

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

**DISEÑO Y PLANIMETRIA DE CASA CONTAINER DE 118 [m²] MONTADA
EN UNA ESTRUCTURA METÁLICA.**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
PROYECTOS DE INGENIERÍA

Alumno:

Sr. Matías Andrés Escobar Vallejos

Profesor Guía:

Ing. Augusto Vargas Schuler

DEDICATORIA

Agradecer principalmente el apoyo de mis padres y hermana, también a todas las personas que conocí a lo largo de la carrera en especial a mis compañeros.

Este trabajo es dedicado a mi amigo y compañero de carrera I.M.S Q.E.P.D.

RESUMEN EJECUTIVO

KEYWORDS: Casa Container, Estructura, BIM, proyecto.

En el primer capítulo “ANTECEDENTES GENERALES” se presentan los objetivos que dan el marco en que se trabaja, básicamente es lo que se tiene que realizar a lo largo de toda la investigación. Además, se plantean las primeras ideas de lo que se hace, exponiendo las especificaciones técnicas, tanto generales como específicas. Para este trabajo se da a conocer los modelos de container que se seleccionan y la calidad de los materiales utilizados.

En el segundo capítulo “INGENIERIA BÁSICA” se da a conocer la funcionalidad habitacional que tiene el container, dando a conocer sus características más importantes para respaldar su función. Luego se muestra el container que se selecciona para el diseño de la casa, mostrando sus dimensiones y presentando su plano respectivo. Prontamente se muestran bosquejos básicos que dan lineamiento al modelo final.

Para el tercer y último capítulo “INGENIERIA DE DETALLE” se dan a conocer los parámetros físicos que se necesitan para poder hacer el análisis en el software Mechanical Simulation, en consecuencia, del análisis, se da paso a la planimetría hecha en el software Tekla Structure. Para finalizar el trabajo se determinan los costos asociados que conlleva realizar la casa.

ÍNDICE

DEDICATORIA

RESUMEN EJECUTIVO

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO	2
1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO	4
1.1.1. Objetivo general	4
1.1.2. Objetivos específicos	4
1.2. ESPECIACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO	4
1.2.1. Especificaciones técnicas generales	5
1.2.2. Especificaciones técnicas específicas	5
1.2.3. Especificaciones técnicas del container	7
1.2.4. Condiciones de container	10
1.3. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGIA	13
1.3.1. Diagnóstico	14
1.3.2. Metodología	14
1.4. NORMATIVAS Y REGLAMENTOS	15
1.4.1. Normativas	15
 CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA	 24
2.1. ¿QUÉ ES LA INGENIERÍA BÁSICA?	26
2.2. FUNCIONALIDAD HABITACIONAL	26
2.2.1. Posibilidad de reutilización de container	27
2.3. CONTENEDOR SELECCIONADO	28
2.4. PLANOS CONTAINER 40'	29
2.5. DISEÑOS BÁSICOS	31
2.5.1. Bosquejo manual	31
2.5.2. Layout	32
2.6. PLANO DE UBICACIÓN	33
2.7. PLANO	DE DISEÑO
¡Error! Marcador no definido.	
2.8. PLANTA ARQUITECTONICA	34
2.9. PROCESO CONSTRUCTIVO	35
2.9.1. Inicio de obra	35

2.9.2.	Fundaciones	36
2.9.3.	Cortado de partes estructurales	36
2.9.4.	Armado de estructura	36
2.9.5.	Acondicionamiento contendor	36
2.9.6.	Montajes contenedores	37
2.10.	DIAGRAMA DE BLOQUES	38
2.11.	CRITERIOS DE ROTURA SOFTWARE MECHANICAL SIMULATION	39
 CAPÍTULO 3: INGENIERÍA DE DETALLE		 42
3.1.	¿QUÉ ES LA INGENIERÍA DE DETALLE?	44
3.2.	BASES DE DISEÑO	44
3.2.1.	Metodología	46
3.3.	ANÁLISIS	50
3.3.1.	Modelo	50
3.3.2.	Resultados de deformación ejes	51
3.3.3.	Tensión axial máxima	53
3.4.	PLANOS	55
3.4.1.	Plano montaje	55
3.4.2.	Planos de fabricación	56
3.5.	COSTOS	60
3.5.1.	Costos directos	60
3.5.2.	Costos indirectos	63
3.5.3.	Imprevistos y utilidad	64
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		 66
BIBLIOGRAFIA		68
ANEXOS		70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Bosquejo manual de casa.	6
Figura 1-2. Modelo de container.	8
Figura 1-3. Partes de container.	9
Figura 1-4. Container modificado.	11
Figura 1-5. Tabiquería interna.	11
Figura 1-6. Unión de container.	12
Figura 1-7. Aislamiento del suelo	12
Figura 1-8. Contenedores con juntas rellenas de espuma aislante y masilla.	13
Figura 1-9. Ejemplo “Vista ISO-E”.	16
Figura 1-10. Tipo corte eje central.	17
Figura 1-11. Normalización ISSO.	22
Figura 2-1. Apart Hotel Valparaíso	27
Figura 2-2. Vista frontal container	30
Figura 2-3. Vista lateral izquierda.	30
Figura 2-4. Corte Sección B-B.	31
Figura 2-5. Bosquejo manual de casa.	32
Figura 2-6. Layout de casa.	32
Figura 2-7. Plano de ubicación casa.	33
Figura 2-8. Plano de diseño de casa container.	34
Figura 2-9. Planta arquitectónica.	35
Figura 2-10. Canal tipo U / 150 X 50 X 3.	37
Figura 2-11. Montaje de contenedor por camión grúa pluma.	37
Figura 2-12. Diagrama de proceso constructivo.	38
Figura 2-13. Representación gráfica de esfuerzo v/s deformación.	39
Figura 3-1. Modelamiento estructura de casa.	46
Figura 3-2. Unidades del sistema.	47
Figura 3-3. Acero ASTM A36.	47
Figura 3-4. Definición de perfiles metálicos.	48
Figura 3-5. Restricciones de ejes.	48
Figura 3-6. Aceleración gravitacional.	49
Figura 3-7. Verificación de modelación.	49
Figura 3-8. Modelo listo para análisis.	51
Figura 3-9. Ejes de coordenadas.	51
Figura 3-10. Deformación eje X.	52
Figura 3-11. Deformación eje Y.	52

Figura 3-12. Deformación en eje Z.	53
Figura 3-13. Esfuerzo axial máximo.	54
Figura 3-14. Plano de montaje.	55
Figura 3-15. Conjunto “Plataforma 2”.	56
Figura 3-16. Conjunto “Plataforma 1”	57
Figura 3-17. Conjunto “Tijral”.	58
Figura 3-18. Conjunto “Balcón”.	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas 1-1. Tabla resumen dosificación en peso para 1 m3 de hormigón H20 y H05.	6
Tabla 1-2. Tabla composición química acero corten	7
Tabla 1-3. Equivalencias aproximadas del acero corten.	7
Tabla 1-4. Medidas de formatos.	17
Tabla 1-5. Nomenclatura para designación de aceros.	18
Tabla 1-6. Aceros estructurales para construcciones generales	19
Tabla 1-7. Aceros para construcciones sometidas a cagas de origen dinámico	19
Tabla 1-8. Símbolos elementales.	20
Tabla 2-1. Tipos de container.	28
Tabla 3-1. Comparación de propiedades de ASTM A36 y A42-27ES.	44
Tabla 3-2. Cargas consideradas plataforma chica.	45
Tabla 3-3. Cargas consideradas plataforma grande.	45
Tabla 3-4. Costos materiales.	61
Tabla 3-5. Costo de mano de obra.	62
Tabla 3-6. Costos de servicio de fabricación	63
Tabla 3-7. Costo de servicios generales.	63
Tabla 3-8. Costos de gastos generales.	64
Tabla 3-9. Tabla resumen de costos.	64
Tabla 3-10. Costos de imprevistos.	65
Tabla 3-11. Utilidad obtenida.	65
Tabla 3-12. Costo total.	65

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

NCh	:	Norma Chilena
ASTM	:	American Society for Testing and Materials
SAE	:	Society of Automotive Engineers
BIM	:	Building Information Modeling

B. SIMBOLOGÍA

A	:	Área
mm	:	Milímetro
m	:	Metro
m ³	:	Metros cúbicos
m ²	:	Metros cuadrados
Kg/m ³	:	Kilogramos por metro cúbico
g	:	Constante Gravitacional.
N	:	Newton
MPa	:	Mega Pascal.

INTRODUCCIÓN

Diseñar una estructura metálica que satisfaga el diseño deseado de la casa, para el desarrollo de los objetivos del trabajo se trabaja en torno a dos temáticas: ingeniería básica e ingeniería de detalle, estas ayudan a desplegar las ideas en un orden de trabajo lógico y disminuir el factor error para la elaboración del proyecto. Lo primero es seleccionar el contenedor marítimo adecuado para el diseño, para esto se toman ideas de distintas fuentes (internet y libros digitales) y se comprueba si es factible la posibilidad integrarlo al proyecto con las condiciones que estos poseen (en desuso); con el objetivo de reacondicionar los contenedores para que este sea habitable para una familia de 4 personas, se integran todos los materiales necesarios que ayuden a cumplir el objetivo.

Una parte importante del diseño de la casa es la estructura que soporta a esta, es de gran importancia, ya que, la estructura debe cumplir con la NCh 203 que regulariza las construcciones de estructuras metálicas, esta norma valida el análisis estructural que es efectuado con el software “Mechanical Simulation”. Además, el software ayuda a una correcta selección de perfiles metálicos porque se pueden hacer simulación en distintos casos.

Para elaborar los planos de manera más eficiente se complementa con el software “Tekla Structures”, este facilita el diseño, ya que se modela en 3D y a partir del modelo se generan los planos requeridos, en donde se mostrará un plano general, de detalle, de disposición y especificaciones técnicas.

En cuanto a los costos se dará un estimado de cuánto cuesta ejecutar el proyecto, para calcular el valor se cotizan todos los materiales, maquinaria, trabajadores y horas trabajadas; con una estructura de calculo que detalla más los ítems a considerar en un presupuesto.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

1. **ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO**

1.1. **OBJETIVO DEL PROYECTO**

1.1.1. Objetivo general

Diseñar una casa de container marítimos montada en una estructura metálica y elaborar su ingeniería básica y de detalle.

1.1.2. Objetivos específicos

- Diseñar una casa de container.
- Elaborar la ingeniería básica y de detalle.
- Elaborar planos del diseño mediante software Tekla Structures en donde se mostrará un plano montaje, de fabricación y especificaciones técnicas.
- Modelar usando el software Mechanical Simulation la estructura propuesta y obtener los esfuerzos y deformaciones de la estructura.
- Evaluar los costos del proyecto.

1.2. **ESPECIACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

La estructura de esta vivienda está compuesta por 4 contenedores reutilizados para su diseño, estos containeres son de 40 pies en donde cada uno de estos contenedores mide 12,192 m de largo, 2,438 m de ancho y 2,591 m de altura; En su totalidad se conforma una casa de 118 mt².

La estructura que sostiene al container se ubica en la parte inferior de los contenedores, cumple la función separar la vivienda del suelo.

1.2.1. Especificaciones técnicas generales

El diseño de la casa trata de una estructura de acero al carbono resistente mediante contenedores, esta estructura está apoyada en poyos de hormigón, la estructura de acero está destinada a soportar efectos físicos como las fuerzas que actúan sobre ella.

La estructura metálica se conforma de acero, siendo este una aleación de hierro (Fe) y carbono (C), comprendiendo que el porcentaje de carbono sea inferior al 2%. Este porcentaje suele variar entre el 0,05% y el 2% como máximo.

A continuación, se mencionan aspectos generales de la casa diseñada y así dar a conocer sus características.

- En su totalidad tendrá 118 m².
- La planta inferior de la vivienda tendrá 59 m².
- La planta superior tendrá 59 m².
- Se ubica en la V región, Viña del Mar.
- Se ubica en un terreno de 238 m².
- Cuenta con ventanas a una altura de 0,9 m.
- Tiene una puerta de acceso principal y una de salida.
- Cuenta con living comedor, cocina, un baño en cada planta, una habitación matrimonial y dos piezas.
- Se considera que el terreno plano horizontal, sin elementos que entorpezcan el normal desarrollo de las obras de construcción.

1.2.2. Especificaciones técnicas específicas

El terreno adecuado para el diseño de la casa es plano, no contiene ningún tipo de pendiente, con una resistencia de 4 kg/m².

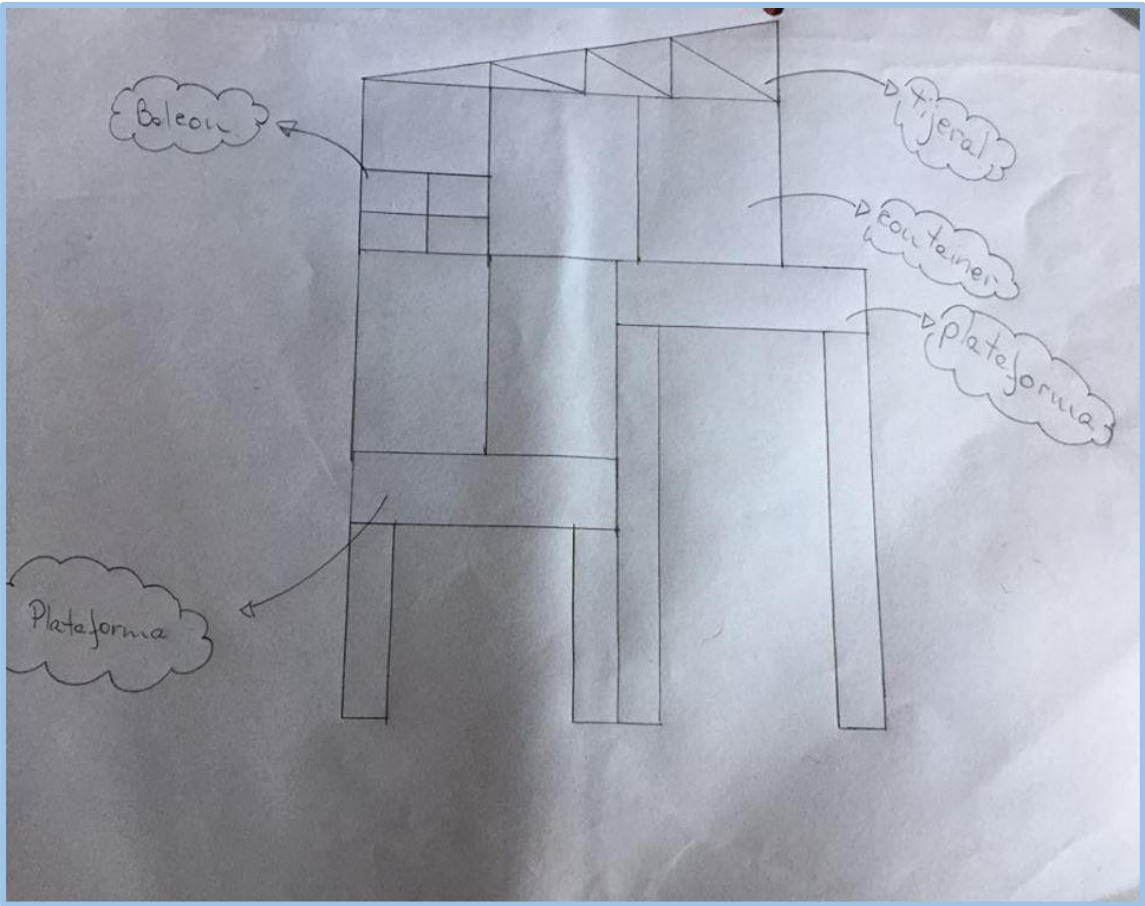
El sistema de fundaciones es de tipo aislada, sus dimensiones son 400x300x800 mm y 400x300x800 mm, en donde 750 mm están bajo el nivel 0 de cota y 50 mm están sobre el nivel de terreno, el hormigón de las fundaciones es un H-20. Además de un emplantillado de un hormigón H-05 [1]. En la siguiente tabla 1-1 se resume la dosificación de hormigón H20 y H05.

Tablas 1-1. resumen dosificación en peso para 1 m³ de hormigón H20 y H05.

Dosificación Hormigón por metro cúbico					
	Resist. Mpa	Cemento kg	Gravilla kg	Arena kg	Agua lt
		127,5	1010	980	195
5	H5	170	1025	910	195
10	H10	230	1055	835	195
15	H15	275	1070	800	195
20	H20	340	1095	715	200
25	H25	380	1120	645	200
30	H30	440	1145	585	200

Fuente: www.chilecubica.com

La casa cuenta con un balcón, un tijeral para techumbre, dos plataformas que sostienen los contenedores y una escalera para la entrada. A continuación, se muestra un bosquejo hecho a mano (figura 1-1).



Fuente: Elaboración propia en base a bosquejo a mano alzada.

Figura 1-1. Bosquejo manual de casa.

1.2.3. Especificaciones técnicas del container

Los container tienen una propiedad muy importante de mencionar y ésta es que el acero ocupado para su fabricación es el acero corten y a continuación se mencionaran sus especificaciones técnicas.

El acero corte es un acero común al que no le afecta la corrosión, su composición química (aleación de acero con níquel, cromo, cobre y fósforo) hace que su oxidación tenga unas características especiales que protegen la pieza frente a la corrosión atmosférica. Además, la media de resistencia a la corrosión atmosférica del acero corte es cuatro veces superior al acero ordinario. La siguiente tabla 1-2 se muestra la composición química en porcentajes.

Tabla 1-2. Tabla composición química acero corten

COMPOSICIÓN QUIMICA %	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Al	Nb
CORTEN-A	<0.12	<1.00	<0.75	<0.04	<0.15	<1.25	<0.65	<0.55	-	<0.06
CORTEN-B	<0.18	0.75-1.50	<0.50	<0.04	<0.04	<0.80	-	<0.55	<0.08	<0.06

Fuente: www.arquitecturaenacero.com

La composición de este acero es comparable a los aceros establecidos en la norma chilena NCh 203 of. 77, que establece calidad y tipos de aceros a emplear en construcciones metálicas [2]. En la siguiente tabla 1-3 se muestra la equivalencia de acero corten.

Tabla 1-3. Equivalencias aproximadas del acero corten.

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS	A.H.V.	ASTM	AFNOR	MATERIAL	ENSIDESA	UNE
	CT-36-A	A-242-75	E 36 WA4	1.8962	ENSACOR-A	AE-355W2D
	CT-36-B	A-588-B	E 36 WB4	1.8963	ENSACOR-D	

Fuente: www.arquitecturaenacero.com

Su uso original es como recipientes de carga para el transporte marítimo, aéreo o terrestre; sus dimensiones entonces están reguladas para facilitar su manipulación y traslado. Están fabricados principalmente de acero corten. Interiormente, están revestidos por un recubrimiento antihumedad y el suelo es casi siempre de madera.

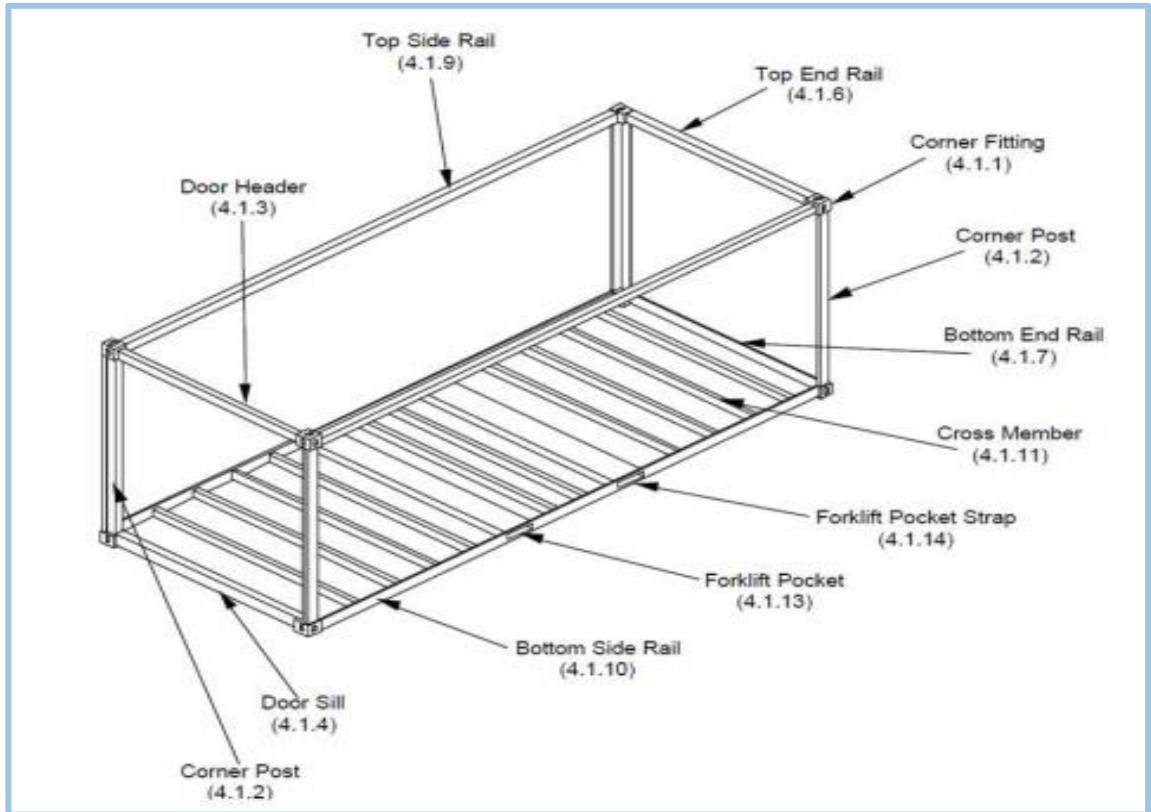
Su vida útil como contenedor de carga es de 12 años según regulaciones internacionales, por lo tanto, millones de unidades quedan varadas en los puertos y bodegas ocupando espacio vacío. Por otra parte, son ecológicos, reciclables, entregan una aislación máxima y con un buen diseño pueden alcanzar una habitabilidad y un confort altísimo.

La utilización de container se establece como una solución al incremento del transporte marítimo y se presenta la oportunidad de reutilizarlo cuando este cumple su vida útil, y cada vez más frecuente se reutiliza para el campo habitacional. En la siguiente figura 1-2 se muestra el modelo de container.



Fuente: www.containerbrokerage.com

Figura 1-2. Modelo de container.



Fuente: www.upcommons.upc.edu

Figura 1-3. Partes de container.

La siguiente numeración está relacionada con la numeración de la figura 1-3

- 4.1.1. Refuerzo de esquina: internacionalmente ajuste estándar (fundición) situado en las ocho esquinas de la estructura del contenedor para proporcionar medios de manipulación, apilamiento y asegurar los contenedores. Las especificaciones se definen en la norma ISO 1161.
- 4.1.2. Poste de esquina: miembro estructural vertical situado en las cuatro esquinas del contenedor y al que se unen piezas de esquina.
- 4.1.3. Cabezal para puerta: Elemento estructural lateral situada sobre la abertura de la puerta y se une a las piezas en el marco extremo de la puerta.
- 4.1.4. Travesaño de la puerta: Elemento estructural lateral en la parte inferior de la abertura de la puerta y se une a los herrajes de las esquinas en el marco del extremo de la puerta.

- 4.1.6. Larguero posterior extremos superior: Elemento estructural lateral situado en el borde superior del extremo frontal (opuesto al extremo de la puerta) del contenedor y se une a los postes de esquinas.
- 4.1.7. Larguero posterior extremo inferior: Elemento estructural lateral situado en el borde inferior del extremo frontal (opuesto al extremo de la puerta) del contenedor y se une a los herrajes de esquina.
- 4.1.9. Barra superior lateral: Elemento estructural longitudinal situado en el borde superior de cada lado del contenedor y se une a los herrajes de las esquinas de los marcos de los extremos.
- 4.1.10. Barra lateral inferior: Elemento estructural longitudinal situado en el borde inferior de cada lado del contenedor y se une a los herrajes de las esquinas para formar una parte de la estructura inferior.
- 4.1.11. Elemento transversal: Parte estructural lateral unido a las barras laterales inferiores que soportan el suelo.
- 4.1.12. Estructura inferior: Un conjunto compuesto por barras laterales y extremas, travesaño de la puerta (cuando corresponda), el travesaño y los conductos de bifurcación [3].

1.2.4. Condiciones de container

Los 4 container que se utilizan son previamente acondicionados al diseño planteado, estos acondicionados por la empresa “Containerland”, empresa chilena dedicada y relacionada con la operación y mantenimiento de contenedores marítimos, para satisfacer necesidades de la industria y minería nacional, materia de construcciones metálicas transportables tipo container.

Las modificaciones solicitadas para el modelo son necesarias para que la vivienda quede con todas las condiciones de ser habitable y se nombran a continuación.

Algunas de las paredes de los contenedores deben ser removidas para que el diseño interior de la casa sea acorde a lo planeado y los ambientes queden como una casa normal. En las siguientes figuras 1-4, figura 1-5, figura 1-6, figura 1-7 y figura 1-8.



Fuente: www.blog.is-arquitectura.es

Figura 1-4. Container modificado.

Para que la casa cuente con las condiciones de aislamiento térmico, se le añadirá tabiquería de Metalcom y madera a todas las paredes, y para las separaciones internas también, como se muestra en la siguiente imagen.



Fuente: www.blog.is-arquitectura.es

Figura 1-5. Tabiquería interna.

Para la unión de los contenedores se le añaden refuerzos para la estabilidad de la estructura, además se aprovecha de sellar las uniones que quedan expuestas a la humedad y viento, para ello se incorpora una viga U entre los contenedores unidos.



Fuente: www.blog.is-arquitectura.es

Figura 1-6. Unión de container.

Para el suelo se le coloca madera contrachapada, ya que puede contener sustancias nocivas para la salud, sellado con resina epoxi así también tapar los restos de las paredes retiradas.



Fuente: www.blog.is-arquitectura.es

Figura 1-7. Aislamiento del suelo

Cuando se han retirado las paredes a los contenedores, entre ellos quedan juntas que deben taparse, empleando espuma aislante y masilla.



Fuente: Blog.is-arquitectura.es

Figura 1-8. Contenedores con juntas rellenas de espuma aislante y masilla.

Se le instalaran todas las ventanas correspondientes al diseño propuesto para la ventilación e iluminación de la casa, además de las puertas de las habitaciones, entrada y salida de la casa.

Con todo el proceso de acondicionamiento de los 4 contenedores encargada de la empresa “Containerland” se establecen las condiciones habitables para el ser humano, los costos asociados se mencionarán en el tercer capítulo [4].

1.3. **DIAGNÓSTICO Y METODOLOGIA**

Chile se conecta con el mundo por barco. Más del 90% de todos los bienes que ingresan y salen del país lo hacen vía marítima. De la década del 90 en Chile se ha tratado de aumentar su comercio de contenedores, su mayor puerto de carga, San Antonio, ha incrementado los embarques en contenedores en 40 veces y el país compite con Perú con tener las exportaciones de contenedores más barata de Sudamérica. [8]

1.3.1. Diagnóstico

En el país se cuenta con innumerables estructuras metálicas que cumplen distintas funciones desde galpones, escaleras, plataformas, puentes, gimnasios, obras de arquitecturas, etc... Todas estas tienen características en común que son muy relevantes a la hora del diseño y construcción o “montaje”, el material es de gran resistencia, avistan grandes deformaciones antes de producirse un fallo debido a que el material es dúctil, presenta uniformidad debido a que las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo, posibilidad de reformar o cambiar de manera más sencillas para adaptar a nuevos usos, rapidez de montaje, reutilización del acero tras desmontar, entre muchas más. Sin embargo, en pocas ocasiones se utilizan todas estas técnicas para una vivienda. [8]

Con lo mencionado y desde la perspectiva de un proyectista se plantea la idea de utilizar una estructura metálica para una vivienda con las siguientes características: competente con la economía, diseño que represente la modernidad y adaptable a cualquier cambio en el futuro.

En el desarrollo del trabajo se manejarán aprendizajes de diseño, modelamiento, criterio evaluativo, selección de materiales y de planimetría. Desde la perspectiva conceptual se trabajan además los costos asociados.

1.3.2. Metodología

El trabajo contempla distintas tareas a lo largo de su ejecución, para poder exponerlas de manera lógica se hizo una lista de manera cronológica, en donde se señala en detalle los pasos a seguir.

- a) Comenzará con la ingeniería básica en donde se dispondrá de un bosquejo hecho a mano para comenzar el diseño de la estructura.
- b) Se expondrá el uso de container después de su vida útil de transporte.
- c) Se plasmará el dibujo unilineal en CAD 3D para establecer dimensiones reales.
- d) Luego con la ayuda de software Tekla, se realizará el modelado con los elementos correspondientes.

- e) Se desarrollará la ingeniería de detalle utilizando el mismo software Tekla donde se generarán los distintos planos que se requieren para el detallamiento de la estructura.
- f) Para respaldar los cálculos manuales, el diseño hecho en CAD 3D se pondrá a prueba en el software Mechanical Simulation, entregando resultados en distintos parámetros, como deformación de materiales, cargas disponibles, resultados Von mises.

1.4. NORMATIVAS Y REGLAMENTOS

En la siguiente sección se muestran las normas y reglas que el trabajo contempla a lo largo de la investigación, estas dan un marco de ceñimiento y dirección para que la investigación sea válida ante estándares nacionales e internacionales como son las normas ISO.

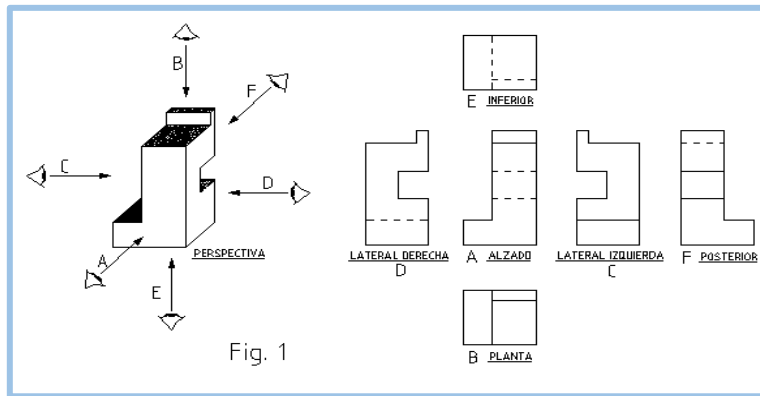
1.4.1. Normativas

Establecen para usos comunes reglas, criterios o características para determinar actividades o resultados que se debe ceñir para estudiar y mantener los estándares requeridos en el país. Su objetivo es obtener un nivel óptimo a través de los requisitos de calidad, son aprobadas por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización (INN). Además, establece los mecanismos de participación y las responsabilidades de los participantes durante todas las etapas de estudio.

A continuación, se nombrarán y explicarán las normas que se ocuparán en el desarrollo del trabajo, estas servirán para dar margen al estudio en cuestión y establecer una base sólida de conocimientos que posteriormente servirán para el desarrollo profesional.

- A. La normativa en cuanto a planimetría se establece con las siguientes normas chilenas recopiladas.

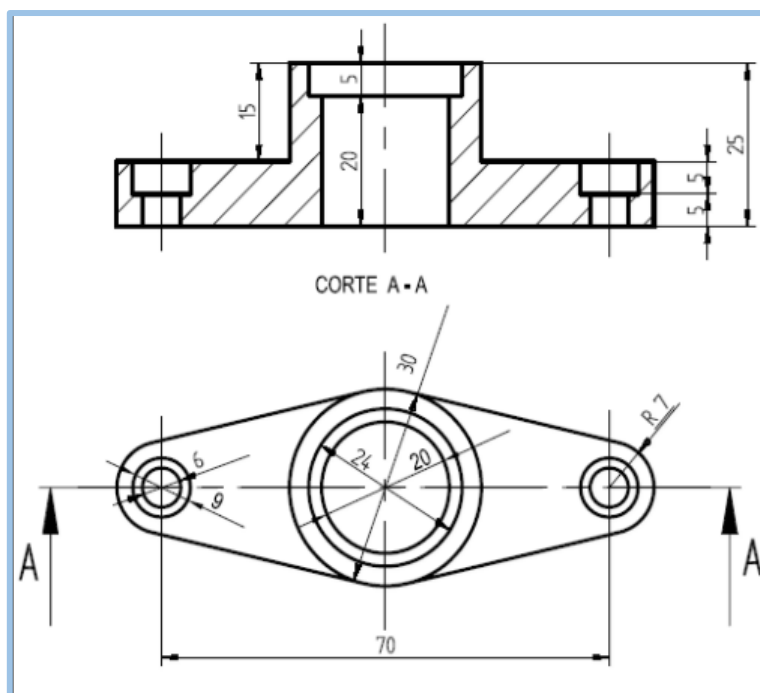
- Disposición de vistas: NCh 17 of. 65, Los dibujos se presentan generalmente en la misma posición. Las vistas se dispondrán según el método ISO – E. En la figura 1-9 se muestra un ejemplo de las proyecciones en ISO-E



Fuente: www.controlreal.com

Figura 1-9. Ejemplo “Vista ISO-E”.

- Cortes o sección: NCh 18 of. 65, el corte es la división imaginaria de un objeto por uno o varios planos perpendiculares al plano de dibujo. En la figura 1-10 se muestra como se deben representar los cortes.



Fuente: Controlreal.com

Figura 1-10. Tipo corte eje central.

- Formatos de los planos: NCh 13 of. 65, los formatos serán aquellos de la serie A, formato de partida (841x1189) A0. En la tabla 1-4 se entregan los formatos de los planos.

Tabla 1-4. Medidas de formatos.

Designación	Medidas, mm
A0	841 x 1 189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

Fuente: www.controlreal.com

- Escalas: NCh 12 of.65, especifica que las escalas que se emplearan tanto para dibujo mecánico, dibujo arquitectónico o construcción.
 - Tamaño natural: 1:1
 - Reducción: 1:2,5; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:75; 1:12,5
 - Ampliación: 2:1; 5:1; 10:1; 20:1.
 - Rotulación: Según norma NCh 13 of. 65
- B. La normativa en cuanto a calidades de aceros se establece con las siguientes normas chilenas.
- Aceros de estructura: NCh 203 of. 77, la calidad y tipos de aceros a emplear en construcción metálicas están especificadas por (tabla 1-5).
 - NCh 427 of. 57: “Calculo de construcción de acero”
 - NCh 428 of. 57: “Ejecución de construcción”
 - Según la NCh 203 of. 77 la nomenclatura se designa de la siguiente forma.

Tabla 1-5. Nomenclatura para designación de aceros.

Símbolo	Significado
A	Acero al carbono
M	Acero microaleado
Y	Acero de alta resistencia y baja aleación
ZZZ	Caracteres numéricos que representan el límite mínimo de fluencia del acero para los efectos de describir el acero, expresados en MPa
E	Acero estructural
S	Soldabilidad garantizada según requisitos indicados en Anexo A
P	Propiedades especiales para diseño sismorresistente u otros diseños para cargas de origen dinámico
N	Acero normalizado, ver 4.6
RH	Acero con ensayo de tenacidad por hornada a cierta temperatura T. Salvo acuerdo diferente, se mide en probeta longitudinal en dos piezas por hornada y espesor diferente
RP	Acero con ensayo de tenacidad por pieza a cierta temperatura T. Salvo acuerdo diferente, se mide en probeta longitudinal pieza por pieza en uno de los extremos de ella
T	Dígito que indica la temperatura a la cual se debe efectuar el ensayo de tenacidad en las piezas de espesor mayor o igual a 10 mm, el cual depende de la norma utilizada y puede adoptar uno de los valores siguientes: T = - Si no se indica, representa la temperatura de 20°C T = 1 La temperatura es de menos 10°C (-10°C) T = 2 La temperatura es de menos 20°C (-20°C) T = 3 La temperatura es de menos 30°C (-30°C) T = 4 La temperatura es de menos 40°C (-40°C) T = X La temperatura es otra diferente a las anteriores, a convenir expresamente en cada pedido
O	Requisito optativo. Si se requiere se debe convenir al colocar el pedido.
NOTA - Algunos ejemplos para la designación de aceros estructurales, se muestran en Anexo B.	

Fuente: <http://www.normastecnicas.minvu.cl/>

- Los aceros que considera esta norma están clasificados en dos grupos: aceros destinados a construcciones generales y aceros para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico [6]. En la siguiente tabla 1-6 se muestran los aceros para construcciones generales y en la tabla 1-7 los aceros para construcciones dinámicas.

Tabla 1-6. Aceros estructurales para construcciones generales

Designación						Tensión de fluencia, mín. ¹⁾	Resistencia a la tracción	% Alargamiento en 50 mm, mín.		
						F _y (MPa) ²⁾	F _u (MPa)	e ≤ 5	e 5 a 16	e > 16
A240 ES	-	N	RH	RP	T	240	360 a 460	24	22	20
A270 ES	-	N	RH	RP	T	270	410 a 510	22	20	18
A345 ES	-	N	RH	RP	T	345	510 a 610	20	18	16
M345 ES	-	N	RH	RP	T	345	510 a 610	20	18	16
Y345 ES	-	N	RH	RP	T	345	480 mín.	20	18	16
Estos aceros deben satisfacer el requisito de normalizado en el caso de planchas cuyos espesores sean mayores o iguales a 30 mm.										
1) Para espesores mayores de 16 mm hasta 32 mm se permite una reducción en el límite de fluencia indicado de 10 MPa. Sobre 32 mm se permite una reducción de 20 MPa.										
2) F _y corresponde a la tensión en el punto de fluencia en aquellos aceros que tienen un punto de fluencia definido o que produce una deformación permanente de 0,20%.										

Fuente: <http://www.normastecnicas.minvu.cl/>

Tabla 1-7. Aceros para construcciones sometidas a cagas de origen dinámico

Designación						Tensión de fluencia	Resistencia a la tracción	% Alargamiento en 50 mm ³⁾	% Alargamiento en 200 mm
						F _y (MPa) ¹⁾	F _u (MPa) ²⁾	mín.	mín.
A250 ESP	N	RH	RP	T		250 a 350	400 a 550	23	20
A345 ESP	N	RH	RP	T		345 a 450	450 mín.	21	18
Los aceros de grado ESP deben satisfacer la relación $F_y/F_u \leq 0,85$.									
Se debe satisfacer uno de los requisitos de % de alargamiento según sea la condición de la probeta.									
El acero debe ser normalizado en los grados ESP en planchas.									
Los aceros A345 ESP deben ser calmados de grano fino austenítico no más grueso que N°5.									
Los aceros mencionados en NCh222 y NCh223 como aceros estructurales se incluyen en el grupo de aceros para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico.									
Para piezas de espesor menor a 10 mm no es requisito el ensayo de tenacidad.									

Fuente: <http://www.normastecnicas.minvu.cl/>

C. Normas en cuanto a resistencia de los pernos a utilizar según la norma chilena NCh 207. Esta norma establece la calidad del material el cual están hechos los pernos.

- Pernos corrientes:
 - A34 – 20
 - A42 – 23
- Pernos alta resistencia: ASTM
 - A325
 - A490

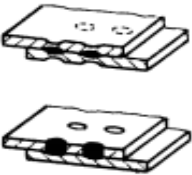
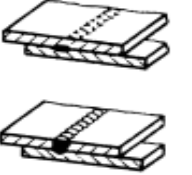
D. La normativa de representación simbólica de la soldadura en dibujos es la NCh1334 – 94, establece que la representación debe indicarse claramente toda la información necesaria para para la ejecución de la soldadura [7]. Se detalla a continuación en la tabla 1-8 toda su simbología.

Tabla 1-8. Símbolos elementales.

Nº	Designación	Ilustración	Símbolo
1	Soldadura de tope entre placas sobre bordes levantados (bordes completamente penetrados) ¹⁾		
2	Soldadura de tope sobre bordes rectos (o a escuadra)		
3	Soldadura en V		
4	Soldadura en semi V		
5	Soldadura en Y		
6	Soldadura en semi Y		
7	Soldadura en U		
8	Soldadura en J (o semi U)		
9	Cordón de revés		

Fuente: <http://www.normastecnicas.minvu.cl/>

Tabla 1-8. Símbolos elementales (Continuación).

N°	Designación	Ilustración	Símbolo
10	Soldadura de filete		
11	Soldadura de tapón Soldadura en canal		
12	Soldadura por puntos		
13	Soldadura de costura		
14	Soldadura en V con flancos abiertos		
15	Soldadura en semi V con flancos abiertos		
16	Soldadura sobre cantos		

Fuente: <http://www.normastecnicas.minvu.cl/>

E. Los tipos de container están estandarizados según norma ISO, su aplicación es para todos los contenedores nuevos y existentes que se utilizan en el comercio internacional, además deberán ser aprobados técnicamente para su circulación por una institución especializada en la materia.

En cuanto a aplicación de pruebas referentes al estado del container en uso, sus revisiones de aprobación fueron concebidos por al Institute of International Container Lesser Limited (IICLL) que se ubica en Estados Unidos, institución calificada como una de las organizaciones más importante para informar normas técnicas en cuanto a fabricación y/o reparaciones, ya sea en su diseño, materiales, dimensiones, capacidades y pesos para contenedores [8]. En la figura 1-11 se detalla la normalización de los contenedores.



Fuente: www.comunidadandina.org

Figura 1-11. Normalización ISSO.

CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA

2. INGENIERÍA BÁSICA

A continuación, se muestra la ingeniería básica y el diseño de la casa container, en donde se muestran los planos principales de diseño.

2.1. ¿QUÉ ES LA INGENIERÍA BÁSICA?

El objetivo de la ingeniería básica es obtener una idea muy clara de cómo se verá el proyecto, se toma en consideración todos los aspectos que determinaran el rumbo que tomara la ejecución considerando la viabilidad del proyecto, algunos de los aspectos a considerar son: establecer las dimensiones generales, graficar las etapas constructivas y un cálculo del presupuesto de los ítems globales. Se busca un grado mayor de precisión para que se tomen las decisiones más adecuadas al proyecto [9].

2.2. FUNCIONALIDAD HABITACIONAL

Para el proyecto es importante lograr que el container cuente con condiciones óptimas habitables, su ventilación e iluminación son de gran importancia. Además, se debe lograr un mejor uso de los espacios dentro de la vivienda, considerando las especificaciones establecidas en el capítulo anterior. Para la funcionalidad del proyecto se debe tomar en cuenta criterios, que no apuntan necesariamente a un diseño en el que se destaque lo estético. Se debe proporcionar una vivienda que cumpla con la solución vinculada con su función. Parte de la búsqueda de soluciones para lograr un diseño factible de vivienda, para las situaciones especificadas, sino también dar soluciones a las problemáticas funcionales de una vivienda dada las exigencias y demandas a nivel social en la actualidad.

Las catástrofes son un factor importante para establecer una nueva práctica de la tarea del proyectista, frente a las necesidades que se desarrollan en un marco de exigencias en la cambiante realidad de estos hechos, con espacios funcionales capaces de poder dar un lugar habitable para las personas en situación de emergencia, procurando el bienestar en la vida de las personas.

También un caso que se encuentra en la quinta región de Valparaíso, Grant Phelp de Nueva Zelanda, trajo la idea de los contenedores después de ver su ciudad natal destruida después de un terremoto en 2011.

Los habitantes de aquella región reconstruyeron sus casas con contenedores, lo cual Phelp encontró novedoso y trajo con él la idea a Valparaíso, encontró un sitio eriazo del cerro mariposas en donde comenzó su proyecto de un apart hotel de 16 habitaciones en cuatro niveles, instalo 25 contenedores de 40 pies que compro en el mismo puerto de la región y los habilito para distintas habitaciones [10]. La siguiente figura 2-1 se muestra el Apart Hotel Valparaíso.



Fuente: <http://www.todovinos.cl>

Figura 2-1. Apart Hotel Valparaíso

2.2.1. Posibilidad de reutilización de container

El incremento del uso de los contenedores para el transporte marítimo y terrestre de mercaderías permitió que el fenómeno del desuso una vez cumplida su vida útil que varía entre los 7 y 12 años. Por lo tanto, su reutilización es cada vez más común como, por ejemplo, para la construcción de edificios para varios usos como puede ser bodegas, oficinas temporales, campamentos de obras de construcción en lugares de difícil acceso, centros de capacitación, etc. Esto debe tomarse en cuenta cuando se pretende utilizarlos como estructuras auto portante. Se pueden utilizar para crear diferentes tipos de lugares habitacionales, individualmente o también en su conjunto llegando a formar una edificación como puede ser un hotel o complejo habitacional.

El reutilizar contenedores para la construcción es una increíble idea al momento de pensar en una vivienda. En la actualidad existen muchas soluciones que responden a

distintos requerimientos tanto para una vivienda unifamiliar como en la vivienda colectiva. Son asombrosas soluciones de vivienda que han optado por el ahorro, la eficiencia y el bajo impacto en el proceso productivo.

2.3. CONTENEDOR SELECCIONADO

La siguiente tabla 2-1 cuenta con la información de las distintas dimensiones para los diferentes tamaños de contenedores, acota los tamaños estandarizados de cada modelo, las medidas están en sistema imperial y métrico.

Tabla 2-1. Tipos de container.

		20' container		40' container		40' high-cube container		45' high-cube container	
		imperial	metric	imperial	metric	imperial	metric	imperial	metric
external dimensions	length	20' 0"	6.096 m	40' 0"	12.192 m	40' 0"	12.190 m	45' 0"	13.716 m
	width	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m
	height	8' 6"	2.591 m	8' 6"	2.591 m	9' 6"	2.896 m	9' 6"	2.896 m
interior dimensions	length	18' 10 ⁵ / ₁₆ "	5.758 m	39' 5 ⁴⁵ / ₆₄ "	12.032 m	39' 4"	12.000 m	44' 4"	13.556 m
	width	7' 8 ¹⁹ / ₃₂ "	2.352 m	7' 8 ¹⁹ / ₃₂ "	2.352 m	7' 7"	2.311 m	7' 8 ¹⁹ / ₃₂ "	2.352 m
	height	7' 9 ⁵⁷ / ₆₄ "	2.385 m	7' 9 ⁵⁷ / ₆₄ "	2.385 m	8' 9"	2.650 m	8' 9 ¹⁵ / ₁₆ "	2.698 m
door aperture	width	7' 8 ¹ / ₈ "	2.343 m	7' 8 ¹ / ₈ "	2.343 m	7' 6"	2.280 m	7' 8 ¹ / ₈ "	2.343 m
	height	7' 5 ¹ / ₄ "	2.280 m	7' 5 ¹ / ₄ "	2.280 m	8' 5"	2.560 m	8' 5 ⁴⁹ / ₆₄ "	2.585 m
volume		1,169 ft³	33.1 m³	2,385 ft³	67.5 m³	2,660 ft³	75.3 m³	3,040 ft³	86.1 m³
maximum gross mass		66,139 lb	30,400 kg	66,139 lb	30,400 kg	68,008 lb	30,848 kg	66,139 lb	30,400 kg
empty weight		4,850 lb	2,200 kg	8,380 lb	3,800 kg	8,598 lb	3,900 kg	10,580 lb	4,800 kg
net load		61,289 lb	28,200 kg	57,759 lb	26,600 kg	58,598 lb	26,580 kg	55,559 lb	25,600 kg

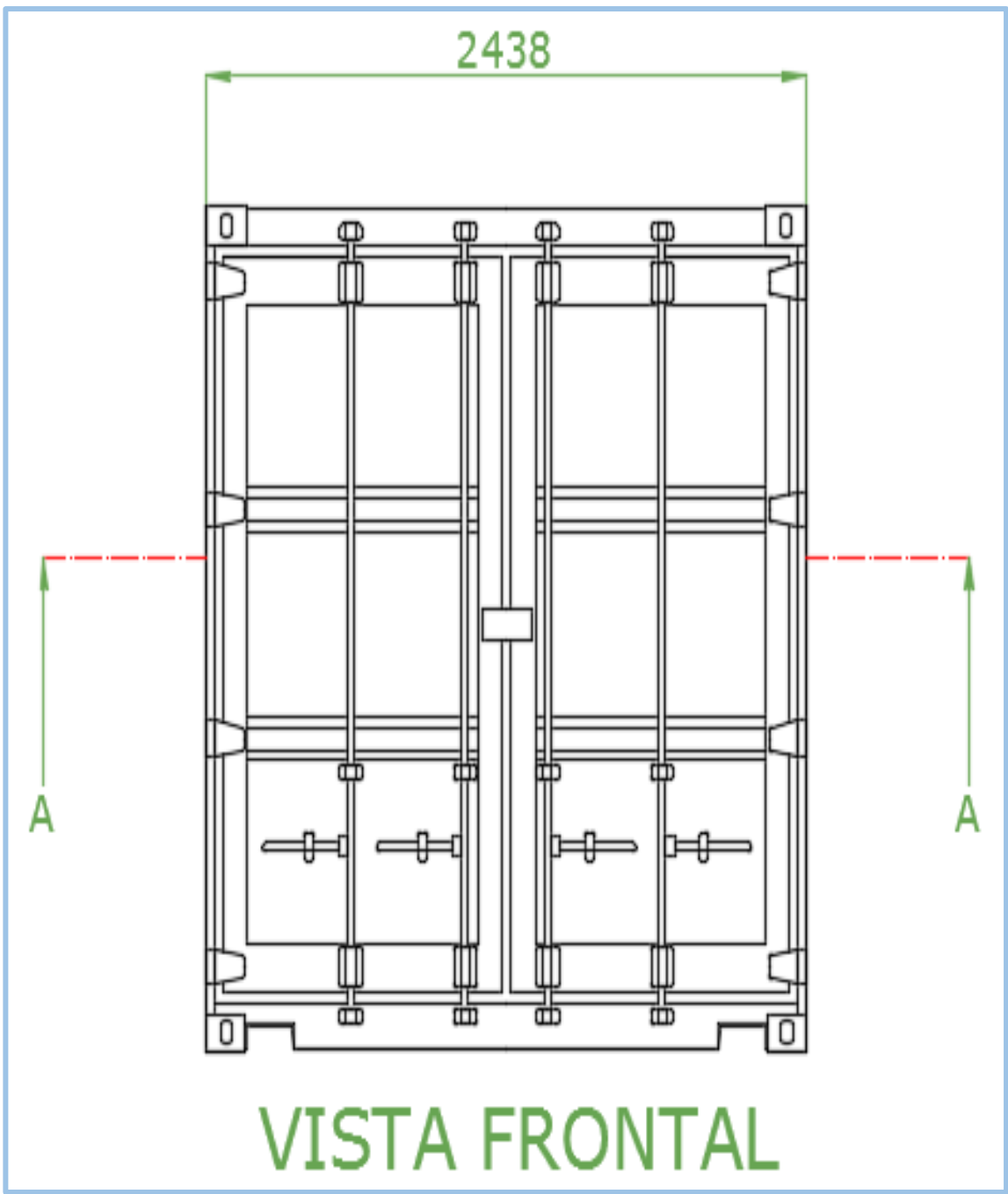
Fuente: www.ccearch.com

El container que se selecciono fue el de 40 pies, sus dimensiones y peso son expuestas en la tabla 2-1 de tipos de container.

2.4. PLANOS CONTAINER 40'

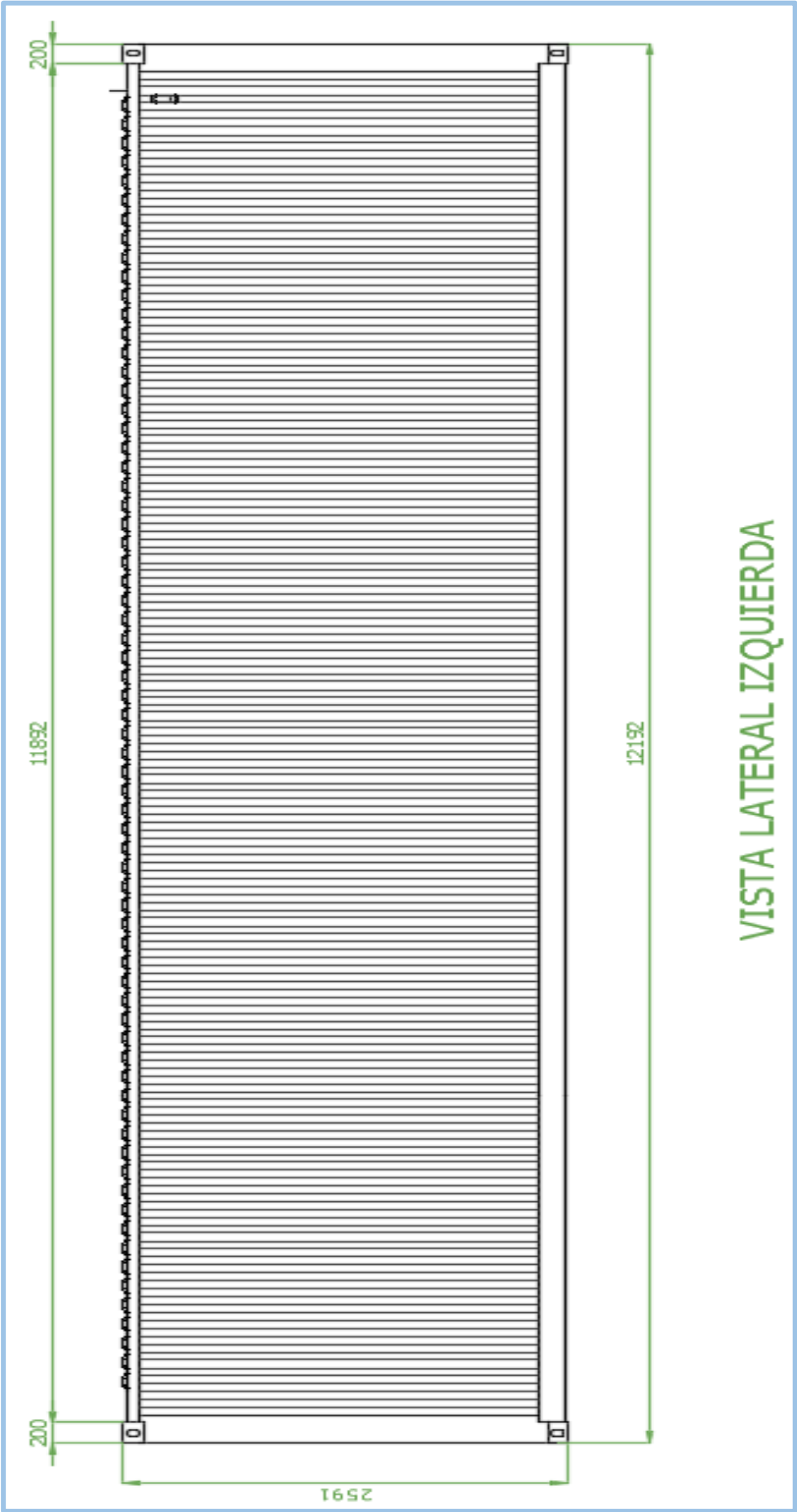
Se muestran las vistas respectivas en ISO-E en las figuras 2-2, figura 2-3, figura 2-4 ; ademas se adjunta “ANEXO A: VISTAS CONTAINER” para mayor detalle y mejor lectura.

En la vista frontal se encuentran las puertas y su respectivo sistema de cerrado que llevan todos los tipos de contenedores.



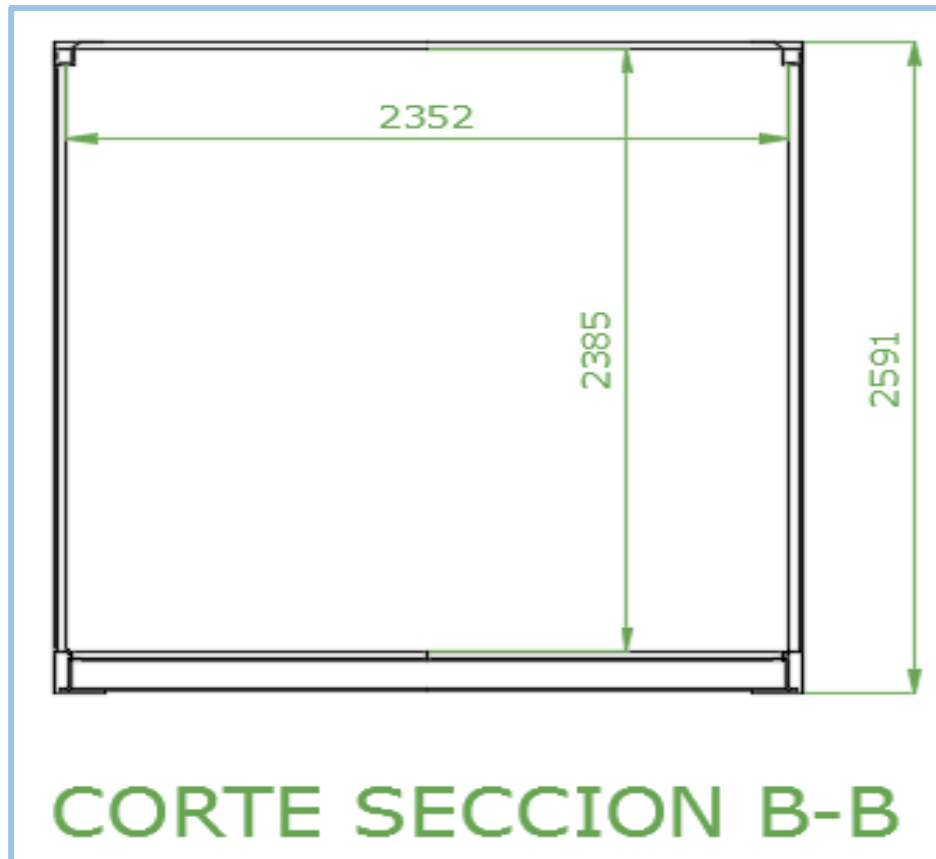
Fuente: Elaboración propia en software “Autocad”.

Figura 2-2. Vista frontal container



Fuente: Elaboración propia en software “Autocad”.

Figura 2-3. Vista lateral izquierda.



Fuente: Elaboración propia en software “Autocad”.

Figura 2-4. Corte Sección B-B.

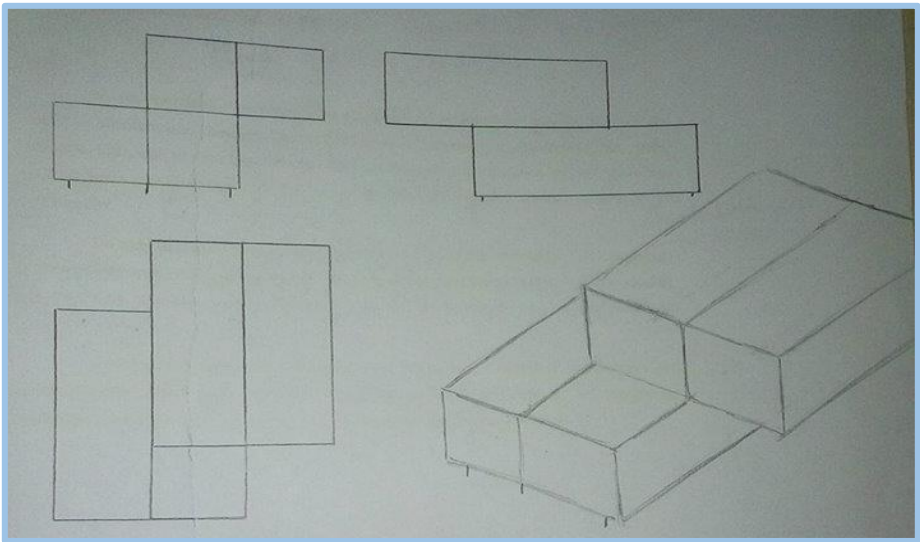
2.5. DISEÑO DE CASA CONTAINER

Para comenzar a mostrar cómo será la casa se desarrolla bosquejos y dibujos, que son parte del diseño final.

2.5.1. Bosquejo a mano

Parte del diseño se muestra en un bosquejo manual, en donde, se expresa la mayoría de las ideas técnicas de manera rápida y eficaz. Este bosquejo da a conocer la forma de la casa, en donde se aprecian 4 contenedores de 40’ dispuestos en dos plantas, además se enseña la forma en que están dispuestos.

Las vistas se encuentran en norma ISO-E en la figura 2-5, se proyecta la vista frontal, lateral izquierda, superior e isometría.

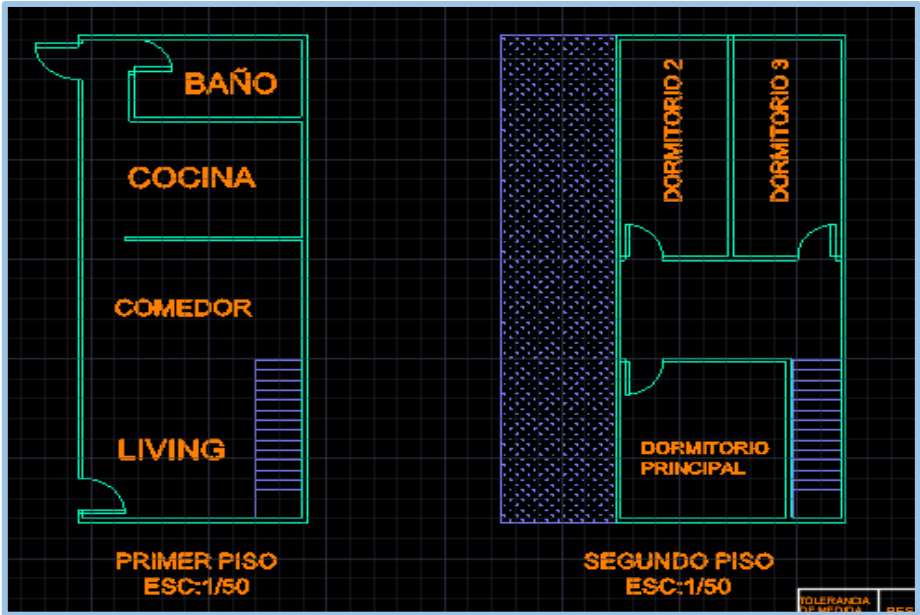


Fuente: Elaboración propia en base a bosquejo a mano alzada.

Figura 2-5. Bosquejo manual de casa.

2.5.2. Layout

El layout (figura 2-6) sirve para hacer referencia al esquema que se utiliza y como están distribuida las distintas piezas de la casa. El layout que se muestra cuenta con dos plantas, la del lado izquierdo representa la planta inferior y al lado derecho el segundo piso. Para más detalles ver ANEXO B: LAYOUT DE CASA.



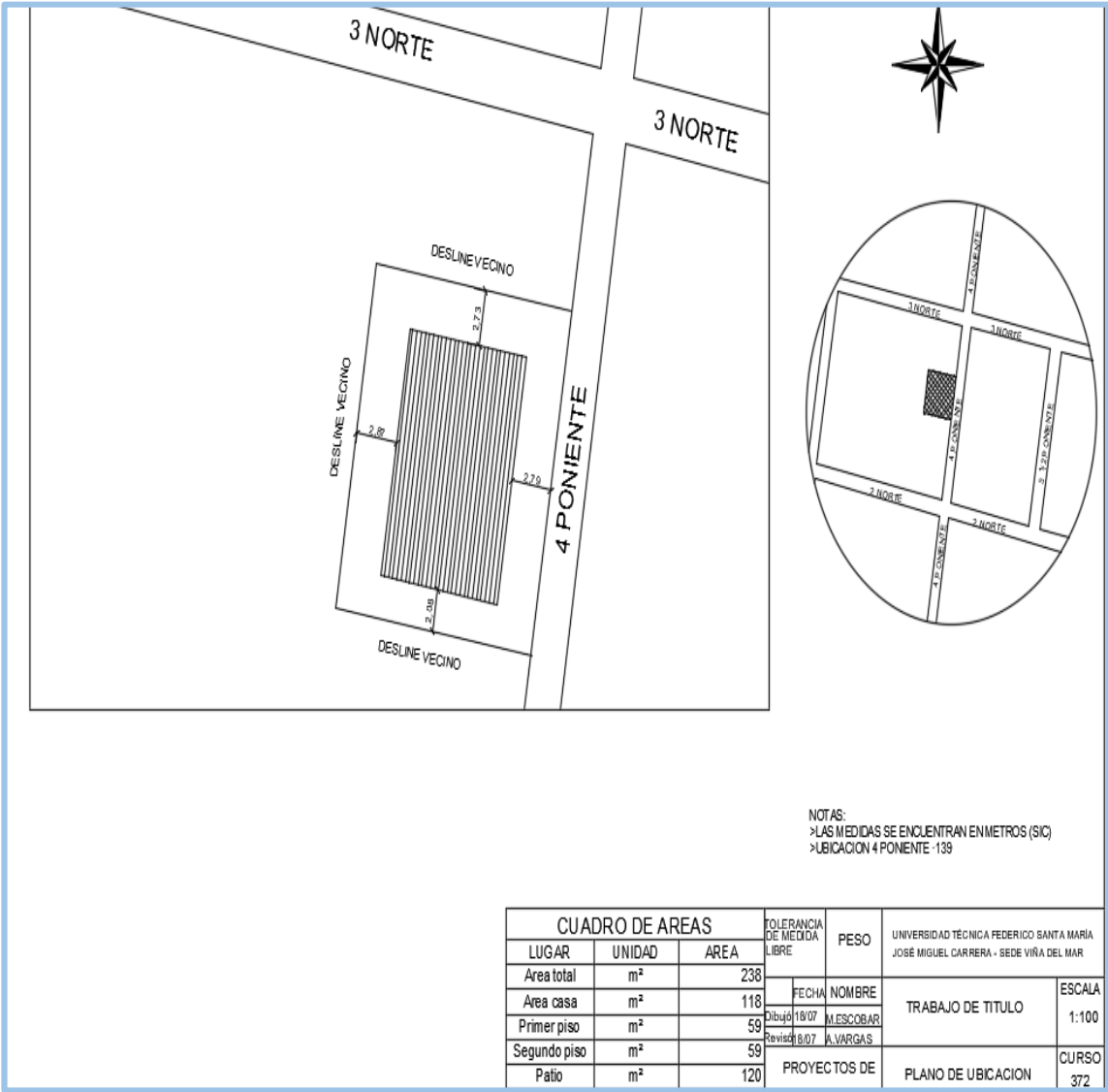
Fuente: Elaboración propia en software “Autocad”.

Figura 2-6. Layout de casa.

2.5.3. Plano de ubicación

El plano de ubicación (figura 2-7) entrega información necesaria para el proyecto, esta entrega la disposición del proyecto (casa) en el terreno, los metros cuadrados que poseen los distintos lugares, tanto como la casa como el terreno: Además de señalar la dirección exacta que te posibilita ver los “pro” y los “contras” de la ubicación.

A continuación, se muestra un recorte del plano de ubicación original que se entregará al final del trabajo. Para más detalles ver ANEXO C: PLANO DE UBICACIÓN.

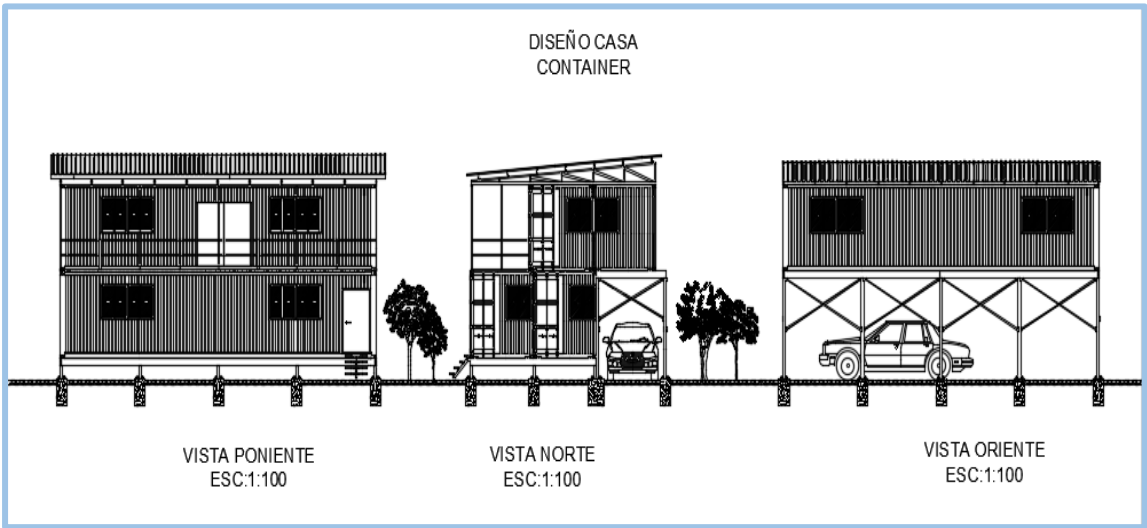


Fuente: Elaboración propia en software “Autocad”.

Figura 2-7. Plano de ubicación casa.

2.5.4. Plano de diseño

El plano de diseño (figura 2-8) entrega una idea más concreta de cómo será el proyecto final, esta imagen es solo un recorte del original que será anexado en el trabajo final.



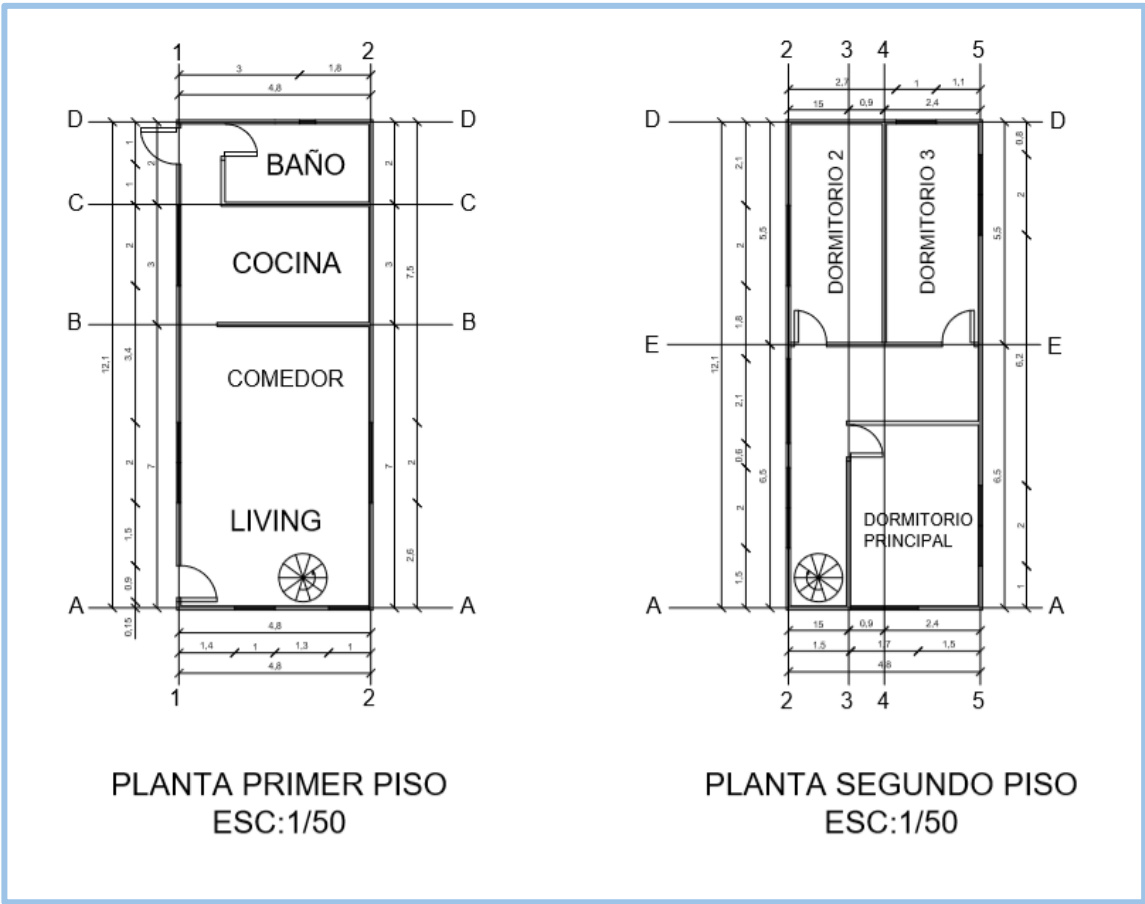
Fuente: Elaboración propia en software “Autocad”.

Figura 2-8. Plano de diseño de casa container.

Para mayor detalle ver ANEXO D: PLANO DE DISEÑO.

2.5.5. Planta arquitectonica

En el siguiente plano (figura 2-9) se muestra un dimensionado de la casa, sus paredes interiores y distribución arquitectónica, la cual, está compuesta en el primer piso por un living-comedor, cocina y baño; la segunda planta se compone netamente de habitaciones una principal y dos dormitorios.



Fuente: Elaboración propia en software “Autocad”.

Figura 2-9. Planta arquitectónica.

Para mayor detalle ver ANEXO E: PLANTA ARQUITECTONICA.

2.6. **PROCESO CONSTRUCTIVO**

Establecer el proceso constructivo desde el “inicio de obra” hasta el término de la casa, describiendo los pasos a seguir que conlleva este, entregando detalle en lo que se realiza en cada etapa.

2.6.1. Inicio de obra

Se establece infraestructura indispensable para el normal funcionamiento de las labores de apoyo y de administración de la obra, donde se guardarán las herramientas y equipos, además de contar con los servicios básicos para los trabajadores.

En el inicio de obra se consideran tareas como despeje de terreno, retiro de escombros. Todo esto es esencial para que el resto de las tareas se ejecuten sin inconvenientes.

2.6.2. Fundaciones

Para las 20 fundaciones de tipo aisladas con un hormigón H-20, se comienza con una replanteo y trazado, donde se delimitan los ejes de trabajo, luego se hacen las excavaciones con las medidas correspondientes señaladas en el plano de detalle, para luego verter la mezcla de hormigón del emplantillado y H-20 para terminar con el secado de las fundaciones.

2.6.3. Cortado de partes estructurales

Se cortan las partes según el plano de detalle, incluye estructura que soporta al container como la de techumbre y limpieza mecánica.

2.6.4. Armado de estructura

Primero se colocan las placas bases sobre las fundaciones colocando los respectivos pernos de anclaje de 12 mm de diámetro, una vez colocada todas las placas bases se procede a montar los pilares cuadrados 100x3 mm, montado los pilares se procede a colocar las vigas rectangulares 200x50x3 mm en forma rectangular, se entrelazan perfiles rectangulares 150x50x3 mm entre las vigas y por ultimo las cartelas de espesor de 10 mm para colocar los arriostramientos perfil “L” laminado 50x50x3 mm. Todas las uniones son soldadas con soldadura E-6011.

2.6.5. Acondicionamiento contendor

Se hacen los cortes de las ventanas y paredes para poder conectar los ambientes entre container, ante la retirada de algunas paredes interiores se añaden refuerzos que dan rigidez a la estructura además de aislamiento, estos van colocados en la unión interior entre los contenedores. Ver figura 2-10.



Fuente: www.blog.is-arquitectura.es

Figura 2-10. Canal tipo U / 150 X 50 X 3.

2.6.6. Montajes contenedores

Una vez armada la estructura se procede a montar los contenedores sobre la estructura, estos se colocan con un camión grúa pluma con una capacidad de levantamiento de más de 4300 kg, estos se colocan en la posición correspondiente plano de montaje. Ver figura 2-11.



Fuente: www.innovaoteclda.cl

Figura 2-11. Montaje de contenedor por camión grúa pluma.

2.7. DIAGRAMA DE BLOQUES

Para resumir el proceso constructivo anterior se elaboró un diagrama de bloques de manera de síntesis mostrado a continuación en la siguiente figura 2-12.



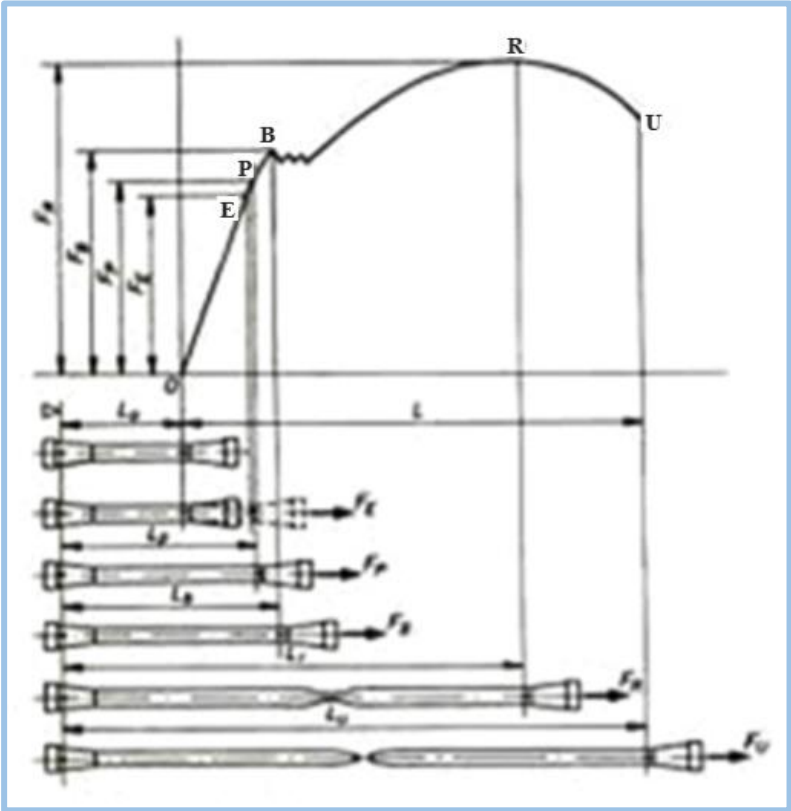
Fuente: Elaboración propia en software “Autocad”.

Figura 2-12. Diagrama de proceso constructivo.

2.8. CRITERIOS DE ROTURA SOFTWARE MECHANICAL SIMULATION

Para el entendimiento de todos estos conceptos, tales como límites elásticos, límite de proporcionalidad y limite plástico. A continuación, se explicarán estos conceptos con la siguiente figura 2-13.

En la grafico esfuerzo vs deformación, en cual muestra tres letras fundamentales, la primera es la letra “E” que es el límite elástico en donde se produce la máxima tensión que puede producirse sin que haya deformación permanente. Luego está la letra “P” que es el límite de proporcionalidad que es la máxima tensión que se puede producir en la zona donde la tensión es en función lineal. Por último, está la letra “B” donde se ubica el límite de fluencia, también llamado limite aparente de elasticidad, es una medida arbitraria tomada por acuerdo internacional. Surge a partir del punto donde se produce una deformación de 0,2%. El punto “B” del grafico es la tensión de comparación de la norma al esfuerzo que arroje el software.



Fuente: www.fisicanet.com.ar

Figura 2-13. Representación gráfica de esfuerzo v/s deformación.

El comportamiento elástico es cuando una deformación desaparece completamente una vez que cesa la causa que lo produjo, y gráficamente se representa en el punto 0,0 del grafico hasta la letra “E” señalada en la figura anterior.

El comportamiento plástico es cuando una deformación no desaparece con la anulación de la causa. La plasticidad de los materiales está dada por su capacidad de poder deformarse sin sufrir fractura [11].

CAPÍTULO 3: INGENIERÍA DE DETALLE

3. INGENIERÍA DE DETALLE

3.1. ¿QUÉ ES LA INGENIERÍA DE DETALLE?

Es la etapa del diseño final de un proyecto, se desarrolla con toda la documentación técnica necesaria para la construcción y montaje en todas las especialidades involucradas en el proyecto, desde el punto de vista técnico, económico, temporal y legal [10].

3.2. BASES DE DISEÑO

Se presenta toda la información requerida que se necesita para el desarrollo del análisis.

➤ Material: La calidad del acero que se ocupa está regido por la NCh 203, la calidad establecida por la norma para construcciones estructurales generales es A270-ES, que su tensión de fluencia es de 270 MPa respectivamente. El software no contempla la norma chilena por lo que se utiliza el ASTM-A36, con propiedades mecánicas cercanas. A continuación, en la siguiente tabla 3-1 se muestran la comparación de ambos materiales y normas [12].

Tabla 3-1. Comparación de propiedades mecánicas de aceros ASTM A36 y A42-27ES.

Características	Espesor, e al que se aplica, mm		Unidad de medida (*)	Grados de aceros	
	A42-27ES	ASTM A36		A42-27ES	ASTM A36
Resistencia a la Tracción, R_m	Todos	(**)	Kgf/mm ²	$42 \leq R_m \leq 52$	$41 \leq R_m \leq 56$
Límite de Fluencia mínimo, R_e	$e \leq 16$	(**)	Kgf/mm ²	27	25
Alargamiento Porcentual de Rotura, A, en Probetas de $L_0 = 50$ mm	$e \leq 5$	(**)	% mín	22	19
	$5 \leq e \leq 16$		% mín	20	
	$16 \leq e \leq 50$		% mín	18	

Fuente: Compendio de normas para productos de acero, Gerdau Aza.

➤ Cargas: Las cargas que se consideran en el análisis se separan en dos tablas que se mostraran a continuación, en ellas se especificaran las cargas para cada estructura, “Plataforma chica” y “Plataforma grande”.

En las tablas 3-2 y 3-3 se especifican los pesos de los objetos en kg, el peso total en kg, la fuerza total en N y la fuerza por nodo en N.

Tabla 3-2. Cargas consideradas plataforma chica.

Plataforma chica		
Peso	cantidad	Unidad
3 Container	11400	kg
Sillon grande	95	kg
3 Sitiales	44	kg
Cocina	85	kg
Lavaplatos con meson	65	kg
Meson	75	kg
Comedor + 5 sillas	150	kg
Wc	60	kg
Lava manos	80	kg
Balcon	333,9	kg
15 personas de 78kg c/u	1170	kg
60% cercha	1014	kg
total	14238	kg
Fuerza total	139681	N
Fuerza por nodo (15)	9312	N

Fuente: Elaboración propia en base a cargas consideradas en plataforma chica.

Tabla 3-3. Cargas consideradas plataforma grande.

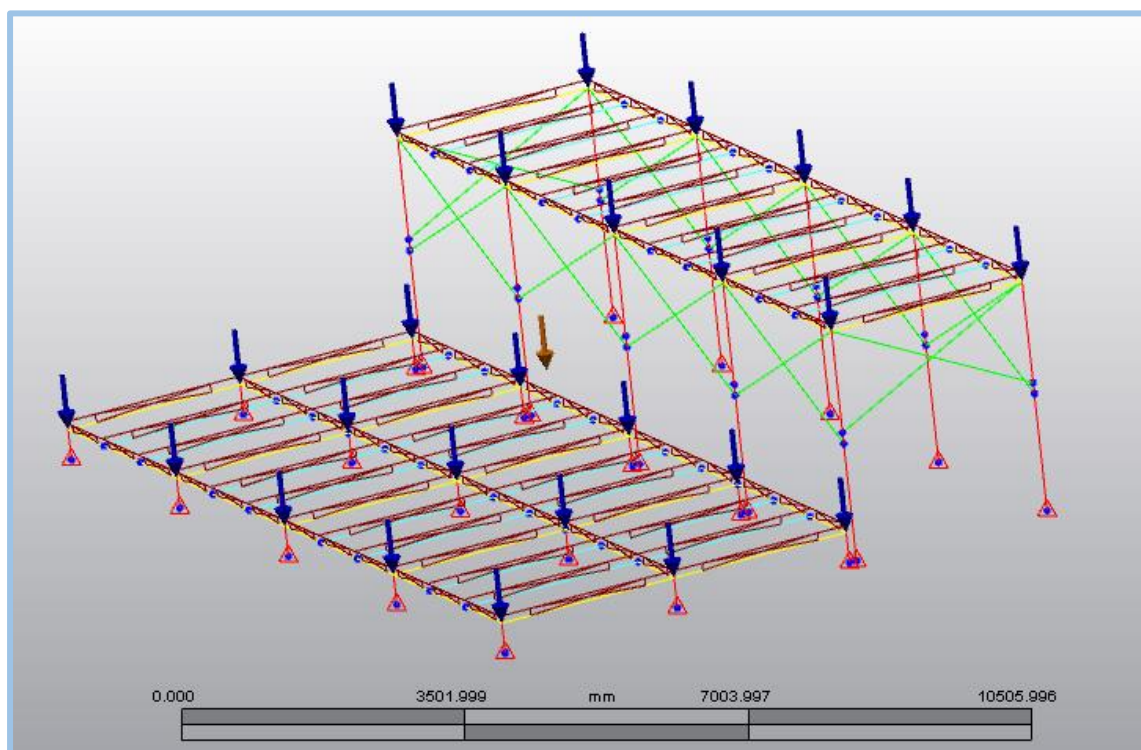
Plataforma grande		
Peso	cantidad	Unidad
2 camas de 1 plaza	165	kg
Cama matrimonial	110	kg
3 closet	225	kg
5 personas de 75kg c/u	375	kg
40% de la cercha	676	kg
Total	1551	kg
Fuerza total	15215	N
Fuerza por nodo (10)	1522	N

Fuente: Elaboración propia en base a cargas consideradas en plataforma grande.

➤ **Perfiles:** Los distintos perfiles ocupados en la estructura que soporta la casa, se utilizan 4 principales, primero es el que le da forma al marco estructural un perfil rectangular 200x50x3 mm; las patas o pilares un perfil cuadrado 100x3 mm, su función es dar altura al marco y estabilidad; transversales interiores perfil rectangular 150x50x3 mm, estos van entre medio del marco, los cuales sirven para que la estructura soporte y sea estable a las cargas horizontales; y por ultimo están los tirantes diagonales para la plataforma más alta un perfil L 50x3 mm.

3.2.1. Metodología

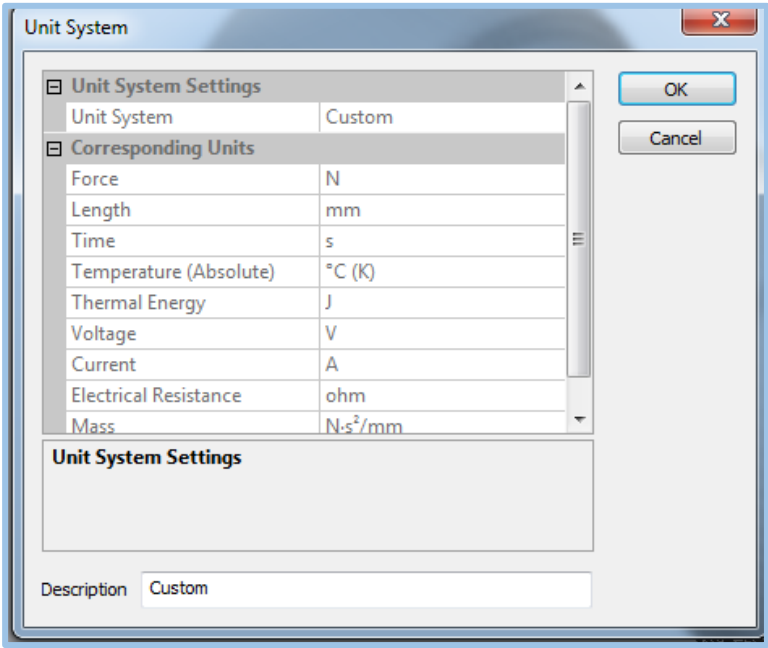
Con el modelo unilineal modelado (figura 3-1) se procede a asignar todas las variables que inciden en el análisis, tales como, calidad de material, cargas, restricciones de apoyos, perfiles para cada parte, tipo de elemento y aceleración de gravedad, todo estos en unidades preestablecidas a conveniencia del análisis.



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-1. Modelamiento estructura de casa.

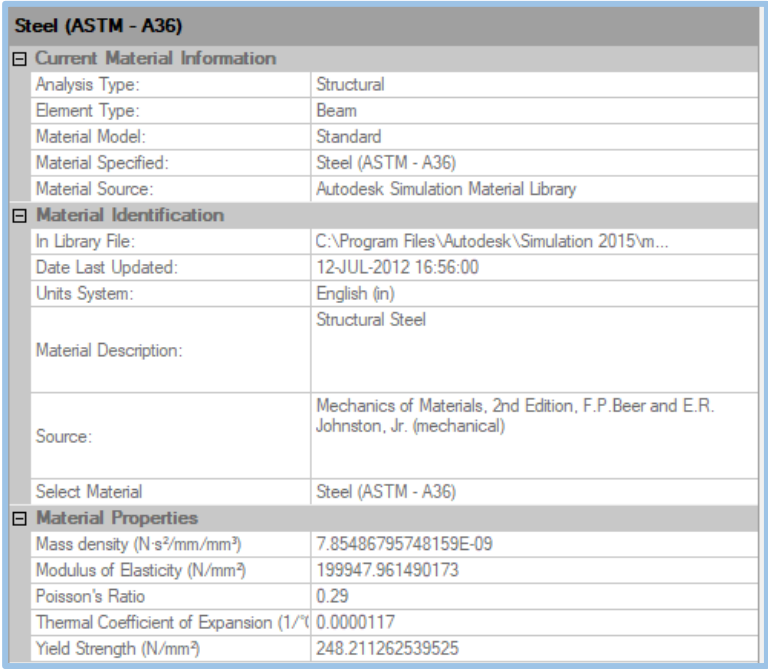
Luego se determinan las unidades a trabajar (ver figura 3-2), esto se realiza para que los parámetros de trabajos y resultados estén en las unidades correspondientes, y obtener los resultados requeridos para una posterior comparación.



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-2. Unidades del sistema.

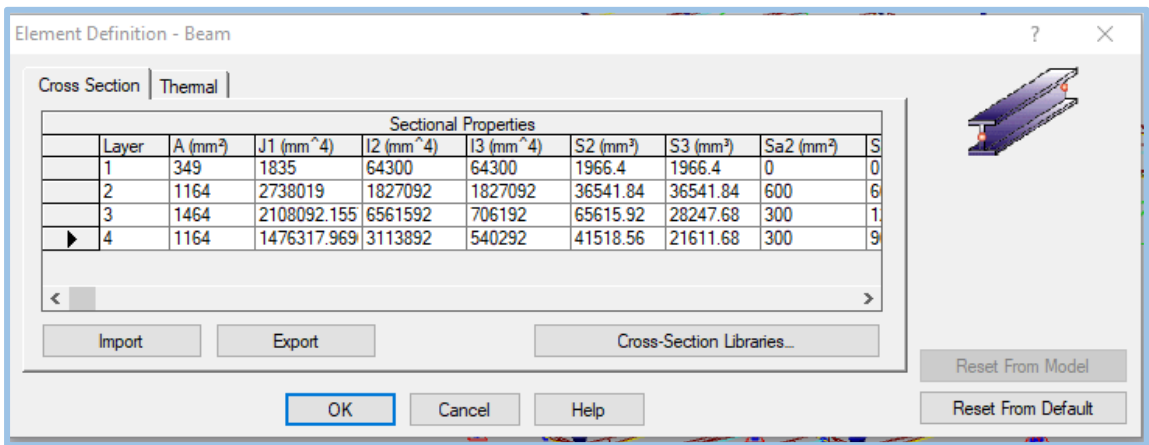
Se define el material a utilizar (ver figura 3-3), para este caso se usa un A270 ES, pero el software no contempla la norma chilena, por lo dicho anteriormente se utiliza un ASTM A36.



Fuente: Elaboración propia en base a norma ASTM A36.

Figura 3-3. Acero ASTM A36.

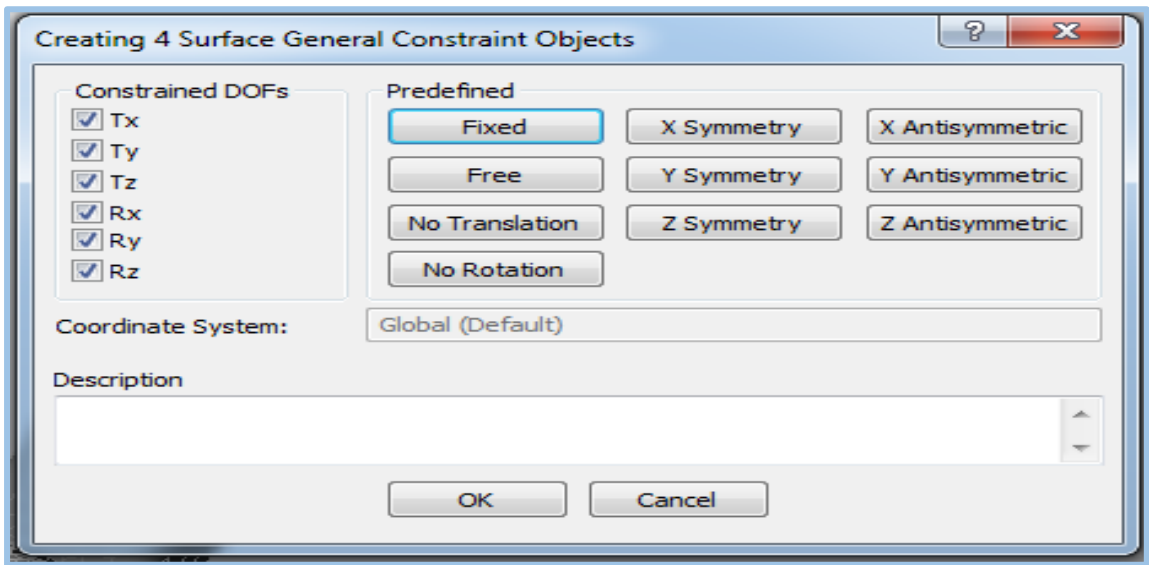
Siguiendo la configuración del análisis, se establecen los distintos tipos de perfiles que presenta la estructura, como se muestra en la figura 3-4, se utilizan 4 perfiles configurados con su orientación correspondiente.



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-4. Definición de perfiles metálicos.

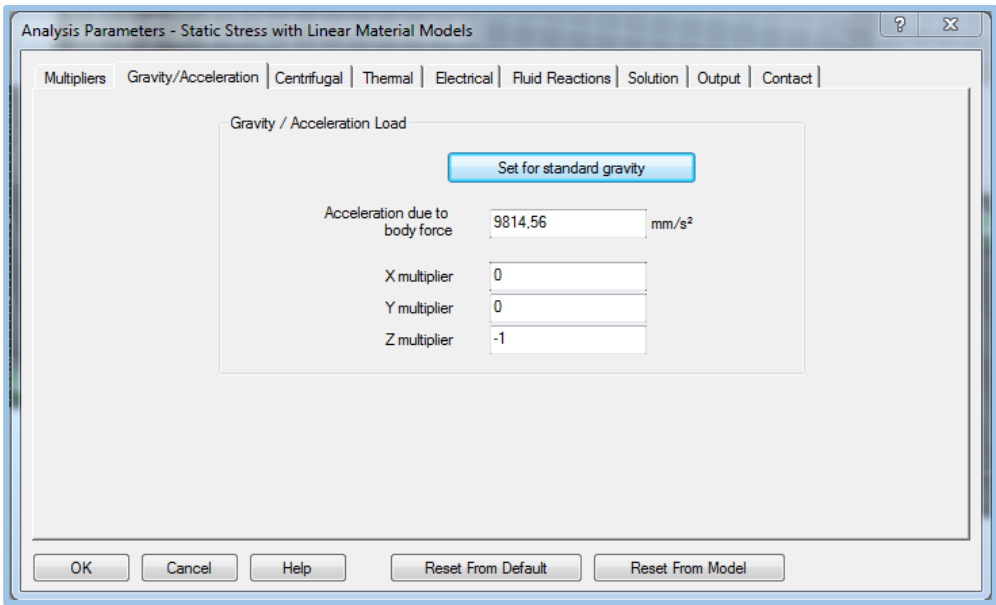
Otra configuración que se realiza es la restricción de los ejes de movimiento en los apoyos, para indicar que la pieza se fija a una superficie, en el modelo en cada pata de la estructura (25 patas en total) se hace las restricciones de movimiento, para el caso en todas las patas se hace la misma restricción de no moverse en ningún eje. Ver figura 3-5.



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-5. Restricciones de ejes.

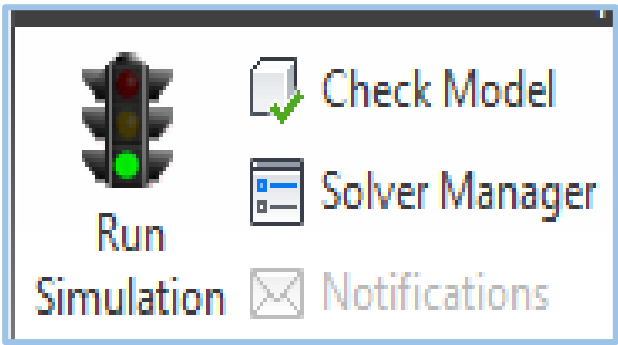
Se definen parámetros físicos que afectan el análisis y que se deben considerar en el caso hipotético (ver figura 3-6).



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-6. Aceleración gravitacional.

Se verifica el modelo antes de análisis, presionando “Check Model”, una vez realizado esto se procede a analizar la pieza presionando “Run Simulation”(ver figura 3-7).



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-7. Verificación de modelación.

3.3. ANÁLISIS

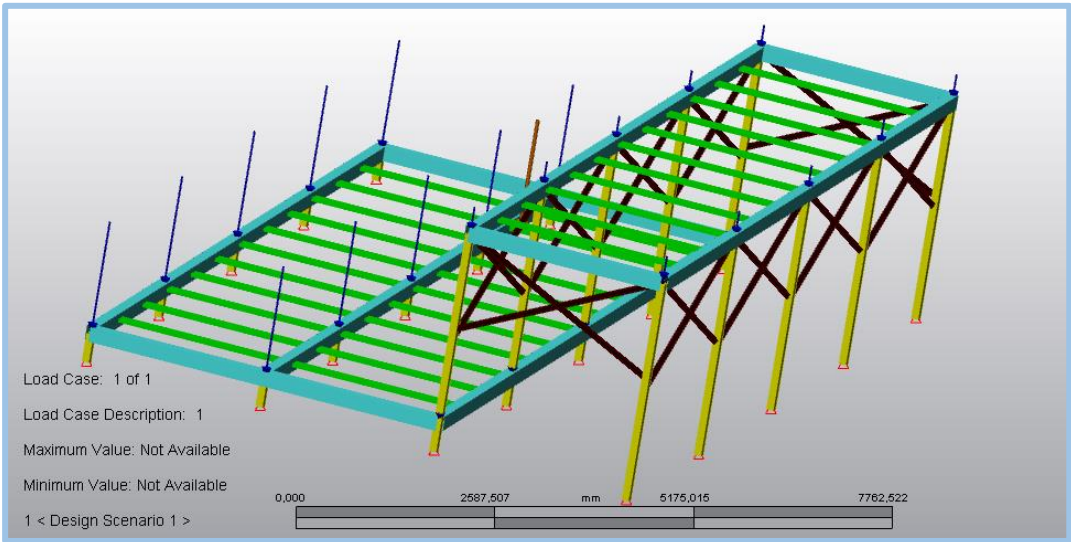
El tipo de análisis que se realiza es de elementos finitos, a través del software “Mechanical Simulation”, este consiste en una simulación computacional, en donde la geometría de la pieza o estructura se somete a cargas y restricciones. En este caso la estructura de la casa se subdivide en partes conocidas como elementos, que representan los distintos tipos de perfiles estructurales, dicho elemento poseen características asignadas por el usuario, tales como, tipo de elemento; para el caso es de tipo Beam, otra característica es la calidad del material propuesto por el usuario y requisitos de comparación de acuerdo a la norma chilena, para el caso el software no contempla la calidad de los materiales de acero de la norma chilena, por lo que se utiliza una calidad homologa a la chilena, la calidad de material más adecuado para el caso es el ASTM-A36.

Principalmente al finalizar el análisis, el software entrega como resultado las deformaciones en los ejes de trabajo (“x”, “y”, “z”) medidas en mm y el esfuerzo axial máximo de la estructura medido en MPa. Además, el software entrega más información como la fuerza axial mínima y máxima que se ejerce en la estructura.

En consecuencia, el resultado arrojado por el software permitirá hacer una comparación más exacta del esfuerzo máximo al que se ha sometido la estructura y compararlo con la máxima tensión de fluencia establecida por la NCh 203.

3.3.1. Modelo

El modelo unilineal (figura 3-8) una vez chequeado por el software de análisis cambia su forma lineal a voluminosa, representando la forma real de los perfiles, cargas, restricciones de movimientos y aceleración de gravedad.

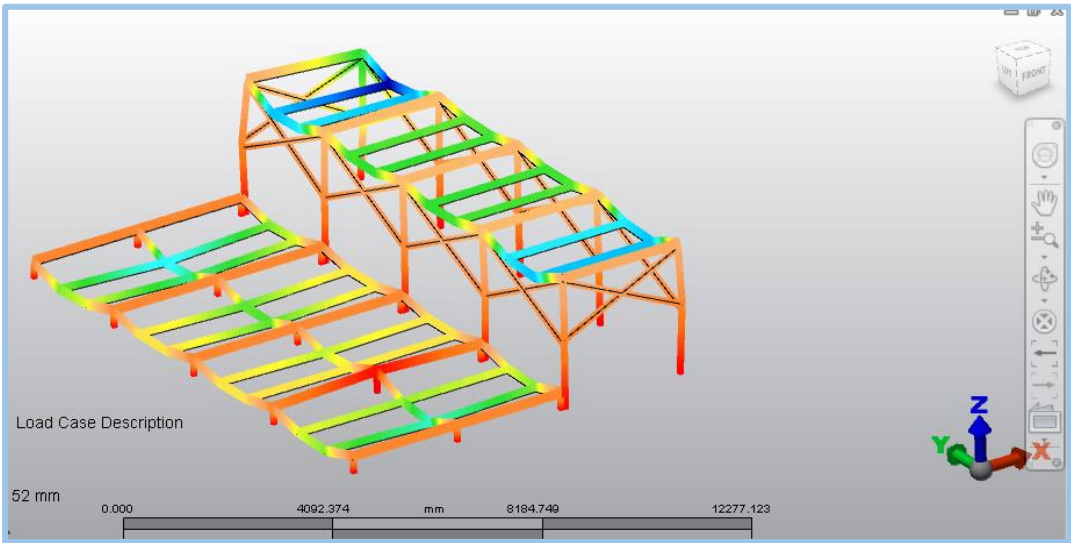


Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-8. .

3.3.2. Resultados de deformación ejes

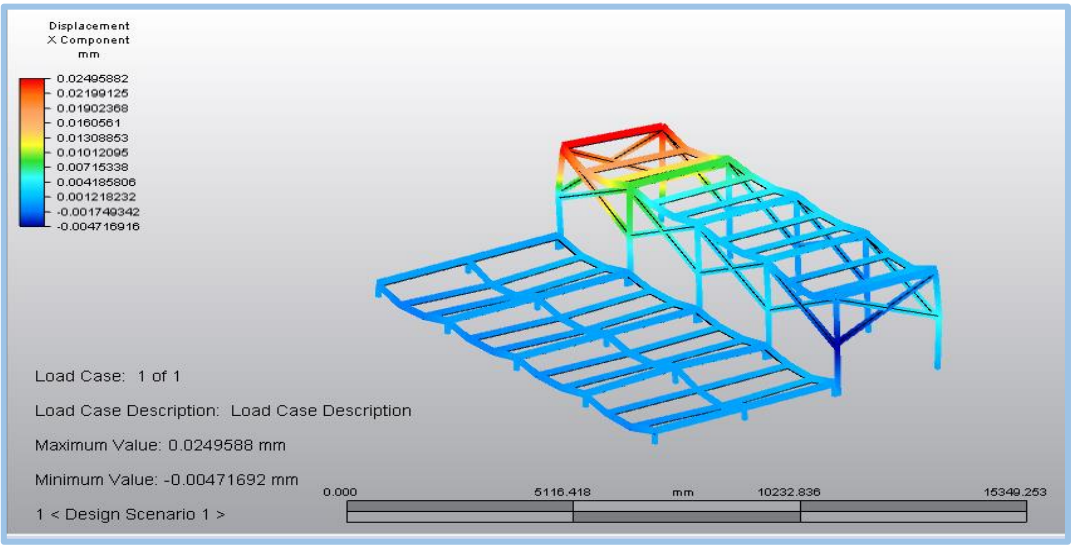
Para un fácil entendimiento de las deformaciones en los ejes (x,y,z) que se mencionaran en el avance del trabajo, a continuación, se muestra en la figura 3-9 la orientación de los ejes con el modelo.



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-9. Ejes de coordenadas.

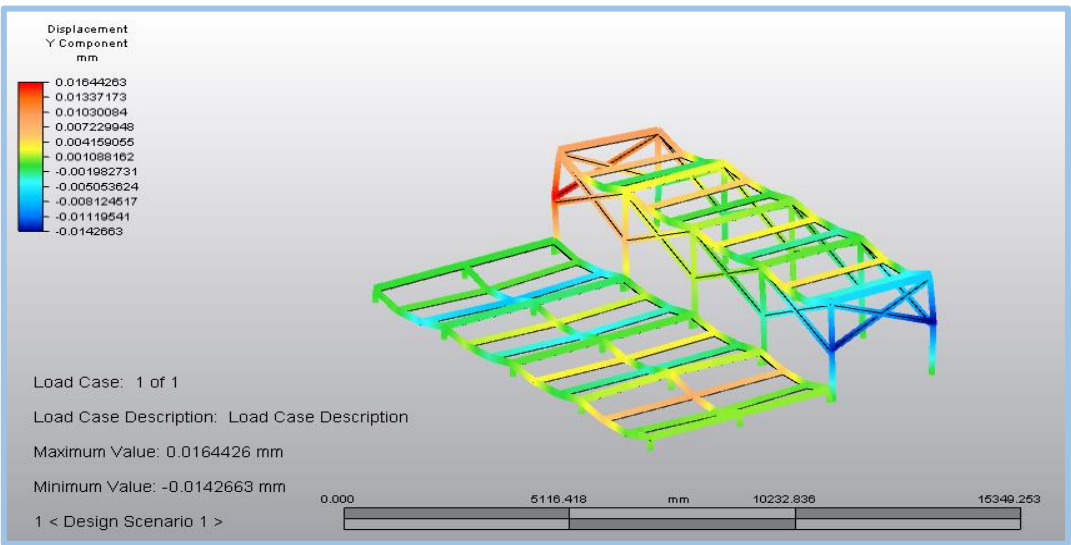
La máxima deformación se muestra en la figura 3-10 en el eje X es de 0,0249 mm como valor máximo. Se expone el resultado en la siguiente imagen.



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-10. Deformación eje X.

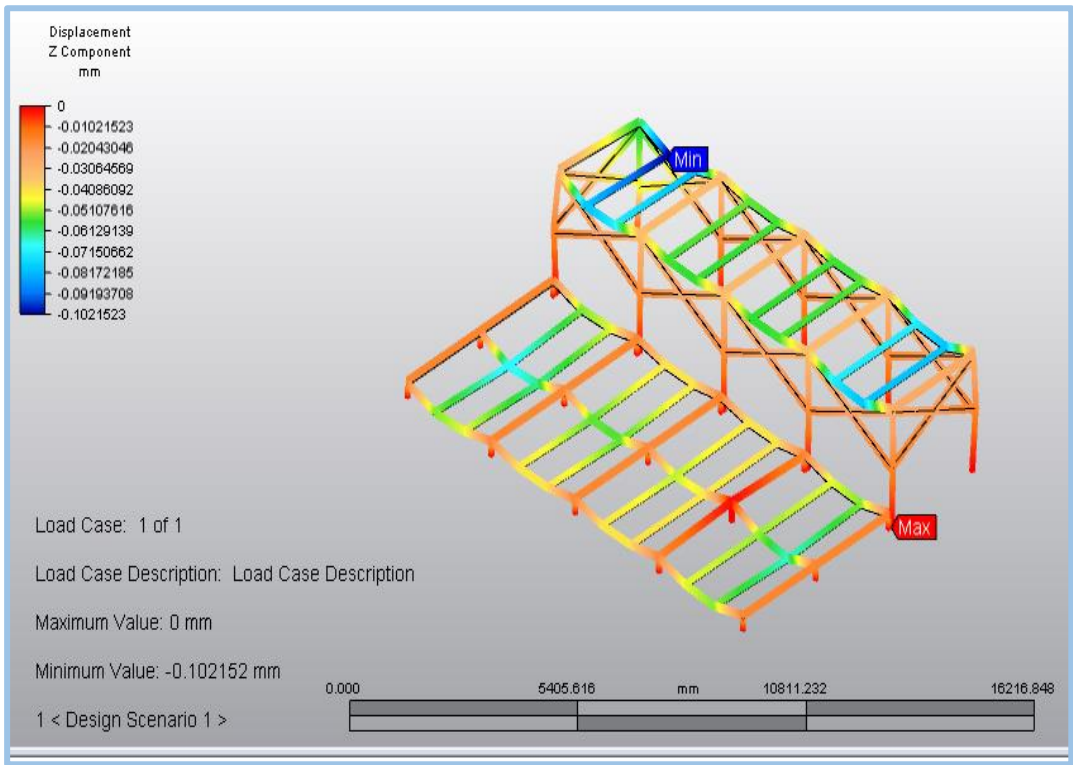
La deformación se ve en la figura 3-11 en el eje Y es de 0,01644 mm como valor máximo. Se expone el resultado en la siguiente imagen.



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-11. Deformación eje Y.

La deformación en el eje Z (figura 3-12) es de -0,102 mm como valor mínimo, el cual tiene una interpretación de compresión, ósea que la deformación que experimente es hacia el eje -Z, para que el valor sea coherente se aplica valor absoluto para que la deformación tenga un valor positivo en mm. Se expone el resultado en la siguiente imagen donde se visualizan los puntos donde ocurre la máxima y mínima deformación.



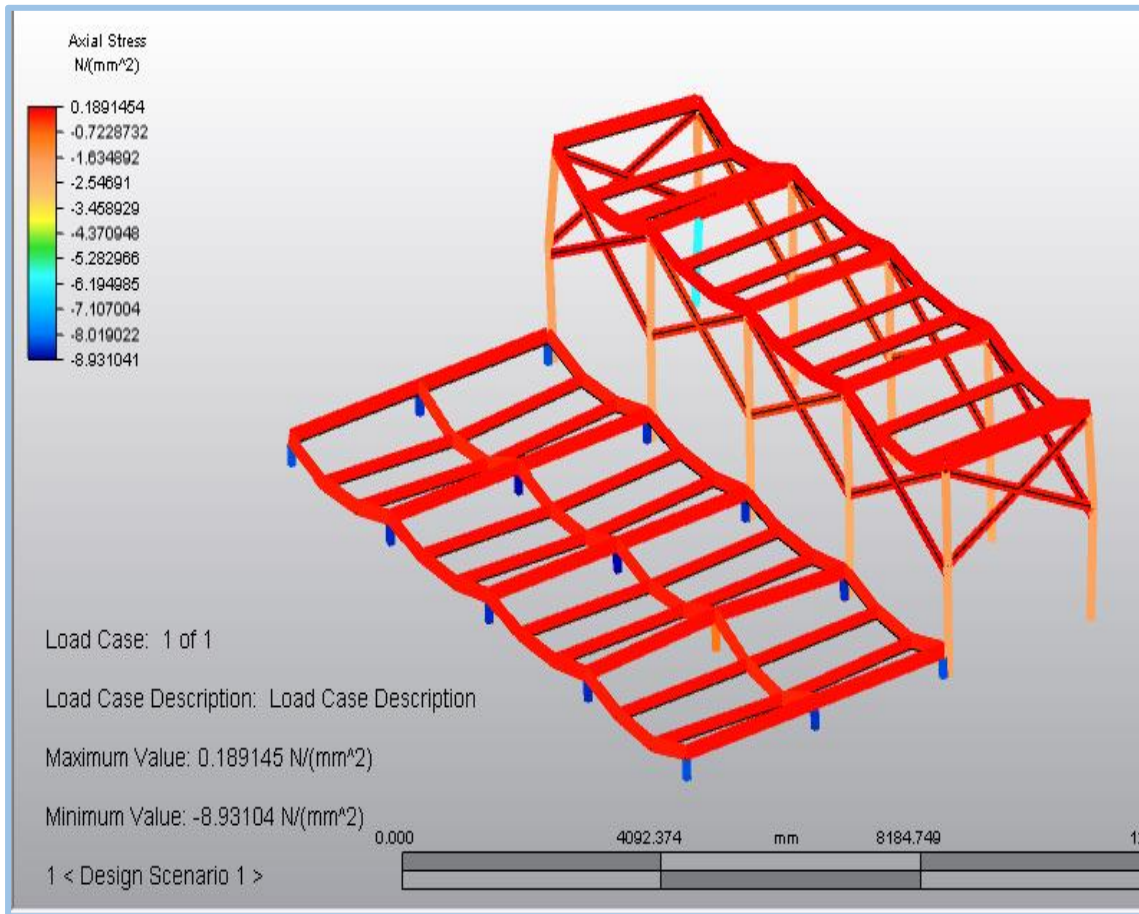
Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-12. Deformación en eje Z.

3.3.3. Tensión axial máxima

La tensión axial máxima es aquella que actúa a lo largo del eje del elemento, los cuales pueden ser de tensión o compresión, por lo tanto, para el análisis es aquella que la estructura presenta a las cargas verticales en el eje Z o también perpendiculares al plano de trabajo.

En la siguiente figura 3-13 se muestra la tensión axial máximo que presenta la estructura analizada con una magnitud de 8,93 MPa, lo que quiere decir, que es una compresión. El valor mínimo de la tensión axial del material es de 0,1891 MPa.



Fuente: www.mechanicalsimulation

Figura 3-13. Esfuerzo axial máximo.

En conclusión, el análisis que se le hizo a la estructura, esta presenta una tensión de compresión máximo de 8,93 MPa y una deformación máxima en el eje “Z” de 0,102 mm, como se menciona anteriormente el material seleccionado para el análisis fue el ASTM A36, el cual es el punto de comparación a la norma chilena.

Tension de fluencia ASTM A36 > Tension maxima analisis

270 MPa > 8,93 MPa

Por lo tanto, el análisis es válido bajo la norma chilena NCh 203 Of.77.

Para evidenciar los datos expuestos en el análisis se anexa un informe que elabora el propio software, en donde muestra todas las variables ingresadas por el usuario, ver ANEXO F: VARIABLES INGRESADAS.

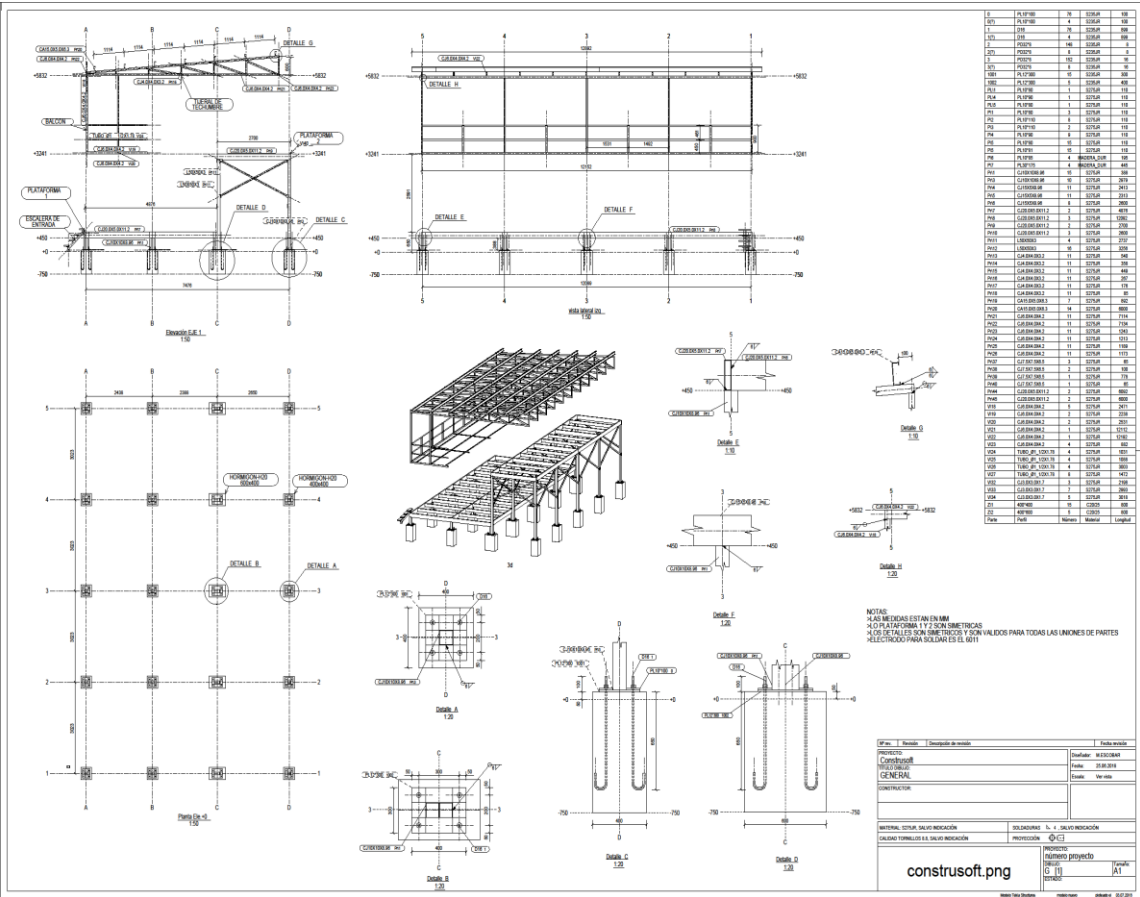
3.4. PLANOS

Se muestran los planos fabricados con el software “Tekla Structure”, en el cual se realizaron 5 planos, uno de ellos es el plano de general o de montaje y los otros 4 son planos de fabricación de partes estructurales.

A continuación, se mostrarán figuras 3-14, 3-15, 3-16, 3-17 y 3-18 de los planos originales que serán entregados al final de este trabajo en la parte de anexos.

3.4.1. Plano montaje

En el plano de montaje se muestran las vistas de la casa con su respectiva estructura, en la cual se señalan los ejes de trabajos, cotas generales y detalles de las placas bases. Además, cuenta con un listado de todas las partes que se utilizaron en el diseño. Para mayor detalle ver ANEXO G: PLANO DE MONTAJE.



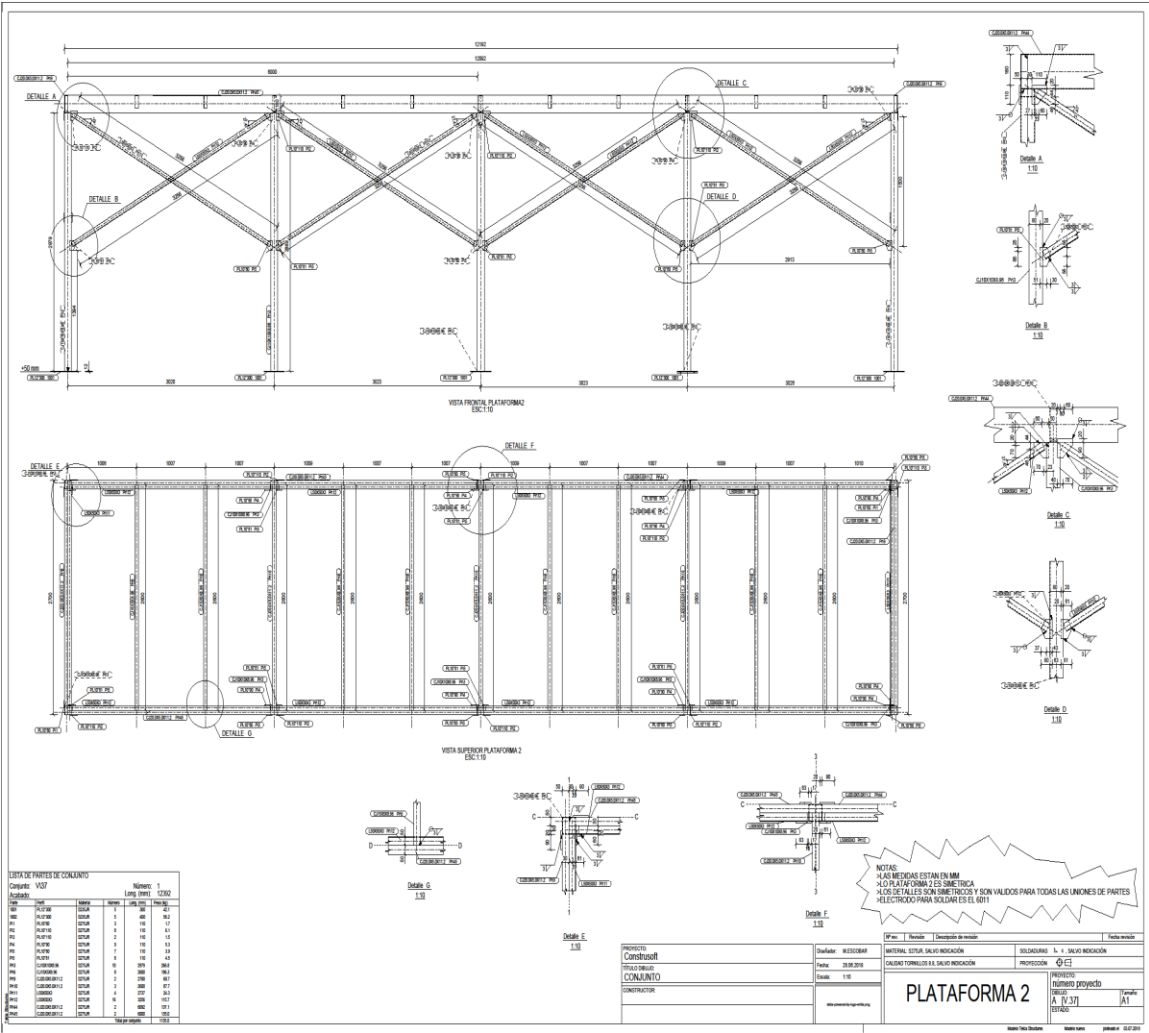
Fuente: Extracto de planos de “Tekla Structure”.

Figura 3-14. Plano de montaje.

3.4.2. Planos de fabricación

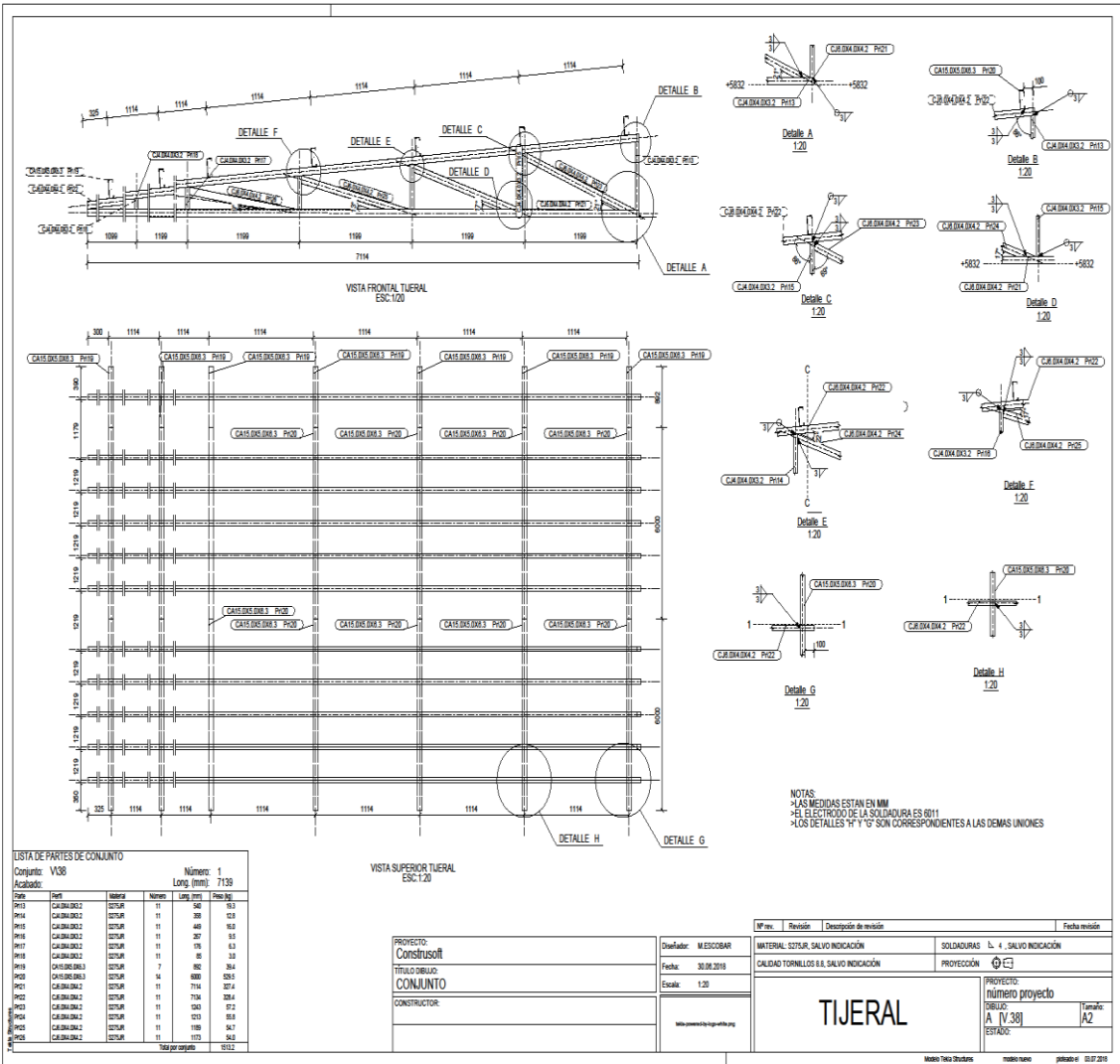
Los planos de fabricación que se hicieron fueron 5, cada uno de ellos tiene un conjunto diferente señalado en el plano de montaje, estos planos contienen la información requerida para la fabricación de cada parte estructural, además cada uno de ellos posee un listado del propio conjunto en donde cada parte de diferencia por una marca, lo cual, facilita la identificación de cada una de las partes.

Por otro lado, el rotulo de cada conjunto entrega el peso total de cada uno ellos, información muy útil para la elaboración del presupuesto y del análisis de esfuerzos.



Fuente: Extracto de planos de “Tekla Structure”.

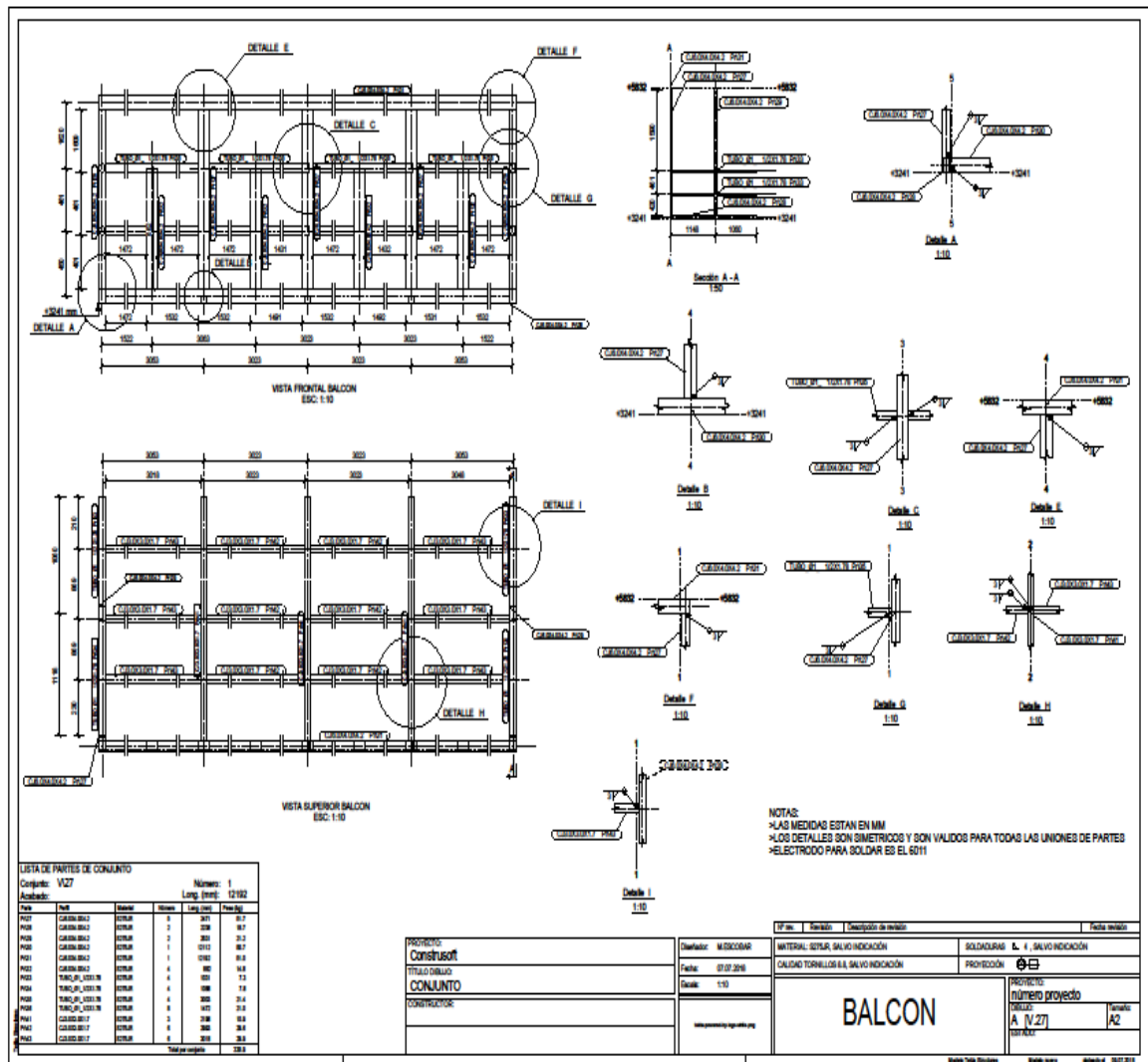
Figura 3-15. Conjunto “Plataforma 2”.



Fuente: Extracto de planos de “Tekla Structure”.

Figura 3-17. Conjunto “Tijral”.

Para mayor detalle ver ANEXO J: TIJRAL.



Fuente: Extracto de planos de “Tekla Structure”.

Figura 3-18. Conjunto “Balcón”.

Para mayor detalle ver ANEXO K: BALCON.

3.5. COSTOS DEL PROYECTO

Para la determinación de los costos, el presupuesto que se realizó fue basado en el que se ha enseñado en la clase de “costos y presupuesto”, agregando algunos ítems del “listado de valores referenciales de costos de construcción para proyectos PPFF”.

3.5.1. Costos directos

Tipo de gasto que tiene una relación directa a la realización y producción de los productos o servicios que ofrece la empresa. Los costos directos se componen por la materia prima y mano de obra.

La materia prima es el costo de los materiales incorporados en el producto final. Se le llama materia prima directa a los componentes más significativos del producto final, que han sufrido transformaciones de su estado original y que son fácilmente identificables y cuantificables. Los materiales que se utilizaron en el diseño se mencionan en la siguiente tabla con sus respectivas cantidades y valores.

Tabla 3-4. Costos materiales.

Materiales Nota	Tabla de valores			Peso		Valor		
	Cantidad	Unidad	Descripción	Unidad	Total	Unidad	Unitario	Total
	36	m	Perfil cuadrado 100x3		319	kg	33600	201600
	88	m	Perfil rectangular 200x50x3		990	kg	35600	534000
	63	m	Perfil L 50x3		141	kg	8064	88704
	2	m ²	PL12		197	kg	174528	523584
	1	m ²	PL10		40	kg	145440	145440
	33	m	Tubo diametro 1"x0,88		29	kg	4312	25872
	44	m	Perfil 30x2		75	kg	6300	50400
	22	m	Perfil cuadrado 40x3		71	kg	12375	49500
	91	m	Perfil costanera 150x50x20		595	kg	15084	241344
	260	m	Perfil rectangular 60x40		1092	kg	15837	696828
	2	m	Perfil cuadrado 75x3		10	kg	24750	24750
	73	m	Perfil rectangular 150x50x3		652	kg	33600	436800
Un saco de cemento equivale a 25 kg	700	kg	cemento 1,56m ³ x340+170		700	kg	2250	63036
un cubo de gravilla equivale a 2500 kg	2733	kg	Gravilla 1,56m ³ x1095+1025		2733	kg	11000	22000
Cubo de arena equivale a 1600 kg	2025	kg	Arena 1,56m ³ x715+910		2025	kg	14000	28000
	507	L	Agua 1,56m ³ x200+195		507	kg	735	372645
	30	unidad	Discos de corte 0,007x4211,5kg			unidad	300	9000
	11	unidad	Brochas 134,1m ² x40,02			unidad	850	9350
1 galon rinde 30 m ²	12	galon	Amicorrosivo (134,1m ² x2)/23			galon	25470	305640
2 galon rinde 40 m ²	12	galon	Esmalte (134m ² x2)/23			galon	12460	149520
	64	kg	Soldadura E6011 0,015x4211,5			kg	1850	117475
container 40'	4	unidad	Container de 40'			unidad	1000000	4000000
							total neto	8086488
							total UF	291,8

El costo de la materia prima es de \$8.086.488.

Fuente: Elaboración propia en base a costos de materiales.

Tabla 3-5. Costo de mano de obra.

Operaciones	Tabla de valores				
	Descripción	Calculo	H-H	Valor H-H	Unitario
Especialidad					Total
Despeje de terreno	Limpieza de terreno	238m ² x2604	4		2604 619752
Retiro de escombros	Retiro de basura	3m ³ x11308	4		11308 33924
Fundaciones	Replanteo, trazado	86mx3542	4		3542 304612
Excavaciones	Excavaciones fundaciones manual	1.56m3x7845	16		7845 12238
Emplantillado	1m ³	1m ³ x61153	8		61153 61153
Hormigon H-20		1.56m ³ x79487	16		79487 124000
Fabración	Estructura	0.22HHx4211	927	3982	3689442
Limpieza mecanica	134 m ²	134.1m ² x0.25	34	3982	133477
Pintura	Anticorrosivo	11.65x6HH	70	3982	278501
Pintura	Esmalte	11.65x6HH	70	3982	278501
		Total	1152		5402199
		Total UF			194.9

La mano de obra está referida al personal que está involucrado directamente en la transformación de la materia prima.

Fuente: Elaboración propia en base a costos de mano de obra.

El costo de la materia prima tiene un costo de \$ 5.402.199.

El total de los costos directos es la suma de la materia prima y mano de obra, equivale a la suma de \$ 13.488.687.

3.5.2. Costos indirectos

Estos afectan el proceso productivo del producto final que posteriormente se vende, estos no se pueden asignar de manera directa al producto. Los costos indirectos que fueron tomados en cuenta para la elaboración del presupuesto fueron los siguientes, servicios de fabricación que para el caso se hace el siguiente calculo.

Servicios de fabricacion = 0,08x(materiales + mano de obra)

Tabla 3-6. Costos de servicio de fabricación

Materiales	8086488
Mano de obra	5402199
Servicio de fabricacion	1079095
Total Servicio de fabricación UF	38.9

Fuente: Elaboración propia en base a costos de servicio de fabricación.

El valor de los servicios de fabricación es de 1.079.095.

Los servicios generales se calculan de la siguiente manera. El precio unitario de HH para los servicios generales es de \$1500.

Servicios generales = precio unitario HHx cantidad de HH

Tabla 3-7. Costo de servicios generales.

Total HH	Servicios generales	Valor UF servicios genreales
1152.9	1729350	62.4

Fuente: Elaboración propia en base a costos de servicios generales.

El valor de los servicios generales es de \$1.729.350.

Por último, están los gastos generales; para el cálculo de este último se hace de la siguiente manera. El precio unitario de HH para los gastos generales es de \$2.000.

Gastos generales = precio unitario HHx cantidad de HH

Tabla 3-8. Costos de gastos generales.

Total HH	Gastos generales	Valor UF gastos generales
1152.9	2305800	83.2

Fuente: Elaboración propia en base a costos de gastos generales.

El costo total de los gastos generales es de \$2.305.800.

A continuación, se muestra una tabla donde muestra el total de los costos directos e indirectos.

Tabla 3-9. Tabla resumen de costos.

Costos directos	13488687
costos indirectos	5114245
Total	18602932
Total UF	671

Fuente: Elaboración propia en base a datos de resumen de costos.

La suma de los costos directos e indirectos es de \$18.602.932.

3.5.3. Imprevistos y utilidad

Los imprevistos siempre se deben incluir dentro de los presupuestos, estos pueden cubrir gastos no considerados o algún hecho no premeditado con anterioridad. El cálculo para los imprevistos se hace de la siguiente forma, considerando un 3%.

Imprevistos = (costos directos + costos indirectos)x0.03

Tabla 3-10. Costos de imprevistos.

Costos directos	13488687
costos indirectos	5114245
Imprevistos	558088
Imprevistos UF	20

Fuente: Elaboración propia en base a costos de imprevistos.

El costo total de los imprevistos asciende a la suma de \$558.088.

Las utilidades es un porcentaje de margen de ganancia, este depende de cuánto la persona quiera ganar dinero, pero este debe rondar entre los 7% y 20%. Para el caso se utiliza un porcentaje del 15% de utilidad.

Utilidad = (costos directos + costos indirectos + imprevistos)x0,15

Tabla 3-11. Utilidad obtenida.

Costos directos	13488687
costos indirectos	5114245
Imprevistos	558088
Utilidad	2874153
Utilidad en UF	103.7

Fuente: Elaboración propia en base a utilidad obtenida.

El costo de las utilidades es de \$2.874.153.

Para culminar con el capítulo de costos se calcula el costo total del proyecto, este contempla todos los ítems anteriores que se muestran a continuación. El costo total tiene un valor neto de \$22.035.173.

Tabla 3-12. Costo total.

Costos directos	13488687
costos indirectos	5114245
Imprevistos	558088
Utilidad	2874153
Total	22035173
Total UF	795.1

Fuente: Elaboración propia en base a costos totales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo presenta un proceso de desarrollo que se marca en cada capítulo y que va validando cada objetivo propuesto al comienzo, partiendo del primer capítulo con la idea general del proyecto que se quiere desarrollar, representada a través de los objetivos y marco teórico (normas y leyes), estas son de suma importancia debido a que delimitan y dirigen la idea principal del diseño de la casa de container a través de las normas.

Siguiendo con el desarrollo de idea principal, pasa por la ingeniera básica la cual es el siguiente paso del proceso de desarrollo de idea en ingeniería, esta permite plasmar la idea en documentos como bosquejos manuales, planos arquitectónicos, layout y plano de ubicación, algo no tan profundo, pero más preciso que el primer capítulo, a medida que avanzan los capítulos el proyecto debe ir detallándose cada vez más, partiendo de lo general a lo particular. Además de la representación gráfica de la casa, también debe quedar establecido el proceso constructivo que se necesita para el desarrollo de la construcción de la casa.

La utilización del software “Tekla” y “AutoCAD” en la confección de los planos son herramientas muy potentes y precisas que no solo ayudan en la parte gráfica, sino que también registran todos los materiales utilizados en el diseño en una tabla que muestra el tipo de parte, la medida, la cantidad total y el peso de este mismo, esta información para el desarrollo de cualquier proyecto bien diseñado evita errores de cálculo de materiales que se traduce en pérdidas de dinero, ya que, si no se calcula bien la cantidad de material, a la hora de construir puede que falte o sobre. Además, la información se utiliza para la confección de un presupuesto más preciso.

Para finalizar el proceso está la ingeniería de detalles que concluye toda la fase de preparación del proyecto antes de ser construido, esta precisa en mayor detalle los antecedentes, como el diseño de la estructura para la casa, en esta etapa se debe validar la estructura para la casa en base a la NCh 203, utilizando nuevamente un software BIM “Mechanical Simulation”, se comprobó que la estructura cumple con la norma chilena, una vez validado el modelo se procede a establecer los planos de montaje y fabricación que son los que presentan todos los detalles para la fabricación de las partes y montaje de estas.

Recomendaciones: Todo proyecto de ingeniería debe pasar por este proceso antes de ser construido, ya que, este hace desarrollar la idea de lo más general a lo particular, sin este, el proyecto pierde coherencia y posiblemente se cometa un error de cálculo.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ ARISMENDI Miranda, Jorge Alberto. Influencia de fibras sintéticas de poliolefina, en la resistencia a la compresión y flexo tracción en hormigones grados H20, H25 y H30. Tesis (Ingeniero Constructor) Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, 2008.

- ❖ ARQUITECTURAENACERO.ORG. Acero corten [En línea]. <http://www.arquitecturaenacero.org/sites/default/files/adjuntos/78_acero.corten.pdf>

- ❖ INFANTE Páez, Jair Duván. Elementos de unión para contenedores de carga marítimo. Proyecto final de master (Arquitectura) Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya, 2014.

- ❖ BLOG.IS-ARQUITECTURA.ES. Tin Can: Construir una casa utilizando 3 contenedores [En línea]. <<http://blog.is-arquitectura.es/2014/02/24/como-hacer-una-cabana-con-tres-contenedores-de-carga/>>

- ❖ Instituto Nacional de Normalización (Chile). Dibujos técnicos - Principios generales de representación. NCh 1193. Of.93-ISO 128. Santiago, Chile: 2003.

- ❖ Instituto Nacional de Normalización (Chile). Acero para uso estructural - Requisitos. NCh 203-2005. Santiago, Chile: 2005.

- ❖ Instituto Nacional de Normalización (Chile). Dibujos Técnicos- Soldaduras - Representación simbólica en dibujos. NCh 1333.Of94 ISO 2553. Santiago, Chile: 1994.

- ❖ COMUNIDADANDINA.ORG. Manual sobre Control de Contenedores [En línea]. <<http://www.comunidadandina.org/DS/Manual%20Contenedores.pdf>>.

- ❖ CARMONA. Karen. Etapas de un Proyecto de Ingeniería [Diapositivas]. Viña del mar, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María Departamento de Diseño y Manufactura. 2015.

- ❖ TUMAYAN, Alejandro. Winebox Valparaíso apresta su zarpe sobre la bahía porteña [En línea]. Revista electrónica de vinos chilenos. <<http://www.todovinos.cl/wp2/2017/03/07/winebox-valparaiso-apresta-su-zarpe-sobre-la-bahia-portena/>>. 2017
- ❖ NETTO, Ricardo Santiago. Fisicanet. [En línea]<https://www.fisicanet.com.ar/fisica/elasticidad/ap01_elasticidad.php>
- ❖ AZA, Gerdau. Compendio de Normas para productos de acero. GERDAU AZA. (3).

ANEXOS

Listado de documentos adjuntos:

-  **ANEXO A: VISTAS CONTAINER**
-  **ANEXO B: LAYOUT DE CASA**
-  **ANEXO C: PLANO DE UBICACIÓN**
-  **ANEXO D: PLANO DE DISEÑO**
-  **ANEXO E: PLANTA ARQUITECTONICA**
-  **ANEXO F: VARIABLES INGRESADAS**
-  **ANEXO G: PLANO DE MONTAJE**
-  **ANEXO H: PLATAFORMA 2**
-  **ANEXO I: PLATAFORMA 1**
-  **ANEXO J: TIJERAL**
-  **ANEXO K: BALCON**

