UNIVERSIDAD TECNICO FEDERICO SANTA MARIA
SEDE DE CONCEPCION – REY BALDUINO DE BELGICA

OPTIMIZACION EN TECNICAS DE CONSTRUCCION MODULAR

Trabajo de Titulación para optar al título de **TÉCNICO UNIVERSITARIO DIBUJANTE PROYECTISTA**

Alumnos:
Rodrigo Alfonso Alarcón Almendra
Felipe Esteban Rodríguez Flores

Profesor guía:
Sergio Hernández A.

2018

DEDICATORIA

El origen de este proyecto es en dedicatoria a nuestros padres y madres que con gran esfuerzo nos permitieron y apoyaron para llegar a lo que hoy estamos a punto de ser, profesionales titulados y es en este marco, que -ha sido la UNIVERSIDA TECNICA FDERICO SANTA MARIA quien se ha hecho parte de esta tarea y nos ha permitido adquirir los conocimientos para elaborar un proyecto destinado a desarrollar una nueva línea de productos de probada eficiencia para la construcción en madera, son Además y no menos importantes, jugando un rol especifico y presentes en nuestra vida universitaria, todos aquellos funcionarios de la institución y profesores encargados de trasferir los conocimientos que a la fecha actual serán el resultado de nuestro éxito en el mundo laboral.

Va Además dirigido a nuestro profesor guía quien desde un principio permaneció presente y fue con la ayuda de **SERGIO HERNANDEZ** profesor del "**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION Y PREVENCION DE RIESGO**" de la Universidad Técnico Federico Santa María, quien nos ingresó dentro de un proceso de construcción lo más apegado a la realidad y con posicionamiento de los respectivos elementos de administración, elaboración, construcción, entre otros.

Presentes también integrantes importantes en todo este proceso y recaudación de conocimientos, dos individuo que en el transcurso fueron y serán amigos, maestros y mentores, responsables de habernos entregado y dado la oportunidad de en conjunto aprender diferentes técnicas muy importantes en cuanto a la práctica in situ, aportando su gran experiencia en este sector que se destina a la construcción agradeciendo a **DON AURELIO** con conocimientos y cargo de **MAESTRO Y AYUDANTE PROFESIONAL DE CONSTRUCCIÓN** y a **CRISTIAN ALMENDRA** titulado en la **"PONTÍFICE UNIVERSIDAD CATÓLICA COMO TÉCNICO EN CONSTRUCCIÓN".**

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I. – PRESENTACION DEL PROYECTO
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 12
2 OBJETIVOS. 15
3 METODOLOGIA. 16
CAPITULO II. – CONSTRUCCION MODULAR
4 CONSTRUCCION MODULAR. 20
5 PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO. 21
6 COMPONENTES MODULARES. 22
7 OPTIMIZACION DE COMPONENTES. 23
8 FUNDACIONES. 26
9 TIPOS DE MATERIALES. 26
10 ALMACENAMIENTO. 28
11 PRESERVACIÓN. 29
12 HUMEDAD. 30
13 NORMATIVAS. 31
14 CASO DE ESTUDIO. 32
CAPITULO III. – DISEÑO Y PARAMETROS
15 DISEÑOS DE VIVIENDAS MODULARES. 62
16 PARAMETROS DE DISEÑO. 63
CAPITULO IV. – PROCESO Y ELABORACION
17 PROCESO PORDUCTIVO. 70
18 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA CONSTRUCCIÓN MODULAR. 72
19 TIPOS DE CONSTRUCCIONES EN CHILE. 74
20 COMPONENTES DE LAS CASAS MODULARES Y MEDIAGUAS. 77
CAPITULO V. – CONCLUSION
21 CONCLUSION 80
22 BIBLIOGRAFIA 80

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: DESGLOSE DE COMPONENTE DE UNA VIVIENDA 22
ILUSTRACIÓN 2: DIFERENTES TIPOS DE ZAPATAS 26
ILUSTRACIÓN 3: DISTRIBUCIÓN DE POYOS 26
ILUSTRACIÓN 4: POYO MONTADO EN TERRENO.....26
ILUSTRACIÓN 5: ENCASTILLAMIENTO DE PANELES SOBRE CUARTONES.....28
ILUSTRACIÓN 6: ENCASTILLADO ORDENADO.....28
ILUSTRACIÓN 7: AISLACIÓN DEL SUELO.....29
ILUSTRACIÓN 8: TABLA DE VIDA UTIL DE LA MADERA 29
ILUSTRACIÓN 9: CUADRO DE PORCENTAJES DE HUMEDAD.....30
ILUSTRACIÓN 10: HUMEDAD PERMITIDA POR ZONA CLIMATICA.....30
ILUSTRACIÓN 11: PLANO DE PLANTA.....33
ILUSTRACIÓN 12: ELEVACIONES 33
ILUSTRACIÓN 13: INSTALACIÓN PERIMETRAL.....34
ILUSTRACIÓN 14: POSTES PERIMETRALES.....34
ILUSTRACIÓN 15: MEDICION DE NIVELES.....34
ILUSTRACIÓN 16: TOMA DE PUNTOS EN TERRENO 35
ILUSTRACIÓN 17: CONTORNO PERIMETRAL.....35
ILUSTRACIÓN 18: UBICACIÓN DE LISTONES 35
ILUSTRACIÓN 19: UBICACIÓN PILARES 36
ILUSTRACIÓN 20: INSTALACION FINAL DE PILOTES.....37
ILUSTRACIÓN 21: UBICACION DE POYOS 37
ILUSTRACIÓN 22: PLANO DE ENVIGADO 38
ILUSTRACIÓN 23: ASENTAMIENTO DE VIGAS.....39
ILUSTRACIÓN 24: FIJACION DE VIGAS.....39
ILUSTRACIÓN 25: PLANO DE ENVIGADO SEGUNDA ETAPA 39
ILUSTRACIÓN 26: DESARROLLO ENVIGADO ETAPA 2.....40
ILUSTRACIÓN 27: DESARROLLO 2 ENVIGADO ETAPA 2 40
ILUSTRACIÓN 28: DETALLE DE PISO ENTRELAZADA.....41
ILUSTRACIÓN 29: DESARROLLO DE ENTABLADO.....42
ILUSTRACIÓN 30: ENTABLADO FINAL DE PISO.....42
ILUSTRACIÓN 31: MONTAJE DE MUROS PERIMETRALES.....43
ILUSTRACIÓN 32: INSTALACION DE MURO PERIMETRAL.....44
ILUSTRACIÓN 33: ENCUENTRO DE MUROS PERIMETRALES 45
ILUSTRACIÓN 34: SECCIÓN DE MUROS PERIMETRALES EXTENSA 45
ILUSTRACIÓN 35: PLANO DE INSTALACIÓN DE TABIQUES 46

ILUSTRACIÓN 36: INSTALACIÓN FINAL DE TABIQUES 46
ILUSTRACIÓN 37: PLANO INSTALACIÓN DE CERCHAS 47
ILUSTRACIÓN 38: INSTALACIÓN DE LAS CERCHAS EXTERIORES 48
ILUSTRACIÓN 39: INSTALACIÓN DE LAS CERCHAS INTERIORES 48
ILUSTRACIÓN 40: INSTALACIÓN FINAL DE LAS CERCHAS INTERIORES 49
ILUSTRACIÓN 41: INSTALACIÓN DE LAS MEDIAS CERCHAS 49
ILUSTRACIÓN 42: INSTALACIÓN DE VIGAS PRINCIPALE A LA VISTAS 50
ILUSTRACIÓN 43: INSTALACIÓN FINAL DE VIGAS A LA VISTA.....50
ILUSTRACIÓN 44: ENTABLADO SOBRE VIGAS 51
ILUSTRACIÓN 45: PLANO DE COSTANERAS 52
ILUSTRACIÓN 46: INSTALACIÓN COSTANERAS.....52
ILUSTRACIÓN 47: INSTALACIÓN DEL PAPEL FIELTRO.....53
ILUSTRACIÓN 48: INSTALACIÓN DEL LIMAHOYA 54
ILUSTRACIÓN 49: INSTALACIÓN FINAL DEL LIMAHOYA.....54
ILUSTRACIÓN 50: INSTALACIÓN DE ENTRAMADOS DE CIELO.....55
ILUSTRACIÓN 51: INSTALACIÓN DE PLANCHAS DE CIELO 56
ILUSTRACIÓN 52: INSTALACIÓN DE PLANCHAS DE MURO 56
ILUSTRACIÓN 53: LA INSTALACIÓN DE LOS MARCOS DE PUERTAS.....57
ILUSTRACIÓN 54: LA INSTALACIÓN DE LOS MARCOS DE VENTANAS. 57
ILUSTRACIÓN 55:MARCO VENTANA INSTALADA 58
ILUSTRACIÓN 56: MARCO VENTANAL INSTALADA.....58
ILUSTRACIÓN 57: PUERTAS INSTALADAS 59
ILUSTRACIÓN 58: ELEVACIÓN MÓDULOS DE MONTAJE 63
ILUSTRACIÓN 59: DETALLE UNIONES TABIQUES.....63
ILUSTRACIÓN 60: VISTA ENCUWETRO DE MODULOS 64
ILUSTRACIÓN 61: ESPACIAMIENTOS ENTRE MÓDULOS.....64
ILUSTRACIÓN 62: MURO COMPUESTO POR MÓDULOS 64
ILUSTRACIÓN 63: ORIENTACIÓN DEL VIENTO.....65
ILUSTRACIÓN 64: VIVIENDA MODULAR EN SU EMPLAZAMIENTO FINAL 75
ILUSTRACIÓN 65: VIVIENDA DE EMERGENCIA (MEDIAGUA) MONTADA.....76
ILUSTRACIÓN 66: CLASIFICACIÓN POR VIVIENDA 76

RESUMEN

El presente trabajo se trata de contribuir a mejorar una técnica ya conocida de construcción; técnica que tiene en sus principales características un sistema de creación y ensamble de módulos estandarizados habitables que permiten crear espacios únicos de diseño más complejas y sofisticadas, en terreno cumplir con aquellos tiempos es nuestro principal objetivo y es por ese motivo que planteamos el definir un margen de corrección o un replanteamiento de **DISEÑO Y TECNICAS DE ELABORACION EN CONSTRUCCION MODULAR**, y fue como al momento de abordar este tema nos planteamos generar una innovación tecnológica que permita un mejoramiento sustancial del producto que se ofrecerá al mercado, es por esta razón que:
El estudio lo hemos dividido en dos partes.

La primera se encarga de comprender todos los aspectos teóricos, especulaciones, observaciones y análisis a primera vista obteniendo sólo una explicación metódica de cómo se desarrolla y compone el proyecto, describiendo, a la vez, los efectos adversos a el mismo, el material de esta primera parte es, casi en su totalidad, el producto de responder principalmente a los problemas de habitabilidad, factor principal por el cual se elabora dicho documento; ya desarrolladas diversas soluciones a lo largo del mundo, nuestra teoría será quien se encargue de entregar una fundación y optimización lo más sólida posible, basándose en hechos y materiales con cualidades lo más aptas posible para el estudio y respectivo crecimiento, de la construcción modular.

La segunda, es adquirir un sistema constructivo que permita ante todo flexibilidad y personalización para hogares y espacios de trabajo realizando viviendas modulares en madera 2más accesibles en menos tiempo al momento de proyectar, convirtiendo de esta manera a la construcción modular en una solución habitacional diferente a la actual, evitando costes elevados y tiempos muy dilatados que impiden poder completar una secuencia adecuada de cada una de sus etapas.

Ya mencionados los puntos anteriores, el resaltar que la construcción modular allá alcanzado a día de hoy significativos avances en la aplicación de procesos y materiales para construir instalaciones más complejas y sofisticadas, es una gran punto a favor y son consumidores en su base la grandes y pequeñas empresas quienes recurren a la construcción modular para el desarrollo de destacados proyectos, como también para proyectos de menor escala, conociendo sus ventajas en ahorro de tiempo, eficiencia en los recursos y su proceso ligado al cuidado del medio ambiente son la causa del porque es una opción tan fiable e intentando de mejor manera alcanzar y conseguir exprimir su funcionalidad, buscaremos presentar una mejor aplicación de estos métodos dentro de lo que es en si la construcción modular, junto con esto se quiere llegar a una maqueta de los procesos lineal que nos guie EX UMBRA IN SOLEM - *“desde la sombra a la luz”*- .

INTRODUCCION.

"Como un mercado en crecimiento, la construcción modular llegó a Chile hace unos 25 años, cuando solo había una industria de relativa importancia en el rubro. En la actualidad, domina ampliamente el mercado de las construcciones provisorias destinadas a faenas en construcción, minería y la industria, existiendo varias empresas desarrolladas en el área, en la Región Metropolitana y en otras.

Este auge se da porque "permite un transporte y montaje mucho más controlado" (Ricardo Rojas, Director de Innovación y Nuevos Negocios de René Lagos Engineers)

Por ello, las necesidades del mercado apuntan, principalmente, a obtener flexibilidad para cambios y escalabilidad, sumando el hecho de poder *"realizar estos diseños en zonas de difícil acceso y con condiciones climáticas desfavorables, especialmente cuando el diseño se hace a partir de módulos que pueden ser montados en una especie de lego",* precisa Rojas.

Por otra parte, el "diseño modular" que consiste en desarrollar el proyecto en base a una trama o retícula con un módulo que se repite, es prácticamente un estándar en ciertos rubros como las industrias, el retail, arriendo de oficinas y el hospitalario, precisamente por la alta flexibilidad presente y futuras de los espacios que entrega. "Se privilegian estructuras mucho más transparentes, donde las soluciones de marcos rígidos o columnas con losas planas, entregan grandes espacios libres y con una cuadrícula donde se disponen los elementos verticales que permiten tener una regularidad que facilita las personalizaciones del diseño interior o funcionalidad de los espacios", explica el profesional de René Lagos Engineers.

Conservando la técnica de la industrialización de los elementos, casas que aprovecharan este potencial de la producción en fábrica, pero dotando a cada modelo de identidad propia a través del diseño

CAPITULO I. -- PRESENTACION DEL PROYECTO

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La definición del déficit habitacional depende de la evolución de factores políticos, económicos, sociales, demográficos, culturales, geográficos y tecnológicos en permanente tensión y transformación. Por esta razón, puede decirse que se trata de un concepto que se construye históricamente y cuya definición es siempre contingente. En la ingeniería y en la construcción siempre se está buscando nuevas alternativas tanto en los diseños, materiales y formas de construir que contribuyan a **optimizar y a mejorar las técnicas ya existentes en la construcción de viviendas***,* es por eso que se analizarán las técnicas de construcción puestas en obra, con lo cual que se busca determinar las deficiencias de los métodos de ensamble y construcción para dar a conocer propuestas de optimización,

"La solución de estos problemas, o sea la determinación de cómo deben aprovecharse y combinarse los recursos disponibles para lograr el resultado óptimo, es la finalidad que se engloba bajo el término: Racionalización."

La racionalización es un término que se popularizó en Alemania, y que tendía a la centralización de la producción y optimización de los recursos. Fue pensada para una disminución de los gastos y aumento del valor final. El sistema tuvo una gran aceptación y se expandió a países vecinos como Francia, Gran Bretaña y posteriormente más lejos como Estados Unidos

La optimización del método de construcción modular se desarrollará con un enfoque innovativo, a partir de una idea propia o bien utilizando alguna idea anterior, se generará un aporte. Los objetivos del trabajo, permitirán su aplicación a otras situaciones similares o campos afines de expresar todo de la manera más simplificada es la base para que triunfe la efectividad del producto final.

2 OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVOS GENERALES.

- Proponer métodos para la optimización de los procesos de fabricación y montaje de viviendas modulares en madera.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Explicar proceso de ensamble y armado de construcciones modulares en madera
- Comparar métodos constructivos realizados en la experiencia laboral y optimizarlo con técnicas de manera teórica.
- Utilizar la experiencia laboral obtenida dentro una construcción modular en madera, para diseñar métodos de optimización del tiempo de construcción y generar factores de cambios.

3 METODOLOGIA.

La METODOLOGÍA que se aplicara será mediante los valores, la práctica y experiencia en terreno junto con los datos obtenidos, serán quienes posteriormente generaran una serie de resultados y así, de esta forma se dará a explicar el modelo de montaje para la construcción que en conjunto comentamos y desarrollamos, es por eso que el presente trabajo de título desarrolla un sistema constructivo industrializado, a base de módulos tridimensionales completos, en base a materiales como la madera, conforme a las necesidades de vivienda de interés social, se estudiará cuáles son los, sistemas constructivos, materiales y grado de prefabricación que tienen las viviendas de interés social. Con lo anterior se podrán sacar conclusiones y ver cuáles son las necesidades del nuevo sistema constructivo.
Además de esto se crearán dos módulos que complementan al módulo base, se diseñarán sus instalaciones, cimentaciones, programas arquitectónicos y materiales para así dar una propuesta de un nuevo tipo de vivienda.

Esta opción constructiva no sólo representa durabilidad, seguridad y estética, sino también, rapidez en la fabricación y montaje, además de altas prestaciones que se han hecho presentes en la actualidad y es además donde se aprecia la creación de dichas herramientas que hagan posible resolver distintos tipos de esfuerzos a los cuales el humano no tiene la habilidad de concretar, ligados a los requerimientos de la población referidos a las formas de su utilización y su capacidad de ejecución, dicho esto, consentiremos un método el cual no deberá generar mayor dificultad y a nuestro parecer como grupo será de mucha utilidad para el correspondiente avance.

CAPITULO II. – CONSTRUCCION MODULAR

4 CONSTRUCCION MODULAR.

Al utilizar el término **MODULAR**, dentro del contexto de la construcción prefabricada, se hace referencia a un sistema alternativo dentro del mismo campo, en el cual un inmueble es construido fuera de su emplazamiento, bajo condiciones de planta estrictamente controladas, utilizando los mismos materiales y diseñando los mismos códigos y estándares que en una construcción convencional, que ofrece mayores ventajas a la hora de plantear soluciones a un coste razonable, confortable y por sus procesos y posibilidades, pero en mucho menos tiempo. Los edificios son producidos en "módulos" que, cuando son unidos en su emplazamiento, reflejan con fidelidad el diseño y las especificaciones iniciales de la infraestructura más sofisticada in situ, sin peligro, debido a que son transportables, desarmables y reorganizables, permiten impulsar múltiples funcionalidades y su reutilización al generar un nuevo uso diferente al que fueron fabricados.

"Un paradigma que cambia la manera en que se construye el mundo"

Un sistema modular se puede caracterizar por:

Partición funcional en discretos módulos escalables y reutilizables que consiste en autónomos elementos funcionales. Uso riguroso de interfaces modulares bien definidas, incluyendo descripciones orientado a objetos de la función del módulo.

Las construcciones modulares se pueden aumentar o reducir de tamaño por la adición o eliminación de ciertos componentes. Esto se puede hacer sin alterar las porciones más grandes de la construcción, además de también experimentar cambios en la funcionalidad utilizando el mismo proceso de agregar o quitar componentes modulares.

Para instalar una construcción modular sea cual sea, el terreno debe estar compactado y nivelado. Una vez cumplido este requisito, el proceso se divide en tres pasos:

1. Fabricación de los módulos en plantas especializadas.
2. Montaje y alineación de las unidades.
3. Instalación del espacio libre para habitar.

5 PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO.

El sistema constructivo funciona en base a un sistema modular, prefabricado que permite limitar los gastos de transporte y de contaminación en obra. El sistema modular permite pensar la realización completa de la casa integrando posibles ampliaciones rápidas y coherentes en caso de que las necesidades del propietario vayan cambiando con el tiempo, el método a proponer está conformado por paneles estructurales de medidas estándar, estos paneles van anclados al cimiento a través de la solera inferior y funcionan como elementos soportantes dependiendo del tipo de panel, que puede ser OSB, contrachapado, de partículas, son complementados con madera, soleras, pies derechos y cadenetas con los vanos de puertas y ventanas previamente establecidos, la estabilidad del conjunto se encuentra en las uniones de los muros en las esquinas que se sobreponen unos con otros a través de ensambles, los maderos pueden formar módulos como ladrillos, el primero longitudinal que facilita el asiento de las piezas en hiladas y otra en la cabeza que genera rigidizar la estructura. Finalmente, la techumbre se apoya sobre los muros.

Los paneles soportan las cargas y rigidizan la estructura a las cargas horizontales. También es posible utilizar los paneles como losas y techumbre cambiando

Existe actualmente una gran brecha entre la masificación de construcción de viviendas y la industrialización

Los sistemas constructivos convencionales requieren de un gran número de personal técnico por su falta de simpleza en los procesos constructivos, la coordinación de personal especializado repercute en una disminución de eficiencia en tiempo y sus características rígidas imposibilitan cambios de diseño a través del tiempo minimizando las posibilidades de adaptación.

6 COMPONENTES MODULARES.

Las características y componentes de la estructura de una vivienda están conformada por la fundación, los entramados horizontales, verticales (tabiques soportantes y auto soportantes), los tabiques soportantes, también denominados muros estructurales, que corresponden a los entramados verticales del sistema, cuya altura equivale a la de un piso, y están configurados por una solera inferior, pies derechos, una solera superior y una placa de rigidización, que puede ser un tablero contrachapado y estructura de techumbre, todos estos elemento tienen su función específica ya definida y elaborado desarrollo, pero el generar módulos que cumpla una o múltiples funciones, requiere de una intervención en la manera de construir y es acá donde la construcción modular toma forma.

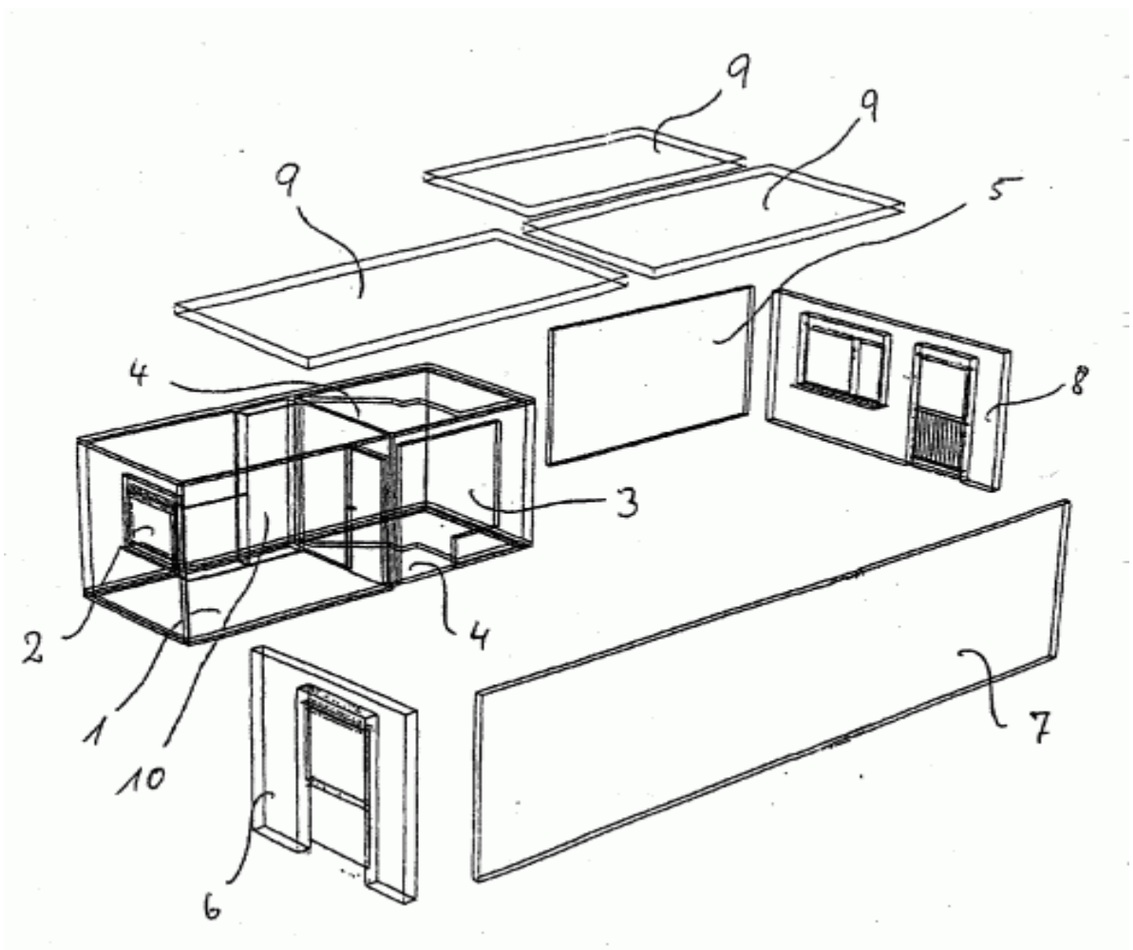


Ilustración 1: Desglose de componente de una vivienda

7 OPTIMIZACION DE COMPONENTES.

A continuación, se mencionará las opciones constructivas, componentes a los que les determinamos un uso más eficiente.

7.1 MUROS.

Están formados por una estructura portante de Madera o metal y un revestimiento de madera por las dos caras. Complementariamente puede incluir elementos de carpintería (puertas y ventanas) y requiere elementos auxiliares como esquineros y eventualmente elementos aislantes, se presenta en forma de módulos los cuales en su conjunto. La optimización propuesta consiste en la reducción de tamaño de los módulos, ayudando a que su montaje se pueda realizar con una menor cantidad de trabajadores, por lo cual se agiliza el tiempo de ensamble del proyecto.

7.2 DINTELES.

Los vanos se deben adaptar a la modulación de los pies derechos, en vanos superiores a 80 cm, la solera superior se refuerza mediante la instalación de puntales y se mejora el apoyo del dintel mediante jambas. También se recomienda el uso de dintel macizo. Los dinteles se encuentran incorporados dentro de los módulos correspondientes de manera que se acorta el tiempo en temas de construcción de vanos de puertas y ventanas.

7.3 TECHUMBRE.

Estructura de cubierta o parte superior de un edificio. Conjunto de la estructura y elementos de cierre de los techos. En la techumbre no se modifica ningún ámbito puesto que presenta el sistema más óptimo para su instalación.

7.4 VENTANAS Y PUERTAS.

Las ventanas y las puertas conectan el interior de una casa al exterior, proporcionan ventilación y la luz del día, son importantes elementos estéticos. Para evitar la construcción de los vanos de puertas y ventanas de la estructura se realizan módulos específicos que cumplen con la función de definir el vano, mediante módulos que presentan los vanos ya definidos.

7.5 PISOS.

Es la superficie inferior horizontal de un espacio arquitectónico, También en lenguaje coloquial se les determina piso a los diferentes niveles de un edificio. La optimización más rentable que se definió para este componente fue remplazar la instalación de un entablado de piso por la instalación de paneles de piso.

7.6 VIGA.

Elemento estructural solicitado por cargas de peso propio y sobrecargas de uso. Se utiliza dispuesto en forma horizontal o inclinada y permite salvar una o varias luces. La viga se diseña en función de las necesidades de resistencia y rigidez. Los requerimientos de resistencia dependen de las cargas que deben soportar, en tanto que las de rigidez van dirigidas a reducir las vibraciones que se originen debido a cargas dinámicas. Se elaborará el número correspondiente de vigas con medidas exactas y secciones que permitan el mejor acoplamiento.

7.7 VIGA DE PISO.

Elemento que conforma el entramado de piso y soporta las sobrecargas del primer nivel de la vivienda.

7.8 CERCHA.

Estructura plana de forma triangular que transmite las cargas desde la cubierta de techumbre a los muros estructurales. Se determinó que para la mejor manipulación de este componente se utilizara en su elaboración madera impregnada la cual tiene una mayor resistencia a la humedad, evitando la torcedura de la estructura de la cercha, ayudado asi a una instalación más rápida y sin complicaciones optimizando el tiempo utilizado en obra.

7.9 DIAFRAGMA.

Placa estructural que se clava al envigado. Permite rigidizar el entramado horizontal y es utilizada como cubierta. Este componente se utilizó en la zona de vigas a la vista en la obra previamente expuesta, la optimización que se eligió fue la de remplazar la instalación de entablado de cielo por planchas de terciado ranurado, agilizando así el tiempo que se utiliza en la instalación.

7.10 COSTANERA.

Pieza horizontal ubicada sobre la estructura de techumbre, que soporta la
cubierta. La optimización para este componente es la de utilizar madera impregnada con la cual se evita la torcedura de este elemento, puesto que es sumamente impórtate que este se mantenga recto para su mejor funcionalidad ayudando así a evitar gasto de tiempo de corrección en obra.

“EL SISTEMA DE UNIÓN FUNDAMENTALEN ESTE PROYECTO ES EL CLAVO.”

8 FUNDACIONES.

Toda construcción debe estar situada sobre un terreno apto y debe brindar una base rígida a la construcción, sin que se produzcan fallas, ni asentamientos, se puede decir que es la parte más importante de una estructura y las fundaciones son quienes se encargan ya que son estructuras que transmiten y reciben las cargas, esfuerzos y pesos propios de lo construido, transmitiéndolo al suelo, existen diferentes tipos de fundaciones las que se clasifican en profundas y superficiales. Las fundaciones profundas no son utilizadas en las viviendas de madera debido a que corresponden a estructuras livianas. A las fundaciones superficiales se les conoce con el nombre técnico de zapatas, que dependiendo de las condiciones del terreno donde se emplace serán corridas o aisladas. En situaciones de terrenos de mala calidad es posible que se requiera de mejoramiento de terreno que deberá ser indicado por un profesional competente.

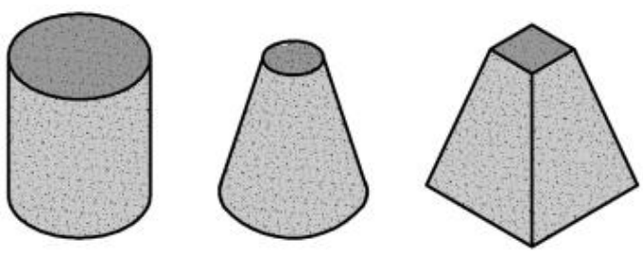


Ilustración 2: Diferentes tipos de zapatas

Para los diseños de viviendas modulares propuestos, se propuso utilizar la fundación a base de bloques de hormigón (poyos), la que implica realizar el “HERIDO” que consiste en excavación del terreno previa a la instalación, también es posible dejar parte de los elementos de amarre sobre el nivel de terreno para colocar sobre ellas los tabiques o vigas que amarraran definitivamente los componentes modulares, ya que la estructura es liviana y no requieres de una fundación avanzada, las estructuras también pueden ser puestos directamente sobre el terreno, sin apoyos, pero eso implicaría tener una superficie completamente nivelada desde la cual montar una instalación de emergencia provisoria, no definitiva.

Ilustración 4: Poyo montado en terreno

Ilustración 3: Distribución de Poyos

9 TIPOS DE MATERIALES.

Edificar fuera del emplazamiento asegura un mejor control de la calidad de la construcción. Los materiales que son enviados a los talleres son almacenados de manera segura en el almacén, para prevenir daños o deterioro por humedad u otros factores. Las plantas de construcción tienen programas estrictos de calidad y seguridad con protocolos de inspecciones y pruebas independientes que promueven una calidad superior de la construcción en cada paso del proceso.

9.1 ¿POR QUÉ USAR MADERA?

En los países desarrollados más del 80% del sector residencial está construido en madera. En el contexto nacional, tan solo el 15% de las construcciones residenciales contemplan como material la madera, considerando que aumentó en un 10% en la última década. Esta contradicción es debido al constante desconocimiento cultural sobre técnicas de la construcción de la madera, lo que ha generado una percepción social de un material secundario en el sector de la construcción para su uso exclusivo en soluciones de mediaguas y viviendas de emergencia. A pesar de ello, el desarrollo constante de productos de mejor calidad, actualización de normas, mayor difusión de las ventajas en la construcción, entre otros aspectos ha provocado un leve cambio en su percepción. Esto complementado a la existencia de entidades (Centro de Transferencia Tecnológica de CORMA, Fundación Chile, CORFO, CONYCIT) que han priorizado el financiamiento de proyectos de innovación y desarrollo que fomentan el

9.2 VENTAJAS DE LA MADERA SOBRE LA ALBAÑILERÍA.

SISMICIDAD: Un factor relevante en el comportamiento sísmico es la liviandad de la

ESTRUCTURA: El peso específico del concreto es de 1.8 ton/m3, mientras que en

Además, la madera destinada a uso estructural debe cumplir una serie de exigencias respecto a dimensiones y tolerancias, preservación, humedad y clasificación estructural, debe ser un material

10 ALMACENAMIENTO.

La madera en el lugar donde prestará servicio, debe pasar por un período de estabilización de humedad, adaptándose a las condiciones locales de temperatura, humedad relativa del aire y época del año, antes de ser utilizada en la fabricación de elementos soportantes o de ubicarla en su lugar definitiva, la estabilización debe realizarse de manera adecuada, ya que, si bien la madera recibida en obra puede llegar en óptimas condiciones, ésta podría sufrir severas deformaciones que afecten su resistencia, estabilidad dimensional, o el desempeño de éstas en servicio, producto de una deficiente manipulación y/o mal almacenamiento en obra, debido a esto, es de suma importancia tomar las siguientes precauciones y consideraciones:

Almacenar la madera en forma encastillada, y protegida de la exposición directa al sol o de la lluvia.

Ilustración 5: Encastillamiento de paneles sobre cuartones

Evitar almacenar la madera en ambientes húmedos y no ventilados, mantener encastilladas, en orden, clasificadas por escuadrías y largos, evitando piezas arrumbadas.

Ilustración 6: Encastillado Ordenado

11 PRESERVACIÓN.

Para asegurar la durabilidad natural de la madera debido a los ataques de hongos, insectos o perforadores marinos se debe impregnar mediante sustancias químicas que la hagan resistente a los ataques. esto se consigue haciendo la madera venenosa o repelente a los agentes biológicos, según uso y riesgo de servicio de las piezas. nch819 of. 2003 madera preservada

Evitar contacto directo de la madera con el suelo.

Ilustración 7: Aislación del suelo

Aislación del suelo mediante colocación de polietileno y piezas de maderas (cuartones) que recepcionan a la madera a encastillar.

Según la OGUC, cuando la madera de Pino radiata es utilizada como material estructural necesariamente debe ser preservada debido a su condición de madera “no durable”, según lo especificado en la norma NCh 789/1.

Categoría	Clasificación	Vida útil esperada	Especies
1	Muy durables	≥ 20 años	Roble, Ciprés de las guaitecas, Alerce.
2	Durables	≥ 15 años	Raulí, Lenga, Lingue.
3	Moderadamente durables	≥ 10 años	Canelo, Coigüe, Tineo, Ulmo.
4	Poco durables	≥ 5 años	Araucaria, Eucalipto, Laurel, Mañío.
5	No durables	≤ 5 años	Álamo, Olivillo, Pino radiata, Tepa.

Fuente: NCh 789/1: Maderas – Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural

Ilustración 8: Tabla de Vida Util de la Madera

12 HUMEDAD.

La madera debe presentar al momento de su utilización, un contenido de humedad igual a la humedad de equilibrio del lugar donde prestará servicio. Las humedades de equilibrio promedio de las condiciones de servicio a las que la madera queda expuesta en una vivienda se observan en la siguiente tabla.

Ubicación de la madera en la vivienda	Humedad de equilibrio promedio
Recintos cubiertos abiertos	Humedad de equilibrio a la intemperie
Recintos cubiertos cerrados sin calefacción o calefaccionados intermitentemente	12%
Recintos continuamente calefaccionados	9%

Fuente: NCh 1198: Madera – Construcciones en madera – Cálculo

Ilustración 9: Cuadro de Porcentajes de Humedad

Las humedades de equilibrio de la madera expuesta a la intemperie, según la zona climático habitacional en la que prestará servicio, se observan en la Tabla 2.10. El Anexo D de NCh 1198.of2006, proporciona información más específica de las humedades de equilibrio de diferentes localidades de Chile

Zona climático-habitacional según NCh 1079	Humedad permitida %	
	Mínima	Máxima
Norte litoral	11	18
Norte desértica	5	9
Norte valle transversal	11	16
Central litoral	11	17
Central interior	9	20
Sur litoral	12	22
Sur interior	12	22
Sur extremo	11	22

Fuente: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

Ilustración 10: Humedad Permitida por Zona Climatica

13 NORMATIVAS.

En la construcción modular en madera tienen incidencia diversos cuerpos normativos, que regulan desde la elaboración y tratamiento de la materia prima, hasta la construcción misma de las obras.

Dentro de estos cuerpos normativos, podemos señalar los siguientes:

1- NCh762 Of. 2014 Planchas y tableros a base de madera – Esta norma, determina el contenido de humedad admisible en las piezas de madera para construcción-
2- NCh1198 Of. 2014 Madera - Construcciones en madera – entregarle soporte a toda la teoría y métodos constructivos utilizados
3- NCh790 Of. 2012 Madera - Preservación - Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera - métodos o factores que prolonguen la vida del material
4- NCh819 Of. 2012 Madera preservada - Pino radiata - Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo – Información sobre las características
5- NCh173 Of.20 08 Madera - Terminología general - Contenido
6- NCh3060 Of. 2007 Preservantes de la madera - mejorar resistencias en los materiales
7- NCh174 Of.2007 Maderas - Concepto
8- NCh3028/1 Of. 2006 Madera estructural - Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera clasificada por su resistencia
9- NCh1207 Of. 2005 Pino radiata - Clasificación visual para uso estructural - Especificaciones de los grados de calidad
10- NCh3005 Of. 2006 Madera - Evaluación estructural de madera de chapas laminadas

14 CASO DE ESTUDIO.

Este es un proyecto de vivienda social prefabricada realizada en la región del Bio-bío en la ciudad de lagunilla, Coronel, la cual se encontraba aislada como conjunto.

La propuesta consiste en desarrollar una vivienda que considere una imagen definitiva a partir de un crecimiento progresivo que va de una superficie inicial hasta una superficie final.

En la ciudad de lagunilla se expropio a una familia del terreno en el cual se encontraban viviendo debido a un mejoramiento de pavimentación realizado por la municipalidad de coronel, el terreno presentaba un talud que quedaba con dirección a la calle principal, la antigua construcción se posicionaba a una altura superior del pavimento, y por tal motivo se tomó como medida la realización de un muro de contención de hormigón de aproximadamente de 5m, proyecto ajeno a la Construcción y montaje de la vivienda modular.

La altura del terreno final quedo en 5m sobre la calzada de la calle, a continuación, se realizó el transporte de la vivienda prefabricada, previamente comprada. Nuestra labor dentro de esta obra fue la del montaje de dicha vivienda prefabricada. A continuación, se presentará el plano de la vivienda, se detallará la experiencia obtenida y el método constructivo por el cual se realizó el ensamble.

14.1 PLANOS DE PLANTA.

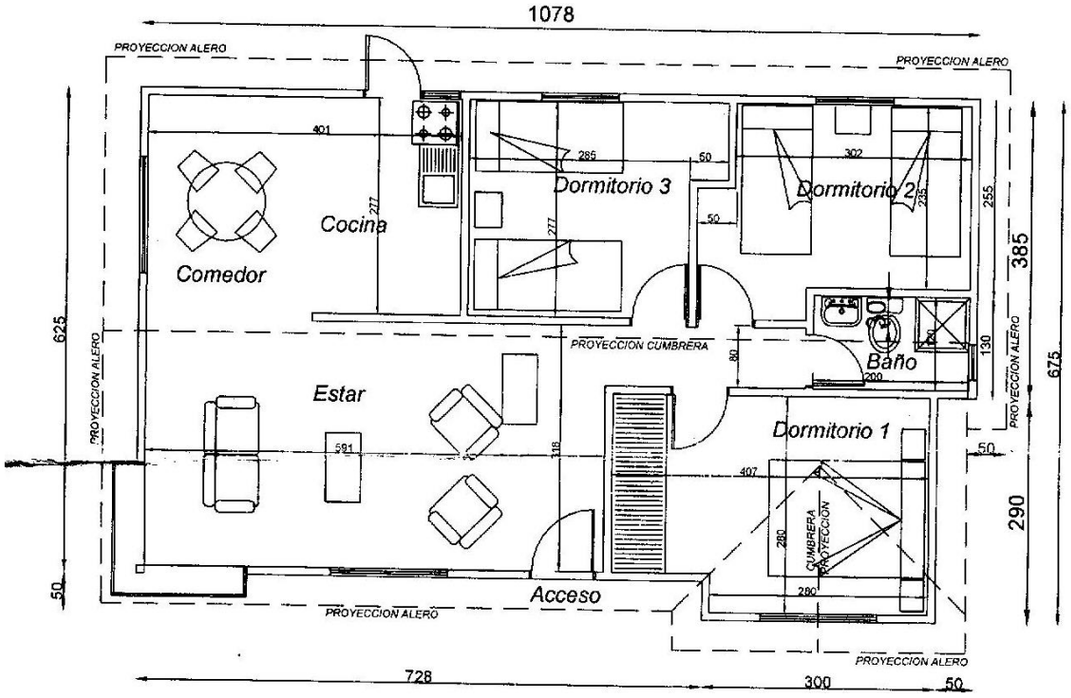


Ilustración 11: Plano de Planta

14.2 ELEVACIONES.

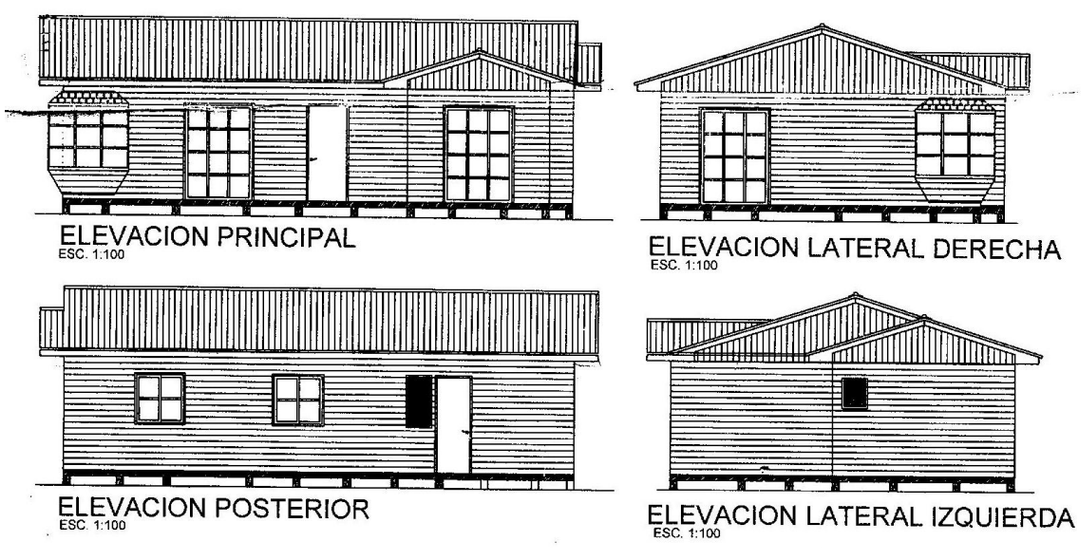


Ilustración 12: Elevaciones

14.3 NIVELACIÓN.

Lo primero que se realizó para la instalación de la vivienda fue la nivelación del terrero y ubicación de la valla perimetral, la cual se utiliza para la toma de niveles en diferentes puntos del terreno como se puede apreciar en la imagen siguiente.

Ilustración 13: Instalación Perimetral

Posterior a la colocación de los postes perimetrales se realiza la medición del nivel, el cual será replicado en todos los demás postes para la toma de datos se utilizó el nivel topográfico. Para así obtener un nivel de referencia que nos permita trabajar de forma perpendicular sobre el terreno independiente del desnivel que presente el terreno.

Ilustración 15: Medicion de Niveles

Ilustración 14: Postes Perimetrales

Con el nivel de referencia obtenido, se continuo con la ubicación de listones los cuales sirven para la colocación de lienzas con la cuales se pueda realizar el trazado de ejes longitudinales y transversales.

Ilustración 16: Toma de puntos en Terreno

Ilustración 18: Ubicación de listones

Ilustración 17: Contorno Perimetral

Esta tarea se realiza de forma perimetral para un correcto trazado de los ejes del proyecto.

14.4 TRAZADO Y REPLANTEO.

Con ayuda del plano se realizó la medición de distancias entre los ejes longitudinales y transversales para poder marcar su ubicación sobre el costado de los listones de nuestra cerca perimetral. El siguiente paso fue la colocación de una lienza en las marcas realizadas con las cuales realizamos el trazado de nuestros ejes, debido a que la base de la vivienda era constituida por pilares, la realización de este paso era fundamental dentro de la construcción. Luego con plano en mano se realizó la excavación en donde se ubicarían los pilotes de cemento

14.5 PLANTA UBICACIÓN PILARES.

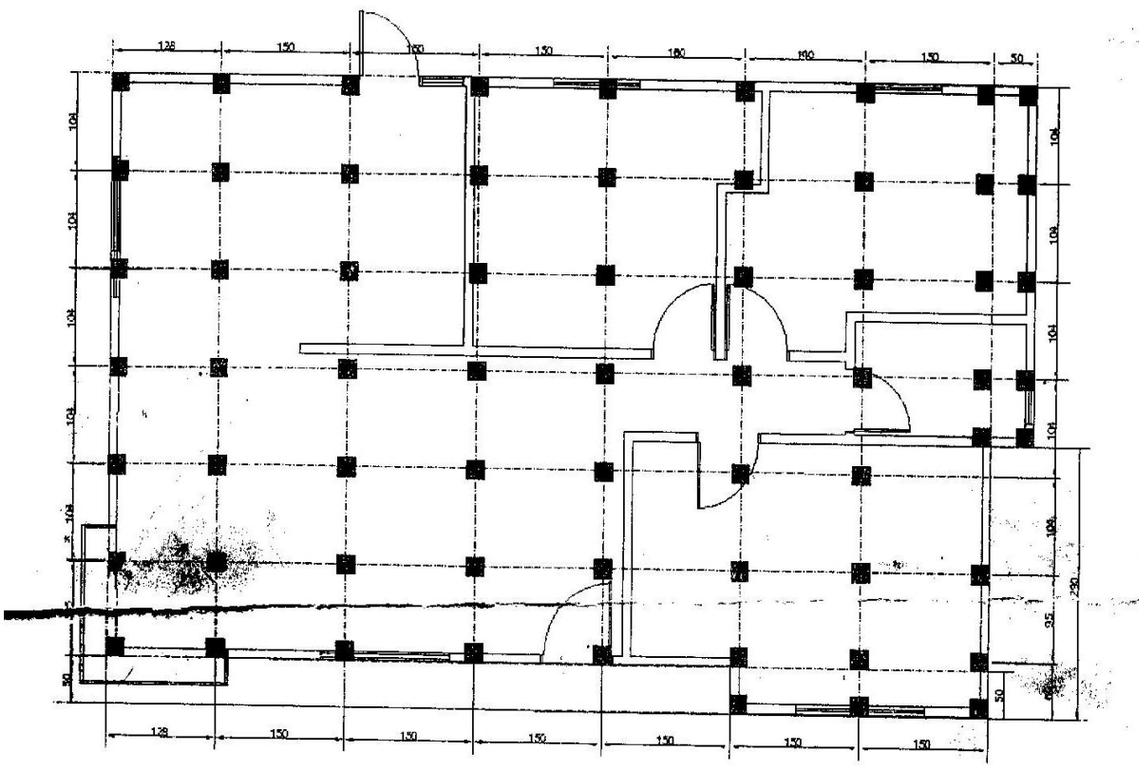


Ilustración 19: Ubicación Pilares

Estos pilotes de cemento fueron ubicados a 10 cm bajo el nivel de la lienza.

Ilustración 21: Ubicacion de Poyos

Ilustración 20: Instalación Final de Pilotes

Se completó la instalación eje por eje, para mantener un mayor orden dentro de la obra.

14.6 ENVIGADO.

En esta etapa posterior a la ubicación total de los pilotes de cemento se realiza la instalación correspondiente al envigado de suelo de la vivienda la cual estaba compuesta de pino impregnado de 2”x 5” x 3,20 mts. La selección de madera impregnada asegura que esta perdure en el tiempo debido a que los efectos de la humedad afectan de menor manera a la madera, esta tarea fue realizada en dos etapas. La primera en la ubicación de las vigas principales, perimetrales y transversales del proyecto como se puede observar en el plano.

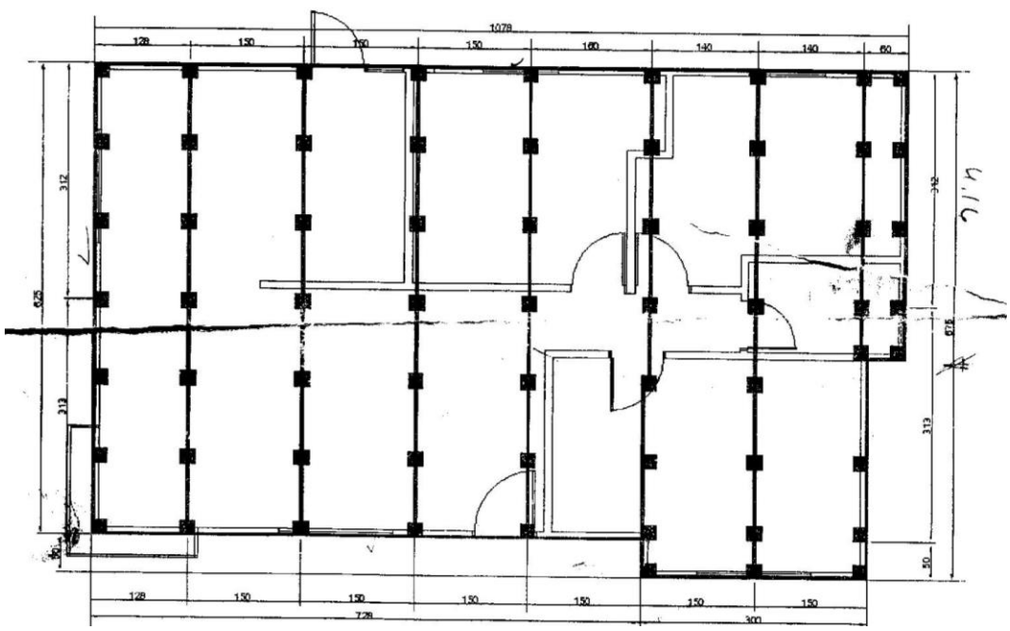


Ilustración 22: Plano de Envigado

La fijación de las vigas hacia los pilotes de hormigón se hiso mediante la perforación de la viga de forma transversal, la perforación resultante es embutida en los espárragos de cada pilote de su respectivo eje como se aprecia a continuación.

Ilustración 24: Fijacion de Vigas

Ilustración 23: Asentamiento de Vigas

La segunda etapa consistía en el amarre de estas vigas mediante otra capa de vigas secundarias llamadas vigas longitudinales las cuales servirán para el anclaje de las tablas de piso, cuyas medidas son 2” x 3” x 3,20 mts.

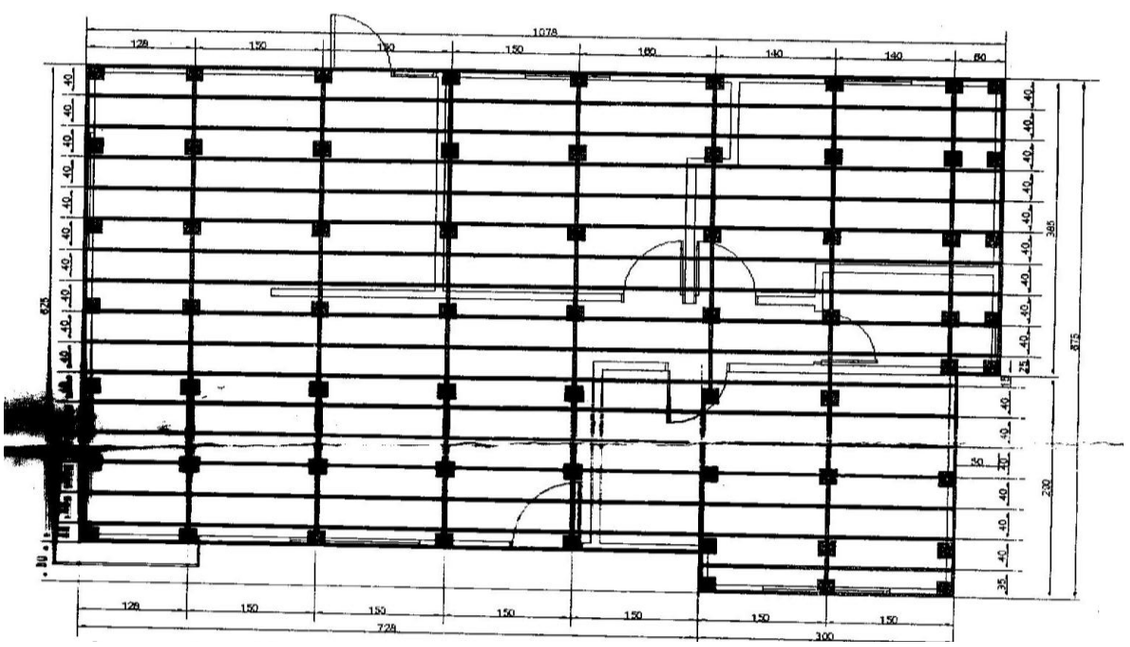


Ilustración 25: Plano de Envigado segunda Etapa

Ilustración 26: Desarrollo Envigado Etapa 2

Ilustración 27: Desarrollo 2 Envigado Etapa 2

Luego de la instalación total de dichas vigas se inicia la etapa de entablado de suelo.

14.7 ENTABLADO DE PISO.

Este entablado fue realizado en terreno con tablas de pino de piso de 1”x 4” x 3,20 mts. Para la instalación de estas vigas se colocó papel fieltro de 15lbs que funcionara como capa protectora de la humedad para las tablas de piso.

Ilustración 28: Detalle de Piso Entrelazada

La forma de instalación de las tablas se realizó de manera entrelazada para evitar tener solo un punto de debilidad dentro de la estructura del piso, dejando las uniones en las vigas anteriormente colocadas, evitando un punto de quiebre o inestabilidad del piso.

Ilustración 29: Desarrollo de Entablado

Ilustración 30: Entablado Final de Piso

Terminada la etapa de entablado de piso se prosigue a la instalación de muros interiores y exteriores de la vivienda.

14.8 MONTAJE DE MUROS PERIMETRALES.

En esta etapa es fundamental la lectura del plano para comprender la ubicación de cada panel, luego de identificar cada panel se realizó la instalación de los muros perimetrales de la estructura.

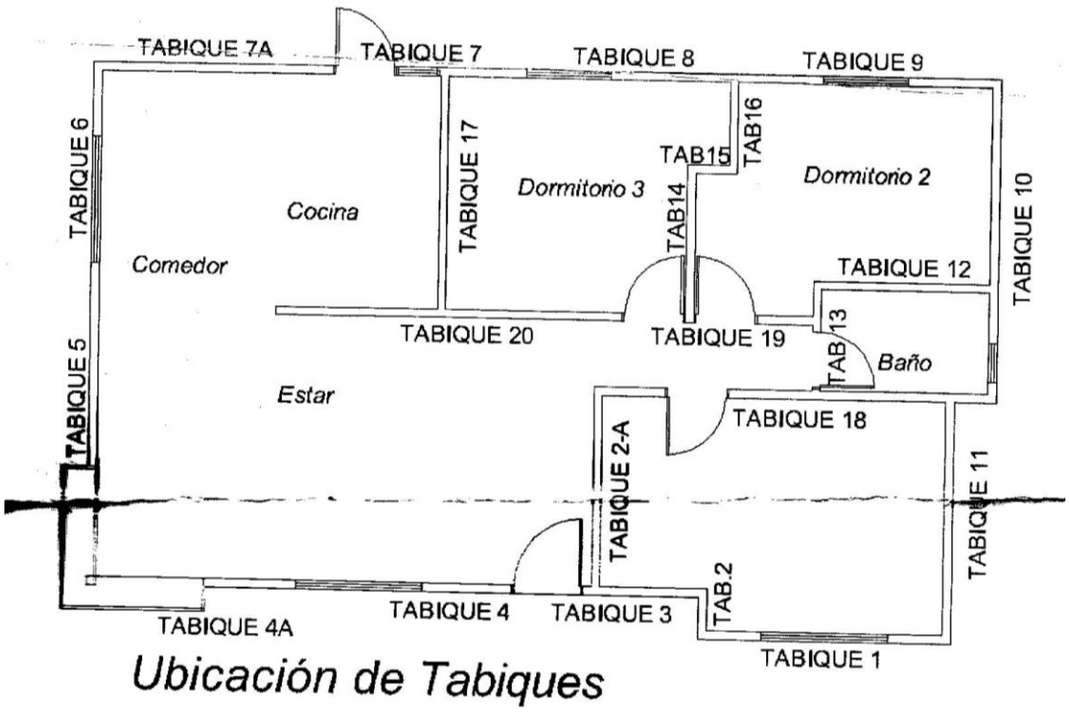


Ilustración 31: Montaje de Muros Perimetrales

Para instalar el muro perimetral se realizaron los siguientes pasos.

Se ubica en la posición que debe quedar dentro de la vivienda, se fija hacia el piso con clavos de 4” en la parte de la dolerá inferior del tabique, para que este no presente un tambaleo o movimiento inesperado se fija en uno de sus extremos una tala clavada a este y el otro extremo de la tabla clavada al piso para mantener el tabique firme mientras se procede a la instalación del tabique contiguo.

Ilustración 32: Instalación de muro perimetral

Luego de fijar el tabique se puede proseguir con la instalación del tabique contiguo a este lo que ayuda a que opte a una mayor estabilidad mientras se instalan los restantes.

Ilustración 33: Encuentro de muros perimetrales

Se utiliza este método sucesivamente para realizar la instalación de los muros perimetrales de la vivienda.

Ilustración 34: Sección de Muros Perimetrales Extensa

14.9 INSTALACIÓN DE TABIQUES INTERIORES.

Para la instalación delos tabiques interiores se trazan las distancias de cada pieza indicadas en el plano.

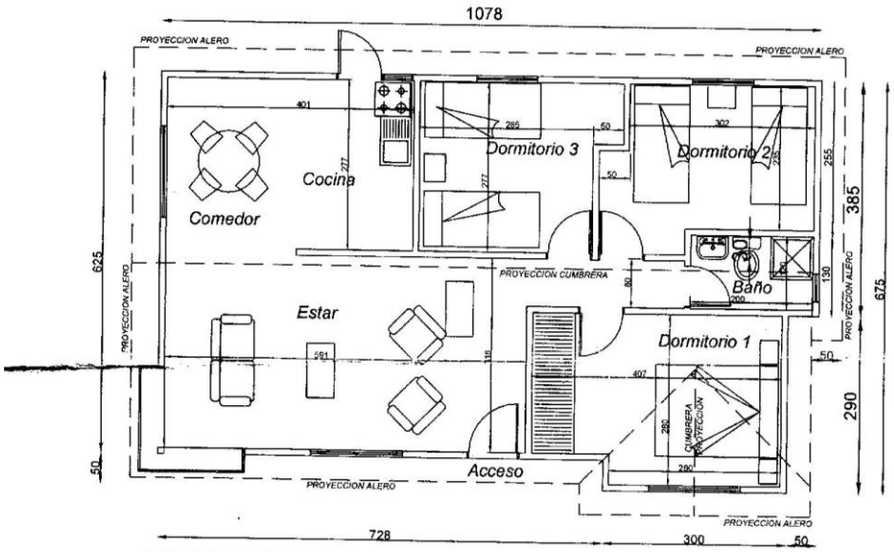


Ilustración 35: Plano de Instalación de Tabiques

Luego de identificar la posición de cada tabique dentro de la vivienda se proceden a anclar al suelo mediante clavos de 4”.

Ilustración 36: Instalación Final de Tabiques

14.10 CERCHAS.

Luego de la ubicación total de todos los tabiques (exteriores e interiores) se procede a la instalación de las cerchas exteriores e interiores, primero se identifican los tipos de cerchas a utilizar dentro de la estructura de techo de la vivienda mediante el plano.

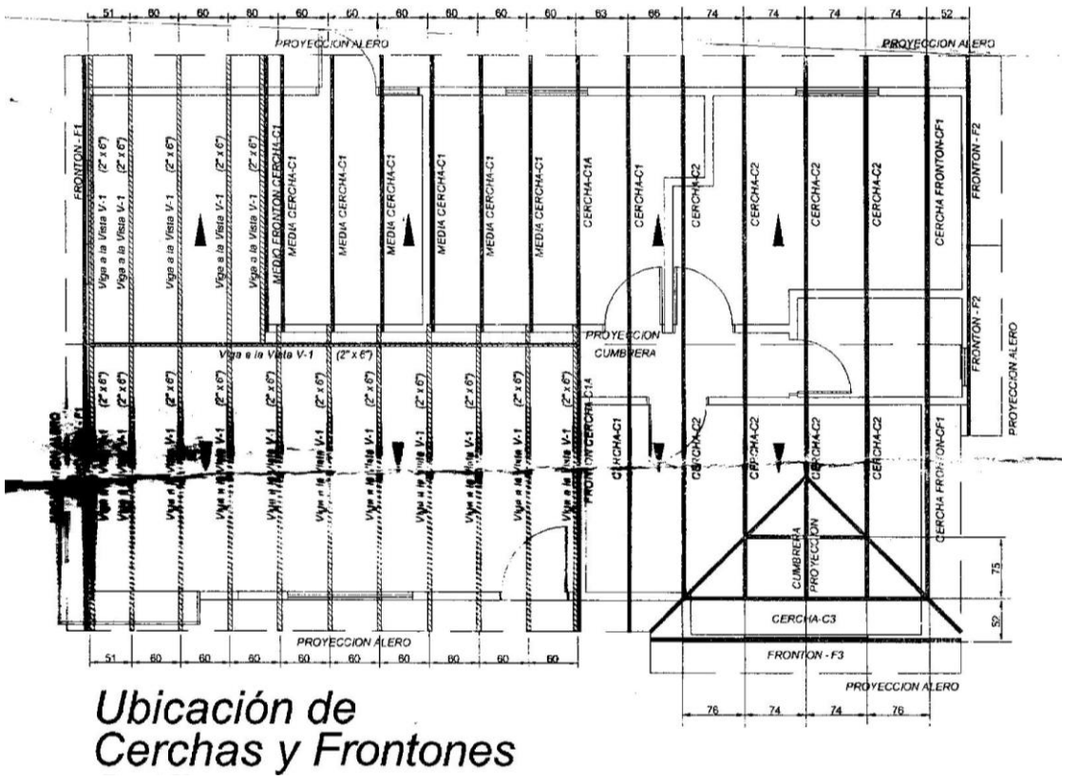


Ilustración 37: Plano Instalación de Cerchas

Se procede a la instalación de las cerchas exteriores, pesto que son las que cierra nuestra estructura y su instalación posterior sería más complejas, debido a la presencia de las cerchas interiores

Ilustración 38: Instalación de las cerchas exteriores

La instalación de las cerchas interiores posterior al as exteriores se realizó ubicando las cerchas a la distancia indicada en el plano, para su fijación se utilizaron clavos de 3” y 4”.

Ilustración 39: Instalación de las cerchas interiores

Para mantener el eje de la cumbrera de nuestra techumbre se ubicó una lienza en cada extremo de las cerchas exteriores, para así mantener un eje con el cual ubicad las cerchas en el centro de la estructura.

Ilustración 40: Instalación Final de las cerchas interiores

La estructura presentaba una parte de esta con envigado a la vista, para la realización de esta se debió hacer mediante medias cerchas, y la instalación de las medias cerchas fue exactamente igual al de las cerchas.

Ilustración 41: Instalación de las medias cerchas

Para completar el lado restante que no se encontraba con cerchas se realizó la instalación de vigas a la vista las cuales se instalaron de la siguiente forma. Primero se realizó la instalación de una viga principal la cual serviría de apoyo para las vigas que se colorían en la ubicación opuesta a las medias cerchas.

Ilustración 42: Instalación de Vigas Principale a la vistas

Esta instalación se realizó en toda la zona que se encontraba especificada con viga a la vista dentro del plano de ubicación de cerchas.

Ilustración 43: instalación Final de vigas a la vista

Debido a que el área presentaba vigas a la vista se realizó un entablado de la zona con tablas de pino de cielo seco de ½” x 4” x 3,20 mts.

Ilustración 44: Entablado sobre Vigas

14.11 INSTALACIÓN DE COSTANERAS.

Luego de terminar la instalación total de las costaneras y el entablado de las vigas a la vista se procede a la instalación de las costaneras de la techumbre las cuales se indican en el plano.

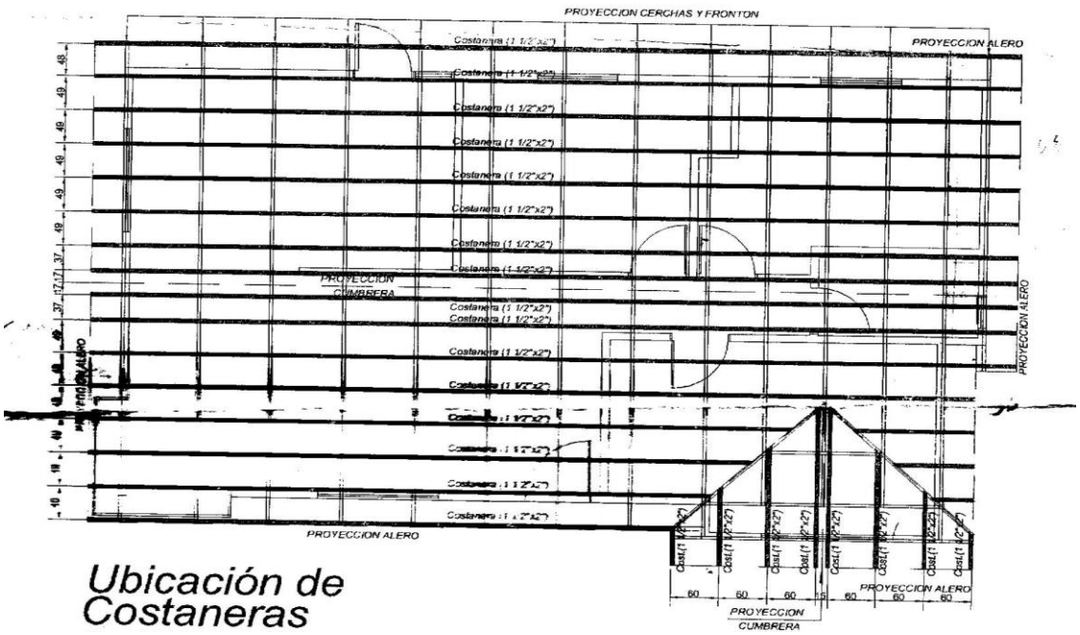


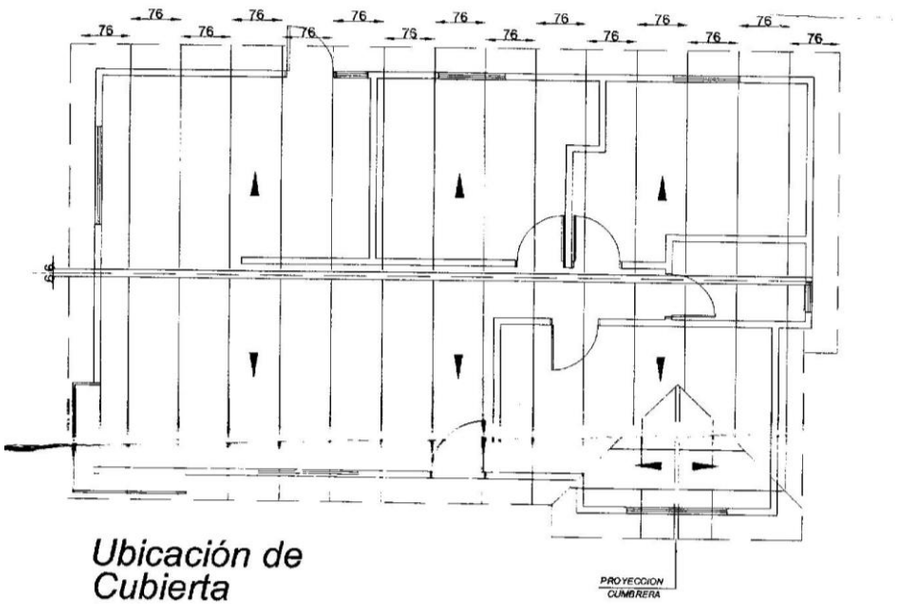
Ilustración 45: Plano de Costaneras

La madera utilizada para las costaneras fue de ½” x 2” x 3,20 mts.

Ilustración 46: Instalación Costaneras

14.12 INSTALACIÓN DE TECHUMBRE.

Para la instalación de techumbre se utilizó papel fieltro de 15 lbs, con el cual se busca el efecto de capa aislante del agua en caso de que se perforara la techumbre o existiera una grieta en las planchas de zinc.



La instalación del papel fieltro fue mediante grapas que aseguraban los tramos del papel fieltro, para después ubicar las planchas de zinc sobre este en su posición final.

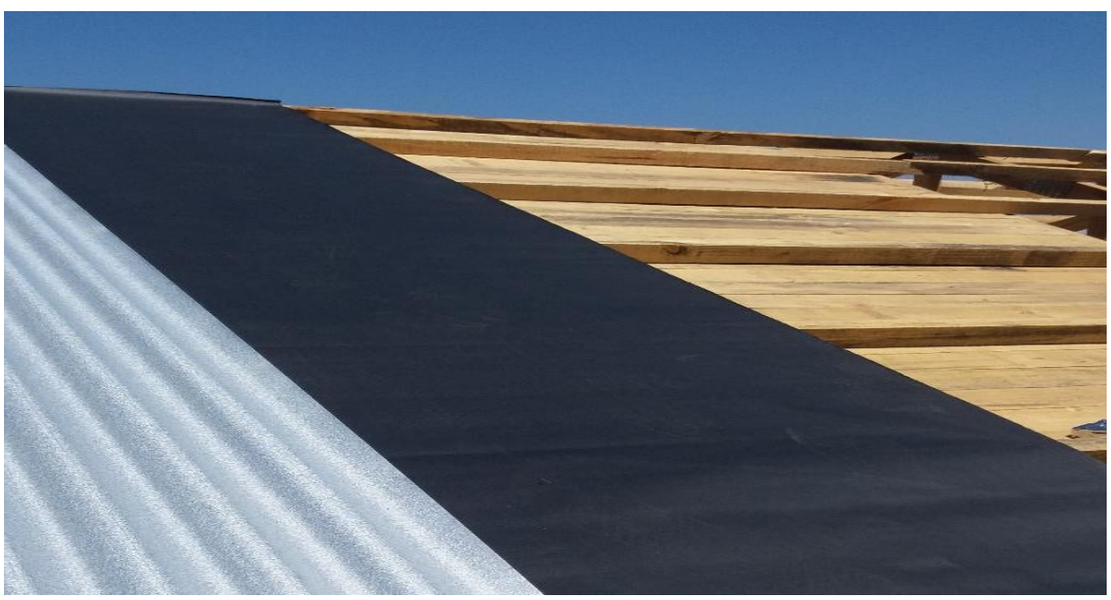


Ilustración 47: instalación del papel fieltro

Al llegar a la junta de las aguas de la techumbre se procede a la instalación del limahoya (canaleta metálica) la cual evacuara las aguas recolectadas por las planchas de zinc e la techumbre.

Ilustración 48: Instalación del Limahoya

Ilustración 49: Instalación Final del Limahoya

14.13 INSTALACIÓN ENTRAMADO DE CIELO.

Luego de la instalación de muros y techumbre completas se puede trabajan en el interior de la vivienda, en esta etapa se procede a instalar el entramado de cielo el cual nos servirá para la posterior ubicación de las planchas de correspondientes al cielo de la estructura.

El entramado de cielo está compuesto por piezas de madera de 1” x ½” x 3,20 mts. Esta etapa es fundamental realizarla con la cubierta de techo colocada, puesto que se trabaja con madera seca y cualquier cambio de humedad dentro de su estructura podría provocar la torcedura de esta y dificultaría el trabajo.

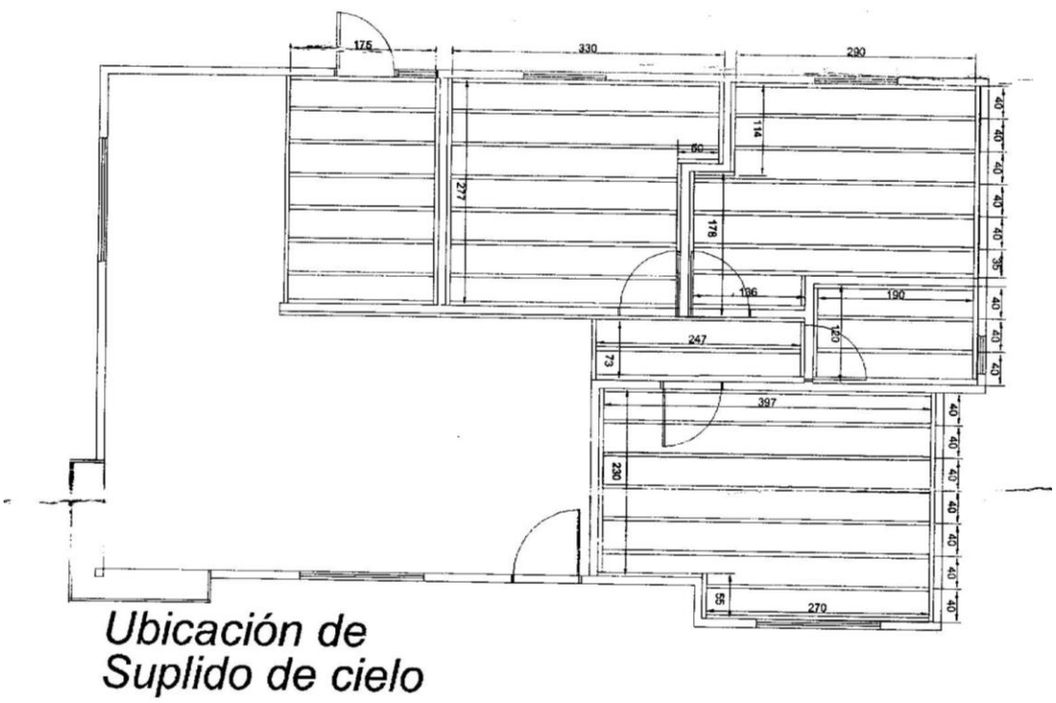


Ilustración 50: Instalación de entramados de Cielo

Luego de la instalación de esta se procede a la instalación de las planchas correspondientes al cielo.

Ilustración 51: Instalación de Planchas de Cielo

A continuación, se prosigue con la instalación de las planchas de muros y tabiques.

Ilustración 52: Instalación de Planchas de Muro

Posterior a la instalación de las planchas de cielo y muros se prosigue a la instalación de los marcos de puertas y ventanas.

Ilustración 53: Instalación de los marcos de puertas.

Para la ubicación de las puertas y ventanas del proyecto se requería de una instalación de marcos tanto en las ventanas como en las puertas.

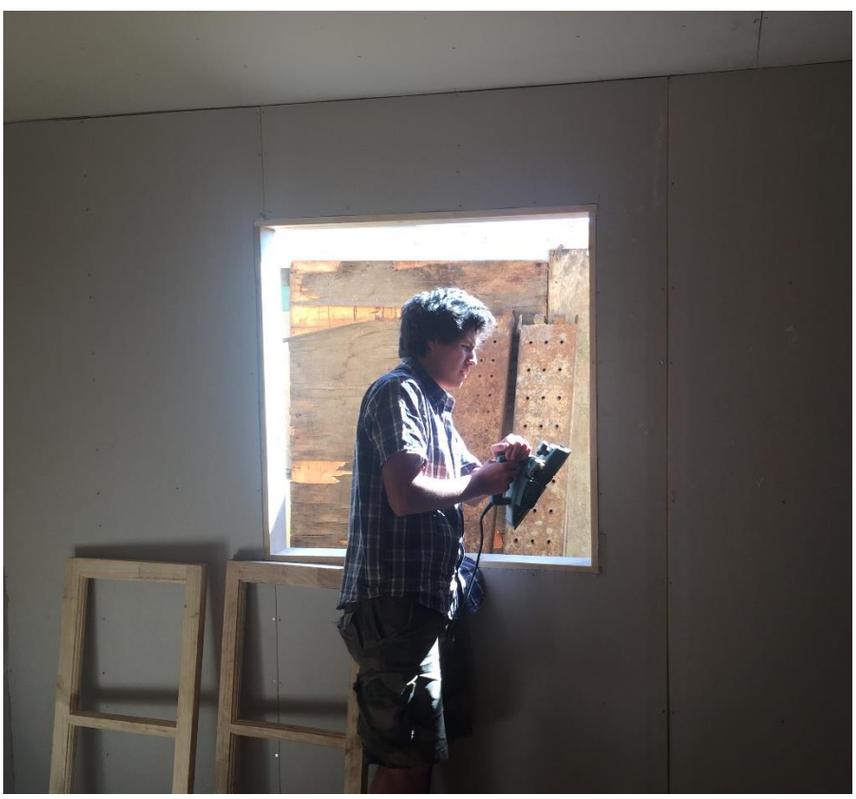


Ilustración 54: Instalación de los marcos de ventanas.

Las ventanas utilizadas eran de madera de pino radiata, y sus medidas eran de 1 x1 mts.

Ilustración 55:Marco Ventana Instalada

También se utilizaron ventanales los cuales sus medidas estándar eran de 2.10 x 1,80 mts. Las cuales estaban constituidas por 3 partes de 0,60 x 2,10 mts cada una.

Ilustración 56: Marco Ventanal Instalada

Las puertas de interior utilizadas eran de contrachapadas de mdf de 0,70 x 2,00 mts.

Ilustración 57: Puertas Instaladas

Después de terminar la incorporación de estos elementos a la vivienda se pasó a realizar los acabados y detalles de esta siendo los más comúnmente utilizados, los cuales consistían en guardapolvos para muros y ventanas, rodones para esquinas y la instalación del mueble de cocina y baño.

CAPITULO III. – DISEÑO Y PARAMETROS

15 DISEÑOS DE VIVIENDAS MODULARES.

El diseño modular se basa en la modulación reticular de espacios que permitan optimizar el tiempo de construcción Mediante el uso de unidades prefabricadas es posible cimentar estructuras de tamaños definidos por los fabricantes, pero que pueden ser ampliadas sin dificultad. Su diseño permite que estas piezas sean encajadas para dar forma a habitaciones completas, ya sea en casas de emergencia, recintos privados, departamentos u hoteles, entre otras aplicaciones.

Una casa prefabricada tiene los pisos, muros, cielo o techumbre compuesta de piezas o paneles de variadas medidas que han sido prefabricadas antes de ser levantadas sobre la fundación del edificio, en contraposición al método de construcción convencional en el cual, la casa es construida pieza por pieza en el terreno con un diseño basado en módulos ya predefinido de fábrica, optimizados y diseñados a partir de una vivienda prefabricada, se pretende utilizar la mayor cantidad de estructura del tipo modular, para así aprovechar la materialidad que este nos brinda, en el caso de los diseños combinados la unión de las dos estructuras se hará en lo posible en tramos pequeños. A continuación, se presenta la distribución interior que tendrán las viviendas, esta distribución fue realizada con el propósito de optimizar al máximo los espacios.

Distribución vivienda básica. - 3 habitación - 1 Baño - Cocina – comedor - Acceso Principal

16 PARAMETROS DE DISEÑO.

Diseñar y construir solo podrá llamarse arquitectura, cuando estas sean sostenibles. Asistimos como generación a un cambio de paradigma en el diseño arquitectónico, la comprensión de la estrecha relación entre Construcción y Ubicación, la imperativa necesidad de brindar protección, bienestar y calidad de vida a todas las personas, la resolución de problemas técnicos del ambiente construido, todo esto en pro del desarrollo social, se derivan de un buen diseño, compuesto de:

Diseño Pasivo este concepto, hace referencia al diseño que aprovecha y potencializa las condiciones climáticas de su entorno, con el fin de mantener o propiciar un ambiente interno confortable para sus usuarios, reduciendo al máximo, optimizando o incluso eliminando por completo, la necesidad de hacer uso de algunos sistemas de acondicionamiento artificial.

Detalles constructivos para la ejecución de los entramados horizontales, en general se deben considerar los entramados de piso y entrepiso

Ilustración 58: Elevación Módulos de montaje

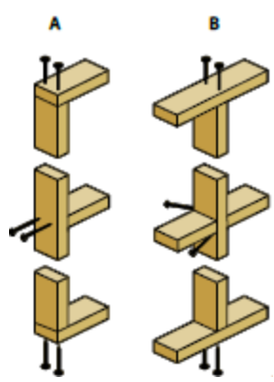


Ilustración 59: Detalle uniones Tabiques

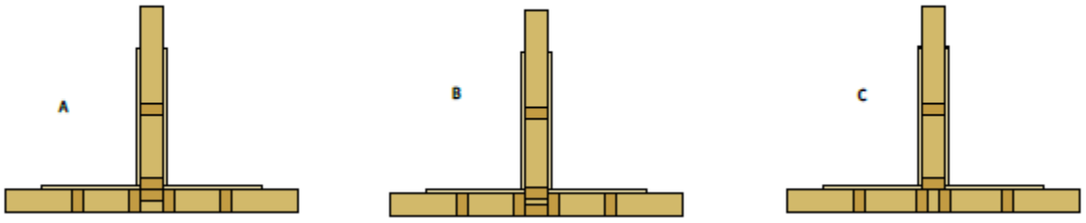


Ilustración 60: Vista Encuentro de modulos

Los espaciamientos, se deben verificar mediante cálculo estructural la configuración de entramado horizontal a utilizar en la construcción de una vivienda. El tamaño de las vigas depende de las cargas impuestas, la luz a salvar, el espaciamiento entre elementos, el grado

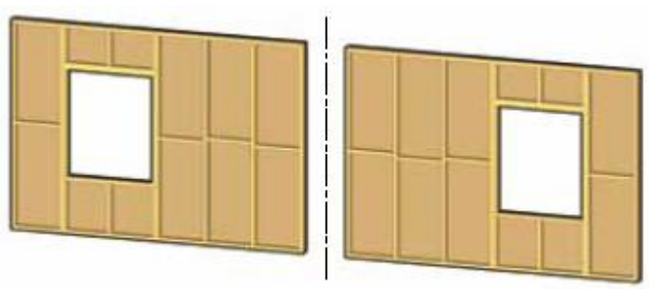


Ilustración 61: Espaciamientos entre Módulos

Limitaciones, compuestas de una estructura ligera y resistentes, conformado por Pie derechos, soleras superior e inferior y cadenetas, logrando un entramado vertical de madera de pino radiata según especificación técnicas, como diafragma se pueden utilizar tableros contrachapado u OSB, y en toda unión de tope se deben utilizar a lo menos tres clavos para evitar la rotación de las piezas. En el mercado también existen conectores metálicos que permiten resolver este tipo de uniones.

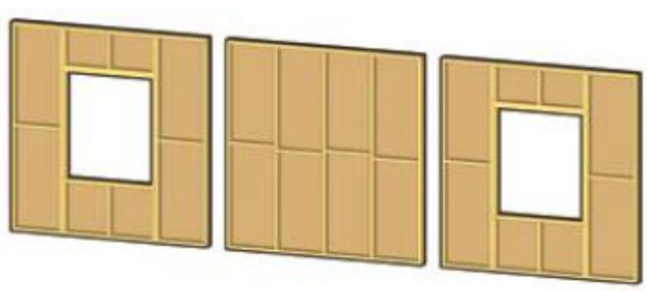


Ilustración 62: Muro Compuesto por Módulos

16.1 ORIENTACIÓN Y SOLEAMIENTOS.

La orientación es uno de los factores que mayor influencia tienen en el comportamiento térmico de las edificaciones, pues define, entre otras características, como interactúa el sol con el proyecto, las orientaciones que presentan mayor incidencia de los rayos del sol a lo largo del año son la Oriental y la Occidental, o el naciente y el poniente, una correcta orientación de una edificación, en relación con la posición del sol, tiene una gran influencia en el comportamiento térmico de esta.

Una buena orientación con relación al sol, implica una considerable disminución o ganancia de calor, lo que facilitará mantener el confort térmico de sus ocupantes, de acuerdo con las necesidades interiores de mayor o menor temperatura que el exterior, se aconseja la orientación norte en recintos de mayor uso, esto para acceder al sol a través de cerramientos vidriados, lo cual implicará una menor demanda energética de la edificación

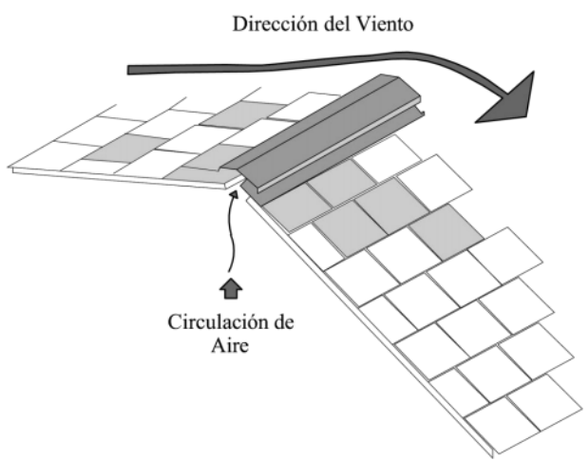


Figura 6.14: Ventilación de cumbrera

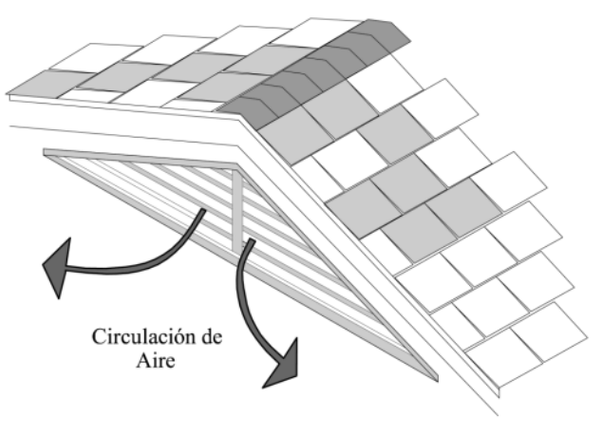


Ilustración 63: Orientación del Viento

16.2 LOCALIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN.

El encontrar una ubicación ideal para el estacionamiento e instalación de módulos solo puede ser definido por el usuario, los diseños estarán enfocados para soportar y perdurar de una óptima manera, por lo cual es necesario identificar la zona climático habitacional a la cual pertenece y considerar el tipo de suelo y entorno al cual se enfrentará, la localización es fundamental como lo es también el asentamiento, chile es un país sísmico, que según Norma NCh 1079 – 2008 La sitúa en la zona climático habitacional SL (Sur litoral). Además, se debe conocer la zona térmica en la cual se ubica la ciudad.

16.3 CLIMA.

La construcción modular en madera se ve gravemente afectada por este factor, el clima en chile y la región es oceánico lo que faculta a la existencia de flora exuberante y humedad, las temperaturas sobrepasan los 20 °C de máxima en los meses de verano (diciembre, enero y febrero), existiendo varios registros por sobre los 30 °C, mientras que en la época invernal la máxima es cercana a los 10 °C., las precipitaciones son muy abundantes en la zona sur del país durante todo el año, tomar las precauciones a estos inconvenientes es además un objetivo que integraremos a la estructura y daremos solución.

16.4 VENTILACIÓN.

Controlar la humedad interior y la presencia de contaminantes de manera eficaz y eficiente al interior de la vivienda. Ventilación natural es posible de ser usada tanto en invierno como en verano. En períodos fríos debe limitarse a lo estrictamente necesario para evitar exceso de pérdida de calor.

CAPITULO IV. – PROCESO Y ELABORACION

17 PROCESO PRODUCTIVO.

La construcción modular cuenta con un sistema lógico de procesos los cuales llevan a tener una edificación de forma rápida, este tipo de construcción es bastante utilizada en sectores de donde por difícil acceso, clima extremo, sectores de producción masiva, etc. La mayor parte de este mercado lo componen empresas del tipo minera, energéticas, plantas de fabricación, además de las fuerzas armadas y por último el gobierno. A grandes rasgos los procesos se nombran y explican a continuación.

17.1 INGENIERÍA DE DETALLES.

La ingeniería de detalle se desarrolla en las especialidades de Arquitectura, estructural, sanitarias, eléctricas y mecánicas, definiéndose los diseños para las unidades modulares además de las redes de servicios involucradas como alcance de los servicios tales como, obras exteriores, instalaciones eléctricas, sanitarias y de agua potable, redes de

17.2 FABRICACIÓN.

Los trabajos correspondientes a la Fabricación de los módulos y obras anexos se realizan en una planta de armado, en esta se realizarán las actividades de prefabricación de módulos, consistente principalmente en estructuras de madera, pisos y pilotes, aislaciones y recubrimientos interiores, puertas y ventanas e instalaciones de servicios y artefactos respectivos. Además, se debe contar con todos los servicios básicos, de comunicación, energía y sanitarios.

17.3 TRASLADO.

El traslado de los módulos se realizará mediante camiones, los módulos son montados sobre el transporte mediante la utilización de grúas ya sean del tipo hidráulica y/o del tipo horquilla. Los vehículos deben ser aptos para el ingreso a los recintos del área donde se emplazarán las edificaciones. Estos también deben cumplir la normativa solicitada para el traslado de estos módulos dependiendo de sus dimensiones y con las provisiones de seguros necesarios para la carga trasladada. Los módulos serán ingresados directamente a Faenas y montados en su posición definitiva.

17.4 OBRAS EN TERRENO.

Las actividades a desarrollar en los lugares donde se emplazan los módulos se agrupan en los siguientes ítems principales.

17.5 OBRAS CIVILES.

Se consideran obras civiles necesarias para montar los módulos en la zona estipulada. Este trabajo puede ser realizado por la empresa o por el mandante según sean las condiciones de contrato.

17.6 MONTAJE DE MÓDULOS Y OBRAS ANEXAS.

- Instalación de módulos.
- Instalación de obra anexas (sobre techos, aleros, estructuras exteriores, escaleras).
- Interconexión y terminación de módulos.
- Instalación de Cielos colgantes, cerámicos, artefactos sanitarios, etc. En caso de ser necesario, ya que algunas cosas se van montadas desde la planta
- Recubrimiento de aleros

18 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA CONSTRUCCIÓN MODULAR.

18.1 VENTAJAS.

Algunos de los beneficios más destacados de este tipo de construcción son la rapidez de su instalación, la facilidad de transporte y el nivel de sostenibilidad que presenta, además producen un bajo impacto en el entorno de la construcción, ya que su instalación produce considerablemente menos ruidos y emisiones de polvo. Por otra parte, la facilidad de transporte y montaje, reduce los trabajos en casi un 80%, disminuyendo la posibilidad de errores y las situaciones de riesgo para los trabajadores, otras ventajas asociadas a este sistema son:

- Rápido montaje en destino: No requieren un permiso de edificación cuando son consideradas como viviendas provisorias o de construcción ligera.
- Movilidad: Pueden ser instaladas en lugares de difícil acceso.
- Ampliable en cualquier momento: Son muy adaptables a las necesidades futuras, ya que siempre se pueden agregar o quitar módulos para modificar la construcción. Es posible moverlas y reubicarlas.
- No se demuelen y pueden ser reconstruidas.
- Sustentabilidad: Si son producidas con materiales reciclables pueden ser sustentables y amigables con el medio ambiente, cumpliendo con las exigencias de aislamiento térmico y de eficiencia energética.
- Reduce los tiempos de construcción y ejecución
- Velocidad: Es más segura para los trabajadores y los vecinos a la construcción, ya que, por tratarse de prefabricados, la mayor parte de la construcción se realiza en Fábrica
- Costo: Rentabilidad Es una Inversión más rentable y de retorno más rápido
- Son Móvil y reubicables, lo que es imposible en la construcción tradicional, no se demuelen, se reconstruyen, ideales para obras de ingeniería. Te lo puedes llevar y disfrutarlo en otro lugar
- Posibilidad de diversos equipamientos adicionales: Permite ampliar según las necesidades del cliente, si tu empresa o familia crece tus instalaciones crecen contigo en forma modular
- Resistencia: Es antisísmica, por su flexibilidad a terrenos sísmicos
- Amigable con el medio ambiente. Son sustentables y respetan el medio ambiente Con materiales reciclables
- Disponible de inmediato: Es una construcción seca con utilización de materiales renovables y optimización en el transporte

18.2 DESVENTAJAS.

A pesar de sus múltiples ventajas, la utilización de construcciones modulares también presenta algunos puntos en contra, sin duda, las características de las construcciones modulares y las ventajas que presentan, constituyen una oportunidad para la arquitectura chilena. Estas no deben ser vistas sólo como medidas de emergencia frente a catástrofes, sino también como acciones provisorias y preventivas para la entrega de servicios hospitalarios, educacionales o comunitarios en localidades de accesos y recursos limitados, pero estos son los principales problemas que identificamos.

- El diseño y gestión de proyectos aún no está pensado modularmente, por lo que en algunas ocasiones los resultados no son los esperados al adaptar obras.
- Puede ser considerada como un modelo esquemático y temporal, limitando su aplicación a viviendas de emergencia, sin explorar su utilidad en otras áreas como dormitorios comunes, clínicas, comedores industriales, etc.
- Faltan profesionales especializados en estándares internacionales y opciones innovadoras en materialidad.

Con el paso de los años, la construcción modular ha avanzado en instalaciones de complejidad media y alta. Especialmente a nivel internacional, notamos un aumento de edificios corporativos, residenciales, hospitales o centros recreacionales levantados bajo este sistema.

19 TIPOS DE CONSTRUCCIONES EN CHILE.

En chile existen diferentes tipos de construcciones y es habitual poder ver viviendas con materiales como la madera o el hormigón es por eso que dejaremos definido la dirección de nuestro trabajo el cual lo centramos en la optimización de las técnicas de construcción modulares en madera, mediaguas y cabañas prefabricadas, en chile se le conoce como viviendas de emergencia las cuales su propósito es abarcar lo parámetros habitacionales mínimos requeridos por una familia, mientras se realiza la construcción de una vivienda completa, existen clasificaciones y algunos tipos de construcciones más conocidos en chile son:

19.1 CONSTRUCCIONES TRADICIONALES Y PREFABRICADAS.

Dentro de estos tipos de construcciones se encuentran las Casas Patronales, que corresponden a aquellas edificaciones destinadas a la habitación o al uso del propietario o de las personas que, a cualquier título, tengan o exploten el predio, o de los socios, accionistas, cooperados o comuneros, sean o no administradores.

19.2 GALPONES.

Son construcciones de un piso diseñadas para cubrir grandes luces, por lo general son de diseños simples. Sus elementos estructurales son sus apoyos verticales y su estructura de techumbre. Frecuentemente consisten en naves de plantas libres o con filas de apoyos. Su estructura no compromete las estructuras de construcciones interiores o subterráneas. Su altura interior es generalmente superior a la de una construcción tradicional. Adicionalmente, pueden tener subterráneos y/o contener construcciones interiores o altillos, independientes de la estructura del galpón o formando parte de ésta.

19.3 SILOS Y ESTANQUES SILOS.

Construcción de volumen vertical fundada al terreno, destinada al almacenaje de materiales a granel, tales como trigo y otros granos, harina, áridos, etc. y cuya descarga se produce por gravedad o por medios mecánicos.

19.4 FUNCIONAMIENTO DE LAS CASAS MODULARES.

Las casas modulares su funcionalidad se basa en módulos que permiten una instalación lo más sencilla y rápida de este tipo de construcciones, optimizando los costos en tiempo que presenta el realizar un vivienda in situ, las ventajas a comparación con las construcciones tradicionales, son el poco tiempo que se emplea en el armado y ensamblado de la vivienda en sí, las desventajas son que no puedes ser realizadas en todo tipo de terreno debido a que están acondicionadas para terrenos duros, con poco desprendimiento de roca y no son recomendables para construcciones cerca de riscos o acantilados, debido a que se compromete la integridad de la base de la vivienda.

Ilustración 64: Vivienda Modular en su emplazamiento final

19.5 MEDIAGUA.

Las viviendas de emergencia o mediaguas fueron diseñadas para abarcar un bajo consto en su producción y rápida construcción, las ventajas que presentan son que son sumamente económicas *"pero su composición es básica"* (Cámara Chilena de la Construcción, 2018), se pueden instalar en todo tipo de terreno, las desventajas son que por su composición básica no abarcan los requerimientos mínimos de una vivienda como baño, dormitorio y cocina, y su uso es solo temporal debido a que solo se utiliza como vivienda de emergencia (Cámara Chilena de la Construcción, 2018).

Ilustración 65: Vivienda de emergencia (Mediagua) montada

Código	Estructura soportante predominante
A	Acero. Entrepisos de perfiles de acero o losas de hormigón armado.
B	Hormigón armado o con estructura mixta de acero con hormigón armado. Entrepisos de losas de hormigón armado.
C	Albañilería de ladrillos de arcilla, piedra, bloque de cemento u hormigón celular. Las albañilerías pueden ser simples, armadas o reforzadas. Los entrepisos pueden ser de losas de hormigón armado o entramados de madera.
E	Madera. Se incluyen en esta clase las construcciones con paneles de madera, de fibrocemento, de yeso cartón o similares, incluidas las tabiquerias de adobe. Entrepisos de entramados de madera
F	Adobe, en la cual la fachada principal puede ser de albañilería. Se consideran también en esta clase las construcciones con estructura en base a tierra-cemento o materiales livianos aglomerados con cemento. Entrepisos de entramados de madera.
G	Construcción liviana con estructura soportante metálica, generalmente de un piso. Acero galvanizado de hasta 1,6 mm de espesor.
K	Construcción con estructura soportante de placas o paneles monolíticos de hormigón liviano, fibrocemento, paneles de poliestireno expandido con malla de acero galvanizado o similares.

Ilustración 66: Clasificación por Vivienda

20 COMPONENTES DE LAS CASAS MODULARES Y MEDIAGUAS.

Las partes que componen las viviendas prefabricadas son:

- Pilotes de cemento
- Paneles de piso
- Paneles de muro
- Tabiques interiores
- Cerchas
- Planchas de techo
- Revestimiento

Las partes que componen las viviendas de emergencia son:

- Pilotes de cemento o madera
- Paneles de piso
- Paneles de muros
- Planchas de techo

CAPITULO V. – CONCLUSION

21 CONCLUSION

Las conclusiones y recomendaciones obtenidas del trabajo, son objetivas y consistentes con los propósitos planteados y con las actividades desarrolladas en él, se dio a entender uno o varios conceptos relacionados a la “Optimización de una Construcción modular”, tema dedicado directamente a generar modificaciones dentro de una vivienda, con el fin de desarrollar el ensamble final de un hogar en el menor tiempo posible, elaborando módulos básicos y estandarizados de montaje que faciliten el proceso

Los presentes dichos comprueba la factibilidad de implementar la fabricación de módulos para la producción de elementos productivos que pueden mejorar la eficiencia de tiempo y participación del usuario en el proceso constructivo y por ende en sus criterios de diseño.
Consideramos que el tema a desarrollar cumplió definitivamente con las expectativas La velocidad de construcción puede aplicarse en distintos campos donde es necesaria la modulación como un patrón de construcción constante, como es el caso de ampliaciones de vivienda progresiva, por las características de sistema, compatibilizando con sistemas prefabricados la exploración de la condición del espacio que habitamos y la función que cumple esta arquitectura en nuestro país, presentándose como una alternativa a la solución de los problemas habitacionales en nuestro país
Se demostró también que la construcción modular, además de ser una solución efectiva a nivel económico, incorpora una serie de otras ventajas adicionales, como la reutilización, sustentabilidad y racionalización de los recursos.
En el panorama actual se ve que existe una nueva imagen y lógica de funcionamiento en las Casas Modulares. esto se debe principalmente a una variada y creciente multiplicación de las soluciones y propuestas asociadas a la investigación y descubrimiento de nuevas técnicas que optimizan los resultados, esto complementado los conocimientos de nuevas formas de usar y elaborar elementos constructivos.

22 BIBLIOGRAFIA

Hildebrandt Gruppe. (21 de Diciembre de 2015). *hildebrandt.cl*. Obtenido de Principios de la Construccion Modulas: http://www.hildebrandt.cl/principios-de-la-construccion-modular/

Abcmodular. (26 de Marzo de 2018). *http://abcmodular.com*. Obtenido de Qué es la construcción modular: http://abcmodular.com/construccion-modular

Admin. (30 de Abril de 2015). *termiser.com*. Obtenido de Elementos y partes de un edificio en construcción: http://www.termiser.com/elementos-y-partes-de-un-edificio-en-construccion/

Cámara Chilena de la Construcción. (26 de Marzo de 2018). *CChC.cl*. Obtenido de Construcciones moduleraes en madera: http://www.cchc.cl/madera

Ecomet. (26 de Marzo de 2018). *Ecomet.cl*. Obtenido de Conoces las Ventajas de la Construcción Modular: http://www.ecomet.cl/construccion-modular.php

Franco, J. T. (11 de Enero de 2011). *plataformaarquitectura.cl*. Obtenido de En Detalle Muro Trombe: https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-68622/en-detalle-muro-trombe

Madera 21 de Corma. (26 de Marzo de 2018). *madera21.cl*. Obtenido de Normas chilenas de construcción en madera: http://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2017/03/Normas-Chilenas-de-construccio%CC%81n-en-madera.pdf

Neoblock. (19 de Julio de 2016). *neoblockmodular.com*. Obtenido de ¿Qué es una construcción modular?: https://neoblockmodular.com/que-es-una-construccion-modular/

Nuñez, G. R. (15 de Abril de 2015). *ciaanro.blogspot.cl*. Obtenido de Media aguas en chile: http://ciaanro.blogspot.cl/2015/04/media-aguas-en-chile.html

Rogers, F. J. (11 de Diciembre de 2014). *emb.cl*. Obtenido de Construccion Modular en chile: Buscando la Flexibilidad: http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=3113&edi=148&xit=construccion-modular-en-chile-buscando-la-flexibilidad

SII. (26 de Marzo de 2018). *sii.cl*. Obtenido de Tablas de Clasificacion de las Construcciones: http://www.sii.cl/documentos/resoluciones/2009/reso97_anexo2.pdf

Subsecretaria de Vivienda y Urbanismo. (26 de Marzo de 2018). *normastecnicas.minvu.cl*. Obtenido de Listado de Normas Técnicas Obligatorias: http://normastecnicas.minvu.cl/

Tecnofast. (26 de Marzo de 2018). *Tecnofast.cl*. Obtenido de Construcción Modular: https://tecnofast.cl/construccion-modular/?lang=es