



FACULTAD DE INGENIERÍA
ES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

PROPUESTA DE ESCALERAS PARA PROYECTO DE VIVIENDA SOCIAL

Proyecto de titulación para optar al Título de Ingeniero en Construcción.

Por

Sergio Emiliano Jarpa Vielma

Profesor Guía: Mauricio González Moya

Valparaíso Chile

JUNIO 2023

*En memoria de mi abuelo a quien estaré eternamente agradecido: Jorge Vielma
Valenzuela. Jamás dejó de creer en mí.*

Índice de Contenidos

Resumen.....	9
1. Aspectos generales del proyecto de investigación.....	10
1.1. Problema	10
1.2. Objetivos	11
1.2.1. Objetivo general	11
1.2.2. Objetivos específicos	11
1.3. Alcances del proyecto.....	11
2. Marco teórico	12
2.1. Escaleras	12
2.1.1. Definición y concepto	12
2.1.2. Elementos componentes.....	13
2.1.3. Escaleras y escalas	15
2.1.4. Cálculos de las escaleras.....	16
2.1.5. Aspectos normativos	17
2.1.6. Clasificación de escaleras	22
2.1.7. Actualidad en el Mercado	24
2.2. Prefabricación.....	27
2.2.1. Prefabricación e industrialización.....	27
2.2.2. La industrialización en la vivienda en Chile	27
2.2.3. Actualidad en mercado.	28
2.2.4. Escaleras prefabricadas	30
2.3. Vivienda unifamiliar	30
2.4. Aspectos generales de la vivienda social en Chile.....	31
2.5. Fabricación digital.....	33
2.5.1. Impresión 3d	33
2.5.2. Tecnología CNC.....	33
2.6. Terciado estructural.....	35
2.6.1. Propiedades.....	35
2.6.2. Producción.....	36
2.6.3. Aplicaciones y usos.....	36

2.6.4.	Aplicación y uso en techos y muros.	37
2.6.5.	Aplicación en pisos	37
2.6.6.	Otras aplicaciones	37
2.6.7.	Materiales asociados.....	37
2.7.	Acontecimientos relacionados al proyecto	39
2.8.	Investigaciones asociadas.....	40
2.8.1.	Tiempos de habitar: La escalera como mecanismo de transformación y configuración de la vivienda (2019)	41
2.8.2.	Habitar escalonado: las escaleras de Valparaíso en la conformación del hábitat residencial de la ciudad (2014).....	41
2.8.3.	Una escalera suspendida (2014)	42
2.8.4.	Los escalones del abuelo (2021).....	42
2.8.5.	Escaleras sociales de Valparaíso	43
2.8.6.	Propiedades físico-mecánicas de tableros terciados contruidos con especies tropicales de plantaciones para uso estructural. (2012).....	43
2.8.7.	Construcción industrializada para la vivienda social en chile: análisis de su impacto potencial. (2010)	44
2.8.8.	Organización y utilización de los espacios comunes en la vivienda social, Valparaíso. (2014) 45	
2.8.9.	Análisis de productividad para la implementación de unidades sanitarias prefabricadas en edificios (2022)	46
2.8.10.	Análisis arquitectónico de los modelos de vivienda social en Chile a través de su desarrollo en el tiempo, tomando como ejemplos de contraste dos casos actuales de Valparaíso (2015) 47	
2.8.11.	El estado de la fabricación digital en arquitectura (2020).....	48
2.9.	Acontecimientos relacionados	48
2.10.	Caso de estudio	49
3.	Metodología	52
3.1.	Metodología para el diseño del elemento	52
3.2.	Metodología de manual esquemático	52
3.3.	Metodología para presupuestar el elemento propuesto	53
4.	Análisis de resultados.....	54
4.1.	Fase de diseño 1	55
4.2.	Fase de diseño 2	56

4.2.1.	Manual esquemático de escalera F2:.....	58
4.2.2.	Formato como producto final de escalera F2:.....	65
4.3.	Fase de diseño 3	68
4.4.	Fase de diseño 4	69
4.5.	Fase de diseño 5	70
4.6.	Fase de diseño 6	71
4.7.	Fase de diseño 7	72
4.8.	Fase de diseño 8	74
4.8.1.	Manual esquemático para escalera desarrollada en fase de diseño 8.....	77
4.8.2.	Manual esquemático de taller para escalera F8.....	77
4.8.3.	Manual esquemático para usuario de la escalera F8	77
4.8.4.	Manual esquemático de taller: Armado de elementos componentes.....	77
4.8.5.	Manual esquemático de usuario para escalera F8.....	96
5.	Conclusiones.....	107
6.	Referencias	110
7.	Anexos	112

Índice de Tablas

Tabla 2.1 - Tamaños preferidos para escaleras – Nch 3509/3 Of.2019	21
Tabla 2.2 - Dimensiones preferidas de aberturas para escaleras - Nch 3509/3 Of.2019	21
Tabla 2. 3 - Ensayo a la tensión (perpendicular)- terciado estructural de 18mm	35
Tabla 2. 4 - Ensayo a la tensión (paralela) - terciado estructural de 18mm	36
Tabla 4. 1 - Análisis de precio unitario por partida de Ensamblaje e instalación por escalera (F2)	66
Tabla 4. 2 - Cubicación para escalera F2.....	66
Tabla 4. 3 - Presupuesto para escalera F2	67
Tabla 4.4 - Análisis Precio unitario por partida de Ensamblaje e instalación por escalera (F8)	104
Tabla 4. 5 - Cubicación para propuesta de escalera F8	104
Tabla 4. 6 - Materiales por cada escalera F8	105
Tabla 4. 7 - Presupuesto para propuesta de escaleras F8	106

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Esquema de componentes de escaleras	13
Figura 2.2 - Esquema de medidas establecidas por la OGUC.....	18
Figura 2.3 - Esquema de clasificación de escaleras	23
Figura 2.4 - Escaleras de las oficinas de Mckenzie en la Región Metropolitana - Escaleras Especiales .	25
Figura 2.5 - Escalera con descanso de dos tramos con zanca divisora de terciado estructural con cavidad de apoyo para peldaños – CATAGOLO DE PRODUCTOS	26
Figura 2.6 - Esquema de subsidios habitacionales	32
Figura 2. 7 - Vivienda social tipo - LOS NARANJOS III, PEÑA BLANCA	50
Figura 2. 8 - Vivienda social tipo - LOS NARANJOS III	51
Figura 4.1 - Diseño de escalera desarrollado en fase de diseño 2	57
Figura 4. 2 - Clasificación de piezas componentes para la escalera F2	58
Figura 4. 3 - Lámina de manual esquemático para escalera desarrollada en fase de diseño 2. Trazado	59
Figura 4. 4 - Unión caja espiga de zancas internas	59
Figura 4. 5 - Afrontamiento de zancas por flejes.....	60
Figura 4. 6 - Instalación de zanca a muro	61
Figura 4. 7 - Instalación de peldaños a zanca interna	62
Figura 4. 8 - Instalación de escuadras de refuerzo a peldaños para zanca externa	63
Figura 4. 9 - Instalación de zanca externa a peldaños	64
Figura 4.10 - Set de cajas de embalaje para escalera F2	65
Figura 4. 11 - Modelo 3D para escalera F3	68
Figura 4. 12 - Modelo 3D para zancas desarrolladas en la fase de diseño 4	69
Figura 4. 13 - Diseño de escalera desarrollado para escalera F5	70
Figura 4. 14 - Diseño de escalera desarrollad en fase de diseño 6.....	71
Figura 4. 15 - Soluciones diseñadas en fase de diseño 7 para componentes de escalera propuesta	73
Figura 4. 16 - Escalera F8, diseñada en la octava dase de diseño como escalera propuesta	74
Figura 4. 17 - Escalera diseñada en fase de diseño 8	76
Figura 4. 18 - Elementos de fijación para escalera considerado para manual esquemático de taller y de usuario para escalera F8.....	78
Figura 4. 19 - Peldaños compensados para escalera F8	79
Figura 4. 20 - Lamina de manual esquemático para F8 - Peldaños, zancas y componentes asociados .	80
Figura 4. 21 - Lámina de manual esquemático para F8 - Confección de peldaños compensados P1 por unión encolada.....	81
Figura 4. 22 - Lámina de manual esquemático para F8– Confección De peldaños compensados P2 por unión encolada.....	82
Figura 4. 23 - Lámina de manual esquemático para F8– Confección De peldaños compensados P3 por unión encolada.....	83
Figura 4. 24 - Lámina de manual esquemático para F8 - Confección de peldaños compensados P2 por unión encolada.....	84
Figura 4. 25 - Lámina de manual esquemático F7 y F8- Armado de peldaños de serie y de transición	85

Figura 4. 26 - Lámina de manual esquemático para F8– Elementos constituyentes en confección de zanca menor por unión encolada.....	86
Figura 4. 27 - Piezas constituyentes e indicaciones para confección de zancas.....	87
Figura 4. 28 - Lámina de manual esquemático Para F8– Piezas constituyentes e indicaciones para confección de zancas.....	88
Figura 4. 29 - Lámina de manual esquemático para F8– Elementos constituyentes en confección de zanca menor por unión encolada.....	89
Figura 4. 30 - Lámina de manual esquemático para F8 – Confección de zanca interna por unión encolada.....	90
Figura 4. 31 - Lámina de manual esquemático para F8– Confección de zancas por unión encolada de zancas externas.....	91
Figura 4. 32 - Lámina de manual esquemático para F8– Elementos constituyentes en confección de Solera balaustrada.....	92
Figura 4. 33 - NO TENGO TITULO PARA ESTA FIGURA (EDITAR).....	93
Figura 4. 34 - Lámina de manual esquemático de taller para F8– Elementos constituyentes en confección de Solera balaustrada. Fijación de pilares balaustrados por perno de anclaje.....	94
Figura 4. 35 - Lámina de manual esquemático de taller para F8– Armado de zanca menor por unión encolada e instalación de apoyos de peldaños.....	95
Figura 4. 36 - Lámina de manual esquemático para F8– Trazado de escalera F8.....	96
Figura 4. 37 - Lámina de manual esquemático para F8– Instalación de zancas interna y menor de escalera F8.....	97
Figura 4. 38 - Lámina de manual esquemático para F8– Instalación de pilar de escalera F8.....	98
Figura 4. 39 - Lámina de manual esquemático para F8– Esquema de aplicación encolada para apoyos de gradas compensadas de escalera F8.....	99
Figura 4. 40 - Lámina de manual esquemático para F8– Esquema de instalación de solera balaustrada de escalera F8.....	100
Figura 4. 41 - Lámina de manual esquemático para F8– Esquema de instalación de peldaño y zancas interna y externa de escalera F8.....	101
Figura 4. 42 - Lámina de manual esquemático F7 y F8 - Fijación de traba-peldaño.....	102
Figura 4. 43 - Lámina de manual esquemático de taller para F8– fijación balaustres de solera con zanca externa de escalera F8.....	103
Figura 7. 1 - Primer bosquejo de escaleras para proyecto de titulación.....	112
Figura 7. 2 - Fotografía-Escalera evaluada- LOS NARANJOS III: Peña Blanca.....	113
Figura 7. 3 - Fotografía - Caso de estudio, apoyos de peldaño: LOS NARANJOS III: Peña Blanca.....	114
Figura 7. 4 - Primer modelo conceptual para desarrollo de escalera propuestas.....	115
Figura 7. 5 - Detalle planimétrico - propuesta de escaleras F2.....	116
Figura 7. 6 - Modelo 3D de Escalera F2.....	117
Figura 7. 7 - Detalle planimétrico, elevación frontal de escalera F2.....	118
Figura 7. 8 - Elevación lateral exterior de escalera F2.....	119
Figura 7. 9 - Escalera desarrollada en fase 3 de diseño: Arranque con peldaños compensados e insertos en zancas.....	120
Figura 7. 10 - Detalle planimétrico de escaleras de fase 4.....	121

Figura 7. 11 - Tablero procesado por CNC para fase de diseño de escalera F6 (zanca externa)	122
Figura 7. 12 - Placa de terciado estructural, despiece de peldaño desarrollado en escalera F6	123
Figura 7. 13 - Detalle de planimetría de escaleras desarrolladas en fase 6	124
Figura 7. 14 - Estructura balaustrada desarrollada en fase de diseño 8	125
Figura 7. 15 - Despiece de componentes en tableros procesados para escalera F8.....	126
Figura 7. 16 - Peldaño de transición inserto entre zancas interna y externa- Escalera F8	127
Figura 7. 17 - Descomposición de elementos de peldaño de transición – Escalera F8	128
Figura 7. 18 - Peldaño de transición desarrollado – Escalera F8	129
Figura 7. 19 - Modelo conceptual de escalera desarrollado en fase de diseño 7	130
Figura 7. 20 - Simulación de despiece de componentes en tableros procesados para diseño de peldaños – Escalera F8	131
Figura 7. 21 - Simulación de despiece de componentes en tableros procesados para diseño de peldaños - Escalera F8.....	132
Figura 7. 22 - Simulación de despiece de componentes en tableros procesados para zancas - Escalera F8.....	133
Figura 7. 23 - Detalle conceptual plano Fase de diseño 7.-Zanca a muro	134
Figura 7. 24 - Detalle plano Escalera F8.-Zanca a muro.....	135
Figura 7. 25 - Diseño conceptual: Cavity de peldaños de serie en zanca- Fase de diseño 7	136

Resumen

La configuración de las escaleras en una vivienda, puede influir en distintos grados en la vida de sus usuarios. Estos elementos, que forman parte de distintos tipos de inmuebles, son más que conexiones entre sus diferentes niveles, ya que la forma en la que se desarrollan, definirán la seguridad y comodidad del tránsito del usuario o habitante. Para ello, es necesario contemplar distintos aspectos basados en las necesidades al momento de considerar el diseño, y la ejecución de las escaleras. En el caso de las viviendas sociales las escaleras son notoriamente simplificadas al punto de convencer a distintas autoridades en el área de la construcción de que son elementos cuya atención se desplaza al momento de diseñar o construir una vivienda, motivo por el cual es posible encontrar ejemplares de escaleras en viviendas sociales que dejan en evidencia la falta de interés en el desarrollo de este elemento frente a lo que se consideró el empleo de la fabricación digital, para el desarrollo de las escaleras en este tipo de viviendas.

Cuando de viviendas unifamiliares se trata, las escaleras presentan una considerable libertad en la forma en que se desarrollan, incluyendo el diseño. En el presente documento, será posible revisar distintos ámbitos de las escaleras y la industrialización de distintos elementos en el área de la construcción, a partir de los que será posible explorar múltiples hitos relacionados tanto con las escaleras como con la fabricación digital llevados a la construcción.

Con el fin de desarrollar una propuesta de escaleras, contemplando la prefabricación para su desarrollo, será posible reconocer las distintas etapas desarrolladas en el presente documento por medio de las que se podrán visualizar las distintas soluciones de escaleras para viviendas sociales que tuvieron lugar en este proyecto de investigación, tomando como caso de estudio el condominio de viviendas sociales LOS NARANJOS III, en Peña Blanca.

The configuration of the stairs in a house can influence to varying degrees the life of its users. These elements that are part of different types of buildings are more than connections between their different levels, since the way in which they are developed will define the safety and comfort of the user's or inhabitant's transit. For this, it is necessary to consider different aspects based on the needs when considering the design and execution of the stairs. In the case of social housing, the stairs are notoriously simplified to the point of convincing different authorities in the construction area that they are elements whose attention is shifted when it's time to design or build a house, which is why it is possible to find stairs in social housing that show the lack of interest in their development. For this project, the use of digital manufacturing for the development of stairs in this type of housing was considered. When it comes to single-family homes, stairs show a considerable freedom in the way they are developed, including the design. In this project it will be possible to review different areas of stairs and the industrialization of different elements in the area of construction, from which it will be possible to explore multiple topics related to stairs and digital manufacturing in construction. In order to develop a proposal of stairs, contemplating the prefabrication for its development, it will be possible to recognize the different stages developed in this you will see some different solutions of stairs for social housing that took as a case study a social housing condominium in Peña Blanca named LOS NARANJOS III.

1. Aspectos generales del proyecto de investigación

1.1. Problema

En el paso del tiempo, los medios, los hechos, los profesionales y autoridades en el área de la construcción han demostrado y confirmado que existen irregularidades en las viviendas sociales en el ámbito legal, social y constructivo. Desde este punto de vista, distintas autoridades pertenecientes a la intendencia regional de Valparaíso confirman la presencia de un problema cualitativo, que tiene relación con deficiencias en los procesos ejecutores de las viviendas sociales, que se traduce finalmente en una carencia de calidad de los elementos que conforman las viviendas sociales en Chile, específicamente en la quinta región.

Durante el proceso de investigación se confirmó con las autoridades responsables de los proyectos de vivienda social en Valparaíso (personal profesional de Entidad Patrocinante de Valparaíso S.A), que entre los elementos que se perciben con procesos ejecutores carentes de planificación, se encuentran las escaleras. Junto con los otros registros de testimonios expuestos en los medios de beneficiarios de viviendas sociales DS49, ha sido posible obtener evidencia del problema asociado a las escaleras de viviendas sociales. Posterior a la revisión de las normas relacionadas y documentos asociados como el MANUAL CORMA, se obtiene que el foco de atención desde el punto de vista normativo está puesto en las escaleras de edificaciones de mayor envergadura, sin embargo, tanto la vivienda social como la vivienda unifamiliar en Chile, desplaza la atención del diseño y otras consideraciones ligadas a la construcción de las escaleras de este tipo de inmuebles. Posterior a la visita de distintas viviendas sociales en la quinta región, ubicadas en Quillota, Valparaíso y Peña Blanca, se identificaron factores que se reiteran al momento de registrar los distintos aspectos en el levantamiento de escaleras para cada uno de los casos. La materialidad se ve afectada en la mayoría de los casos por las dimensiones de los componentes frente a lo que se contempla como solución, considerar procesos de prefabricación e industrialización para el desarrollo de los componentes de las escaleras en las viviendas sociales. A partir de lo anteriormente mencionado, se adopta como caso de estudio al conjunto habitacional de 70 viviendas sociales DS49, denominado LOS NARANJOS III, ubicado en la localidad de Peña Blanca.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta de escaleras prefabricadas para un proyecto de vivienda social.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Diseñar una escalera de interior, para un proyecto de viviendas sociales.
2. Desarrollar un manual esquemático de armado e instalación de la escalera propuesta.
3. Desarrollar un presupuesto del producto final, del proyecto de escaleras prefabricadas para vivienda social.

1.3. Alcances del proyecto

- En lo que a tipología de escaleras se trata, las soluciones diseñadas contemplarán escaleras de tramo recto con un cuarto de arranque.
- Otras tipologías son descartadas para el proyecto propuesto.
- El proyecto propuesto, se desarrollará exclusivamente para el condominio de viviendas sociales LOS NARANJOS 3, ubicado en la localidad de Peña Blanca y proyectos habitacionales de interés social, cuyas viviendas compartan tipología y características con aquellas que forman parte de LOS NARANJOS 3.

2. Marco teórico

2.1. Escaleras

2.1.1. Definición y concepto

Elemento o estructura que permite la movilidad de uno o más usuarios, entre dos niveles en una edificación, formado por un número definido de peldaños o escalones situados en serie en un plano inclinado, diseñado para recibir distintas cargas móviles dentro de una edificación u obra con dos o más niveles. Distintos autores y profesionales en el área de la construcción, entre los que se encuentran Ricardo Guitel, constructor civil de la Universidad Técnica Federico Santa María y Hernán De Solminihaq, Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile y autor de “Procesos y Técnicas de construcción”, promueven hasta la actualidad la definición con la que Euclides Guzmán se refiere a las escaleras, como una serie de escalones o peldaños ubicados en un plano oblicuo o inclinado a la superficie que permite circular a los usuarios entre distintos pisos o niveles de una obra de dos o más pisos. Las escaleras pueden variar su geometría, dimensiones y otros aspectos característicos del mismo elemento dependiendo de las condiciones de la obra o lugar en el que se establecen, considerando además el uso al que será destinado.

2.1.2.Elementos componentes

Para comprender y visualizar de mejor forma este elemento, es necesario entender sus elementos componentes (ver Figura 2.1). Los componentes principales de una escalera al igual que su tipología, pueden variar según el proyecto constructivo en el que se tenga contemplado establecer una o más escaleras. Una escalera es un complejo estructural, por lo que se entenderá que se compone por un conjunto de piezas de una materialidad determinada en su diseño y fijaciones que harán posible la sujeción entre los elementos que la componen. Dentro de los principales elementos que se distinguen en una escalera se encuentran los escalones (denominados también como gradas o peldaños), balaustres, zócalo y zancas (denominadas también como LIMÓN). Otros elementos presentes en la composición de las escaleras que comúnmente se ausentan o varían dependiendo de su tipología son las barandas, descanso y pilares.

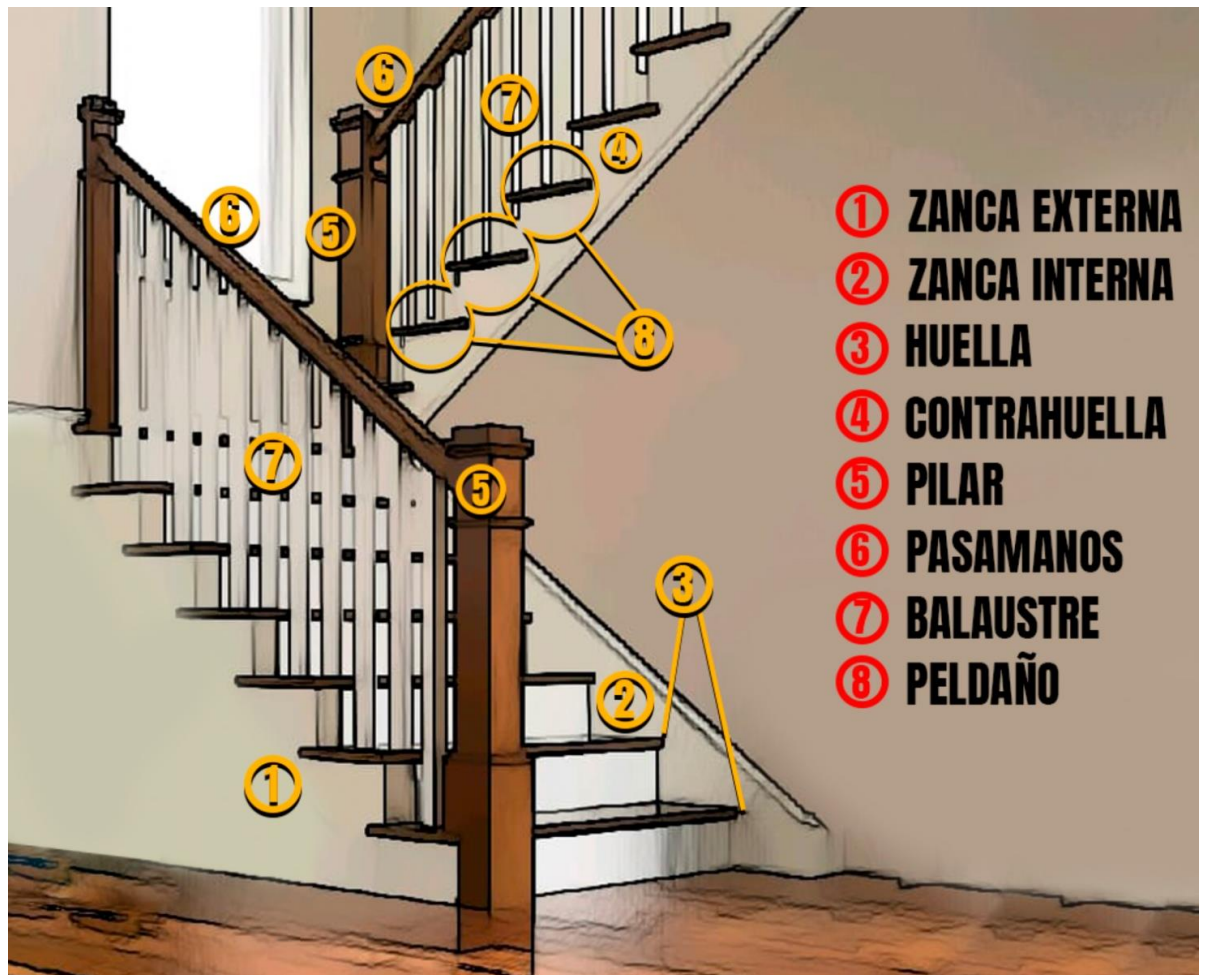


Figura 2.1 - Esquema de componentes de escaleras

(FUENTE: PROPIA, 2023)

- **Peldaño:** Denominado también escalón. Es el elemento que se sitúa en serie o de manera sucesiva, que da lugar al tramo de las escaleras. En general, se encuentra ubicado entre dos extremos fijos que pueden ser limones, muros o ambos. Un peldaño se conforma de dos partes, la huella y contrahuella.
- **Huella:** Parte del peldaño situada en el plano horizontal que recibe las cargas móviles.
- **Contrahuella:** Parte del peldaño situada en el plano vertical, que puede o no recibir las cargas transmitidas por la huella, dependiendo del tipo de escaleras.
- **Limón:** También denominado ZANCA. Corresponden a los elementos inclinados u oblicuos que dan sujeción a los peldaños, que forman una escalera. La forma y geometría y el número de zancas en una escalera se verá definida por su tipología, al igual que la gran parte de sus componentes. Es importante mencionar que existen escaleras que no consideran zancas en su diseño, en este caso, son reemplazadas por un elemento central que toma toda la longitud del tramo de las escaleras, cuya materialidad puede variar según el proyecto constructivo.
- **Balaustres:** Los balaustres corresponden al conjunto de elementos verticales que se sitúan entre la baranda y el zócalo, dependiendo de la tipología de la escalera estos se pueden ubicar de cada lado de la escalera o sólo en uno de los extremos. La materialidad de estos elementos puede variar considerablemente, dependiendo de la escalera y el proyecto constructivo que involucra esta estructura. Estos elementos suman estabilidad al usuario al momento de hacer uso de la baranda, ya que, por medio de los balaustres, es posible transmitir el esfuerzo a otros componentes de las escaleras, como es el caso de las zancas, las cuales a su vez serán capaces de transmitir las cargas de las solicitaciones al suelo.
- **Baranda:** La baranda corresponde al elemento cuya finalidad, es cerrar un espacio determinado para impedir que el usuario o persona sufra una caída. Es un elemento oblicuo en escaleras de tramo recto, que sigue el mismo grado de inclinación que el recorrido de ésta, con el fin de mantenerse junto al usuario. Dependiendo del tipo de escalera la baranda puede mantenerse o no considerada en el diseño del elemento de estudio. Existen casos en los que la baranda aísla el recorrido del usuario por la escalera, por medio de lo que se conoce como “baranda ciega”, una versión de este mismo elemento cuya geometría hace posible, que no se exponga el usuario. En lo que a barandas tradicionales se trata, estas se pueden encontrar con materialidad variada que puede o no diferir con la materialidad de la escalera.
- **Pasamanos:** Elemento longitudinal formado por una barra de apoyo que busca brindar al usuario el equilibrio necesario para circular por las escaleras.

- Zócalo: El zócalo corresponde al elemento cuyo fin es que dar lugar a la sujeción de los balaustres, en la zona inferior de los mismos. Este elemento se ubica de manera paralela a la baranda de las escaleras.

2.1.3. Escaleras y escalas

Debido a la nomenclatura es importante mencionar la diferencia entre escalera y escala. La primera mencionada se diseña en base a la geometría de una vivienda o edificación. A diferencia de ésta, la escala ubica sus gradas de manera perpendicular a la superficie. El empleo de este elemento puede tomar lugar en distintos grados de inclinación según se necesite, lo que no es el caso de la escalera, que una vez definido su diseño, este pasará a ser un elemento que formará parte de la obra de manera permanente, con condiciones definidas e inclinación no variable. A esto se le pueden sumar un sin número de diferencias ligadas a las formas de producción o ejecución de cada elemento, el periodo en el que tarda cada caso en desarrollarse, entre otros aspectos. A pesar de lo anterior, su punto en común es que ambos casos son utilizados para desplazarse entre distintos niveles de una edificación u obra.

Un aspecto importante que diferencia estos dos elementos es la normativa vigente en Chile. Mientras que la escalera se encuentra en gran parte normada por la NCh 3509/3 del 2019 y la OGUC, las escalas cuentan con la NCh 351/3 of 2002. Las escaleras corresponden a elementos oblicuos fijos, cuya materialidad y geometría varían en función del diseño arquitectónico y de la superficie de ocupación, tienen mención en distintas normas chilenas de la construcción, como es el caso de las referentes a madera o a barandas, sin embargo, se puede percibir un aspecto que la normativa chilena que actualmente se conoce como aquella que más representa a las escaleras, no aborda y esto debido a que si bien contempla aspectos normativos para escaleras en edificaciones de u obras de mayor magnitud, el documento mantiene ausente los aspectos normativos para escaleras de vivienda social. Del mismo modo, en la Ordenanza General de urbanismo y construcción, no es posible identificar con claridad a las escaleras en viviendas unifamiliares, a pesar de que existen aspectos normativos que se establecen para ambos tipos de escalera.

Editores de ARQYDOM (especialistas en la gestión de permisos de edificación y regularización de proyectos) afirman que en general no existen exigencias normativas para la pendiente de escaleras en viviendas unifamiliares u otro tipo de edificaciones aparte de las que se abordan en la Organización General de Urbanismo y Construcciones, que son las escaleras auxiliares, en locales escolares, teatros y de evacuación en edificaciones. Aún con lo anteriormente mencionado, existen otros documentos que instruyen sobre los aspectos dimensionales de las escaleras, haciendo referencias a la OGUC y a otras normas chilenas, como es el caso del MANUAL CORMA.

2.1.4. Cálculos de las escaleras

La cantidad de escalones en una escalera se obtendrá a partir del cociente entre la altura total situada entre el piso y el cielo, y la altura de la contrahuella. El valor obtenido en caso de que se obtenga una cifra decimal se deberá redondear siempre hacia arriba.

$$\frac{(\text{h total del nivel de la vivienda})}{\text{h contrahuella}} = \text{N}^\circ \text{ de escalones.}$$

Ecuación 2.1 - Para determinar número de escalones o peldaños en una escalera.

Para calcular la altura de la contrahuella se divide la suma entre la altura total situada entre el piso y el cielo, y el número de escalones o peldaños.

$$\frac{\text{h+nivel de la vivienda}}{\text{N}^\circ \text{ de escalones}} = \text{h de la contrahuella}$$

Ecuación 2.2 - Formula para determinar la longitud de la contrahuella

$$(2 * \text{h contrahuella}) + (1 * \text{ancho de a huella}) = \text{Ancho de la huella}$$

Ecuación 2.3 - Formula para determinar ancho de la huella, por François Blondel

Una vez obtenida la información anterior, se debe calcular el ancho de huella, aplicando la formula Blondel desarrollada el s. XVIII, cuyo nombre se definió por el arquitecto francés Jacques François Blondel.

2.1.5. Aspectos normativos

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, se refiere a las exigencias para los siguientes tipos de escaleras:

- Evacuación
- Auxiliares
- Locales escolares
- Teatro y locales de reuniones

Sin embargo, se han adoptado consideraciones de escaleras de inmuebles de mayor magnitud igualmente válidas para las viviendas unifamiliares.

BARANDAS:

Con respecto a las barandas, la Ordenanza General establece que deberán resistir en cualquier punto de su desarrollo una carga horizontal de mínimo 50kg/ml. En lo que a su altura se refiere, define que la altura mínima de las barandas y pasamanos en las escaleras deberán ser de 95cm medidos en vertical desde el borde de la huella hasta la cara superior de la baranda.

PELDAÑOS:

En el artículo 4.2.11 de la OGUC, se indica respecto a las escaleras de evacuación, que los peldaños deberán tener un ancho de huella mínimo de 28 cm en proyección horizontal y una altura de contrahuella que se deberá establecer entre los 13 y 18 cm. La norma deberá cumplirse en cada peldaño que forme parte de una escalera de evacuación. La OGUC establece respecto a los peldaños de las escaleras, que las siguientes dimensiones (ver Figura 2.2) serán las mínimas para el ancho de las escaleras, huella y contrahuella.

- Ancho libre mínimo= 80cm
- Fondo huella en proyección horizontal= 28cm
- Altura máxima de contrahuella= 17cm

La Ordenanza General indica en el artículo 4.2.16 que, para escaleras auxiliares permitidas en proyectos de rehabilitación, los peldaños tendrán una huella cuya medida no deberá ser menor a 21 cm, con una contrahuella que no supere los 20 cm. Los tramos de este tipo de escaleras deberán ser rectos.



Figura 2.2 - Esquema de medidas establecidas por la OGUC

(FUENTE: PROPIA, 2023)

En lo que a locales escolares y/o estudiantiles se trata, la OGUC establece en el artículo 4.5.10, que los tramos de la escalera principal entre 2 pisos deberán ser de tramo recto, los peldaños deberán ser separados por 1 descanso mínimo para más de 16 gradas. Junto con lo anterior, la Ordenanza establece que las gradas tendrán una altura de máximo 18 cm, con una huella de proyección horizontal que no superará los 26 cm.

La Ordenanza General establece en el artículo 4.7.5 que deberá haber un máximo de 16 gradas por tramo en escaleras para teatros y reuniones locales. La altura de las gradas no deberá ser mayor a 16 cm y su ancho inferior no deberá superar los 30 cm.

Balaustres:

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, define que el espacio mínimo entre los balaustres no deberá superar los 125mm.

Reglamento para diseño de medios de circulación vertical en edificaciones. Decreto 361 – 15. Título 2, capítulo 2.

Presencia de escaleras en edificaciones:

El artículo 5 del capítulo 2 del Reglamento para diseño y medios de circulación vertical, establece que “Toda edificación con más de un nivel de piso, deberá ser provista de las escaleras o rampas pertinentes, independientemente de que cuente con medios de circulación mecánica, que permitan comunicar los diferentes niveles de piso, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el presente Reglamento; así como, cualquier otro Reglamento vigente que le sea aplicable. Estas escaleras podrán formar parte de los medios de egreso o de emergencia, siempre que cumplan adicionalmente con las disposiciones establecidas en el Reglamento de Seguridad y Protección contra Incendios, que les sean aplicables.”

Planimetría de circulación vertical en edificaciones:

El artículo 6 del capítulo 2 del Reglamento para diseño y medios de circulación vertical, establece que “Los planos de los proyectos de edificaciones deberán contener los detalles constructivos de todos los elementos que componen los medios de circulación vertical, tanto en planta como en secciones, que muestren claramente las pendientes, dimensiones, detalles estructurales y cualquier otra información importante para la correcta interpretación de dichos medios.”

Cumplimiento de medios de circulación vertical con la norma y reglamento:

El artículo 10 del capítulo 2 del Reglamento para diseño y medios de circulación vertical, establece que “Todos los medios de circulación vertical deberán ser inspeccionados de acuerdo con lo establecido en los planos y en las especificaciones, los cuales deberán estar en correspondencia con lo estipulado en los Reglamentos “

Materialidad empleada en escalones:

El artículo 32 del capítulo 2 del Reglamento para diseño y medios de circulación vertical, establece que “Los materiales utilizados para la construcción de los escalones deberán garantizar su durabilidad y resistencia a impactos debidos al transporte de mobiliario”

Descanso de escaleras:

El artículo 34 del capítulo 2 del Reglamento para diseño y medios de circulación vertical, establece que “Los descansos de las escaleras, tanto principales como secundarias, deberán tener una profundidad mínima equivalente a la del ancho libre del tramo de la escalera”

Art. 35: “El escalón contiguo al descanso de la escalera no deberá sobresalir por fuera del área del descanso.”

Aspectos reglamentarios de las escaleras identificados en la norma NCh 3509/3 Of.2019.

Este documento con vigencia legal, entrega los principios generales para coordinar las dimensiones de las escaleras de interior y las aberturas en edificaciones residenciales, comerciales, oficinas, edificaciones de uso institucional, entre otros tipos de edificación. Sin embargo, es importante mencionar que aun cuando es la norma más representativa de las escaleras a la fecha, esta omite en una gran parte las condiciones de las escaleras en viviendas unifamiliares, por lo que los aspectos, medidas y otras características normativas sobre las escaleras indicados aquí, no son compatibles con la presentada en el presente documento. Los tamaños referidos a las escaleras y las distancias indicadas corresponden a dimensiones de tamaños residenciales. Dentro de la misma norma se indica que al ser dimensiones nominales, será el fabricante y/o ejecutor quien deba especificar el espesor de las juntas, para adaptarlas a las aplicaciones en la instalación de la escalera.

La norma define en el apartado de coordinación de dimensiones horizontales, que las distancias horizontales entre los planos deben ser múltiplos de 3 en primera instancia y múltiplos de 1 como segunda preferencia. Del mismo modo, indica que las distancias verticales entre los planos de coordinación (Plano de referencia en que un componente está

coordinado con otro componente), deben ser múltiplos de 1M. Las siguientes tablas del punto 5, se refieren a los tamaños preferidos para escaleras y sus respectivas aberturas.

Altura piso a piso	Contrahuella	Huella
28 M	1,7 M	2,8 M
30 M	1,65 M	2,8 M
35 M	1,7 M	2,8 M

Tabla 2.1 - Tamaños preferidos para escaleras – Nch 3509/3 Of.2019

Altura piso a piso	Ancho de abertura (+ escalera de escape)	Longitud de abertura (+ escalera de escape)
28 M	18 M (+3 M)	39 M (+9 M)
30 M	18 M (+3 M)	42 M (+9 M)
35 M	18 M (+3 M)	45 M (+9 M)

Tabla 2.2 - Dimensiones preferidas de aberturas para escaleras - Nch 3509/3 Of.2019

2.1.6. Clasificación de escaleras

Las escaleras pueden variar según su materialidad, número de tramos, geometría, diseño, producción, entre otros aspectos. El número de tramos de una escalera se encuentra definido por la longitud del recorrido, la distancia entre los niveles de la obra en la que se situará, la arquitectura tanto de la escalera como del proyecto constructivo y el proceso de ejecución o construcción de la estructura de la que la escalera formará parte. Los tramos se pueden encontrar separados por descansos, que corresponden al peldaño de mayor superficie que se encuentra en la entrega del primer tramo y el arranque del segundo tramo en una misma escalera. Una solución que se ha brindado en sustitución al descanso, son las gradas o peldaños compensados, habitualmente denominados escalones en abanico en el área de la arquitectura. Del mismo modo, los descansos también pueden establecerse con una separación mediante una separación simétrica denominada escalón intermedio en descanso.

Geometría de escaleras:

Actualmente es posible identificar distintos tipos de escaleras según su geometría. El paso del tiempo ha dejado ver cómo la geometría de las escaleras se adaptaba de acuerdo con la necesidad del entorno del que forma parte o bien, según las decisiones de quienes invirtieron en la implementación de este tipo de elementos tanto de interior como de exterior, aumentando así su complejidad en su arquitectura, diseño y sus procesos constructivos. Dentro de esta clasificación se pueden identificar la escalera de caracol, la escalera tradicional o cuadrada, la escalera curva, recta, entre otras cuyas características pueden asemejarse a otras escaleras dentro de su geometría, pero que ciertamente varían en algún grado, como es el caso de las escaleras helicoidales y de ojo, las que habitualmente pueden ser confundidas con las escaleras de caracol.

Algunas de las medidas a partir de las que se define la geometría y posicionamiento de una escalera dentro de un rango predeterminado son:

- Huella
- Altura y profundidad de contrahuella
- Inclinación de la escalera
- Longitud de tramo
- Cota npt (nivel de piso terminado)
- Cota de nivel superior



Figura 2.3 - Esquema de clasificación de escaleras

(FUENTE: PROPIA, 2023)

2.1.7.Actualidad en el Mercado

En el mercado de la prefabricación, se pueden identificar distintas empresas dedicadas a la prefabricación de escaleras en distinta materialidad. Dentro de los productores actuales de escaleras prefabricadas en el mercado, se puede percibir que la complejidad del elemento variará según el segmento al que las empresas mencionadas a continuación se dirigen.

- ESCALKIT: Con 50 años de trayectoria, esta empresa de origen español se autodenomina empresa líder en la fabricación de escaleras para interiores y exteriores en España. Escalkit ofrece un amplio abanico de modelos de escaleras, cuyo diseño se ajusta a la medida de las necesidades de cada cliente de acuerdo con sus exigencias.



- ENESCA: Empresa de origen español fundada en la década de los 70's. Se especializa en escaleras prefabricadas a medida y personalizadas de acuerdo al proyecto solicitado. Enesca ofrece servicios de proyecto y montaje para el desarrollo e instalación de las escaleras.



- RFServies: Empresa de origen español de escaleras, barandas y marquesinas. En su galería de proyectos, destacan sus escaleras, las que se diferencian en el mercado por sus múltiples diseños que mantienen la funcionalidad y la seguridad para el uso del elemento.



- Straight up stairs, es una empresa de carpintería que destaca en el mercado de Temeluca Valley (USA) por su servicio de restauración de escaleras. Los productos terminados de esta empresa buscan modernizar escaleras particularmente antiguas, aplicando distintos diseños que se adapten a la geometría principal de la escalera y de la vivienda, innovando en sus respectivos procesos constructivos. La percepción del mercado frente a Straight up Stairs es en general positiva debido al resultado de sus labores. Jefferson Ave Murrieta, uno de los clientes de Satraight Up Stairs, afirma que: "First I would like to attest to the quality of their work. They are true artisans. The carpentry they do is phenomenal. They pay the closest attention to every detail of the job, and the results are spectacular."



- PASTENE Y COMPAÑÍA LTDA. Empresa en Chile, fundada en 1994 con el fin de brindar servicios al área de la construcción con componentes de madera ornamental, PASTENE se distingue en el mercado como una de las empresas especializadas en escaleras de madera. Destaca entre sus logros, las escaleras de las oficinas de Mckenzie en la región metropolitana (ver Figura 2.4).



Figura 2.4 - Escaleras de las oficinas de Mckenzie en la Región Metropolitana - Escaleras Especiales

(FUENTE: PASTENE Y CIA LTDA 2012)

- ESCALIMETRO LTDA. Fundada el 2011, se presenta como una empresa en Chile, especializada en todo tipo de escaleras de madera para particulares y construcción en serie. Sus instalaciones se encuentran en la región metropolitana. Los especialistas de ESCALIMETRO indican que la materialidad empleada para cada escalera varía según el entorno, la medida de la huella según el cliente y la forma solicitada según el inmueble en el que se instala. Escaleras de concepto minimalista (ver Figura 2.5) y escaleras Caracol con algunos de los productos que ofrecen en su catálogo.



Figura 2.5 - Escalera con descanso de dos tramos con zanca divisora de terciado estructural con cavidad de apoyo para peldaños – CATAGOLO DE PRODUCTOS

(FUENTE: ESCALIMETRO LTDA 2018)

2.2. Prefabricación

La real academia española define “prefabricación” como aquella construcción formada por partes fabricadas previamente para su montaje posterior. La prefabricación corresponde a un sistema de construcción que se basa en la producción de uno o más elementos desarrollados fuera de su zona de instalación. Los elementos prefabricados se transportan desde un proveedor o taller determinado a su zona de montaje, donde se instalarán o establecerán de manera definitiva. Los elementos prefabricados tienen la particularidad de ser desarrollados de acuerdo con las necesidades del elemento y el complejo estructural al que pertenecerá un elemento prefabricado.

2.2.1. Prefabricación e industrialización

La industrialización corresponde a la producción de bienes en masa a partir de la aplicación de distintas tecnologías que permiten el desarrollo de procesos productivos más eficientes. Un proceso industrializado se refiere a la serie de procesos o procedimientos ejecutores que colaboran de manera complementaria para la fabricación de múltiples unidades de un bien en particular, contribuyendo además a mantener las características de los bienes producidos de manera uniforme. En el área de la construcción uno de los métodos de producción relacionados con la industrialización que sobresale en lo que a innovación se trata es la prefabricación, es importante tener en cuenta que este último concepto corresponde al proceso mediante el cual se opta por desarrollar uno o más elementos fuera de obra para posteriormente incorporarlos a la misma. El desarrollo de un elemento prefabricado puede tener lugar tanto en taller como in situ, ya que lo que define el hecho de ser prefabricado es únicamente que el elemento ya se encuentre desarrollado y listo para instalarse o montarse al momento de ser integrado en la obra, sin la necesidad de considerar los esfuerzos y atención que requiere la el desarrollo y producción del bien de manera tradicional, esfuerzos que en muchos casos se opta por derivar a otros responsables que son capaces de garantizar la calidad del producto a montar.

2.2.2. La industrialización en la vivienda en Chile

La industrialización de la vivienda en Chile tiene lugar en la década de 1940. La empresa DESCO S.A. (aún vigente), deja a su paso una de las obras pioneras en la prefabricación de viviendas, la CASA CEDESCO, uno de los productos que DESCO ofrecía indicando que estaría lista para “ser producida y montada a pedido”. Para 1953 DESCO había creado una empresa de paneles prefabricados de hormigón, nombrada CEDESCO, donde se construyen 1.100 casas prefabricadas. El mismo año (1953) surge CORVI (Corporación de la vivienda), uno de los gestores de proyectos habitacionales más importantes en la historia de Chile, responsable de la construcción y financiamiento de viviendas en Chile, abriendo paso a importantes proyectos habitacionales, como la vivienda 197, c36 y COLECTIVO 1020. A pesar de su potencial, la corporación de la vivienda tuvo su término en 1975. Para ese año la CORMU (Corporación de mejoramiento urbano había surgido para ser considerado como el sucesor de CORVI). En 1972, tres años antes de que finalizara CORVI, surge la KPD, una empresa de origen soviético cuyas siglas en español significan “Edificación de grandes Paneles” pasó a ser una de las empresas que destacaron por su agilidad en la ejecución de edificaciones a partir de la prefabricación, la empresa se estableció en Chile como una donación de la URSS (unión soviética) por acuerdos de cooperación y asistencia tecnológica a Chile, posterior al

terremoto de 1971, que en ese entonces se encontraba bajo el alero del gobierno de Salvador Allende, quien contempló a las viviendas KPD como la oportunidad para fomentar el desarrollo de las viviendas sociales en Chile.

2.2.3. Actualidad en mercado.

En el siguiente apartado, se mencionará algunos de los productos que destacan ser producidos e ideados con prefabricación y otros medios industrializados que se encuentran actualmente disponibles en el mercado en el segmento de la construcción.

Paneles SIP:

A lo largo de los años, la estructura de los paneles compuestos o tipo sándwich siempre se ha basado en la misma configuración. El uso de paneles compuestos se ha incrementado debido a la necesidad de la industria de la construcción de un producto con un peso específico relativamente ligero, que además ofrezca altos valores de aislamiento térmico y facilidad de instalación. Los paneles SIP se presentan como una alternativa constructiva innovadora capaz de hacer frente a las exigencias estructurales y las necesidades de habitabilidad presentes en la sociedad. Mediante los estos documentos es posible obtener un claro análisis de la información obtenida, en la que se da a conocer el contraste entre las viviendas SIP y las edificaciones tradicionales, cuya energía contenida por procesos de construcción representa cerca del 1.7% de la energía contenida y mientras que el total de energía contenida representa el 11% de la energía del ciclo de vida total de las viviendas, el remanente 89% representa la energía de operación. Se observa que las viviendas con paneles SIP generan cifras cercanas al 60% en ahorro en demanda energética, comparadas a las viviendas de mampostería.

Los paneles SIP (structural insulated panel), son un tipo de paneles autoportantes, estos elementos están formados por 2 chapas exteriores y un núcleo compuesto por material aislante. Tienen una duración mínima de 20 años dependiendo de las condiciones ambientales. Para las chapas o cubiertas se utiliza habitualmente planchas de OSB, mientras que para el centro se puede emplear espuma aislante o múltiples alternativas materiales similares que tengan las mismas propiedades físicas para mantener la identidad de este elemento constructivo. En ambientes salinos u otras condiciones de clima más hostiles pueden sufrir alteraciones suficientes para reducir considerablemente su expectativa si no se lleva a cabo una mantención adecuada. Para el año 2020 se observó gran interés en emplear esta solución en países como EE. UU. Canadá y Chile. Especialistas afirman que los beneficios de emplear paneles SIP marcan una fuerte tendencia de lo que podría ser un personaje en la construcción de viviendas con una fuerte presencia. Entre los factores a favor que presenta el empleo de este material se puede destacar su capacidad de adaptación geométrica, sus propiedades aislantes (tanto en el ámbito térmico como acústico), simplifica procesos constructivos varios, entre otros. Este elemento surge a partir de la necesidad de tener construcciones más rápidas con una calidad considerable. Esto se ve envuelto en un contexto en el que las edificaciones tradicionales presentan un alto gasto energético y, en consecuencia, un alto impacto ambiental.

A 50 años se midió el ciclo de la vivienda SIP. A partir de lo observado se obtuvo que el gasto de energía predominante se encontraba en el operacional, seguido de la energía contenida material y por último la energía contenida constructiva, la que por las cifras indicadas resulta ser considerada casi insignificante. De manera reiterada se ha mencionado que el gasto de energía es directamente proporcional a la magnitud de la

vivienda. Actualmente (2023) existen múltiples empresas que ofrecen soluciones constructivas o proyectos con paneles SIP en Chile, MEGAPANEL, MIRAARQUITECTOS y PROSIP, MONOPLAC son sólo algunas de las empresas que se distinguen en este segmento de mercado de la prefabricación aplicada a la construcción.

Prelosa de hormigón tensado:

HORMIPRET es una empresa en Chile que desarrolló una losa pretensada, que se adapta a todo tipo de edificaciones de acuerdo con su uso y dimensiones. La losa pretensada recibe el nombre de PRELOSA y consiste en un elemento prefabricado de hormigón pretensado diseñado para resistir grandes sobrecargas y luces. Los responsables de HORMIPRET aseguran que hay múltiples ventajas en contraste al sistema tradicional de fabricación del mismo tipo de elemento. Entre las ventajas que se distinguen de su producción es su carácter industrializado, que se traduce en agilidad, en términos de eficiencia y precisión del producto final, contribuyendo además a la reducción del hormigón empleado en contraste con métodos constructivos más tradicionales. Las losas pretensadas de HORMIPRET se fabrica sobre bancos de tesado, es decir de estiramiento de acero en hormigón con el objetivo de pretensar la estructura que dará lugar al producto final. Para el vaciado de hormigón se utilizan casetones de poliestireno expandido.



Casa -G:

Masisa S.A, una de las empresas de origen chileno especializada en madera, publicó en julio del 2021 a CASA-G, un sistema de manufactura automatizada dirigida a la vivienda popular. Con el desarrollo de este proyecto, Masisa define un proceso capaz de reproducir una vivienda social completa en una serie de placas MDP de 20mm con revestimiento melamínico, que les otorgan debido a las características materiales, propiedades de aislación tanto acústicas como térmicas. La fabricación digital ha sido el camino electo para la producción de este proyecto, que consiste en cortes industriales de 1,20x2,40m en una mesa de manufactura CNC- ROUTER, que recibe y plasma el diseño paramétrico de los múltiples componentes, efectuando los cortes, ranuras y rebajes de acuerdo al diseño contenido en el G-CODE del equipo CNC- ROUTER.



Ladrillo Bee-brick:

Green & blue es una empresa constructora que se dedica al estudio de diseño y arquitectura de sus productos. Entre los que se distingue BEE BRICK, que son ladrillos de arcilla con orificios para abejas que buscan replicar el hábitat natural de las mismas. La fabricación de este producto surge a raíz de fomentar su carácter sustentable y sostenible, utilizando residuos de arcilla para fabricar el 65% de estos ladrillos. Los responsables de Green & blue afirman que las edificaciones deben retribuir algo al resto de la diversidad y no debe limitarse a ser funcional exclusivamente para los humanos. Actualmente esta empresa desarrolla distintos formatos del mismo producto.



2.2.4. Escaleras prefabricadas

Dentro de los referentes tecnológicos en el mercado de prefabricación en hormigón, TENSOCRET destaca por el desarrollo de distintas líneas de productos que se ofrecen un abanico de opciones que aportan a la industrialización en el área de la construcción. Es el caso de ESCALERAS, MUROS, LOSAS, PANELES, BALCONES y ELEMENTOS DE FACHADA PREFABRICADOS.



Los responsables de TENSOCRET afirman que las escaleras prefabricadas son la mayor muestra de versatilidad entre sus productos. Son fabricadas a medida a cada proyecto para responder a las necesidades y requisitos estructurales necesarias.

El director de TENSOCRET afirma: “En nuestra planta de prefabricados contamos con sistemas de calidad y mejora continua, aplicados a todas nuestras líneas productivas y con procesos de curado a vapor que nos permiten obtener un alto índice de productividad y elementos con una óptima calidad y nivel de terminación. Nuestros elementos se fabrican a medida para cada proyecto y brindan una solución rápida, resistente y segura.

Con la incorporación de las escaleras prefabricadas se disminuyen notablemente los tiempos de construcción y se logra un ahorro considerable en mano de obra y residuos. La incorporación de estos elementos prefabricados cobra un rol fundamental en la reactivación del rubro post pandemia ya que permiten mejorar y recuperar plazos, mantener menor cantidad de gente y distanciamiento en la obra”.

2.3. Vivienda unifamiliar

De acuerdo con el artículo 1.1.2 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones define a la VIVIENDA UNIFAMILIAR, como aquella destinada a la residencia de una familia con salida independiente a una vía de acceso público. En otros registros y plataformas de arquitectura y construcción se definen como aquellos inmuebles en los que habita una sola familia, a partir de lo que se debe distinguir distintas variantes de la misma, como es el caso de viviendas pareadas, aisladas y adosadas. Las viviendas pareadas que corresponden a aquellas viviendas unifamiliares que se encuentran en contacto desde su exterior, pero que su interior se encuentra dividido de modo que brinda a cada familia su privacidad. entre viviendas colectivas y multifamiliares. Las viviendas aisladas por otro lado corresponden a aquellas en la que la totalidad de la estructura se destina a una misma familia, sin entrar en contacto con otras viviendas o familias. Por otro lado, las viviendas unifamiliares adosadas, son aquellas que, si bien brindan espacios independientes a sus usuarios, tiene lados perimetrales comunes con las viviendas contiguas, por lo que en ocasiones puede compartir espacios exteriores de la propiedad. Las viviendas multifamiliares se distinguen o diferencian de este tipo de viviendas, debido a la capacidad de ocupación que tiene y varía en lo dependiente de sus accesos. Debido a que en viviendas unifamiliares como se indicó anteriormente, tienen un acceso y circulación dentro del inmueble que es independiente. Mientras que las viviendas multifamiliares son aquellas en la que la construcción, que puede ser horizontal o vertical, se encuentra dividida en múltiples unidades de vivienda que comparten espacios comunes. Así mismo dentro de la clasificación de viviendas se pueden identificar otros tipos, como es el caso de las viviendas colectivas, que comparte algunos aspectos con la vivienda multifamiliar, diferenciándose

principalmente en el alto impacto ambiental por la que la vivienda unifamiliar puede llegar a tener, como es el caso de edificaciones.

2.4. Aspectos generales de la vivienda social en Chile

En 1948, el derecho de vivienda fue reconocido por primera vez en Chile en la declaración en los derechos humanos. La condición de una vivienda implica una parte importante de las necesidades básicas del ser humano. Se puede observar, por ejemplo, que en la pirámide de Maslow las necesidades relacionadas a una vivienda básica se encuentran al principio, como parte de los fundamentos de las necesidades humanas.

La vivienda social tuvo múltiples antecesores que respondieron al propósito de dar abrigo a los más vulnerables, haciendo un paso por los cuartos redondos, conventillos, entre otros. La evolución de la vivienda social se basó en acontecimientos políticos como el golpe de estado, fenómenos sociales como la migración de campesinos a la ciudad y desastres naturales como es el caso del terremoto de 1906, año en el que el concepto de vivienda social alcanza su formalidad con la promulgación de la ley para la creación de consejos de habitaciones obreras, el terremoto de 1928 en Talca, la creación de la CORVI en 1947 o el terremoto de 1971 en la zona central de Chile. A partir de esto, la vivienda social se vio enfrentada a un constante déficit, haciendo de esta un elemento crucial para los millones de familias que han sido beneficiadas por este tipo de inmuebles. Para 1990 la escasez de viviendas sociales se consideraba como uno de los problemas más urgentes del país. Frente a la presión pública, en un acto de prisa por paliar el problema de la escasez a vivienda, la ejecución de los proyectos debió tomar medidas austeras, lo que se tradujo en las condiciones materiales y su ejecución, que fueron en múltiples casos motivo de descontento de los beneficiados. Actualmente la integración social de este tipo de viviendas, son reguladas por el Ministerio de Urbanismo (MINVU) desde 1965. El subsecretario de MINVU (Guillermo Rolando), indica que para fines del 2021 se sumarían 135.000 nuevas viviendas sociales en el territorio nacional. El desarrollo de la vivienda social en Chile evolucionó con el paso de organizaciones que fueron fuertemente influyentes en el desarrollo de proyectos habitacionales, como es el caso de la Corporación de la Vivienda (CORVI), la Corporación de mejoramiento urbano (COMRMU) y la KPD, organización que se establece en Chile por motivos de asociación con la URSS. La totalidad de los organismos antes mencionados desarrollaron importantes avances en materia de vivienda en el territorio nacional. Las obras que se mantienen vigentes en la actualidad producto de estos organismos, son hoy en día considerados patrimonios nacionales.

La OGUC (Organismo de urbanismo y construcciones) define vivienda social como una vivienda económica de características técnicas austeras, que no supera los 400 UF en su valor de tasación. Es importante mencionar que la excepción en este caso será los condominios de viviendas sociales, los cuales podrán superar hasta en un 30% al máximo del valor de tasación al que se ven restringidas las viviendas sociales. Es así como Chile busca entregar a las familias subsidios habitacionales para permitir la construcción, compra y arriendo de una vivienda. El acceso de las familias a un fondo solidario para la elección de una vivienda depende del porcentaje de vulnerabilidad de cada postulante, junto con otros factores como el grado de discapacidad, cabe mencionar que los aspectos considerados no son mutuamente excluyentes. Frente a la creciente demanda habitacional en el país, se han implementado distintos programas de integración social, entre los que destaca actualmente el D.S 19. El Fondo solidario

de elección de vivienda D.S49 permite la compra y/o la construcción de una vivienda (que puede ser departamento o casa) sin crédito hipotecario en sectores urbanos o rurales.



Figura 2.6 - Esquema de subsidios habitacionales

(FUENTE: PROPIA, 2023)

2.5. Fabricación digital

Observación

“Es difícil comprender que no se hayan identificado a lo largo de la investigación, registros de la elaboración y diseño de escaleras a partir de este tipo de tecnologías, que, si bien se observa que la prefabricación de escaleras se encuentra presente en el mercado, persiguen un concepto más apegado al desarrollo de estos elementos previos a la obra, a modo de reemplazo de una unidad completa. Los procesos de prefabricación identificados señalan requerir mayor mano de obra calificada. La tecnología CNC no se ve ajena a la construcción. Así mismo, otras disciplinas que contemplan los mismos intereses, como la arquitectura, tampoco se ven ajenas a la fabricación digital. Este tipo de tecnologías son capaces de ligar distintos aspectos y especialidades que logran enriquecer los procesos de producción de elementos en la construcción.”

La fabricación digital define al conjunto de procesos de diseño y producción que, una vez integrados entre sí, tienen como finalidad la creación de un producto que podrá ser producido en masa dependiendo de los requerimientos de dicho elemento. Este concepto contempla dos etapas, el diseño asistido por computadora (CAD) y la manufactura asistida por computadora (CAM). Producir un elemento a partir de la fabricación digital es elaborar un producto desde su fase de diseño hasta llevarlo al plano real, por medio de distintos mecanismos y tecnologías ligadas al diseño industrial. Este es el caso de la impresión 3D, capaz de desarrollar elementos por medio de dos técnicas: Impresión sustractiva y aditiva.

2.5.1. Impresión 3d

Tecnología que ha permitido la elaboración de distintos elementos con técnicas y equipos capaces de producir elementos con geometría de alta precisión, a partir de un depósito material determinado o bien, a partir de una pieza o elemento cuya extracción material dará lugar al producto final. La impresión 3D puede ser de dos tipos, sustractiva y aditiva. El primer caso considera una pieza material a partir de la que se formará un elemento con un fin determinado, por medio de la extracción del mismo material. Por otra parte, se puede identificar la impresión 3D aditiva, que añade capa por capa en la producción de elementos.

2.5.2. Tecnología CNC

La impresión 3D es uno de los ejemplos más representativos de la tecnología de control numérico computarizado (CNC). Corresponde a la tecnología de producción que se compone de 3 elementos. Se denomina máquina CNC a aquella que impulsada por un motor que a su vez es controlado por una computadora que controla el movimiento del equipo o máquina al que se encuentra conectado. Por medio de esta computadora se envían datos numéricos. Toda máquina controlada por una computadora con coordenadas numéricas es una máquina CNC.

Las máquinas CNC son capaces de aumentar la precisión con la que elaboran los productos diseñados, a partir de lo que se conoce como G-CODE o CÓDIGO-G, que corresponde a las coordenadas numéricas que nutren a la máquina o equipo de la información necesaria para llevar a cabo la producción del elemento diseñado. Se puede afirmar a partir de lo anteriormente dicho, que la tecnología CNC tiene lugar entre la etapa de diseño asistido por computadora y la manufacturación del producto asistido por computadora. Es decir, en el caso de la impresión 3D, se sitúan entre las etapas CAD y CAM. Las impresoras 3D con este tipo de tecnologías pueden funcionar a partir de una amplia variedad de materiales que van desde madera a plásticos y/o metales. Los movimientos que logran este tipo tecnologías en la producción de elementos son de alta precisión que resultan imposibles de lograr de manera manual o con otros métodos de producción más rudimentarios o tradicionales.

Observación:

“Los archivos CAD, pasan por programas de preparación para equipos CNC, en el caso de una impresora 3D, son programas de laminado que convierten la información del modelo 3D y sus parámetros para su producción en códigos G, que integra las coordenadas de localización en un espacio cartesiano (x, y, z), más valores para velocidad, temperatura, profundidades y entre otros factores que dependerán del equipo utilizado. A partir de lo anterior se obtiene un producto que puede ser un prototipo, una pieza o un producto final, que puede ser lijado, imprimado y pintado, dependiendo de los requerimientos. Esta tecnología permite contar con equipos de escritorio capaces de reducir las cualidades de producción industrial a menor escala y de este modo, pueden utilizarse de forma domiciliaria para uso recreativo y/o en emprendimientos pequeños y hacer producciones acotadas, sin recurrir a la industria, a esto se le llama democratización de la producción, ya que permite hacer todo esto con menor inversión. Y llevar la producción fuera de los centros productivos.”

Las máquinas con CNC varían según el elemento a producir. El caso de la industria automotriz contempla el uso de máquinas CNC esencialmente para el ensamble de distintas piezas.

2.6. Terciado estructural

El terciado estructural, también conocido como contrachapado, es un material de construcción fabricado a base de madera y adhesivo que se encuentra dentro de la categoría de los tableros. Este material se encuentra conformado por dos o más capas o láminas de madera de un mismo espesor que se encuentran unidas entre sí por encolado y posterior prensado. Si bien es cierto que el origen de su materia prima puede variar de acuerdo a las especies arborícolas que se destinan a la fabricación de este material, en Chile se fabrica principalmente con pino radiata, debido entre otros motivos a la alta población de esta especie conífera en el territorio nacional.

2.6.1. Propiedades

El terciado estructural es un material que presenta alta resistencia mecánica a esfuerzos de flexión, compresión y tracción. Debido a su materialidad y confección funciona como aislante térmico y presenta resistencia a la humedad. Es un material elástico, pero de alta rigidez, motivo por el cual presenta bajo grado de deformación perceptible a la vista en ensayos de resistencia material. Considerar la resistencia material para estos elementos está presente en las solicitudes de los consumidores dentro de este segmento de mercado. R&R Spa es una de las empresas del rubro de la construcción más influyentes en Chile. Cabe mencionar que para la venta del terciado estructural manejan los valores de resistencia material del terciado estructural de 18 mm que logran por medio de ensayos de laboratorio. En las siguientes tablas (Tabla 2. 3 y Tabla 2. 4) se puede observar los valores de resistencia. Especialistas de laboratorio afirman que su alta resistencia se debe a la perpendicularidad de sus fibras.

Ensayo Tensión Estática (Dirección Perpendicular)			
	Densidad (Kg/m ³)	Tensión (N/mm ²)	Em(N/mm ²)
Promedio	562,23	36,74	3.953,03
Máximo	608,94	52,92	5.684,27
Mínimo	522,08	27,82	2.891,63
Desviación Estándar	31,44	7,88	803,12

Tabla 2. 3 - Ensayo a la tensión (perpendicular)- terciado estructural de 18mm

(FUENTE: R&R SPA - Especificaciones Técnicas Terciado Estructural, pág. 1. 2020)

Ensayo Tensión Estática (Dirección Paralela)			
	Densidad (Kg/m ³)	Tensión (N/mm ²)	Em(N/mm ²)
Promedio	565,91	42,34	5.149,95
Máximo	609,27	59,89	6.958,52
Mínimo	498,79	28,55	2.400,48
Desviación Estándar	35,04	10,09	1.390,48

Tabla 2. 4 - Ensayo a la tensión (paralela) - terciado estructural de 18mm

(FUENTE: R&R SPA - Especificaciones Técnicas Terciado Estructural, pág. 1. 2020)

2.6.2. Producción

El proceso de fabricación de este material involucra maquinaria capaz de obtener finas láminas de madera, las que posteriormente se adherirán una sobre otra con las fibras orientadas de manera perpendicular entre las láminas sobrepuestas. Esto se hace con el fin de fomentar la resistencia del producto final, logrando mejores resultados frente a múltiples esfuerzos. Es importante destacar que las capas de madera se encolan en números impares. De acuerdo a su fabricación y uso, se distinguen distintos tipos de terciado estructural, que se diferencian entre sí por espesor, número de capas o láminas y resistencia. Entre los principales tipos de terciado estructural se identifican el “contrachapado fino” que corresponde a tableros de poco espesor, sus aplicaciones no requieren por lo tanto la resistencia frente a grandes esfuerzos debido a que no sólo se emplea en el área de la construcción sino también en la fabricación industrial de distintos elementos que pueden tener o no relación con el área de la construcción. El contrachapado de 3 capas es otro de los tipos de terciado que se identifican en esta breve clasificación. En el área de la construcción este tipo de terciado se destina mayormente a mueblería. Contrachapado o terciado estructural, se encuentra asociado al terciado multicapa cuya fabricación involucra un número mínimo de láminas de madera para alcanzar los espesores ofrecidos en el mercado actual, entre los que se distinguen 15, 18 y 25 mm.

2.6.3. Aplicaciones y usos

El terciado estructural tiene múltiples usos que dependerán de su espesor y del área que determine emplear este material para formar parte de un proyecto de mayor envergadura o bien para la fabricación de productos predeterminados. En lo que a construcción se trata, los principales usos que se distinguen para este material son en la construcción de vigas y paneles, su aplicación en techumbres o en pisos, como recubrimiento de muros estructurales, ampliaciones y divisiones al interior de viviendas, cierres perimetrales en obras de construcción, entre otros usos. Cabe mencionar que debido a que es un material considerado habitualmente de alta resistencia mecánica y de fácil trabajabilidad, la arquitectura y el diseño industrial se ha inclinado por algunos de los formatos de este tipo de tableros, debido a la capacidad de obtener una geometría más compleja sin afectar la durabilidad del producto final.

2.6.4. Aplicación y uso en techos y muros.

Para esta finalidad se debe considerar que la separación de las fijaciones en este material se debe situar a 15 cm del perímetro y 30 cm de apoyos interiores. Será importante contemplar una separación de 3 mm mínimo entre los tableros para dar lugar a la junta de dilatación. Junto con lo anterior es importante definir el tipo de fijaciones que se emplean en los procesos ejecutores que contemplen esta materialidad en techos y muros.

2.6.5. Aplicación en pisos

Es importante que los tableros se ubiquen con las fibras que entran en contacto con la superficie de manera perpendicular a la estructura sobre la que se instala. El terciado estructural en este caso deberá contar con que se encuentren apoyados en todo el perímetro para favorecer la estabilidad de la terminación. Cuando se opta por recubrir este material con cerámica, será relevante contemplar un adhesivo diseñado para superficies flexibles debido a su comportamiento frente a las fluctuaciones de temperatura.

2.6.6. Otras aplicaciones

Desde hace algunos años, la mueblería se encuentra dotada de los beneficios del terciado estructural. Con este tipo de tablero es posible lograr no solo una mayor resistencia frente a distintos esfuerzos, también es posible simplificar en algunos casos el recubrimiento y/o terminación de estos. Cabe mencionar que, junto con la llegada de maquinaria asociada a la fabricación digital, como es el caso de máquinas de corte laser, se ha identificado también la aplicación de este tipo de material en objetos de menor dimensión que en muchos casos tienen fines decorativos.

2.6.7. Materiales asociados

Como se mencionó anteriormente, el terciado estructural pertenece a la categoría de los tableros. Dentro de esta se pueden identificar otras variedades de productos que pueden tener similitud con el terciado estructural por distintos factores, como el proceso de fabricación, la forma, entre otros.

Dentro de los materiales que se encuentran en la categoría antes mencionada se identifican los tableros OSB, MDF y MDP.

El tablero OSB corresponde a astillas de madera prensadas a alta presión y temperatura con resina. Si bien tiene propiedades equivalentes al terciado estructural, existen ciertos matices que hacen de este material distinto del contrachapado. La trabajabilidad de este tipo de tablero se ve inferior frente al terciado mencionado debido a su superficie rugosa, lo que impide la unión con otras capas o láminas de madera. A diferencia del material a comparar, el tablero OSB no presenta nudos, tienen mayor peso, presentan menos rigidez y su resistencia no es uniforme debido a la densidad variable de las astillas prensadas que lo componen.

El tablero de fibra de mediana densidad, MDF, corresponde al tipo de tablero en el que la madera se debe someter a prensa continua en calor para su fabricación. En este caso no se emplean astillas sino partículas aglutinadas de la madera con resina. Es habitual identificar este tipo de material en mueblería.

La totalidad de los tableros anteriormente mencionados en materiales asociados al terciado estructural, tienen su nombre comercial ligado a su significado en inglés:

OSB: Oriented Strandboard = Tableros de fibra orientada.

MDF: Medium Density fiberboard = Tablero de fibra de mediana intensidad.

MDP: Medium density particleboard = Tablero de partícula de mediana intensidad.

2.7. Acontecimientos relacionados al proyecto

- Mayo – 2022. El Gobierno anunció que prepara un plan de emergencia habitacional para la región del Bío Bío por déficit de 40.000 viviendas. La seremi de vivienda de la región (Claudia Toledo) tras confirmar lo anterior, afirmó también que se están desarrollando a la fecha 11.000 proyectos en la zona. Con estas medidas, se pretende dar solución habitacional a 1.500 familias. El problema señalado se encuentra en la escasez de terrenos, ya que, al no contar con mayores superficies, se analizan otras alternativas. Claudia Toledo confirma, además, que se han evaluado procesos industrializados para la ejecución de las mismas viviendas. A raíz de lo anterior, el gobierno dará inicio a un programa que buscará iniciar la instalación de viviendas en madera de alto estándar con el fin de crear una agrupación que fomente la industrialización de viviendas con estructura de madera.
- El pasado 22 de abril en Ushuaia, Argentina, la secretaria de Planificación e inversión pública, Gabriela Muñiz, confirmó que ya se están construyendo las plateas de las viviendas sociales que se ejecutarán en la ampliación del macizo KyD, señala además que se están armando vigas de fundación donde se colocará el hormigón para la construcción de plateas. El proyecto de vivienda social ha implicado habilitar todo un terreno para proceder con la construcción de los inmuebles, donde se piensa dar lugar a 94 viviendas sociales.
- El 2021 se llevó a cabo una entrevista en radio pauta con Guillermo Rolando, subsecretario del MINVU, a raíz del déficit de la calidad y ubicación de las viviendas sociales, el mandatario aseguró que para fines del 2021 habrá 135.000 viviendas sociales nuevas en Chile, cuyos estándares de calidad y locación serían mejorados. Esto debido a que la cartera mantiene un plan de gestión de suelos fiscales.

2.8. Investigaciones asociadas

En la actualidad, las escaleras han alcanzado un protagonismo importante en los proyectos de los que forman parte, debido a que se ha reconocido en distintos casos la influencia que tienen no sólo desde el punto de vista funcional para los habitantes o usuarios de un inmueble, sino también por lo relevante que resultan ser para la arquitectura de la obra construida. Distintas áreas de estudio han percibido a las escaleras como un objeto que conecta distintas aplicaciones ingenieriles, diferentes generaciones, despertando el interés no sólo de ingenieros y arquitectos, sino de diseñadores, fotógrafos, entre otras profesiones, motivo por el cual se han desarrollado distintos artículos e investigaciones que en mayor o menor grado involucran a las escaleras. Cada elemento de la escalera se puede ver modificado al momento de tomar en serio el diseño de las misma, debido a que tendrá un impacto directo sobre los metros cuadrados habitables del o los niveles que conectan y la experiencia y percepción que generarán en el cliente. En la actualidad existe una importante presencia de empresas en el mercado que al priorizar el desarrollo de este elemento han logrado superar en calidad la ejecución de las escaleras frente a la construcción tradicional de las mismas, como es el caso de su desarrollo en obra.

Entre los motivos que respaldan lo anteriormente mencionado está la falta de diseño y las irregularidades normativas cometidas al momento de desarrollar este elemento. Junto con esto, la prefabricación aplicada a la construcción ha identificado la ejecución de las escaleras como una oportunidad de mercado para sumarlas a su fuerte presencia en el área la construcción. Esto se traduce en las múltiples empresas que hoy en día (2023) ofrecen tanto en el territorio nacional como internacional a las escaleras en múltiples formatos como producto final. En este punto se pueden identificar, además, la influencia de la fabricación digital, una de las ramas de la industrialización que ha ganado renombre en los últimos años debido al desarrollo de elementos en múltiples especialidades y áreas de interés, de manera más productiva y eficiente en contraste a otros procesos de producción más tradicionales. Entre las tecnologías que aborda la fabricación digital resalta la tecnología CNC, una de las herramientas con mayor producción identificadas a la fecha, capaces de influir en distintas áreas de mercado no sólo para agilizar los procesos de producción sino para reducir las irregularidades en los mismos al punto de hacerlas imperceptibles al ojo humano, dando lugar a uno de los mecanismos de fabricación y diseño en masa más influyentes del tiempo moderno.

2.8.1. Tiempos de habitar: La escalera como mecanismo de transformación y configuración de la vivienda (2019)

AUTOR: María Belén Granja-Bastidas: Estudiante de Doctorado en la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

¿QUÉ PLANTEA?:

El desarrollo de la investigación expone la visión conceptual del recorrido y circulación en barrios de inclusión de Quito desde la perspectiva arquitectónica y de diseño. Análisis del proceso iterativo de la construcción de escaleras y medios de circulación en ciudades autoconstruidas.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Identificación modelos de escaleras estructurados en el entorno popular como elemento de adaptación a la topografía y como factor de transformación para la configuración del espacio de las viviendas y dinámicas para la habitabilidad de los usuarios.

OBSERVACIONES DEL AUTOR:

“las escaleras en la vivienda actúan como columna vertebral en la relación y funcionalidad de los elementos. En base a lo anterior, la escalera define los ritmos de crecimiento, tanto verticales como horizontales, marcando el acceso a cada una de las viviendas y, en conjunción con corredores y galerías, se define el sistema de relaciones espaciales, interiores y las relaciones con el entorno inmediato.”

2.8.2. Habitar escalonado: las escaleras de Valparaíso en la conformación del hábitat residencial de la ciudad (2014)

AUTOR: Mónica R. Telias De Mayo (Postulante del programa de magister en hábitat residencial – Facultad de Arquitectura. Universidad de Chile.)

¿QUÉ PLANTEA?:

La investigación aborda un análisis cualitativo de las escaleras en Valparaíso a partir de su morfología, uso, ocupación y otros factores incorporados desde la perspectiva del habitante a partir de sus prácticas cotidianas con las escaleras que propone identificar este elemento como un espacio situado entre el desarrollo privado y público de la vivienda.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

El autor contempla a las escaleras como un “espacio urbano de carácter público” capaz de satisfacer las necesidades colectivas e individuales de desplazamiento, conectividad y relación social en Valparaíso. Se contempla del mismo modo a las escaleras como un elemento de la vida cotidiana y como factor de identidad y expresión en Valparaíso tanto en interiores como exteriores. elemento que se sitúa entre indica en el desarrollo de su investigación el reflejo cotidiano.

OBSERVACIONES DEL AUTOR:

“Para los habitantes de Valparaíso es parte del orden y de la estructura de la ciudad trasladarse a través de escaleras, y para todos aquellos quienes residen en viviendas que están emplazadas en ellas es aún más común este elemento urbano conector en el marco de su cotidiano, ya que no sólo las utilizan para el desplazamiento y conectividad sino también son ocupadas como extensión de la vivienda”

2.8.3. Una escalera suspendida (2014)

AUTORES: Albert Samper (Arquitecto, Universidad Politécnica de Catalunya). Blas Herrera (Matemático y Geómetra, Universidad de Barcelona)

¿QUÉ PLANTEA?:

El artículo desarrollado se establece como el documento que muestra públicamente el análisis funcional, formal y estructural de la escalera helicoidal del Hotel Royal Sas.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Los autores desarrollan un análisis tanto desde el punto de vista estructural, como arquitectónico y de diseño de la escalera helicoidal, adoptando como caso de estudio la escalera del Hotel Royal Sas.

OBSERVACIONES DEL AUTOR:

“el diseño de la escalera repercute a nivel compositivo en el diseño del vestíbulo y que la decisión de colgarla se hace en consonancia con otro elemento del mismo espacio, destacando así la dualidad como motivo y orden de proyecto”

2.8.4. Los escalones del abuelo (2021)

AUTOR: Santiago de la Torre Freire (Diseñador y Fotógrafo con estudios en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.)

¿QUÉ PLANTEA?:

El autor desarrolla un ensayo inspirado en la escalera con la intención de “jugar” entre la imagen fotográfica y la imagen arquitectónica. En el documento se dan a conocer una serie de breves registros, observaciones y reflexiones desde el punto de vista arquitectónico, histórico y constructivo en base a fotografías de distintas edificaciones, focalizando la atención en las escaleras.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

A lo largo del ensayo se distinguen distintas interpretaciones de las escaleras, tanto desde el punto de vista social como ingenieril que dan lugar a la importancia del diseño y estructura de las escaleras, considerando además el efecto que estas tienen en sus respectivos usuarios.

2.8.5. Escaleras sociales de Valparaíso

AUTOR: Patricio Zavala (Estudiante tesista de ingeniería civil estructural.)

¿QUÉ PLANTEA?:

Entre las 8 iniciativas universitarias más distinguidas del 2018 se encuentra “Escaleras sociales de Valparaíso”, proyecto que propone la construcción de escaleras metálicas modulares con terrazas de mirador en cada peldaño cuyo diseño sostiene un trasfondo de unión en la comunidad de VISTA MAR en PLAYA ANCHA-VALPARAÍSO.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

La propuesta contempla una escalera modular de estructura metálica con ciertas prestaciones que buscan transmitir armonía y cercanía entre los habitantes en lo que a su diseño y arquitectura se trata. Esta escalera fue diseñada no sólo para brindar una solución satisfactoria desde el punto de vista ingenieril y social en la zona de estudio, fue también con el fin de facilitar el transporte e instalación del mismo elemento.

OBSERVACIONES DEL AUTOR:

Contemplar los principios de prefabricación con el fin de reducir la mano de obra y facilitar las labores en terreno al momento de ensamblar el elemento son factores que podrán alcanzar importantes niveles de eficiencia en procesos de ejecución de viviendas. “La idea es que cada módulo se pueda cargar entre cuatro personas y que ensamble en terreno con pernos. No se necesita maquinaria pesada ni electricidad para montar las estructuras.”

2.8.6. Propiedades físico-mecánicas de tableros terciados contruidos con especies tropicales de plantaciones para uso estructural. (2012)

AUTORES: Egresados de la Escuela de Ingeniería Forestal de Costarica: Roger Moya, Diego Camacho, Carolina Tenorio.

¿QUÉ PLANTEA?:

A raíz de una creciente producción de terciado estructural en costa rica. A raíz de un incremento en el empleo de madera de plantaciones forestales desde el 2012 se desarrolla un estudio para determinar las propiedades física -mecánicas de terciado estructural fabricado con 3 especies arborícolas distintas provenientes de plantaciones forestales para fines estructurales, dentro de lo que se distinguen 3 especies, Arborea, Mangium y GTectona randis.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

A partir de Los estudios realizados, los autores esperan registrar de manera práctica el comportamiento de la madera de cada una de las 3 especies distintas en estudio en la fabricación del tablero de terciado estructural considerando que este material será posteriormente necesario para el desarrollo de una vivienda, lo que permitirá estimar el

comportamiento estructural de la misma, considerando las diferencias identificadas en las propiedades de la especie de madera empleada para la fabricación del terciado.

OBSERVACIONES DEL AUTOR:

Las propiedades de resistencia del tablero estructural pueden variar según la especie con la que se confeccione el material. Los resultados indican que la especie *Tectona Grandis*, que presenta resistencia superior en comparación a las dos especies arborícolas nombradas anteriormente.

2.8.7. Construcción industrializada para la vivienda social en Chile: análisis de su impacto potencial. (2010)

AUTOR:

Andrea Alvarado Duffau (Economista de la Universidad de Chile)

¿QUÉ PLANTEA?:

Considerando el déficit de viviendas en Chile a raíz de la destrucción de las mismas por fenómenos y desastres naturales, se desarrolla un análisis del potencial, ventajas y desventajas económicas de la construcción industrializada en Chile para determinar el efecto e impacto de nuevas tecnologías constructivas adoptadas por el territorio nacional en los últimos años. La investigación toma lugar tanto en el territorio nacional como internacional, verificando así distintas aplicaciones en la construcción cuyos resultados han quedado a la vista traducidos en beneficios y falencias en algunos casos a partir de la implementación de viviendas por medios de construcción industrializados, particularmente a partir del desarrollo e instalación de paneles prefabricados que han permitido el desarrollo de la totalidad de una vivienda, como es el caso de los paneles SIP.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Un mayor número de componentes prefabricados se traduce en un aumento en la velocidad y ritmo de la construcción de un proyecto. Se observa que en los casos en que los procesos de industrialización se involucran a mayor grado, las construcciones agilizan sus procesos debido a que deben contemplar inicialmente condiciones de terreno, urbanización, construcción de cimientos y ensamble de los distintos componentes que confirmarán la vivienda, reduciendo partidas que pueden frenar o ralentizar el avance de un proyecto constructivo al momento de ser ejecutado. A partir de lo anteriormente mencionado es importante destacar cómo por medio de la industrialización y prefabricación es posible llevar a cabo procesos de producción de componentes de manera paralela, a diferencia de métodos más tradicionales que implican la producción de componentes y elementos de manera lineal, es decir, bajo procesos sucesivos o secuenciales en la obra.

OBSERVACIONES DEL AUTOR:

El autor en este caso destaca algunas de las desventajas, debido a que existen casos o periodos de tiempo en los que se identifica un decrecimiento en la fabricación de casas industrializadas a causa de algunos factores como la poca flexibilidad que existe al modificar el proyecto constructivo debido a la fabricación paralela de los componentes que lo constituyen, los eventuales aumentos de costo que pueden implicar el desarrollo de distintos componentes. Si bien los costos pueden reducirse, también hay casos en los que

los costos pueden tomar lugar en otros apartados y/o partidas, como es el caso del transporte, ya que al haber más elementos listos para ensamblar o instalar, requieren de una mayor demanda de transporte. Otro aspecto a considerar es que dependiendo de las operaciones que se deban hacer para instalar. El autor afirma finalmente que el ahorro de empleo y el ahorro total de costos, son los aspectos de menor ventaja de los procesos industrializados para construcción de viviendas, en comparación a los métodos tradicionales en obra.

2.8.8. Organización y utilización de los espacios comunes en la vivienda social, Valparaíso. (2014)

AUTOR:

Arraño Castro, Nasstajja Katiusk (Licenciada en Arquitectura)

¿QUÉ PLANTEA?:

Bajo la intención de comprender las necesidades y el contexto arquitectónico que impulsa el diseño del Edificio Fevero 2, se desarrolla un estudio que contempla la evolución de la vivienda colectiva en Valparaíso, especificando la vivienda social en Valparaíso para exponer el desarrollo de la arquitectura historicista en Valparaíso y la utilización de los espacios comunes en la vivienda.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Arraño señala distintos aspectos de la vivienda social, entre los que se identifica un acotado barrio histórico sobre sus orígenes y la mención de la creciente necesidad de la vivienda para personas más vulnerables a principios de 1900 por la creciente necesidad de la vivienda en ese entonces por el movimiento de habitantes desde el campo hacia la ciudad, considerando hitos históricos que arrastraron un importante déficit habitacional por la poca preparación con la que contaba la ciudad de Valparaíso para recibir un “impacto poblacional”, lo que dio lugar a una de las problemáticas que más resaltan de las viviendas sociales, debido a que la carencia de las mismas causó la formación de conventillos considerados en una gran parte de los casos como “miserables”. A lo largo de la investigación se dan a conocer distintos aspectos sobre la importancia y repercusión que históricamente tuvieron las viviendas colectivas y viviendas sociales.

2.8.9. Análisis de productividad para la implementación de unidades sanitarias prefabricadas en edificios (2022)

AUTOR: Ariel Guzmán Cornejo (Egresado de ingeniería en construcción de la Universidad de Valparaíso)

¿QUÉ PLANTEA?: El autor desarrolla un análisis comparativo de la productividad y rendimiento en el desarrollo de unidades sanitarias prefabricadas en edificios, comparando específicamente 2 tipologías con el fin de identificar una mejor distribución de los recursos para optimizar el rendimiento productivo.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

El autor desarrolla un estudio sobre los procesos de producción en unidades sanitarias prefabricadas para medir su rendimiento y comparar la productividad en el proceso de ejecución de dos tipologías seleccionadas. En el contenido de la investigación es posible identificar aspectos relacionados al vínculo entre procesos industrializados y el área de la construcción.

OBSERVACIONES DEL AUTOR:

“los módulos pueden ser diseñados y personalizados en su totalidad, como también se le puede aplicar cualquier revestimiento de porcelanato (ajustado al espacio requerido por el arquitecto/usuario), por esto es muy importante las decisiones en la primera etapa del proyecto para lograr un buen funcionamiento, la reducción de costos por roturas, y logrando un mejor diseño”.

- 2.8.10. Análisis arquitectónico de los modelos de vivienda social en Chile a través de su desarrollo en el tiempo, tomando como ejemplos de contraste dos casos actuales de Valparaíso (2015)

AUTOR:

María Asunción Abufarhue (Licenciada en Arquitectura)

¿QUÉ PLANTEA?:

María Abufarhue desarrolla un análisis arquitectónico de los modelos de vivienda social en Chile tomando distintos aspectos de esta y exponiendo las distintas formas de vivienda social en el territorio nacional a lo largo de los años. Por medio de su investigación es capaz de dar al lector un recorrido histórico sobre la vivienda social en Chile, las formas en las que se ha desarrollado y ha evolucionado, dando a conocer distintos aspectos críticos relacionados a la estructura y arquitectura de cada uno de los casos y de manera cronológica.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

El análisis desarrollado por María Abufarhue da a conocer algunas de los problemas cualitativos de la vivienda social en Chile a lo largo de los años. Señala que en algún momento se mantuvo una evolución en el diseño y arquitectura de la vivienda social en Chile y que sin embargo actualmente esa evolución se muestra estanca, hecho que arrastra múltiples falencias en la vivienda social que se traducen en problemas cualitativos de la misma.

2.8.11. El estado de la fabricación digital en arquitectura (2020)

AUTOR:

Andrea Cutrieru (arquitecta rumania certificada profesional de Revit)

¿QUÉ PLANTEA?:

Andrea Cutrieru publica un artículo el 2020 que busca dar una visión general del impacto de la tecnología en la disciplina de la arquitectura. Se refiere así a la primera casa impresa en 3D en China y el primer puente de acero impreso en 3D- La nueva estética que ofrece la fabricación digital a los procesos de construcción apuntan a ser trascendentales para un futuro próximo.

RELACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

El artículo da a conocer cuán estrecha se encuentra relación entre la arquitectura y la fabricación digital, debido a la influencia de la arquitectura, está también estrechamente relacionada con la construcción.

OBSERVACIONES DEL AUTOR:

La autora afirma que no pasará mucho tiempo antes de que esta tendencia se convierta en una herramienta fundamental en los procesos de diseño y construcción.

2.9. Acontecimientos relacionados

- Marzo - 2021: Viviendas sociales muestran numerosas deficiencias a un año de ser entregadas "...los problemas se hicieron visibles con las primeras lluvias del año pasado, 2020, esto producto del mal diseño y fabricación de estas casas, lo que se empezaron a ver daños más que evidentes como filtración en las ventanas y puertas, puedo hacer un gran resumen de todos los daños estructurales que tenemos en nuestras viviendas, el diseño de las escaleras en las casas de dos pisos, no fue el más idóneo, porque si bien es cierto que quisieron aprovechar todos los espacios, al fin de cuentas quedaron con las normas mínimas de seguridad al menos con tres puntos de apoyo.." Afirma Michael Trujillo, uno de los propietarios del proyecto afectado NORTE 3 en Llay Llay.
- Mayo - 2021: El Gobierno anunció que prepara un plan de emergencia habitacional para el Bío Bío por déficit de 40.000 viviendas. La seremi de vivienda de la región del Bío Bío (Claudia Toledo) tras confirmar lo anterior, afirmó también que se están desarrollando a la fecha 11.000 proyectos en la zona. Con estas medidas, se pretende dar solución habitacional a 1.500 familias. El problema señalado se encuentra en la escasez de terrenos, ya que, al no contar con mayores superficies, se analizan otras alternativas. Claudia Toledo confirma que se han evaluado procesos industrializados para la ejecución de las mismas viviendas.

- Abril - 2022: En Ushuaia, Argentina, la secretaria de Planificación e inversión pública, Gabriela Muñiz, confirmó que ya se están construyendo las plateas de las viviendas sociales que se ejecutarán en la ampliación del macizo KyD, señala además que se están armando vigas de fundación donde se colocará el hormigón para la construcción de plateas. El proyecto de vivienda social ha implicado habilitar todo un terreno para proceder con la construcción de los inmuebles, donde se piensa dar lugar a 94 viviendas sociales.
- 2021. Se llevó a cabo una entrevista en radio pauta con Guillermo Rolando, subsecretario del MINVU, a raíz del déficit de la calidad y ubicación de las viviendas sociales, el mandatario aseguró que para fines del 2021 habrá 135.000 viviendas sociales nuevas en Chile, cuyos estándares de calidad y locación serían mejorados. Esto debido a que la cartera mantiene un plan de gestión de suelos fiscales. “En los noventa cometimos muchos errores” refiriéndose a las decisiones tomadas en base a la ejecución de viviendas sociales, indicando además que son las viviendas desarrolladas en esa década en las que hoy se vive en hacinamiento.
- Enero - 2022: Matías Pinilla, jefe de control de calidad de Pacal S.A indica en una entrevista realizada en enero del 2022, que hay una falta importante en el desarrollo de las labores del departamento de calidad en viviendas sociales. Entre los elementos que forman parte de la vivienda social se identifica que uno de los más afectados son las escaleras, tanto desde el punto de vista constructivo como de diseño.
- Abril - 2021: Se llevó a cabo una reunión con Mario Fuenzalida en las oficinas de Serviu en la región de Valparaíso, encargado del área social y familia en la Entidad Patrocinante de la región, se discutió sobre la importancia de las viviendas sociales, señalando carencias materiales y las conductas culturales a las que tendían los beneficiarios, mencionando también la influencia de dichos factores en el desarrollo de proyectos de viviendas sociales.

2.10. Caso de estudio

Las escaleras evaluadas pertenecen al conjunto habitacional de viviendas sociales llamada LOS NARANJOS 3, ubicado en Peña Blanca, que tiene un total de 70 viviendas de las que 10 fueron evaluadas para finalmente definir 1 caso representativo para el registro fotográfico. El tipo de vivienda social identificada fue Vivienda pareada de albañilería.

El 16 de junio se llevó a cabo una visita para visualizar el caso de estudio para el proyecto de título IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE ESCALERAS PREFABRICADAS EN VIVIENDAS SOCIALES. En cada inmueble, se evaluó la escalera, se observó detenidamente las características generales de este elemento, sus uniones y se tomaron las medidas longitudinales para identificar irregulares dimensionales, para posteriormente desarrollar una cubicación a partir de la información obtenida. La escalera estaba construida en su totalidad de madera, tenía 12 peldaños. Se observó que la totalidad de estos habían sido obtenidos de un mismo elemento, madera cepillada de 2". En lo que a la longitud se refiere, los peldaños variaron en décimas. Los elementos de tope o fijación que se encontraban bajo cada peldaño también variaban con respecto a los peldaños que sostenían, superando el elemento de tope

notoriamente a las medidas de ancho en la totalidad de los peldaños. Para cada vivienda se reiteraban las mismas fallas, a partir de lo que se puede creer que la totalidad de las escaleras las hicieron bajo la responsabilidad de las mismas manos.

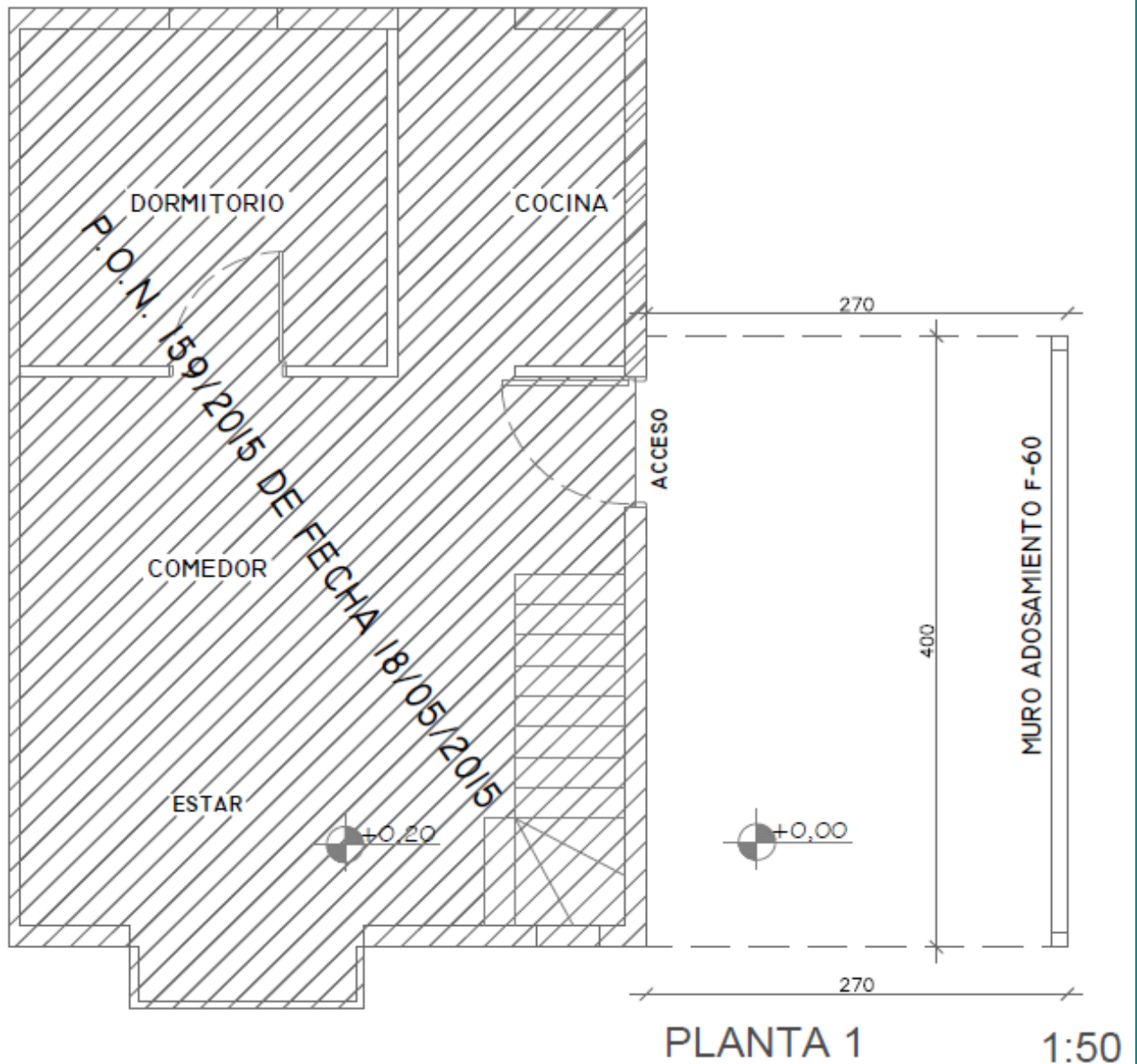


Figura 2. 7 - Vivienda social tipo - LOS NARANJOS III, PEÑA BLANCA

(FUENTE: ENTIDAD PATROCINANTE DE VALPARAÍSO SpA)

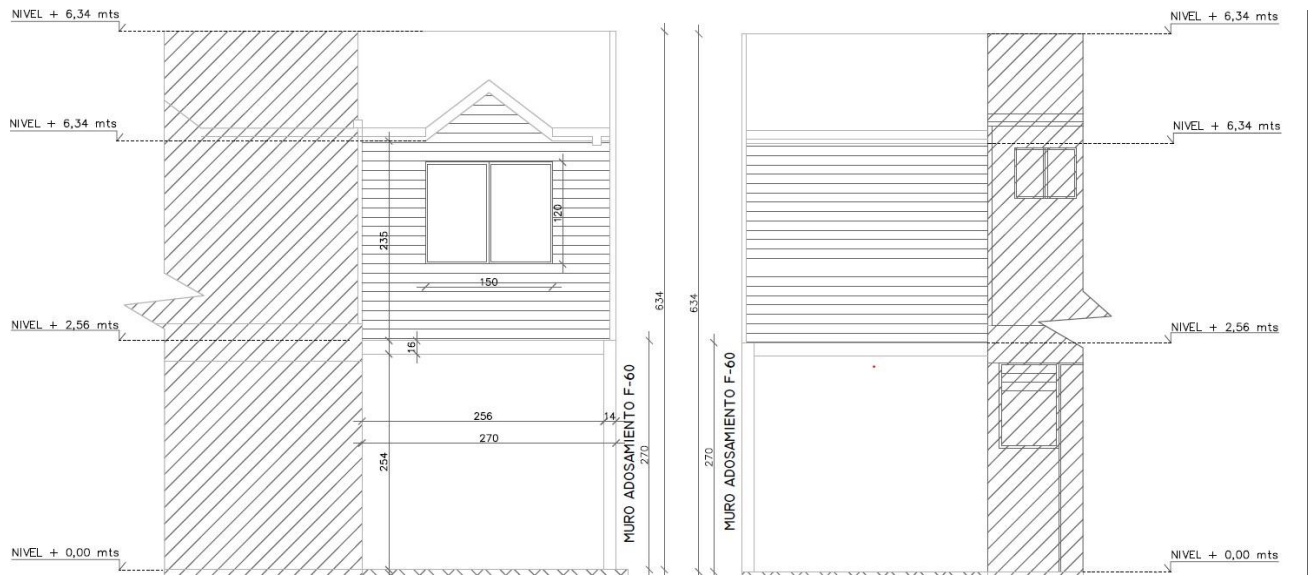


Figura 2. 8 - Vivienda social tipo - LOS NARANJOS III

(FUENTE: ENTIDAD PATROCINANTE DE VALPARAÍSO SpA)

Observación:

“Como se puede observar en la planimetría del tipo de vivienda en LOS NARANJOS 3 de Peña Blanca, se observa una escalera de 1 tramo con un cuarto de arranque de gradas compensadas. Los accesos se ubican en la puerta principal con 80cm de ancho y la puerta de cocina con 70cm de ancho.” En promedio se observa que hay 4 habitantes por vivienda, motivo por el cual se observa que algunas de ellas se encuentran ampliadas. Las escaleras en la totalidad de las viviendas mantienen la tipología y materialidad, madera aserrada con aplicación de barniz. En la totalidad de las escaleras se observan irregularidades en los apoyos de los peldaños y en el ancho del acceso a las escaleras que se encontraba con una medida inferior a la permitida por la OGUC.”

3. Metodología

La metodología del proyecto propuesto se ve estrechamente vinculado con cada objetivo específico. La metodología que obedece al primer objetivo específico se desarrolla en 2 etapas. El diseño del elemento propuesto y el diseño de la presentación o contenedor del producto.

Definir la tipología más idónea considerando características y condiciones de las viviendas en las que la escalera propuesta tendría lugar, esto implica medidas de accesos que incluyen tanto puertas como ventanas para buscar eventuales medios de ingreso del elemento. Posteriormente se deben evaluar prestaciones y características del elemento propuesto de acuerdo con uso y necesidades de los habitantes potenciales o existentes en la vivienda. Definir la materialidad del elemento será lo siguiente que tomará lugar. A partir de lo anteriormente mencionado es necesario ilustrar o esbozar y esquematizar el o los prototipos del producto propuesto. Luego, se debe evaluar y definir (si las hay) las modificaciones para abrir paso al desarrollo de la escalera resultante del proceso de diseño. Una vez definido el modelo o versión esquematizar y acotar el elemento propuesto y sus respectivos componentes. Para el primer objetivo específico deben registrar las medidas de los accesos, ventanas del tipo de vivienda del caso de estudio y de sus respectivas escaleras. Considerando que LOS NARANJOS 3 tiene un total de 70 casas, se opta por revisar 10 casas, de las que se escoge el caso más representativo. En caso de no haber escaleras se deben registrar medidas de accesos, ventanas y caja escala. Para ambos casos las dimensiones registradas darán lugar al desarrollar un diagnóstico de las escaleras del mandante, lo que contribuirá al diseño de las escaleras propuestas. Posterior a lo antes mencionado se debe definir la materialidad a partir de las observaciones hechas y las medidas registradas para contemplar una escalera idónea que sume a las prestaciones y características positivas de la vivienda que se interviene. Una vez se tienen las primeras ideas de diseño se puede definir el medio y la forma en la que se ejecutarán.

3.1. Metodología para el diseño del elemento

- Registrar las dimensiones y condiciones de la vivienda en la que se debe diseñar la escalera.
- Desarrollar modelo conceptual de la escalera a partir de los espacios dispuestos para este elemento o bien, considerando la escalera a reemplazar.
- Evaluar y analizar los aspectos normativos presentes y/o ausentes en la cavidad o caja de escala de la vivienda o la escalera a reemplazar.
- Identificar y desarrollar aspectos distintivos y prestaciones de la escalera a diseñar.
- Desarrollar planimetría del elemento propuesto considerando los aspectos normativos.

3.2. Metodología de manual esquemático

- Determinar los procedimientos para cada componente.
- Clasificar y enumerar los componentes
- Definir la secuencia de los procesos.
- Ilustrar y esquematizar componentes

3.3. Metodología para presupuestar el elemento propuesto

- Definir los productos y servicios necesarios para la escalera propuesta.
- Clasificar componentes de acuerdo a su finalidad en la escalera propuesta.
- Cotizar valores de los productos y/o servicios requeridos en la fabricación de la escalera propuesta.
- Desarrollar un análisis de precios unitarios
- Presupuestar el proyecto.

4. Análisis de resultados

El proceso de diseño dejó entrever distintas consideraciones que buscaron hacer frente a las irregularidades identificadas en las escaleras del caso de estudio. A través de 8 fases de diseño fue posible desarrollar 6 diseños de escaleras de los que 2 fueron seleccionados como propuestas para las que se dio paso al desarrollo de su respectiva planimetría, manual esquemático, formato final como producto y presupuesto. Para cada fase de diseño se generó soluciones que involucraron tanto a la geometría de los componentes de la escalera propuesta como en la forma en la que se relacionaban entre sí al momento de formar parte de un mismo elemento. Si bien el proceso de diseño mantuvo presente el considerar los aspectos normativos, también se procuró adaptar de la mejor forma posible las prestaciones desarrolladas a las condiciones de las viviendas tipo de LOS NARANJOS III. Para cada fase, las soluciones a las que se dio lugar se basaron en la idea de generar soluciones y/o mejoras no sólo para hacer frente a irregularidades identificadas en las viviendas del caso de estudio, fue también para agilizar el montaje o instalación de la escalera en obra. La presentación final como producto de cada escalera propuesta considera la facilidad tanto de transporte como desempaqué de cada elemento. La ubicación del manual esquemático varía según las características de cada elemento. Mientras en la escalera F2 el manual esquemático es lo primero que se puede apreciar al extraer el elemento de su contenedor. El manual esquemático logra por medio de su desarrollo, registrar y describir los procesos de armado e instalación de los componentes de las escaleras que detallan las acciones físicas requeridas para el armado e instalación. Se deberá distinguir y registrar los tipos de unión y posteriormente esquematizar o desarrollar ilustraciones de los elementos componentes que informen, orienten e ilustren al receptor sobre el montaje e instalación de las escaleras propuestas. Esta parte de los elementos desarrollados en el presente proyecto clasifica las piezas y componente según su materialidad, función y etapa de uso en el proceso de armado e instalación. La finalidad del manual esquemático es ilustrar los componentes y piezas de las escaleras, así como también orientar al responsable del armado de las escaleras y evitar irregularidades en su proceso de instalación. Una vez ilustradas las piezas componentes involucradas en cada etapa del armado e instalación, se debe vincular los procedimientos descritos con los componentes involucrados para cada etapa en el proceso de armado. El desarrollo del presupuesto se desarrolló considerando los valores de procesos de industrialización, componentes y mano de obra.

4.1. Fase de diseño 1

El desarrollo de la metodología del primer objetivo específico se tradujo en distintas consideraciones de diseño del elemento propuesto de acuerdo a sus prestaciones y elementos constituyentes. La materialidad y tipología original se mantuvo. Sin embargo, el formato del material por el que se encuentra formado cada escalera de cada vivienda de LOS NARANJOS III, se reevaluó para hacer frente a la irregularidad dimensional de los elementos de las escaleras evaluadas en el caso de estudio (Ver figura 2).

Inicialmente fue necesario hacer un diagnóstico de las escaleras de 10 viviendas seleccionadas al azar en el proyecto LOS NARANJOS III. Posteriormente se debió seleccionar las escaleras más representativo entre las viviendas evaluadas para dar lugar al registro fotográfico. La información recabada haría posible contemplar manera más integra las distintas consideraciones en el diseño de las escaleras. Posterior al diagnóstico se desarrolló el primer esquema representativo (ver Figura 7. 4) para evaluar las distintas alteraciones que se le aplicarían a la escalera propuesta. Fue el punto de inicio para lo que más adelante se traduciría en 7 fases de diseño que buscarían una solución de escaleras prefabricadas para el tipo de vivienda social evaluada.

Los registros de las escaleras analizadas en LOS NARANJOS III, conjunto habitacional que se adoptó como caso de estudio, que contribuyó a desarrollar las ideas darían lugar a una nueva propuesta de escaleras, considerando siempre que este sea prefabricado, con el fin de agilizar la ejecución del mismo y lograr reducir las fallas identificadas por irregularidad dimensional entre los distintos elementos que confirman la escalera. Las irregularidades que más se reiteraron en los distintos diagnósticos para cada escalera fueron los peldaños y respectivos apoyos. La totalidad de las viviendas contaban con la misma tipología de escaleras, de un tramo recto con un cuarto de arranque. Cabe mencionar que se registró que la huella tenía una medida bajo lo permitido por la norma, específicamente la profundidad mínima de la huella. Los apoyos de cada peldaño y los pilares por otra parte tenían a la vista distintas irregularidades tanto en su geometría como en sus fijaciones, lo que se traducía no sólo en ruidos emitidos en el elemento al ser transitado, sino que, además, daba lugar a que algunos de los peldaños no tuviesen la misma estabilidad que otros en una misma escalera (Ver Figura 7. 3).

El primer modelo representativo de las escaleras propuestas (Ver Figura 7. 4), propondría algunas modificaciones respecto a las escaleras originales. Si bien el esquema no define medidas específicas, permite tener un atisbo de solución en la ruta estimada de diseño. De este modo es posible definir de mejor forma el rumbo del proyecto para plantear modificaciones que llevarán a la versión definitiva de esta propuesta de escaleras para vivienda social. Este modelo preliminar contempló reemplazar los apoyos de madera de sección rectangular por escuadras de refuerzo de acero galvanizado de 2x4". Cabe mencionar que, de acuerdo a las dimensiones de las viviendas sociales evaluadas, se identificaron medidas que no respetaban los aspectos normativos establecidos. Este es el caso del ancho de acceso de las escaleras, que, si bien en la OGUC se afirma que debe considerar un mínimo de 80 cm, la tipología de vivienda en LOS NARANJOS III sólo contemplaba 70 cm en la caja de escala, hecho que motiva a mantener en gran parte las medidas del proyecto con respecto al caso evaluado. En lo que a materialidad se trata, se consideró mantener la madera de pino cepillada. Cabe mencionar que el arranque de las escaleras fue modificado para reducir la ocupación de las mismas fuera de la superficie destinada a la caja de escala, por lo que se contempló sólo un peldaño en el arranque antes de ingresar a las gradas compensadas, a diferencia de las identificadas en el complejo habitacional, que contemplaban 2 peldaños no compensados en el arranque antes de dar lugar a las gradas compensadas.

4.2. Fase de diseño 2

La segunda fase de diseño abrió paso a la primera escalera seleccionada como propuesta (ver Figura 4.1) con dimensiones concretas (ver Figura 7. 5) que se presenta como una alternativa propuesta. A diferencia de las escaleras del caso de estudio evaluados, la escalera de la fase de diseño 2, considera cambiar las uniones entre peldaños y zancas, las sustituye por escuadras de refuerzo de 2x4" tanto para la unión entre peldaños y zanca, como para la fijación del elemento completo a la losa y a piso, también omite el uso de pilares y adopta al terciado estructural de 25mm como material predominante para el desarrollo del proyecto, por lo que sus componentes pueden ser contemplados en el despiece de la placa de terciado a emplear para el desarrollo de las piezas (ver Figura 4. 2). Otro aspecto que cabe destacar es que el montaje e instalación para este caso deben considerar que se trata de un elemento cuyos componentes son en su totalidad prefabricados, en el que se opta por recurrir a máquinas o equipos de corte para mantener equidad y armonía dimensional entre los elementos componentes de la escalera, con el fin de evitar errores a causa de irregularidades dimensionales entre los componentes de la escalera. La escalera contempla el uso de pernos de anclaje de $\frac{1}{2}$ " x 4 $\frac{1}{2}$ " para la fijación de zancas a muro. En el formato de presentación como producto final, la escalera F2 contará con la totalidad de sus componentes se encontrarán cortados e insertos a medida según planimetría en la placa estructural para procurar mantener los componentes en la posición de despiece y evitar deterioro en una caja de dimensiones 1,27x 2,49x 0,1m y una segunda caja de 0,42 x 0,35 x 0,15m para los elementos de fijación.

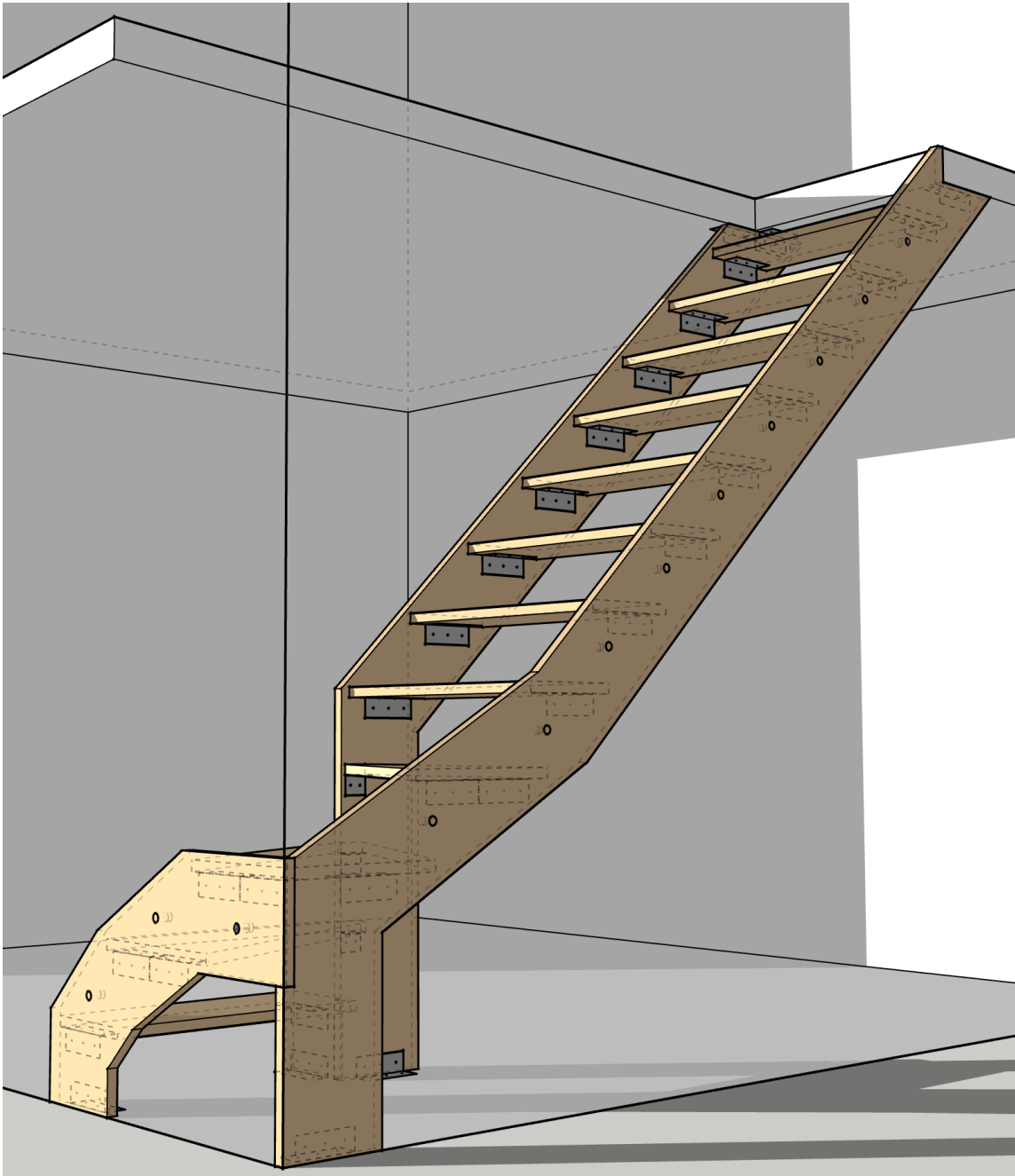


Figura 4.1 - Diseño de escalera desarrollado en fase de diseño 2

(Fuente: PROPIA, 2023)

4.2.1. Manual esquemático de escalera F2:

Una vez definidas las prestaciones de la escalera propuesta, se desarrolló el manual esquemático de para esta escalera propuesta, en el que se señala la zona en la que se instalarán las escaleras. Al avanzar en los procedimientos, se observará que estos se encuentran ordenados de manera sucesiva de acuerdo al orden de armado e instalación de cada componente de la escalera propuesta para una vivienda de la tipología evaluada. En el inicio del manual esquemático, previo a las instrucciones señaladas, se identifican la clasificación de piezas componentes y los elementos de fijación.

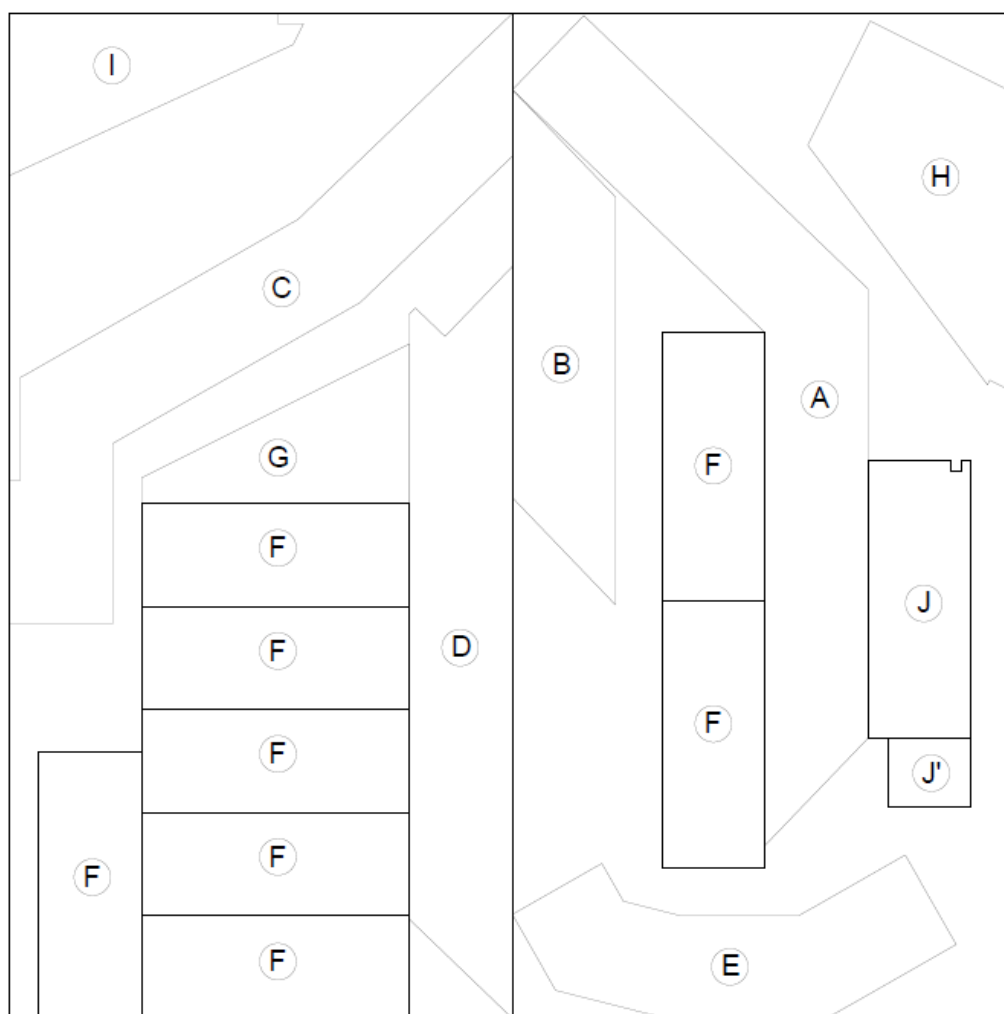


Figura 4. 2 - Clasificación de piezas componentes para la escalera F2

(FUENTE: PROPIA, 2023)

Instrucción para la figura 4.3: Prepare la zona a intervenir para evitar que cualquier residuo afecte el armado del elemento. Recorra a la planimetría para ubicar el elemento. Posteriormente asegúrese de que las paredes se encuentran emparejadas.

1.1.- INSTALACIÓN DE FAENAS Emparejar paredes, nivelar suelos, limpiar, ordenar y despejar lugar de trabajo.

1.2.- TRAZADO Y NIVELES: Las medidas deberán ser consultadas en lámina planimétrica.

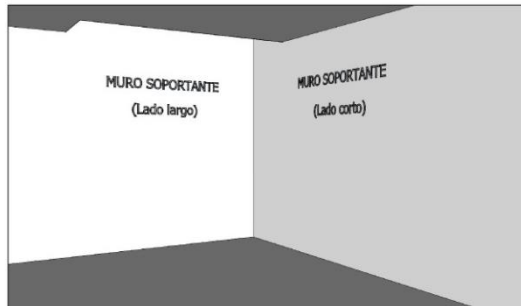
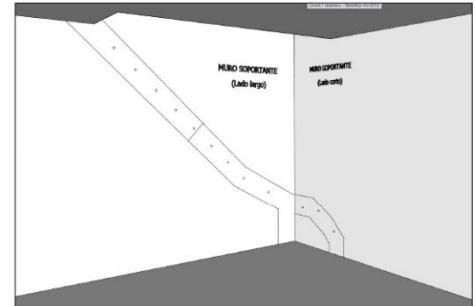


Figura 4. 3 - Lámina de manual esquemático para escalera desarrollada en fase de diseño 2.
Trazado

(FUENTE: PROPIA, 2023)

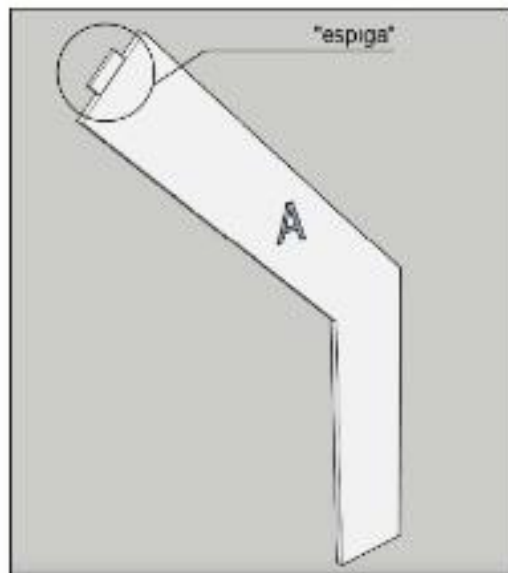
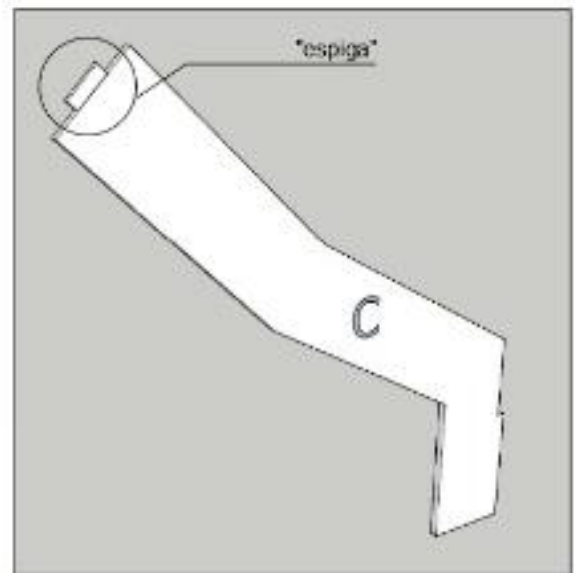


Figura 4. 4 - Unión caja espiga de zancas internas

(FUENTE: PROPIA, 2023)

Unión de caja y espiga: Las piezas A y B CONSIDERAN UN CALZO “macho” el cual deberá ser fresado o reducido, quitando 5 mm de cada lado para dar lugar a la “espiga”. Las piezas C y D deberán ser perforadas con una fresadora para dar forma a la “caja”, la que deberá tener las medidas suficientes para albergar a la “espiga”.

De lo indicado anteriormente se sugiere al lector que Impregne con el adhesivo las piezas C y D. No deje pasar más de 2 minutos para ensamblar las piezas. Mantenga presión en las piezas C y D durante al menos 30 segundos, posteriormente acomode la pieza encolada en una superficie que en la que no peligre la unión ni el proceso de secado de los elementos.

Instalación de flejes en zancas:

Para dar lugar al sistema de unión entre los componentes de la zanca interna y de la zanca externa, se sugiere al lector o receptor, instalar los flejes en la zanca con extremo a muro (D-C) desde el arranque. Posteriormente haga las perforaciones a muro que fijarán la zanca y acomode la pieza en una superficie donde no se vea en riesgo la fijación de los flejes. Instale los flejes en la zanca de extremo libre (B-A) partiendo por el arranque zanca y acomode la pieza en una superficie donde no se vea en riesgo la fijación de los flejes.

Una vez que tenga ambas zancas con los flejes instalados, fije los peldaños a cada fleje desde el arranque.

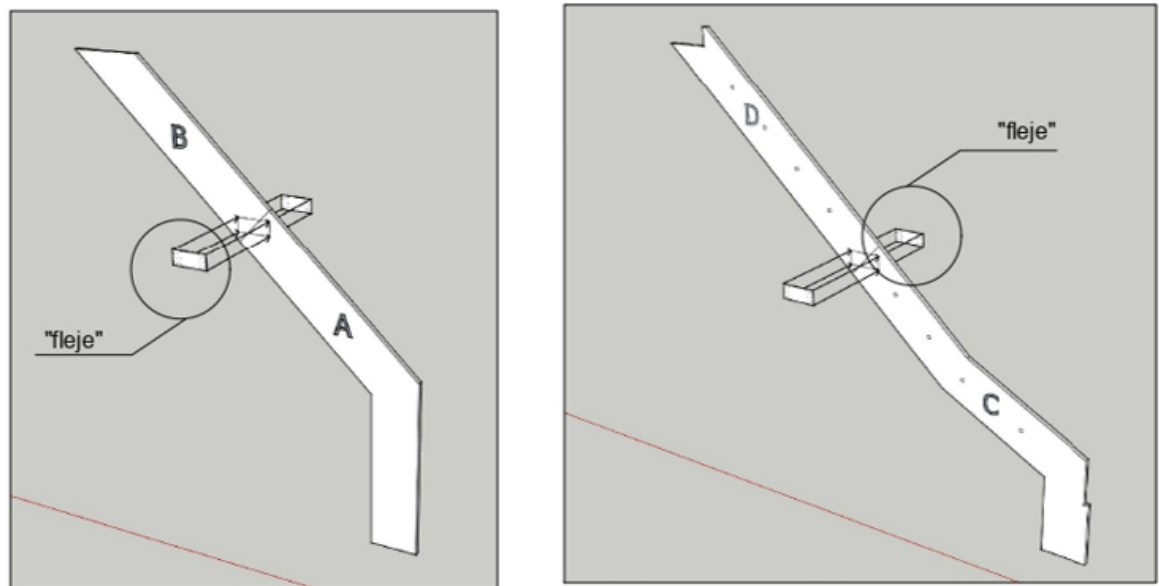


Figura 4. 5 - Afrontamiento de zancas por flejes

(FUENTE: PROPIA, 2023)

Una vez que haya unido los elementos para formar las zancas, instale el tramo inferior de la zanca interna de acuerdo con el trazado, posteriormente fíjela a muro con las uniones metálicas definidas.

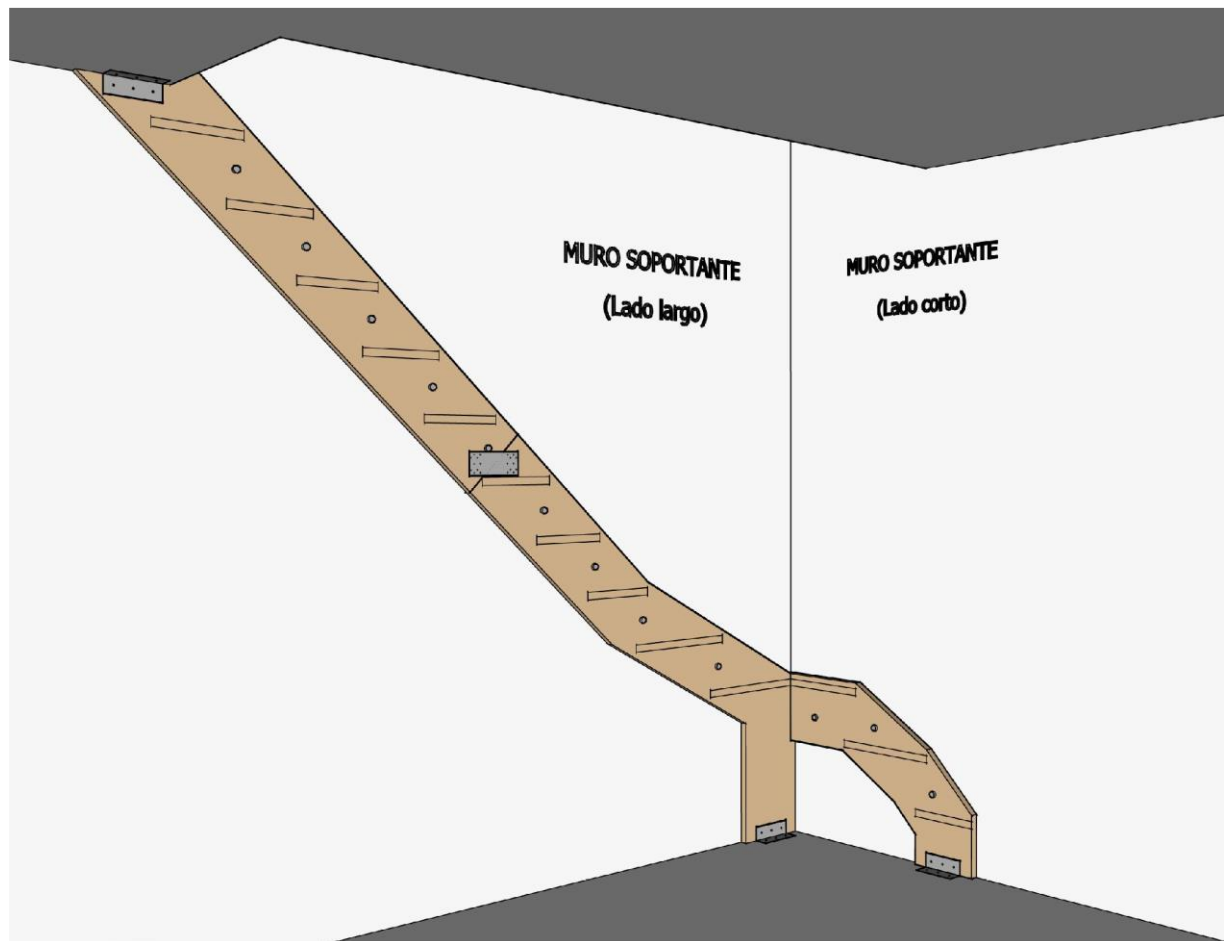


Figura 4. 6 - Instalación de zanca a muro

(FUENTE: PROPIA, 2023)

Instale los ángulos de refuerzo en la zona inferior de la losa del segundo nivel. A continuación, instale los peldaños con los ángulos de refuerzos y fíjelos a la zanca interna o a muro e instale el ángulo de refuerzo que vincula la losa de nivel superior con la zanca interna.

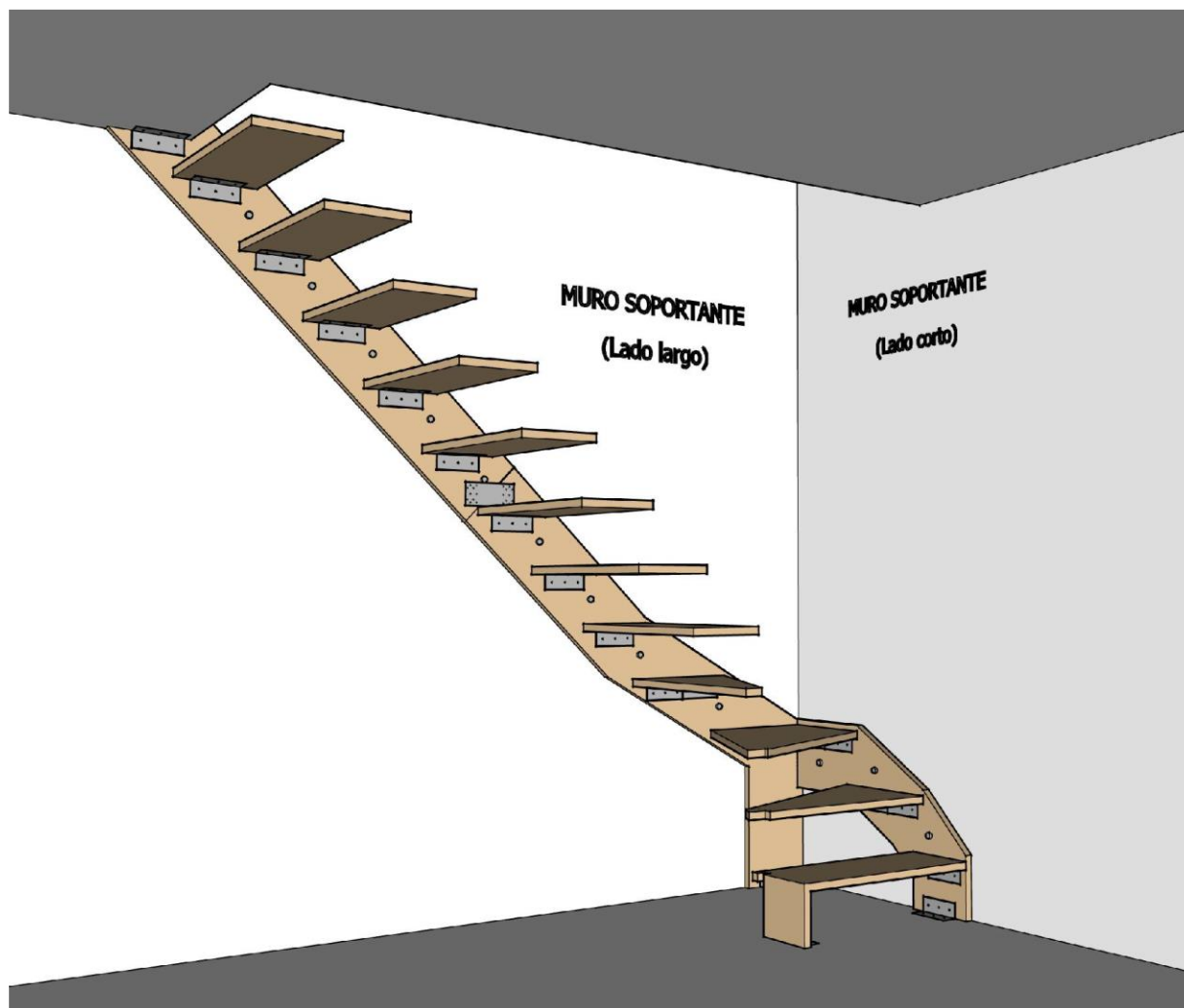


Figura 4. 7 - Instalación de peldaños a zanca interna

(FUENTE: PROPIA, 2023)

Instale los ángulos de refuerzo en los extremos libres de los peldaños para posteriormente fijar la zanca externa.

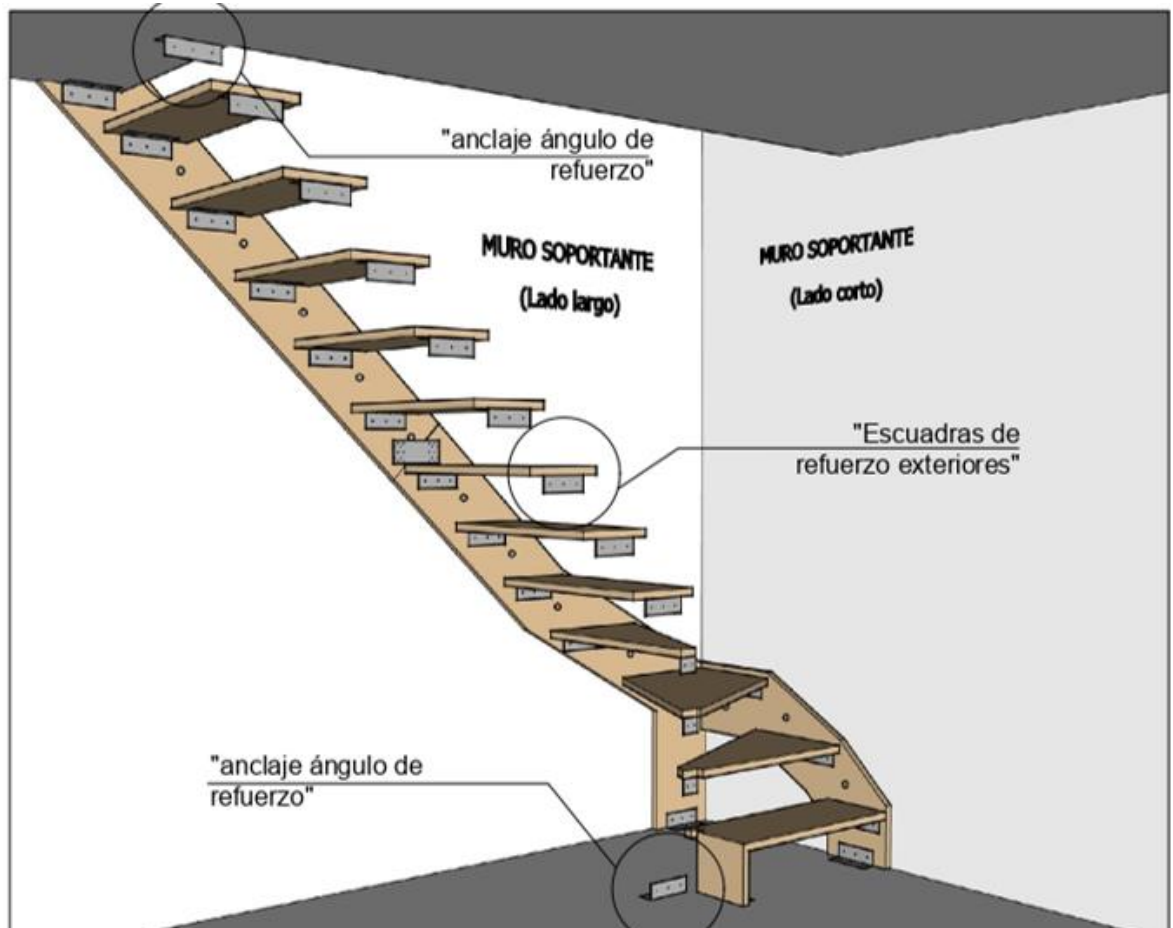


Figura 4. 8 - Instalación de escuadras de refuerzo a peldaños para zanca externa

(FUENTE: PROPIA, 2023)

Una vez instalados los ángulos de refuerzo para cada peldaño, ubicar zanca externa y proceder a fijación para cada peldaño y a la losa de nivel superior.

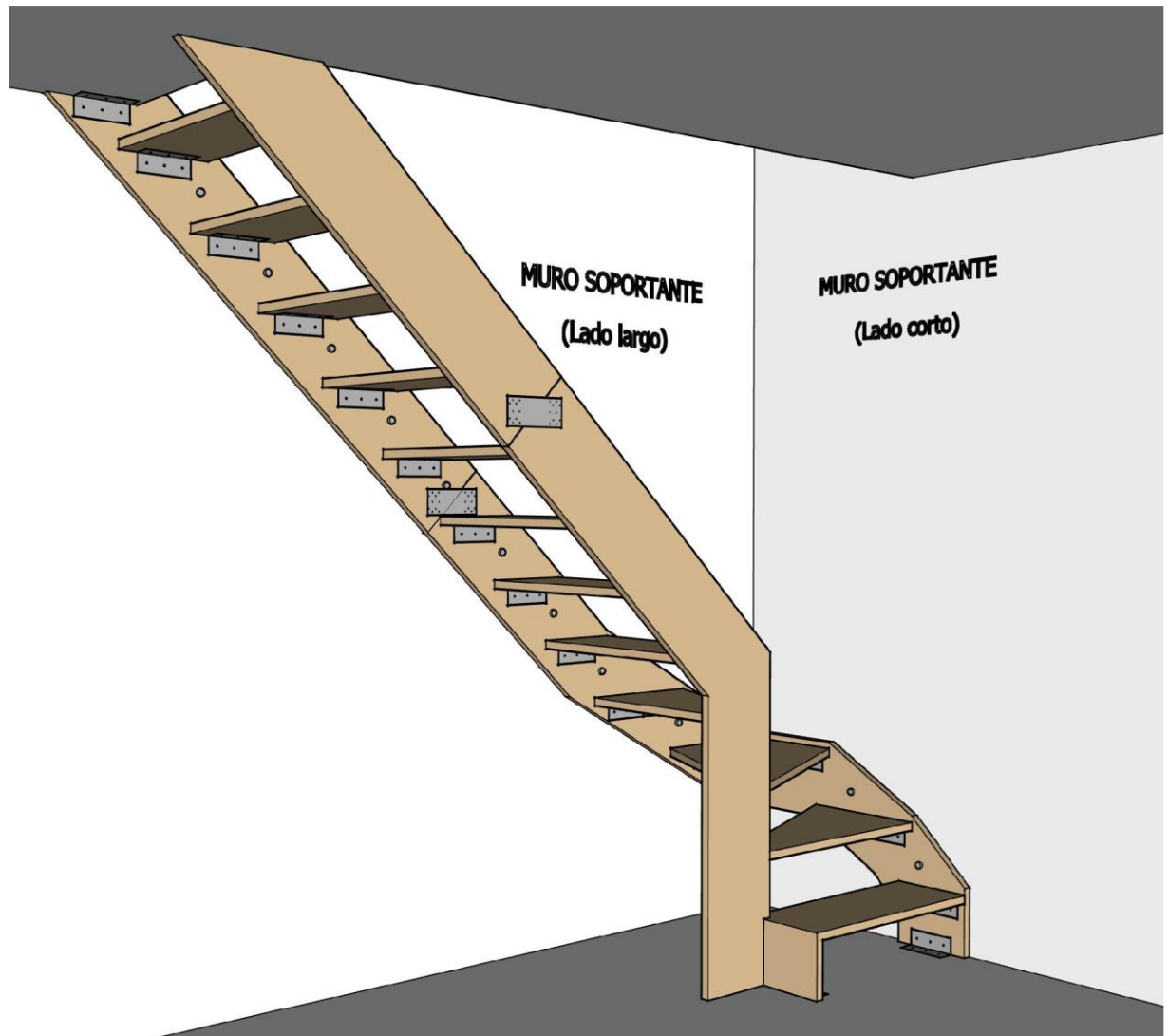


Figura 4. 9 - Instalación de zanca externa a peldaños

(FUENTE: PROPIA, 2023)

4.2.2.Formato como producto final de escalera F2:

Es importante considerar mantener el cuidado de los componentes de la escalera propuesta. En este caso la escalera F2 reúne las características idóneas para contar con cajas de cartón como contenedor o medio de embalaje para ser presentado al mandante o cliente. Los componentes de la escalera vendrán cortados por los medios de fabricación digital a su medida según planimetría. La placa de terciado estructural tendrá lugar con la totalidad de sus componentes al interior de una caja de 1,27 x 2,49 x 0,10, esto considerando las dimensiones del tablero de terciado. El proceso de embalaje contempla añadir una capa de plumavit para embalar, posteriormente se sujetan las piezas a tablero con film de embalaje (aluza), se introduce el producto en la caja donde cada tablero revestido con film se encontrará separado de la superficie del otro tablero por material de embalaje de plumavit. Por cada escalera F2 se necesitan 2 tableros de terciado estructural, estos dos tableros con los cortes de sus componentes listos tienen lugar en la caja de mayor tamaño, mientras que la caja de 0,15 x 0,35 x 0,42m dará lugar al embalaje de los elementos de fijación (ver Figura 4.10 - Set de cajas de embalaje para escalera F2Figura 4.10).

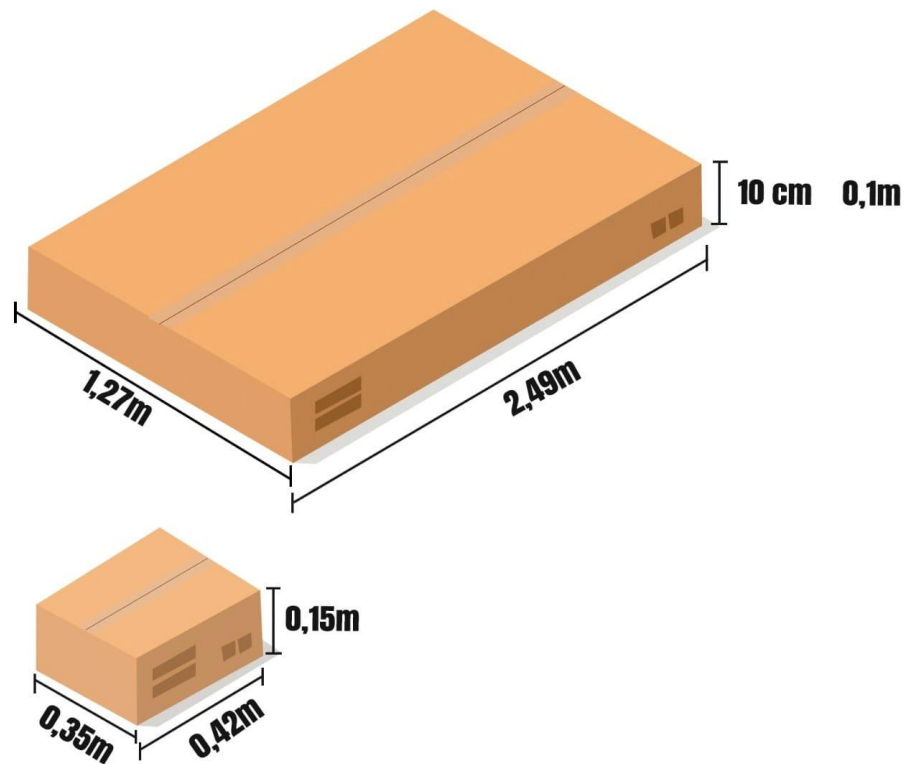


Figura 4.10 - Set de cajas de embalaje para escalera F2

(FUENTE: PROPIA, 2023)

Materiales	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio total
Faena de corte Industrializado	1	UN	\$ 154.340	\$ 154.340
1 Adhesivo Afix 250gr	0,16	UN	\$ 77.400	\$ 12.384
Tornillos para madera 1/2"	1,12	UN	\$ 3.773	\$ 4.226
1 Barniz 3lt	0,6	UN	\$ 25.210	\$ 15.126
Tarugo Clavo 8x140mm	0,96	UN	\$ 19.812	\$ 19.020
Perno Anclaje 1/2"x3 3/4"	0,12	UN	\$ 61.900	\$ 7.428
Angulo de refuerzo 38x70mm	16	UN	\$ 1.900	\$ 30.400
Tablero Estructural Terciado 25mm (2,9m2)	2	m2	\$ 27.000	\$ 54.000
Brocha	0,33	UN	\$ 4.356	\$ 1.437
Film de embalaje	1,5	UN	\$ 5.500	\$ 8.250
CAJA 2490X100X1270 mm (17u)	0,058	UN	\$ 8.844	\$ 513
CAJA 420X350150 mm(17u)	0,058	UN	\$ 1.212	\$ 70
Transporte	0,07	UN	\$ 50.000	\$ 3.500
Plumavit Embalaje	0,52	UN	\$ 10.352	\$ 5.383
fleje para union 3x7"	2	UN	\$ 6.200	\$ 12.400
Angulo de Refuerzo 38x35mm	4	UN	\$ 741	\$ 2.964
Tornillos para cocreto 7,5-122mm	0,18	UN	\$ 19.812	\$ 3.566
Total Materiales				\$ 335.007
Mano de obra				
Maestro	0,25	H/D	47000	\$ 11.750
Ayudante	0,25	H/D	25000	\$ 6.250
Total mano de obra				\$ 18.000
Total				\$ 353.007

Tabla 4. 1 - Análisis de precio unitario por partida de Ensamblaje e instalación por escalera (F2)

Material	Unidad	Cantidad	Precio Total	Cantidad para cada escalera	Cantidad escaleras	Cantidad Total a comprar
Faena de corte Industrializado	Pack	1	\$ 154.340	1	70	70
Tornillos para madera 3-1/2"	Caja	100	\$ 774	1,12	70	79,0
1 Adhesivo Afix 250gr	UN	1	\$ -	0,16	70	11
1 Barniz 3lt	UN	1	\$ -	0,6	70	42
Tarugo Clavo 8x140mm	UN	100	\$ 19.812	0,96	70	67
Perno Anclaje 1/2"x3 3/4"	Caja	100	\$ 61.900	0,12	70	8
Angulo de refuerzo 38x70mm	UN	1	\$ 1.900	30	70	2100
Tablero Estructural Terciado 25mm (2,9m2)	UN	1	\$ 27.000	2	70	140
Film de embalaje	UN	1	\$ 5.500	1,5	70	105
Brocha	UN	1	\$ 4.356	0,33	70	24
CAJA 2490X100X1270 mm(17u)	UN	17	\$ 8.844	0,058	70	4
CAJA 420X350150 mm (17u)	UN	17	\$ 1.212	0,058	70	5
Plumavit de Embalaje 50x500x1000mm(12u)	UN	12	\$ 10.352	0,52	70	37
Transporte	UN	5	\$ 50.000	0,07	70	5
fleje para union 3x7"	UN	1	\$ 6.200	2	70	140
Angulo de Refuerzo 38x35mm	UN	4	\$ 741	4	70	280
Tornillos para cocreto 7,5-122mm	Caja	100	\$ 16.268	0,18	70	13

Tabla 4. 2 - Cubicación para escalera F2

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Valor total
Faena de corte Industrializado	Pack	70	\$ 154.340	\$ 10.803.800
Tornillos para madera 3-1/2"	Caja	79	\$ 77.400	\$ 6.114.600
1 Adhesivo Afix 250gr	UN	11	\$ 3.773	\$ 41.503
1 Barniz 3lt	UN	42	\$ 25.210	\$ 1.058.820
Tarugo Clavo 8x140mm	UN	67	\$ 19.812	\$ 1.327.404
Perno Anclaje 1/2"x3 3/4"	Caja	8	\$ 61.900	\$ 495.200
Escuadra de refuerzo 38x70mm	UN	2100	\$ 1.900	\$ 3.990.000
Tablero Estructural Terciado 25mm (2,9m2)	UN	45	\$ 27.000	\$ 1.215.000
Film de embalaje	UN	105	\$ 5.500	\$ 577.500
Brocha	UN	24	\$ 4.356	\$ 104.544
CAJA 2490X100X1270 mm(17u)	UN	4	\$ 8.844	\$ 35.376
CAJA 420X350150 mm (17u)	UN	5	\$ 1.212	\$ 6.060
Plumavit de Embalaje 50x500x1000mm(12u)	UN	37	\$ 10.325	\$ 382.025
Fleje de union 3x7"	UN	140	6200	\$ 868.000
Angulo de Refuerzo 38x35mm	UN	240	741	\$ 177.840
Tornillos para cocreto 7,5-122mm	Caja	13	16268	\$ 211.484
Total Materiales				\$ 27.409.156
Transporte	U	5	50000	\$ 250.000
Mano de obra				
Mastreio	H/D	18	47000	\$ 846.000
Ayudante	H/D	18	25000	\$ 450.000
Total mano de obra				\$ 1.296.000
Subtotal				\$ 28.955.156
Utilidad	%	8%		\$ 2.316.412
IVA	%	19%		\$ 5.207.740
Total				\$ 36.479.308

Tabla 4. 3 - Presupuesto para escalera F2

4.3. Fase de diseño 3

De la tercera fase de diseño, se obtiene una nueva propuesta para integrar al diseño de las escaleras del presente proyecto. A la escalera modelada se le denomina F3. Esta contempla modificar las uniones entre los componentes de las escaleras, dando lugar al desarrollo de cavidades cuyas medidas sean capaces de permitir la inserción de los peldaños con el fin de reducir el número de fijaciones metálicas (ver figura 4. 11). Se conservan escuadras de refuerzo a la izquierda del arranque en las gradas compensadas y en las fijaciones a losa y a piso. A excepción de los peldaños, el resto de los componentes de las escaleras desarrollado en esta fase mantiene las dimensiones del modelo proyectado en la fase de diseño 2. Los ensambles que permitirán la inserción de los peldaños consideran además una unión encolada para sumar sujeción de los elementos y evitar movimientos u oscilaciones no deseadas. El modelo contempla anclaje a muros soportantes (de albañilería) mediante pernos de anclaje de $\frac{1}{2}$ " x 4 $\frac{1}{2}$ " y tarugo clavo de 8 x 140mm para las escuadras de refuerzo de 2x4". Mantiene tipología de escalera, espesor de terciado estructural y escuadras de refuerzo para sujeción a losa de nivel superior y a suelo a nivel de piso terminado.

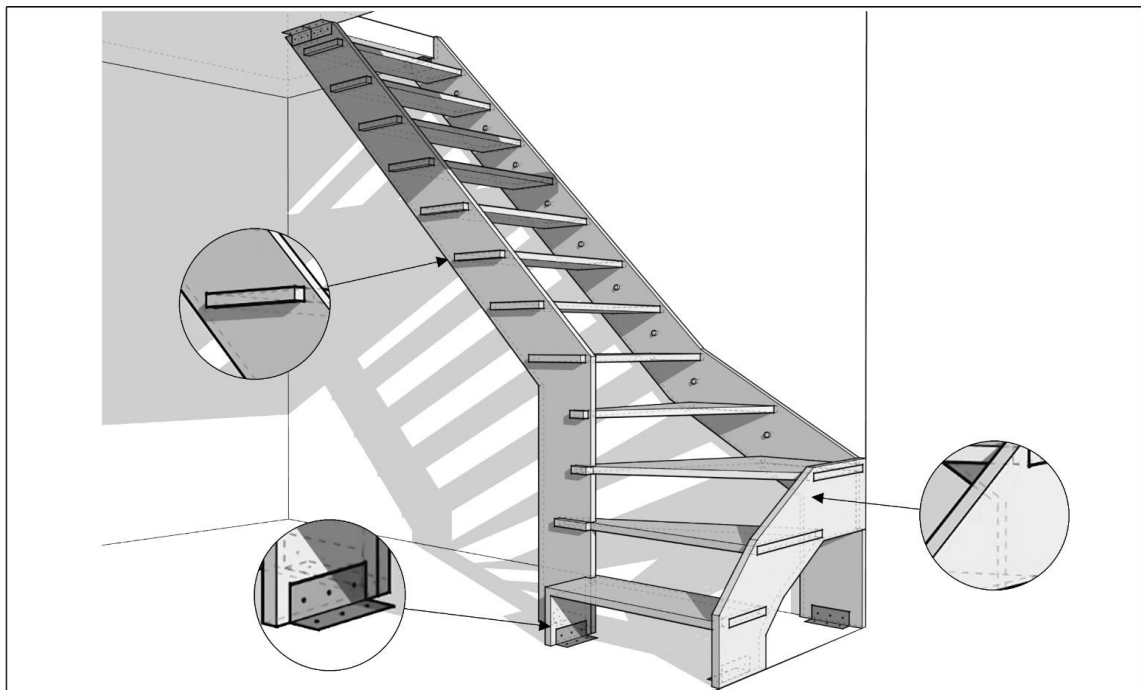


Figura 4. 11 - Modelo 3D para escalera F3

(FUENTE: PROPIA, 2023)

4.4. Fase de diseño 4

Para la fase 4 en la etapa de diseño, se considera añadir pasamanos al elemento propuesto, a raíz de lo que surge la posibilidad de reconsiderar la zanca de extremo libre de las escaleras propuestas (figura 4. 12). Se conservan las cavidades para la inserción de peldaños. Lo anterior da pie a considerar tecnologías que permitan alcanzar niveles de geometría más complejos en la materialidad seleccionada para mantener su prefabricación. A raíz esto, se definió que recurrir a la fabricación digital sería la opción idónea tanto para agilizar la producción de las escaleras propuestas como para tener una mayor libertad en el diseño de las mismas. Una vez definido lo anterior, se opta diseñar un pasamanos que confinará el desarrollo de la porción de gradas no compensadas de la escalera a diseñar. Esta escalera mantiene una sola pieza entre el limón o zanca y el extremo superior que pasa a ser el pasamanos. La integración de ambos elementos en una sola pieza se consideró con el fin de sumar estabilidad a la escalera y hacerla más segura para la circulación tanto de personas de tercera edad como niños más pequeños. Sin embargo, las dimensiones de la misma suponen un inconveniente para su instalación a causa de las dimensiones de la cavidad destinada a las escaleras en la vivienda o caja escala (ver , debido a que reduciría el ancho de acceso en la porción de las gradas no compensadas. No se descarta considerar el elemento para mantener presente la intencionalidad de desarrollar una solución que dé lugar a la integración del componente diseñado.

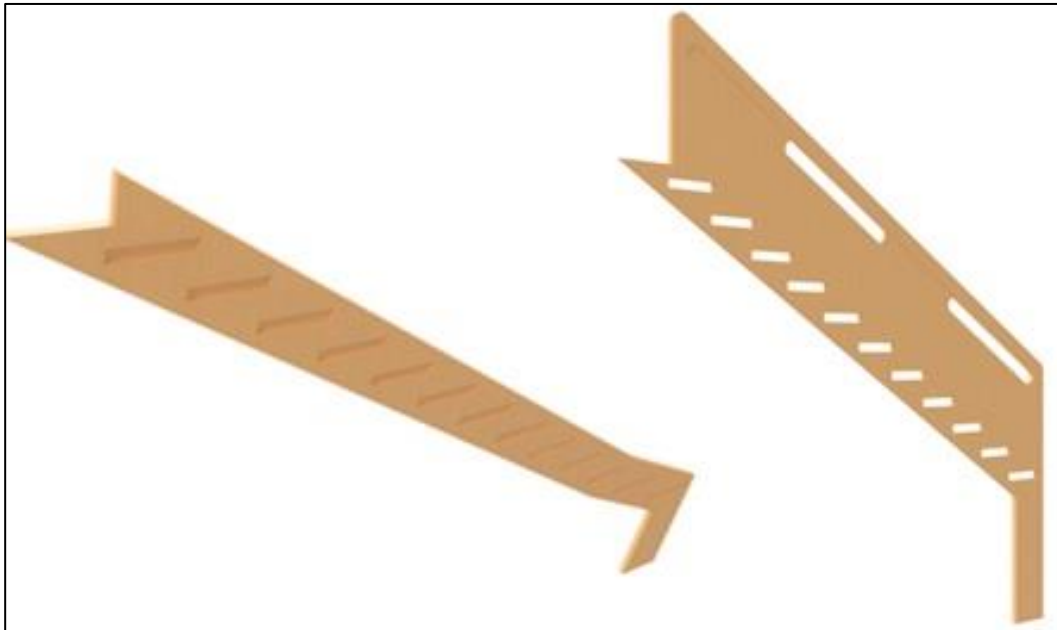


Figura 4. 12 - Modelo 3D para zancas desarrolladas en la fase de diseño 4

(FUENTE: PROPIA, 2023)

4.5. Fase de diseño 5

Para la escalera desarrollado en esta fase, denominada F5 (ver Figura 4. 13), se integró la zanca referida en la fase de diseño anterior. (ver Figura 4. 12). La versión obtenida en esta fase da paso a una actualización del elemento visto en la fase de diseño 3, dado que conserva el concepto de inserción de peldaños para la reducción de uniones metálicas. Para este caso se contempla la máquina de corte o router CNC para la producción de la escalera expuesta. El diseño mantiene el espesor de la zanca diseñada en la fase 4, por lo que se denomina como elemento monoplaca, manteniendo así los 18mm de espesor en la totalidad del elemento. Se considera encolar la superficie de las cavidades en las que los peldaños se insertan. Para la fijación a piso y a la losa de nivel superior se consideró el uso un total de 8 de escuadras de refuerzo de 2x4". El armado del elemento en términos generales contempla la fijación de las zancas interna y menor al muro de albañilería y posteriormente las fijaciones con las escuadras de refuerzo de la zanca menor a piso y la zanca interna a la losa de nivel superior. Posteriormente se insertan los peldaños en la zanca externa una vez encolada la superficie de la cavidad donde va el peldaño inserto. Una vez logrado el grado de sujeción y estabilidad del elemento encolado, la estructura compuesta por los peldaños y la zanca externa se insertan en las cavidades de la zanca interna, para posteriormente proceder a insertar los peldaños compensados. En las cavidades de las zancas menor y externa.



Figura 4. 13 - Diseño de escalera desarrollado para escalera F5

(FUENTE: PROPIA, 2023)

4.6. Fase de diseño 6

El diseño de escalera desarrollado en la fase de diseño 6 presenta gran semejanza con la escalera de la fase de diseño anterior (ver Figura 4. 13), sin embargo, la escalera resultante, denominada F6 (ver Figura 4. 14), propone una nueva forma de peldaños insertos en las zancas con dos elementos paralelos al peldaño no compensado que buscan aportar estabilidad a este modelo de escaleras, de modo que se distribuya de mejor forma la carga ejercida en la huella y se eviten deformaciones del mismo peldaño a largo plazo. Se mantiene la zanca que dio lugar a integrar el pasamanos sumado al principio de los peldaños insertos en el limón. El contexto del elemento propuesto en este punto se ha resguardado completamente bajo el alero de la fabricación digital. Los componentes de esta escalera una vez que pasan por el proceso de corte quedarían contenidos en los tableros o placas de terciado, listos para extraerse y proceder a la preparación del elemento para ser embalado o bien ensamblado (Ver Figura 7. 11). La precisión de las dimensiones de los elementos es posible al ingresar los datos de su planimetría al código de configuración del equipo CNC, denominado código G. El sistema de uniones adoptado para fijar la escalera a la losa y pavimento a nivel de piso terminado considera escuadras de refuerzo de 2x4" de acero galvanizado con tarugo clavo de 8x140mm.

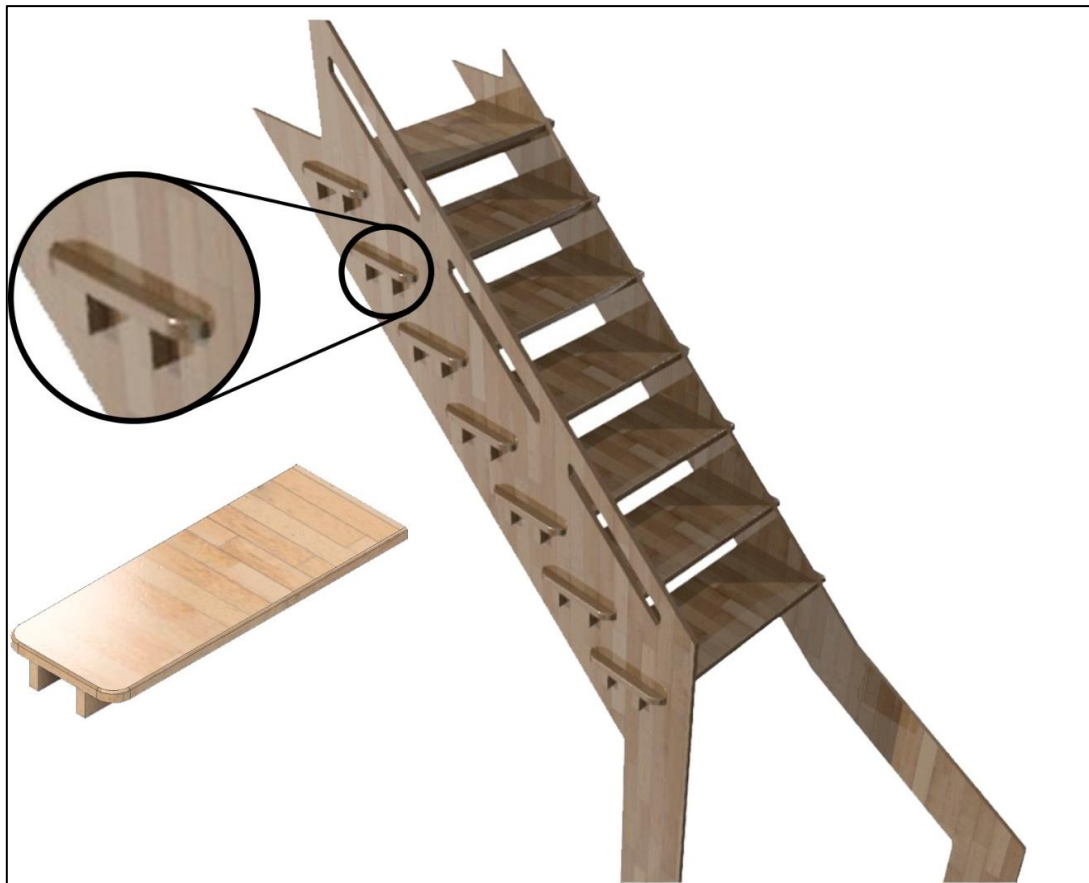


Figura 4. 14 - Diseño de escalera desarrollad en fase de diseño 6

(FUENTE: PROPIA, 2023)

4.7. Fase de diseño 7

En la fase 7 de diseño se contemplan nuevas soluciones con respecto a la geometría y la forma de armado para la siguiente etapa de diseño de la escalera propuesta (figura 4.4). Los conceptos desarrollados en esta fase de diseño se mantienen fiel al tipo de escalera abordado en el presente proyecto (de tramo recto con $\frac{1}{4}$ de arranque), con el fin de ilustrar algunas de las características ideadas para integrar al elemento propuesto. Se mantiene al terciado estructural como material predominante para el desarrollo de los componentes de la escalera. Para este caso se da lugar a que los elementos componentes se desarrollen antes de que el elemento se encuentre en condiciones para ser entregado como producto final. Peldaños y zancas son los componentes referidos en lo anteriormente mencionado, los peldaños no compensados por una parte son el resultado de la unión de 4 elementos distintos que dan lugar a dicho componente, del mismo modo, tanto peldaños compensados como las zancas se encuentran formadas por una estructura de bi-placa de terciado estructural que alcanzan un espesor de 3,6 cm. La zanca interna por una parte se compone de 4 piezas, mientras que la zanca externa y la zanca menor se encuentran formadas por 2 piezas cada componente. En esta fase de diseño se reconsidera contemplar un pilar en el elemento propuesto. Otro aspecto distintivo que se desarrolla en esta fase de diseño es el traba peldaños, un elemento de fijación que podrá ser ejecutado en la misma materialidad principal de la escalera propuesta (terciado estructural de 18mm). Al igual que en la fase de diseño 4, las aplicaciones desarrolladas en esta etapa tienen la finalidad de ser integradas en el elemento desarrollado en la siguiente fase de diseño. Lo descrito anteriormente se puede observar en el modelo conceptual de la fase de diseño 7. Los peldaños son los componentes que más resaltan en el desarrollo de esta fase de diseño para el elemento propuesto, debido a que se contempla un sistema de armado aparte para los peldaños no compensados de la escalera (Ver Figura 7. 18) ya que para esa versión de la propuesta se ideó una pieza adicional de cierre para dar sujeción de las zancas a los peldaños. Este último sistema pensado para los peldaños implica separar de los peldaños se serie y de transición de la escalera en dos partes, superior (donde se encuentra la huella) e inferior (bajo la superficie en la que se sitúa la huella), donde se pueden identificar 2 surcos con 5 mm de profundidad (Ver Figura 4. 15), en los que se da lugar a la inserción de los peldaños en zancas. Para esta escalera se considera generar apoyos con los listones de madera cepillada de 2x3", ya que son procesados por el mismo proceso de fabricación que el terciado de 18mm, dando lugar a un formato de peldaños que distingue esta fase de diseño de las anteriores (Ver Figura 7. 16).

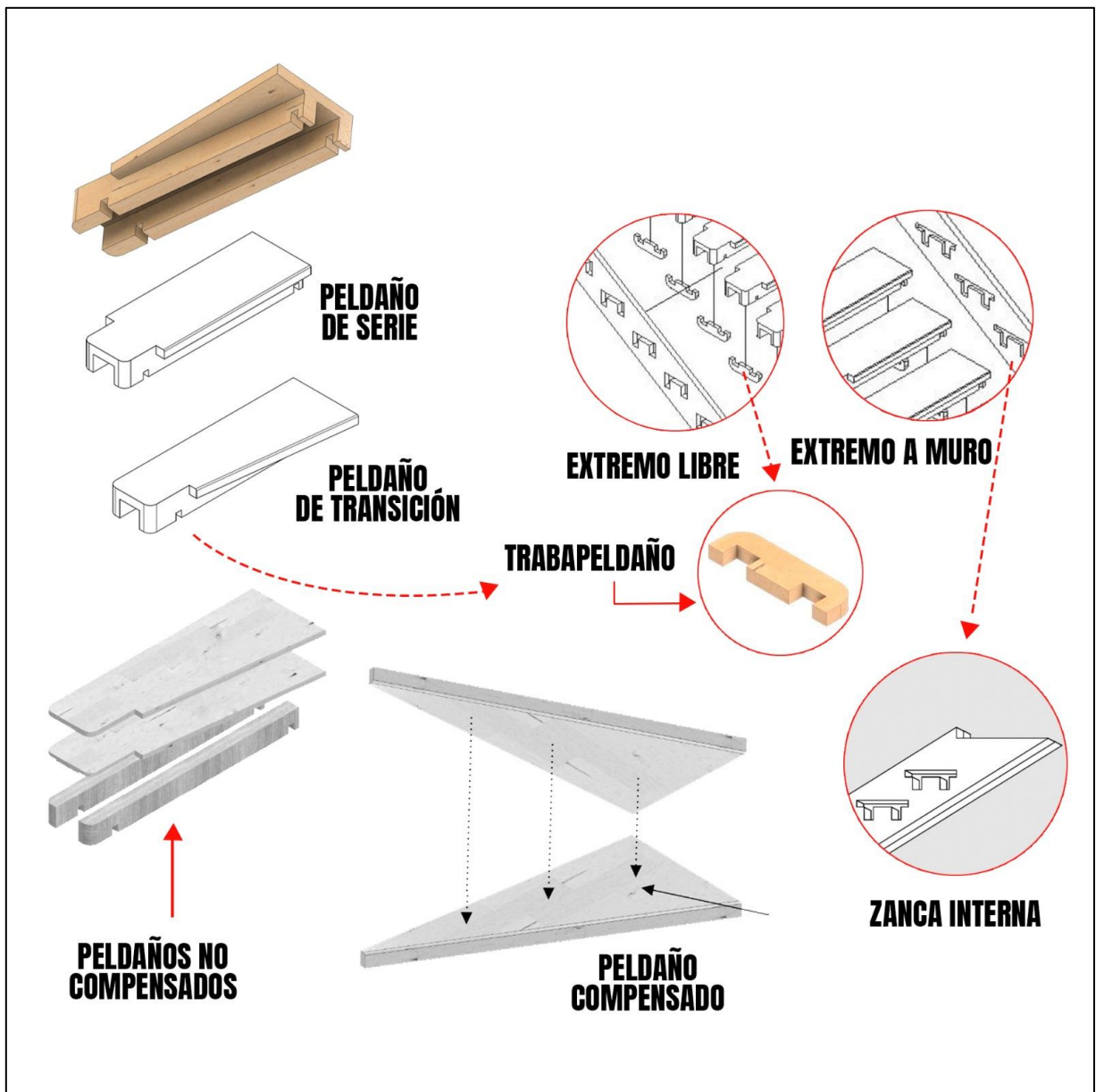


Figura 4. 15 - Soluciones diseñadas en fase de diseño 7 para componentes de escalera propuesta
(FUENTE: PROPIA, 2023)

4.8. Fase de diseño 8

El elemento obtenido del proceso de diseño en su fase 8 (figura 4.5) mantiene características de sus versiones antecesoras como la materialidad, los peldaños insertos como sistema de unión entre peldaños y zancas, y adopta las soluciones propuestas en la fase de diseño 7. La escalera denominada “F8” deja atrás las escuadras de refuerzo de 2x4” y considera un ángulo de refuerzo en la totalidad del elemento, para la fijación de la zanca externa a la losa de nivel superior. Las zancas internas por otra parte consideran la fijación al muro de albañilería con pernos de anclaje. A diferencia de los diseños anteriores obtenidos en el presente proyecto, la escalera F8 reconsidera la presencia de un elemento que sirva como pasamanos y en su lugar, da paso a la presencia de una estructura balaustrada que busca asistir al usuario de manera similar. Contemplar esta estructura balaustrada (Figura 7. 14) no sólo influye en el ámbito funcional y material, también permite contemplar diferencias en el proceso de armado que permitirán la simplificación del mismo en comparación a sus antecesores como F2 o F3, debido a que por medio de este elemento será posible fijar la estructura compuesta por los peldaños rectangulares a la zanca externa y posteriormente fijarlo a la zanca interna y los extremos inferiores de la estructura balaustrada.

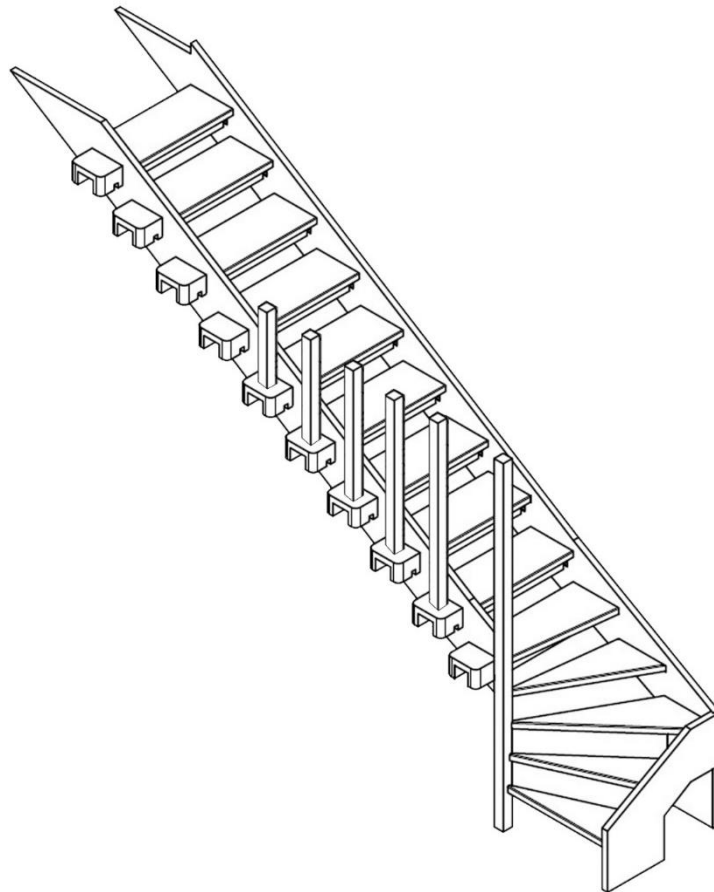


Figura 4. 16 - Escalera F8, diseñada en la octava dase de diseño como escalera propuesta

(FUENTE: PROPIA, 2023)

Los sistemas de unión que considera la escalera F8 son pernos de anclaje en las zancas internas y en la fijación entre la losa de nivel superior y la solera balaustrada, emplea una unión de caja espiga para cada uno de los peldaños. En el caso de las gradas compensadas, considera en su sistema de fijación elementos adicionales fijados con tornillos de madera que buscan aumentar la superficie de apoyo de los peldaños, las cavidades en la zanca menor de las gradas compensadas implican encolar la superficie de cada cavidad. Se considera unión encolada para la confección en los peldaños y zancas. Las zancas interna y externa consideran en total 10 pernos de anclaje de $1/2 \times 5 \frac{1}{2}$ " para su fijación a muro de albañilería. Los peldaños rectangulares (no compensados) van insertos en las zancas, por lo que no tienen fijaciones metálicas. Los peldaños compensados quedan insertos entre la zanca de menor dimensión a lo que se les suma la cavidad encolada y los refuerzos fijados al pilar por 4 tornillos de madera. El extremo de menor ángulo de los peldaños compensados se encuentra encolado a la superficie de los apoyos fijados al pilar de 100x100mm. De la solera de amarre fijada a cielo con 4 pernos de anclaje, se observan 5 elementos verticales que descienden, fijados con 1 perno de anclaje de $1/2 \times 5 \frac{1}{2}$ " cada uno en su zona superior, pasando a formar estructuras similares a los balaustres de las escaleras. Estos últimos elementos consideran cuartones de 2x3x3,2m. Para cada uno de estos componentes se emplean 5 pernos coche de $1/4 \times 4$ " para fijarlos a las zancas externas de la escalera que en su zona superior como se mencionó anteriormente, se encuentra fijada a la losa superior con un ángulo de refuerzo $2 \times 3 \frac{7}{8}$ " que a su vez va fijada con un perno de anclaje de $1/2 \times 5 \frac{1}{2}$ " y 1 Perno coche de $1/4 \times 2$ ". En el formato de presentación como producto final, la escalera F8 considera embalaje en film aluza para embalaje de 50cm, para cada uno de sus componentes posterior a la intervención de estos en taller. Los componentes para este caso no consideran caja debido a la geometría de cada una de las piezas, a excepción de caja de uniones metálicas.

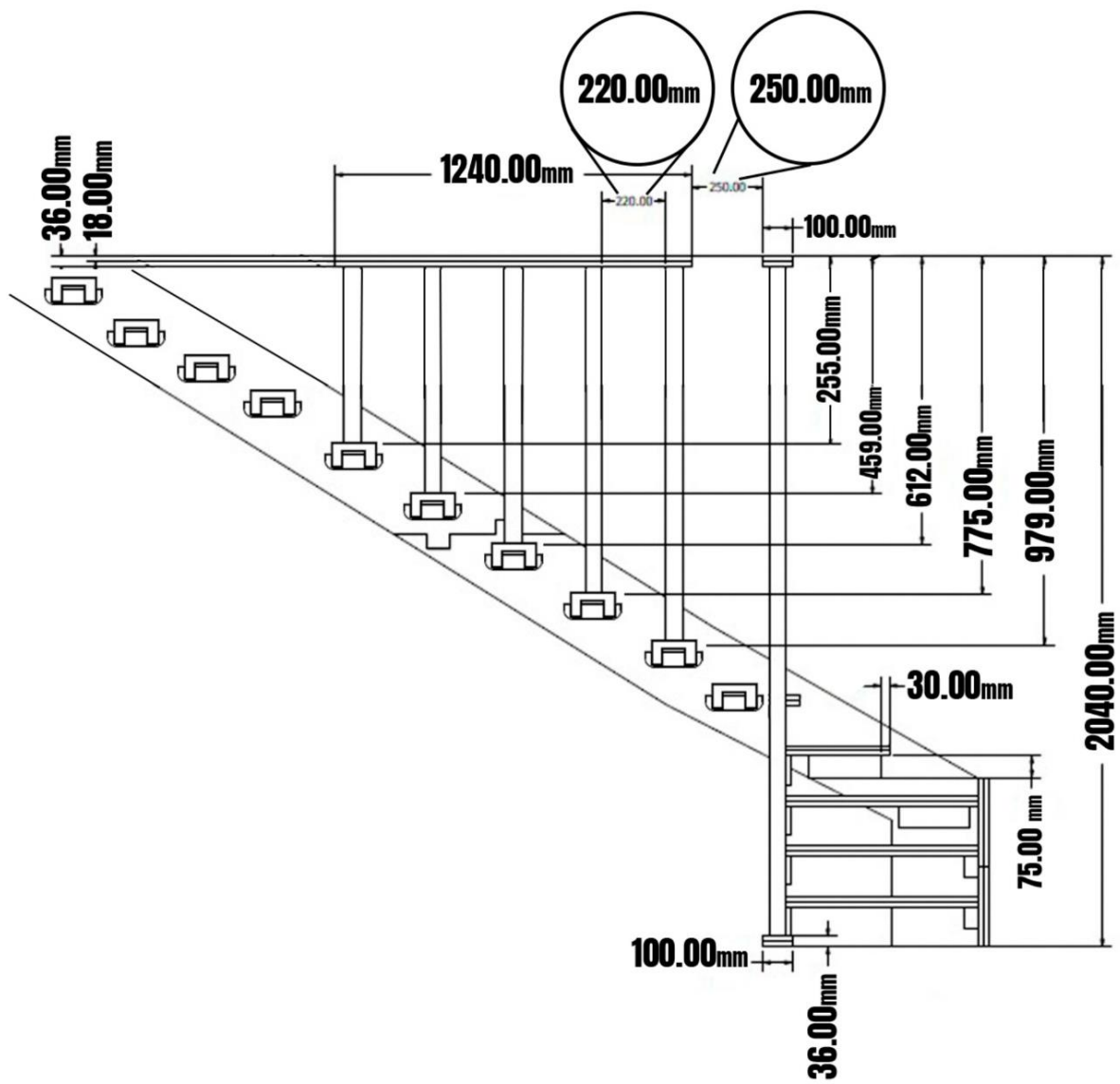


Figura 4. 17 - Escalera diseñada en fase de diseño 8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

4.8.1. Manual esquemático para escalera desarrollada en fase de diseño 8

El manual esquemático para el diseño de escalera desarrollado en la fase 8 se encuentra dividido en dos partes, la confección y armado de elementos en taller y el armado del elemento a manos del cliente. Cabe mencionar que su contenido contempla la fabricación de los componentes del elemento en taller por medio de distintos procesos manuales y automatizados. Una vez que se encuentra la totalidad de los componentes listos, se entenderá que la escalera estará en condiciones de ser entregado como un producto terminado y listo para ser armado en la vivienda.

4.8.2. Manual esquemático de taller para escalera F8

El manual esquemático de taller tiene la función de orientar e ilustrar al operador o responsable del ensamble de piezas en taller, los distintos procesos que se deben realizar para desarrollar la totalidad de los componentes de la escalera F8 antes de su fase de embalaje. El manual esquemático de taller se puede dividir principalmente en el desarrollo de zancas, el desarrollo de peldaños compensados y no compensados.

4.8.3. Manual esquemático para usuario de la escalera F8

El manual esquemático en este caso tiene la función de orientar e ilustrar al responsable del armado de la escalera en 22 pasos. Este manual tendrá la finalidad de que la escalera propuesta quede correctamente instalada en la vivienda, a diferencia del manual esquemático de taller, que preparaba el elemento para su embalaje.

4.8.4. Manual esquemático de taller: Armado de elementos componentes

El manual esquemático de taller de la escalera F8 inicia con el armado de los peldaños o gradas compensadas. Para los peldaños entre 1 y 4 se encolan las superficies y se adhieren las piezas asociadas para formar los peldaños. Se sugiere mantener sujeción entre los elementos por medio de pinzas. Es importante mencionar que los diseños conceptuales no son idénticos a los propuestos para desarrollo de las escaleras, por lo que las características de algunos elementos pueden variar del manual esquemático.

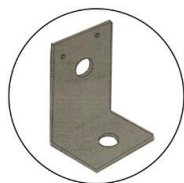
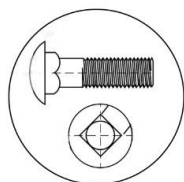
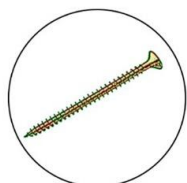
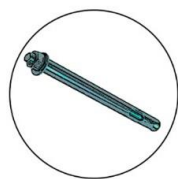
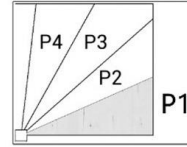
ELEMENTOS DE FIJACIÓN**F8****ÁNGULO DE REFUERZO****PERNO COCHE****TORNILLO DE MADERA**
UNIÓN M**PERNO DE ANCLAJE**
UNIÓN ZM**ADHESIVO**

Figura 4. 18 - Elementos de fijación para escalera considerado para manual esquemático de taller y de usuario para escalera F8

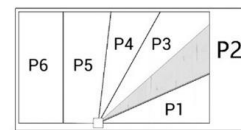
(FUENTE: PROPIA, 2023)

PELDAÑOS COMPENSADOS **F8**

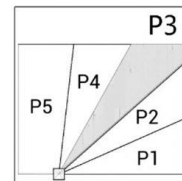
PELDAÑO P1



PELDAÑO P2



PELDAÑO P3



PELDAÑO P4

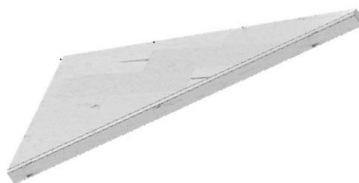
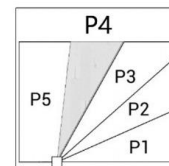


Figura 4. 19 - Peldaños compensados para escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

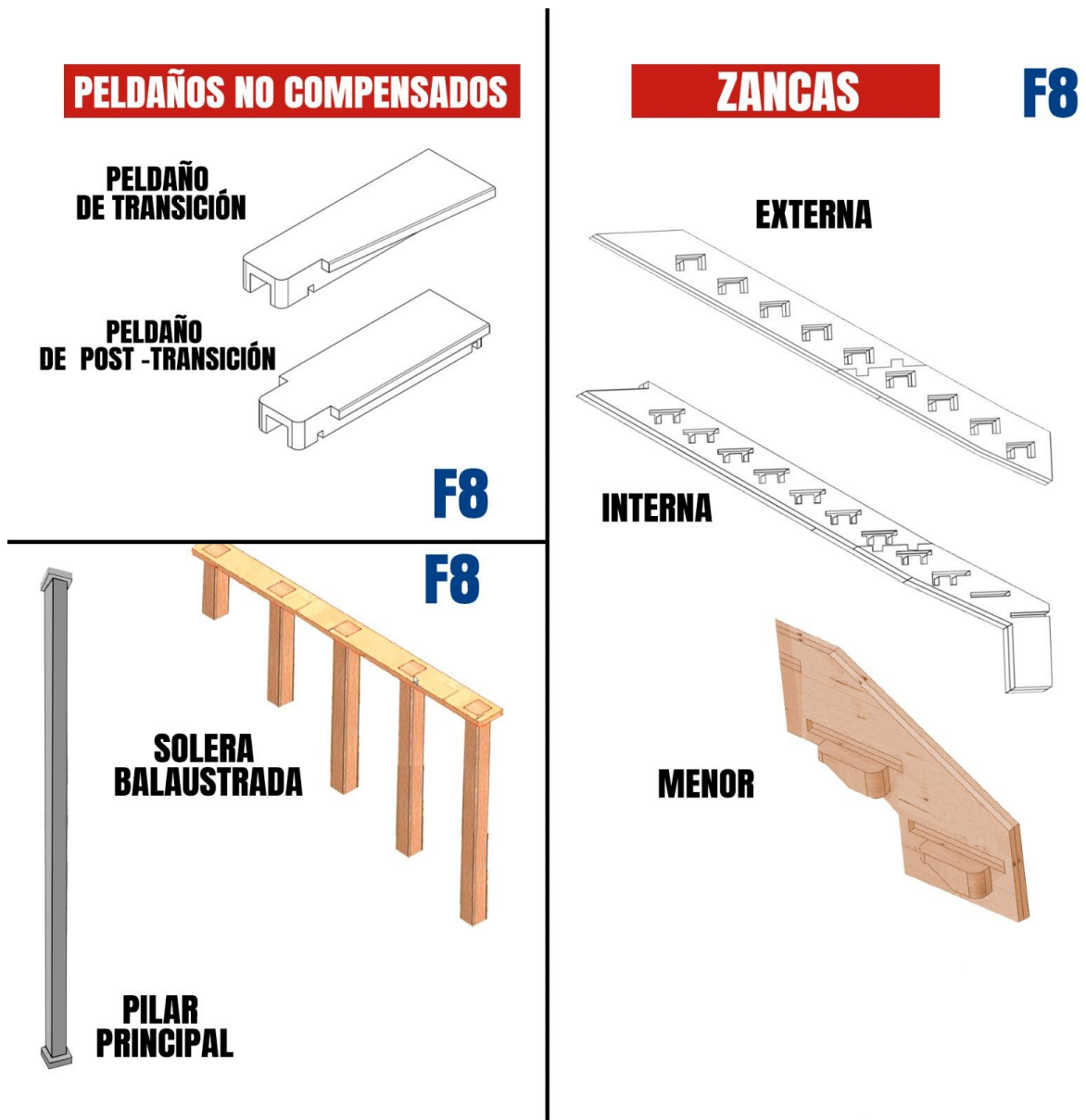


Figura 4. 20 - Lamina de manual esquemático para F8 - Peldaños, zancas y componentes asociados

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 1: Componentes de peldaños compensados de escalera F8.

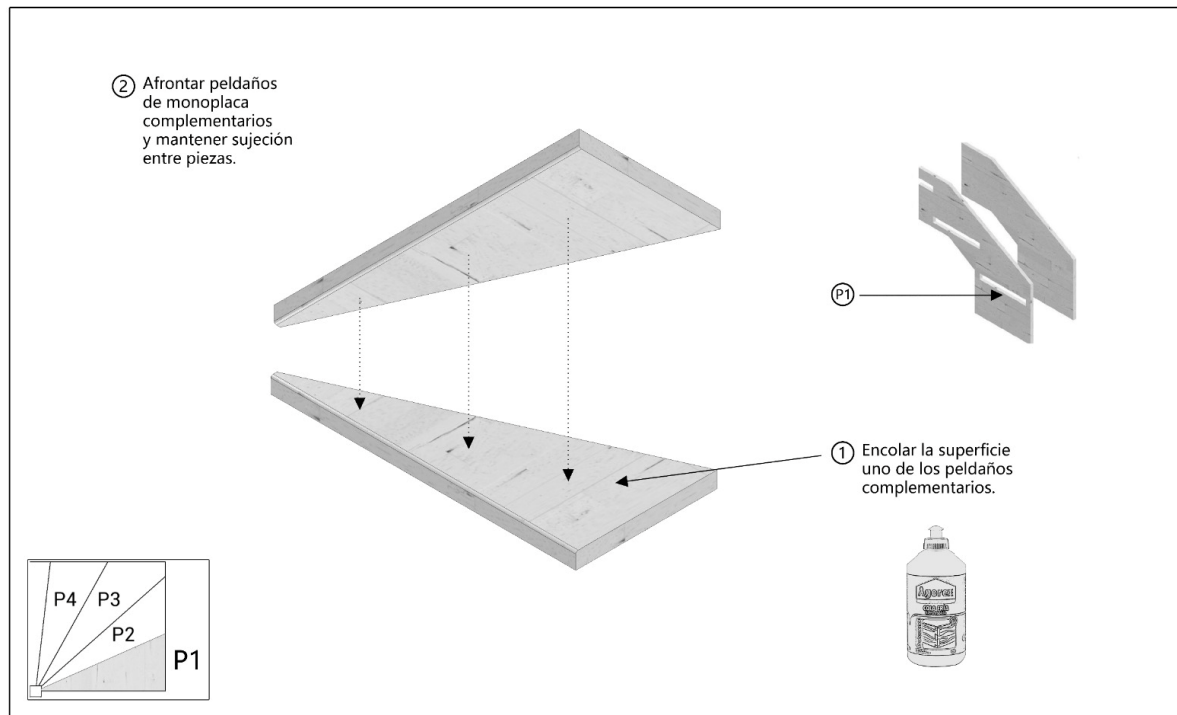


Figura 4. 21 - Lámina de manual esquemático para F8 - Confección de peldaños compensados P1 por unión encolada

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 2: Componentes de peldaños compensados de escalera F8.

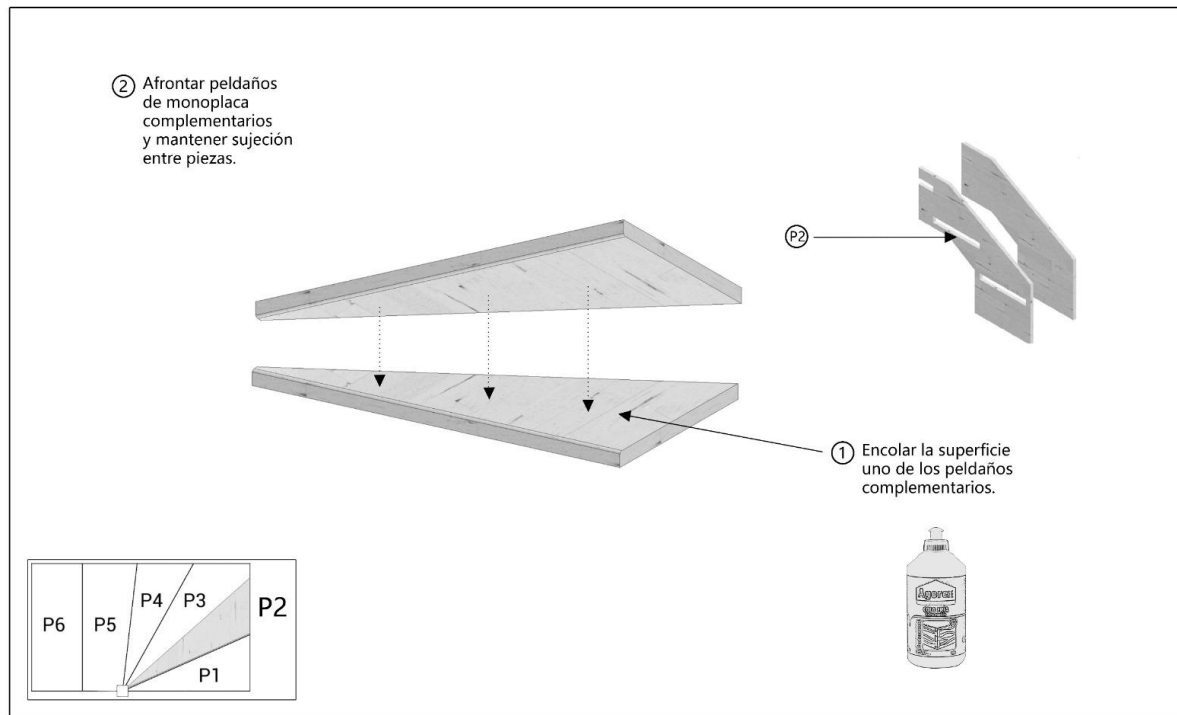


Figura 4. 22 - Lámina de manual esquemático para F8– Confección De peldaños compensados P2 por unión encolada.

(FUENTE: PROPIA, 2023)

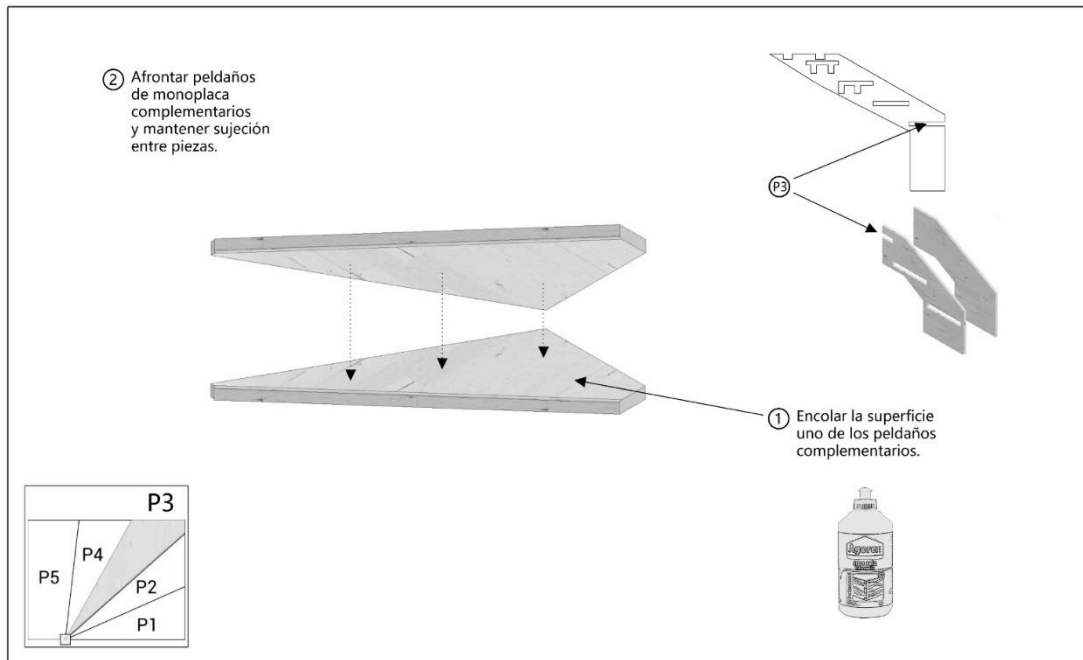


Figura 4. 23 - Lámina de manual esquemático para F8- Confección De peldaños compensados P3 por unión encolada.

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 3: Componentes de peldaños compensados de escalera F8.

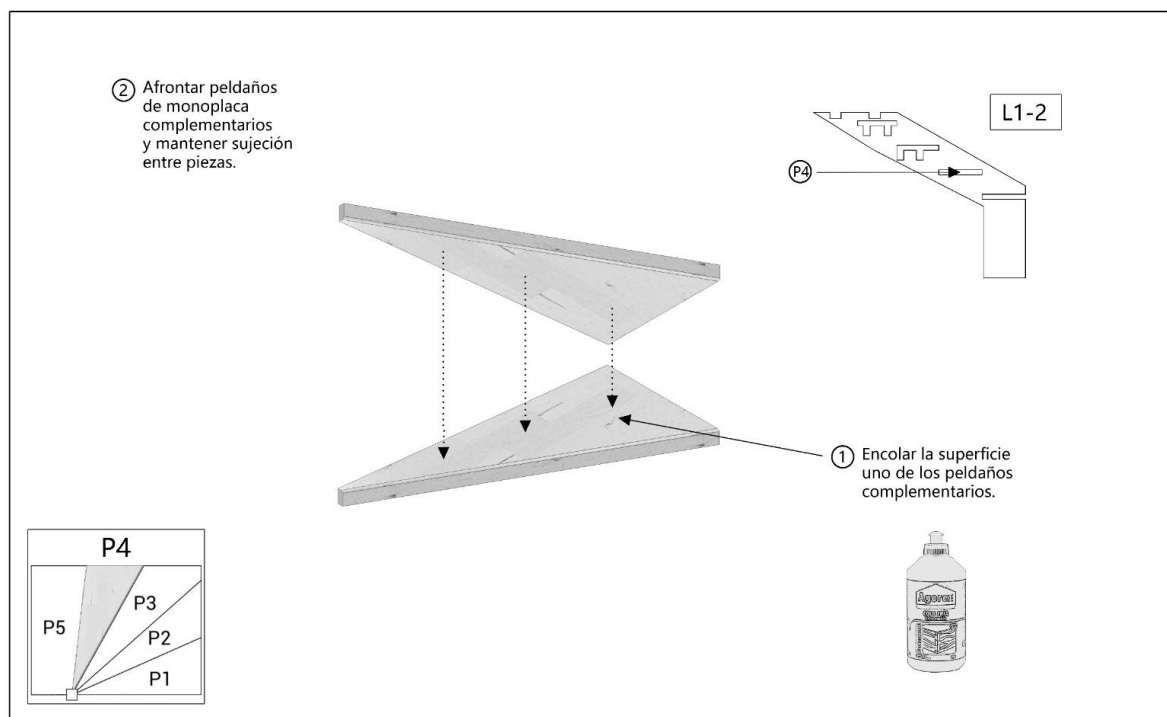
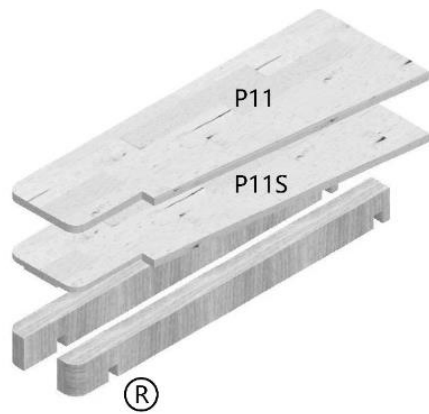


Figura 4. 24 - Lámina de manual esquemático para F8 - Confección de peldaños compensados P2 por unión encolada

(FUENTE: PROPIA, 2023)

En la figura 4.24 se puede observar el desglose de las piezas que constituyen los peldaños. Esta lámina del manual esquemático sugiere encolar la superficie de los elementos señalados y posteriormente mantener sujeción entre ellas hasta lograr la estabilidad deseada.

PASO 4: Componentes de peldaños de tramo no compensado de escalera F8.



Encolar superficie de piezas PNS.

Afrontar piezas PNS encoladas a piezas PN y mantener sujeción.

Encolar superficie de piezas R.

Afrontar R a surco de PNS y mantener sujeción para cada pieza.

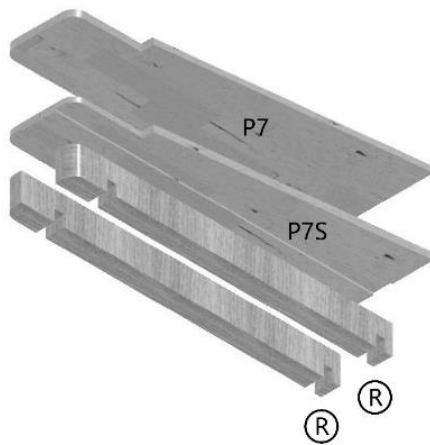


Figura 4. 25 - Lámina de manual esquemático F7 y F8- Armado de peldaños de serie y de transición

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 5: Zanca menor y apoyos para gradas compensadas

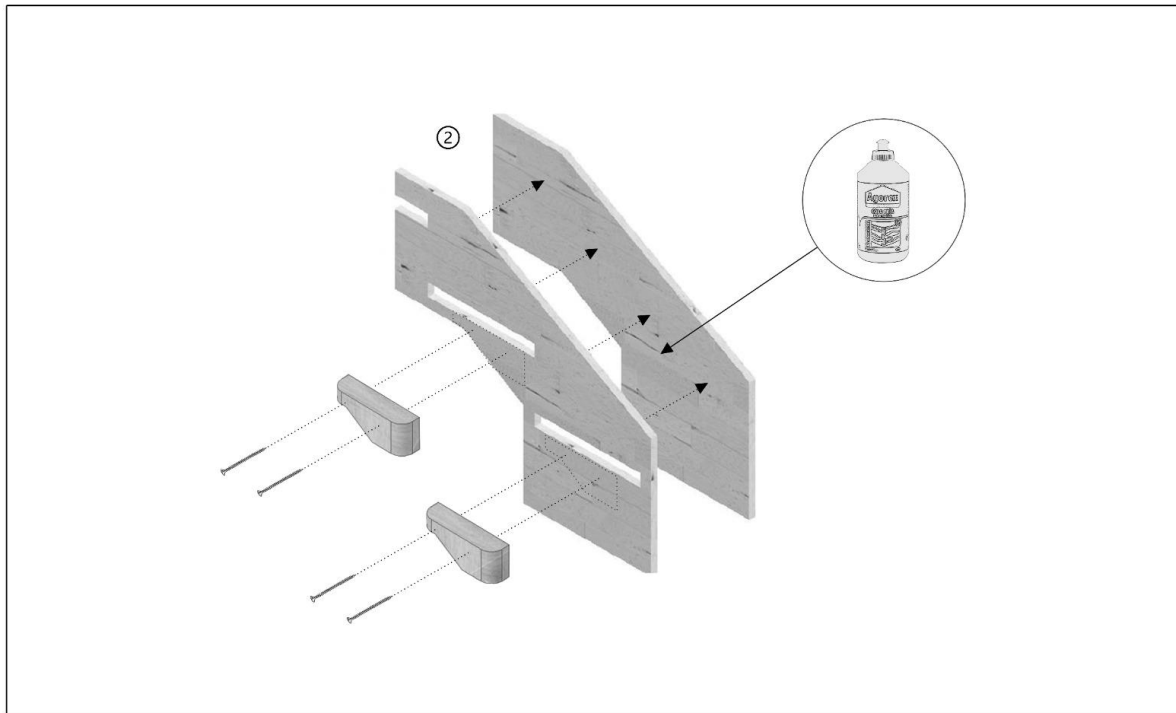


Figura 4. 26 - Lámina de manual esquemático para F8– Elementos constituyentes en confección de zanca menor por unión encolada.

(FUENTE: PROPIA, 2023)

En las figuras 4.27 y 4.28 se pueden apreciar las piezas constituyentes e indicaciones necesarias para la confección de las zancas interna y externa. Los pasos asignados con su numeración correspondiente darán lugar a ensamble y unión de los elementos constituyentes que formarán estas zancas, lo que se podrá observar en las figuras 4.29, 4.30 y 4.31.

PASO 6: Componentes de zanca externa

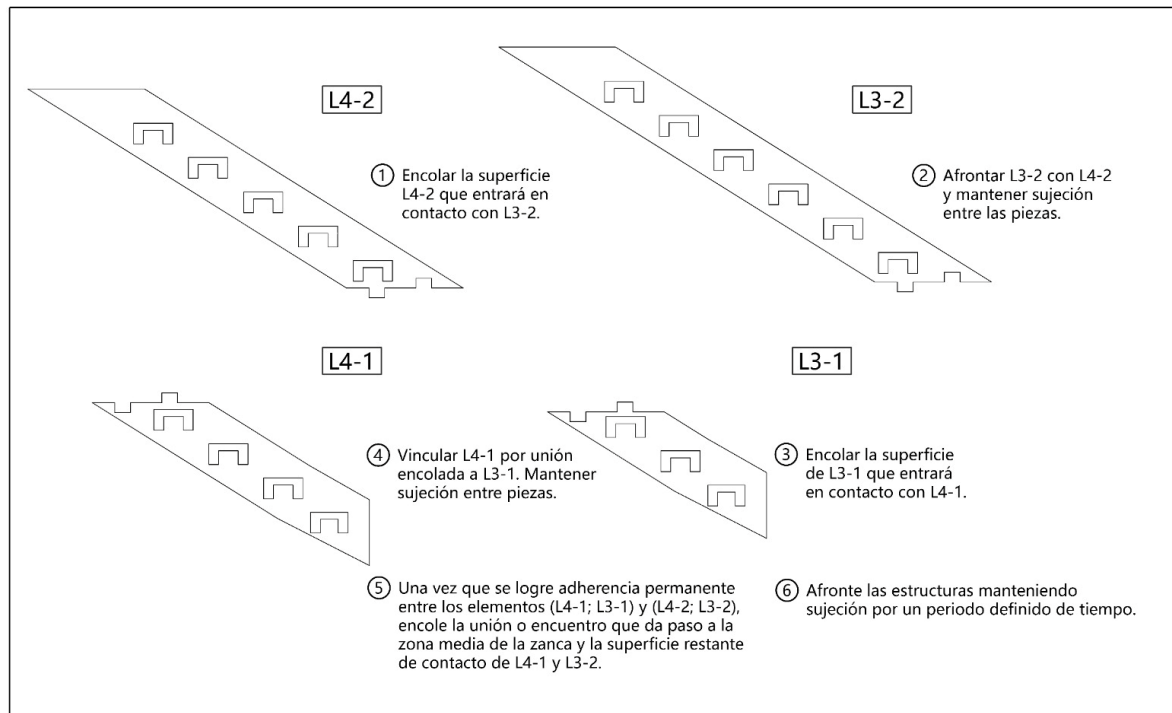


Figura 4. 27 - Piezas constituyentes e indicaciones para confección de zancas

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 7: Componentes de zanca interna.

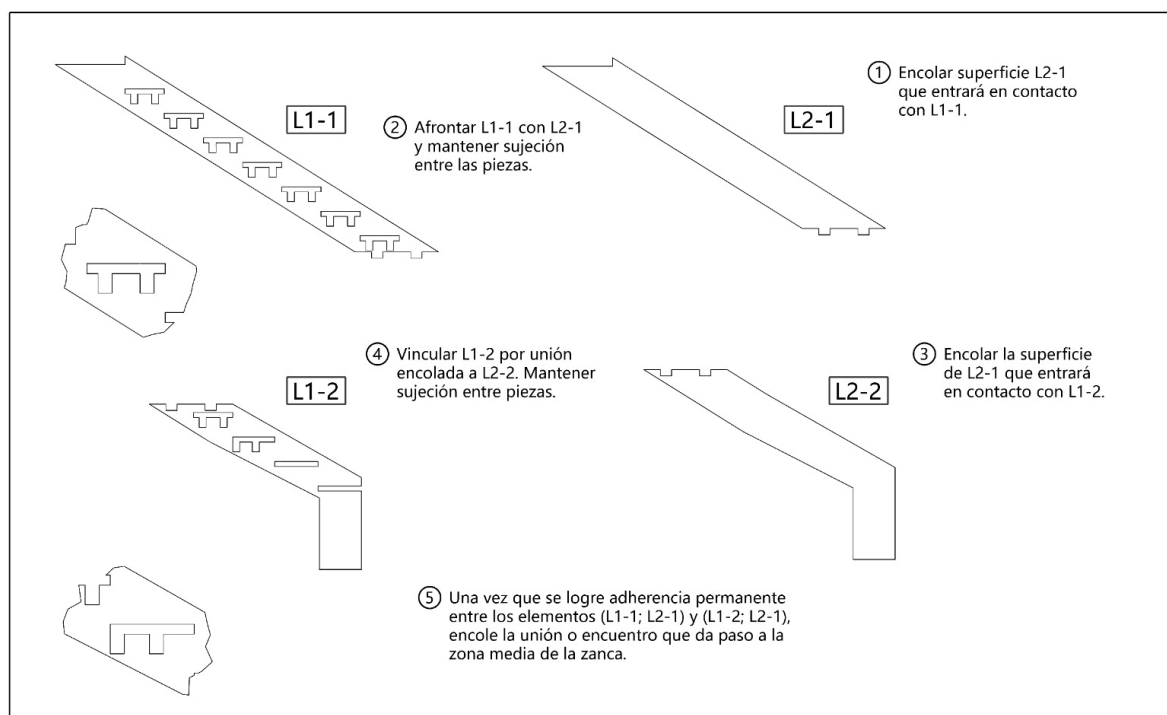


Figura 4. 28 - Lámina de manual esquemático Para F8- Piezas constituyentes e indicaciones para confección de zancas

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 8: Aplicación encolada entre componentes de zanca interna.

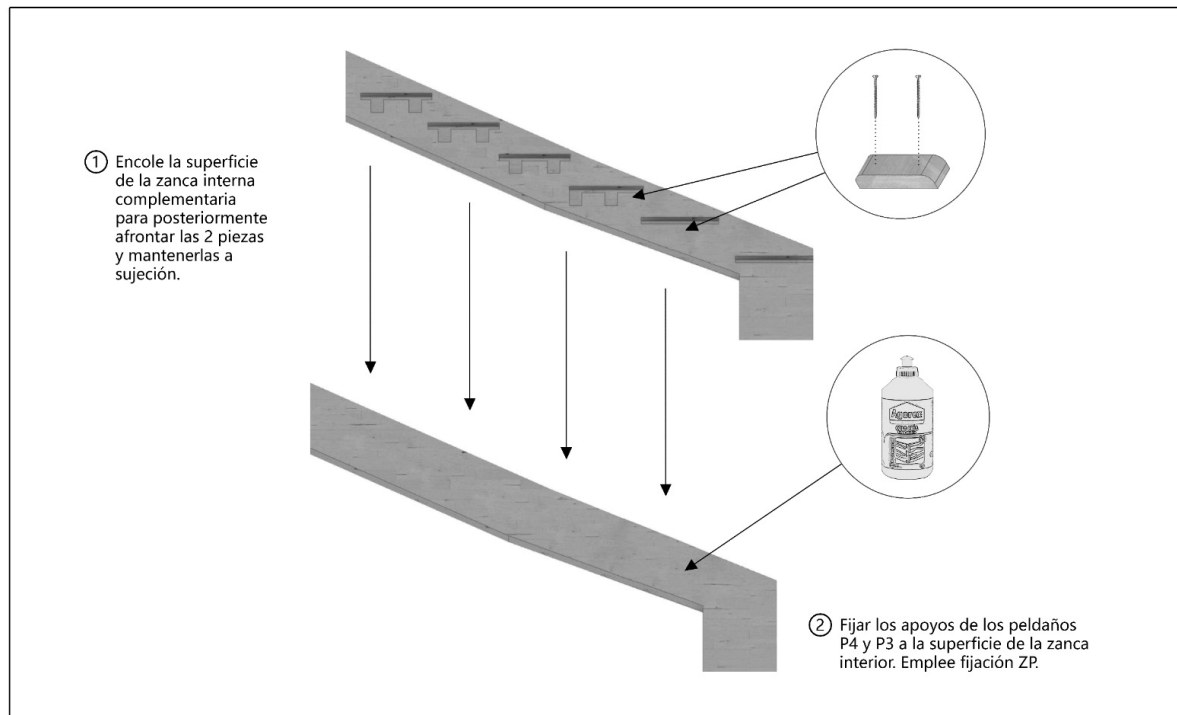


Figura 4. 29 - Lámina de manual esquemático para F8– Elementos constituyentes en confección de zanca menor por unión encolada.

(FUENTE: PROPIA, 2023)

En la figura 4.29 se observan los elementos que constituyen la zanca externa. El desarrollo de estos componentes para la escalera se trabajan con unión encolada. Se debe cautelar en este caso que las cavidades coincidan de acuerdo a lo indicado en el manual esquemático.

PASO 9

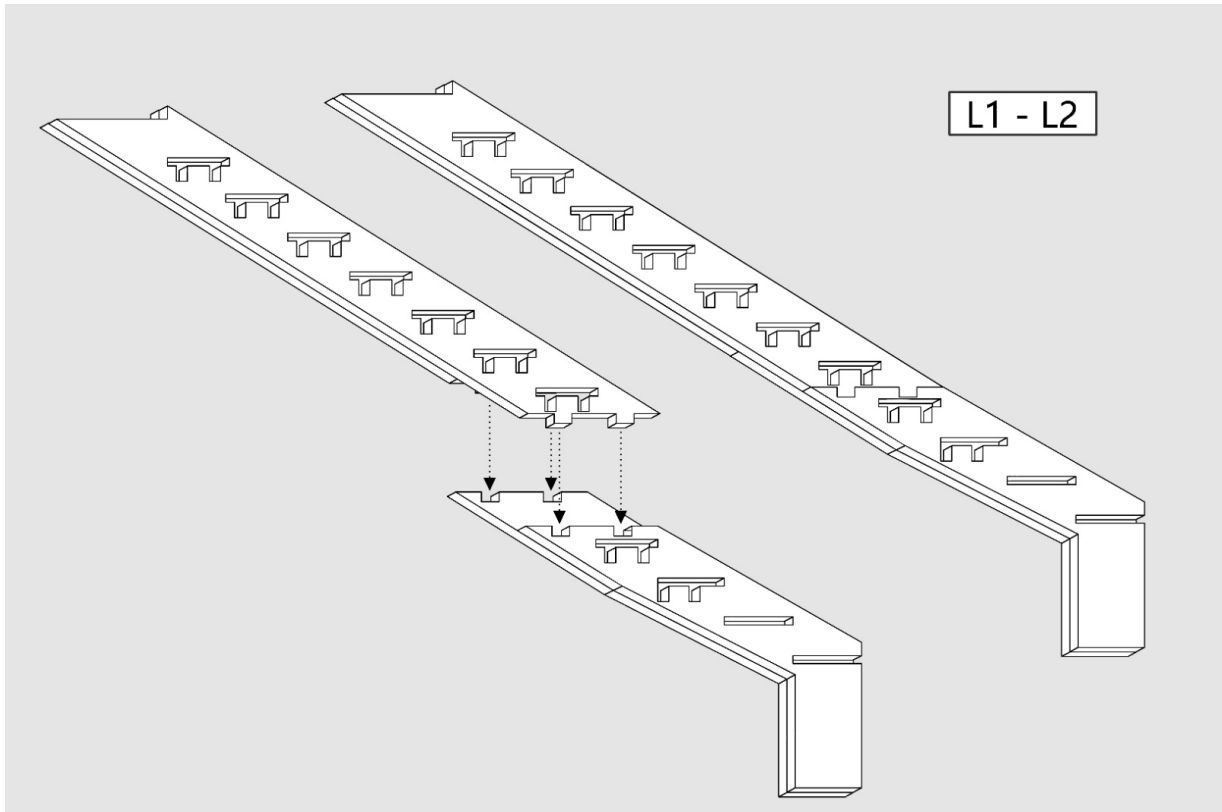


Figura 4. 30 - Lámina de manual esquemático para F8 – Confección de zanca interna por unión encolada

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 10: Zancas externas.

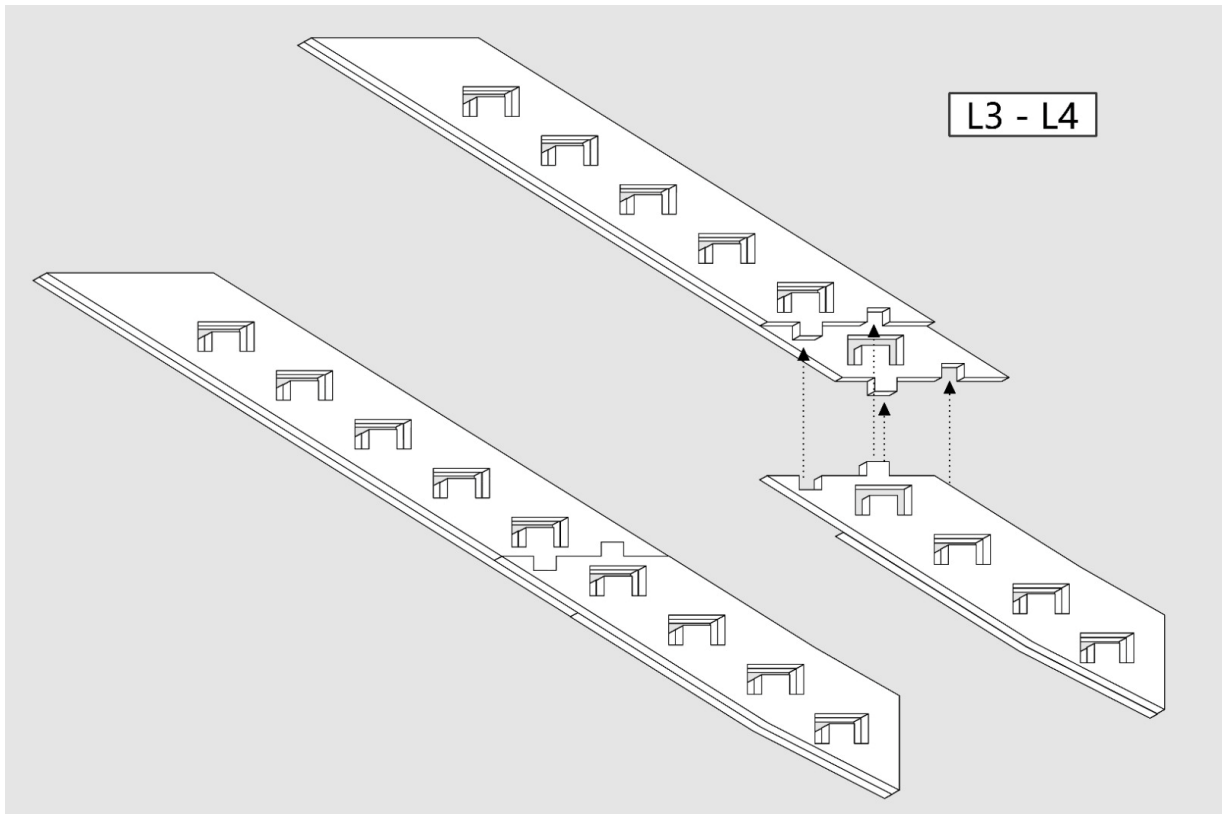


Figura 4. 31 - Lámina de manual esquemático para F8– Confección de zancas por unión encolada de zancas externas

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 11

**ASEGÚRESE DE QUE LAS PIEZAS QUE PASARÁN
A FORMAR LA EMPAQUETADURA BALAUSTRADA
NO PRESENTE IRREGULARIDADES PRODUCTO DE LOS
PROCESOS DE FABRICACIÓN U OTROS.**

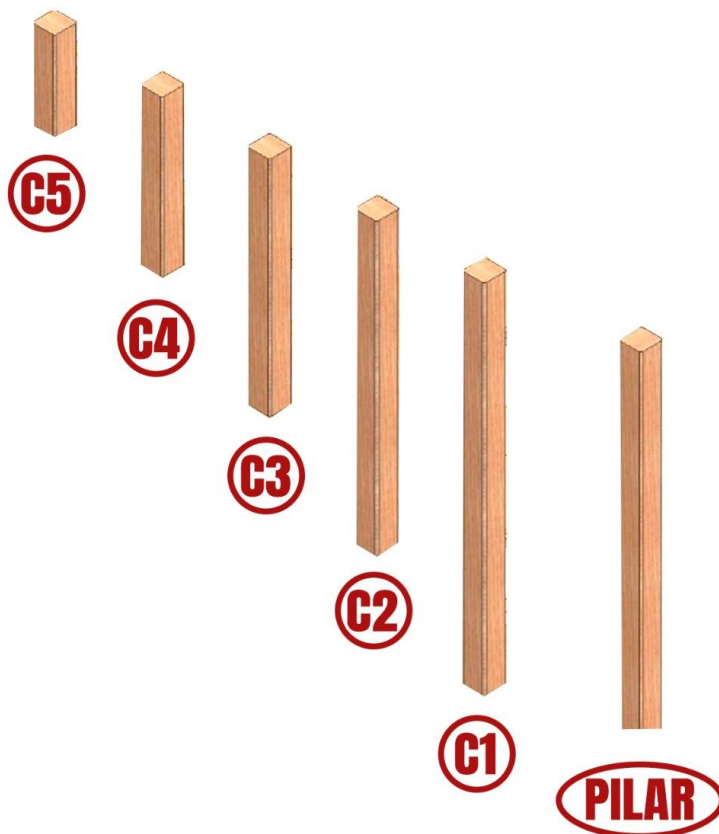


Figura 4. 32 - Lámina de manual esquemático para F8- Elementos constituyentes en confección de Solera balaustrada

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 12

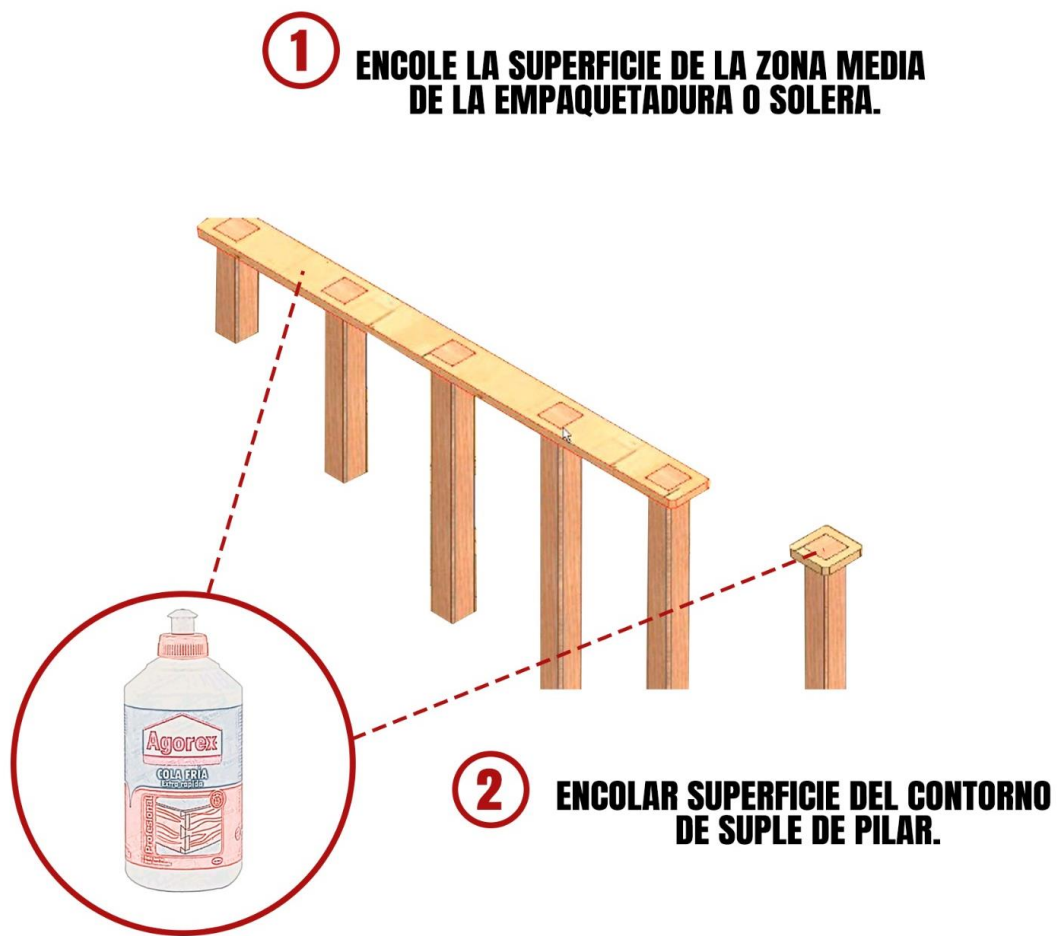


Figura 4. 33 - NO TENGO TITULO PARA ESTA FIGURA (EDITAR)

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 13

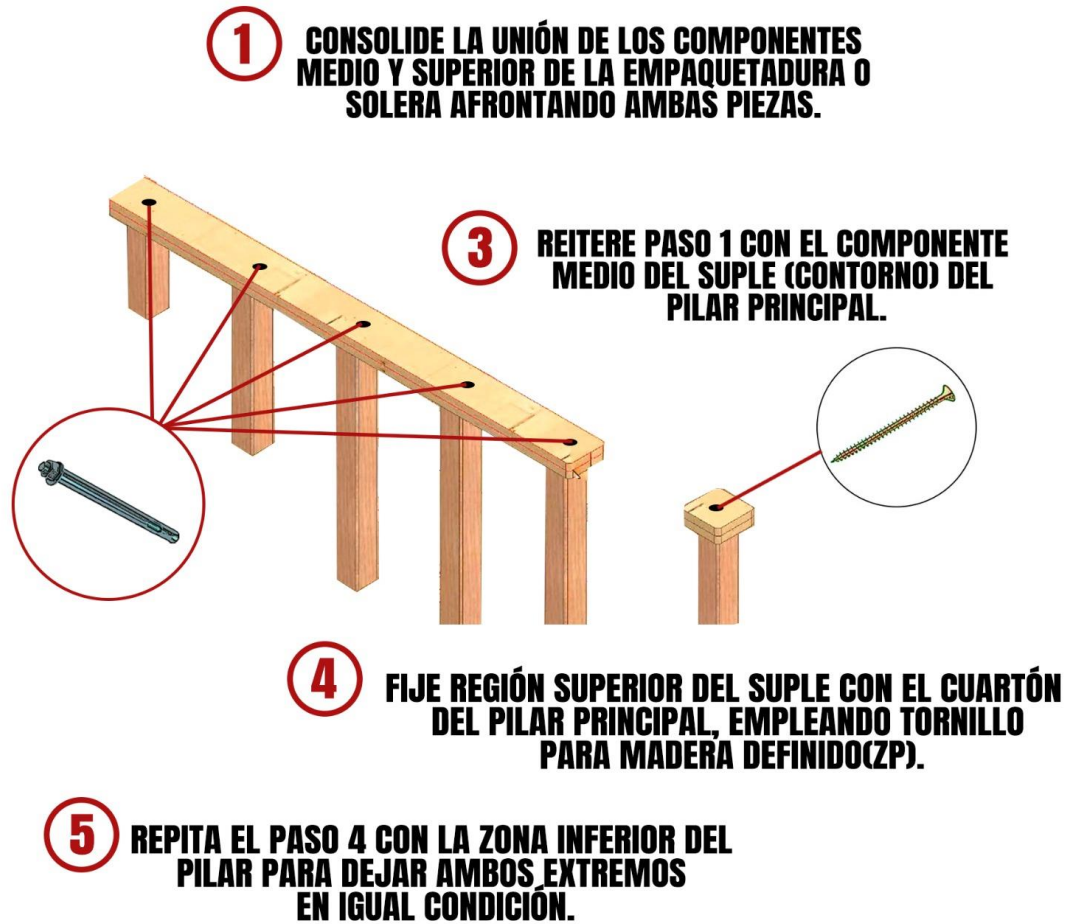


Figura 4. 34 - Lámina de manual esquemático de taller para F8– Elementos constituyentes en confección de Solera balaustrada. Fijación de pilares balaustrados por perno de anclaje

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 14:

En la siguiente lámina del manual esquemático se podrá observar los componentes que una vez encolados formarán a la zanca menor. Además, se encuentran a la izquierda, dos elementos de apoyo para los peldaños, que, si bien no serán el apoyo principal ya que la zanca menor cuenta con cavidades para los peldaños no compensados, funcionará como la extensión de la superficie de apoyo, con lo que se espera aumentar la estabilidad en el tránsito de la escalera. Los apoyos de los peldaños compensados se encuentran fijados por 2 tornillos de madera de 3 ½". La zanca menor, una vez que alcance la adherencia deseada, formará parte de los elementos que se encuentren listos para ser embalados.

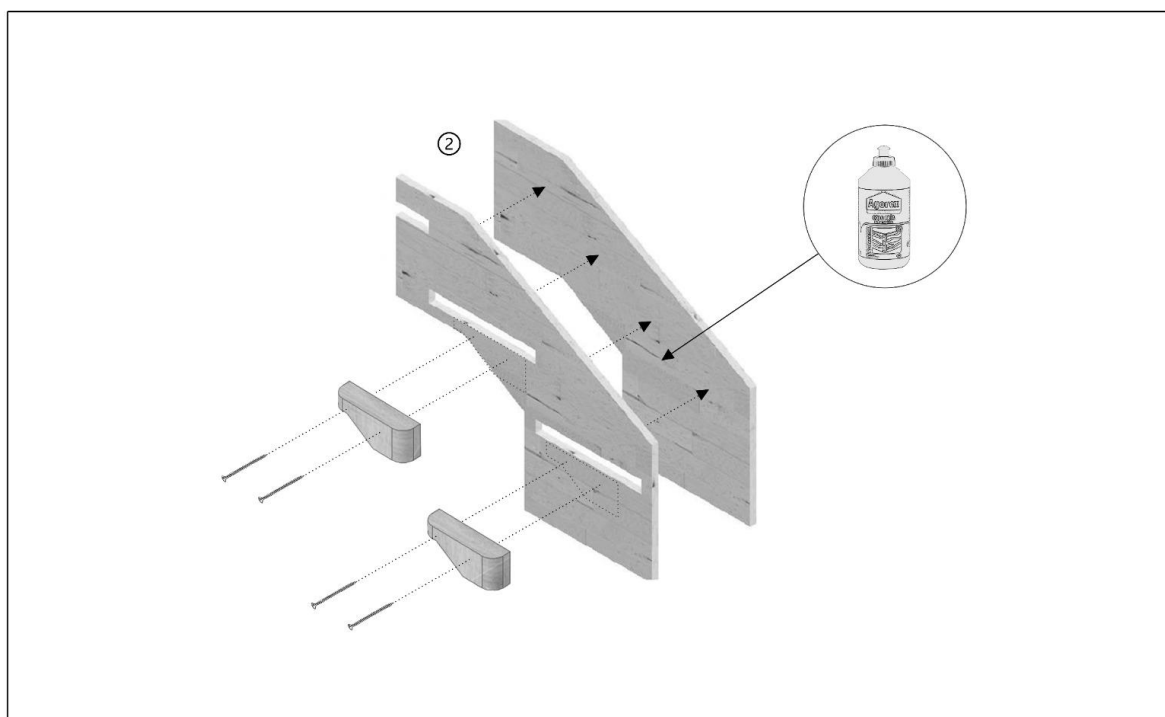


Figura 4. 35 - Lámina de manual esquemático de taller para F8— Armado de zanca menor por unión encolada e instalación de apoyos de peldaños

(FUENTE: PROPIA, 2023)

4.8.5. Manual esquemático de usuario para escalera F8.

PASO 1:

El paso de trazado de las escaleras es el primero en el manual esquemático para usuario.

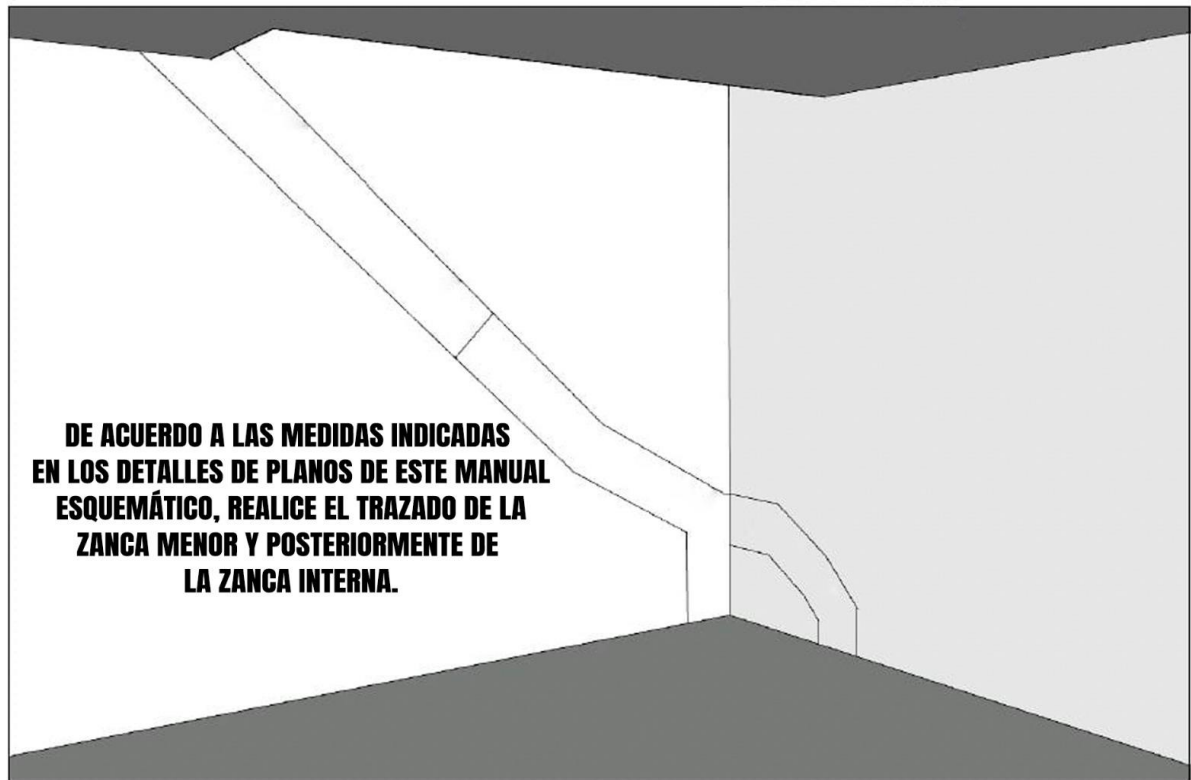


Figura 4. 36 - Lámina de manual esquemático para F8– Trazado de escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 2:

El siguiente paso será la instalación de zancas menor e interna. Este procedimiento se deberá llevar a cabo con pernos de anclaje de 1/2"x3 3/4".

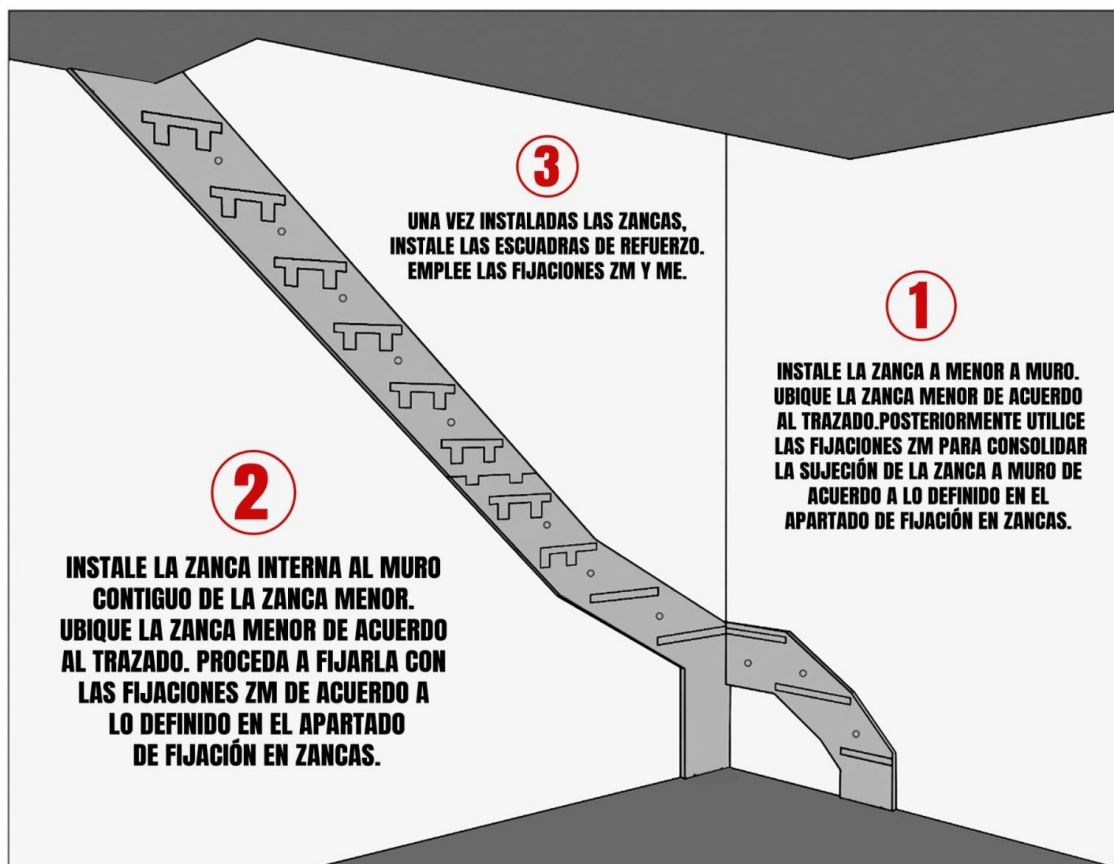


Figura 4. 37 - Lámina de manual esquemático para F8– Instalación de zancas interna y menor de escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 3:

Una vez instaladas las zancas menor e interna se deberá emplear nuevamente los pernos de anclaje para la instalación del pilar principal. Los pernos de anclaje deberán ser instalados de manera oblicua.

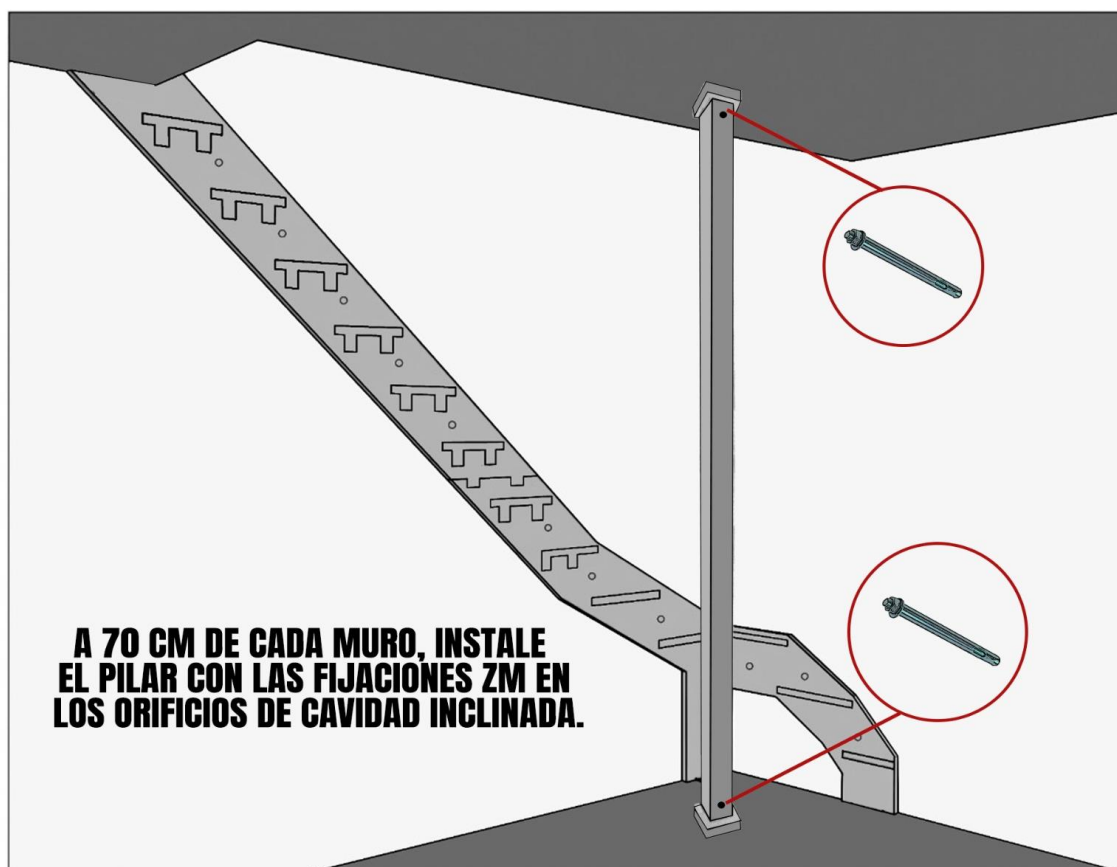
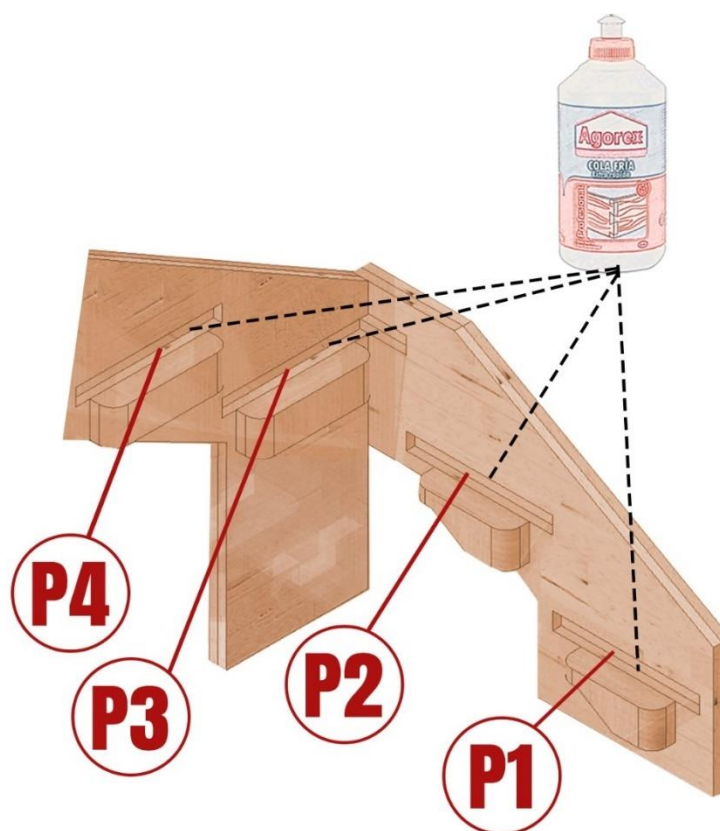


Figura 4. 38 - Lámina de manual esquemático para F8– Instalación de pilar de escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 4:

Posterior a la instalación del pilar principal será necesario encolar la superficie de los apoyos de los peldaños compensados.



ENCOLE LAS CAVIDADES DE LOS PELDAÑOS COMPENSADOS PARA POSTERIORMENTE INSERTARLOS DE ACUERDO A SU ORDEN DESDE EL ARRANQUE. EL PELDAÑO DEBERÁ QUEDAR INSTALADO CON SUS EXTREMOS DE MAYOR LONGITUD A LAS CAVIDADES Y EN LOS DE MENOR LONGITUD DEBERÁN ESTAR SUJETOS POR LOS APOYOS DEL PILAR.

Figura 4. 39 - Lámina de manual esquemático para F8– Esquema de aplicación encolada para apoyos de gradas compensadas de escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 5:

Posterior a lo anterior, será necesario instalar la estructura de solera balaustrada para que posteriormente se pueda concretar la instalación de la totalidad del elemento con las denominadas fijaciones ZM o bien, pernos de anclaje.

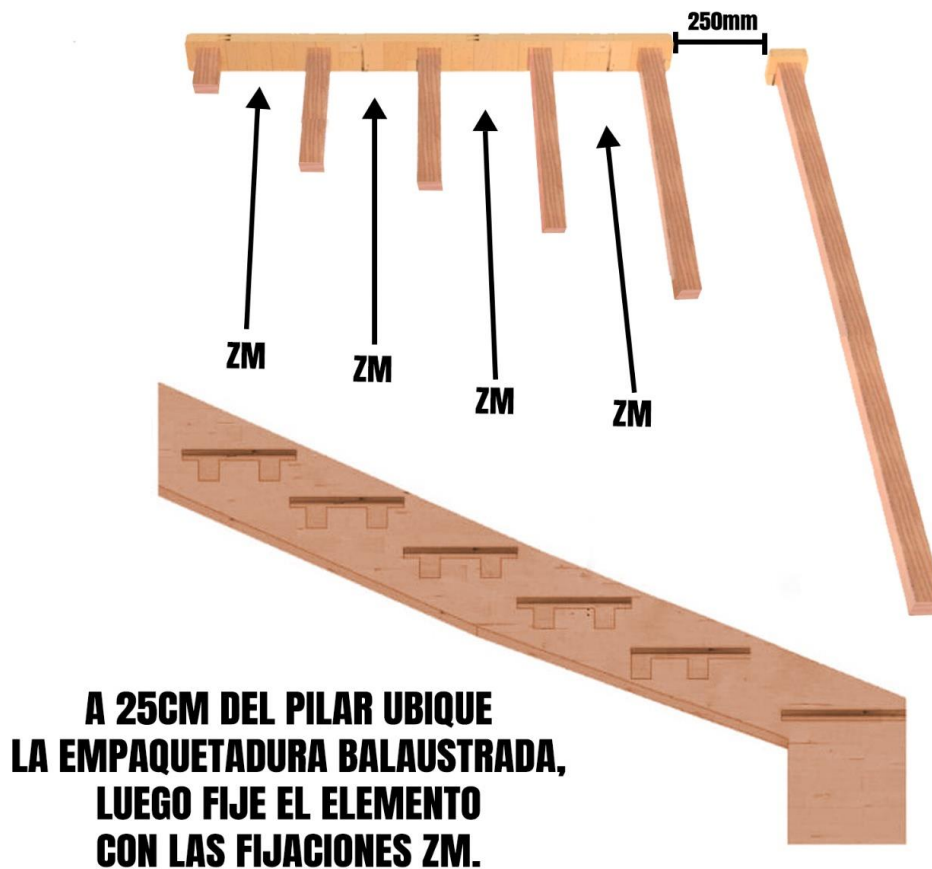


Figura 4. 40 - Lámina de manual esquemático para F8- Esquema de instalación de solera balaustrada de escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 6:

En el paso 19 es importante destacar que el procedimiento se divide en dos partes. En primer lugar, la inserción y fijación de peldaños en la zanca externa por medio de los traba peldaños y posteriormente insertar esta estructura formada por la zanca externa y los peldaños fijados a ella, a las cavidades de la zanca interna.

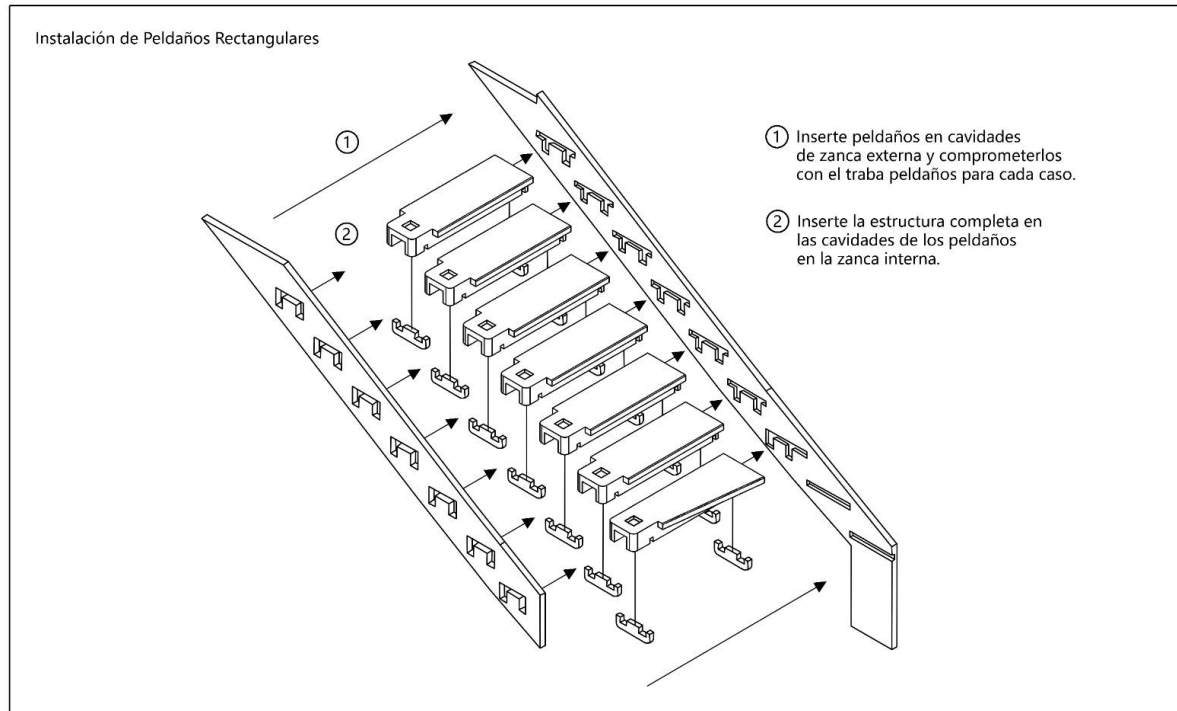


Figura 4. 41 - Lámina de manual esquemático para F8– Esquema de instalación de peldaños y zancas interna y externa de escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 7:

Para la instalación de los traba peldaños, ocupe 3 tornillos de madera o tornillos M para cada uno de los peldaños no compensados, incluyendo el de transición. Posteriormente fije el traba peldaños con 3 tornillos M.

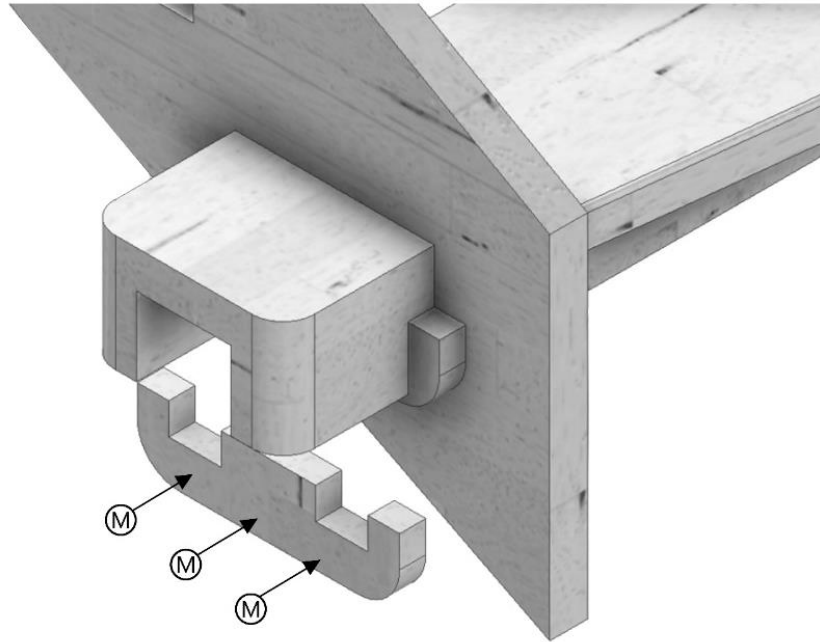


Figura 4. 42 - Lámina de manual esquemático F7 y F8 - Fijación de traba-peldaño

(FUENTE: PROPIA, 2023)

PASO 8:

Una vez la estructura anteriormente mencionada tiene los extremos anteriores de los peldaños no compensados insertos en la cavidad de la zanca interna, será necesario fijar la totalidad de la estructura en dos partes. La instalación de pernos coche 1/4x4" fijará los extremos inferiores de los balaustres de la solera a la zanca externa y por otra parte, la zona anterior de los peldaños que se encontrarán insertas en las cavidades de la zanca interna, llevará traba peldaños al igual que en la zanca externa, logrando así la fijación en ambos extremos de la escalera.

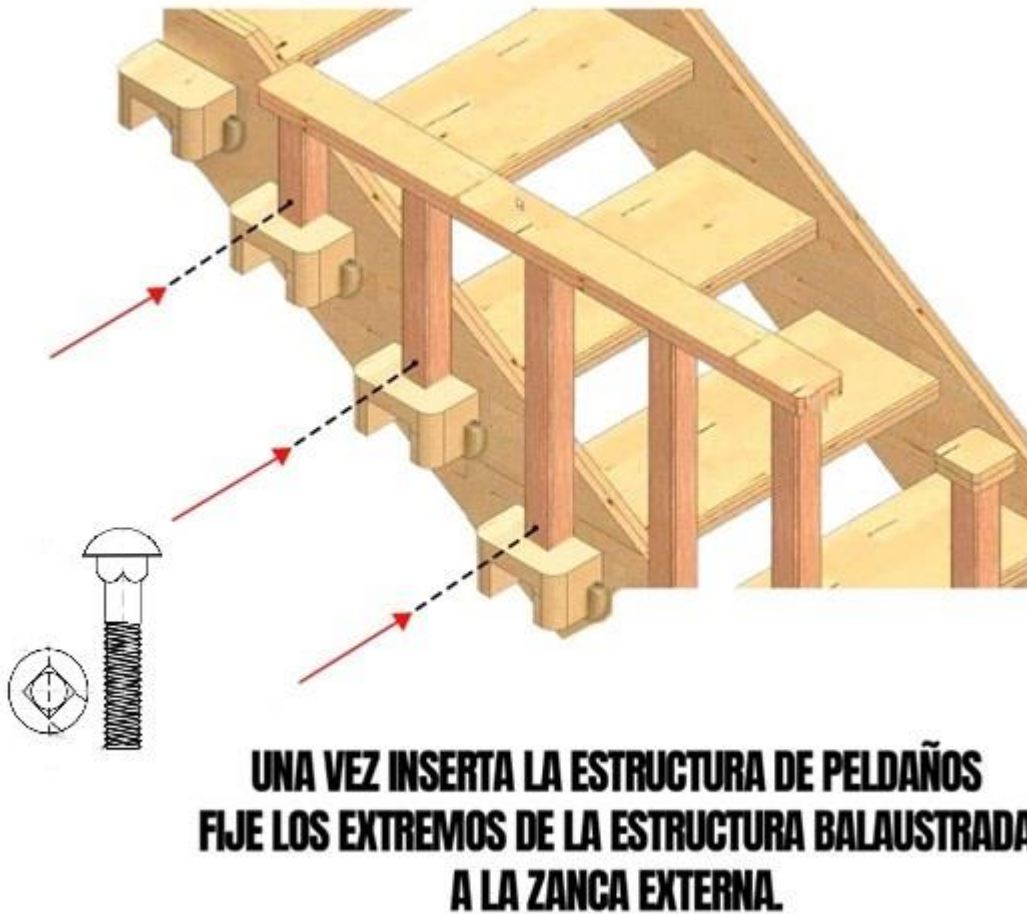


Figura 4. 43 - Lámina de manual esquemático de taller para F8– fijación balaustres de solera con zanca externa de escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

Materiales	Cantidad	Unidad	Precio Unita	Precio total
Pack escalera prefabricada	1	UN	\$ 179.285	\$ 179.285
Tornillos para madera 3-1/2"	0,12	UN	\$ 774	\$ 93
Tornillos para madera 2"	0,88	UN	\$ 1.533	\$ 1.349
Pernos coche 1/4 2"	0,7	UN	\$ 6.200	\$ 4.340
Pino cepillado 2x3x3,2m(Bal)	0,95	m2	\$ 3.660	\$ 3.477
Pernos coche 1/4 4"	0,25	UN	\$ 12.200	\$ 3.050
Perno Anclaje 1/2"x3 3/4"	0,23	UN	\$ 61.900	\$ 14.237
PinoPino cepillado 4x4x3,2m (Pilar)	0,63	m2	\$ 9.680	\$ 6.098
Angulo de Refuerzo 2x3 7/8"	1	UN	\$ 5.743	\$ 5.743
Agorex Cola Fria Extra Fuerte1/2 kg	1,07	UN	\$ 5.913	\$ 6.327
Film de embalaje 30x0.5m	6,6	UN	\$ 5.500	\$ 36.300
Barniz 3L	0,8	UN	\$ 25.210	\$ 20.168
Brocha	0,33	UN	\$ 4.356	\$ 1.437
CAJA 420X350150 mm(17u)	0,058	UN	\$ 1.212	\$ 70
Transporte	0,07	UN	\$ 50.000	\$ 3.500
Total Materiales				\$ 285.475
Mano de obra				
Mastreio	0,25	h/d	47000	\$ 11.750
Ayudante	0,25	h/d	25000	\$ 6.250
Total mano de obra				\$ 18.000
Total				\$ 303.475

Tabla 4.4 - Análisis Precio unitario por partida de Ensamblaje e instalación por escalera (F8)

Material	Unidad	Cantidad	Precio Total	Cantidad para cada escalera	Cantidad escaleras	Cantidad Total a comprar
Pack escalera prefabricada	Pack	1	\$ 179.285	1	70	70
Tornillos para madera 3-1/2"	Caja	100	\$ 774	0,12	70	8
Tornillos para madera 2"	Caja	100	\$ 1.533	0,88	70	62
Pernos coche 1/4 2"	Caja	100	\$ 6.200	0,7	70	49
Pino cepillado 2x3x3,2m(Bal)	UN	1	\$ 3.660	0,95	70	67
Pernos coche 1/4 4"	Caja	100	\$ 12.200	0,25	70	18
Perno Anclaje 1/2"x3 3/4"	Caja	100	\$ 61.900	0,23	70	17
Pino cepillado 4x4x3,2m (Pilar)	UN	1	\$ 9.680	0,63	70	45
Angulo de Refuerzo 2x3 7/8"	UN	1	\$ 5.743	1	70	70
Agorex Cola Fria Extra Fuerte1/2 kg	UN	1	\$ 5.913	1,07	70	75
Barniz 3L	UN	1	\$ 25.210	0,8	70	56
Film de embalaje 30x0.5m	UN	1	\$ 5.500	6,6	70	462
Brocha	UN	1	\$ 4.356	0,33	70	24
Transporte	UN	5	\$ 50.000	0,07	70	5
CAJA 420X350150 mm (17u)	Pack	17	\$ 1.212	0,058	70	5

Tabla 4. 5 - Cubicación para propuesta de escalera F8

Material	Cantidad UN
Tornillos para madera 3-1/2"	12
Tornillos para madera 2"	88
Pernos coche 1/4 2"	1
Pino cepillado 2x3x3,2m(Bal)	1
Pernos coche 1/4 4"	25
Perno Anclaje 1/2"x3 3/4"	23
Angulo de Refuerzo 2x3 7/8"	1
Pino Pino cepillado 4x4x3,2m (Pilar)	1
Agorex Cola Fria Extra Fuerte 1/2 kg	1,07
Film de embalaje 30x0.5m	6,6
Barniz 3L	0,7
Brocha	0,33
Transporte 14 ejemplares	1
CAJA 420X350150 mm(17u)	0,058

Tabla 4. 6 - Materiales por cada escalera F8

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Valor total
Pack escalera prefabricada	Pack	70	\$ 179.285	\$ 12.549.950
Tornillos para madera 3-1/2"	Caja	8	\$ 77.400	\$ 619.200
Tornillos para madera 2"	Caja	62	\$ 1.533	\$ 95.046
Pernos coche 1/4 2"	Caja	49	\$ 6.200	\$ 303.800
Pino cepillado 2x3x3,2m(Bal)	UN	67	\$ 3.660	\$ 245.220
Pernos coche 1/4 4"	Caja	18	\$ 12.200	\$ 219.600
Perno Anclaje 1/2"x3 3/4"	Caja	17	\$ 61.900	\$ 1.052.300
Pino cepillado 4x4x3,2m (Pilar)	UN	45	\$ 9.680	\$ 435.600
Angulo de Refuerzo 2x3 7/8"	UN	70	\$ 4.152	\$ 290.640
Agorex Cola Fria Extra Fuerte1/2 kg	UN	75	\$ 5.913	\$ 443.475
Barniz 3L	UN	49	\$ 25.210	\$ 1.235.290
Film embalaje 30 x0.5m	UN	462	\$ 5.500	\$ 2.541.000
Brocha	UN	24	4356	\$ 104.544
CAJA 420X350150 mm (17u)	UN	5	1212	\$ 6.060
Total Materiales				\$ 20.141.725
Transporte	UN	5	50000	\$ 250.000
Mano de obra				
Mastreo	h/d	18	47000	\$ 846.000
Ayudante	h/d	18	25000	\$ 450.000
Total Mano de Obra				\$ 1.296.000
Subtotal				\$ 21.687.725
Utilidad	%	3%		\$ 650.632
IVA	%	19%		\$ 3.826.928
Total				\$ 26.165.285

Tabla 4. 7 - Presupuesto para propuesta de escaleras F8

5. Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto de investigación deja en evidencia y demuestra la efectividad que se logra al unir conocimientos de distintas disciplinas para el desarrollo de un mismo proyecto. En este caso, junto con la base de conocimientos de la formación académica y práctica de la ingeniería en construcción, se sumaron conocimientos derivados de la arquitectura y del diseño industrial. De este modo el proyecto se vio en la necesidad de contemplar beneficios de la fabricación digital para alcanzar geometrías más completas. Así mismo, fue necesario definir la geometría de los componentes que constituyen la propuesta considerando siempre los espacios en la vivienda y las necesidades del usuario o habitante y contemplando algunos principios de la arquitectura. El proyecto de escaleras para vivienda social es una prueba más de que al recurrir a más áreas de especialidad (siempre que sean complementarias), es posible alcanzar resultados y prestaciones más versátiles en el desarrollo de proyectos constructivos, plasmando así mejores resultados, tanto en el producto final como en el proceso de ejecución. El proyecto abordado, sumado a los registros expuestos en el contenido del presente documento respaldan el hecho de que la aplicación de la fabricación digital en proyectos de construcción, tienen resultados fructíferos, traducidos en periodos y procesos de ejecución más ágiles, reducción de costos a largo plazo y resultados más exactos en la confección tanto de obras de pequeña y gran magnitud. Las tendencias de la tecnología y la construcción invitan a los profesionales involucrados en el área a usar estos avances como el medio para vincularse con otras disciplinas para fomentar el desarrollo en el rubro y aspirar a nuevos modos de trabajo, a partir de lo que será posible destinar las labores de mano de obra a otras áreas tras la búsqueda de procesos más eficientes. Las consideraciones adoptadas para la implementación de este tipo de elementos y la aplicación de la fabricación digital en las escaleras del proyecto de vivienda social abordado dejan entrever el gran potencial de industrialización y desempeño sustentable en el que pasa a ser un hecho que conforme se estreche la relación entre estas tecnologías derivadas del diseño y la construcción, se abrirá paso al desarrollo de proyectos más eficientes con una capacidad de producción de grandes volúmenes. Del mismo modo es posible concluir que derivar responsabilidades a personal no calificado tiene consecuencias que pueden traducirse en pequeños detalles que pueden marcar grandes diferencias en múltiples procesos ejecutores en la construcción y las irregularidades identificadas en la ejecución de las escaleras del proyecto de vivienda social son evidencia de ello. La forma de fabricación del elemento fue uno de los aspectos que se mantuvo relativamente constante a lo largo del proyecto después de la fase 4. La fabricación digital que contempló equipos de sustracción material con tecnología CNC fue uno de los aspectos que se mantuvo presentes hasta el desarrollo de la versión final del elemento propuesto, esto debido a la prolijidad obtenida en los resultados de los procesos de producción de este tipo de tecnología, sin embargo cabe mencionar que se asume a partir de lo investigado que el empleo de este tipo de tecnologías implica una mantención y control de los procesos considerablemente más rigurosa en comparación a procesos de fabricación más tradicionales.

En el desarrollo de la investigación que dio paso al presente proyecto, se observó que la forma en la que se fabrican los elementos para la construcción influye directamente en el formato del elemento para ser transportado y en la precisión en cada uno de los componentes del mismo. El despiece de los elementos que constituyen los componentes de la escalera propuesta en la fase de diseño 8 dejan entrever que al momento de considerar este tipo de fabricación y materialidad para elementos de la misma naturaleza, es posible dar paso a distintos formatos de entrega del producto al cliente, dado que para el caso anteriormente mencionado se puede

considerar la entrega de los elementos con prepicado contenidos en la placa de terciado o bien, los elementos extraídos de la placa de terciado.

El manual esquemático se desarrolló con la intención de ilustrar al cliente de su producto y orientar al responsable del armado con el fin de evitar irregularidades por falta o privación de información. Las instrucciones que se desarrollaron para las fases de diseño indicadas dejan entrever la importancia de considerar factores determinantes para el armado de todo elemento en el ámbito de la construcción, el orden de los procedimientos sí altera el producto final, tanto en el plazo de desarrollo como en la mano de obra necesaria. La importancia del orden de los procedimientos para el armado de elementos y cualquier otro proceso constructivo influye directamente en los resultados del proceso ejecutor para bien o para mal, dependiendo de las medidas que se tomen para eficientizar los procesos de ejecución. para cada fase de diseño. La confección de un manual esquemático es parte de los resultados del presente proyectos que deberían considerarse para múltiples procesos ejecutores, ya que ilustrar a los responsables de distintas labores contribuirá a focalizar la atención de la mano de obra en el elemento y dará paso a generar un dialogo entre los responsables de uno o más procesos ejecutores en distintos niveles de jerarquía.

De acuerdo con lo evaluado para la confección del presupuesto para el proyecto de escaleras para el condominio de vivienda social LOS NARANJOS III, se concluye que debido a lo reciente de la tecnología de fabricación digital en Chile y el costo del mantenimiento de los equipos por el actual monopolio de piezas y repuestos, resultará más eficiente considerar la tercerización de la fabricación y/o procesos de corte para el caso de la confección de los componentes de las escaleras. Tercerizar los servicios de fabricación digital se puede traducir en obtener por un valor determinado por los elementos solicitados dentro de corto periodo de tiempo en comparación a los métodos de fabricación más tradicionales, evitar la inversión de tiempo en los procesos de instalación, mantención y preparación de la máquina empleada con la tecnología de control computarizado. Tercerizar los servicios de fabricación digital pueden agilizar el desarrollo del proyecto en una etapa temprana de desarrollo como proyecto. Los valores entre la fabricación de una escalera por medios tradicionales se ven inferiores frente a los valores de fabricación digital son más atractivos, pero sin considerar la calidad. En contraste, las escaleras por fabricación digital si bien tienen un valor que supera a las de fabricación tradicional, serán capaces de garantizar componentes que evitarán irregularidades dimensionales, entre otras fallas materiales causadas por los medios de fabricación tradicional. Es importante mencionar que respecto a los valores que involucran la fabricación digital en este proyecto son un fiel reflejo lo eficiente que resulta ser adoptar este tipo de material para la fabricación de escaleras, esto sumado a que las propiedades del terciado estructural dan paso a alcanzar estándares de calidad efectivos. El terciado estructural es un material con alto potencial utilizado en múltiples elementos, con el tratamiento adecuado y considerando los espesores suficientes, será posible agilizar los procesos de producción de este y otros elementos para la construcción de viviendas unifamiliares, considerando además que es uno de los materiales que mayor libertad permiten al momento de someterlos a procesos de fabricación digital, ya el que vincular el terciado estructural con la fabricación digital abren paso a la confección de elementos que alcanzan un nivel de geometría más compleja.

Con respecto al caso de estudio adoptado, se concluye que el vano destinado a la caja de escala tiene dimensiones que restringen la libertad para explorar el desarrollo escaleras con otras tipologías, debido a que limitan el ancho de acceso, atentando además contra lo

establecido en la OGUC, ya que el ancho mínimo de acceso en una escalera debe ser de 80cm, en el caso de estudio se registró un ancho de 70 cm que variaba en el desarrollo de cada escalera, lo que acusa además una importante irregularidad dimensional que termina por involucrar la totalidad del elemento debido a la variación dimensional entre piezas componentes de un mismo tipo que forman parte de un mismo complejo.

Las fases de diseño fueron enriquecedoras para explorar las distintas prestaciones y características añadidas a los modelos de escaleras. La fabricación digital y la tecnología CNC aplicadas en la construcción ya se encuentra en uso en varios países que han logrado percibir su potencial. Se espera que más aplicaciones en la construcción tomen los beneficios de las nuevas tecnologías. La escalera F8 es considerada la más idónea para tomarla como propuesta en el presente proyecto, debido a que contempla aplicaciones que a la fecha con innovadoras y abren paso a lograr procesos más eficientes tanto de producción como de instalación. El desarrollo de la solera balaustrada presenta un gran potencial para emplearla como solución para escaleras que no tienen pasamanos o cuyas condiciones dimensionales impidan el desarrollo de un pasamanos. Considerar la integración de la solera balaustrada a la propuesta, obedece directamente a aspectos de accesibilidad, considerando aportar mayor seguridad a personas con dificultad de desplazamiento.

6. Referencias

- (s.f.). Obtenido de <https://www.cdt.cl/sistemas-industrializados-y-prefabricacion-productividad-y-eficiencia-constructiva/>
- Abufarhue, M. A. (2015). Análisis arquitectónico de modelos de vivienda social en Chile, de su desarrollo en el tiempo, tomando como ejemplos de contraste dos caos en Valparaíso. *Análisis arquitectónico de modelos de vivienda social en Chile, de su desarrollo en el tiempo, tomando como ejemplos de contraste dos caos en Valparaíso*. Chile.
- arauco*. (s.f.). Obtenido de https://www.arauco.cl/chile/ayuda_proyectos/nuevos-usos-del-terciado/
- archdaily*. (s.f.). Obtenido de archdaily: https://www.archdaily.cl/cl/627121/empresa-china-exhibe-10-casas-impresas-en-3d?utm_medium=website&utm_source=archdaily.cl
- archdaily*. (s.f.). Obtenido de archdaily: https://www.archdaily.cl/cl/780291/este-robot-albanil-distribuye-ladrillos-3-veces-mas-rapido-que-una-persona?utm_medium=website&utm_source=archdaily.cl
- archdaily*. (s.f.). Obtenido de <https://www.archdaily.cl/catalog/cl/products/18/tableros-araucopy-estructural-arauco>
- ASTM. (2019). *NORMA NCh 3509/3 Coordinación modular en edificaciones* (PRIMERA EDICIÓN ed.). INN.
- bbosch*. (s.f.). Obtenido de bbosch: <https://www.bbosch.cl/noticias/disenio-prueba-fabricacion-digital-estructuras-bajo-metodologia-bim>
- cdt*. (s.f.). Obtenido de cdt: <https://www.cdt.cl/sistemas-de-fabricacion-digital-con-productos-para-la-vivienda-social/>
- cdt*. (s.f.). Obtenido de <https://www.cdt.cl/tag/prefabricacion/page/6/>
- Cutieru, A. (s.f.). *archdaily*. Obtenido de archdaily: <https://www.archdaily.cl/cl/941027/fabricacion-digital-en-arquitectura>
- Domínguez, M. (2018). *scielo.cl*. Recuperado el julio de 2022, de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642014000300018
- eltrabajo.cl*. (s.f.). Obtenido de eltrabajo.cl: <https://eltrabajo.cl/portal/a-un-ano-de-estrenar-sus-viviendas-estas-muestran-numerosas-deficiencias/>
- ferrobal.cl*. (s.f.). Obtenido de ferrobal.cl: https://www.ferrobal.cl/product/terciado-estructural-18mm-122-x-244-mts/?utm_source=Google%20Shopping&utm_campaign=FERROBAL&utm_medium=cpc&utm_term=2796&https://www.ferrobal.cl/?utm_source=google&utm_medium=search&utm_campaign=creato&gclid=CjwKCAjw5pShBhB
- Fuenzalida, M. (22 de ABRIL de 2022). Viviendas sociales en Valparaíso y sus proyectos en marcha. VAKOARAÍSO: EP VALPARAÍSO.

- Heitmann, B. (1996). Vivienda social industrializada: La experiencia chilena . *REIVISTA INVI. ingelam.cl*. (FEBRERO de 2021). Obtenido de ingelam.cl: <https://ingelam.cl/madera-laminada-prefabricacion-industrializacion/>
- Katiusk, A. C. (2014). Organización y utilización de los espacios comunes en la vivienda social Valparaíso. *Organización y utilización de los espacios comunes en la vivienda social Valparaíso*. CHILE, VALPARAÍSO. Obtenido de <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/1188>
- MINVU. (2011). *CUADRO NORMATIVO Y TABLA DE ESPACIOS Y USOS MINIMOS PARA EL MOBILIARIO Para proyectos del Fondo Solidario de Elección de Vivienda regulado por el D.S. N° 49* (2017 ed.). MINVU.
- Orellana, E. N. (abril de 2018). HOTEL MIRADOR BELLAVISTA. *HOTEL MIRADOR BELLAVISTA. proyectos.habitissimo.cl*. (s.f.). Obtenido de <https://proyectos.habitissimo.cl/proyecto/planchas-de-madera-osb-o-contrachapado>
- tecnofast. (2020). Obtenido de <https://tecnofast.cl/2020/02/04/tecno-fast-compra-compra-de-tecno-truss-tecno-panel/>
- twh. (s.f.). Recuperado el 2022, de <https://twh.cl/nosotros/>
- uchile. (s.f.). Obtenido de <https://www.uchile.cl/noticias/145006/se-necesita-una-reconceptualizacion-de-la-vivienda-social-en-chile>

7. Anexos

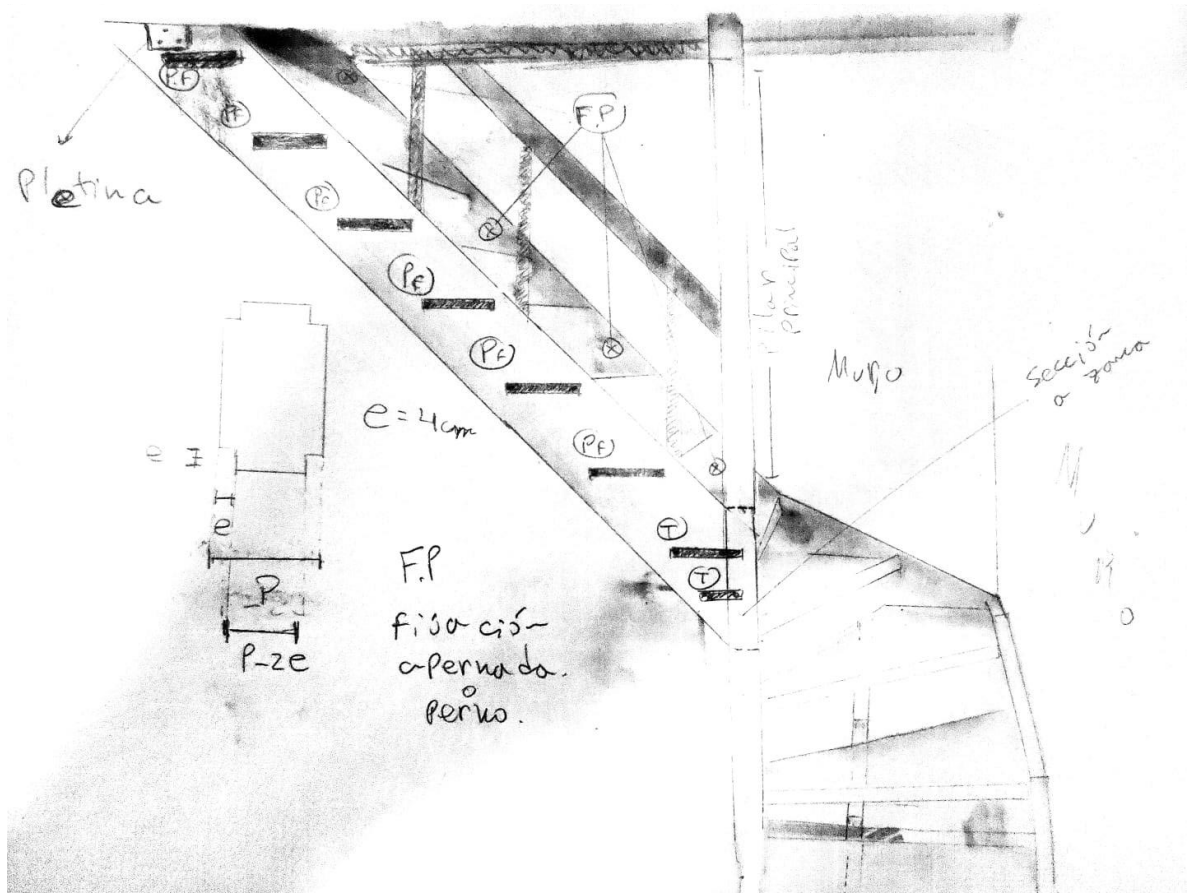


Figura 7. 1 - Primer bosquejo de escaleras para proyecto de titulación



Figura 7. 2 - Fotografía-Escalera evaluada- LOS NARANJOS III: Peña Blanca.

(FUENTE: PROPIA, 2023)

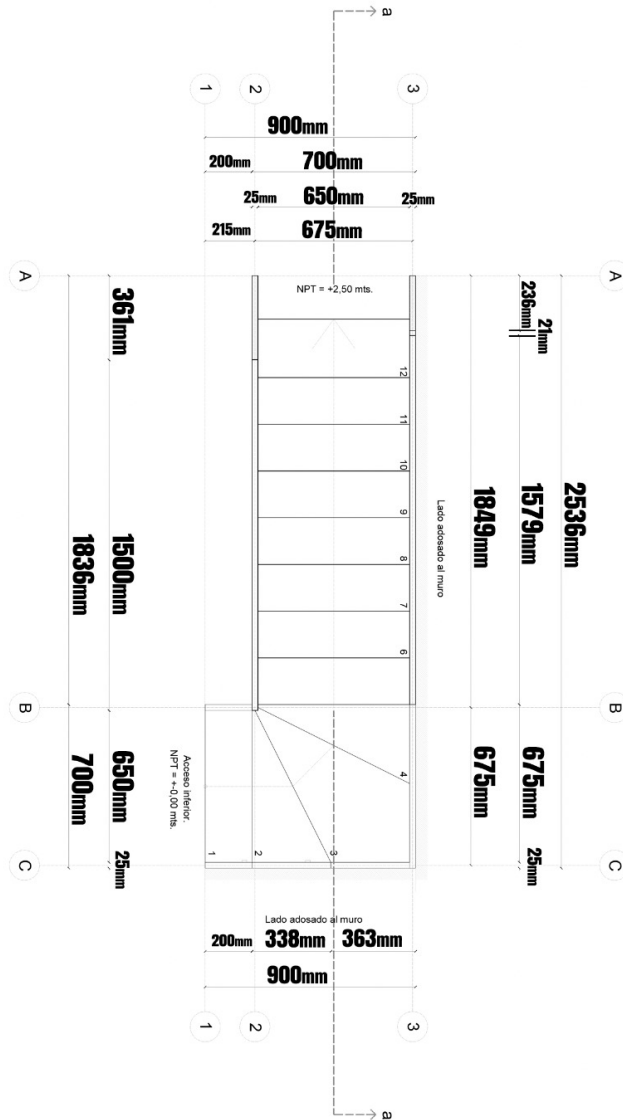


*Figura 7. 3 - Fotografía - Caso de estudio, apoyos de peldaño: LOS NARANJOS III: Peña Blanca
(FUENTE: PROPIA, 2023)*



Figura 7. 4 - Primer modelo conceptual para desarrollo de escalera propuestas
(FUENTE: PROPIA, 2023)

PLANTA ESCALERA PREFABRICADA

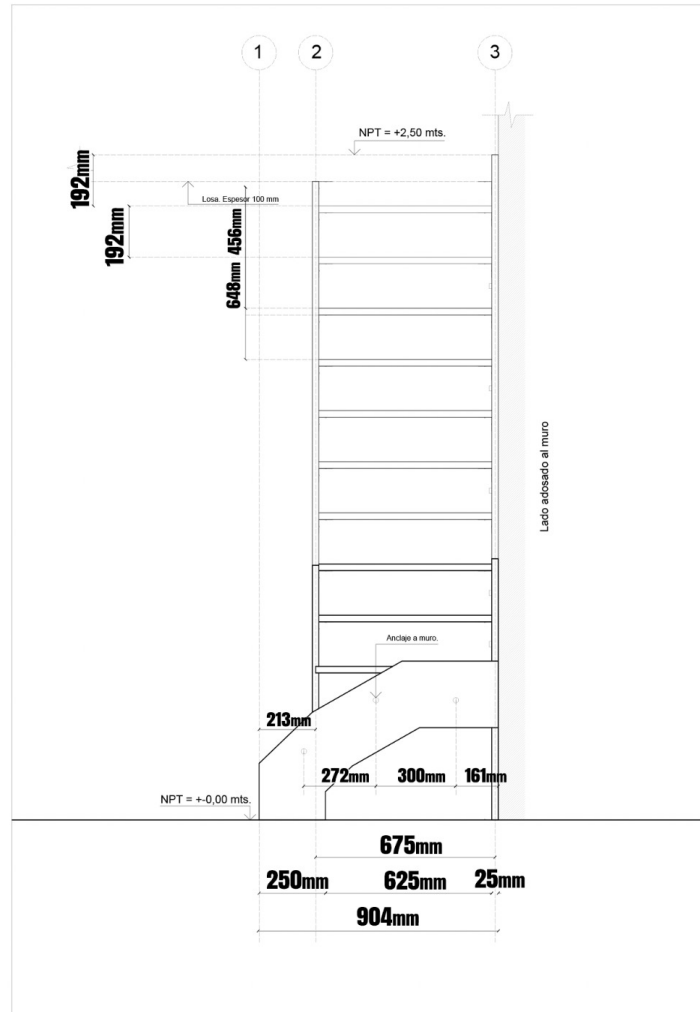


ESCALA 1:20

Figura 7. 5 - Detalle planimétrico - propuesta de escaleras F2
(FUENTE: PROPIA, 2023)



Figura 7. 6 - Modelo 3D de Escalera F2
(FUENTE: PROPIA, 2023)

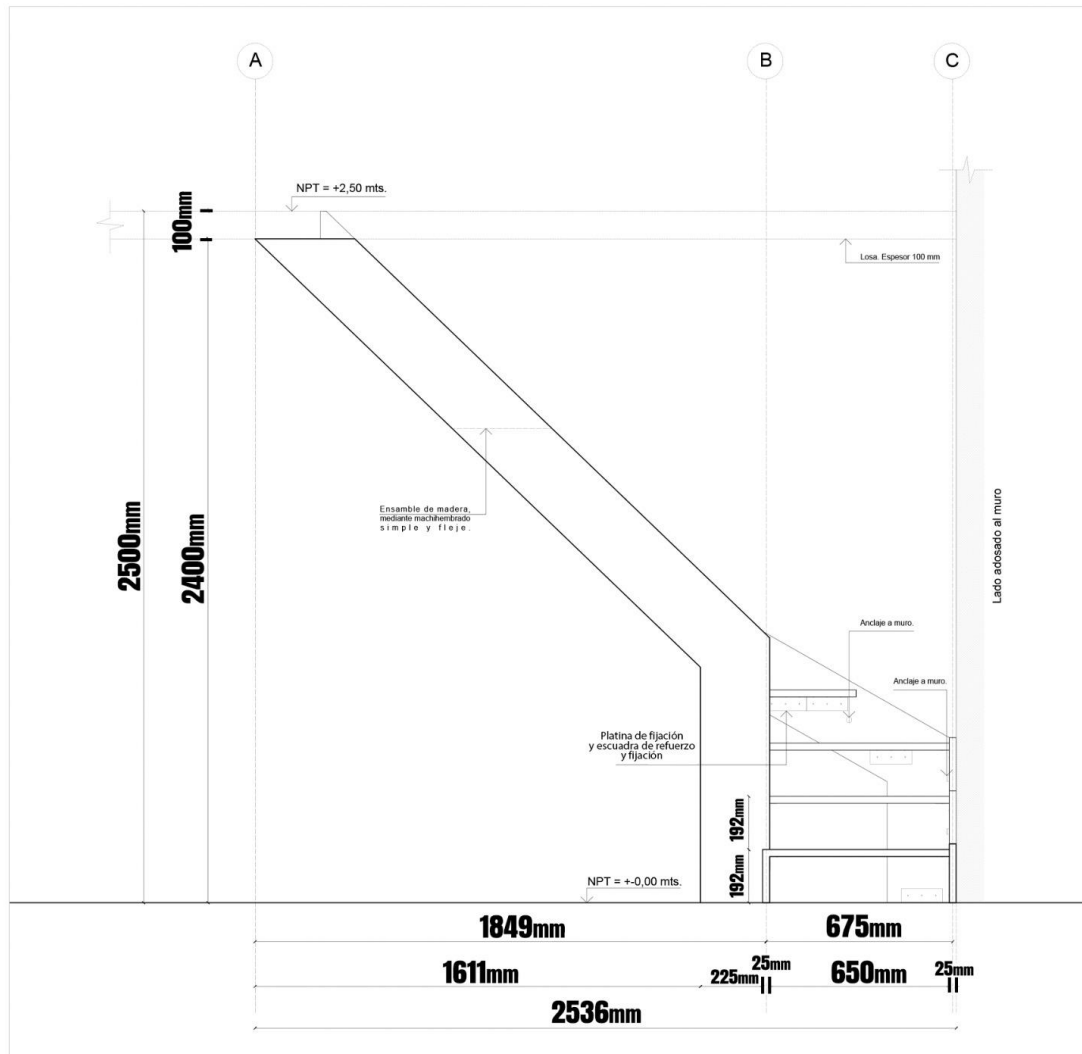


ELEVACIÓN FRONTAL

ESCALA 1:20

Figura 7. 7 - Detalle planimétrico, elevación frontal de escalera F2

(FUENTE: PROPIA, 2023)



ELEVACIÓN LATERAL EXTERIOR

ESCALA 1:20

Figura 7. 8 - Elevación lateral exterior de escalera F2

(FUENTE: PROPIA, 2023)

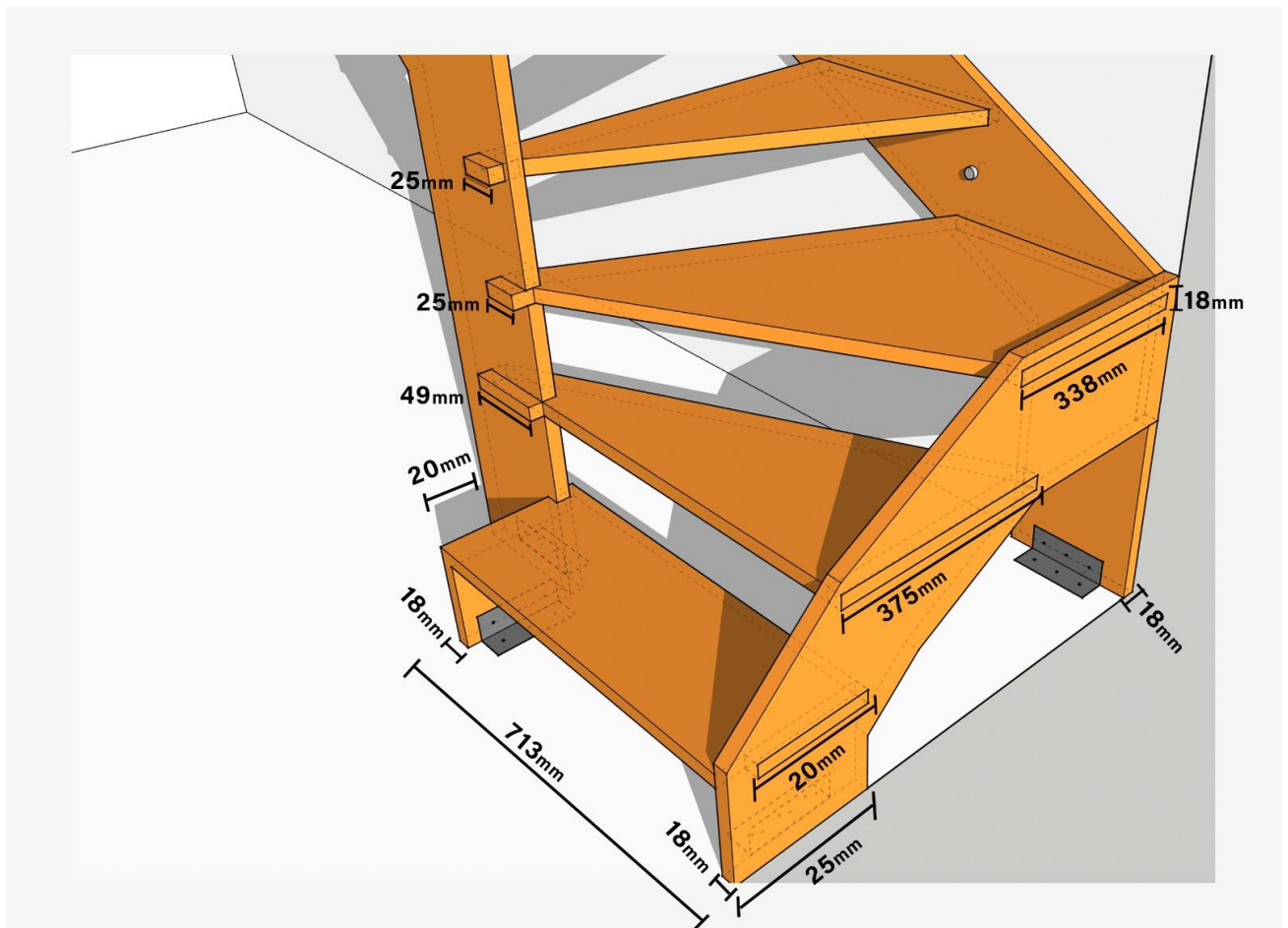


Figura 7. 9 - Escalera desarrollada en fase 3 de diseño: Arranque con peldaños compensados e insertos en zancas

(FUENTE: PROPIA, 2023)

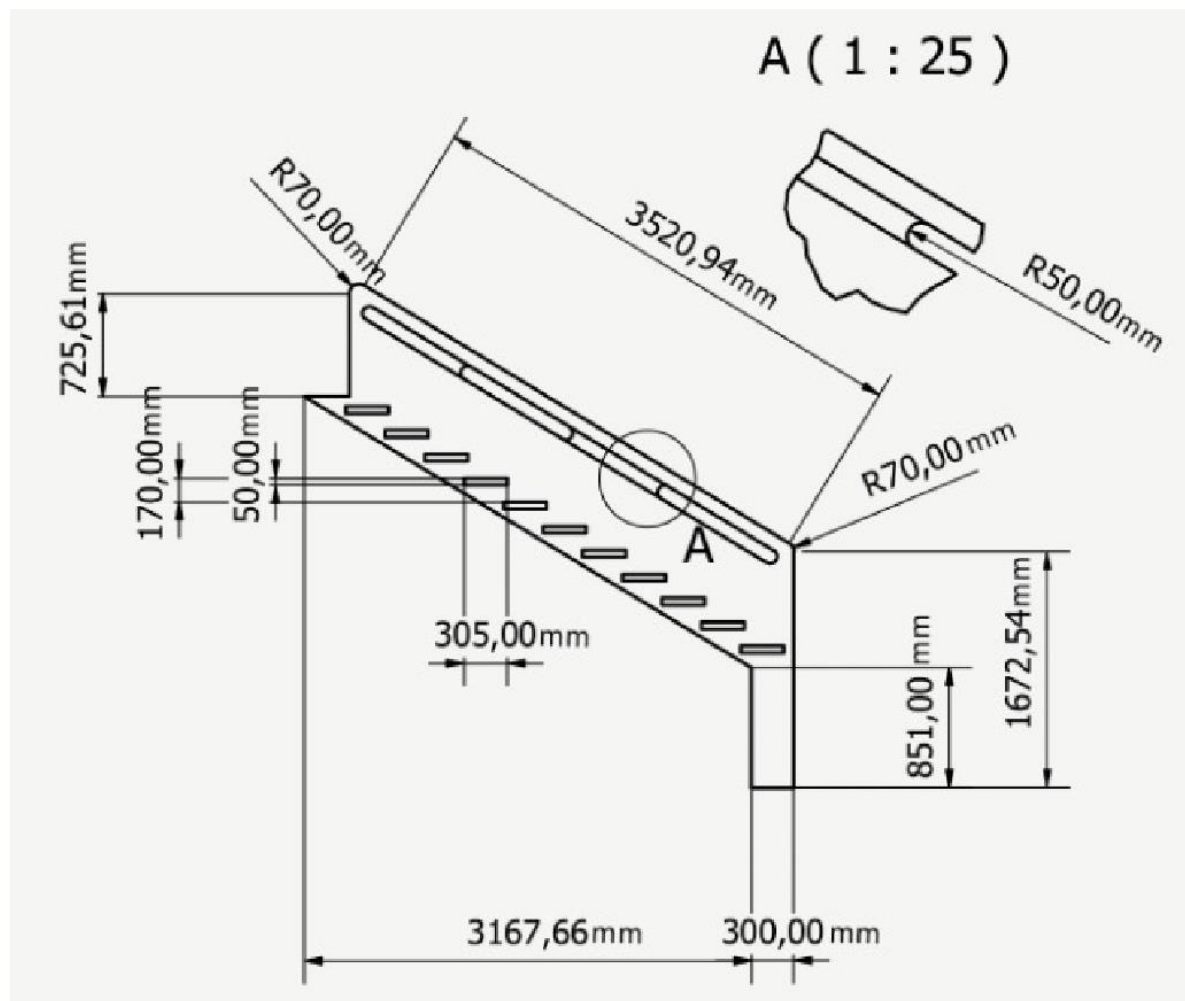


Figura 7. 10 - Detalle planimétrico de escaleras de fase 4

(FUENTE: PROPIA, 2023)

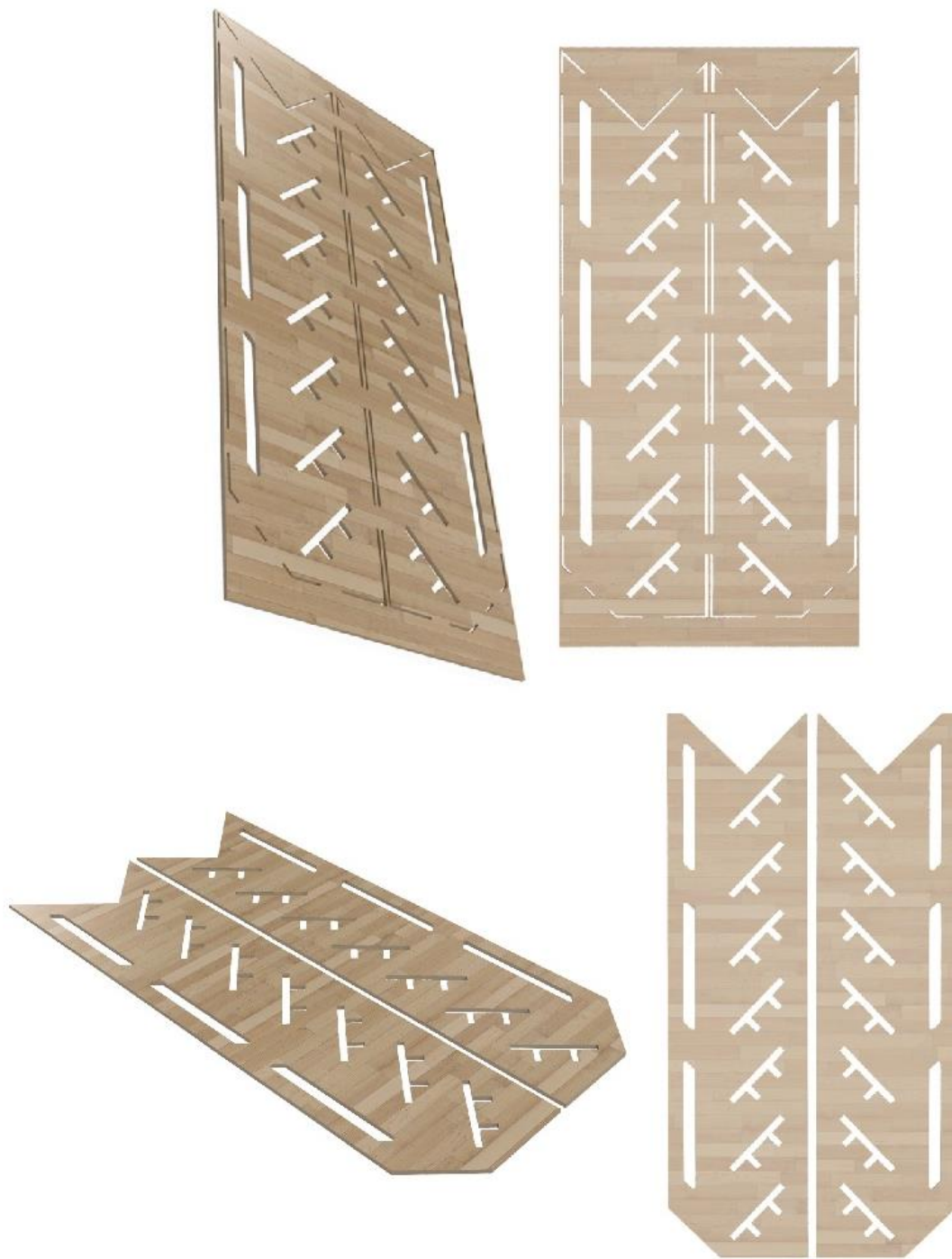


Figura 7. 11 - Tablero procesado por CNC para fase de diseño de escalera F6 (zanca externa)

(FUENTE: PROPIA, 2023)



Figura 7. 12 - Placa de terciado estructural, despiece de peldaño desarrollado en escalera F6
(FUENTE: PROPIA, 2023)

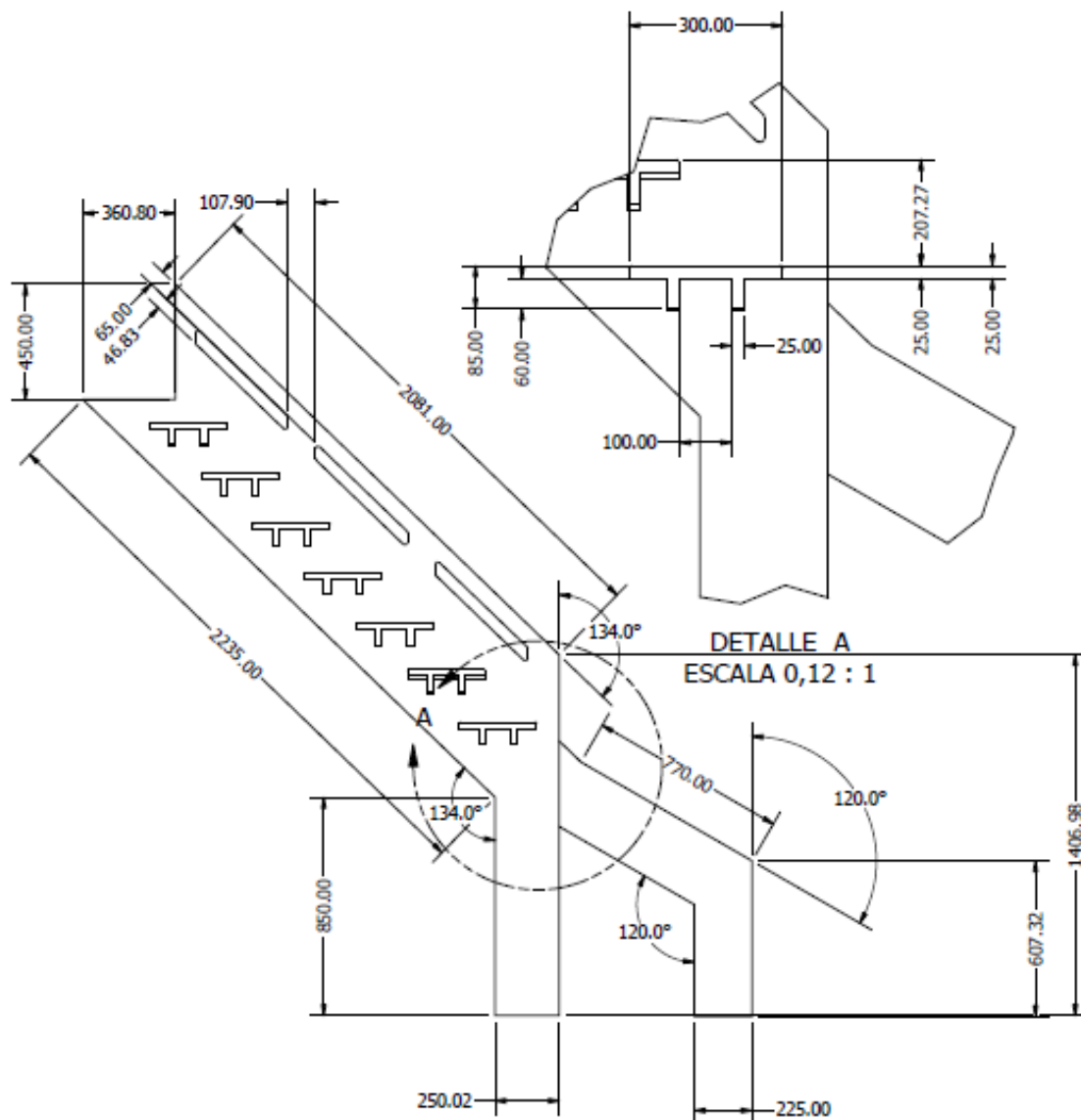


Figura 7. 13 - Detalle de planimetría de escaleras desarrolladas en fase 6

(FUENTE: PROPIA, 2023)

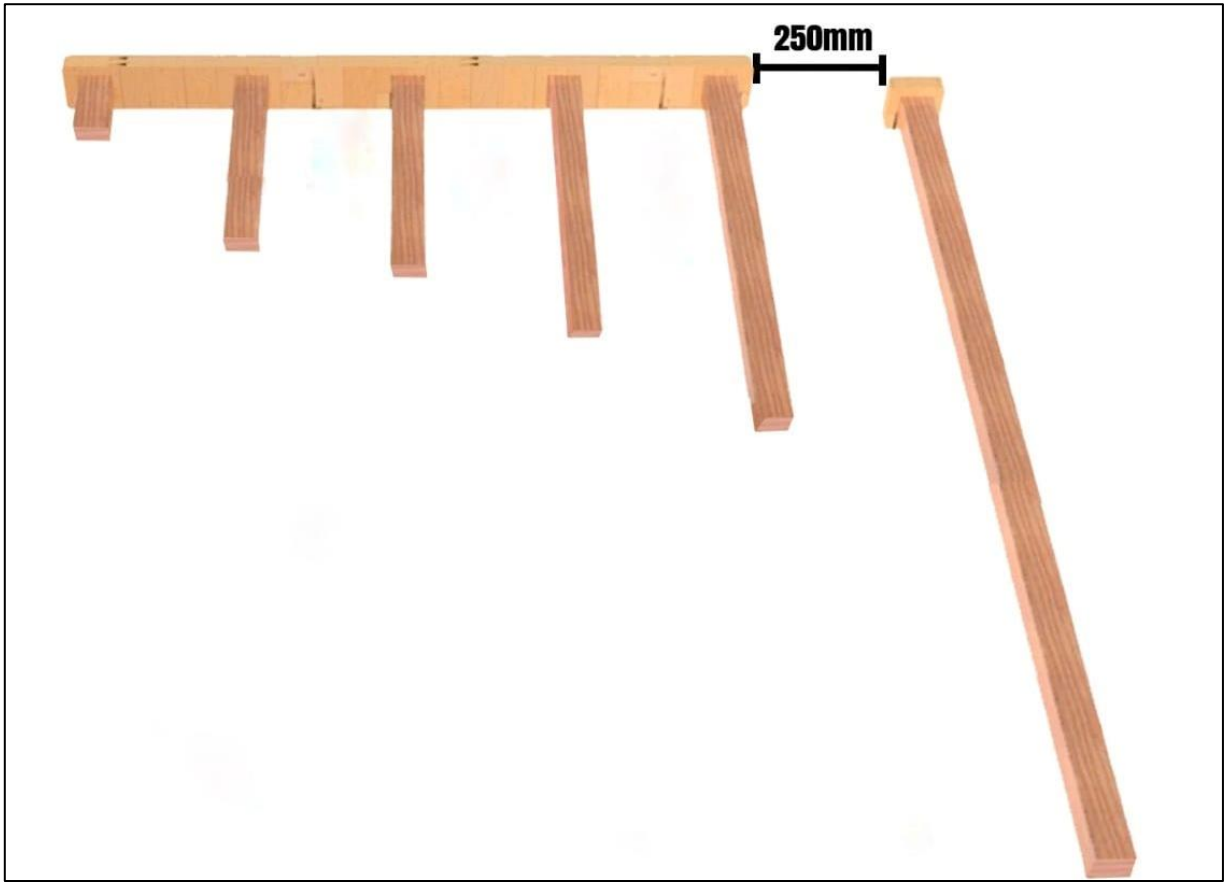


Figura 7. 14 - Estructura balastrada desarrollada en fase de diseño 8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

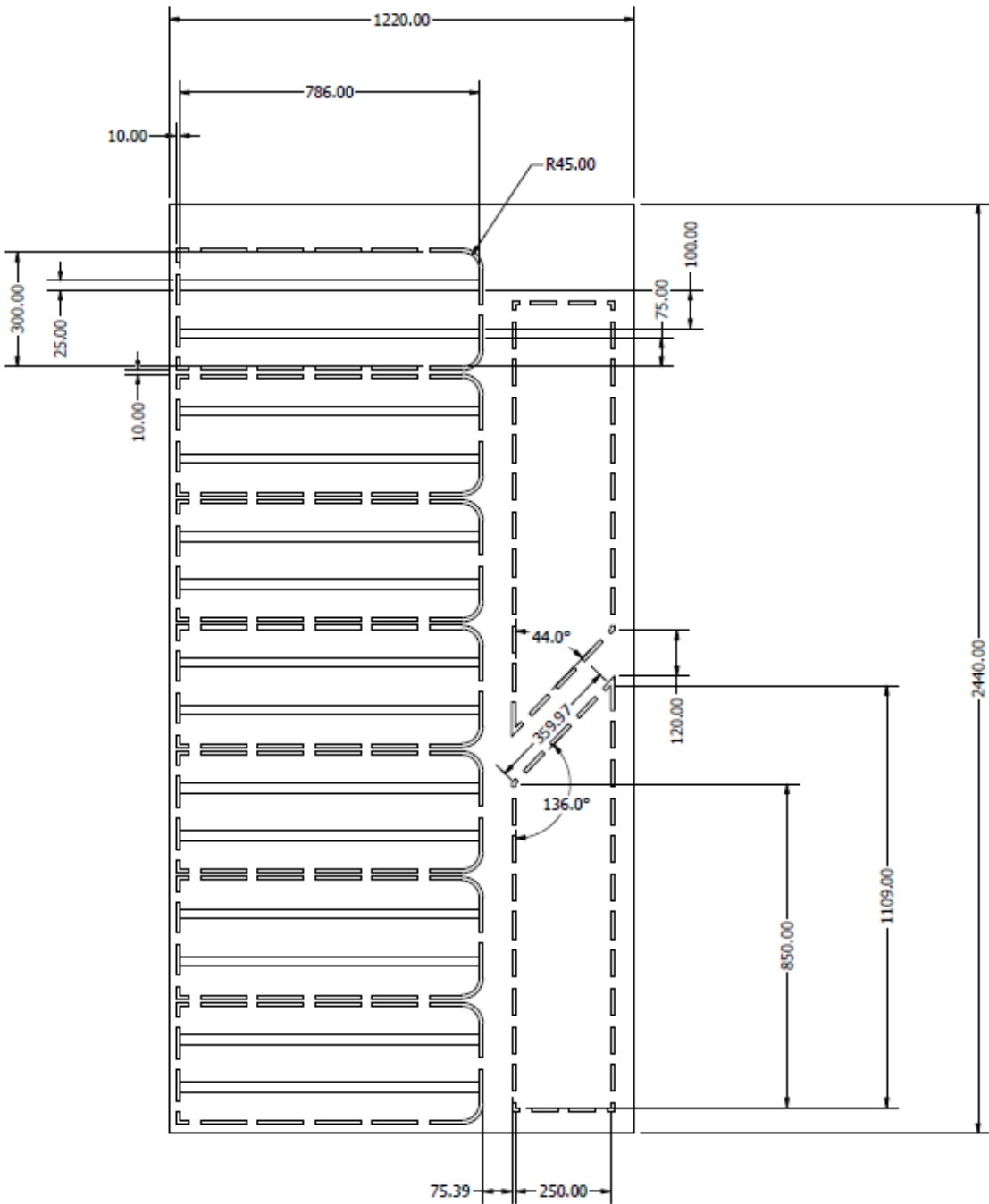


Figura 7. 15 - Despiece de componentes en tableros procesados para escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

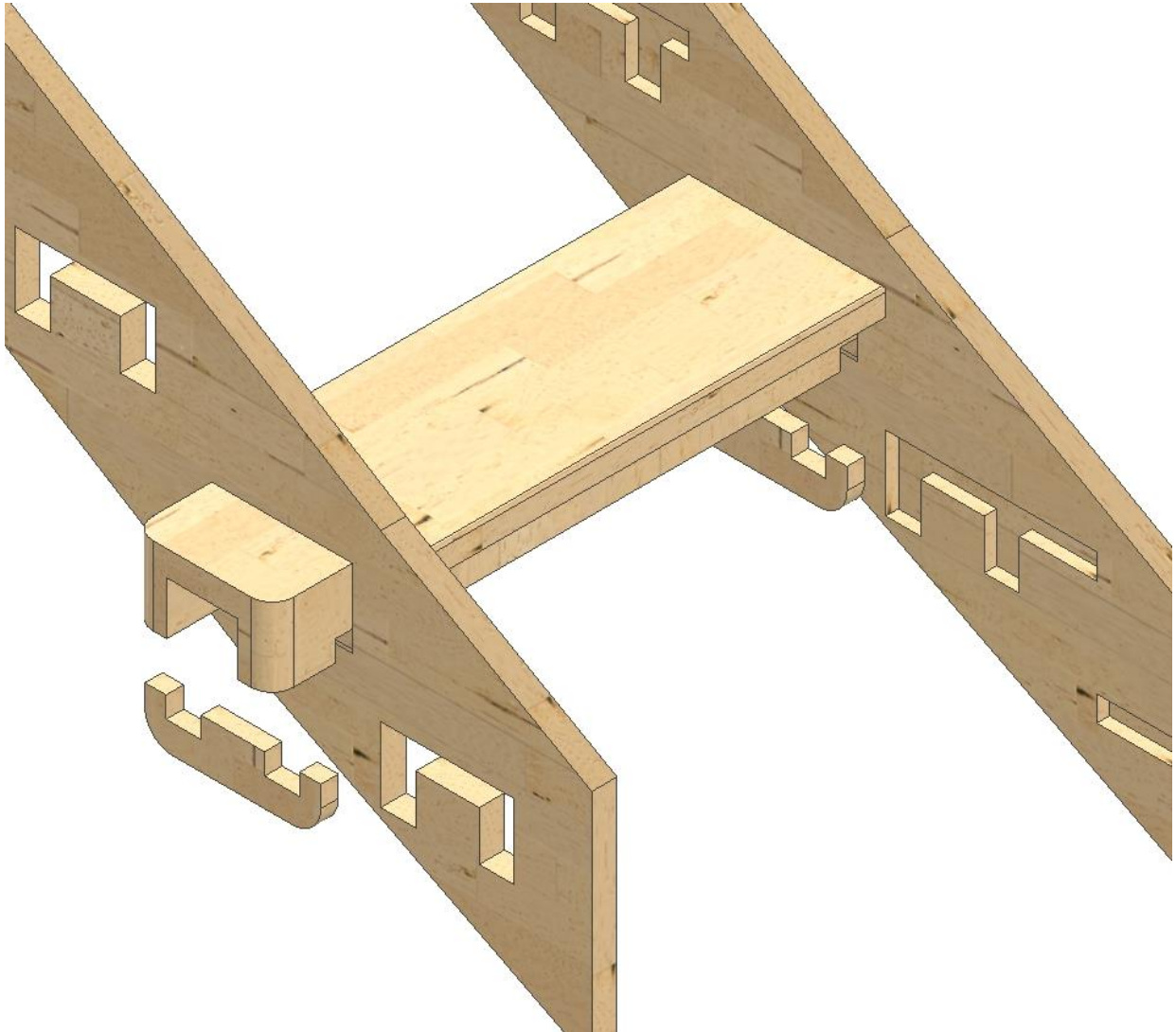


Figura 7. 16 - Peldaño de transición inserto entre zancas interna y externa- Escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)



Figura 7. 17 - Descomposición de elementos de peldaño de transición – Escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

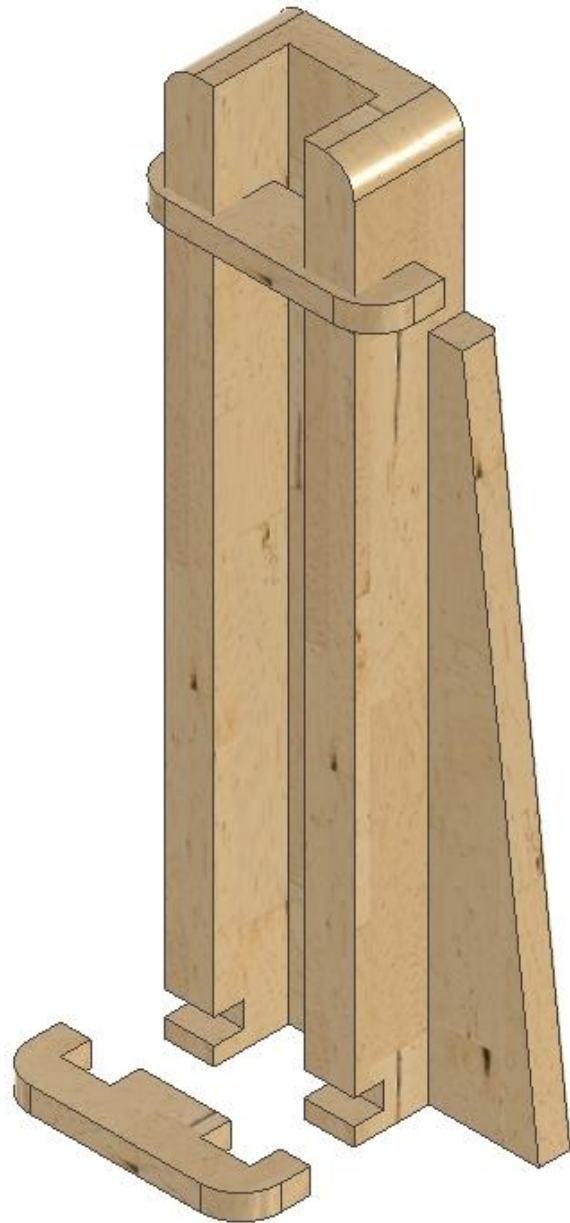


Figura 7. 18 - Peldaño de transición desarrollado – Escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

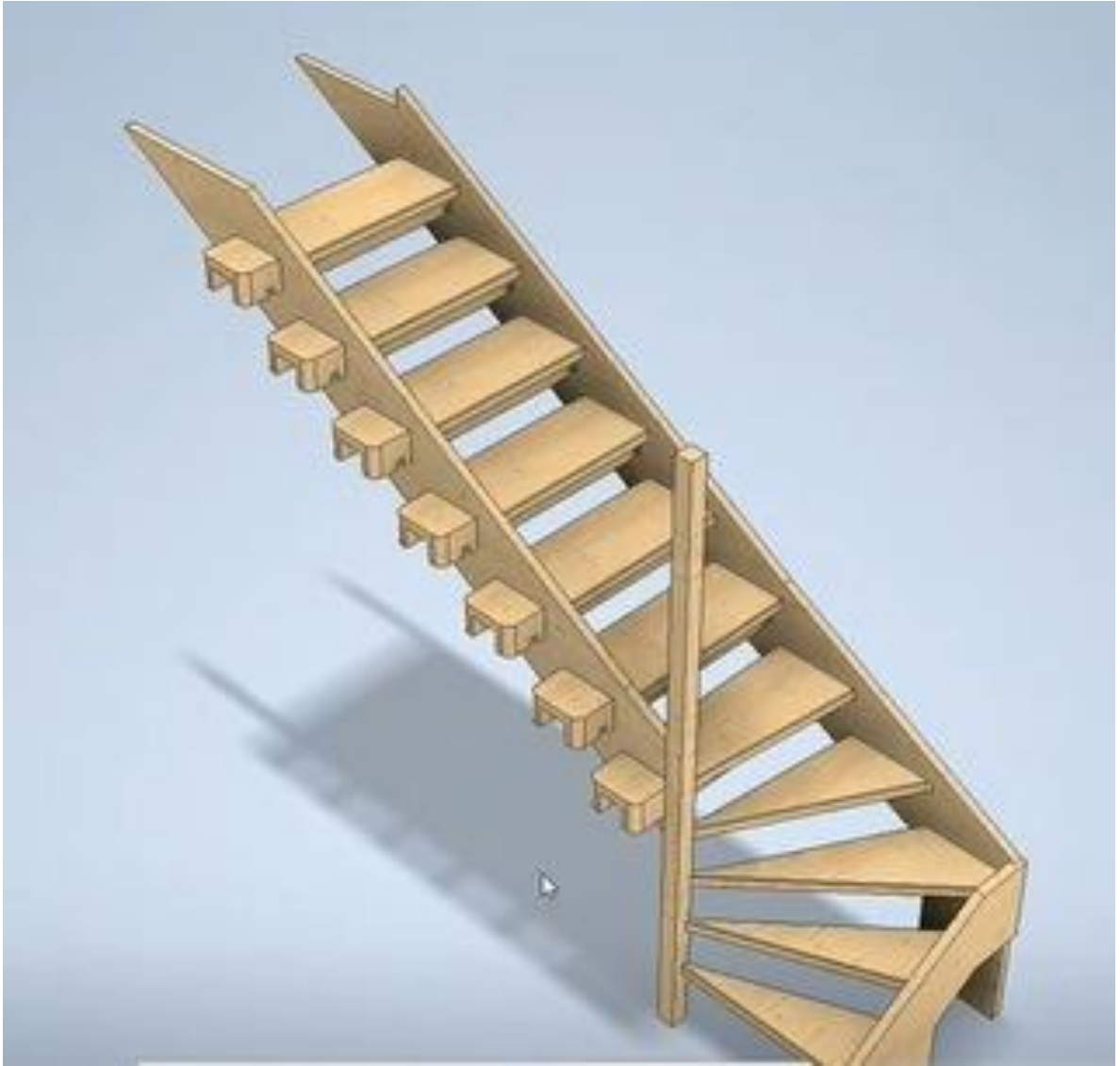


Figura 7. 19 - Modelo conceptual de escalera desarrollado en fase de diseño 7
(FUENTE: PROPIA, 2023)

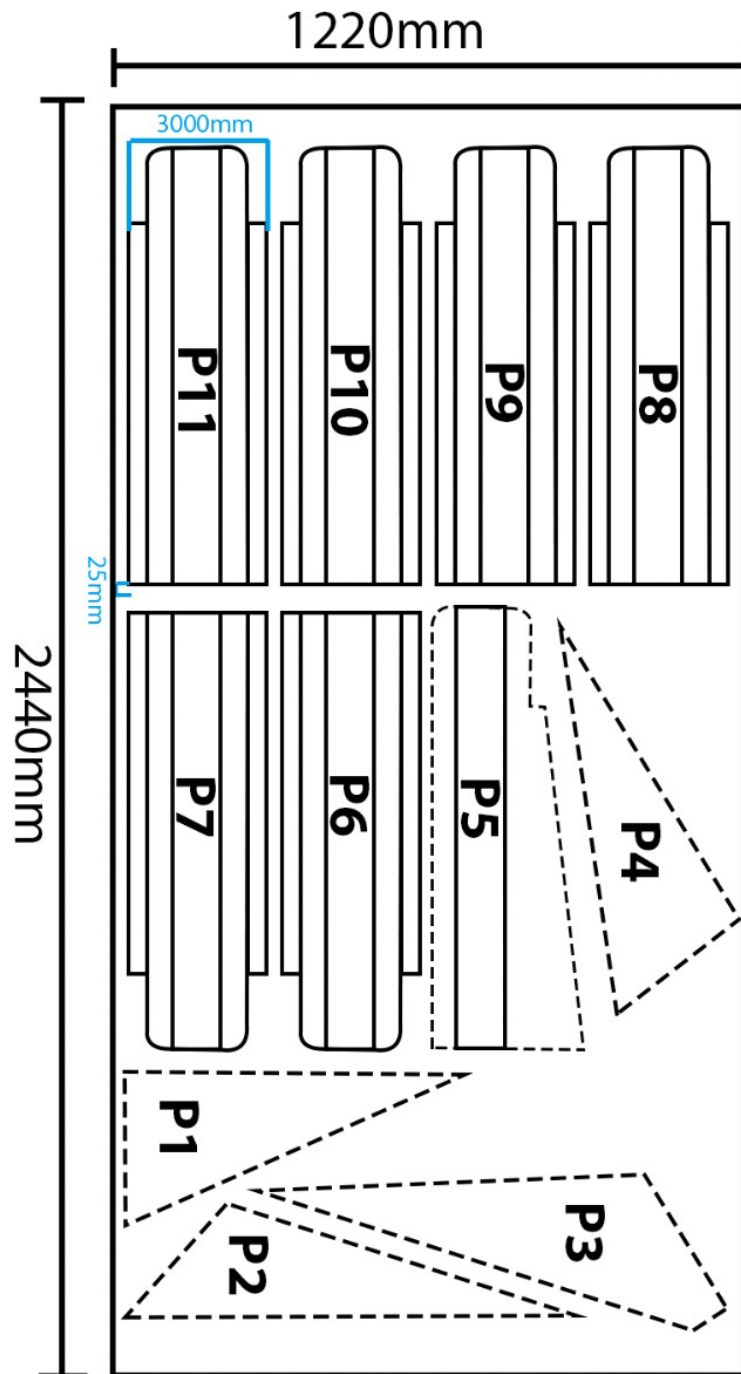


Figura 7. 20 - Simulación de despiece de componentes en tableros procesados para diseño de peldaños – Escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

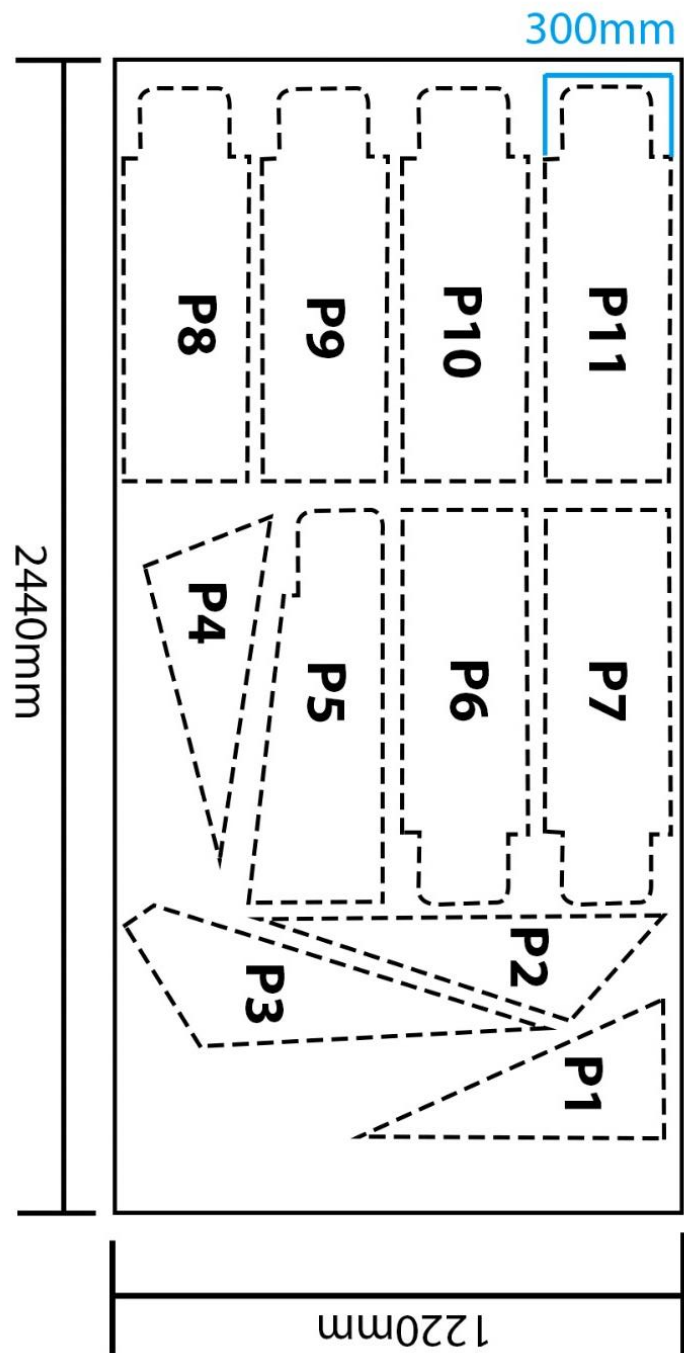


Figura 7. 21 - Simulación de despiece de componentes en tableros procesados para diseño de peldaños - Escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

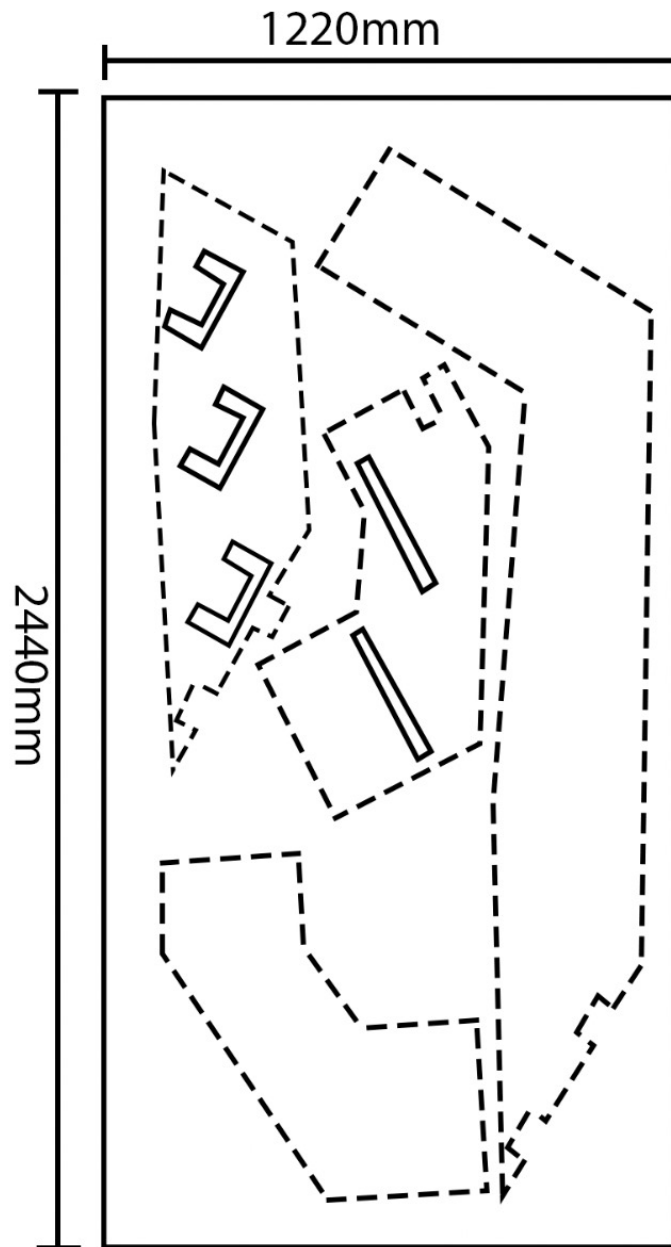


Figura 7. 22 - Simulación de despiece de componentes en tableros procesados para zancas - Escalera F8

(FUENTE: PROPIA, 2023)

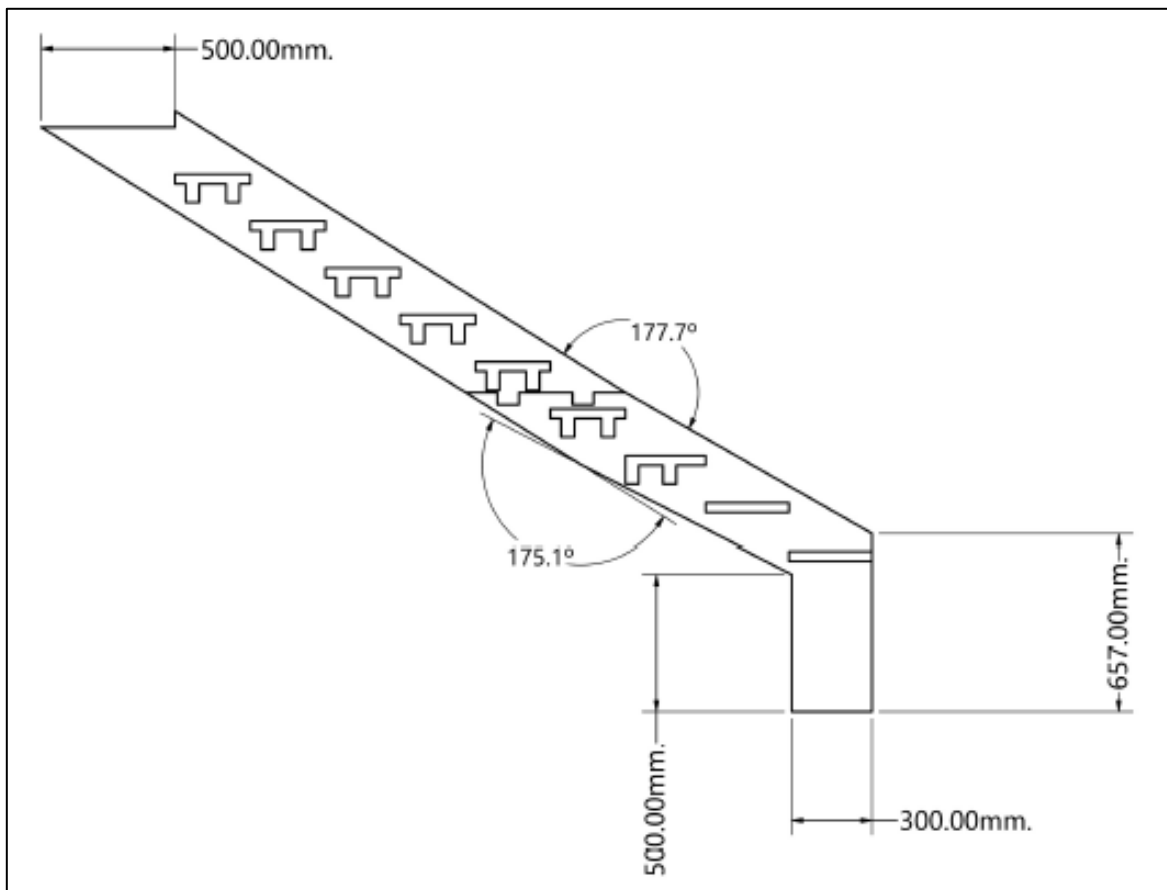


Figura 7. 23 - Detalle conceptual plano Fase de diseño 7.-Zanca a muro

(FUENTE: PROPIA, 2023)

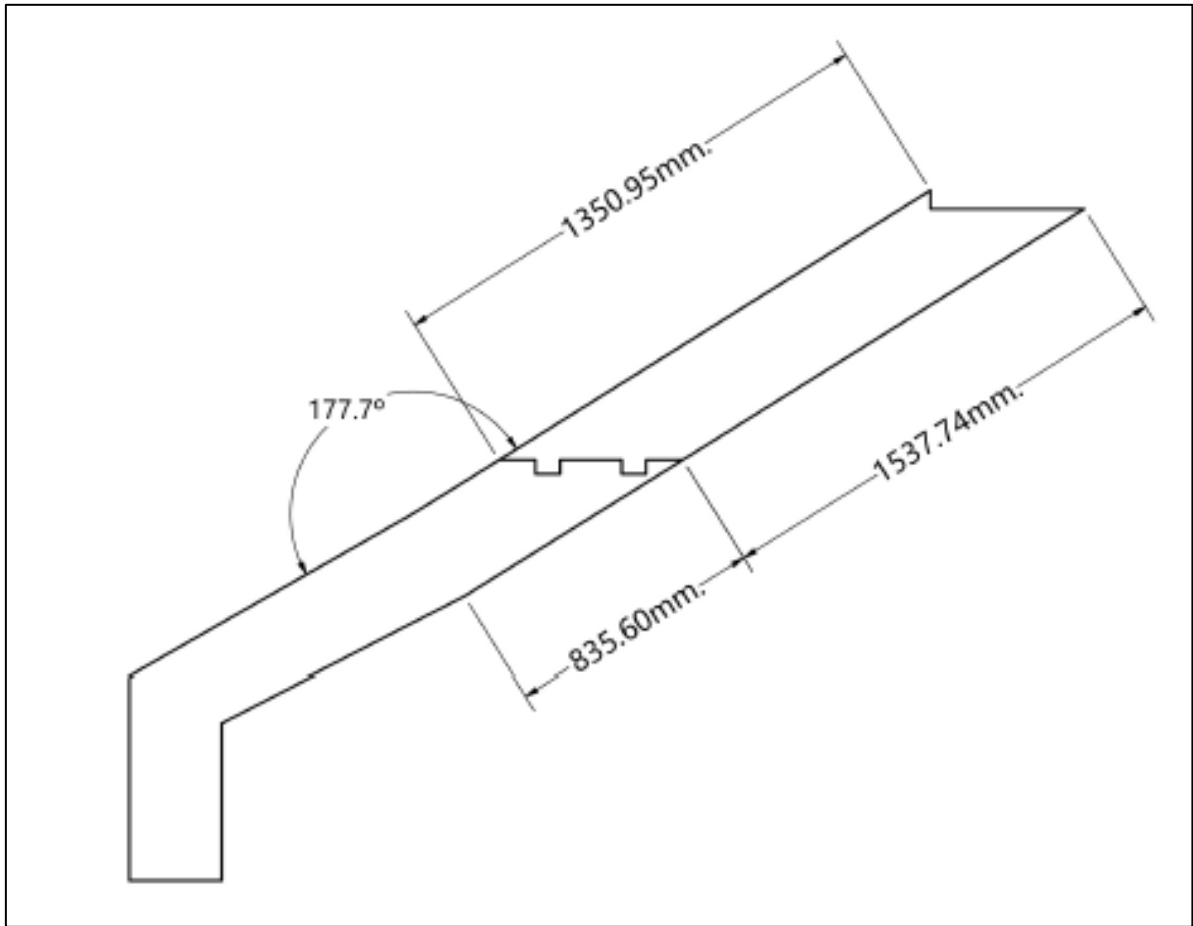


Figura 7. 24 - Detalle plano Escalera F8.-Zanca a muro

(FUENTE: PROPIA, 2023)

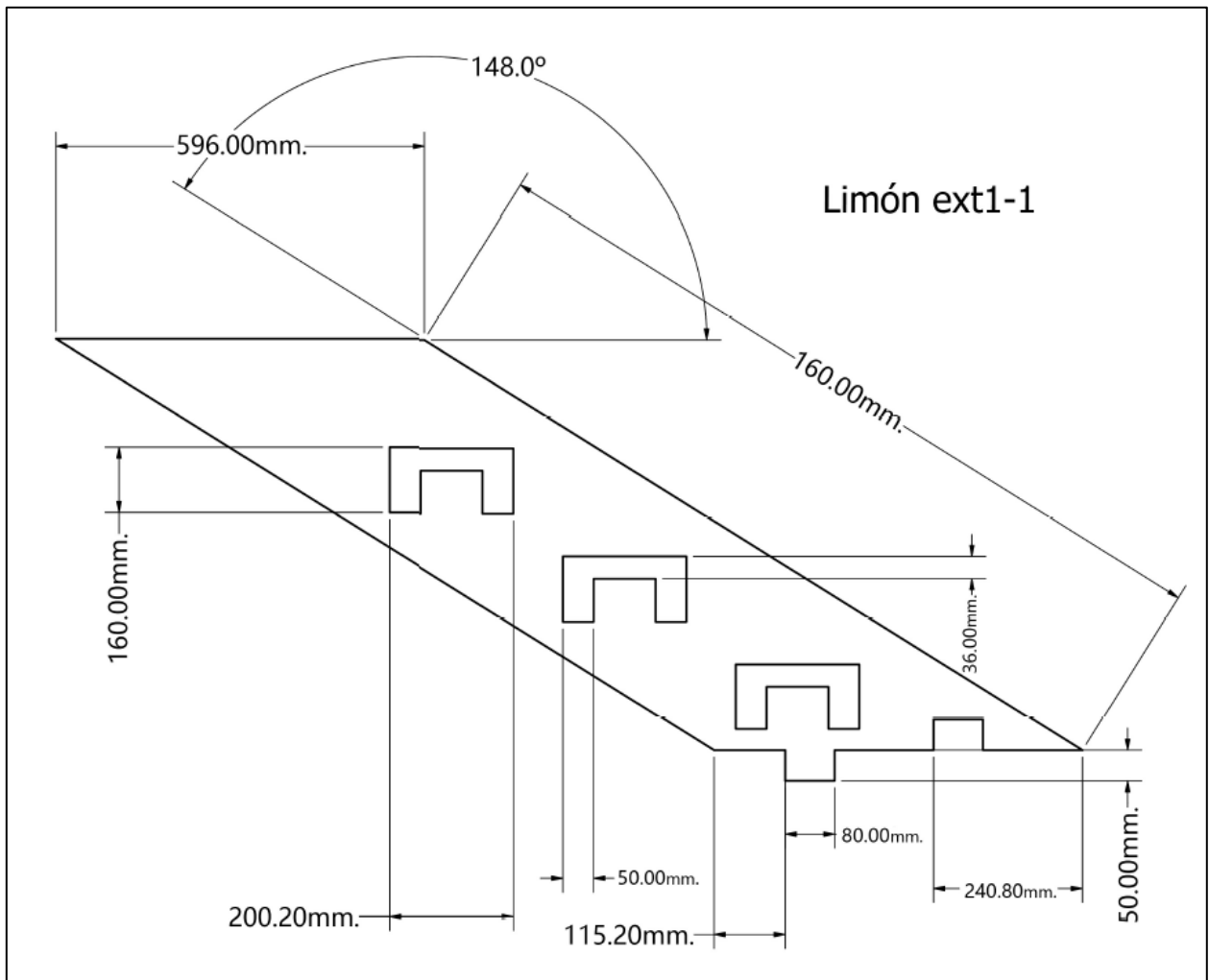


Figura 7. 25 - Diseño conceptual: Cavity de peldaños de serie en zanca- Fase de diseño 7

(FUENTE: PROPIA, 2023)