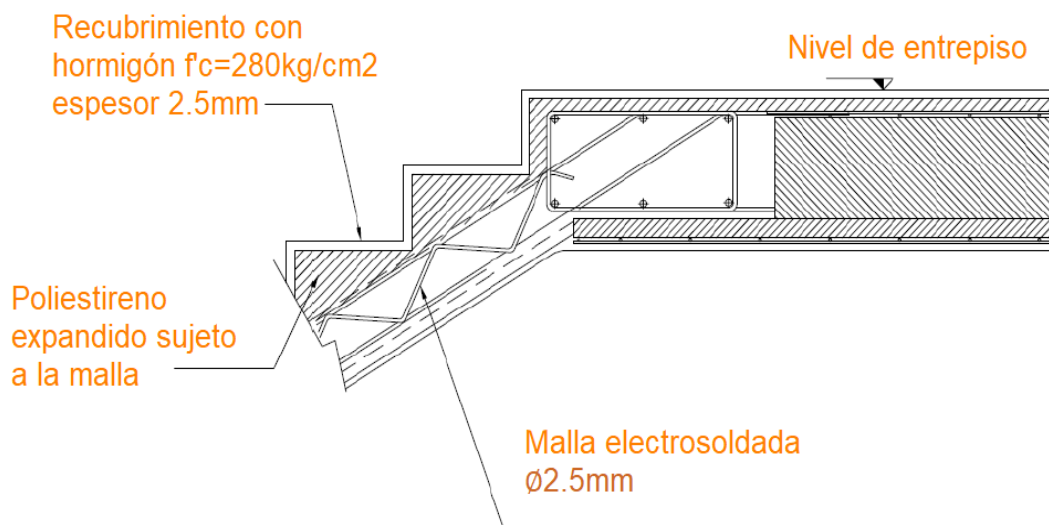


Figura 3.27 Detalle gradas del panel escalera (ELEVACIÓN)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

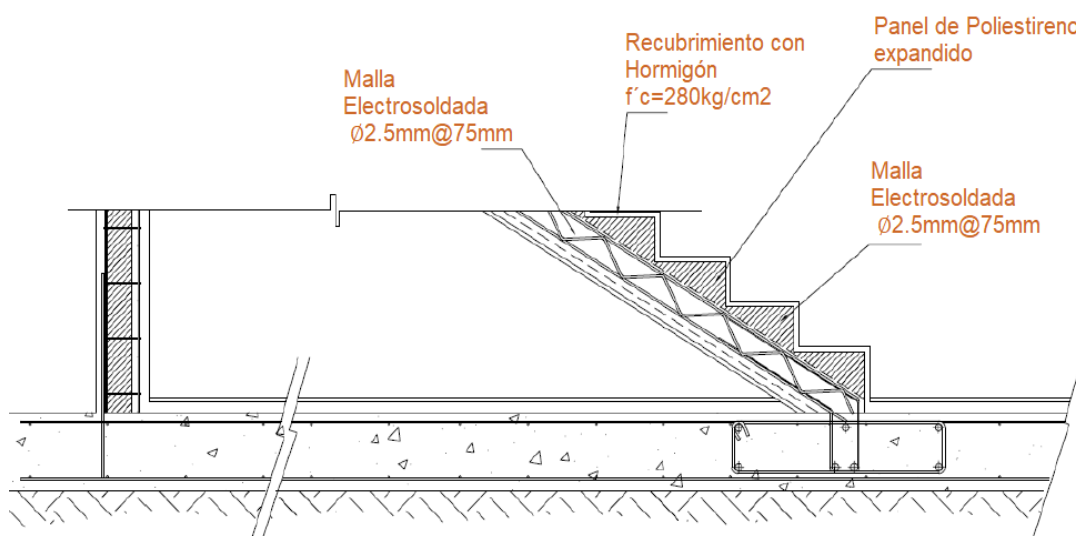


Figura 3.28 Detalle unión del panel escalera a cimiento (ELEVACIÓN)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

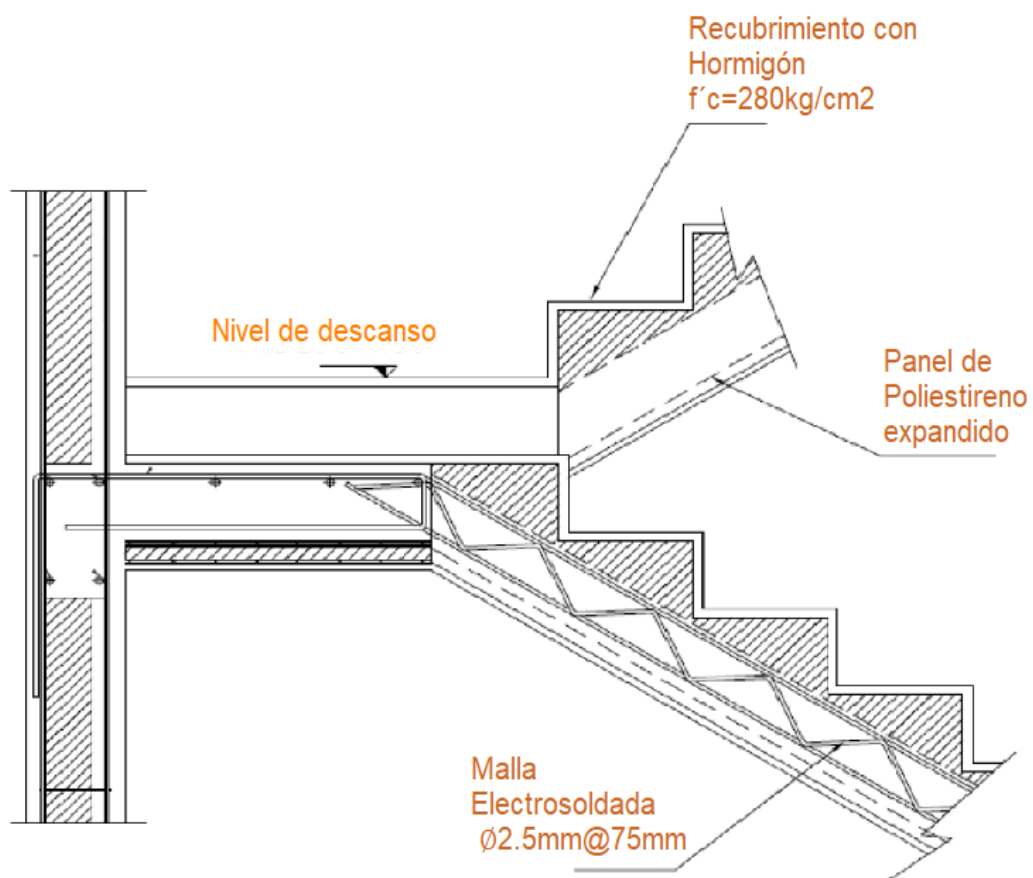


Figura 3.29 Detalle del descanso del panel escalera (ELEVACIÓN)
Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

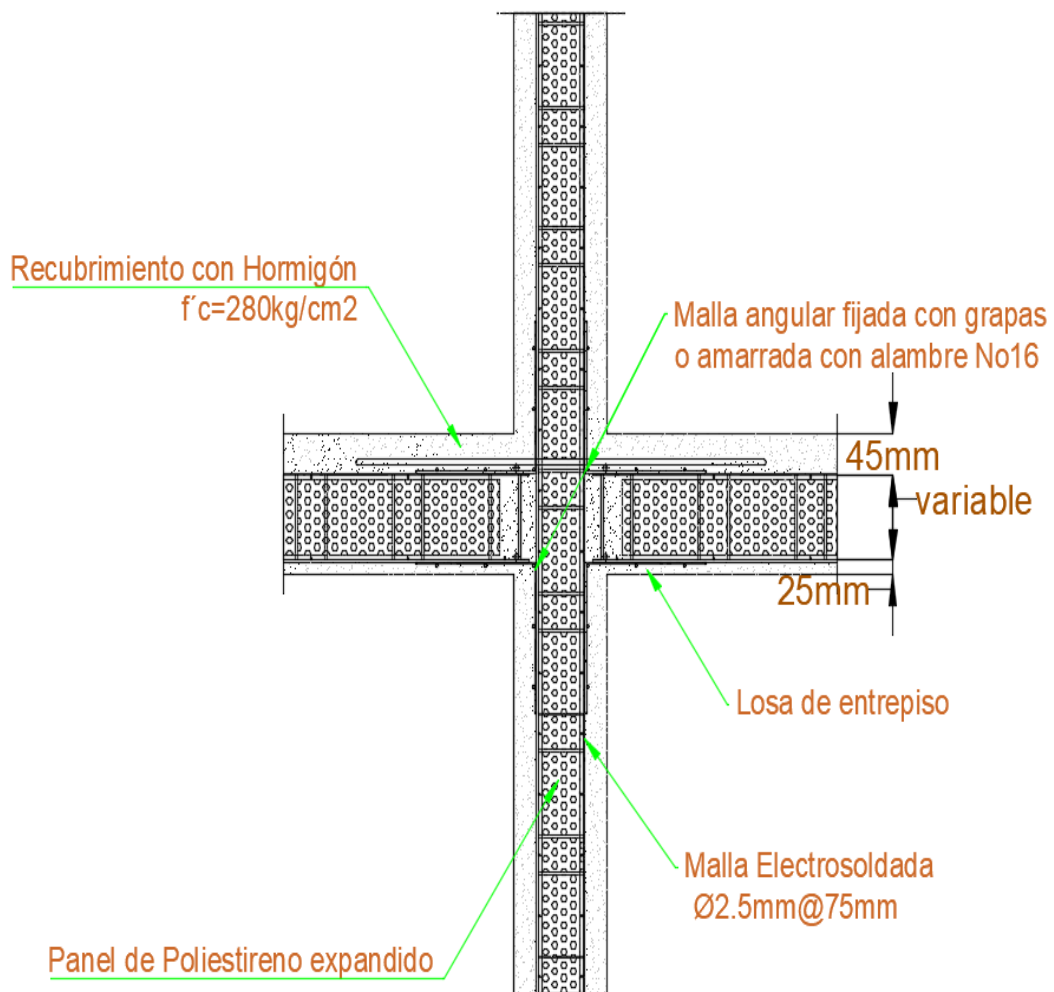


Figura 3.30 Detalle unión de paredes interior con losa de entrepiso (PLANTA)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

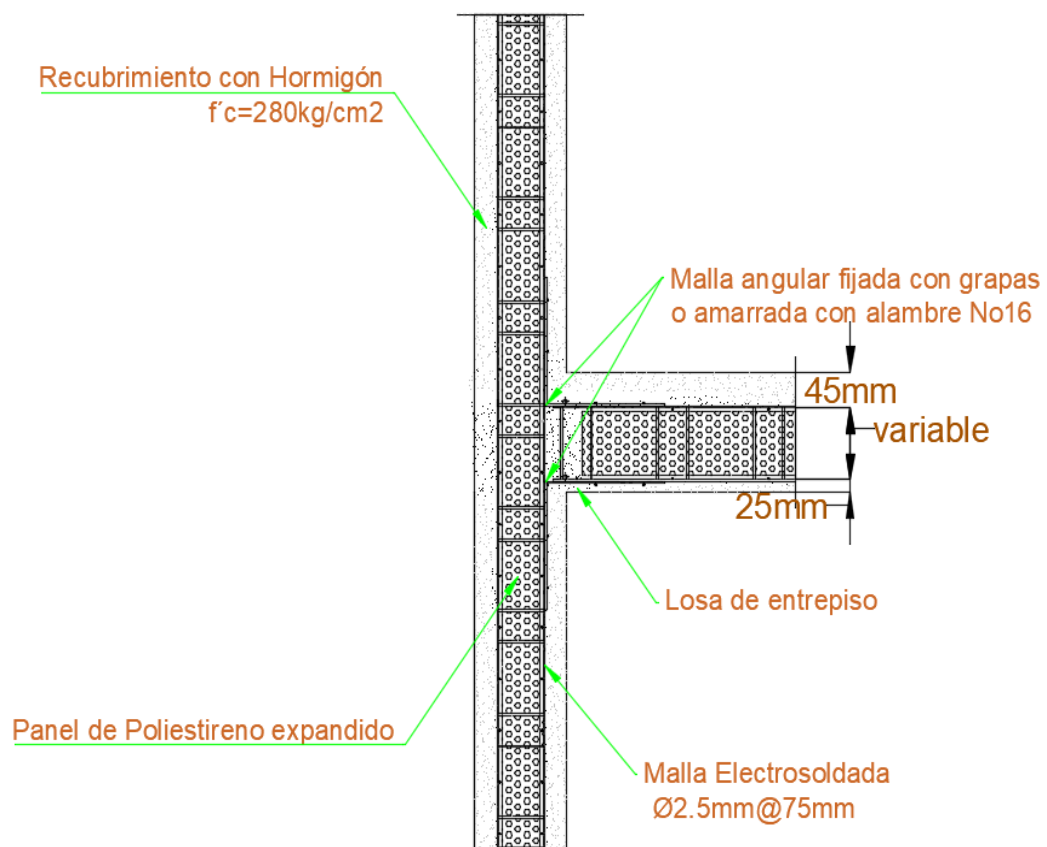


Figura 3.31 Detalle unión de paredes exterior con losa de entrapiso (PLANTA)

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

CAPÍTULO 4

PROCESO CONSTRUCTIVO

4.1. Herramientas

Las herramientas que se necesitan para la obra son los siguientes:

- Engrapadoras.
- Bailejo.
- Pistolas de aire caliente y soplete.
- SERRUCHO y cortadora.
- Escuadra y lápiz de carpintero.
- Taladro.
- Martillo.
- Tenazas y cinta métrica.
- Nivel de mano.
- Regla metálica o de madera.
- Tubos estructurales.
- Solera.
- Andamios.
- Carretilla.
- Pala metálica.



Figura 4.1 Herramientas de construcción
Fuente: Internet

4.2. Equipos

Entre alguno de los equipos que se necesitan para la obra son los siguientes:

- Concretera.
- Lanzamortero.



Figura 4.2 Concretera y lanzamortero
Fuente: Internet

4.2.1. Concretera

Es una máquina que se emplea para obtener una mezcla homogénea del mortero.

4.2.2. Lanzamortero

Es recomendable trabajar con una presión de aire de 90 psi.

Para proceder a aplicar el mortero sobre la pared, el lanzamortero debe estar a una distancia de 10 a 20 cm.

Una recomendación general es emplear compresores de gasolina o eléctricos, considerando una producción d aire de 24 pie³ / min.

(Maltez Montiel & Torres Martínez)

Ventajas del uso del lanzamortero:

- Permite el ahorro de costo directos si el empleo de mano de obra especializada.
- Reduce el agrietamiento por contracción.
- Aumenta la impermeabilidad y resistencia al desgaste.
- Admite la aplicación del mortero con una adherencia que no sería posible obtener con una operación manual.

4.3. Etapas en el proceso constructivo

4.3.1. Trabajos Preliminares

Los trabajos preliminares que deben realizarse son los siguientes:

- Limpieza del sitio de trabajo.
- Planificación de los lugares y superficies en el sitio de trabajo tales como: almacenamiento de los materiales, circulación de maquinarias, vehículos y el personal disponible, oficinas técnicas y administrativas, caseta de seguridad.
- Correcto almacenaje de los paneles, mallas y aceros de refuerzo. Se recomienda que dichos materiales sean almacenados en lugares cubiertos libres de humedad.

4.3.2. Fundaciones

- Verificar la nivelación del terreno.
- Comprobar la resistencia al suelo especificada. Si la calidad del suelo no es apropiada se puede realizar una reposición del suelo con material granular compactado, hasta que se logre alcanzar una capacidad admisible de diseño $q_{adm} \geq 0.5 \text{ kg/cm}^2$.
- Replantear todo el proyecto en el campo mediante el empleo de equipo topográfico.
- Elaborar un plan de colado de fundaciones. Al menos 10 días antes de la fundición.

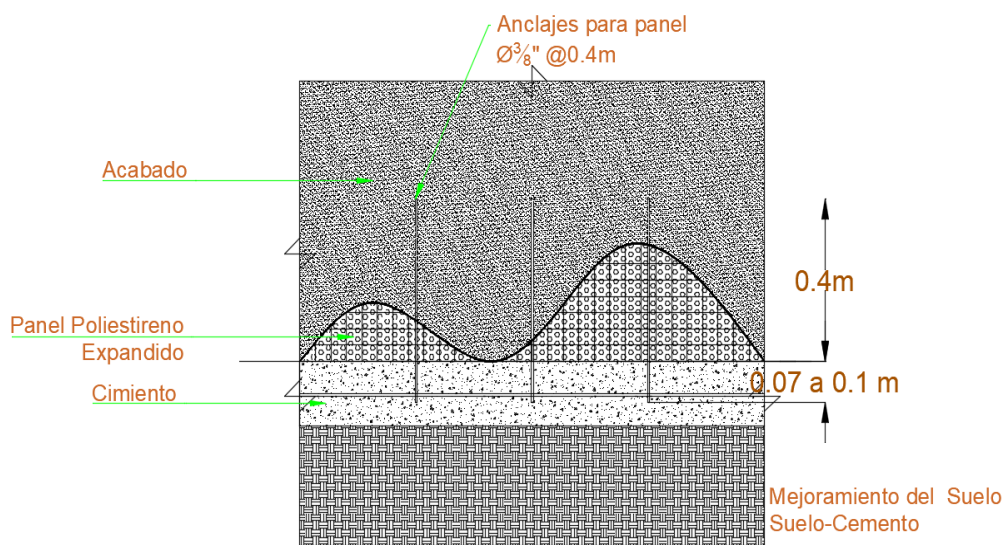


Figura 4.3 Detalle de anclajes del panel al cemento

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

4.3.3. Anclajes de cimentación (Hilera exterior)

- Se debe trazar líneas de anclajes sobre la fundación, también se deberá realizar el replanteo y señalización de ejes principales, ejes de anclajes y ejes de acabado de pared.
- La línea de anclaje se la calcula dividiendo el espesor del panel más 1.
- Las líneas de acabado de las paredes, se la determinan espesor del panel dividido para 2 y más 3.
- Señalar puntos de perforación sobre las líneas de anclaje en fundación.
- Para perforar la cimentación sobre las líneas de anclaje.

Primera alternativa

- Hacer una perforación una vez que la losa de cimentación haya fraguado y obtenido una resistencia adecuada para poder colocar las varillas. Se recomienda usar un ancla lineal de 50 cm de desarrollo y varillas de anclaje de diámetro no mayor a 3/8 de pulgadas.
- La perforación se deberá realizar manualmente con taladro eléctrico.
- Procedimiento para la colocación de las varillas empleando la primera alternativa.
- Preparar las varillas de anclaje.
- Cortar las varillas.
- Revisar que las varillas de anclaje se encuentren libre de oxidación.
- Preparar el material epóxido.

Segunda alternativa

Se empieza por la colocación de las varillas de anclaje antes del colado de la cimentación, la profundidad de perforación debe ser de 10 cm más un bastón de anclaje de longitud 15 cm, de la parte superior de la fundación, tendrá una saliente de 40 cm, de este manera hay un total de desarrollo de 65 cm. (Maldonado Renge, 2010)

En ambos casos el colocado de las varillas de anclaje se realiza comenzando desde las esquinas de las paredes a una distancia de 20 cm.

La distancia de separación entre cada perforación, en ambas alternativas será cada 40 cm, también dependerá del diseño estructural.

4.3.4. Anclajes de cimentación

- Primero se debe contar con un área limpia, para poder trabajar.
- Preparar varillas de anclaje y el respectivo epóxido.
- Usar varillas de acero de diámetro 3/8 de pulgadas, en partes de 50 cm de longitud.
- Revisar el estado de las varillas de anclaje.
- Preparar el material epóxido.
- Amarrar los paneles a las varillas de anclaje internas, para esto se puede emplear alambre o grapas.
- Utilizar al menos dos amarres por varilla.
- Verificar el amarre entre panel y las varillas de anclaje.
- Limpiar y disponer de los escombros resultantes.

4.3.5. Montaje y armado de paredes

- Limpiar el área de trabajo.

- Colocar los paneles. Para esto existen dos maneras:
- Armado mediante colocación sucesiva de paneles.
- Armado tipo muro completo.

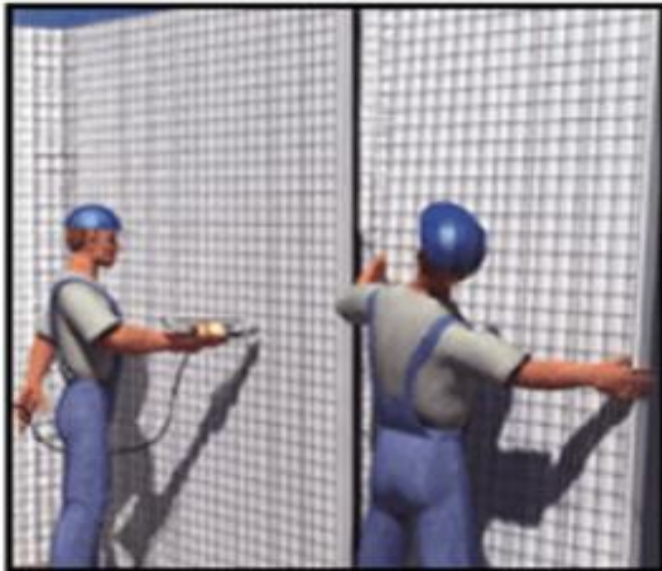


Figura 4.4 Colocación de los paneles

Fuente: Maltez Montiel & Torres Martínez

4.3.5.1 Armado mediante colocación sucesiva de paneles

Los pasos que se deben seguir son los siguientes:

1. Realizar el corte de los paneles para dejar las aberturas correspondientes a las puertas y ventanas.
2. Se comienza con la colocación de los paneles en una esquina de la edificación.
3. Adicionar sucesivamente los paneles.
4. Amarrar las mallas mediante procedimiento manual o grapado mecánico.

5. Formar una especie de cubos para las habitaciones considerando que deben estar fijado los paneles a las varillas de anclaje

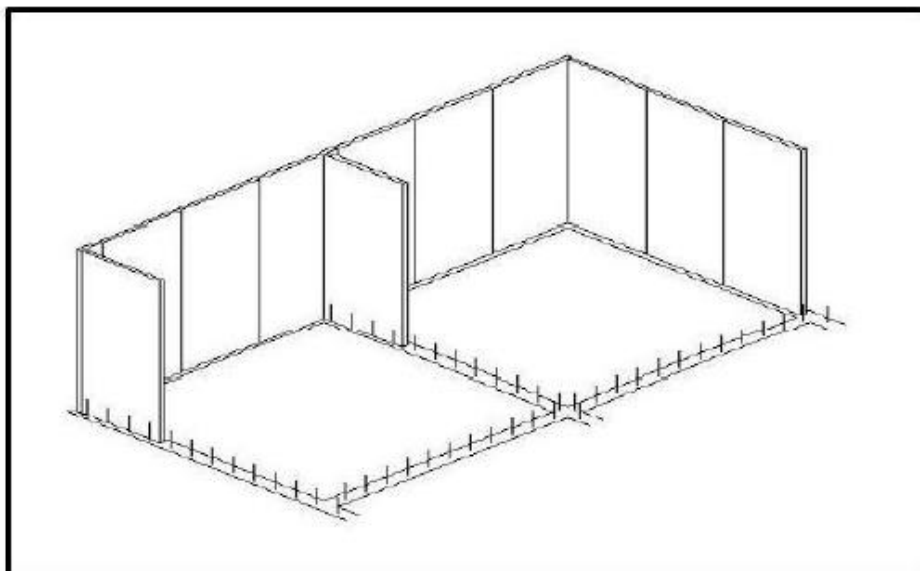


Figura 4.5 armado sucesivo de paneles

Fuente: Maltez, 2009

4.3.5.2 Armado tipo muro completo

El procedimiento para el armado de este tipo de muro es el siguiente:

1. Unir y amarrar varios paneles hasta que se forme un muro completo, esto dependerá del diseño.
2. Se debe realizar los respectivos cortes y aberturas en los paneles para las respectivas puertas y ventanas.

3. Dichos muros se levantan para su respectiva colocación en el lugar correspondiente, percatándose de seguir la hilera de las varillas de anclaje.
4. Finalmente se amarran los paneles a las varillas de anclaje.



Figura 4.6 Armado de muro completo
Fuente: Maltez, 2009

4.3.6. Consideraciones en las paredes

Primero el área de trabajo debe asegurarse de que este se encuentre libre de escombros.

Los puntos a tener en consideración para un correcto aplomado y apuntalado de las paredes son:

- Usar puntales, reglas y niveles verticales, para poder aplomar las paredes.

- La ubicación de los puntos de apuntalamiento es a $2/3$ de la altura de la pared.
- En caso de paredes esbeltas que no posean arriostramiento transversal, es recomendable realizar los apuntalamientos a las siguientes distancias $1/3$ y a $2/3$ de la respectiva altura.



Figura 4.7 paneles de hormi2
Fuente: Maltez, 2009

Las recomendaciones para las conexiones de las instalaciones son las siguientes:

- Incluir las canalizaciones para instalaciones, antes de la colocación de las mallas de refuerzo.
- En el caso de tubos flexibles se pasan por debajo de la malla, pero antes se empleara una pistola de aire caliente para poder realizar los huecos en los paneles, en el caso de tubos rígidos se puede necesitar realizar un corte de la malla. En

este último caso se recomienda la reconstrucción de la zona afectada con una malla de refuerzo plana en dicha área.

- Se deberá incluir mallas de refuerzos en las zonas que lo requieran estas pueden ser: puertas, ventanas, etc.

4.3.7. Colocación de los paneles destinados para la losa

Se sugiere seguir los siguientes pasos para evitar complicaciones en la colocación de los paneles para la losa.

1. Limpiar el área de trabajo.
2. Colocar las mallas angulares sobre las mallas de las paredes para que de esta manera proceder a colocar los paneles destinados a la losa sobre las mallas angulares, dejando la separación de 3 cm respecto de la armadura del panel de la pared.
3. Encofrar la losa por medio de puntales.
4. Colocar la armadura de refuerzo en la parte superior.
5. Realizar las respectivas canalizaciones para las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.
6. Finalmente recoger los escombros resultantes.



Figura 4.8 Colocación de paneles para la losa
Fuente: Maltez, 2009

4.3.8. Lanzado de mortero en las paredes

Antes del lanzado del mortero sobre las paredes se deberá verificar lo siguiente: el aplomado de las paredes, la colocación de la malla de refuerzo, colocación y aislamiento de las cajas eléctricas, y que los paneles se encuentren limpios. (Maltez Montiel & Torres Martínez)

Adicionalmente se deberá realizar la logística del horario de ejecución del trabajo, el volumen de mortero a ser lanzado, la disposición de los equipos y las herramientas, secuencia de ejecución de la obra.

El mortero se deberá de preparar en base a las especificaciones técnicas de la obra.

Se deberá realizar unas pruebas para saber la consistencia de la mezcla, la cual consiste en lo siguiente. Lanzar el mortero en un lugar cercano a la zona de trabajo hasta conseguir los 2.5 cm de espesor, se pueden presentar las siguientes situaciones:

- Si la muestra no se desprende esto nos indica que posee la consistencia adecuada.
- Si la mezcla se desprende fácilmente, esto nos indica que tiene un exceso de agua, si esto sucede se deberá hacer los ajustes correspondientes.

Se recomienda que el lanzamiento del mortero se lo realice de abajo hacia arriba, con una distancia de separación de 10 cm entre la boca de salida del mortero y la pared.

Para lanzar el mortero sobre los paneles se lo realizara en dos capas, la primera deberá cubrir al malla y alcanzar un espesor aproximado de 2 cm. Para proceder a retirar las guías maestras y humedecer las paredes.

Después de tres horas aproximadamente de haber aplicado la primera capa, se deberá aplicar la segunda capa, hasta que se obtenga el espesor de 2.5 cm.

Para el curado del mortero se deberá humedecer constantemente las paredes con manguera, mínimo durante los primeros 4 días.

Esta secuencia el curado dependerá de algunos factores ambientales de la zona de ejecución de la obra.

Finalmente limpiar el área de trabajo.



Figura 4.9 Lanzamiento de mortero

Fuente: Maltez, 2009

4.3.9. Colocación del concreto en la losa.

Primero se deberá contar con el área de trabajo en óptimas condiciones.

Se deberá realizar la logística, tales como: horario de ejecución del trabajo, el volumen de mortero a ser lanzado, la disposición de los equipos y las herramientas, secuencia de ejecución de la obra.

Revisar las condiciones tales como: Ortogonalidad, fijación del encofrado, ubicación de la armadura e instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, antes de la colocación del concreto.

(Maltez Montiel & Torres Martínez)

Preparación y fundición del concreto conforme las especificaciones y según el plan de hormigonado.

Curar la losa 6 horas posteriores a su fundición y por un tiempo de 4 días seguidos.

Finalmente disponer de los escombros adecuadamente.

4.3.9.1 Colocación de mortero en la parte inferior de la losa.

Contar con el área de trabajo limpia.

Se procederá con el procedimiento para desencofrar la losa lo cual incluye el retiro del apuntalamiento, viguetas y tableros, después de haber transcurrido un tiempo mínimo de 7 días de la fundición de la parte superior de la losa.

Se deberá realizar la logística, tales como: horario de ejecución del trabajo, el volumen de mortero a ser lanzado, la disposición de los equipos y las herramientas, secuencia de ejecución de la obra.

Para lanzar el mortero sobre los paneles se lo realizará en dos capas, la primera deberá cubrir a la malla y alcanzar un espesor aproximado de 2 cm. Para proceder a retirar las guías maestras y humedecer las paredes.

Después de tres horas aproximadamente de haber aplicado la primera capa, se deberá aplicar la segunda capa, hasta que se

obtenga el espesor de 2,5 cm. El tiempo máximo entre capas, no deberá exceder las 8 horas.

Se recomienda que el lanzado del mortero se lo realice a una distancia de separación entre 20 y 50 cm entre la boca de salida del mortero y la losa.

Para el curado del mortero se deberá humedecer continuamente la superficie durante un tiempo mínimo de 4 días luego del lanzado.

Limpiar la zona de trabajo.

4.3.10. Sugerencias para los acabados.

Para las pinturas se recomienda lo siguiente:

- Pinturas internas usar pinturas elásticas a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.
- Para el exterior emplear 2 tratamientos de revestimiento: primero una capa tipo empaste elástico a base de resina acrílica, luego la pintura elástica fabricadas a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.
- Para el pegado y sellado de juntas de cerámicas emplear materiales de cerámica en base asfáltica o silicona, no cementantes. (Maltez Montiel & Torres Martínez)

4.3.11. Recomendaciones

- Se deberá tomar en consideración las observaciones que estipule el fabricante, en cuanto al material.
- Las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas se realizarán conjuntamente con las actividades del sistema constructivo.
- Se realizaran las respectivas pruebas de Instalación y funcionamiento de los servicios.



Figura 4.10 Recomendaciones para las instalaciones
Fuente: (Maltez, 2009)

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Descripción de la línea base

Este presente proyecto tiene como finalidad el diseño de viviendas sociales de estructuras livianas, el cual se implementará en la zona de mucho lote.

En toda el área de estudio no se encuentra flora ni fauna endémica que pueda ser perjudicada por los trabajos que se realicen para llevar a cabo este proyecto.

Ya que en la zona donde se va a realizar el proyecto se localizan viviendas familiares, las cuales se verán afectadas directamente por diversos factores que se van a presentar más adelante.

5.2. Leyes ambientales

Las leyes ambientales que debemos tomar en consideración son las siguientes:

Texto Unificado de legislación Ambiental (TULSMA), Especialmente el libro VI “De la Calidad Ambiental”.

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

El artículo 12 del código de salud, establece que: “Los reglamentos y disposiciones sobre molestias públicas, tales como ruidos, olores desagradables, humos, gases tóxicos, polvo atmosférico, emanaciones y otras, serán establecidas por la autoridad de salud”.

El artículo 14 de la constitución señala “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.”

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.”

5.3. Evaluación de impacto ambiental

Para la evaluación de impacto ambiental, emplearemos la matriz de Leopoldo, la cual está formada por las siguientes matrices:

- **Matriz intensidad**

Esta matriz está comprendida entre 1-10, siendo:

10= impacto ambiental alto

1= impacto ambiental bajo

- **Matriz extensión**

Esta matriz está comprendida entre 1-10, siendo:

10= impacto ambiental regional

5= impacto ambiental local

1= impacto ambiental puntual

- **Matriz duración**

Esta matriz está comprendida entre 1- 10, siendo:

10= impactos ambientales mayores a 10 años

5= impactos ambientales de 5 – 10 años

3= impactos ambientales de 1 – 5 años

1= impactos ambientales menores a un año

- **Matriz magnitud**

Esta matriz se encuentra conformada por las matrices intensidad, extensión y duración, multiplicados por un factor correspondiente a cada matriz.

El factor de la matriz intensidad es 0.3

El factor de la matriz extensión es 0.3

El factor de la matriz duración es 0.4

$$M = \pm (Intensidad * F_{int}) + (Extensión * F_{ext}) + (Duración * F_{dur})$$

ec.10

- **Matriz signo**

Está conformada por los siguientes valores:

-1= impactos ambientales negativos

1= impactos ambientales positivos

- **Matriz reversibilidad**

Esta matriz está conformada por 1- 10

10= impactos irreversibles

8= impactos reversibles en largo tiempo

5= impactos reversibles en corto tiempo

1= impactos reversibles

- **Matriz de riesgo**

Esta matriz está conformada por 1- 10

10= impactos de alta probabilidad de que ocurra

5= impactos de probabilidad media

1= impactos de probabilidad baja

- **Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (V.I.A)**

Esta matriz se encuentra conformada por las matrices magnitud, reversibilidad y riesgo, multiplicados por un factor correspondiente a cada matriz.

El factor de la matriz magnitud es 0.4

El factor de la matriz reversibilidad es 0.3

El factor de la matriz riesgo es 0.3

$$V.I.A.=|Reversibilidad|^{\wedge Frev*}|Riesgo|^{\wedge Friesgo*}|Magnitud|^{\wedge Fmagnitud} \text{ ec.11}$$

5.3.1. Impactos positivos

Los impactos positivos principales que se generan por la ejecución del proyecto, tenemos los siguientes:

- Generación de plazas de empleo.
- Alojamiento para las familias.
- Mejoramiento de la calidad de vida de los beneficiarios.

5.3.2. Impactos negativos

Los impactos negativos principales que se generan por la ejecución del proyecto, tenemos los siguientes:

- Contaminación del aire y suelo debido a que se generan desechos en la construcción.
- Contaminación acústica por medio de los vehículos y maquinarias destinados a la obra.

5.4. Identificación de las actividades

En base a la descripción del proyecto, se procedió a determinar las actividades que van a generar impactos, sean estos positivos o negativos

sobre el área donde se va a realizar la obra, para evaluar los impactos que se van a generar por las actividades, se emplearan los siguientes componentes ambientales:

- Agua
- Suelo
- Aire
- Socio económico

En este estudio se considerarán las diferentes etapas de la obra, las cuales son:

- **Etapas de construcción**

En esta etapa se considerará los movimientos de tierra, transporte de material, casetas, generación de desechos sólidos, instalaciones básicas, manejo de escombros.

- **Etapas de operación**

En esta etapa se tomará en cuenta las siguientes actividades, tales como: limpieza, generación de desechos sólidos, circulación de vehículos.

Tabla XXV Valoración de impacto ambiental – Etapa Construcción

Actividades	aire		suelo	agua	aspecto económico	suma
	ruido	contaminantes				
Movimientos de tierra	1,89	1,79	6,72	0,00	1,89	12,29
Transporte de material	1,96	1,61	1,92	0,00	2,01	7,50
Casetas	1,78	0,00	1,72	0,00	1,92	5,42
Generación de desechos solidos	0,00	1,72	5,90	2,88	0,00	10,50
Instalaciones básicas	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63	1,63
Manejo de escombros	0,00	1,55	4,23	1,55	1,78	9,11
suma	5,63	6,68	20,50	4,43	9,22	

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla XXVI Valoración de impacto ambiental – Etapa Operación

Actividades	aire		suelo	agua	aspecto económico	suma
	ruido	contaminantes				
Manejo de aguas lluvias	0,00	0,00	0,00	2,98	1,79	4,78
Limpieza de áreas verdes	1,21	1,37	1,63	0,00	1,69	5,90
Generación de desechos solidos	0,00	1,67	4,66	0,00	0,00	6,33
Control de plagas	0,00	1,29	1,11	0,00	1,29	3,70
Circulación de vehículos	1,86	5,62	0,00	0,00	0,00	7,47
Manejo de desechos solidos	0,00	0,00	4,38	1,35	1,78	7,51
suma	3,06	9,95	11,79	4,33	6,55	

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Como se puede observar en las tablas de valoración de impacto ambiental en cada una de las etapas el VIA solo puede tomar valores

entre 0 y 10 presentando una coloración determinada esto es necesario para un mejor análisis del impacto en cada uno de los componentes ambientales; definiendo una escala, entonces para ello se ha establecido la siguiente:

Tabla XXVII Rango de impacto ambiental

VIA	Descripción del Impacto	Plan
0 – 1	Compatible con el proyecto	Medidas correctivas no deben ser aplicadas
1 - 4	Impacto bajo	Medidas correctivas de prioridad baja
4 – 7	Impacto medio	Medidas correctivas de prioridad media
7 - 10	Impacto alto	Medidas correctivas de prioridad alta

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Con el rango del impacto ambiental ya establecido, se pueden detectar fácilmente cuales son los componentes que se ven más afectados en cada una de las etapas del proyecto; entre las cuales se detalla en las siguientes tablas:

Tabla XXVIII Identificación de componentes afectados – Etapa Construcción

Actividades	Componentes afectados	Rango de impacto ambiental
Movimientos de tierra	suelo	medio
Generación de desechos solidos	suelo	medio
Manejo de escombros	suelo	medio

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

Tabla XXIX Identificación de componentes afectados – Etapa Operación

Actividades	Componentes afectados	Rango de impacto ambiental
Generación de desechos sólidos	suelo	medio
Circulación de vehículos	aire (contaminantes)	medio
Manejo de desechos sólidos	suelo	medio

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

5.5. Medidas de correctivas

Tanto en las etapas de construcción y operación se han identificado impactos ambientales bajos como medios que según nuestra tabla de rango de impacto ambiental se deberán tomar medidas correctivas; para el desarrollo del presente documento se tomarán las que necesiten medidas correctivas de mayor impacto es decir las de prioridad media.

Se puede observar que casi en su totalidad el componente afectado es el suelo, a excepción de el de la actividad de circulación de vehículos que el componente afectado es el aire, pero esta actividad es subyacente al desarrollo del proyecto motivo por el cual no se lo tomará en cuenta.

Entonces como medida correctiva al impacto que se ocasionaría al componente suelo se propone el siguiente plan de mitigación.

5.5.1. Plan para el manejo de desechos

El plan comprende hacer un adecuado manejo de los desechos generados tanto en la etapa de construcción como operación del

proyecto con el fin de mitigar los impactos ambientales además de cualquier accidente o enfermedades que estos podrían llegar a ocasionar.

Para ello se plantea las siguientes actividades que deberán ser desarrolladas para que se dé el cumplimiento de dicho plan:

- Seleccionar áreas estratégicas para el almacenamiento y posterior disposición final de los desechos, las mismas que deberán cumplir con las normas y estándares establecidos por la ley.
- Clasificar los desechos generados en materiales reutilizables y/o reciclables para su posterior pesado y vendido en el caso de ser reciclables, con el fin de aminorar la cantidad de desechos.
- Aquellos materiales que no entren en la clasificación de reutilizables y/o reciclables deberán ser almacenados y recolectados para su disposición de acuerdo a las normas previstas por la ley o según disponga el fiscalizador de la obra.
- En el caso de existir desechos peligrosos tales como: aceites, combustibles, solventes, baterías, etc.; que representen un riesgo tanto para la flora y fauna inclusive para la población misma. Se deberán empaquetar y etiquetar

conforme lo dicte los reglamentos ambientales o ser dispuestos a gestores ambientales autorizados para su debido tratamiento.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En base a lo desarrollado en el presente trabajo, se presenta las siguientes conclusiones: El diseño presentado con paneles de poliestireno expandido Hormi2, cumple con los requerimientos establecidos en la NEC-2015; esto es: resistencia a fuerzas cortantes, axiales, flexión, y una adecuada capacidad para disipar energía.

Los paneles que se emplean como muros para la construcción de estas viviendas es de notar que están sometidos simultáneamente bajo la acción de fuerzas cortantes, fuerzas axiales de compresión y/o tensión según sea el caso. Pero para la verificación de cada una de las resistencias se la hizo por separado, comparando cada una de las resistencias con las del panel, que son proporcionadas por el fabricante.

La construcción de estas estructuras livianas es de gran utilidad en especial en suelos que no tienen gran capacidad portante, debido al poco peso que presenta la misma en comparación con estructuras convencionales de hormigón armado.

Se evidenció una notable diferencia en cuanto a los costos estimados para la construcción de este tipo de viviendas en la cimentación ya que al ser liviana las cargas transmitidas hacia la misma, no eran de gran magnitud en comparación con la de una vivienda convencional; ejerciendo menos presión en suelo.

El uso de este tipo de material para la construcción de viviendas sociales es de gran ayuda no solo por el ahorro económico que representa; puesto que también, al ser paneles prefabricados facilita su montaje en obra, ahorrando tiempo en la ejecución de la misma. Y esto en obras en masa, como lo son la construcción de viviendas sociales; es de gran importancia.

De acuerdo al análisis de impacto ambiental se puede concluir que la construcción de viviendas con este material no representa un impacto severo al medio ambiente; presentándose solo impactos medios, que para los mismos, se planteó un plan de manejo de ambiental en el que se detallan actividades a seguir con el fin de mitigar el impacto.

RECOMENDACIONES

A continuación, se da a conocer las siguientes recomendaciones; que podrían ser de gran ayuda en caso de ser tomadas en consideración: Al momento de hacer el modelo en SAP2000 los elementos estructurales como muros y losas, se tiene que considerar que sea tipo “Shell” de esta manera se asegurara que ambos elementos estén trabajando conjuntamente.

Discretizar de manera correcta la losa para que de esta manera coincida con los nodos de los muros al momento de realizar el modelamiento en SAP2000.

Realizar la debida identificación de los paneles a utilizar de acuerdo con la función que vayan a desempeñar, sean estos para: losa, muros, escalera, etc. La identificación de estos puede ser mediante códigos numéricos, alfanuméricos, etc.; con el fin de evitar cualquier confusión al momento del montaje en obra.

Verificar que el microconcreto cumpla con las especificaciones técnicas establecidas esto es: asentamiento, temperatura, trabajabilidad.

El proceso correcto de curado es de vital importancia para obtener la resistencia necesaria en los elementos estructurales. Para evitar la evaporación de la humedad del revoque, se deberá mantener hidratada las superficies por 2 días a partir de la última capa de revoque aplicada, como mínimo, esto variará dependiendo de los efectos del clima existentes en el momento.

Se deberá utilizar personal calificado para la ejecución del proceso constructivo de las viviendas. La inspección se deberá realizar con profesionales certificados.

ANEXOS

Figura A-2. Ensayos realizados.

Resultados de la Consolidación
Método de la Raíz del Tiempo

Obr: ESTACION DE SERVICIO PETROCOMERCIAL LOS VERGELES
 Fecha de la Prueba: 01/10/2008 Perforación: 9 Muestra: 4
 Descripción de la Muestra: Arcilla gris con Materia Orgánica

Área de la muestra e_0 ..	25,650 cm ²
Altura inicial de la muestra h_0 ..	2,300 cm
Peso inicial de la muestra W_{w0} ..	81,70 g
Peso final de la muestra W_w ..	71,50 g
Peso final de la muestra seca W_s ..	39,30 g
Relación de vacío inicial e_0 ..	1,470
Grado de saturación inicial S_{w0} ..	98,79%
Gravedad específica G_s ..	2,70
Contenido final de agua w =	81,93%
Relación de vacío final =	0,654

Índice de compresión C_c ..	0,68 kg/cm ²
-------------------------------	-------------------------

Número de Cargas	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lectura micrometro (cm)	Relación de vacío	C_c (kg/cm ²)	C_u (%)	σ_{lv} (kg/cm ²)
		d	e			
1	0,150	0,05534	1,410	123,22	1,18	0,165
2	0,300	0,11030	1,351	73,02	1,28	0,167
3	0,603	0,19766	1,257	36,19	1,75	0,137
4	1,205	0,33898	1,106	27,21	2,84	0,130
5	0,603	0,32258	1,123			
6	0,300	0,31623	1,130			
7	0,603	0,33914	1,105	204,81	0,16	0,000
8	1,205	0,37062	1,072	134,79	0,47	0,027
9	2,412	0,52856	0,904	31,90	3,49	0,079
10	4,823	0,73003	0,664	27,82	4,79	0,080
11	2,412	0,72644	0,690			
12	1,205	0,69342	0,725			
13	0,603	0,66040	0,780			
14	0,300	0,63248	0,790			
15	0,150	0,60198	0,823			
16		0,52578	0,905			

ASESORIA Y ESTUDIOS TÉCNICOS C. LTDA.

 JAIME P. ANTÓN P.
 GERENTE

Fuente: Cardoso Merchan, J. J., & Polo Avilés, V. H., 2010.

Figura A-3. Ensayos realizados.

Resultados de la Consolidación
Metodo de la Raiz del Tiempo

Obra: ESTACION DE SERVICIO PETROCOMERCIAL LOS VERGELES
 Fecha de la Prueba: 01/10/2008 Perforación: 9 Muestra: 7
 Descripción de la Muestra: Arcilla gris con pintas de óxido

Area de la muestra a_0 =	25,650 cm ²
Altura inicial de la muestra h_0 =	2,300 cm
Peso inicial de la muestra W_{m0} =	84,80 g
Peso final de la muestra W_m =	78,00 g
Peso final de la muestra seca W_s =	42,80 g
Relación de vacío inicial e_0 =	2,832
Grado de saturación inicial S_{d0} =	98,79%
Gravedad específica G_s =	2,78
Contenido final de agua w =	82,24%
Relación de vacío final =	1,945

Indice de compresión C_c =	0,81 kg/cm ²
------------------------------	-------------------------

Número de Cargas	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lectura micrometro (cm)	Relación de vacío	C_v (min /seg)	C_{un} (%)	σ_{lv} (cm ² /Kg.)
		d	e			
	0,0	0,01	2,83	0		
1	0,150	0,02363	2,793	144,55	0,35	0,089
2	0,300	0,05050	2,748	122,79	0,62	0,079
3	0,603	0,11133	2,646	43,58	1,21	0,092
4	1,205	0,20451	2,491	52,84	1,80	0,074
5	0,603	0,21082	2,481			
6	0,300	0,19431	2,508			
7	0,603	0,21841	2,468	190,87	0,11	-0,011
8	1,205	0,24065	2,431	63,39	0,23	0,018
9	2,412	0,33789	2,289	90,74	2,13	0,041
10	4,823	0,53210	1,945	36,87	4,22	0,046
11	2,412	0,52324	1,980			
12	1,205	0,49530	2,007			
13	0,603	0,48990	2,049			
14	0,300	0,44450	2,091			
15	0,150	0,41656	2,138			
16		0,36068	2,231			

ASESORIA Y ESTUDIOS TÉCNICOS S.A.S.
 JAIME FUENTES P.
 GERENTE

Fuente: Cardoso Merchan, J. J., & Polo Avilés, V. H., 2010.

ANEXO B

TABLAS EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla B-1 Matriz de intensidad – Etapa Construcción

Actividades	aire				Aspecto
	ruido	contaminantes	suelo	agua	económico
movimientos de tierra	10	8	10	8	10
transporte de material	9	7	8	8	10
casetas	9	7	8	8	8
generación de desechos					
solidos	7	8	10	9	7
instalaciones básicas	5	5	5	5	9
manejo de escombros	5	5	6	5	9

Tabla B-2 Matriz de extensión – Etapa Construcción

Actividades	aire				Aspecto
	ruido	contaminantes	suelo	agua	económico
movimientos de tierra	5	5	1	1	5
transporte de material	5		5	1	5
casetas	1	1	1	1	5
generación de desechos					
solidos	1	1	1	1	1
instalaciones básicas	1	1	1	1	1
manejo de escombros	1	1	1	1	1

Tabla B-3 Matriz de duración – Etapa Construcción

Actividades	aire				Aspecto
	ruido	contaminantes	suelo	agua	económico
movimientos de tierra	1	1	1	1	1
transporte de material	3	3	3	3	3
casetas	3	3	3	3	3
generación de desechos					
solidos	3	3	3	3	3
instalaciones básicas	3	3	3	3	1
manejo de escombros	3	3	3	3	3

Tabla B-4 Matriz de signo – Etapa Construcción

Actividades	aire				Aspecto económico
	ruido	s	suelo	agua	
movimientos de tierra	-1	-1	-1	0	1
transporte de material	-1	-1	-1	0	1
casetas	-1	0	-1	0	1
generación de desechos					
solidos	0	-1	-1	-1	0
instalaciones básicas	0	0	0	0	1
manejo de escombros	0	-1	-1	-1	1

Tabla B-5 Matriz de magnitud – Etapa Construcción

Actividades	aire				Aspecto económico
	ruido	contaminantes	suelo	agua	
movimientos de tierra	-4,9	-4,3	-3,7	0	4,9
transporte de material	-5,4	-3,3	-5,1	0	5,7
casetas	-4,2	0	-3,9	0	5,1
generación de desechos					
solidos	0	-3,9	-4,5	-4,2	0
instalaciones básicas	0	0	0	0	3,4
manejo de escombros	0	-3	-3,3	-3	4,2

Tabla B-6 Matriz de reversibilidad – Etapa Construcción

Actividades	aire				Aspecto económico
	ruido	contaminantes	suelo	agua	
movimientos de tierra	1	1	10	1	1
transporte de material	1	1	1	1	1
casetas	1	1	1	1	1
generación de desechos					
solidos	1	1	5	1	1
instalaciones básicas	1	1	1	1	1
manejo de escombros	1	1	5	1	1

Tabla B-7 Matriz de riesgo – Etapa Construcción

Actividades	aire		suelo	agua	Aspecto económico
	ruido	contaminantes			
movimientos de tierra	1	1	10	1	1
transporte de material	1	1	1	1	1
casetas	1	1	1	1	1
generación de desechos					
solidos	1	1	10	5	1
instalaciones básicas	1	1	1	1	1
manejo de escombros	1	1	5	1	1

Tabla B-8 Matriz de intensidad – Etapa Operación

Actividades	Aire		Suelo	Agua	Aspecto económico
	ruido	contaminantes			
Manejo de aguas lluvias	1	2	8	9	8
Limpieza de áreas verdes	3	5	5	2	6
Generación de desechos solidos	1	7	9	6	8
Control de plagas	2	4	2	2	4
Circulación de vehículos	8	8	1	1	4
Manejo de desechos solidos	3	2	3	2	5

Tabla B-9 Matriz de extensión – Etapa Operación

Actividades	Aire		Suelo	Agua	Aspecto económico
	ruido	contaminantes			
Manejo de aguas lluvias	1	1	1	5	5
Limpieza de áreas verdes	1	1	5	1	5
Generación de desechos solidos	1	1	1	1	1
Control de plagas	1	1	1	1	1
Circulación de vehículos	1	1	1	1	1
manejo de desechos solidos	1	1	5	1	5

Tabla B-10 Matriz de duración – Etapa Operación

Actividades	Aire		Suelo	Agua	Aspecto económico
	ruido	contaminantes			
Manejo de aguas lluvias	1	1	1	1	1
Limpieza de áreas verdes	1	1	1	1	1
Generación de desechos solidos	3	3	3	3	3
Control de plagas	1	1	1	1	1
Circulación de vehículos	5	5	5	5	5
Manejo de desechos sólidos	3	3	3	3	3

Tabla B-11 Matriz de signo – Etapa Operación

Actividades	ruido	Aire contaminantes	Suelo	Agua	Aspecto económico
Manejo de aguas lluvias	0	0	0	-1	1
Limpieza de áreas verdes	-1	-1	-1	0	1
Generación de desechos sólidos	0	-1	-1	0	0
Control de plagas	0	-1	-1	0	1
Circulación de vehículos	-1	-1	0	0	0
Manejo de desechos sólidos	0	0	-1	-1	1

Tabla B-12 Matriz de magnitud – Etapa Operación

Actividades	ruido	Aire contaminantes	Suelo	Agua	Aspecto económico
Manejo de aguas lluvias	0	0	0	-4,6	4,3
Limpieza de áreas verdes	-1,6	-2,2	-3,4	0	3,7
Generación de desechos sólidos	0	-3,6	-4,2	0	0
Control de plagas	0	-1,9	-1,3	0	1,9
Circulación de vehículos	-4,7	-4,7	0	0	0
Manejo de desechos sólidos	0	0	-3,6	-2,1	4,2

Tabla B-13 Matriz de reversibilidad – Etapa Operación

Actividades	Aire		Suelo	Agua	Aspecto económico
	ruido	contaminantes			
Manejo de aguas lluvias	1	1	1	1	1
Limpieza de áreas verdes	1	1	1	1	1
Generación de desechos solidos	1	1	5	1	1
Control de plagas	1	1	1	1	1
Circulación de vehículos	1	8	1	1	1
Manejo de desechos sólidos	1	1	5	1	1

Tabla-B14 Matriz de riesgo – Etapa Operación

Actividades	Aire		Suelo	Agua	Aspecto económico
	ruido	contaminantes			
Manejo de aguas lluvias	1	1	1	5	1
Limpieza de áreas verdes	1	1	1	1	1
Generación de desechos solidos	1	1	5	1	1
Control de plagas	1	1	1	1	1
Circulación de vehículos	1	5	1	1	1
Manejo de desechos sólidos	1	1	5	1	1

Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017.

ANEXO C

CAPTURAS DEL PROGRAMA SAP2000

Figura C-1 Selección del modelo

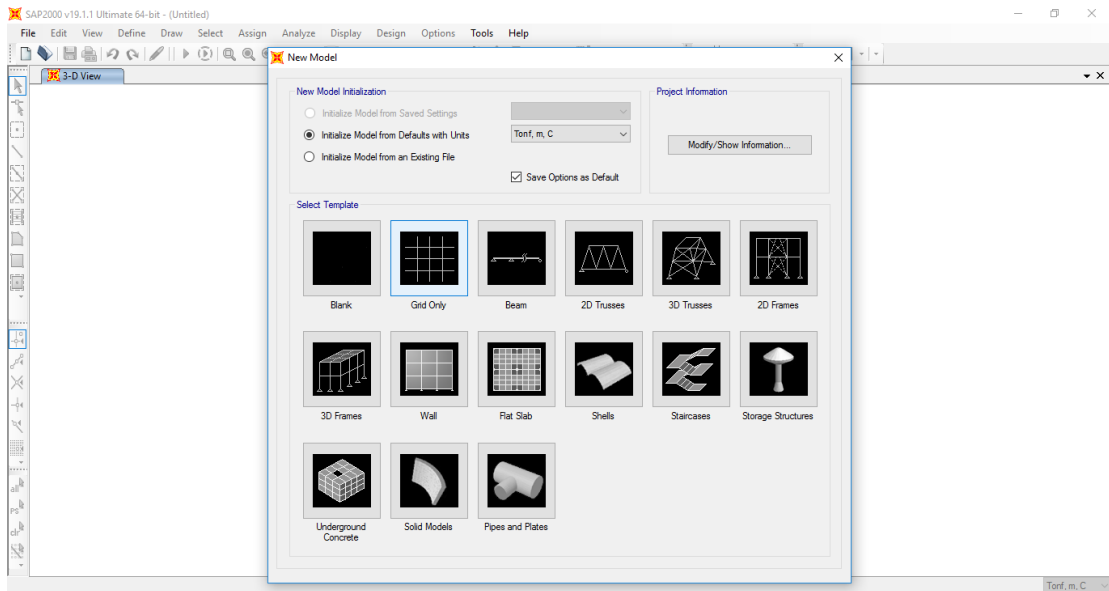


Figura C-2 Ingreso de coordenadas de la grid.

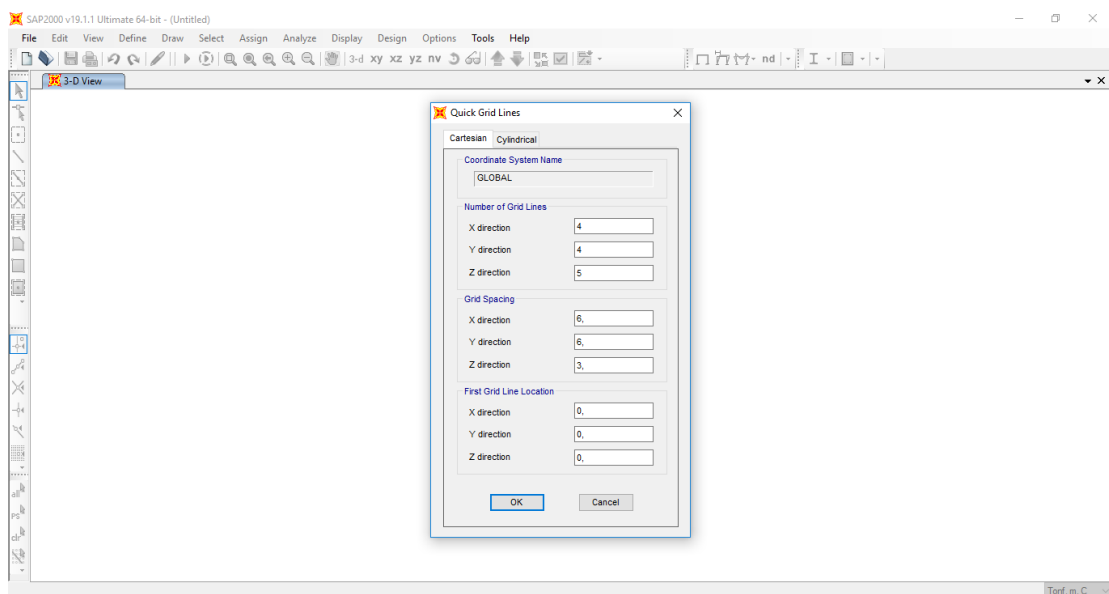


Figura C-3 Definición de propiedades de las áreas de secciones

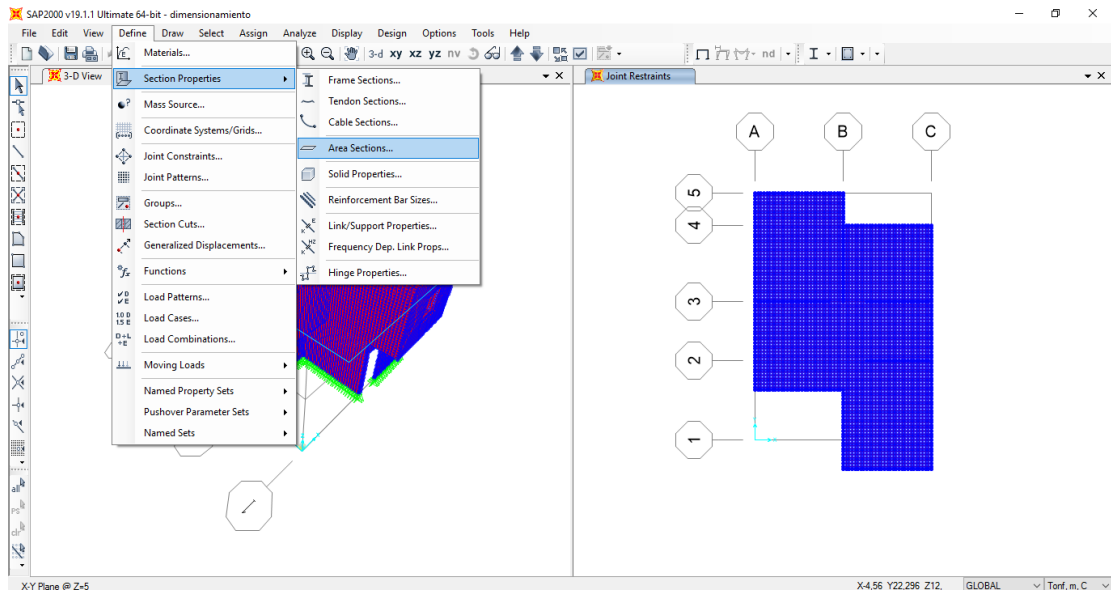


Figura C-4 Definición de las propiedades para la losa.

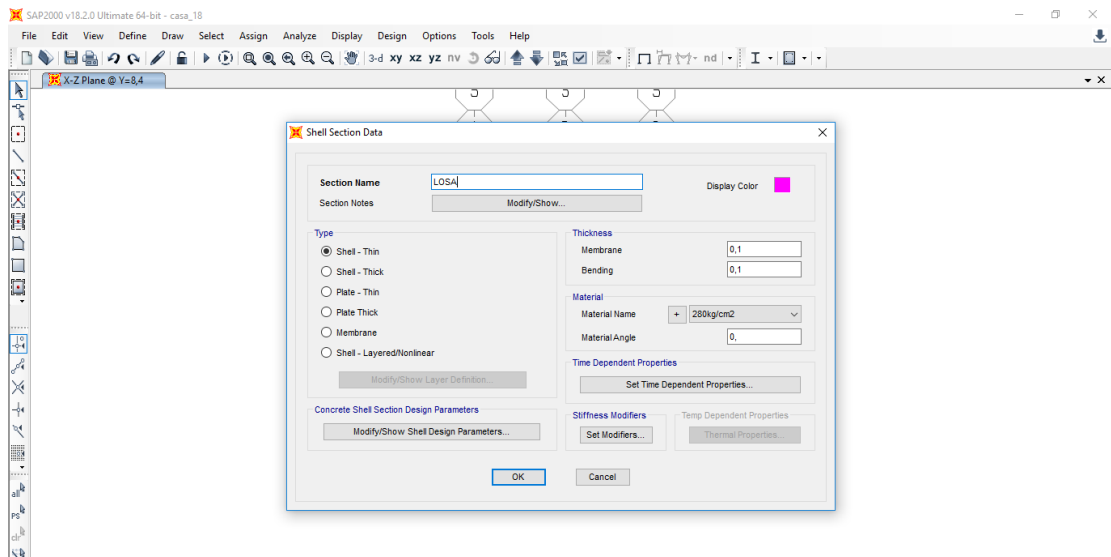


Figura C-5 Definición de las propiedades para los muros.

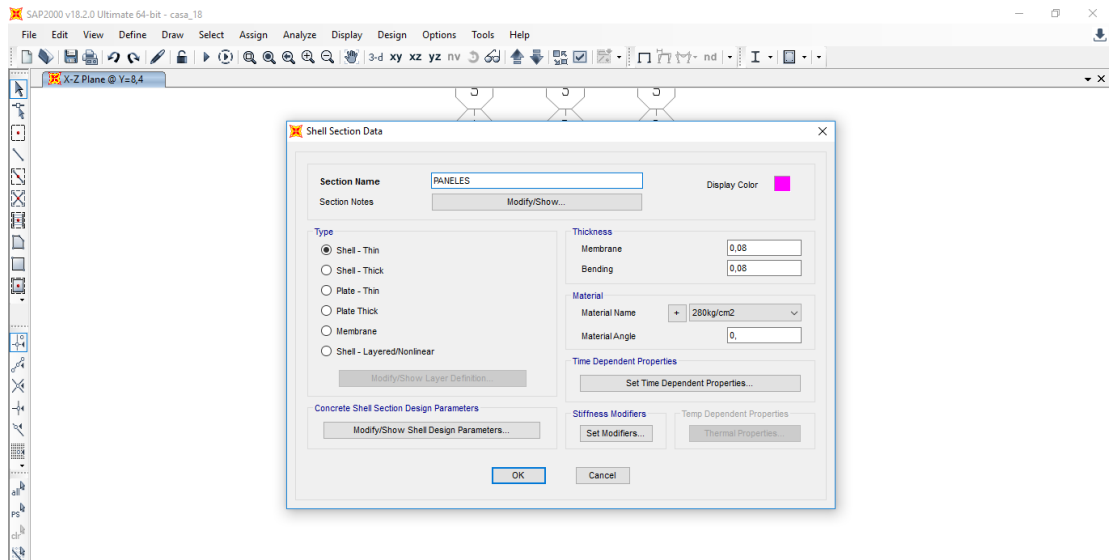


Figura C-6 Trazado de polilínea para los muros.

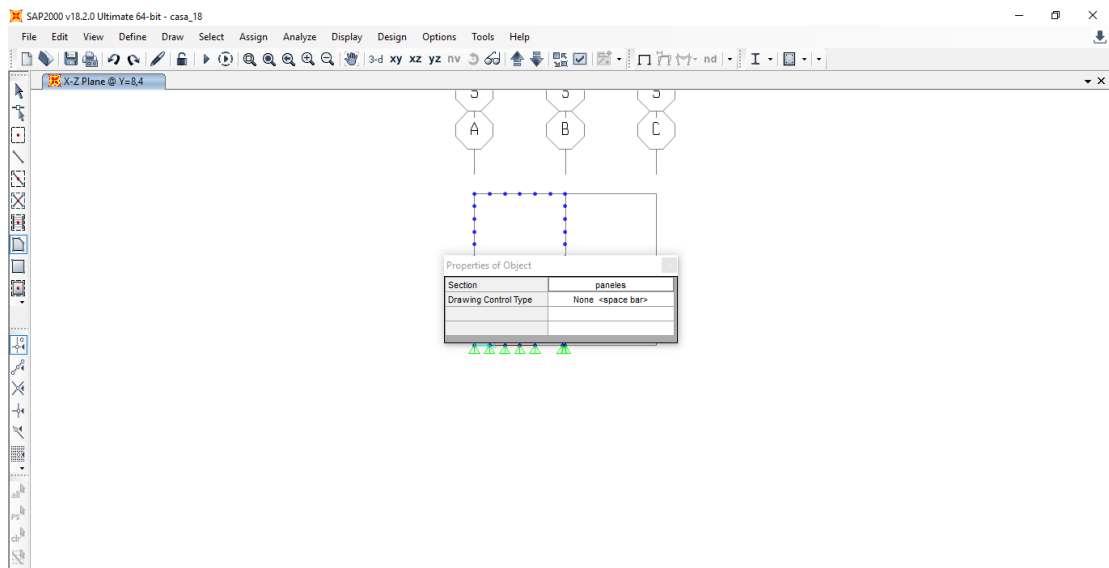


Figura C-7 Trazado de polilínea para la losa.

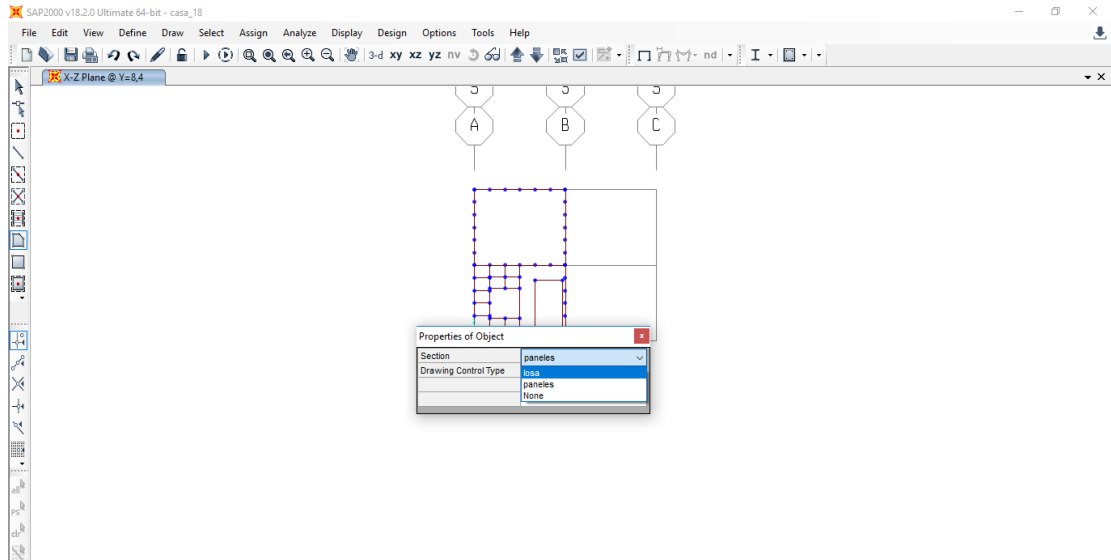


Figura C-8 Modelo de la Vivienda en 3D

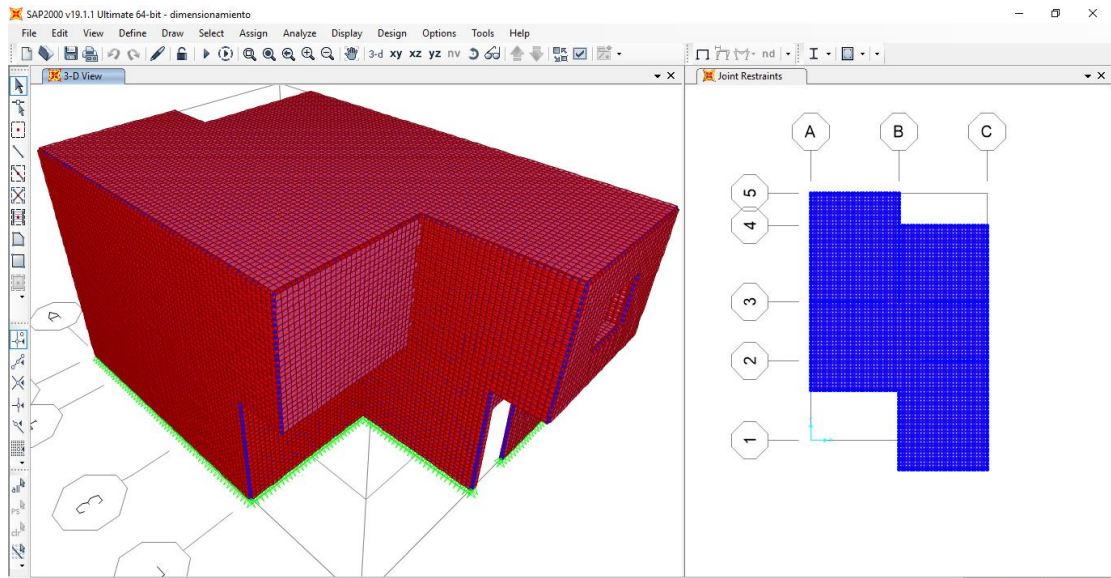


Figura C-9 Definición de los patrones de carga

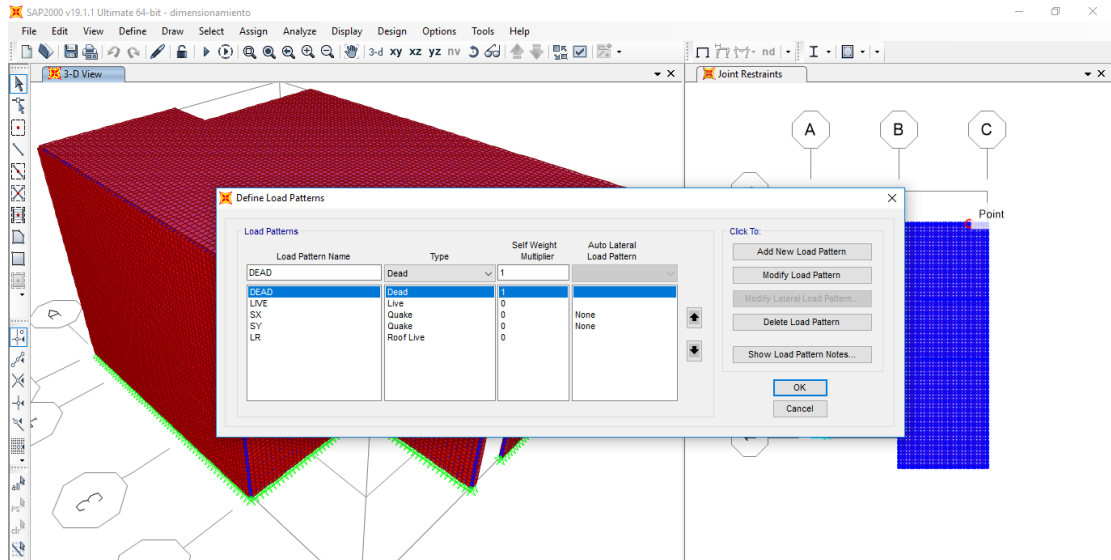


Figura C-10 Ingreso de la carga Viva en el entrepiso.

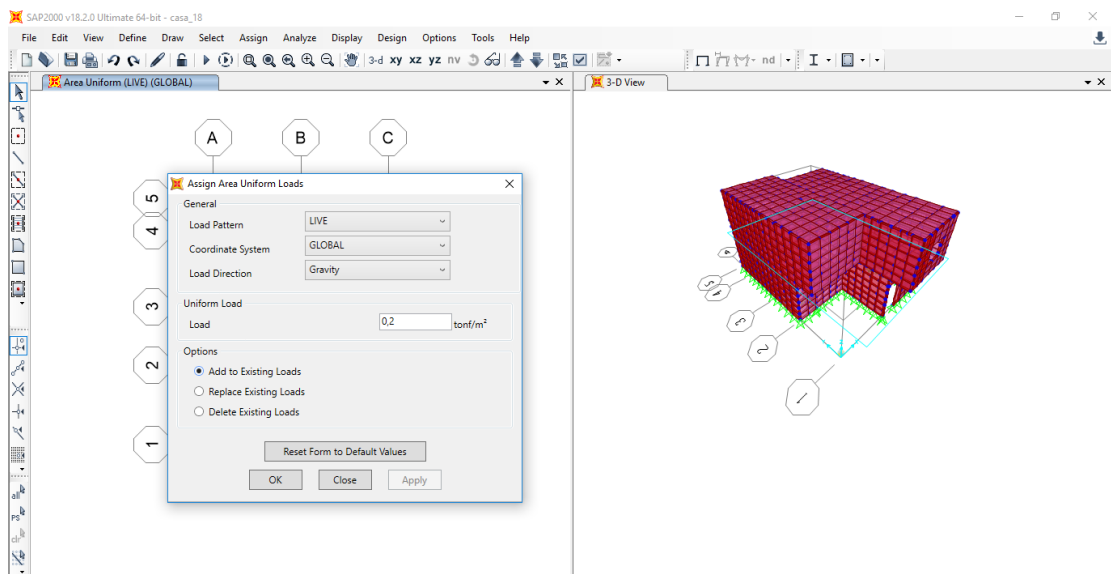


Figura C-11 Ingreso de la carga Viva en la cubierta.

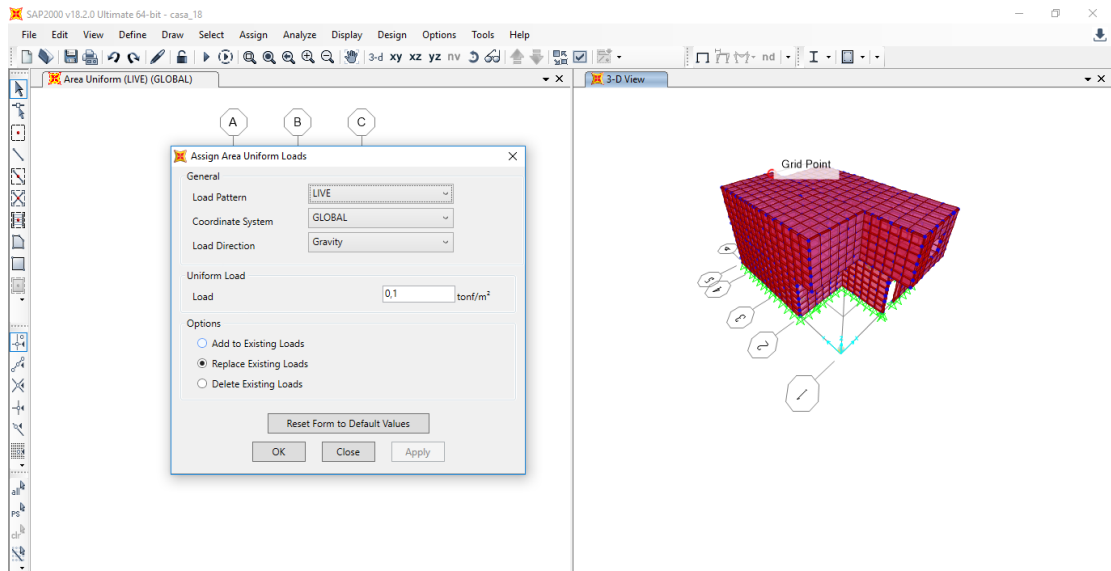


Figura C-12 Definición de los combos respectivos.

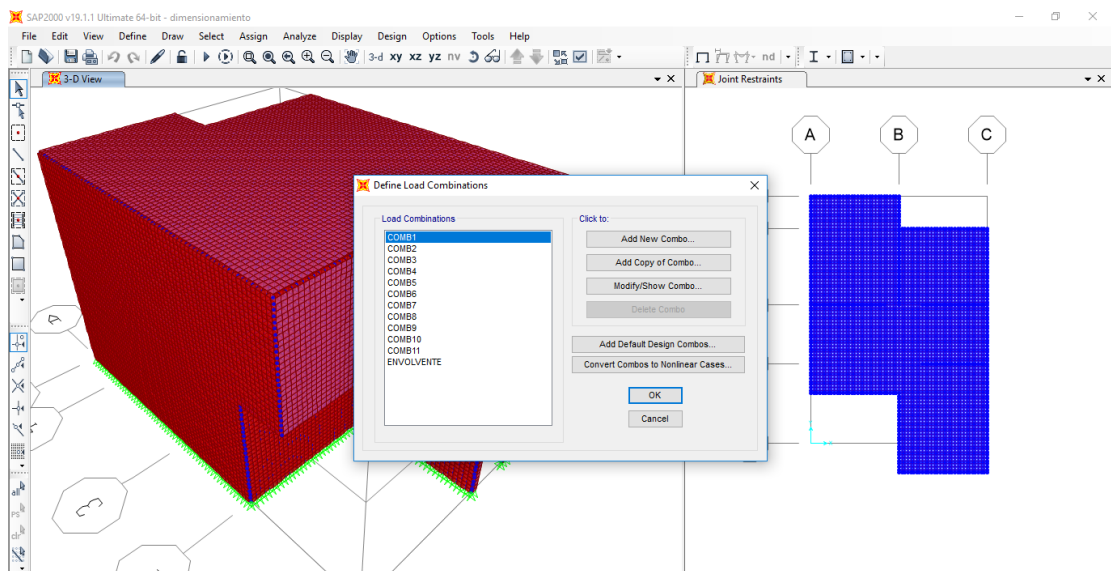


Figura C-15 Modificación de los datos del espectro según (NEC2015)

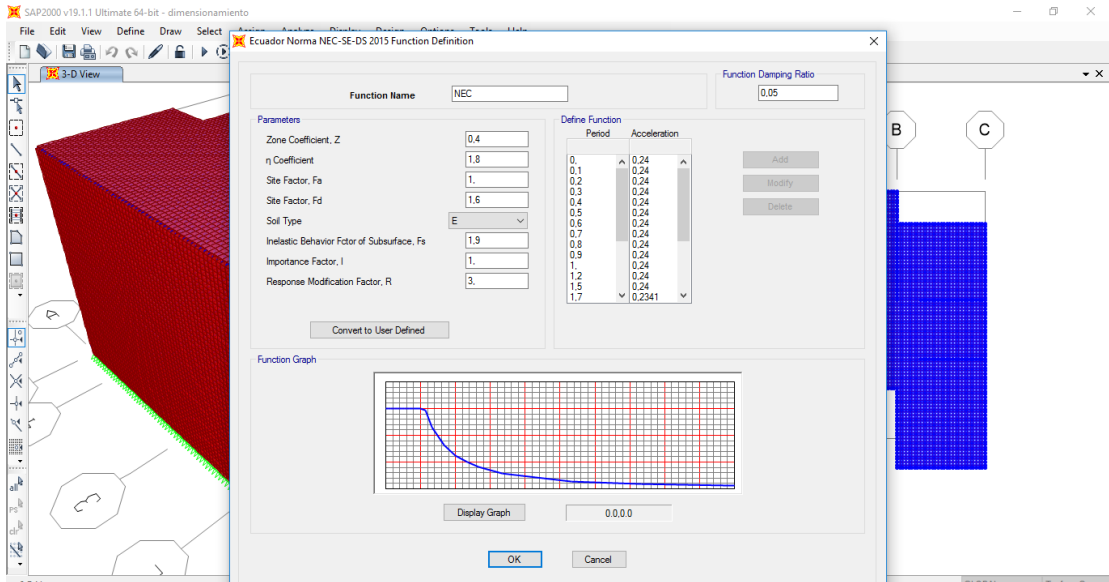


Figura C-16 Evaluación del sismo en X por medio del espectro de diseño.

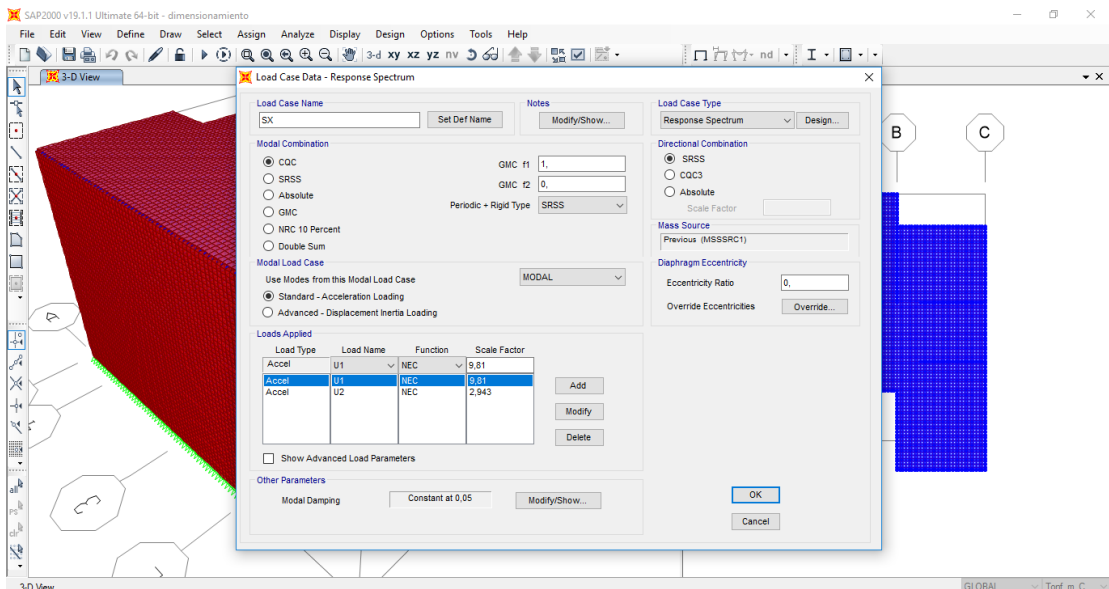


Figura C-17 Evaluación del sismo en Y por medio del espectro de diseño.

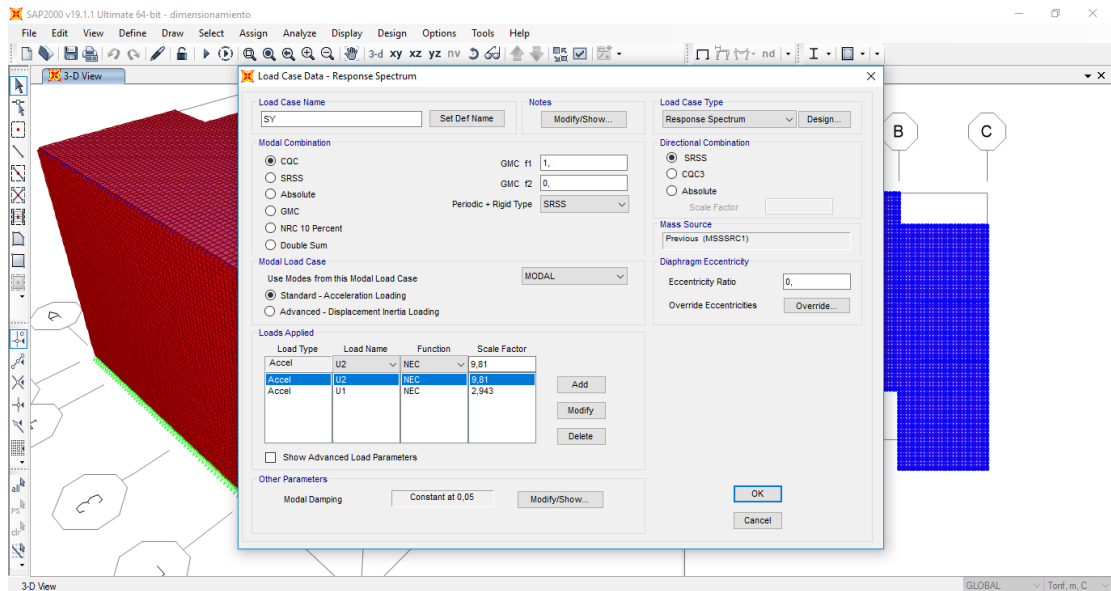


Figura C-18 Verificación de los casos de carga.

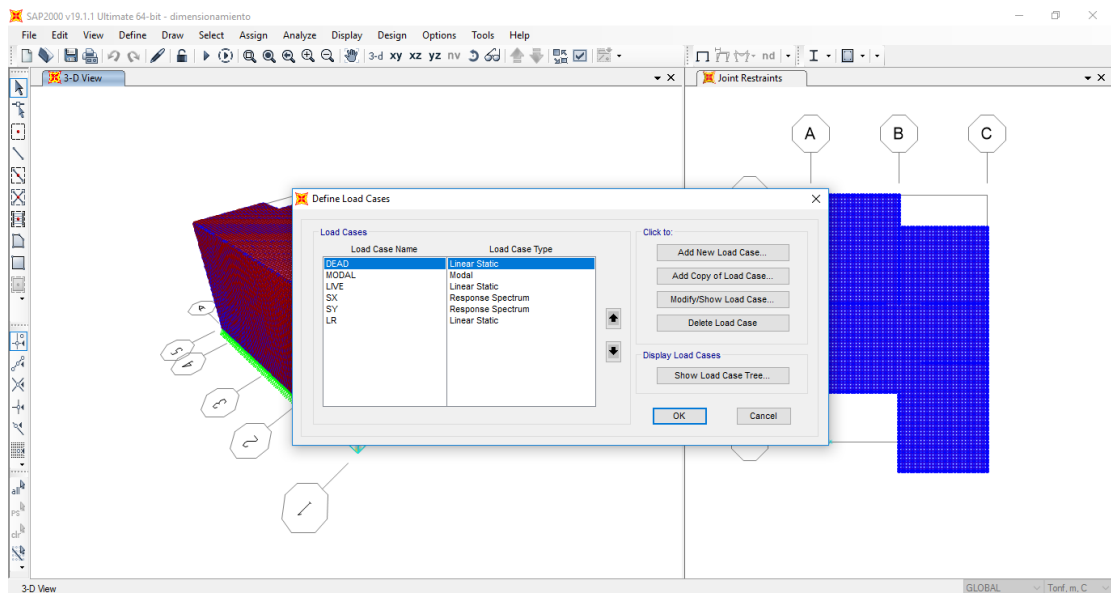


Figura C-19 Ejecución del programa.

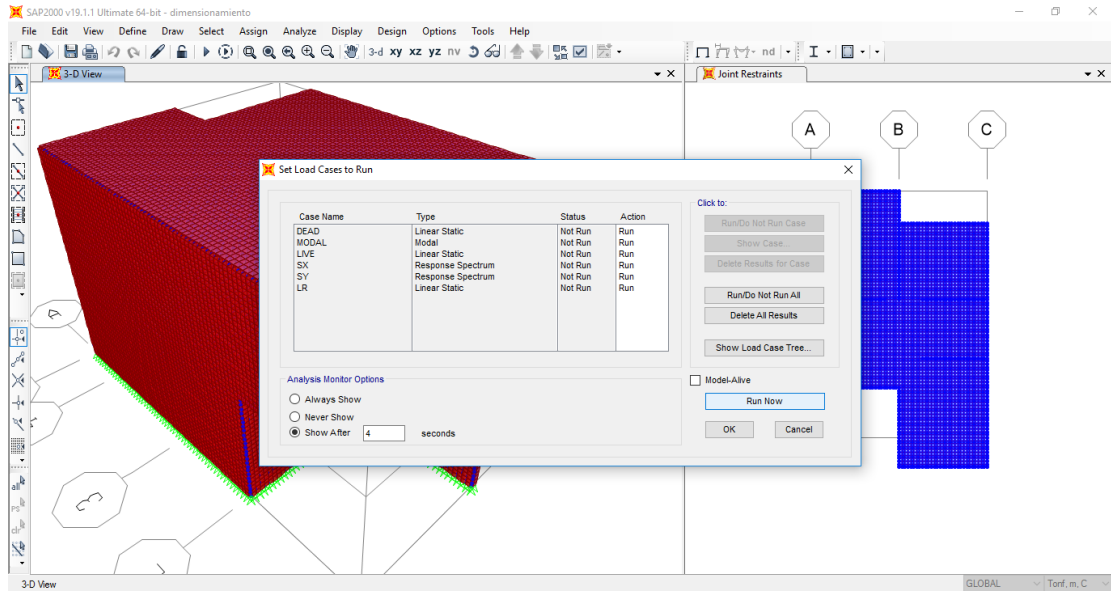


Figura C-20 Análisis de la deformada de la estructura.

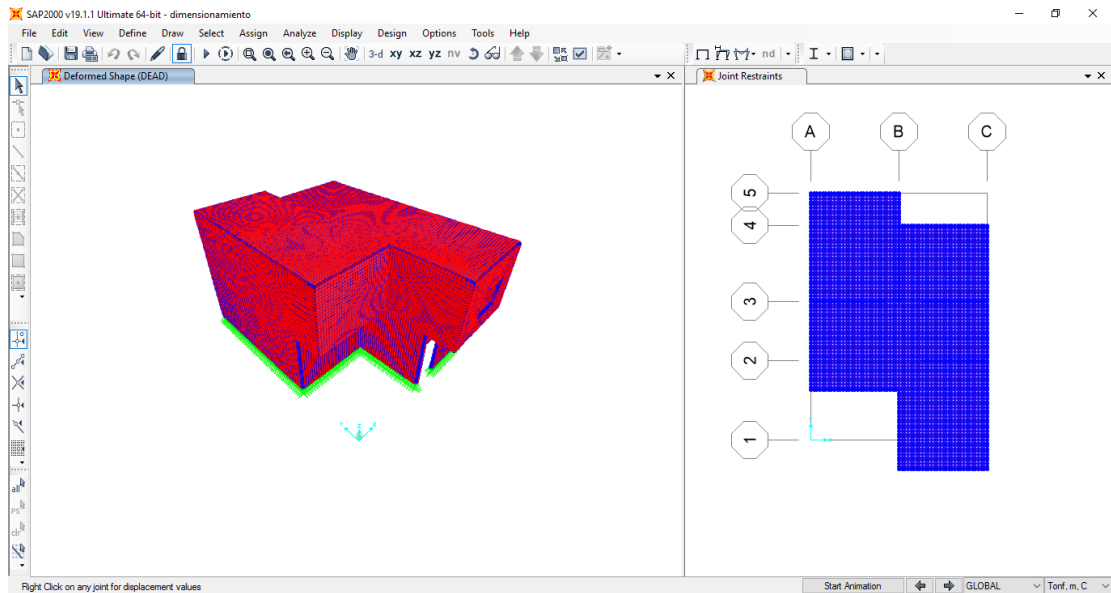


Figura C-21 Análisis del diagrama de cortante

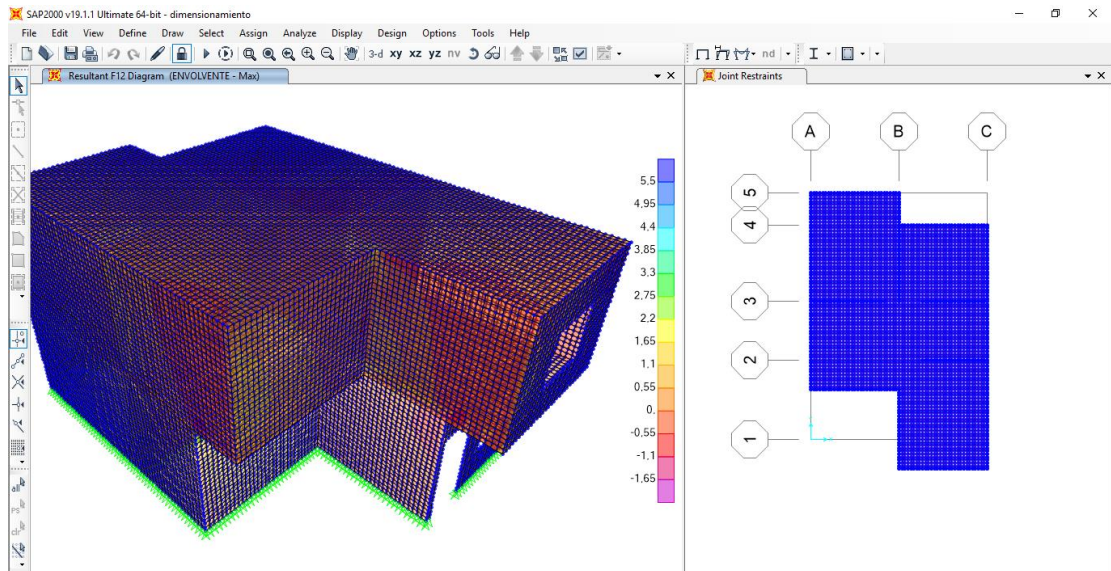


Figura C-22 Análisis del diagrama de momentos.

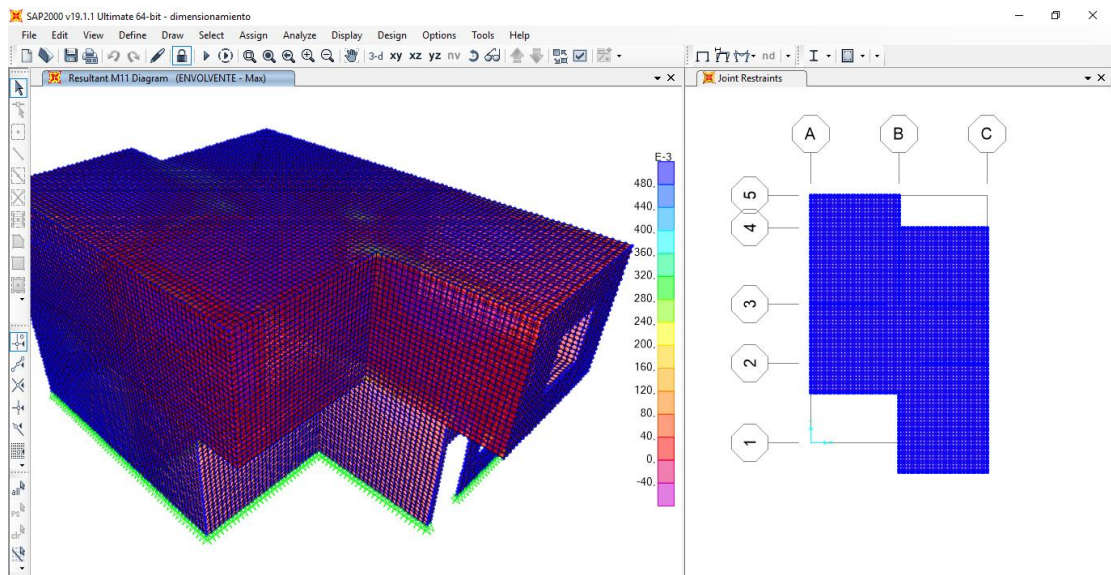
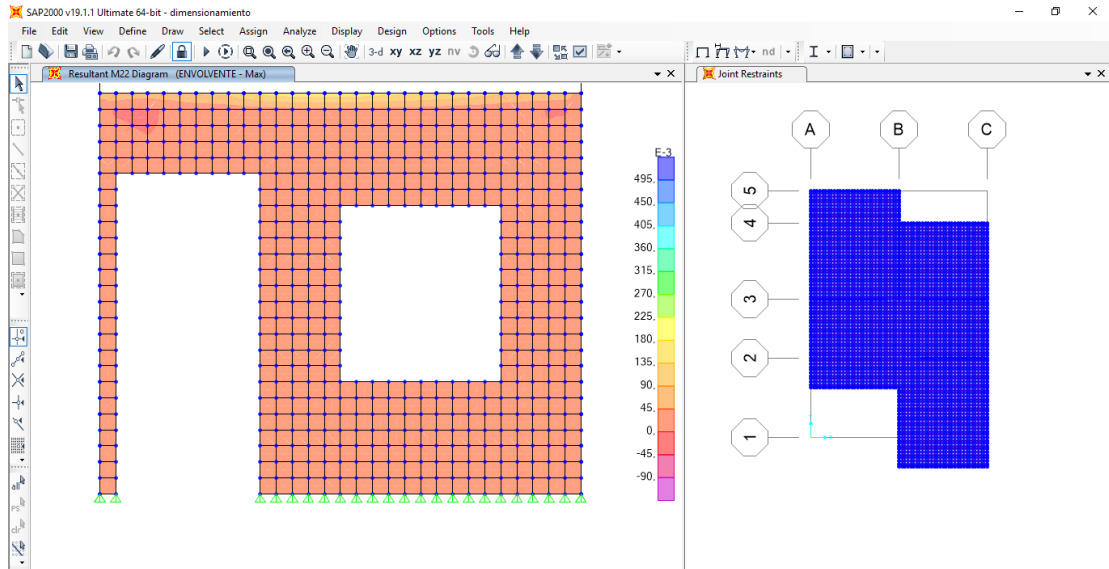


Figura C-23 Vista frontal del diagrama de momentos de la estructura.



Fuente: Lopez, J., Pacaji, M., 2017

ANEXO D

Planos Arquitectónicos

Figura D-1 Vista en planta del primer piso

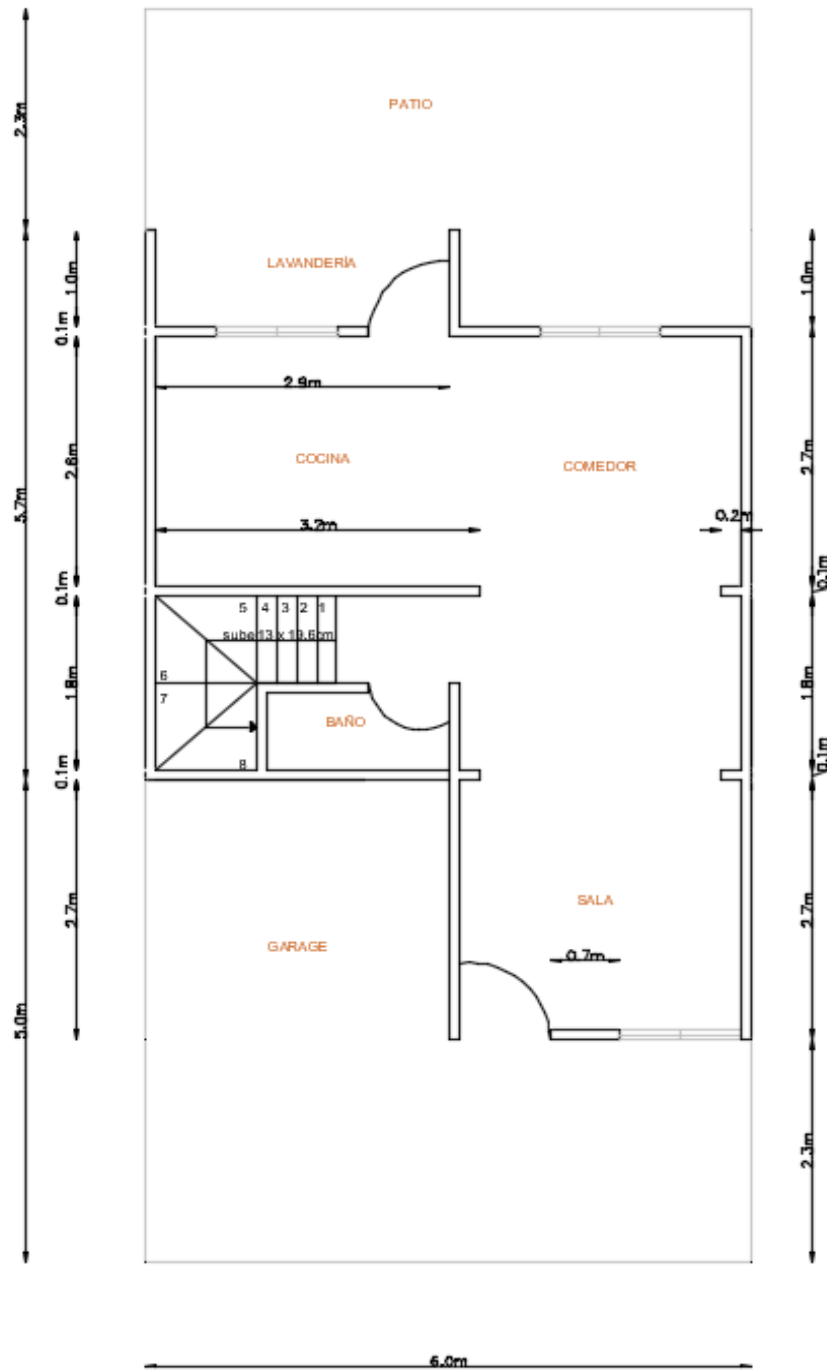


Figura D-2 Vista en planta del segundo piso

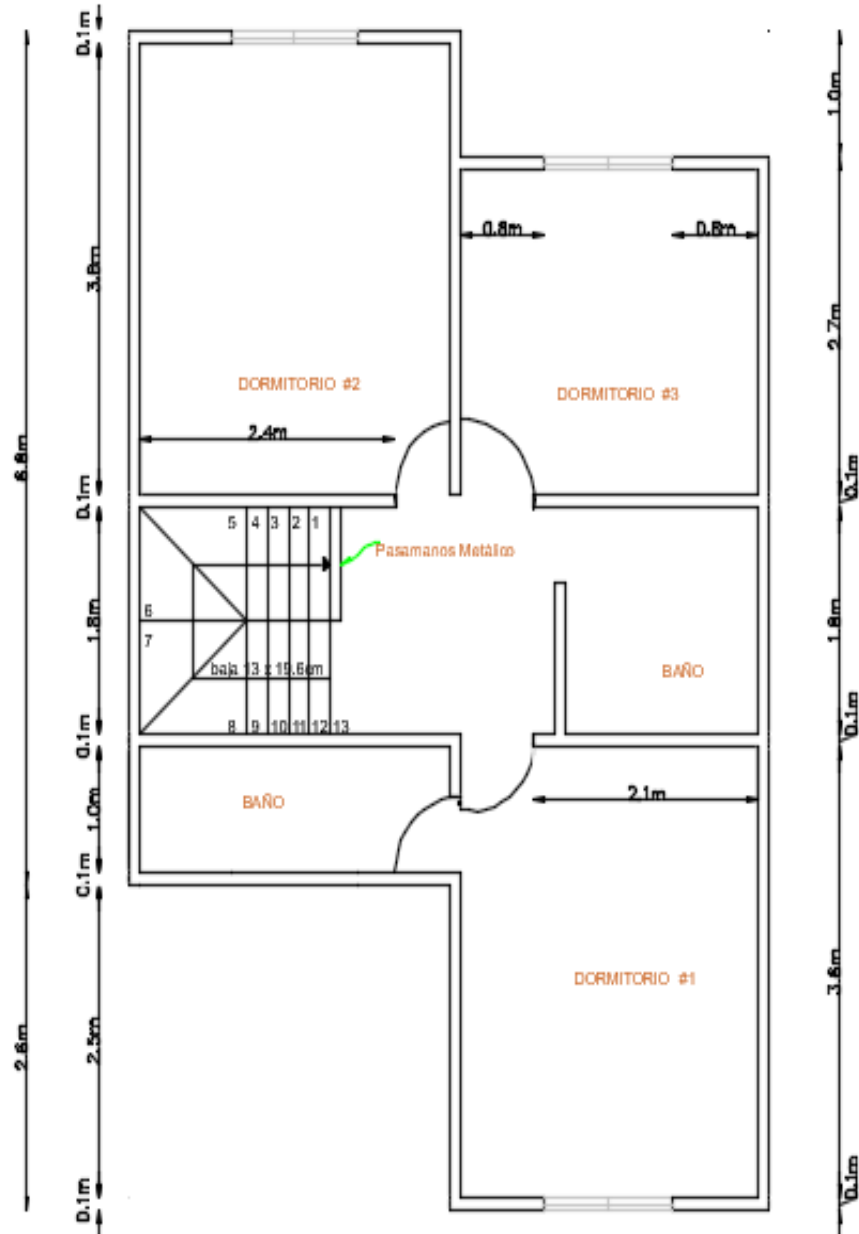


Figura D-3 Vista frontal

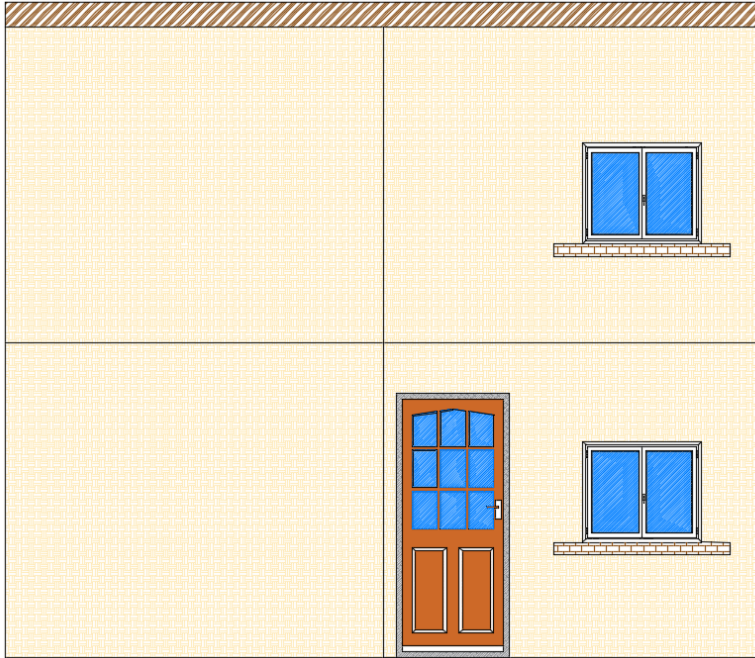
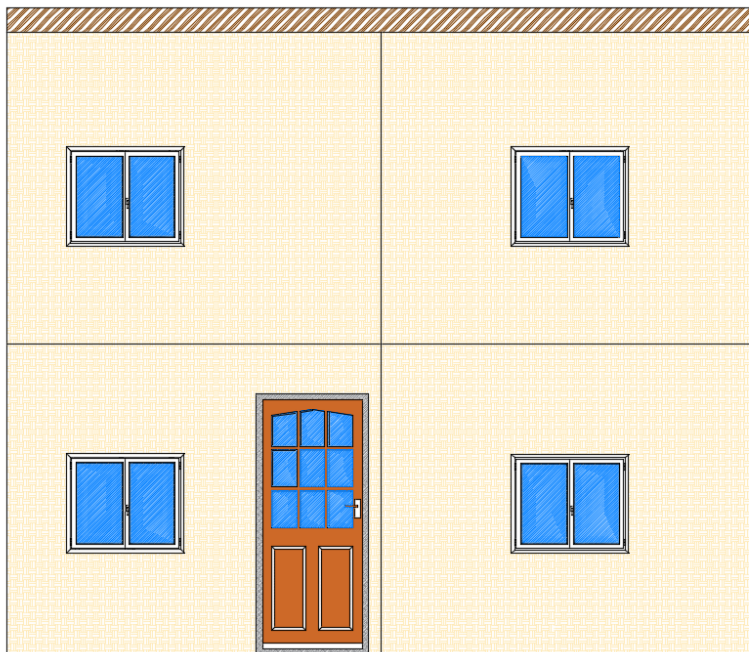


Figura D-3 Vista posterior



BIBLIOGRAFÍA

ANAPE. (2018). Asociacion Nacional de Poliestireno Expandido. Obtenido de <http://www.anape.es>

CARDOSO MERCHAN, J. J., & POLO AVILÉS, V. H. (2010). Variación de la capacidad portante de la losa de cimentación del tanque de combustible de la gasolinera Petrocomercial en Guayaquil, con el nivel freático: criterio de estabilidad por fallo en la base y por deformación (asentamiento absoluto). Tesis, Cuenca.

Castillo, S. (2012). MicroConcreto de Samuel Castillo. Obtenido de <https://prezi.com/d1zsqq2gu2h1/microconcreto/>

DAS, B. (2001). Pricipio de Ingenieria de Cimentaciones (4 ed.).

HAZEN, & SAWYER. (2015). Proyecto: Construcción, funcionamiento y Operación de la Estacion de Bombeo Pradera, Línea de Impulsión y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Las Esclusas"-Subsistema Sur. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL, Guayaquil.

hormi2. (2016). Obtenido de HORMI2 La nueva generación del hormigon armado: hormi2.com

Joe, J. (2008). Agregado Fino. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/89657969/Agregado-Fino>

Lopez Carranza, J. X., & Pacaji Ulloa , M. E. (2017). Diseño de viviendas sociales de estructura liviana. Guayaquil.

Maldonado Renge, J. M. (2010). Factibilidad del uso del sistema constructivo M-2 aplicados en viviendas en la ciudad de Loja. Loja.

Maltez Montiel, J., & Torres Martínez, G. (s.f.). MANUAL TÉCNICO "SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE".

Maltez, M. J. (2009). Proyecto: Diseño del sistema estructural M2 de Eme-Due.

NEC. (2015). Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Venemedia. (2015). ¿Qué es agua? Su definición. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/agua/>