

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



**Propuesta técnico-económica de
un proyecto de vivienda
emergente basada en
contenedores marítimos**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Jonathan Alexander Salas Montrym

DIRECTOR(A) DE TESIS

Dra. Ana Beatriz Carrera Aguilar



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Dedicatoria

Contenido

Introducción	5
I. Vivienda, desastres naturales y refugiados climáticos en México	5
1.1 Vivienda en México	5
1.1.1 Definiciones y tipos de vivienda	6
1.1.2 La vivienda en términos económicos y sociales	8
1.1.3 Condiciones actuales y necesidades futuras en materia de vivienda	11
1.2 Desastres Naturales en México y los damnificados.	17
1.2.1 Riesgo de Desastres en México	18
1.2.2 El sismo del 19 de septiembre del 2017	19
1.2.3 Damnificados y su necesidad de vivienda	22
1.3 Cambio Climático y Refugiados	23
1.3.1 Conceptos básicos	23
1.3.2 Causas y efectos del cambio climático	24
1.3.3 Refugiados climáticos	26
II. Contenedores marítimos, sustentabilidad y la industria de la construcción	27
2.1 Características generales	28
2.1.1 Acerca de los contenedores	28
2.1.2 Tipos de contenedor y sus especificaciones.....	29
2.1.3 Utilización, vida útil, costo y desecho	33
2.2 Contenedores y su uso en proyectos de edificación	35
2.2.1 Un poco de historia	35
2.2.2 Casos de Éxito.....	35
2.3 Industria de la construcción y su impacto ambiental	43
2.4 Sustentabilidad	45
2.4.1 Definición.....	45
III. Evaluación del Proyecto	46
3.1 Perfil del Proyecto	48
3.1.1 Presentación.....	48
3.1.2 Objetivos y Alcance	50

3.1.3 Limitaciones.....	51
3.2 Anteproyecto	51
3.2.1 Estudio de Mercado	52
3.2.1.1 Análisis de la demanda	53
3.2.1.2 Análisis de la competencia	56
3.3 Estudio Técnico	58
3.3.1 Análisis de disponibilidad y costo de insumos	59
3.3.2 Identificación y descripción del proceso	59
3.3.3 Organización.....	60
3.4 Estudio Económico.....	60
3.4.1 Determinación de costos.....	61
3.4.2 Inversión total inicial: fija y diferida	63
3.5 Evaluación económica y financiera	74
3.5.1 Periodo de recuperación de la inversión y Valor Presente Neto (VPN)	75
3.5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)	76
3.5.3 Relación Beneficio-Costo.....	78
IV. Conclusiones	79
V. Bibliografía	81
VI. Anexos.....	83
6.1 Estudio de Mercado	83
6.1.1 Resultados	83
6.1.1.1 Demográficos.....	83
6.1.1.2 Afectación por el sismo	84
6.1.1.3 Percepción del Proyecto.....	85
6.2 Cuestionario	85

Introducción

En la Ciudad de México existe una crisis en materia de vivienda. Desde los barrios populares que se caracterizan por la falta de planeación, la utilización de materiales de baja calidad y un proceso constructivo deficiente, hasta los barrios opulentos que, a pesar de sus costos exorbitantes, la edad de sus construcciones y la falta de mantenimiento adecuado las hacen vulnerables a la falla. Se volvió aparente tras el terremoto del 19 de septiembre de 2017 que no sólo en nuestra ciudad, sino en el país entero, es necesario replantear cómo se construye, se debe abordar el tema de la carencia que existe en materia de vivienda y es imperativo comenzar a proponer soluciones a este problema. El presente trabajo busca hacer justo eso al evaluar la factibilidad técnica y económica de un proyecto de vivienda emergente a partir de contenedores marítimos de segunda mano que pueda ser parte de una solución a lo mencionado anteriormente.

Su objetivo principal es mostrar que la solución que se plantea es viable y responde de manera adecuada a la crisis en materia de vivienda que se vive hoy en día en nuestro país. Partiendo de un enfoque distinto al que se tiene en la construcción en la actualidad, se pretende crear espacios habitables que permitan que un gran número de personas puedan tener acceso a un hogar digno y de calidad, que sea funcional y sobre todo seguro ante eventuales desastres naturales. Esto se busca a través del replanteamiento de cómo se ha venido construyendo vivienda de interés social en México y propone la utilización de contenedores marítimos de segunda mano como estructura principal, permitiendo así la construcción de viviendas modulares, altamente replicables, seguras y a un menor costo que el de una casa-habitación construida por métodos convencionales y en un tiempo considerablemente menor también.

Por las razones antes descritas, este trabajo aborda la problemática actual que enfrenta nuestro país, se exploran las características de los contenedores marítimos y cómo pueden ser replanteados como materia prima para la construcción de espacios habitables y a su vez, se realiza la evaluación de un proyecto denominado CÚBICO que pretende abastecer a la Ciudad de México de vivienda accesible, sustentable y de la más alta calidad partiendo del uso de dichos contenedores marítimos para su construcción.

I. Vivienda, desastres naturales y refugiados climáticos en México

1. 1 Vivienda en México

El concepto de vivienda se puede definir, en términos generales, como un lugar protegido o una construcción acondicionada para que en ella habiten personas. Es importante ver más allá del simple concepto de qué es la vivienda y verlo más como un indicador socio-económico que no solamente constituye una necesidad básica que debe ser provista por parte de cualquier gobierno para la población,

sino también como un reflejo de la estabilidad económica y social de cualquier país. La vivienda podría ser considerada entonces como toda construcción que cuente con paredes y techo en el cual las personas tengan refugio de los elementos naturales, seguridad, lugar para almacenar sus pertenencias y un espacio íntimo que permita el desarrollo de vida personal, y es algo a lo que, al menos en nuestro país, todo ciudadano tiene derecho. Sin embargo, no es la realidad latente para todos. En el presente apartado se aborda el tema de vivienda en México, definiciones y tipos de vivienda que existen en nuestro país, su rol en la economía, hasta cifras oficiales que puedan ofrecer una perspectiva de las necesidades sobre este tema y dejar claras las razones de este trabajo de investigación como solución o respuesta a dichas necesidades.

1.1.1 Definiciones y tipos de vivienda

La definición formal del concepto de vivienda ha sido debatida ampliamente tanto en círculos políticos como académicos y las ideas que a ella corresponden van desde cuestionamientos éticos y morales de lo que debe o no considerarse “vivienda digna”, hasta las de carácter más operativo que abordan la cuestión de cómo debe registrarse, en términos legislativos, el inmueble llamado vivienda. Dentro de esta gama de ideas se encuentran diversos puntos de vista intermedios sobre los aspectos funcionales que debe cubrir la casa-habitación.¹ El artículo 4º de la Constitución Política Mexicana establece el derecho de toda familia “... a disfrutar de una vivienda digna y decorosa [...]. La ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo”. Sin embargo, al analizar de cerca este artículo, no se establece qué es exactamente lo que se considera digno y decoroso, dada la subjetividad de ambos términos, especialmente en un contexto pluricultural como es el de la sociedad mexicana. Es decir, los términos “digno” y “decoroso” necesariamente tienen significados diferentes para alguien que se encuentra en un estrato social bajo y, por otra parte, algo totalmente distinto para alguien que goce de los privilegios de un estrato social alto.

En respuesta a esto, el Programa Sectorial de Vivienda (2001-2006) precisa que el concepto de vivienda digna se refiere a “el límite inferior al que se pueden reducir las características de la vivienda sin sacrificar su eficacia como satisfactor de las necesidades básicas, no suntuarias, habitacionales de sus ocupantes”. Y además señala que una vivienda digna deberá cumplir necesaria y simultáneamente con los siguientes requerimientos: “1) estar ocupada por una familia, 2) no tener más de 2.5 habitantes por cuarto habitable, 3) no estar deteriorada, 4) contar con agua entubada en el interior, 5) contar con drenaje, y 6) contar con energía eléctrica”.²

En adición a la definición antes mencionada, el Programa ofrece una clasificación que hace referencia a seis tipos de vivienda que van desde la “básica”, siendo esta la más elemental, y subiendo jerárquicamente pasando por la “social” y la “económica”, la “media”, la “media-alta” y, por último y en la cima de la

¹ Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, "Definición", en Vivienda [Actualización: 22 de febrero de 2006], en www.diputados.gob.mx/cesop/

² SEDESOL, Programa Sectorial de Vivienda (2001-2006), Secretaría de Desarrollo Social, México, 2001, 153.

jerarquía, la “residencial”. Todas estas definiciones varían en términos de su superficie en metros cuadrados según lo que se presenta a continuación:

- Vivienda básica: hasta 30m²
- Vivienda social: de 31 a 45 m² (corregir el superíndice)
- Vivienda económica: de 46 a 55m²
- Vivienda media: de 56 a 100m²
- Vivienda media-alta: de 101 a 200m²
- Vivienda residencial: aquella que rebase los 200m²

Por otra parte, la comisión de la LIX Legislatura propuso en febrero de 2005, en la expedición de la nueva Ley General de Vivienda, un concepto distinto y un tanto más completo de lo que es, o debería ser, considerado vivienda digna, decorosa y adecuada. Esta definición ya cubría aspectos como seguridad jurídica, infraestructura y equipamiento, habitabilidad, seguridad física, protección de riesgos estructurales y climáticos, accesibilidad a todos los sectores de la población, condiciones ambientales, ubicación adecuada, respeto a los procesos productivos atendiendo a los rasgos culturales y locales de la población atendida y, sobre todo, se señaló que la superficie se determinará tomando en cuenta el valor catastral del terreno en cada región del país.³ No obstante, en el dictamen final establece que “se considerará vivienda digna y decorosa la que cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de construcción, habitabilidad, salubridad, cuente con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a su propiedad o legítima posesión, así como protección física ante los elementos naturales potencialmente agresivos”.

Los expertos internacionales, por su parte, ofrecen una perspectiva diferente al inclinarse por el uso de un término que tiene más que ver con operación y que definen como “vivienda adecuada”. La visión que tiene la comunidad internacional hace de la vivienda adecuada algo más que un simple lugar para resguardarse del medio ambiente y plantea una definición más enfocada a las condiciones de construcción y equipamiento con los que cuentan las viviendas y se concentra menos en las consideraciones éticas, morales y normativas. Para ellos significa también contar con un espacio privado, espacio suficiente, accesibilidad y seguridad adecuada, estabilidad y durabilidad estructural, iluminación y ventilación suficiente, infraestructura básica como lo es abastecimiento de agua, desecho de residuos, energía eléctrica suficiente, factores apropiados de calidad del ambiente y relacionados con la salud, todo ello a un costo razonable.⁴

Si se analiza la visión de la comunidad académica, la discusión toma un tinte más ético, basándose en la funcionalidad con la que debe cumplir una vivienda para esta considerarse digna o adecuada. Estas

³ LIX Legislatura de la Cámara de Diputados, Dictamen de la iniciativa de Ley General de Vivienda, febrero 2005.

⁴ Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Hábitat II), Programa de Hábitat, 1996, p. 38.

condiciones incluyen la protección, saneamiento, bienestar, independencia, posibilidad de inserción e interacción social, pero se enfoca principalmente en términos de seguridad patrimonial.⁵

Y para terminar, se tiene la definición más extendida para términos de registro y evaluación de la vivienda. Esta definición del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) señala que la vivienda es aquel espacio delimitado normalmente por paredes y techos de cualquier material, con entrada independiente, que se utiliza para vivir; esto es, dormir, preparar los alimentos, comer y protegerse del ambiente.⁶ Esta es una definición simplista y demasiado básica para abarcar todo el trasfondo que conlleva lo que es en realidad la vivienda y lo que debería de ser. Sin embargo, es importante señalar esta definición ya que viene de parte de uno de los organismos más relevantes y respetados de recopilación y análisis de información estadística que tiene nuestro país.

Entonces, el concepto de vivienda es sumamente complejo y no se puede observar simplemente para conformar un espacio mediante paredes y un techo, sino que el espacio debe de proveer a las personas que habitan en él, de necesidades básicas para que en ella puedan desarrollarse física, mental y social de una manera integral. En los siguientes incisos seguiré explorando los conceptos que conlleva la vivienda, de dónde venimos, cómo estamos y hacia dónde vamos en materia de vivienda en nuestro país, para con esto tener una idea clara de lo que necesitaremos en el futuro y así poder plantear soluciones que satisfagan dichas necesidades.

1.1.2 La vivienda en términos económicos y sociales

De acuerdo con el Centro de Estudios de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable (CEDRUS), la vivienda en México y en el mundo es uno de los principales problemas económicos y sociales de los países, sus regiones y sus ciudades. En México, el 75% del uso de suelo es destinado a la vivienda y de ahí su importancia. Además de que la vivienda es uno de los principales activos que forman el patrimonio de las familias y en general se considera incluso un ahorro y una inversión para preservar sus recursos.⁷

De acuerdo con el Programa de Labores 2016, presentado por la Comisión Nacional de vivienda, durante el 2015 el sector se consolidó como un motor de crecimiento económico de la economía mexicana. Los indicadores económicos generalmente asociados con la vivienda han presentado cifras favorables: durante octubre del año en cuestión, el Indicador Global de Actividad Económica (IGAE) del sector de la construcción tuvo un incremento del 2.2% con respecto al mismo mes del año anterior. Al mismo tiempo, al décimo mes del año el indicador de la construcción había aumentado en un 3.4%, cifra superior a la economía en su

⁵ Para el análisis de este tipo de concepción de vivienda ver: Schteingarth, Martha y Marlene Solís, *Vivienda y familia en México: un enfoque socio espacial*, INEGI, El Colegio de México, Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, México 1994; COPLAMAR, *Vivienda y necesidades esenciales en México*, Vol. 3, Siglo XXI, México 1982; Coulomb, René, "Políticas de vivienda y necesidades habitacionales" en *Ciudades*, núm. 4, Red Nacional de Investigación Urbana, México, 1989; entre otros.

⁶ INEGI, *XII Censo general de población y vivienda 2000*, México, 2001.

⁷N/D. (2012). *Vivienda*. enero 23, 2018, de Centro de Estudios de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable Sitio web: <http://www.economia.unam.mx/cedrus/investigacion/propuestas-politica/vivienda.html>

conjunto, que fue de 2.5% para el mismo periodo. Estas cifras fueron impulsadas significativamente por el subsector edificación que, en el mismo periodo y de acuerdo con su indicador de actividad industrial tuvo un incremento del 4.3%. En la figura 1 se muestra el indicador global de la actividad económica según datos del Banco de Información Económica para el año 2015. Se puede apreciar que la construcción lidera la actividad económica en dicho año.

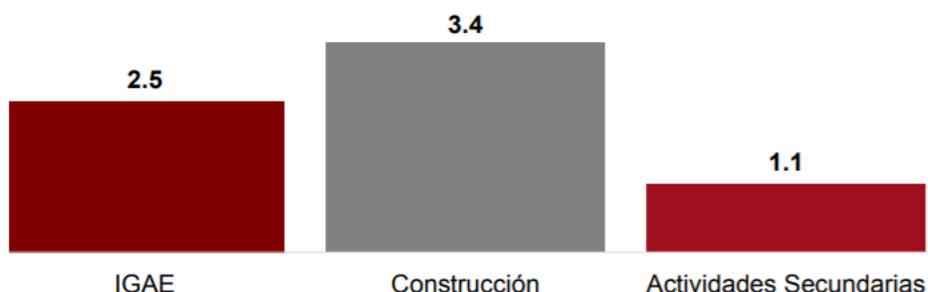


Figura 1. Indicador global de la actividad económica. (BIE-INEGI, 2015)

Según datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), al cierre del 2015 se habían registrado 1.5 millones de empleados formales en el sector de la construcción, cifra que significó un aumento del 8.7% con respecto del año anterior. De los 733 mil empleos formales que fueron generados en nuestro país durante el 2015, un 16% de ellos provinieron de la industria de la construcción.

Cuando se habla de datos macroeconómicos y de su desempeño en el sector, es posible observar que el desempeño positivo puede verse reflejado en indicadores de oferta y demanda. Si se presta atención a la oferta, es evidente que para noviembre del 2015 el registro de vivienda se colocó en 553.4 mil viviendas, significando así un 25% más que el mismo mes del año anterior. Este incremento fue resultado principalmente del dinamismo de las obras que se encontraban en proceso, cuya aportación a dicho crecimiento fue de 14.5%, seguido por las viviendas concluidas, que supusieron a su vez un crecimiento de 8.8% del incremento antes mencionado. Lo anterior se puede observar en la figura 2 que se presenta a continuación.

Periodo	En proceso hasta 50%	En proceso hasta 99%	Terminadas recientes	Terminadas antiguas	Total
Nov-14	143,724	95,495	83,226	120,291	442,736
Nov-15	207,831	103,125	89,478	152,991	553,425
Aportación a Crecimiento (porcentaje)	14.5	1.7	1.4	7.4	25.0

Figura 2. Inventario por situación de avance, 2014-2015 (CONAVI, 2015).

Es importante ahora considerar la ubicación de las viviendas y el avance que ha habido en este rubro. Actualmente el 80.9% de las viviendas en inventario se localizan en perímetros de contención urbana. En la

figura 3, que se muestra a continuación, se aprecia que esta cifra refleja un crecimiento del 8.5% con respecto al mismo mes del año anterior, por lo que se puede apreciar la tendencia de la población a emigrar hacia las grandes urbes del país.

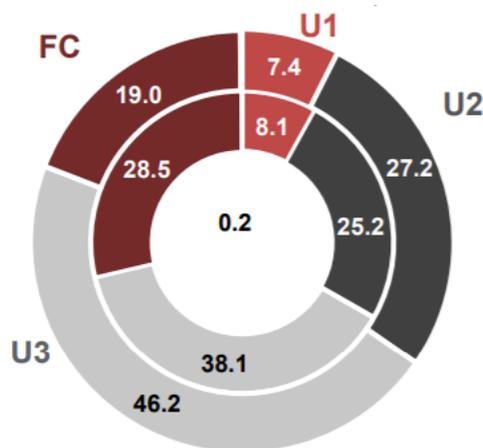


Figura 3. Inventario por perímetros de contención urbana, 2014-2015 (CONAVI, 2015)

En contraste con la oferta, en lo que corresponde a la demanda, los financiamientos alcanzaron un monto de 259.9 millones de pesos al décimo mes del 2015; es decir, un incremento del 8.6% con relación a octubre del año anterior. Esto es posible observarlo en la siguiente figura:

2014	2015	Variantes	
		Absoluta (mmdp)	Porcentaje
239.3	259.5	20.6	8.6

Figura 4. Financiamientos a la vivienda enero-octubre en Miles de millones de pesos de (CONAVI, 2015).

En otro sentido, con cifras preliminares a diciembre del 2015, el Programa de Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para Vivienda – que para el ejercicio 2016 cambia su nombre a Programa de Acceso al Financiamiento para Soluciones Habitacionales— benefició a 201,308 hogares con un subsidio para una solución habitacional, lo que se traduce en una inversión de 11,007.1 millones de pesos.

En comparación con años anteriores y debido a un análisis detallado de las necesidades habitacionales que existen en el país, el año 2015 resultó ser un año importante en el ejercicio del Programa. Algo que vale la pena mencionar es que ha sido evidente el aumento en la participación de la ciudadanía joven, ya que el 40% de los subsidios que fueron otorgados durante este año a personas menores de 30 años de edad. Al mismo tiempo, dada la movilidad laboral y las condiciones de ingreso limitadas a las que tienen acceso ciertos grupos poblacionales que les impiden adquirir una vivienda en el corto plazo, se ha trabajado más

en el desarrollo y puesta en marcha de distintas modalidades. Por ejemplo, el esquema de subsidio para la renta de vivienda, mediante el cual se han beneficiado más de 3 mil hogares.⁸

En vista de lo anterior, es claro que si bien la situación económica y social que gira en torno a la vivienda ha ido en constante progreso y que gracias a programas sociales e incentivos de financiamiento cada vez hay más gente que puede acceder a una vivienda, aún es necesario implementar nuevas estrategias que se fundamenten en ideas innovadoras para que el porcentaje de personas que tengan la posibilidad de adquirir una vivienda se convierta en el 100%. La implementación de regulaciones, programas e incentivos está teniendo un efecto positivo; sin embargo, todavía hay mucho que hacer en materia de vivienda para asegurar que este sector continúe siendo un motor que detone el crecimiento y desarrollo económico y social de nuestro México. El siguiente apartado se refiere a un análisis del panorama actual de vivienda en nuestro país sobre vivienda existente y, por otra parte, la que debe de ser construida para satisfacer las necesidades de la población mexicana.

1.1.3 Condiciones actuales y necesidades futuras en materia de vivienda

Es de vital importancia conocer las condiciones actuales en las que se encuentra nuestro país, para tener una idea clara de dónde estamos, de cómo es que se llegó a estas condiciones y así poder establecer claramente un punto de partida y los pasos necesarios para poder alcanzar los objetivos que se establezcan a partir de este tipo de análisis. En México, el INEGI es el órgano oficial más relevante cuando se trata de levantamientos estadísticos en materia de población, vivienda, actividades económicas, entre otras. En su esfuerzo por recopilar dicha información, el INEGI es responsable de desarrollar y ejecutar en México el Programa de los Censos Nacionales. Los censos constituyen un procedimiento de generación de estadísticas que permite recabar información de todas y cada una de las unidades de observación de la población objeto de estudio. El Programa se conforma por tres censos: Censos Económicos y Censos Agropecuarios que se llevan a cabo cada cinco años y el Censo General de Población y Vivienda, llevado a cabo cada diez años desde 1883, año en el que la Dirección General de Estadística expide su reglamento y con la excepción de 1920, época de la Revolución Mexicana. Para los propósitos de este trabajo y en específico de este inciso, se analizará tanto la información recabada por el INEGI en su último Censo de Población y Vivienda 2010, como información obtenida del Programa Nacional de Vivienda 2014-2018, presentada por el Presidente de la República el 11 de febrero 2013, la cual presenta un nuevo modelo enfocado a promover el desarrollo ordenado y sustentable del sector; a mejorar y regularizar la vivienda urbana; así como a construir y mejorar la vivienda rural.⁹

Para tener una buena perspectiva de la condición actual del país en materia de vivienda, es necesario abordar el tema de rezago habitacional, que de acuerdo con lo que nos dice el Sistema Nacional de

⁸ Comisión Nacional de Vivienda (2016). Programa de Labores 2016. Ciudad de México: N/D, pp.5-6.

⁹ SEDESOL, Programa Nacional de Vivienda (2014-2018), Secretaría de Desarrollo Social, México, 2013.

Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), se refiere a las viviendas que cuentan con alguna(s) de las siguientes características:

- **Materiales deteriorados:** construidas con paredes de material de desecho, lámina de cartón, carrizo, bambú, palma, barro o bajareque; también se incluyen en esta categoría viviendas construidas con techo con material de desecho, lámina de cartón, palma o paja.
- **Materiales regulares:** Viviendas construidas con paredes de lámina metálica, de asbesto, o de madera; viviendas construidas con techo de lámina metálica o de asbesto, madera, tejamanil o teja; además de viviendas con piso de tierra.
- **Precariedad en espacios:** Viviendas con hacinamiento, definido como aquellas viviendas en donde la relación (número de residentes) / (número de cuartos) es mayor a 2.5; además se considera una vivienda precaria en espacios, si no cuenta con excusado.

De acuerdo con el Programa de Labores 2016, elaborado por la Comisión Nacional de vivienda, para el año 2014 en México existían 31.6 millones de viviendas, de las cuales 8.96 millones se podrían considerar con características de rezago habitacional; es decir, el 28.4% del total, cifra sustancialmente alta para un país en vías de desarrollo.

Según los diferentes tipos en los que se puede clasificar el rezago habitacional, los mismos que se mencionaron anteriormente, se tiene que 0.8 millones de viviendas presentan materiales deteriorados. Tradicionalmente las soluciones asociadas a este tipo de rezago son las viviendas nuevas, construidas por desarrolladores, o autoproducciones. Existe también la opción de rentar una vivienda que no presente rezago; sin embargo, en términos generales la cifra mencionada significa que se deberán de construir al menos el mismo número de viviendas, es decir, 0.8 millones para dar solución a este problema. Por otra parte, existen 7.2 millones de viviendas construidas con materiales regulares, cuya solución asociada es la remodelación mediante el uso de nuevos y mejores materiales. Adicionalmente existen 0.9 millones de viviendas con precariedad de espacios, mismas que requieren algún tipo de ampliación para mejorar la situación. Ejemplos de esto podrían ser la construcción de un cuarto de baño o bien, la construcción de un cuarto para evitar el hacinamiento, fenómeno recurrente en la sociedad de bajos recursos mexicanos que consiste en la acumulación exagerada de bienes innecesarios. A continuación se muestra un gráfico en el cual se presentan las cifras antes mencionadas.

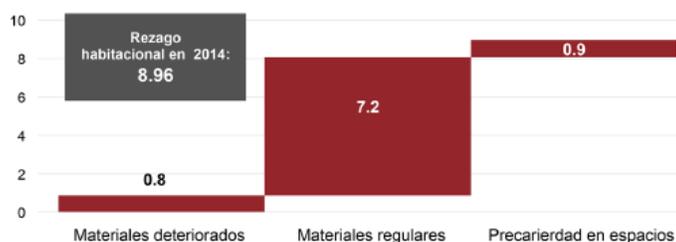


Figura 5. Rezago habitacional en México (CONAVI, 2015).

Si nos remontamos a años anteriores, podemos ver que la tendencia al rezago habitacional en nuestro país ha ido en decremento. Considerando que en el año 2008 el 33.5% de las viviendas particulares presentaban algún tipo de rezago, pasó a 28.4% en el 2014, significando así una mejora del 5.1% como se muestra en el siguiente gráfico. Estas cifras, aunque es verdad que presentan una mejora, siguen siendo inaceptables desde el punto de vista de cualquier persona que viva en estas situaciones de precariedad. A continuación se muestra dicha mejora:

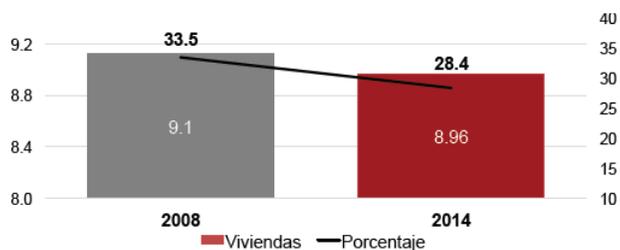


Figura 6. Rezago habitacional histórico (CONAVI, 2015)

Si bien es cierto que el rezago ha disminuido en su conjunto, debe enfatizarse que sus componentes han seguido la misma trayectoria a lo largo de los años pero de manera diferenciada. Si comparamos los porcentajes de viviendas con rezago, separando por cada tipo y analizando las cifras en el año 2008 versus las cifras que se tuvieron en el año 2014 podemos ver que el porcentaje de viviendas con materiales deteriorados pasó de 4.2 a 2.7%; es decir que tuvo una variación de -35.5%, mientras que para las viviendas con materiales regulares los porcentajes fueron de 25.5 a 22.9%, significando así una variación -10.2%. Por último, el porcentaje de las viviendas en condiciones de precariedad de espacios pasó de 3.8 a 2.8% en los seis años mencionados, resultando así en un cambio de -26.2% como lo muestra la siguiente figura.

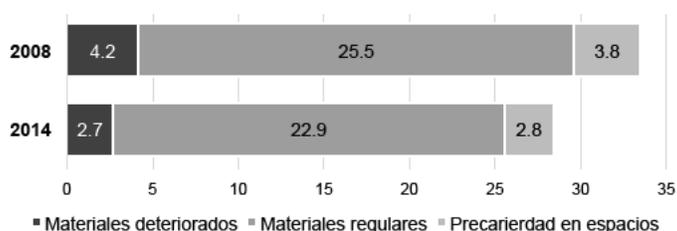


Figura 7. Evolución del rezago según su tipo (CONAVI, 2015).

Por supuesto que el rezago habitacional varía por estado, puesto que su desarrollo no es el mismo. Se puede pensar que para las grandes zonas urbanas del país como lo son la Ciudad de México, previamente conocido como el Distrito Federal, Guadalajara, en Jalisco y Monterrey, en Nuevo León, presentarían un menor índice de rezago dado al grado de desarrollo que se tiene en ellos. Sin embargo, observando la siguiente gráfica es posible observar que eso no es del todo cierto.

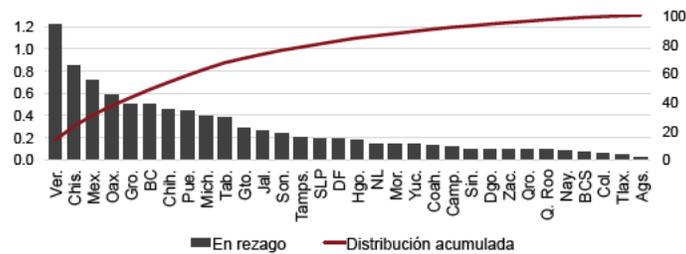


Figura 8. Rezago habitacional por entidad federativa en millones de viviendas (CONAVI, 2015).

Se puede observar que las entidades federativas que más presentan rezago habitacional son: Veracruz, Chiapas y Estado de México, quienes agrupan el 30.9% o bien, 2.8 millones de viviendas. Si se añaden a éstas las viviendas en que presentan rezago habitacional en los estados de Oaxaca, Guerrero, Baja California y Chihuahua se alcanza un total de 4.8 millones de viviendas en condiciones precarias; es decir, el 53.7% del total. Si se procede a observar el otro extremo del gráfico, las entidades federativas que menos rezago presentan son: Aguascalientes, Tlaxcala, Colima, Nayarit, Quintana Roo, Baja California Sur y Querétaro, que juntos agrupan a penas un 5.0% del rezago total. Se observa también que los estados donde se encuentran las principales ciudades del país, en términos de desarrollo e industria, se encuentran en medio del gráfico.

Este es un problema que tiene que ver en gran medida con el aumento poblacional desmedido que se presenta en muchas zonas de nuestro país, mismo que resulta en una cantidad limitada de trabajos, que a su vez lleva a una situación económica carente para muchas personas. Aunado a esto existe una falta de afiliación por parte de la población a organismos que otorguen algún tipo de financiamiento para poder acceder a la vivienda como lo son INFONAVIT, FOVISSSTE, Pemex o ISSFAM, que no ha variado sustancialmente desde el 2008 y que para el año 2014 correspondía al 76% de las viviendas que presentaron algún tipo de rezago.

Por otra parte, en términos de la situación económica que presentaron los habitantes de viviendas rezagadas, en 2014 el 83.6% de las viviendas en rezago estaban habitadas por personas con ingreso de hasta 2.6 veces el Salario Mínimo Mensual General del Distrito Federal (SMMGDF), tomando como base el ingreso del jefe del hogar principal de cada vivienda para llegar a esta cifra. Al mismo tiempo, en el 12.2% de las viviendas el ingreso del jefe del hogar principal oscilaba entre los 2.6 y 5 SMMGDF, y el 4.1% contaba con ingresos mayores a los cinco salarios mínimos mensuales. Si esto se compara con los resultados que se obtuvieron en el 2008, podemos ver un contraste significativo ya que para los tres casos antes mencionados, los porcentajes fueron de 75.4%, 17.0% y de 7.6% respectivamente de los habitantes que percibían más de los 5 SMMGDF.

En términos de población, es posible observar en la figura 9, que para el año 2014 el porcentaje de personas con carencia tanto en espacio, como en calidad de la vivienda se mantiene.



Figura 9. Población con carencia por calidad y espacios en la vivienda (porcentaje) en los años 2010 y 2014 (CONAVI, 2015).

Se aprecia que aunque existe una diferencia de prácticamente 3% entre la población que presentó carencias por calidad y espacios en la vivienda entre el 2010 y el 2014, en este último año aún presentaba este tipo de carencias el 12.3% de la población, cifra que continúa siendo alarmante.

En cuanto a los componentes con los cuales se identifica estas carencias, la siguiente gráfica muestra una comparativa también entre el 2010 y el 2014 de cómo se fueron componiendo estas carencias para los segmentos de la población antes mencionados.

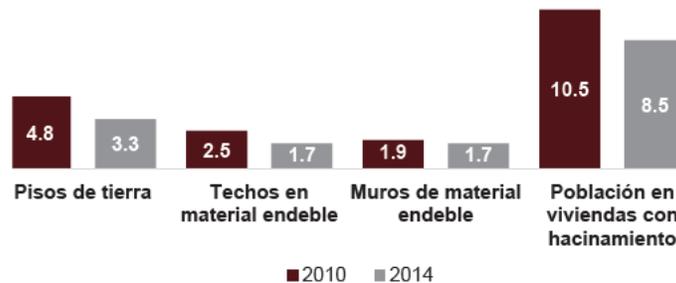


Figura 10. Población con carencia por calidad y espacios en la vivienda por componente en los años 2010 y 2014 (CONAVI, 2015).

Si bien se presenta un alto índice de rezago que va de la mano con los materiales con los cuales está construida la vivienda, el mayor índice se presenta en viviendas donde existe hacinamiento. Esto es un problema que se debe enfrentar con medidas que van más allá de simplemente ampliar o remodelar una vivienda y suponen soluciones que apelen a temas que van más de la mano con la educación.

Nuestro país, aunque considerado un país en vías de desarrollo, sigue presentando altos porcentajes de viviendas que no tienen acceso a servicios básicos; es decir, que no cuentan con electricidad, abastecimiento de agua y drenaje. En las siguientes dos figuras se muestra, como fue en el caso de las dos anteriores, una comparativa entre los años 2010 y 2014 con un enfoque tanto general como también uno que divide la falta de servicios en sus diversas componentes.



Figura 11. Población con carencia por servicios básicos de la vivienda (porcentaje) en los años 2010 y 2014 (CONAVI, 2015).

Se puede apreciar que aún en el 2014 el 21.2% de la población habitaba en viviendas que carecían de servicios básicos. Y si observamos las componentes, en todos los casos ha disminuido el porcentaje, salvo el indicador de viviendas sin chimenea cuando se utiliza carbón o leña para cocinar los alimentos, situación que lleva también a problemas de salud en la población que presenta dicha carencia.

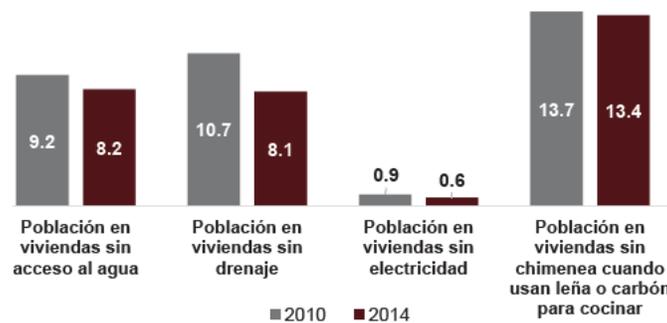


Figura 12. Población con carencia por servicios básicos de la vivienda por componente en los años 2010 y 2014 (CONAVI, 2015).

Para terminar este inciso se retoma lo mencionado anteriormente, que es la importancia de contemplar la dinámica del crecimiento poblacional que se tiene en México. Si se analiza cómo se ha comportado a lo largo de los años este indicador, se pueden estimar las necesidades que se tienen actualmente y extrapolar para identificar aquellas que se tendrá en un futuro. En el caso del Plan de Trabajo del 2016, se presenta un análisis hasta el 2030. Si bien para esta fecha la tendencia del crecimiento poblacional es hacia la baja, pero no debe tomarse a la ligera, puesto que el número de viviendas que requerirá la población seguirá siendo considerable y demandará la atención de aquellos que se dedican tanto a realizar políticas públicas, como la de aquellos que realizan labores de construcción y desarrollo de vivienda y deberán de prestar especial atención a aquellas viviendas que serán ocupadas por el sector de la población de bajos ingresos, ya que este es el más propenso a caer en situaciones de rezago.

Considerando un escenario de crecimiento modesto, según la figura 13 que se presenta a continuación para el año 2030 se estima que el número de viviendas particulares habitadas será de 40.9 millones, cifra que equivale a la creación de 529 mil nuevas viviendas cada año a partir del 2015.

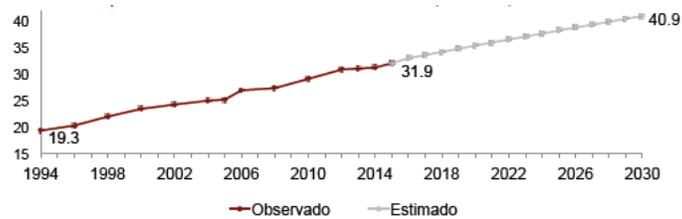


Figura 13. Viviendas particulares habitadas (millones) (CONAVI, 2015).

En conclusión, es posible observar que aunque la tendencia indica la mejora de la situación de vivienda en México, aún queda mucho por hacer. La necesidad que tiene la población de contar con una vivienda digna seguirá creciendo y será necesario darle respuesta mediante la implementación de políticas públicas ambiciosas y la implementación de nuevas y mejores propuestas encaminadas a que los porcentajes de personas sin acceso a la vivienda, o que presente rezagos habitacionales disminuyan a tal punto de ser erradicados.

Por estas razones, este trabajo se orienta en la propuesta de una solución innovadora, distinta a lo convencional, accesible, económica, digna y decorosa que satisfaga las necesidades presentes como futuras de la sociedad mexicana en materia de vivienda.

1.2 Desastres Naturales en México y los damnificados.

En vista de los eventos telúricos que se registraron en México en septiembre de 2017 y los resultados desafortunados a partir de él, es importante examinar y conocer de una manera más detallada los fenómenos de tipo natural que ocurren en nuestro país y analizar cómo estos afectan social, política y económicamente nuestro contexto. Aun teniendo como ejemplo el sismo del 85, que tomó por sorpresa al país e hizo notar lo poco preparado que estaba para responder ante eventos de este tipo, casi exactamente treinta y dos años después, México fue tomado desprevenido nuevamente haciendo evidente que no se han aprendido las lecciones de antaño y que siguen habiendo deficiencias en la forma de construir vivienda. Es indispensable entonces, comenzar a atacar dichas limitantes y explorar alternativas de construcción que resulten en estructuras duraderas que aseguren la seguridad de quienes las habitan.

Este tipo de desastres afectan a la población de diversas maneras, desde trastornos psicológicos resultantes del impacto que tienen, pasando por pérdidas humanas que son imposibles de recuperar. Cabe destacar las pérdidas materiales y económicas, que si bien afectan al país entero, significan pérdidas sumamente importantes para el sector más desprotegido de nuestra sociedad, debido a que muchas veces suponen la pérdida del patrimonio entero de incontables familias que difícilmente tendrán la oportunidad de recuperar lo perdido. El análisis de estos fenómenos es de vital importancia para entender su incidencia en México, cómo responden a ellos el gobierno y la sociedad civil y cómo es que afectan directa o indirectamente las

condiciones de vivienda en el país. En términos generales, en este trabajo se hace referencia al riesgo que existe en nuestro país debido a la incidencia de desastres naturales, lo propensa que se encuentra la población con respecto a la ubicación geográfica y la respuesta de los afectados frente a estas contingencias. Posteriormente se abarca un enfoque más específico, tomando como pieza central el sismo del 19 de septiembre de 2017 y en los resultados desastrosos que lo precedieron, hablando específicamente de la población que lo perdió todo.

1.2.1 Riesgo de Desastres en México

Debido a la ubicación geográfica del territorio nacional, éste está sujeto a una gran variedad de fenómenos que pueden ocasionar desastres. Al ser parte del llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, México se ve afectado por una fuerte actividad sísmica y volcánica. Dos terceras partes del país tienen un riesgo sísmico significativo debido principalmente a que en la conjunción de las placas tectónicas de Cocos y Norteamérica, localizada en las costas del Océano Pacífico, se generan un gran número de terremotos. Por otra parte, en las distintas épocas geológicas en el territorio nacional han existido un sinnúmero de volcanes y catorce de ellos han hecho erupción en tiempos históricos y se consideran activos o representan zonas activas¹⁰.

A su vez, la ubicación de nuestro país en una zona intertropical hace que esté sujeto a la incidencia de huracanes y tormentas tropicales que se generan tanto en el Pacífico, como en el Atlántico y el Golfo de México. Los efectos de estos fenómenos, así como las lluvias intensas que se generan a partir de ellos se sienten principalmente en las Zonas Costeras del Pacífico, el Golfo de México y el Caribe Mexicano; sin embargo, en ocasiones llegan a afectar también el interior del territorio. De los 25 ciclones que en promedio llegan cada año a las costas de nuestro país, cuatro o cinco llegan a penetrar en el territorio y causar daños severos. Las lluvias intensas que se presentan acompañando estos ciclones suponen riesgos de inundaciones y deslaves importantes y en muchos casos son independientes de la actividad ciclónica y más bien se generan durante la temporada de lluvias (mencionar los meses que abarca la temporada de lluvias en el país). En un sentido opuesto, existe también debido a la escasez de lluvias el fenómeno de sequía que afecta principalmente las actividades agrícolas que se llevan a cabo dentro del país. Aunado a este fenómeno se encuentran los incendios forestales que se presentan año con año en la temporada de estiaje y que en algunos casos han alcanzado magnitudes extraordinarias, ocasionando no solo pérdidas de zonas boscosas, sino también pérdidas humanas y materiales.

Los desastres que se mencionan anteriormente son ocasionados por la naturaleza y por lo mismo suelen llamarse *desastres naturales*, sin embargo, en su desarrollo y consecuencias tiene mucho que ver la acción del hombre. Otro tipo de desastre que se genera directamente a partir de la acción humana y principalmente por la actividad industrial y el manejo de sustancias volátiles, corrosivas, o tóxicas que esta implica. Estos desastres se han llegado a conocer como desastres antropogénicos o tecnológicos. En México

¹⁰ Centro Nacional para la Prevención de Desastres. (2014). Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. México, D.F.: Secretaría de Gobernación.

la progresiva industrialización, aunada a las carencias socioeconómicas, ha dado lugar a una fuerte incidencia de este tipo de desastres y es por eso que vale la pena mencionarlos. Existen también en nuestro país, aunque en menor medida, los desastres de tipo sanitario y los desastres socio-organizativos. Aunque, para los propósitos de este trabajo de investigación, el enfoque principal descansa en los desastres de carácter natural, siendo los más significativos los de tipo geológico, especialmente los sismos.

1.2.2 El sismo del 19 de septiembre del 2017

El pasado septiembre del 2017 será un mes que por siempre formará parte de la memoria colectiva mexicana debido a la ocurrencia de no uno, sino tres terremotos que azotaron varias entidades federativas, dejando daños significativos tanto a infraestructura pública como privada, miles de personas sin hogar y cobrando cientos de vidas. Fue sin embargo la tarde del 19 de septiembre que pasará a la historia como uno de los días más trágicos en la historia de México.

En punto de las trece horas con catorce minutos el sismo del 19 de septiembre, con epicentro en la latitud 18.40N y longitud 98.72W, a una profundidad de 57 kilómetros y a una distancia de 12 kilómetros al sureste de Axochiapan, Morelos, en el límite con el estado de Puebla, comenzó lo que sería una muy larga semana y todavía más largo mes para los mexicanos. Fue en ese momento que se repitió un suceso, casi exactamente 32 años después, del que mucho se recuerda pero poco se hablaba. A pocas horas de un simulacro de sismo llevado a cabo a una escala nacional en el que participaron millones de personas desde sus hogares, escuelas y trabajos, tomando a muchos por sorpresa.

De acuerdo con investigadores de los Institutos de Geofísica e Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, la ruptura del sismo del 19 de septiembre de 2017 ocurrió dentro de la placa oceánica de Cocos (i.e. sismo intraplaca), por debajo del continente, a una profundidad de 57 km. Los sismos intraplaca, de profundidad intermedia, se producen por esfuerzos extensivos a lo largo de la placa de Cocos. Las fallas geológicas asociadas a estos sismos se conocen con el nombre de "fallas normales".

Es preciso mencionar que estudios realizados para sismos intraplaca en México muestran que, por año, la probabilidad de que la intensidad de las sacudidas en la Ciudad de México debidas a este tipo de terremotos sea grande es muy similar a la de los sismos típicos de subducción, como el de 1985, entre otros. Esto implica que el peligro sísmico en la capital, asociado a los sismos intraplaca (como los del 7 y 19 de septiembre de 2017), es tan grande como el de los sismos más comunes que ocurren bajo las costas del Pacífico mexicano.¹¹

¹¹ Cruz, V., Krishna, S. & Ordaz, M. (2017). ¿Qué ocurrió el 19 de septiembre de 2017 en México?. Febrero 7, 2018, de Ciencia UNAM Sitio web: <http://ciencia.unam.mx/leer/652/-que-ocurrio-el-19-de-septiembre-de-2017-en-mexico->

Con una escala de 7.1 grados en la escala de Richter, el sismo del 19 de septiembre del 2017 fue sustancialmente de menor escala que el que ocurrió el mismo día 32 años antes, que tuvo una escala de 8.0. Sin embargo, los daños parecieron ser mucho más notorios.

¿A qué se le atribuyó esto? Gracias a una importante red de acelerógrafos y sismómetros instalados y al esfuerzo de sismólogos e ingenieros mexicanos en esta ocasión se pudo entender mejor lo sucedido. Como es ampliamente sabido entre ingenieros civiles y la comunidad científica, una de las herramientas utilizadas por los ingenieros estructurales para calcular la resistencia de edificaciones y diseñarlas apropiadamente es la aceleración máxima (A_{max}) del suelo, producida por las ondas sísmicas. En 1985 la aceleración máxima registrada en Ciudad Universitaria, que como sabemos se encuentra sobre suelo firme, fue de 30 gal; es decir, 30 cm/s². Mientras que la aceleración máxima que se registró en la tarde del 19 de septiembre de 2017 fue de 57 gal. En términos prácticos, el suelo en Ciudad Universitaria experimentó el doble de aceleración que 32 años antes. El hecho de que la Ciudad de México está construida sobre suelo blando de los viejos lagos que existieron en el valle y que este tipo de suelos amplifican ampliamente las ondas sísmicas, resultó así en increíbles daños.

Para dar una mejor idea, dicha amplitud de las ondas sísmicas con periodos cercanos a dos segundos en la Zona de Lago, o bien la zona que abarca las colonias Roma y Condesa y hacia el centro de la ciudad y la colonia Doctores, puede llegar a ser 50 veces más grande que en partes de la ciudad construidas sobre suelo blando. Además, es sabido que las ondas se amplifican también al atravesar suelo firme de la periferia de la CDMX, aunque en menor medida. Esto significa que con respecto a lugares lejanos de la ciudad, la amplitud en la Zona de Lago puede alcanzar incrementos de hasta entre 300 y 500 veces. Esta característica que tienen las ondas sísmicas nos explica el por qué en algunos lugares de la ciudad las aceleraciones del suelo provocadas por el sismo del 2017 fueron menores que las del 85 y por qué en algunas otras zonas fueron mucho mayores.

Y ¿esto qué significa para las edificaciones? Es importante resaltar que la aceleración máxima del suelo no es necesariamente la aceleración que experimentan los edificios y lo que pone en riesgo su estabilidad. Por el simple hecho de que las edificaciones son de tamaños y formas variados, el cómo reacciona cada uno de ellos ante un sismo varía significativamente. En términos generales se ha observado que ondas con un periodo de oscilación mayor, afectan a estructuras de mayor altura. Por lo contrario, ondas sísmicas con periodos cortos de oscilación afectan a edificios de menor tamaño. Para identificar qué estructuras pudieron haber sido dañadas, los ingenieros civiles recurren a los llamados “diagramas de aceleraciones espectrales”, que les dan una idea de las aceleraciones que se pudieron experimentar en las azoteas de edificios de distintas alturas. De acuerdo con esto, las aceleraciones que experimentaron edificios de 1 a 12 pisos cercanos a la estación de Ciudad Universitaria (suelo firme) fueron en promedio de 119 gal, aproximadamente dos veces mayor de lo que se registró en 1985. En contraste, los edificios de este tipo localizados en la zona de lago (suelo blando) experimentaron una aceleración promedio de 188 gal, similar al 85.

Por otra parte, edificios más altos de entre 12 y 20 pisos localizados en suelo firme experimentaron una aceleración 30% menor en el 2017 que en 1991, siendo la mayor diferencia entre ambos terremotos la aceleración que experimentaron los edificios de este tipo en suelo blando¹².

Ya que se sabe qué es lo que ocurrió la tarde del 19 de septiembre del 2017, por qué ocurrió y cómo afectó a las edificaciones de la Ciudad de México, es importante ahora abordar el tema de los daños. Según un artículo de Animal Político¹³ y de acuerdo con cifras oficiales, el sismo cobró la vida de 369 personas. La Ciudad de México fue la más afectada con 228 muertes, seguida por el estado de Morelos con 74, Puebla después con 45 y por último los estados de México, Guerrero y Oaxaca, dejando un total de 22 víctimas. Además de las muertes provocadas por el sismo del 19 de septiembre, se registraron también 102 víctimas fatales resultantes del sismo del 7 de septiembre, ocurrido apenas unos días antes.

Además de las fatalidades que ocasionó el sismo, al menos 5 mil 765 viviendas fueron afectadas únicamente en la Ciudad de México. De esta cifra casi el 40%, o 2 mil 273 viviendas sufrieron daño total, el resto solamente daños parciales. El jefe de gobierno de la ciudad, Miguel Ángel Mancera, señaló que existieron 44 puntos con derrumbes o colapsos en la capital. Nueve de estos al menos son investigados por homicidio culposo debido a fallas en la estructura resultado de violaciones a la normatividad, o bien, deficiencias en su construcción. Por si no fuera poco, el sismo causó daño a 16 mil planteles educativos, 53 centros de salud presentaron daños mayores, 6 millones de personas sufrieron cortes al suministro del agua y otros 4.8 millones se quedaron sin servicio de electricidad.

Esto da pie a pensar en las posibles deficiencias de la infraestructura y la falta de preparación y respuesta ante eventos de este tipo sin mencionar el aire de corrupción, falta de legalidad e impunidad que rodea a la industria de la construcción en nuestro país. ¿Será que las normas actuales de construcción no son lo suficientemente estrictas, o más bien, que la gente que se encarga de hacer que se cumplan estas normativas se está quedando corta a la hora de realizar su trabajo? Otra realidad es que muchos de los daños ocurrieron en zonas marginadas y dónde habitan personas de escasos recursos que no pueden acceder a los servicios de un ingeniero a la hora de construir sus casas y que muchas veces también sin permiso alguno construyen sin apearse a las normas y cómo ellos mismos o su albañil de confianza lo saben hacer. Esto último resulta lamentablemente en infraestructura deficiente y en sus respectivas consecuencias como lo son daños estructurales, fallas del inmueble y en casos extremos, la muerte de sus habitantes. Es por eso que es necesario replantear la normativa actual y proponer alternativas resistentes y económicas para abastecer de vivienda a estas personas y con ello evitar daños catastróficos como los que vimos hace apenas unos meses.

¹² Cruz, V., Krishna, S. & Ordaz, M. (2017). ¿Qué ocurrió el 19 de septiembre de 2017 en México? Febrero 7, 2018, de Ciencia UNAM Sitio web: <http://ciencia.unam.mx/leer/652/-que-ocurrio-el-19-de-septiembre-de-2017-en-mexico->

¹³ Ureste, M. & Aroche, E. (2017). Lo que el #19S nos dejó: las víctimas, daños y damnificados en México. Febrero 7, 2018, de Animal Político Sitio web: <http://www.animalpolitico.com/2017/10/cifras-oficiales-sismo-19s/>

1.2.3 Damnificados y su necesidad de vivienda

Solamente como resultado del sismo del 19 de septiembre del 2017 ahora hay miles de personas que han sido desplazadas y forzadas a dejar sus hogares, sus pertenencias y prácticamente su vida entera. Algunas personas corren con la suerte de tener un estatus socioeconómico privilegiado y tienen la posibilidad de reconstruir sus viviendas o simplemente buscar una nueva. Sin embargo, este no es el caso para la mayoría de las personas que se encuentran en esta situación. La gran mayoría vive con una incertidumbre terrible. Viviendo con conocidos en algunos casos, en tiendas de campaña o viviendas improvisados en muchos otros, o viviendo en riesgo de perder sus vidas debido a que son renuentes de salirse de sus hogares dañados y dejar su patrimonio entero. En este apartado se mencionará uno de los problemas más graves y urgentes a los que se enfrentará la sociedad mexicana en este y los próximos años. Es uno de los eventos que, como en 1985, marcará irremediamente a una generación entera y que, como profesionales de la ingeniería civil en este país, estamos obligados a resolver.

Como se mencionó en el inciso anterior, el sismo del 19 de septiembre del 2017 ocasionó daños severos tanto a la infraestructura del país y a las viviendas de miles de habitantes de la Ciudad de México y de otros municipios de múltiples entidades federativas. Cifras oficiales mencionan que como resultado de los dos temblores que sacudieron al país en septiembre han dejado a su paso 180 mil 731 viviendas dañadas en ocho entidades federativas. De este total 50 mil 610, el 28%, tienen daños totales y el 72% restante presentó daños parciales. Asimismo, se realizaron al menos 2 mil 642 reubicaciones en el primer mes siguiendo lo sucedido.

La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), dijo el pasado 27 de septiembre que más de 250 mil mexicanos se quedaron sin su vivienda y, al día de hoy, se encuentran en situación de pobreza patrimonial. Está de más decir que esta es una situación gravísima. El 17 de octubre, el presidente Enrique Peña Nieto mencionó que los trabajos de reconstrucción ascenderán a unos 48,000 millones de pesos. Según el mandatario, los sismos afectaron a 12 millones de personas en 400 municipios localizados en Chiapas, Morelos, Oaxaca, Ciudad de México, Estado de México, Puebla, Guerrero, Tlaxcala y Veracruz. Únicamente en Oaxaca y Chiapas hubo 21 mil 823 y 18 mil 58 viviendas con daño total, respectivamente.

Tras los eventos telúricos, México recibió ayuda humanitaria y apoyo técnico de al menos 25 países, la Unión Europea, Naciones Unidas, además de más de 3 millones de dólares por parte de los gobiernos de Andorra, Canadá, China, Corea, Francia, Estados Unidos, la Santa Sede y Taiwán, según Transparencia Presupuestaria, una página web que hace seguimiento a los recursos federales para la reconstrucción de México.

Según cifras oficiales de Transparencia Presupuestaria, se aprobaron 6,844 millones 389,946 pesos (más de 359 millones de dólares) en apoyos parciales inmediatos para la ejecución de acciones emergentes, trabajos y obras de carácter prioritario después del terremoto.¹⁴

¹⁴ N/D. (2017). Esto es lo que sabemos a un mes del sismo del 19 de septiembre. febrero 7, 2018, de Expansión Sitio web: <https://expansion.mx/nacional/2017/10/19/esto-es-lo-que-sabemos-a-un-mes-del-sismo-del-19-de-septiembre>

De la información anterior se puede llegar a la siguiente conclusión: los desastres naturales son una fuerza que ha afectado a nuestro país durante toda su historia y lo seguirá afectando en el futuro, potencialmente cada vez más fuerte. Los daños ocasionados por el sismo del 19 de septiembre del 2017 fueron catastróficos. No solamente hubo cientos de muertos, sino que millones de personas fueron afectadas de una u otra manera y como resultado ahora el país se enfrenta a proveer de vivienda a más de un cuarto de millón de mexicanos, una tarea que llevará años enteros, sino es que más tiempo si se considera también el aumento poblacional que ocurrirá durante este mismo tiempo. Es necesario comenzar a plantear soluciones concretas, realistas y obtenibles para resolver esta situación cuanto antes.

1.3 Cambio Climático y Refugiados

El cambio climático es posiblemente el mayor problema al que se enfrenta la generación actual. Al mismo tiempo, es uno de los temas más controversiales de los últimos tiempos debido a la falta de consenso que existe entre la comunidad científica, o bien, a la falta de aceptación del mismo por parte de sociedad y algunas de las élites políticas del mundo. Es por eso que es importante definir al cambio climático, cuáles son sus principales causas y efectos y qué se puede esperar de él en los próximos años, para con esta información plantear estrategias para combatir este problema y alcanzar las metas pactadas a nivel mundial para reducir nuestras emisiones de carbono y comenzar a mitigar los importantes resultados que puede ocasionar potencialmente.

A continuación se aborda brevemente este tema como una posible solución al problema y así contribuir a los esfuerzos para avanzar hacia un futuro más prometedor para México y para el mundo. El uso de contenedores marítimos de segunda mano aporta un aspecto de responsabilidad con el medio ambiente al proyecto que se presenta en este trabajo. Al evitar que los contenedores que han terminado su vida útil sean descartados y terminen por descomponerse después de años de estar ocupando espacio en los puertos. Al utilizarlos como estructura principal para viviendas, es posible integrar en el proceso constructivo prácticas que son sustentables y contribuyen a la mitigación del cambio climático.

1.3.1 Conceptos básicos

Entonces, ¿qué es exactamente el cambio climático? Cuando se habla de cambio climático se refiere a los cambios drásticos y científicamente observables en los patrones climáticos globales que se volvieron más aparentes a partir de mediados del siglo XX y que se deben en gran medida a la actividad humana, específicamente a la quema de combustibles fósiles y ganadería intensiva e industrializada que dan pie a

un incremento de la presencia de gases de efecto invernadero como lo son el dióxido y monóxido de carbono, siendo el primero el más significativo¹⁵.

Para entender mejor el fenómeno de cambio climático, se debe aprender a diferenciar los siguientes dos términos: clima y tiempo. Existe una gran confusión cuando se toca el tema de “calentamiento global”, mientras que en distintas partes del mundo, y más en tiempos recientes, se están viendo frentes fríos extremos que se han caracterizado por romper récords debido a las bajas temperaturas. Esto hace que entonces la gente se pregunte ¿por qué se le denomina “calentamiento global” si se están observando temperaturas tan bajas? Y hasta figuras como el presidente de los Estados Unidos, Donald Trump, utilizan comentarios como éste para mover a las masas y convencerlas de que el problema no existe, lo cual no podría estar más alejado de la realidad.

Esto sucede porque muchas veces no se sabe distinguir entre los dos términos antes mencionados y por eso es necesario enfatizar que cuando se habla de clima se está hablando de los patrones de temperatura y condiciones climáticas que se experimentan a una escala global y a lo largo de muchos años, mientras que de lo que los meteorólogos comúnmente hablan es de tiempo— mal utilizando la palabra clima— y en verdad refiriéndose a esos mismos patrones pero en una pequeña escala (local, regional e incluso nacional) y en un plazo corto (hasta diez días por lo general). Estos patrones son increíblemente difíciles de predecir y es por eso que los pronósticos de “clima” suelen ser erróneos, o pueden cambiar extremadamente rápido. En contraste, los patrones climáticos varían muy poco a través del tiempo, son cuantificables y se tienen registros desde hace cientos e inclusive miles de años.

1.3.2 Causas y efectos del cambio climático

Es difícil señalar exactamente cuántas y cuáles son las causas del cambio climático y cuáles son sus efectos a corto, mediano y largo plazo. Pero lo que es cierto es que muchas de estas causas son muy conocidas y estudiadas y los efectos se vuelven evidentes año tras año a medida de que los eventos naturales son cada vez más extremos.

Se empezará analizando la evidencia, que según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, “la evidencia científica del calentamiento del sistema climático es inequívoca”. De hecho, el 97% de los científicos que se han especializado en el estudio del clima están de acuerdo con que las tendencias a la alza de temperaturas en el siglo pasado se deben en gran medida a la actividad humana, mientras que la mayoría de las organizaciones científicas del mundo han comentado públicamente, apoyando esta hipótesis. Si se observa entonces la evidencia que ha llevado a este consenso de la comunidad científica mundial, habrá que centrarse en el incremento de temperatura global que ha experimentado nuestro planeta. A partir del siglo XIX, la temperatura superficial promedio del planeta ha presenciado un aumento

¹⁵ N/D. (2016). A handy refresher on the basics of climate change. Febrero 6, 2018, de The Climate Reality Project Sitio web: <https://www.climaterealityproject.org/blog/handy-refresher-basics-climate-change>

de 1.1°Celsius, un cambio ejercido principalmente por un incremento en los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera, propiciando condiciones que evitan que gran parte de la energía que recibimos del sol, en forma del calor escapen nuestra atmósfera, ocasionando así un “efecto invernadero” debido principalmente a la quema de combustibles fósiles y otras actividades humanas.¹⁶ Por otra parte existe un incremento en la temperatura de nuestros océanos. Los océanos sirven para absorber gran cantidad de ese calor que es incapaz de escapar la atmósfera. Tanto así, que desde 1969 se ha registrado un incremento de 0.302 grados fahrenheit, en promedio, en los 700 metros superficiales de los océanos. Otra pizca de evidencia es notoria en la reducción de los casquetes polares y en la recesión de los glaciares. Las capas de hielo que cubren a Groenlandia y Antártida han experimentado decrementos en masa. Según datos del *Gravity Recovery and Climate Experiment* de la NASA han demostrado que Groenlandia ha perdido entre 150 y 250 kilómetros cúbicos de hielo entre 2002 y 2005, que la Antártida, a su vez, perdió alrededor de 152 kilómetros cúbicos de hielo entre el 2002 y 2006 y mientras tanto, los glaciares se han ido retrayendo en prácticamente todo el mundo—incluyendo los Alpes Suizos, los Himalaya, los Andes, Alaska e incluso África. Por último, algunos otros síntomas de este cambio son las alzas de los niveles del océano, la disminución de la caída de nieve y como todos hemos presenciado, la incidencia de eventos naturales cada vez más extremos.

Ahora se analizarán las causas. Como se ha mencionado anteriormente, existe un fenómeno llamado el “efecto invernadero” que resulta a partir de la acumulación de gases—principalmente dióxido de carbono—en la atmósfera, que evitan que cierta cantidad de calor proveniente del sol rebote en la superficie del planeta y posteriormente escape la atmósfera. Este fenómeno es vital para la existencia de vida en nuestro planeta; sin embargo, la mayoría de los científicos climáticos concuerdan que la actividad humana es responsable por el incremento de este “efecto invernadero”.

En su Quinto Reporte de Evaluación, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), una asociación de 1,300 científicos especializados en clima de alrededor del mundo y auspiciados por las Naciones Unidas, concluyó que existe más de un 95% de probabilidad de que las actividades humanas a lo largo de los últimos diez lustros han resultado en el calentamiento de nuestro planeta. Las actividades industriales de las cuales depende nuestra civilización moderna han ocasionado que las partículas de dióxido de carbono presentes en la atmósfera pasen de 280 partes por millón a 450 partes por millón en los últimos 150 años¹⁷. Es más, desde hace más de 400,000 años no había estado tan alta esta concentración de dióxido de carbono.

Por último, es necesario hablar de los efectos que resultan de lo mencionado anteriormente. Los efectos son claros y se están viviendo hoy en día. La era de hablar de estos efectos en tiempo futuro ha terminado. El cambio climático global ya ha tenido efectos observables sobre el medio ambiente, como se ha mencionado ya. Pero, ¿qué se puede esperar en los años que vienen? Científicos han predicho que las temperaturas globales seguirán aumentando en las próximas décadas. De hecho, el IPCC ha pronosticado

¹⁶ Shaftel, H. (2017). Climate change: How do we know?. enero 29, 2018, de NASA Sitio web: <https://climate.nasa.gov/evidence/>

¹⁷ Shaftel, H. (2017). A blanket around the Earth. Enero 29, 2018, de NASA Sitio web: <https://climate.nasa.gov/causes/>

un aumento de entre 2.5 y 10 grados Fahrenheit en el próximo siglo. De acuerdo al Panel, los efectos en cada región variarán a lo largo del tiempo, dependiendo de la habilidad que tengan los diferentes sistemas sociales y ambientales a adaptarse al cambio, o bien, mitigarlo. Sin embargo, una cosa es cierta: se seguirá observando un alza de temperaturas alrededor del mundo, cambios en los patrones de precipitación y en las épocas de lluvia y de estiaje, más olas de calor y sequías más intensas, huracanes que azoten más fuerte e intensamente que en años pasados, un aumento de entre dos y cuatro pies del nivel del mar y por último, la posibilidad de que el hielo del Ártico se pierda completamente.

Como es posible apreciar, el cambio climático ya dejó de ser un pronóstico y se ha convertido en una realidad. Pero ¿qué significa para nuestra sociedad esta realidad y este cambio? En el siguiente inciso se abordará el tema de los refugiados resultantes del cambio climático, ya que dicha cuestión es una a la que invariablemente se tendrá que enfrentar nuestro país, especialmente en términos de reubicación y aceptación de víctimas de los efectos del cambio climático y que se resume en una cosa sumamente importante: la necesidad de creación de más vivienda.

1.3.3 Refugiados climáticos

Víctimas de una migración ambiental forzada, los refugiados climáticos por definición son aquellas personas que son obligadas a migrar de sus lugares de origen a otros países o regiones, dejando atrás su hogar, sus pertenencias y su vida entera como resultado de los efectos del cambio climático y el calentamiento global. Estos, a su vez, pertenecen a un grupo más amplio denominado refugiados ambientales, que se compone también por personas que han sido desplazadas por desastres naturales como erupciones volcánicas, terremotos y tsunamis.

Este fenómeno no es precisamente nuevo. De hecho se conoce desde hace tiempo y se ha podido apreciar a lo largo y ancho del mundo. Si se toma como ejemplo Bangladesh y su relación con un incremento en el nivel del mar. En 1995, Isla Bholá estuvo sumergida parcialmente debido a que el nivel del mar aumentó considerablemente, dejando a medio millón de personas sin hogar. Científicos predicen que para el año 2050, el 17% de la superficie de Bangladesh será perdida debido a inundaciones causadas por cambio climático, resultando así en cerca de 20 millones de refugiados de Bangladesh solamente. Sin ir demasiado lejos, el estado de Luisiana, en Estados Unidos cede unos 65 kilómetros cuadrados al mar cada año. La mayor cantidad de tierra firme cerca del Delta Mississippi se está erosionando, repercutiendo así en la pérdida de humedales y por lo tanto resultando en una disminución de la actividad pesquera en la zona, sin mencionar que dicha erosión hace que el estado sea más vulnerable a desastres naturales como el Huracán Katrina, en 2005 y que según FEMA ha sido “el desastre natural más catastrófico en la historia de Estados

Unidos”, dejando un total de 1,833 muertos y destruyendo el 70% de la vivienda ocupada en Nueva Orleans.¹⁸

La Cruz Roja Internacional estima que existen más refugiados ambientales que refugiados políticos que están escapando conflictos armados y otro tipo de situaciones conflictivas. Y para poder tener una idea de la magnitud del problema, el Alto Comisionado para Refugiados de las Naciones Unidas (UNHCR, por sus siglas en inglés) menciona que en el año 2009, siendo el último año en que se realizó un reporte de este estilo a la fecha, alrededor de 36 millones de personas fueron desplazadas de sus lugares de origen debido a desastres naturales. Por otra parte, la comunidad científica estima que para el año 2050 dicha cifra incrementará a unos 50 millones de refugiados de esta índole. Otros reportes incluso indican que podría alcanzar los 200 millones para estas fechas.

Por último, es importante mencionar que si bien el cambio climático es directamente responsable del desplazamiento de personas y la consecuente incidencia de refugiados, también afecta indirectamente a la proliferación de los mismos. ¿Cómo? Debido a lo que se conoce como competencia y conflicto. Básicamente, la idea es que conforme va avanzando y volviéndose más notorio el cambio climático, la competencia que existe por asegurar recursos vitales como lo son el agua, la comida y las tierras donde se puede cosechar o producir ganado irá incrementando significativamente. Esta competencia tiene inevitablemente al conflicto, lo que en torno resulta en el desplazamiento de más personas de sus respectivos lugares de origen, siendo así un bucle de retroalimentación positivo que lleva a más y más refugiados climáticos.

Por lo anterior es indispensable que como país se empiecen a tomar medidas para prever este tipo de fenómenos y eventualidades, porque de una manera u otra México se verá enfrentado con una situación en la que esté forzado a recibir migrantes en un futuro y debe de estar preparado para ello. El presente trabajo busca plantear un proyecto que pueda garantizar las necesidades de vivienda en México, las necesidades resultantes de desastres naturales y también se adelanta a una situación en la que se deba responder a la necesidad de extranjeros que han perdido todo debido al cambio climático. En los siguientes dos capítulos se ahondará más en ello.

II. Contenedores marítimos, sustentabilidad y la industria de la construcción

Hoy en día se dan por hecho muchas cosas debido a la existencia de una sociedad globalizada. La cantidad de bienes y servicios a los que se tiene acceso es impresionante. Desde bacalao noruego en la fiestas decembrinas, flores de Jamaica traídas desde África, hasta quesos franceses y jamón Ibérico que fácilmente

¹⁸ N/D. (2017). Hurricane Katrina Statistics Fast Facts. febrero 6, 2018, de CNN Sitio web: <https://edition.cnn.com/2013/08/23/us/hurricane-katrina-statistics-fast-facts/index.html>

se pueden encontrar y comprar en cualquier supermercado y dispositivos móviles como celulares y tabletas que se diseñan en California, son ensamblados en China y distribuidos en tiendas de autoservicio en el país entero. La realidad es que se tiene acceso a una gran variedad de bienes hoy en día, que hace no mucho tiempo era imposible imaginarse y muchos no saben cómo es que esto se volvió una realidad.

Es posible atribuirle esta realidad a un hombre llamado Malcolm McLean, que a sus 24 años de edad trabajaba como transportista de carga durante la Gran Depresión de los años 30 en Estados Unidos. En una ocasión, Malcolm tenía que transportar bienes de Carolina del Norte a Nueva Jersey, para que estos pudieran ser enviados por buque a otras partes del mundo. Su trabajo consistía en transportar la mercancía, esperar a que esta fuera descargada de su camión y cargada en el barco y posteriormente regresar a Carolina del Norte y repetir todo el proceso nuevamente. Durante el largo tiempo que esperaba a que los bienes fueran descargados y cargados, su enojo era tal que pensó que debía haber una forma más eficaz de realizar esto—una que conllevara menos tiempo y que le permitiera hacer más viajes y así ganar más dinero. En una de estas ocasiones pensó que una solución podría ser subir el camión entero al buque y descargarlo completamente en el puerto de destino. Y fue así que, sin darse cuenta, habría revolucionado la industria del transporte de carga mediante un término que denominó *containerization*, o el uso de contenedores de carga que podrían ser cargados y descargados fácilmente, ahorrando así valioso tiempo y obteniendo más ingresos.

A continuación se hablará de qué son los contenedores marítimos, sus principales características, su vida útil y qué pasa con ellos una vez que dejan de ser utilizados como elementos clave en la industria del transporte de mercancías a una escala global, permitiendo así plantear una idea de proyecto de vivienda utilizando estos contenedores como principal estructura.

2.1 Características generales

2.1.1 Acerca de los contenedores

Los contenedores marítimos o *containers* son estructuras de acero cuyo propósito principal es el de ser recipientes de carga destinados al transporte, tanto nacional como internacional, mediante vías marítimas, fluviales, terrestres y aéreas. Su tamaño y forma varían en longitud y ancho según el uso que se les pretende dar. Sin embargo, desde el año 1967 se han construido de acuerdo a estándares ISO (ISO/TC 104&SC 1) y en cumplimiento de las especificaciones desarrolladas por *el International Maritime Organization (IMO)*¹⁹, de ahí que se conocen también como *ISO containers*.

¹⁹ ISBU Association. (2006). All about shipping containers. 12/01/2018, de ISBU Association Sitio web: <http://www.isbu-association.org/all-about-shipping-containers.htm>

Es importante también hablar de las características que tienen estos contenedores. En general están fabricados de acero corten, aunque existen también algunos hechos de aluminio o de madera contrachapada reforzados con fibra de vidrio²⁰. El piso de los contenedores, en la mayoría de los casos, es de madera. Existen ciertos casos en los que se tiene un piso de bambú. En el interior se coloca un recubrimiento especial que evita la humedad, debido a que los contenedores pasarán la mayor parte de su vida útil a bordo de un barco, atravesando el océano. Posiblemente la característica más distintiva de los contenedores es el *twistlock*, un mecanismo de enganche colocado en cada esquina que les permite ser izados y girados noventa grados por medio de una grúa especial para facilitar su colocación y transporte y evitar tener que cargar y descargar cada contenedor por separado en cada etapa de la cadena de suministros de una mercancía cualquiera.

En cuanto a la carga que soportan, depende mucho del tipo de contenedor, su longitud y su ancho. En términos generales, un contenedor estandarizado de 20 pies soporta un peso bruto máximo de 29 toneladas, incluyendo su peso propio mientras que los contenedores de 40 pies pueden soportar un peso bruto máximo de 32 toneladas. Esto se traduce a que el suelo del contenedor deberá resistir una carga uniformemente repartida de al menos 200kg sobre un área de 600x300mm.²¹

2.1.2 Tipos de contenedor y sus especificaciones

Desde que se comenzó a utilizar este tipo de medio para el transporte de mercancías y a lo largo de su historia ha ido evolucionando de acuerdo a las necesidades del mercado que fue creciendo simultáneamente. Hoy en día existen diferentes tipos de contenedor que dan respuesta a diferentes necesidades de transporte de mercancías a lo largo y ancho del mundo. De dichos tipos conviene resaltar los siguientes²²:

- Dry Container de 20 pies

El más común de la lista, es un contenedor que se utiliza para cargas de todo propósito y su ficha técnica la muestro en la tabla 1 que se presenta a continuación:

Dry Container de 20 pies			
Dimensiones del Contenedor	Ancho	Alto	Longitud
Apertura de puerta (ft)	7' 8 1/8"	7' 6 1/4"	-
Apertura de puerta (m)	2.34	2.29	-
Dimensiones interiores (ft)	7' 8 5/8"	7' 6 1/4"	19' 4 1/4"
Dimensiones interiores (m)	2.34	2.29	5.9

²⁰ Maitsa. (N/D). Principales tipos y características del contenedor. 12/01/2018, de MAITSA Customs Brokerage Sitio web: <http://www.maitsa.com/transitario/que-es-un-container-contenedor-tipos-caracteristicas>

²¹ Ing. José Gustavo Ávila Archundia. (2015). Uso de Contenedores de Carga para Proyectos de Edificación (Tesis de Maestría). Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria

²² IContainers. (2017). The 12 Different Types of Shipping Containers and Their Application. 12/01/2018, de IContainers Sitio web: <https://www.icontainers.com/the-different-types-of-containers/>

Peso del Contenedor	Máximo	Propio	Carga
Peso en libras	52831	4914	47,899
Peso en kilogramos	23,956	2,229	21,727
Volumen del Contenedor	ft³	m³	
Capacidad de Carga	1,172	33.2	

Tabla 1. Características de un contenedor "Dry Container" de 20 pies. (iContainer, 2015).

- Flat Rack de 20 pies

Este tipo de contenedor se utiliza para cargas especialmente pesadas, con exceso de dimensiones, equipo y materiales de construcción y maquinaria pesada. Sus dimensiones y características se presentan en la siguiente tabla:

Flat Rack de 20 pies			
Dimensiones del Contenedor	Ancho	Alto	Longitud
Dimensiones interiores (ft)	8'	7' 3 7/8"	19' 9 3/4"
Dimensiones interiores (m)	2.438	2.233	5.638
Peso del Contenedor	Máximo	Propio	Carga
Peso en libras	99,200	6,400	92,800
Peso en kilogramos	23,956	2,229	21,727

Tabla 2. Características de un contenedor "Flat Rack" de 20 pies (iContainer, 2015).

- Open Top de 20 pies

Este contenedor se utiliza cuando la mercancía que se debe transportar excede la altura estándar del contenedor y se caracteriza por la capacidad de ser cargado desde arriba. En la tabla 3 que se muestra a continuación se pueden observar las dimensiones:

Open Top de 20 pies			
Dimensiones del Contenedor	Ancho	Alto	Longitud
Apertura de puerta (ft)	7' 8 1/8"	7' 6 1/4"	-
Apertura de puerta (m)	2.34	2.29	-
Dimensiones interiores (ft)	7' 8 5/8"	7' 10 1/4"	19' 4 1/4"
Dimensiones interiores (m)	2.352	2.395	5.9
Peso del Contenedor	Máximo	Propio	Carga
Peso en libras	52,897	5,297	47,619
Peso en kilogramos	23,994	2,394	21,600
Volumen del Contenedor	ft³	m³	
Capacidad de Carga	1,172	33.2	

Tabla 3. Características de un contenedor "Open Top" de 20 pies (iContainer, 2015).

- Contenedor Ventilado de 20 pies

Como su nombre lo menciona, este tipo de contenedor es ventilado. Se utiliza para el transporte de mercancías que requieren mantenerse expuestas al aire. Un ejemplo común de este tipo de mercancía son los granos verdes de café. Sus dimensiones y características se muestran en la siguiente tabla:

Ventilated Container de 20 pies			
Dimensiones del Contenedor	Ancho	Alto	Longitud
Apertura de puerta (ft)	7' 8 ½"	7' 6 ¼"	-
Apertura de puerta (m)	2.34	2.29	-
Dimensiones interiores (ft)	7' 8 ⅝"	7' 10 ¼"	19' 4 ¼"
Dimensiones interiores (m)	2.352	2.395	5.9
Peso del Contenedor	Máximo	Propio	Carga
Peso en libras	52,831	4,914	47,899
Peso en kilogramos	23,956	2,229	21,727
Volumen del Contenedor	ft³	m³	
Capacidad de Carga	1,172	33.2	

Tabla 4. Características de un contenedor "Ventilated Container" de 20 pies (iContainer, 2015).

- Contenedor Refrigerado de 20 pies

Utilizado para transportar mercancía que requiere de refrigeración. Sus dimensiones y características se presentan en la siguiente tabla:

Refrigerated Container de 20 pies			
Dimensiones del Contenedor	Ancho	Alto	Longitud
Apertura de puerta (ft)	7' 8 ½"	7' 6 ¼"	-
Apertura de puerta (m)	2.34	2.29	-
Dimensiones interiores (ft)	7'6"	7' 4 ⅞"	17' 11 ⅝"
Dimensiones interiores (m)	2.28	2.33	5.45
Peso del Contenedor	Máximo	Propio	Carga
Peso en libras	67,200	6,970	60,230
Peso en kilogramos	30,480	3,160	27,320

Tabla 5. Características de un contenedor "Refrigerated Container" de 20 pies (iContainer, 2015).

- High-Cube de 40 pies y de 45 pies

Los contenedores tipo *High-Cube* se utilizan para transportar carga que es particularmente alta y larga. Las dimensiones de cada uno se pueden apreciar en las siguientes dos tablas:

High-Cube de 40 pies			
Dimensiones del Contenedor	Ancho	Alto	Longitud
Apertura de puerta (ft)	7' 8 1/8"	8' 6 1/4"	-
Apertura de puerta (m)	2.34	2.56	-
Dimensiones interiores (ft)	7' 8 5/8"	8' 10 1/8"	39' 5 5/8"
Dimensiones interiores (m)	2.352	2.69	12.01
Peso del Contenedor	Máximo	Propio	Carga
Peso en libras	67,196	8,747	58,448
Peso en kilogramos	30,480	3,968	26,512
Volumen del Contenedor	ft³	m³	
Capacidad de Carga	2,694	76.3	

Tabla 6. Características de un contenedor "High-Cube" de 40 pies (iContainer, 2015).

High-Cube de 45 pies			
Dimensiones del Contenedor	Ancho	Alto	Longitud
Apertura de puerta (ft)	7' 9 1/2"	8' 5 3/4"	-
Apertura de puerta (m)	2.37	2.58	-
Dimensiones interiores (ft)	7' 11"	8' 10"	44' 4 3/4"
Dimensiones interiores (m)	2.41	2.69	13.53
Peso del Contenedor	Máximo	Propio	Carga
Peso en libras	74,960	10,910	64,050
Peso en kilogramos	34,000	4,950	29,050
Volumen del Contenedor	ft³	m³	
Capacidad de Carga	3,122	88.4	

Tabla 7. Características de un contenedor "High-Cube" de 45 pies (iContainer, 2015).

- Tank Container de 20 pies

Este tipo de contenedor se utiliza principalmente para albergar y transportar líquidos como lo son aceites y químicos. También sirven para el transporte de algunos tipos de alimentos. Su ficha técnica se muestra en la Tabla 8 que se presenta en seguida:

Tank Container de 20 pies

Dimensiones del Contenedor	Ancho	Alto	Longitud
Dimensiones exteriores (ft)	8'	8' 6"	20'
Dimensiones exteriores (m)	2.43	2.59	6.09
Volumen del Contenedor	Galones	Litros	
Capacidad de Carga	6,450	26,001	

Tabla 8. Características de un contenedor "Tank Container" de 20 pies (iContainer, 2015).

Al mismo tiempo existen contenedores menos comunes como el *open side*, cuya característica principal es que no cuenta con paredes laterales y sirve para mercancía que excede las dimensiones de ancho de un contenedor convencional y el *flexi-tank*, similar al contenedor tipo tanque, que se utiliza para transportar líquidos a granel. Existen también los modelos anteriores, pero con una longitud de 40 pies en lugar de 20.

2.1.3 Utilización, vida útil, costo y desecho

Para poder examinar la posible utilización, o mejor dicho, reutilización de un contenedor marítimo como materia prima en la construcción de vivienda es necesario analizar cómo se utilizan en la actualidad estos contenedores como instrumentos para la carga y transporte de mercancía, cuál es la vida útil promedio de un contenedor y qué se hace con ellos una vez que se ha cumplido dicha vida útil. En el presente inciso hablaré acerca de estos tres factores antes mencionados para así poder entender los factores a los que me tendré que enfrentar en la realización y evaluación de mi proyecto y así poder plantear una solución viable.

Se empezará por mencionar algunos antecedentes. Según información de *Statista*, un portal de estadística y estudios resultantes de más de 18,000 fuentes, en términos de valor el intercambio marítimo global mediante contenedores representa aproximadamente el 60% de todo el intercambio marítimo realizado en el mundo y que se valuó en unos 12 trillones de dólares en el año 2017. La cantidad de bienes que se transporta mediante contenedores ha incrementado de 100 millones de toneladas métricas en el año 1980 a la impresionante cantidad de 1.7 billones (miles de millones) de toneladas métricas en el 2015. No obstante, entre los años 1980 y 2015 el "*deadweight tonnage*", o la carga muerta de los barcos que cargan los contenedores ha incrementado de 11 millones de toneladas métricas a 244 millones, respectivamente. La compañía Danesa APM-Maersk, famosa en parte por la historia de su buque Maersk Alabama que fue secuestrado por piratas Somalíes hace unos años y consecuentemente relatada en una película de Tom Hanks, es la empresa de transporte global más grande del mundo, seguida por MSC, CMA, COSCO y Hapag-Loyd. Además, en 2016 los cinco puertos más importantes en el manejo de mercancía en contenedores estaban basados en Asia. El puerto de Beijing fue el más importante en ese año, procesando alrededor de 37 millones de TEUs*, mientras que el Puerto de Los Ángeles fue el más importante de América al procesar 8.4 millones.²³

²³ N/D. (2017). Container Shipping - Statistics & Facts. febrero 15, 2018, de Statista Sitio web: <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/>

*Las siglas TEU, en inglés, significan Twenty-foot Equivalent Unit. Esto se traduce a Unidad Equivalente de 20 pies, una medida utilizada ampliamente en la industria del transporte marítimo de contenedores.

Con un costo de fabricación de aproximadamente \$2,000 dólares por un contenedor estándar de veinte pies y de \$3,000 por uno de 40 pies, éstos representan una manera sumamente barata de almacenar y transportar bienes. Si se toma en cuenta que al utilizar un contenedor de 20 pies, cada pie cúbico de mercancía a transportar tendría un costo de aproximadamente \$1.71 dólares, mientras que cada pie cúbico transportado en un contenedor de 40 pies de longitud costaría únicamente 80 centavos de dólar, cifras muy atractivas cuando se piensa en el valor que tienen los bienes que se transportan. Los precios antes mencionados se refieren a contenedores nuevos. En cuanto a contenedores usados, su precio varía entre los \$20,000 y \$60,000 pesos aproximadamente, dependiendo del proveedor y de su ubicación, siendo más barato por obvias razones si la cercanía entre el proveedor y el comprador es mayor. Al analizar estas cifras es fácil ver cómo han sido de vital importancia en el crecimiento de la industria y en su subsecuente utilización a nivel mundial como elementos de carga y transporte de mercancía.

A partir de enero del 2016, la flotilla global de barcos cargueros de este tipo contaba 5,239 buques con una capacidad de transportar alrededor de 20 millones de contenedores marítimos estándar, una cifra impresionante que hace pensar en cuánto duran operando y aún más importante, qué se hace con ellos una vez que ya no pueden cumplir su función.

En cuanto a la durabilidad y vida útil de los contenedores, existen muchas opiniones que convergen acerca de en realidad cuánto duran. Esto debido a que es bastante subjetivo y depende de muchos factores, especialmente el uso que se le dé a cada contenedor. Por ejemplo, si un contenedor se utiliza para transportar químicos o sustancias peligrosas, éste tendrá una menor vida útil que otro que se utilice para transportar juguetes o algún otro tipo de mercancía menos peligrosa. Por lo general se admite que duran entre 10 y 20 años, siendo verdad que las compañías que se dedican a rentar contenedores a grandes empresas de transporte los deprecian por lo general a 12 años. Una vez que termina este periodo por lo general dejan de fungir como elementos para transportar mercancía y muchos pasan a realizar otras funciones como almacenamiento. Muchos pueden también ser reparados y continuar transportando carga e incluso existen empresas especializadas en este tipo de reparaciones y mantenimiento.

Pero ¿qué pasa cuando un contenedor deja de servir para mover mercancía de un lado del mundo a otro y no es reparado, o reutilizado para el almacenamiento de bienes? Existe hoy en día una tendencia creciente en múltiples rincones del mundo que consiste en darles una nueva vida a estos contenedores en proyectos habitacionales y comerciales, utilizándolos como estructuras en las cuales pueden vivir, trabajar o desempeñar diversas actividades las personas. En el siguiente inciso se hablará más acerca de esto y se darán algunos ejemplos de cómo, cuándo y dónde se ha logrado esto con resultados excepcionales—desde pequeñas casas unifamiliares, hasta desarrollos hoteleros que albergan a decenas de personas—siendo así una opción viable y una alternativa a la solución de simplemente desecharlos.

2.2 Contenedores y su uso en proyectos de edificación

2.2.1 Un poco de historia

Desde hace ya varias décadas existen ejemplos del uso de contenedores marítimos para el desarrollo de edificaciones. Posiblemente el primer ejemplo de esto fue cuando un residente de Miami patentó su *“Método para convertir uno o más contenedores de acero en un edificio habitable y el producto resultante”* (Phillip C. Clark, 1989), en el cual detalla cómo utilizar contenedores marítimos para realizar proyectos de edificación para que puedan ser habitados por personas.

Desde ese entonces, arquitectos y constructores de todo el mundo han volteado a ver a los contenedores, aprovechando sus características geométricas y el material del cual están contruidos, como materia prima que les permite diseñar y construir espacios atractivos, funcionales y de bajo costo para abastecer a la población de vivienda.

En el siguiente inciso se explorarán algunos casos en México, Norteamérica y algunas otras partes del mundo donde se pudieron implementar de manera exitosa métodos similares al desarrollado por el Sr. Clark para hacer de esto una realidad que atrae la atención de un sinnúmero de personas y que incluso se está volviendo una tendencia en muchos lugares, atrayendo interés especialmente de una población joven que busca adquirir una vivienda digna, cómoda, que satisfaga sus necesidades sin la necesidad de invertir mucho tiempo y dinero y optando por alejarse de la idea de que una casa grande es sinónimo de éxito profesional o poderío económico

2.2.2 Casos de Éxito

Al comenzar a desarrollar este trabajo, se recurrió a internet para encontrar información acerca de personas que han realizado con éxito proyectos de vivienda utilizando contenedores para lograrlo. Sorprendentemente, existe una extensa selección de fuentes—desde páginas de internet a videos de YouTube— en donde incluso se muestran los pasos a seguir para realizar este tipo de construcciones. A continuación se exploran algunos que se asemejan a lo que se busca desarrollar mediante este trabajo de investigación. Desde casos en donde el producto final fue un espacio habitable lujoso, hasta ejemplos de cómo se ha propuesto utilizar contenedores en respuesta a desastres naturales y para reconstruir el estado de Morelos, se puede observar el potencial que tienen estos contenedores para construir vivienda.

1. NOS 1 y NOS 2, de New Old Stock

Fundada por Jeremy Kaplan y Jason Halter en 2014, la compañía New Old Stock busca reinventar la forma en que se diseña y se construye al replantear, rescatar y reutilizar un objeto tan normal como lo es un

contenedor marítimo para generar así un producto completamente fuera de lo común. Su mandato es diseñar y construir espacios pequeños y eficientes, micro-arquitectura, cabañas de retiro o de vacación e incluso micro clústeres urbanos. Estos micro-espacios son realizados mediante el uso de uno o dos ISO contenedores. Mencionan en su página de internet²⁴ que las posibilidades de lo que se puede realizar son virtualmente interminables, mientras que resulta en espacios arquitecturalmente intrigantes que son al mismo tiempo sofisticados, compactos y móviles. Esta última característica siendo una de las más atractivas cuando se trata de este tipo de construcciones. La facilidad con la cual pueden ser transportados y relocalizados en prácticamente cualquier parte del mundo es sumamente atractiva para algunas personas.

¿Cómo lo hacen? Mediante diseño e ingeniería de vanguardia, New Old Stock ofrece unidades *high-cube* de 20' de un solo uso modificadas que son altamente resistentes y manufacturadas de manera sustentable. Mano de obra experimentada y materiales de alta calidad se combinan para mejorar la funcionalidad y la eficiencia de los espacios.

Los contenedores modificados cuentan con ventilación, están bien aislados para resistir la variación de temperatura y en su interior tienen todos los servicios e instalaciones necesarias para su habitabilidad, incluyendo instalaciones sanitarias como excusado y regadera, un pequeño espacio para preparar alimentos e incluso un espacio para albergar una cama *queen-size* cómodamente situada por encima de donde se guarda un pequeño tinaco.

A continuación se muestran algunos planos y fotografía tanto de su modelo NOS2 que tiene un valor de entre \$30,000 y \$40,000 dólares y el NOS1 con valor de hasta \$70,000 dólares dependiendo de los materiales y acabados que se soliciten.

Comenzando con el Modelo NOS1.

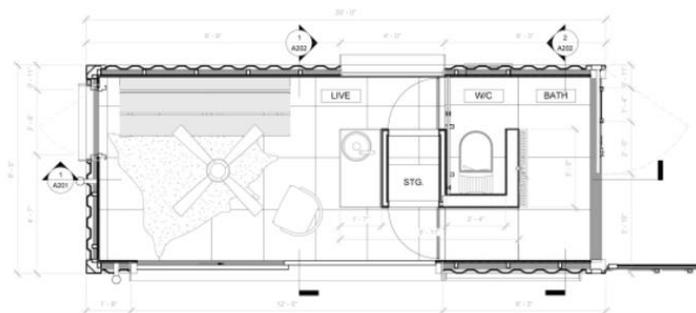


Figura 14. Vista en planta del Modelo NOS1. (New Old Stock, 2016).

²⁴ New Old Stock. (2016). We Are New Old Stock. Febrero 16, 2018, de New Old Stock Sitio web: <http://newoldstock.com/>

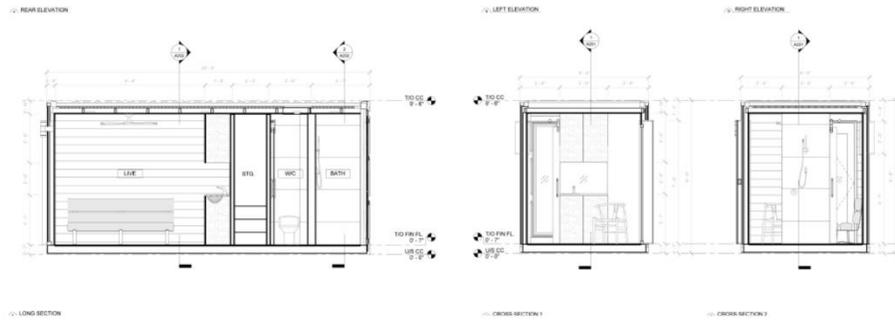


Figura 15. Vista en elevación del Modelo NOS1. (New Old Stock, 2016).



Figura 16. Vista exterior del Modelo NOS1 terminado. (New Old Stock, 2016).

El Modelo NOS2, que se muestra a continuación, es bastante similar al NOS1. Lo único que cambia es la distribución de los espacios y la calidad de los materiales que se utilizan.

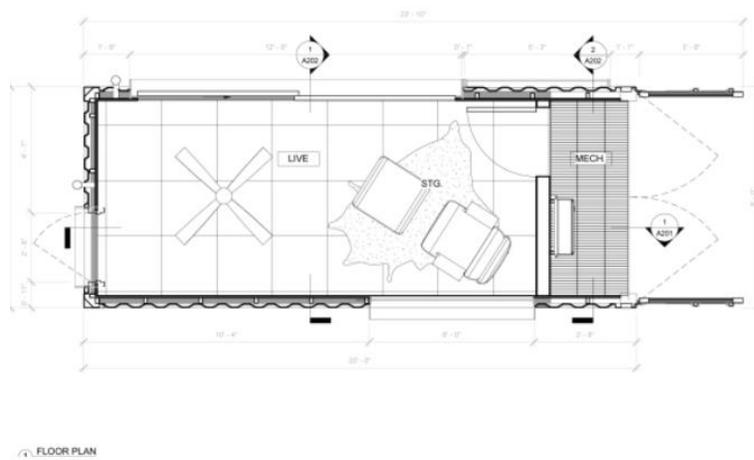


Figura 17. Vista en planta del Modelo NOS2. (New Old Stock, 2016).



Figura 18. Vista exterior del Modelo NOS2 terminado. (New Old Stock, 2016).

Los dos productos que realiza esta compañía son un claro ejemplo de la versatilidad y personalización que se les puede dar a un contenedor marítimo y cómo se puede ver, pueden ser mercadeados hasta al cliente más exigente.

- **La Aduana Container Apartments**

En la ciudad de León, Guanajuato, en México es donde se puede encontrar el siguiente ejemplo de cómo se utilizó más de un contenedor—en este caso 36—para lograr un espacio habitable de alta calidad tanto estética como funcional.

De acuerdo con una publicación en la revista de arquitectura *Dwell*²⁵, Adrián López Menduett decidió construir un edificio de departamentos “arquitecturalmente venturoso”. Después de que compró el terreno en la colonia Piletas, la ciudad decidió construir un camino a través de parte del terreno reduciendo sus dimensiones a aproximadamente 210 metros cuadrados, espacio muy pequeño para construir un complejo de departamentos. En respuesta a esto, el arquitecto Mario Plasencia ingenió una solución mediante el uso de contenedores que ofrecía la posibilidad de reducir costos, construir de manera sustentable al reciclar materiales y utilizar un método constructivo fuera de lo común. Según Mario, “Los contenedores ayudaron a que la gente nos notara. Que las personas salgan de su zona de confort es un desafío [...] todo lo que hemos construido aquí lo hemos hecho con los mismos materiales, colores y formas”.

Una vez más un claro ejemplo de cómo se puede aprovechar estos contenedores, en conjunto con métodos tradicionales, para solucionar problemas de ingeniería y arquitectura y producir resultados elegantes en materia de vivienda. A continuación se presentan algunas fotos del proyecto terminado.

²⁵ Vanette, D. (2014). Adventurous Apartment Building Made of 36 Shipping Containers. febrero 16, 2018, de Dwell Sitio web: <https://www.dwell.com/article/adventurous-apartment-building-made-of-36-shipping-containers-d292d72f>



Figura 19. Vista exterior del conjunto de departamentos La Aduana en León, Guanajuato (Dwell, 2014)



Figura 20. Vista de las escaleras muestra cómo se une la construcción tradicional con la construcción con contenedores. (Dwell, 2014)

- **Proyecto Ex Container**

Según la revista DesignBoom²⁶ en una edición del 2013 el arquitecto japonés Yasutaka Yoshimura, en respuesta al terremoto y tsunami que devastaron Japón en el año 2011, creó una serie de refugios con contenedores marítimos que le permitió fueran de alta calidad a un bajo costo. Originalmente pensado el

²⁶ Senda, S. (2013). Yasutaka Yoshimura architects: Ex Container Project, Anywhere, Japan. enero 12, 2018, de Designboom Sitio web: <https://www.designboom.com/architecture/yasutaka-yoshimura-architects-ex-container/>

uso de contenedores para la realización del proyecto “Bayside Marina Hotel”, el arquitecto respondió al desastre al proponer espacios prefabricados que pudieran convertirse en viviendas permanentes. Utilizando dos contenedores ISO de 20 pies, el arquitecto logró crear espacios que podían albergar cocina, baño, área de estar y espacio para dormitorios—todo lo necesario para que las víctimas de los desastres naturales tuvieran donde refugiarse. Sin embargo, para convertirse en espacios permanentes de vivienda, el costo sería de unos módicos \$60,000 dólares, permitiendo un espacio total de 60 metros cuadrados que, de ser necesario, puede sobreponerse encima de otro produciendo así una estructura de dos pisos.

A continuación se muestran algunas imágenes del producto terminado y de los planos del proyecto.

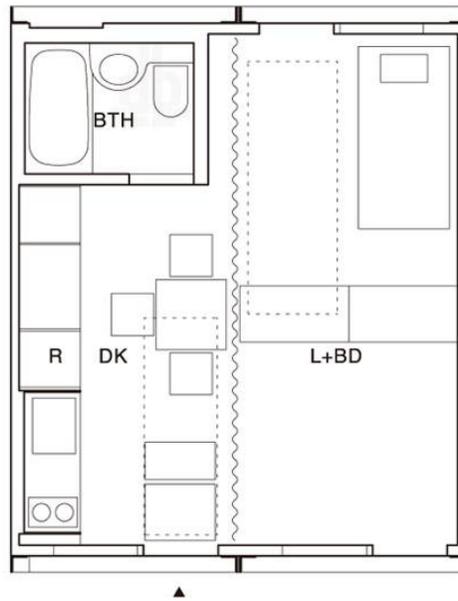


Figura 21. Vista en planta del proyecto Ex Container. (Design Boom, 2013)

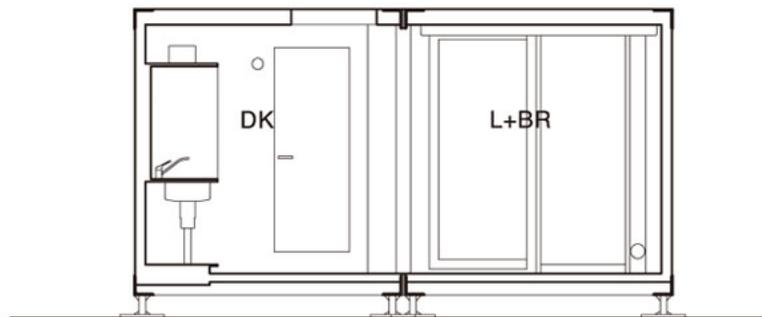


Figura 22. Vista en elevación del proyecto Ex Container. (Design Boom, 2013)



Figura 23. Vista del prototipo Ex Container terminado. (Design Boom, 2013)

- **Contenedores Marítimos para Reconstruir Morelos**

El siguiente ejemplo resulta del trabajo de mexicanos en respuesta a los eventos telúricos del pasado 19 de septiembre de 2017. De acuerdo con un artículo publicado por el Huffington Post²⁷ Fernanda y Marco Antonio Parabeles, inspirados en el trabajo de Smart Container, un taller creativo de diseño y arquitectura que basa su estrategia en el reciclaje de contenedores, lanzaron una estrategia para ayudar a las víctimas del terremoto. La idea es construir de manera rápida y eficiente nuevos hogares para quienes perdieron los suyos.

Este tipo de construcción—además de ayudar al medio ambiente mediante la reutilización de los contenedores—está pensada para resolver el tema de los largos periodos de reconstrucción. En tan solo dos semanas las casas, que vienen completas con instalaciones hidráulicas, sanitarias y luz eléctrica, podrían estar construidas, colocadas en sitio y habitadas. Además de contar con impermeabilización, aislamiento, acabados interiores, pintura exterior, calentador solar y tinaco reporta la publicación.

Se menciona que el costo de cada vivienda será de \$250,000 pesos mexicanos, tomando en cuenta que el precio por contenedor es de alrededor de \$30,000 pesos. El precio final incluye todo el mobiliario y la mano de obra necesaria para su construcción. De acuerdo con los desarrolladores del proyecto, las viviendas tendrán una vida esperada de 80 años, e incluso más si se les brinda excelente mantenimiento. Además, explica, los contenedores son seguros ante la incidencia de terremotos, inundaciones, huracanes, incendios, plagas y humedades, siendo así una excelente propuesta de solución para el problema de los damnificados por el terremoto.

A continuación aparecen algunas imágenes de la propuesta, donde se puede apreciar la el espacio como quedaría al terminarse la construcción y ser colocados en sitio.

²⁷ Redacción. (2017). Contenedores marítimos para reconstruir Morelos. enero 12, 2018, de Huffington Post Sitio web: http://www.huffingtonpost.com.mx/2017/10/09/contenedores-maritimos-para-reconstruir-morelos_a_23237588/



Figura 24. Vista de un prototipo de Smart Container. (Huffington Post, 2017)



Figura 25. Otra vista de un prototipo de Smart Container. (Huffington Post, 2017)

Tomando como base la información presentada anteriormente, es claro que este tipo de construcción es completamente viable y debería de ser implementada a mayor escala. Desde proyectos de vivienda permanente bien concebidos, hasta propuestas que nacen como respuesta a desastres naturales, es clara la evidencia de que este tipo de construcción es posible, tiene ventajas importantes como lo son el bajo costo, la rapidez con la que se puede realizar, que se pueden transportar a prácticamente cualquier parte del mundo y la resistencia que tienen antes eventos naturales como terremotos y huracanes, que son los que más afectan nuestro país.

El hecho de ser modular y replicable es otra ventaja clave de este tipo de construcción, ya que se puede partir de primera instancia con una vivienda-contenedor y cuando sea necesario aumentar el espacio de la vivienda simplemente se adquiere otro contenedor y se adapta a la estructura existente, siendo así una opción sumamente atractiva para resolver la necesidad de vivienda de miles de personas.

2.3 Industria de la construcción y su impacto ambiental

Debido a la situación global, la sobrepoblación, el cambio climático, el advenimiento de las energías renovables y el fin de la era de los combustibles fósiles, es necesario comenzar a tomarnos más en serio un replanteamiento de la industria de la construcción. En el presente inciso se analizará la industria y el impacto que tiene en el medio ambiente, ofreciendo así posibles estrategias a seguir para hacer la transición hacia una industria más amigable con la sociedad y con el planeta.

La industria de la construcción depende fuertemente de procesos, principalmente extractivos, que repercuten negativamente en el medio ambiente. La obtención de materiales como el cemento y arena son claros ejemplos de esto. Sin embargo, no solamente depende de esto el impacto negativo que tiene, sino que también tiene mucho que ver con cómo está diseñado para operar durante su vida un proyecto de construcción—desde edificios comerciales, hasta viviendas.

Se estima que la población mundial pasa más del 80% de sus vidas dentro de espacios construidos. Es por esto que es sumamente importante considerar cómo funcionan los edificios o viviendas en dónde pasarán tanto tiempo las personas. Para poder mejor diseñar espacios que funcionen de la mejor manera posible, es necesario comprender exactamente cómo impactan las construcciones y cómo podemos mejorar los procesos que intervienen en la industria.

Los edificios impactan en el medio ambiente debido a múltiples factores, siendo los más importantes su uso energético, la calidad del aire, su uso de agua potable, los materiales con los cuales se construye y los desechos resultantes de la construcción y demolición de edificios o parte de ellos. Según cifras del *United States Green Building Council (USGBC)*²⁸, líder mundial en cuestiones de edificación verde y certificación de edificios eficientes, los edificios son responsables de alrededor del 41% del uso energético mundial, resultando aún más intensivos que los dos sectores que le siguen que son el sector industrial, con un 30% de uso energético y el sector transporte que representa el 29%. Como se puede ver, el sector de la construcción representa un porcentaje significativamente más alto que los otros dos sectores y para dar un mejor ejemplo de la magnitud del consumo energético de los edificios, en Estados Unidos, estos representan el 73% del gasto energético del país, esto debido principalmente a su operación e incluyendo luz, sistemas de ventilación y calefacción, entre otros factores.

En cuanto a su impacto en la calidad del aire, los edificios son responsables de gran cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, resultando así en una gran aportación al cambio climático. En términos generales, los edificios generan el 38% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial.

Analicemos ahora su consumo de agua. El agua es un recurso vital que interviene en todos los procesos de nuestro día a día como seres humanos. En cuanto a la construcción, es un recurso necesario en todos los procesos de la industria, desde el agua necesaria para mezclar cemento y arena, la que se utiliza para

²⁸ Cottrell, M. (2014). Guide to the LEED Green Associate v4 Exam. E.U.A.: Wiley.

mantener limpia la obra, hasta la que posteriormente se usará por los ocupantes del edificio para sus actividades diarias. Al observar cifras, es posible ver que los edificios son responsables por gran parte del consumo de agua en el mundo. De hecho, se estima que el 13.6% del agua potable en el mundo es utilizada en edificios. Esto durante la construcción, sí, pero más significativamente durante la operación y vida útil del inmueble.

Al tratar de identificar el impacto que tiene la construcción, es obvio pensar de primera instancia en los materiales que se utilizan en ella, debido a los procesos de extracción de dichos materiales. Para empezar, muchos de los materiales se producen de una manera muy poco sustentable, se talan árboles y se explotan colinas para obtener madera y bancos de materiales y posteriormente al ser procesados, las fábricas donde se procesan emiten tremendas cantidades de gases de efecto invernadero. Luego, existe la necesidad de transportar dichos materiales al sitio donde se va a llevar a cabo la construcción, generando aún más emisiones contaminantes. Y, por si fuera poco, debido a la enorme cantidad de edificaciones que son construidas a nivel mundial, la *USGBC* estima que al menos el 40% de toda la materia prima en el mundo se utilizan en la construcción.

Por último, es necesario examinar los residuos que se producen en la construcción. La renovación, demolición y construcción de edificios genera una enorme cantidad de residuos que vienen en forma de concreto, ladrillo, madera, vidrio, metales y demás materiales de los cuales muy pocos son reciclados o siquiera pueden serlo. Estos desechos generalmente terminan en rellenos sanitarios (en el mejor de los casos) o tiraderos al aire libre poco regulados, representando un problema serio si se toma en cuenta que en la Ciudad de México se generan diariamente en promedio 12,893 toneladas de basura.²⁹ De acuerdo a cifras de la *Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos* (EPA, por sus siglas en inglés) al año 2003, ya existían 170 millones de toneladas de cascajo generados por la construcción y demolición de edificios en los Estados Unidos únicamente, 61% de los cuales resultaron de edificios no residenciales³⁰.

Como se puede ver, la industria de la construcción es responsable de una gran cantidad de impacto negativo en el medio ambiente lo que hoy en día, más que en otros momentos de la historia, es algo sumamente serio. Es responsabilidad de los profesionales de la ingeniería civil no solo en México, sino en el mundo entero comenzar a enfrentar esta realidad y proponer soluciones atractivas, viables y sobre todo replicables para lidiar con esta situación. Existen organizaciones como la *USGBC* que ya están marcando la pauta mediante certificaciones opcionales y que están generando un gran impacto positivo, pero de la sociedad depende seguir con las antiguas prácticas o comenzar a idear nuevos métodos de realizar construcción; métodos que en cambio generen un impacto positivo no solo en el ambiente que los rodea, sino en las personas que utilizará las edificaciones.

²⁹ Redacción. (2016). CDMX genera a diario 12,893 toneladas de basura. Febrero 16, 2018, de El Economista Sitio web: <https://www.economista.com.mx/politica/CDMX-genera-a-diario-12893-toneladas-de-basura-20161019-0053.html>

³⁰ EPA. (2016). Sustainable Management of Construction and Demolition Materials. Febrero 16, 2018, de U.S. Environmental Protection Agency Sitio web: <https://www.epa.gov/smm/sustainable-management-construction-and-demolition-materials>

2.4 Sustentabilidad

Existe hoy en día más que suficiente información acerca de la sustentabilidad y dado el enfoque que tiene el presente trabajo, no es necesario entrar mucho en detalle. Sin embargo, es importante mencionar este término debido a que todo proyecto nuevo de ingeniería debe de ser necesariamente sustentable. Ya no debe ni puede de ser una simple decisión para darle “valor agregado” a un proyecto ni una opción a tomar en cuenta cuando se hace la concepción de una idea que pretende convertirse en proyecto, sino que debe de convertirse en la única opción, la única norma a cumplir. A continuación se tratará el tema de la sustentabilidad, qué es, qué busca y cómo el proyecto que se presenta en el Capítulo Tercero pretende utilizar métodos para convertirlo en un proyecto sustentable.

2.4.1 Definición

Todos, en un momento u otro, han escuchado la definición clásica de lo que es sustentabilidad, mencionada por primera vez en el *Reporte Brundtland*, en 1987³¹ y que dice: “la sustentabilidad es la capacidad de satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Es una buena definición debido a su simplicidad. Es fácil de comprender y en teoría, fácil de aplicar. Sin embargo, es necesario adentrarse más en lo que realmente significa la sustentabilidad.

En términos generales, la sustentabilidad busca satisfacer lo que en inglés se conoce como el *triple bottom line*. En términos económicos y de negocios, el famoso *bottom line* se refiere a obtener ganancias, generalmente a costa de lo que sea. Pero cuando analizamos este término en materia de sustentabilidad y agregamos la palabra *triple* le da un contexto similar, pero más amplio. La palabra *triple* se refiere a que deben de satisfacerse u obtenerse tres cosas, conocidas como las tres p’s de la sustentabilidad: *people*, *profit* y *planet*. Empecemos con la primera “p”. *People* se refiere a la gente, a la sociedad. Para que cualquier cosa pueda considerarse como sustentable, lo primero que debe de hacer es satisfacer las necesidades de la sociedad, en general, sin comprometer a ningún sector de la misma. La segunda, *profit*, se refiere a una ganancia económica. Cualquier proyecto se concibe por su potencial de generar dinero y por lo tanto, riqueza. Esta es, en la opinión de muchos, la “p” más importante. Dado que a lo largo de la historia se ha buscado únicamente satisfacer esta cuestión sin importar lo que cueste o las consecuencias y es por eso que hoy en día es tan importante visualizarla con otro enfoque: un enfoque basado un beneficio común colectivo, no solamente de unos cuantos. Por último, tenemos *planet*, que muchas veces es lo único en lo que se piensa al escuchar la palabra sustentabilidad; se piensa muchas veces en la palabra “verde”, en la buena administración de los recursos, en reducir la contaminación, en reducir, reutilizar y reciclar nuestros

³¹ World Commission on Environment and Development. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Recuperado de <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

desechos. Y aunque bien es sumamente importante esta última “p”, si no se analiza en conjunto con las otras dos, no es posible alcanzar la sustentabilidad.

Por ejemplo, un proyecto que utiliza energías renovables para procesar materia prima que reciclada suena muy bien. Pero si el mismo proyecto tiene a sus empleados en condiciones precarias, o si el producto final repercute de manera negativa en la sociedad que lo consume, el proyecto deja de ser sustentable. A su vez, una empresa que impacta de manera positiva en el medio ambiente, no genera desechos, trata bien a sus empleados, aprovecha de manera eficiente sus materias primas, pero no genera ganancias tampoco puede ser sustentable. Y, por último, un proyecto que genera muchas ganancias, repercute de manera positiva en la sociedad pero de manera negativa en el medio ambiente, por obvias razones no es sustentable. Así, al satisfacer estos tres rubros, cualquier proyecto puede ser considerado sustentable.

En el proyecto que se presenta en el Capítulo Tercero de este trabajo se busca hacer justamente lo anterior: satisfacer tanto las necesidades de la sociedad al proponer una alternativa viable e innovadora para resolver la crisis de vivienda en nuestro país, las necesidades del planeta al tomar un contenedor marítimo que ha cumplido su vida útil como artículo para transportar mercancías y reutilizarlo, dándole un nuevo uso como estructura principal para la construcción de un hogar y, por último, generar dinero mediante la venta de dichos hogares, apoyando la economía de la gente que los compra al ofrecerlo a un precio haciendo posible así que puedan acceder a una vivienda digna y decorosa en la que puedan desenvolverse y que sirva para crecer su patrimonio.

III. Evaluación del Proyecto

En este último capítulo se presentará un proyecto de vivienda utilizando contenedores marítimos como principal materia prima para la construcción de la susodicha. El proyecto lo será evaluado siguiendo los principios metodológicos de la Evaluación de Proyectos establecidos por Gabriel Baca Urbina en su libro titulado “Evaluación de Proyectos”³².

Para poder empezar con el pie derecho, es necesario definir antes que nada lo que es un proyecto. Un proyecto es cualquier intento de dar una solución inteligente y viable al planteamiento de un problema; generalmente uno que busca resolver una necesidad humana. Habiendo dicho esto, es clave mencionar que pueden existir un sinnúmero de ideas, montos de inversión, tecnologías y metodologías con un distinto enfoque cada una. Lo que las convierte en proyectos es que todas estas ideas están destinadas a satisfacer las necesidades del ser humano en todas sus facetas: educación, ambiente, alimentación, salud, cultura, entre otras.

Por otro lado, el proyecto de inversión es un plan que, al asignarle una cierta cantidad de capital, producirá un bien o servicio que sea de utilidad a la sociedad. Es por eso entonces que la evaluación de un proyecto

³² Baca, G. (2013). Evaluación de Proyectos. México, D.F.: McGraw-Hill.

de inversión, cualquiera que sea, tiene por objetivo determinar la rentabilidad económica y social del mismo, siendo así que éste pueda resolver una necesidad humana de la manera más segura, eficiente y rentable que sea posible.

En un estudio de evaluación de proyectos se pueden identificar tres niveles de profundidad que van desde el análisis de lo más simple hasta uno más profundo y detallado de la idea que se busca convertir en un proyecto. Estos tres niveles son los siguientes:

1. **Perfil:** Este primer nivel es el más sencillo de todos. Se conoce también como la “gran visión” o bien como la identificación de la idea. En este primer nivel se parte únicamente de información que se tiene previo a la evaluación del proyecto, parte del juicio común o de la experiencia y en términos monetarios, solamente presenta cálculos globales de inversiones, costos, ingresos y egresos, sin entrar a investigaciones de campo.
2. **Anteproyecto:** El siguiente nivel es un poco más elaborado. En éste se busca conocer la factibilidad que tendría el proyecto de ser que se llevase a cabo. Se pretende en esta etapa de la evaluación de proyectos profundizar el examen en fuentes primarias y secundarias de investigación de mercado, detalla la tecnología que se utilizará, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto y es la base en la que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión en cuanto a la posibilidad de invertir o no en el proyecto.
3. **Proyecto Definitivo:** En este tercer y último nivel se presenta toda la información que se obtuvo en la fase anterior, sólo que esta vez se profundiza en los puntos finos. Es decir, se presentan los canales de comercialización más adecuados, una lista de contratos de venta ya establecidos, se establecen por escrito y se actualizan las cotizaciones de la inversión y se presentan los planos arquitectónicos de la construcción, de ser un proyecto de este tipo. Una vez que se alcanza esta etapa, el proyecto está listo para arrancarse.

Por otra parte, los objetivos primordiales de cualquier estudio de evaluación de proyectos son simples y se enuncian a continuación:

- Verificar la existencia de un mercado potencial, insatisfecho y viable.
- Demostrar que la tecnología que se necesita para llevarlo a cabo existe y está disponible. Al mismo tiempo, determinar que todos los insumos necesarios existen también.
- Entender si existe rentabilidad económica resultante de su realización.

Para fines del presente trabajo de investigación, me enfocaré principalmente en las primeras dos etapas o niveles de la evaluación de proyectos. Si bien presentaré planos arquitectónicos y algunas opciones de contratos de compraventa y canales de comercialización tentativos, el objetivo primordial es presentar la idea que busco convertir en proyecto basándome en la información que presento en los primeros dos capítulos de este trabajo, realizar un estudio de mercado, llevar a cabo un estudio de la tecnología necesaria para llevar a cabo el proyecto y finalmente determinar los costos totales y la factibilidad económica que tiene el proyecto que busco realizar.

Naturalmente, se comenzará con el primer nivel de evaluación: el perfil del proyecto.

3.1 Perfil del Proyecto

En esta primera etapa de la evaluación del proyecto la intención de este trabajo, así como la intención de cualquiera que busque realizar una evaluación de este tipo, deberá ser la de explicar qué es exactamente el proyecto. Presentar la idea a partir de la cual surge el proyecto, los antecedentes y problemas que pretende resolver, la justificación que se le puede dar, los objetivos que tiene el proyecto y el alcance de los mismos y por último, pero no menos importante, las limitaciones que tiene el proyecto.

Esta primera fase— aun siendo la más sencilla—es la más importante para quien quiera desarrollar un proyecto porque es en esta etapa que se define claramente la idea que se busca desarrollar y emprender; es como construir los cimientos del proyecto. Y si los cimientos están mal hechos o inconclusos, el resto del proyecto no tiene dónde pararse. A continuación se presenta el perfil del proyecto que se busca desarrollar.

3.1.1 Presentación



El proyecto que se busca desarrollar se llama CÚBICO. Es un proyecto que pretende construir vivienda sustentable y de bajo costo mediante el uso de uno o dos contenedores marítimos tipo *high-cube* de 20 pies para producir espacios habitables de 30 o 60 m², con todas las instalaciones necesarias para su adecuada habitabilidad; es decir, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, una cocina, área común o estancia, recámara y baño. Al igual que todos los acabados y pintura necesarios para generar un espacio capaz de albergar a familias de hasta cuatro personas; pensando en

que se conforman por dos adultos con hasta dos hijos pequeños.

A continuación se muestra un *render* de lo que se busca construir, al igual que unos planos tentativos de lo que será cada casa-contenedor en un principio.

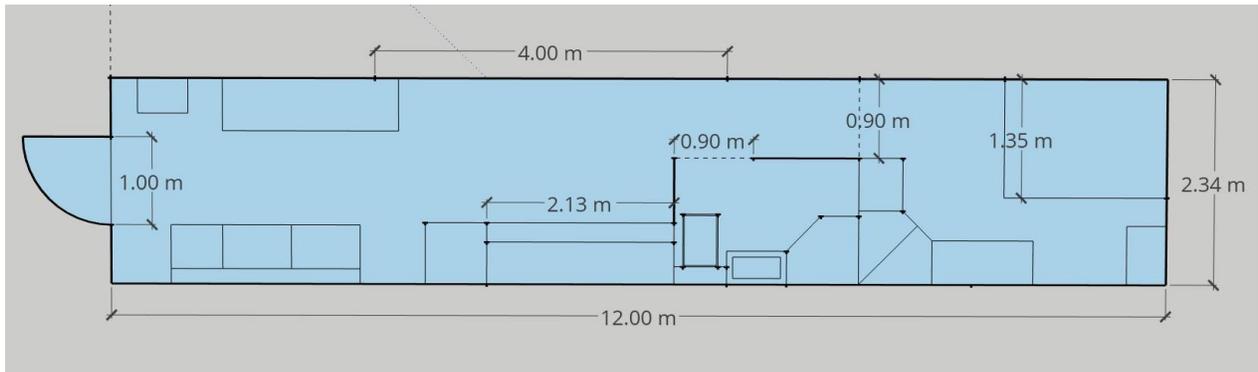


Figura 26. Plano del prototipo de casa-contenedor CÚBICO1. Elaboración propia

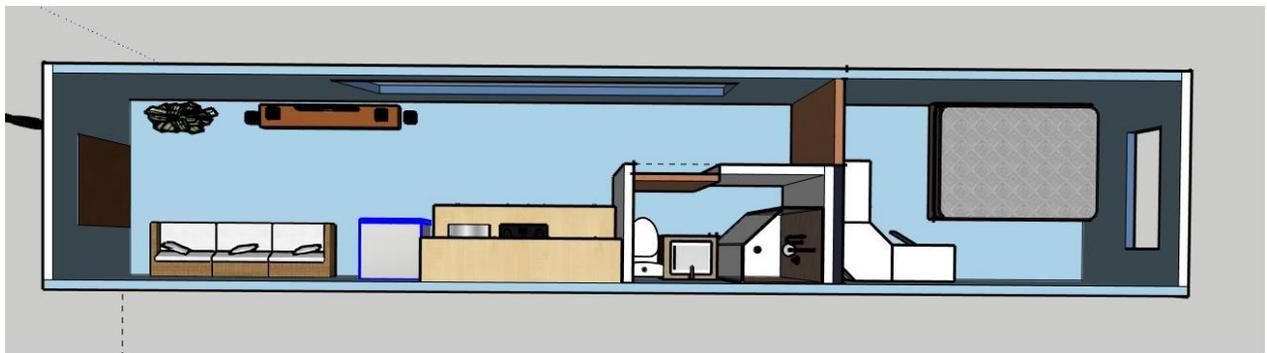


Figura 27. Render de la vista en planta de prototipo de casa-contenedor CÚBICO1. Elaboración propia

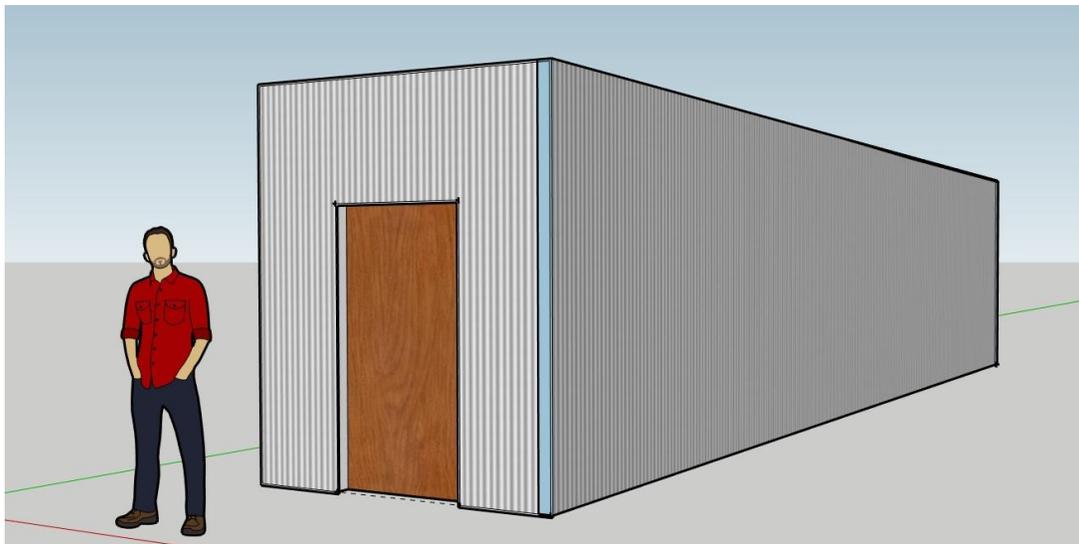


Figura 28. Render de una vista en elevación del prototipo de casa-contenedor CÚBICO1. Elaboración propia

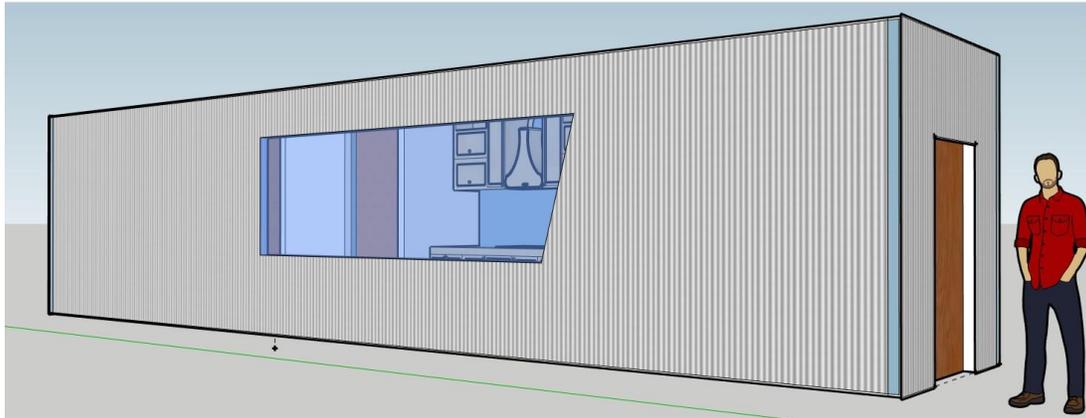


Figura 29. Render de vista en elevación del prototipo de casa-contenedor CÚBICO1. Elaboración propia

El construir con contenedores marítimos permite ciertas ventajas, entre ellas destacan la modularidad, que se obtiene gracias a la forma geométrica que tienen los contenedores, la durabilidad y resistencia a ocurrencias naturales como lo son huracanes y sismos que permite el material del cual están hechos, la rapidez en tiempos de construcción—de una a tres semanas por cada contenedor que se modifica—que permite a su vez reducir costos en la misma construcción.

Además de lo anterior, también se tiene un elemento que apela a la sustentabilidad del proyecto, que es la reutilización de contenedores que han excedido su vida útil en la industria del transporte de mercancías y que por lo tanto lleva a una disminución en residuos o desechos, dándoles una nueva vida a estos contenedores como un espacio donde pueden habitar personas de manera cómoda, satisfaciendo sus necesidades de vivienda.

Como resultado, se busca producir vivienda que es simple y rápida de construir, que es resistente a la incidencia de desastres naturales y que es significativamente más barata que una vivienda del mismo tamaño construida de manera convencional, permitiendo así un fácil acceso a una necesidad básica que tiene cualquier sociedad: vivienda digna y de calidad.

3.1.2 Objetivos y Alcance

Los objetivos que este proyecto pretende, pueden resumirse en tres, mismos que se mencionan a continuación:

1. Proveer a la población, en particular a la población de escasos recursos y a la que fue víctima del sismo del 19 de septiembre del 2017 que es la más vulnerable, de vivienda digna, resistente, atractiva y de calidad a un bajo precio, haciéndola accesible a cualquier persona de

prácticamente cualquier estrato económico y que puede ser adquirida en un tiempo relativamente corto.

2. Buscar la protección del medio ambiente a través de la reutilización de contenedores marítimos que han rebasado su vida útil y que de otra forma terminarían como desecho y mediante la implementación de estrategias constructivas inteligentes, eficientes y de bajo impacto que permitan una construcción y posterior operación del inmueble que no repercuta negativamente ni en el medio ambiente, ni en la salud de la sociedad o de los usuarios finales.
3. Trabajar en conjunto con el gobierno y otros organismos como universidades y asociaciones civiles, al igual que instituciones financieras privadas, para poder resolver la crisis de vivienda que estamos experimentando en nuestro país mediante un proyecto que sea técnica y económicamente viable.

Estos son los objetivos a grandes rasgos. En cuanto al alcance que tiene el proyecto, tiene el potencial de resolver una gran parte del problema debido a su facilidad y a su capacidad de ser replicado. Como se ha mencionado anteriormente, en la actualidad hay cientos de miles de personas con necesidad urgente de vivienda y se estima que en los próximos años esta cifra únicamente tenderá a incrementarse. El proyecto busca reducir estas cifras no hasta el punto de convertirse en cero, pero sí de abastecer al mayor número de personas de vivienda y ser así parte de la solución. No se pretende, por supuesto, ser la única o la mejor solución, sino una solución viable al problema.

Para cumplir estos objetivos será indispensable la cooperación con la sociedad con organismos gubernamentales al igual que con el sector privado de manera solidaria y efectiva.

3.1.3 Limitaciones

Existen dos grandes limitantes para el proyecto. La primera: la aceptación por parte de la sociedad. Al ser un proyecto de construcción poco convencional que no se ha visto en muchos casos en nuestro país, es posible que la sociedad pueda ser renuente a su viabilidad. La segunda limitante que se ha identificado es la regulación por parte del gobierno y la normativa existente en materia de construcción y de uso de suelo. Al ser un método de construcción poco común, pueden surgir objeciones o dilemas en cuanto a la calidad, seguridad y durabilidad del mismo. Sin embargo, se ha demostrado que este tipo de construcción es viable y, dadas sus ventajas, tiene sentido que deba ser implementado a mayor escala en nuestra ciudad y en el resto del país.

3.2 Anteproyecto

Como se mencionó anteriormente, la segunda fase de la evaluación de proyectos es el anteproyecto. En esta etapa se busca determinar la factibilidad del proyecto; es decir, cuánto impacto positivo – tanto económico como social— puede resultar del proyecto si se lleva a cabo y si recibe el capital y los estímulos necesarios para su buen desarrollo. En el anteproyecto es en la que se llevan a cabo investigaciones más formales para poder así determinar la viabilidad del proyecto.

En este inciso se hará justamente eso. A través de un estudio de mercado, un análisis técnico-económico y una evaluación económica buscaré determinar si el proyecto es viable social y económicamente y si vale la pena invertir en él.

3.2.1 Estudio de Mercado

La primera parte de la investigación formal del estudio consta de la determinación y cuantificación de la oferta y de la demanda, el análisis de precios y el estudio de la comercialización y se conoce, por lo general, por el nombre de estudio de mercado.

Si bien se puede conocer mediante fuentes de información secundarias la oferta y la demanda que se tendrán con respecto al producto o servicio que se busca ofrecer, siempre es bueno acudir directamente a fuentes primarias para obtener información de mejor calidad, más precisa, concisa y confiable que cualquiera que se pudiera obtener de algún otro modo. El investigador de mercado podrá tener certeza, al concluir el estudio, del riesgo que se corre y la posibilidad de éxito que se tendrá al comenzar a comercializar dicho producto o servicio. Y a pesar de que existe mucha información cualitativa que se obtendrá mediante el desarrollo del estudio de mercado, esto no implica que no se deben de llevar a cabo estudios cuantitativos a la par ya que la base de una buena decisión siempre serán los datos duros que se puedan recabar a través del estudio.

Según La Guía de apoyo al emprendedor, del Centro Europeo de Empresas e Innovación de Ciudad Real, (CEEI Ciudad Real, 2019) se puede afirmar que este estudio no es más que analizar las condiciones actuales del mercado para definir si dichas condiciones son las adecuadas para lanzar un producto o servicio. El estudio de mercado es útil también porque permite prever una política de precios adecuada, estudiar los mejores canales de distribución que se pueden utilizar para un producto, y contestar la primera pregunta importante que surgirá de a partir del estudio: ¿existe un mercado viable para el producto o servicio que busco producir? Si la respuesta a esta pregunta resulta ser positiva, entonces se va por buen camino. En cambio, si esta resulta negativa, será necesario replantear el estudio para hacerlo más confiable, replantear el producto y hacerlo más mercadeable, o bien, invertir una enorme cantidad de recursos en mercadotecnia para básicamente forzar la aceptación del nuevo producto.

Al finalizar el estudio de mercado de este proyecto en particular se busca y se espera contestar positivamente y de manera firme esta primera y sumamente importante pregunta.

3.2.1.1 Análisis de la demanda

Para analizar la demanda potencial del producto que busca desarrollar CÚBICO, se recurrió al levantamiento de encuestas en campo. Las encuestas se llevaron a cabo dentro de y en los alrededores del Multifamiliar Tlalpan, al Sur de la Ciudad de México. Después del sismo, fue uno de los puntos más afectados. Un edificio derrumbado y nueve más con necesidad de ser rehabilitados dejaron sin lugar para vivir a aproximadamente 200 familias. Según María Fernanda Navarro, que escribe para un artículo de la revista Forbes “La mayoría de los inquilinos de esta unidad habitacional buscaron otra vivienda, pero los que permanecieron en el campamento señalan que no tienen a donde ir, no les alcanza para pagar una renta o siguen aquí para ejercer presión al gobierno de la Ciudad de México y aceleren los trabajos de reconstrucción.” (Forbes, 2018). Así, alrededor de 140 personas habrán vivido en tiendas de campaña, casas provisionales de madera o lámina sin contar con servicios sanitarios y únicamente contando con un comedor comunitario para alimentarse, según el mismo artículo. Con base a esta información, se decidió llevar a cabo una encuesta con la finalidad de entender la potencial demanda que pudiera existir para el proyecto que se busca desarrollar.

Antes de llevar a cabo una encuesta, es necesario calcular el tamaño de la muestra poblacional que deberá ser encuestada para poder obtener resultados adecuados y fidedignos. El muestreo que se realiza es no probabilístico, en el que la probabilidad de que cada uno de los elementos de la muestra sea encuestado no es la misma, a diferencia del probabilístico en que la probabilidad sí es la misma.

Este tipo de muestreo parte siempre de una estratificación preliminar implícita y se realiza en situaciones o casos en los cuales el universo de la muestra es finito y conocido. En el caso de este trabajo de investigación, el producto que se busca vender no es un producto que se consuma periódicamente como lo sería algún alimento o producto de limpieza, sino que es un producto que será adquirido en una única ocasión. Es por eso que no se busca saber cuántos productos se comprarán cada determinado tiempo, sino que es necesario conocer la demanda que pudiera existir. Para calcular la demanda potencial de este tipo de productos, la población se estratifica a partir de una característica económica o social que el investigador considere que influye o pudiera influir en el consumo del producto.

La expresión utilizada para calcular el número de encuestas que deberán efectuarse es la siguiente:

$$n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N - 1) + Z^2pq}$$

Donde:

N= población total

Z= distribución normalizada. Z=1.96 para un porcentaje de confiabilidad del 95%

p= proporción de aceptación deseada para el producto

q = proporción de rechazo

E = porcentaje de error deseado

Como se menciona anteriormente, alrededor de 200 familias quedaron sin hogar dentro del Multifamiliar Tlalpan. Si tomamos en cuenta que según datos de la Encuesta Intercensal 2015, el promedio de habitantes por vivienda (familia) para Tlalpan es de 3.4, esto significa que existieron potencialmente 680 personas que quedaron sin hogar. Sin embargo, la mayoría de estas personas pudo encontrar otro lugar para vivir. Para esta investigación, se decidió que el universo total sería la población dentro del Multifamiliar Tlalpan que perdió su hogar y no pudo encontrar otro domicilio, siendo forzada a establecer campamentos dentro del sitio y se menciona anteriormente una población de 140 personas, por lo que se tomará este número como el universo para propósitos del cálculo del tamaño de muestra. La proporción de aceptación del producto deseada es del 80 por ciento, por lo que la proporción de rechazo es del 20 por ciento. Se aproxima un porcentaje de error máximo del 10 por ciento y se tomará un porcentaje de confiabilidad del 95 por ciento, por lo que se tiene una distribución normalizada igual a 1.96. De esta manera, se tiene que la expresión es:

$$n = \frac{100 * 1.96^2 * 0.8 * 0.2}{0.1^2(100 - 1) + 1.96^2 * 0.8 * 0.2}$$

$$n = 89.05$$

$$n = 89 \text{ personas}$$

Con base en los resultados anteriores, se deberían de realizar 89 encuestas para poder obtener una opinión representativa del segmento que se busca atacar. Sin embargo, uno de los problemas que se presentó y que se tuvo que sobrellevar durante la realización de este trabajo fue que transcurrió mucho tiempo entre el suceso y el levantamiento de encuestas. Por dicha situación fue complicado entrevistar o encuestar a 89 personas. En algunos casos se vio que existía una cierta desconfianza por parte del encuestado potencial y en la mayoría de los casos simplemente no se encontró dicho número de personas dispuestas a contestar la encuesta. Es por eso que se buscó hacer únicamente un sondeo con las personas estuvieran dispuestas a participar para conocer la aceptación que tienen dichas personas hacia el producto que se busca desarrollar en el proyecto que es CÚBICO. Esto, si bien no es un estudio de mercado como tal, puede ofrecer una cierta idea de cuál es la aceptación que existe para el proyecto que se busca desarrollar.

Se desarrolló una encuesta dirigida a gente que vivió de manera directa o indirecta el sismo desde la cercanía a esta comunidad. Dicha encuesta se llevó a cabo en campo, al igual que a través de plataformas digitales como *Facebook* y *WhatsApp*.

Tras la aplicación de 49 encuestas—tanto en campo, como en línea— se obtuvieron respuestas importantes que apuntan a la aceptación del proyecto por parte del mercado objetivo. A continuación se presenta un breve resumen de dichos resultados. El cuestionario, así como los resultados completos que se obtuvieron tras la aplicación del mismo se presentarán como anexo del presente trabajo.

Demografía

Siempre es importante conocer los datos demográficos de las personas que se encuestan para cualquier tipo de análisis. Estos permiten intuir la clase de respuestas que se obtendrán de la encuesta y ayudan a obtener resultados adecuados. En las tres figuras que se muestran a continuación se muestran los resultados de esta parte de la encuesta que muestran qué porcentajes del universo encuestado son hombres o mujeres, sus grupos de edad respectivos y el número de personas que integran su núcleo familiar.

Analizando los resultados de la encuesta, destaca que la mayoría de los encuestados fueron hombres, de entre 20 y 30 años de edad y cuyos núcleos familiares se comprenden de una o dos personas. Esto es importante conocerlo porque permite tener una idea de un segmento de mercado potencial. Sin embargo, este es solo el primer paso. A continuación se analizan las demás secciones que conforman la encuesta.

Afectaciones debidas al sismo del 19S

Parte importante del presente trabajo de investigación es responder ante las personas que fueron víctimas del sismo del pasado 19 de septiembre del 2017 con la introducción de un producto que les sirva a ellos y a futuras víctimas de desastres naturales de un hogar temporal que pueda convertirse en una casa habitación permanente. Es por esta razón que la encuesta incluye preguntas que buscan conocer si los encuestados resultaron afectados como consecuencia del terremoto. A continuación se presentan figuras que muestran los resultados obtenidos en esta sección de la encuesta.

Analizando los resultados obtenidos, es posible observar que del total encuestado la gran mayoría sufrió afectaciones en su vivienda a raíz del sismo del 19S. Sin embargo, no todos estos daños fueron sumamente significativos. Muchos sufrieron afectaciones menores como daños a la fachada o vidrios rotos por ejemplo. Por otra parte, el 40% de las viviendas de los encuestados sufrieron daños graves o totales. Esto se refiere a que sus viviendas sufrieron daños estructurales que debieron ser corregidos antes de volver a ser habitables o que fueron totalmente destruidas por el sismo. De estas personas el cien por ciento ha recibido alguna especie de apoyo – desde monetario, hasta en forma de despensa o incluso albergue temporal.

Estos resultados son sumamente importantes debido a que el proyecto CÚBICO va orientado, en parte, a personas que fueron víctimas del suceso o que pudieran ser víctimas de un futuro desastre natural similar.

A continuación se abordará lo más importante de la encuesta: la percepción que tiene la gente del proyecto.

Percepción del proyecto

La parte más importante de la encuesta es aquella que permite conocer cómo perciben el proyecto que se quiere llevar a cabo las personas a quienes se les aplica la encuesta. Al final del día, ese es el objetivo final de llevar a cabo la encuesta. A los 49 encuestados se les hizo una serie de preguntas que tiene que ver con el proyecto CÚBICO para conocer la opinión del mismo y poder verificar el primer paso de cualquier evaluación: probar que en verdad existe un mercado para el producto o servicio que se desea lanzar.

Tras el análisis de los resultados obtenidos a partir de la encuesta se puede apreciar que la aceptación es buena, aunque cabe resaltar algunas potenciales limitantes.

Se puede apreciar que de la población total encuestada, al 61% le agrada y al 16% incluso le encanta la idea. Claro está que sí, al 12% no le agrada; sin embargo, una importante mayoría piensa que el proyecto es bueno. De las características del proyecto que más atrae la atención de los encuestados destacan la rapidez de la construcción, el costo que es más bajo que el de una vivienda convencional y la seguridad que podría tener ante un evento telúrico. Por el contrario, lo que más le disgusta a la población encuestada es el tamaño. Por otra parte, el 65% de los encuestados aseguran que podrían vivir en una casa-contenedor y la mayor parte de los encuestados contestó que estaría dispuesto a pagar entre \$100,000 y \$250,000 por casa-contenedor.

En vista de lo anterior, es posible llegar a las siguientes conclusiones:

1. Hay una aceptación notoria del proyecto. Esto significa que en realidad hay un mercado potencial que está dispuesto a comprar un producto como el que propone CÚBICO y por lo tanto es un mercado al que se debe de atacar.
2. Una de las mayores limitantes a las que tendrá que enfrentarse el proyecto es el tamaño de la casa-contenedor. Esto es un punto difícil, ya que los contenedores vienen en tamaños estándar y no se puede jugar mucho con eso. Esto hace necesario plantear alternativas de cómo se aprovecha el limitado espacio para crear viviendas completamente funcionales. Otro punto que incluso puede ser una oportunidad, es la posibilidad de jugar con la modularidad y plantear la idea de empezar con un contenedor e ir añadiendo contenedores conforme vaya siendo posible y necesario.
3. La gente está dispuesta a pagar cierta cantidad. Y aunque si bien es cierto que el precio se debe fijar tras una evaluación técnica y económica, esto nos da una idea general de un precio al que sería bueno llegar. No es bueno bajar mucho el precio porque afecta la utilidad que pudiera tener el proyecto; sin embargo, es posible que si el precio se aleja mucho de esta cifra, la gente no esté dispuesta a comprarlo.

Una vez obtenidas estas conclusiones, es posible avanzar con la evaluación de la competencia que se tiene, o bien, de la oferta existente. Esto se presenta a continuación

3.2.1.2 Análisis de la competencia

Antes de introducir cualquier producto o servicio al mercado, es indispensable conocer si ya hay alguien más comercializando o tratando de posicionar un producto igual o similar al que se busca desarrollar. Esto es, ¿cuál es la competencia a la que se estará enfrentando un determinado proyecto?

Para el caso de CÚBICO, una de las ventajas que tiene es que la construcción con contenedores marítimos no es algo que sea muy común en el país. Tras un análisis, se han identificado al menos tres empresas con

las que el proyecto competiría. En el caso de dos de ellas se trata de una competencia indirecta, dado que aunque realizan proyectos de edificación tanto comerciales como habitacionales utilizando contenedores marítimos, su trabajo es por proyecto no la venta individual de casas con un diseño predeterminado y su negocio principal es la venta de contenedores de segunda mano. Por otra parte, la tercera empresa sí pretende vender casas en respuesta al sismo del 19 de septiembre, enfocándose principalmente en las labores de reconstrucción en el estado de Morelos. Se considera a esta empresa un competidor directo, ya que el enfoque es prácticamente el mismo que se busca con CÚBICO.

A continuación se muestra una breve descripción de cada una de las empresas con las que estaría compitiendo el proyecto, incluyendo el costo por unidad que plantea la empresa con la que se competirá directamente.

EContainer MX

EContainer MX es una empresa basada en Morelia, Michoacán que se dedica principalmente a la venta de contenedores marítimos de segunda mano. Además de comercializar los contenedores, también realizan proyectos de modificación de contenedores personalizados para clientes que buscan opciones de espacios que funcionen como vivienda, resguardo temporal e incluso espacios comerciales. Si bien los proyectos que desarrollan compiten de cierta forma con CÚBICO, en su mayoría son proyectos muy personalizados y van dirigidos hacia clientes con necesidades muy específicas, lo que lleva a contenedores muy particulares y proyectos de alto costo. La idea de CÚBICO, por otra parte, es desarrollar espacios que puedan ser fácilmente replicados y distribuidos a una mayor cantidad de clientes finales.

Container Homes MX

Al igual que EContainer MX los proyectos que desarrolla Container Homes MX, basado en Guadalajara, son personalizados y hechos según las especificaciones de clientes particulares. Ya sea que diseñen un espacio habitable, o un restaurante con contenedores marítimos, son obras únicas y por lo mismo conllevan un costo más alto.

Smart Container

Según su página de web³³, en Smart Container son expertos en el desarrollo de proyectos arquitectónicos a partir de contenedores marítimos implementando un método innovador de construcción modular y sustentable. Sus proyectos se enfocan principalmente en oficinas corporativas y espacios comerciales, sin embargo, también presentan ejemplos de viviendas construidas a partir de contenedores marítimos. Al igual que los dos competidores que se mencionan anteriormente, la forma de trabajar de Smart Container es con base en cada proyecto. Es decir, sus proyectos van de acuerdo a las necesidades de cada cliente y no tienen un modelo de contenedor estándar. Sin embargo, como también se menciona anteriormente en el presente trabajo, existe un proyecto desarrollado por Smart Container que pretende abastecer a víctimas del sismo en Morelos con viviendas de este tipo. Según las fuentes analizadas y que se mencionan

³³ Smart Container. (2016). Nosotros. enero 27, 2019, de Smart Container Sitio web: <http://smartcontainer.com.mx/>

anteriormente, el costo de dichos contenedores será de alrededor de \$250,000.00 Con base en esta información es posible tener una idea clara del precio que se ofertará por un producto similar al que se busca lanzar con CÚBICO por parte de un competidor directo y es posible tener una idea un poco más clara acerca de un rango de precios que será bueno tomar en cuenta a la hora de analizar los costos del presente proyecto.

En vista de lo mencionado anteriormente se reafirma que en efecto existe un mercado potencial que está dispuesto no sólo a vivir en una casa realizada con contenedores marítimos, sino que está dispuesta a pagar por ella. Por otra parte, es posible pensar que dicho mercado no está saturado y que el proyecto que se plantea tiene oportunidad de competir y acaparar un porcentaje importante del mismo.

3.3 Estudio Técnico

El estudio técnico abarca la investigación que consta en determinar el tamaño y localización óptima de la planta (si es que se tiene una), la ingeniería del proyecto y el análisis organizacional, administrativo y legal necesario para un buen funcionamiento del proyecto.

La determinación de un tamaño óptimo es esencial en esta parte del estudio y cabe mencionar que tal determinación es difícil ya que las técnicas existentes que permiten lograr dicho objetivo son iterativas y poco precisas y directas. El tamaño depende también de los turnos que se tendrán en la planta, ya que para cierto equipo la producción depende directamente de ellos. En esta parte del estudio es necesario plantear dos o más alternativas, especialmente si no se tiene un conocimiento amplio de la tecnología a utilizarse o si no se cuenta con experiencia suficiente.

Cuando se trata de la localización óptima no podemos considerar únicamente los factores cuantitativos, como lo son los costos de transporte de materia prima y del producto terminado, sino también es importante tomar en cuenta los cualitativos, tales como el clima, la actitud de la sociedad que vive en la zona y los incentivos fiscales a los que se puede acceder, por mencionar algunos. Es de vital importancia recordar que los estudios deben de ser integrales.

Respecto a la ingeniería de proyecto podemos decir que, en términos técnicos, existen diversos productivos que son opcionales y que van desde lo manual hasta lo muy automatizado. La elección de cualquier proceso dentro del rango dependerá casi exclusivamente de la cantidad de capital a la que se tiene acceso y es por eso que se realiza un análisis detallado de los equipos necesarios, dada la tecnología que se busca implementar y la distribución de los mismos dentro de la planta.

Se mencionaron al comienzo del presente inciso los aspectos organizacionales, administrativos y legales. A pesar de que estos tres aspectos no se abordan de manera muy profunda en los estudios de factibilidad, es importante mencionarlos y tomar en cuenta que debido a la sensibilidad e importancia que suponen para el éxito de cualquier proyecto, deben de ser tratados a fondo en la etapa de proyecto definitivo.

A continuación se presenta el estudio técnico para el proyecto CÚBICO.

3.3.1 Análisis de disponibilidad y costo de insumos

Al ser un proyecto de construcción de vivienda, la disponibilidad de insumos necesarios para la operación de CÚBICO es bastante amplia. Para la transformación del contenedor se requieren materiales de construcción convencionales como lo son tablaroca, concreto, mortero, azulejo o loseta, madera, etc. Además, los insumos necesarios para llevar las instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas de igual manera son sumamente comunes y fáciles de adquirir. En cuanto a la parte más importante del proyecto— el contenedor marítimo—se ha encontrado un proveedor serio que permitirá llevar a cabo una producción eficiente y que cubra la demanda esperada.

3.3.2 Identificación y descripción del proceso

El proceso productivo de CÚBICO es simple. Se recibe un pedido por parte de un cliente y a través de un ejecutivo de ventas de la empresa. En ese momento se hace el pedido del contenedor a nuestros proveedores y se entrega en el sitio que el cliente decida y en dónde se pretenda habitar en la casa-contenedor; esto en un plazo de 4 a 7 días hábiles. Una vez entregado el contenedor y puesto en sitio, el equipo de trabajadores de construcción de CÚBICO se encargará de transformar el contenedor marítimo en un espacio habitable que incluya una recámara, una sala de estar, un baño completo y una cocina equipada; todo esto *in situ*. El tiempo estimado de construcción es de entre dos y tres semanas, tiempo después del cual se hace la entrega del producto final al cliente.

Para entender un poco mejor el proceso, se presenta a continuación una figura que lo muestra detalladamente:

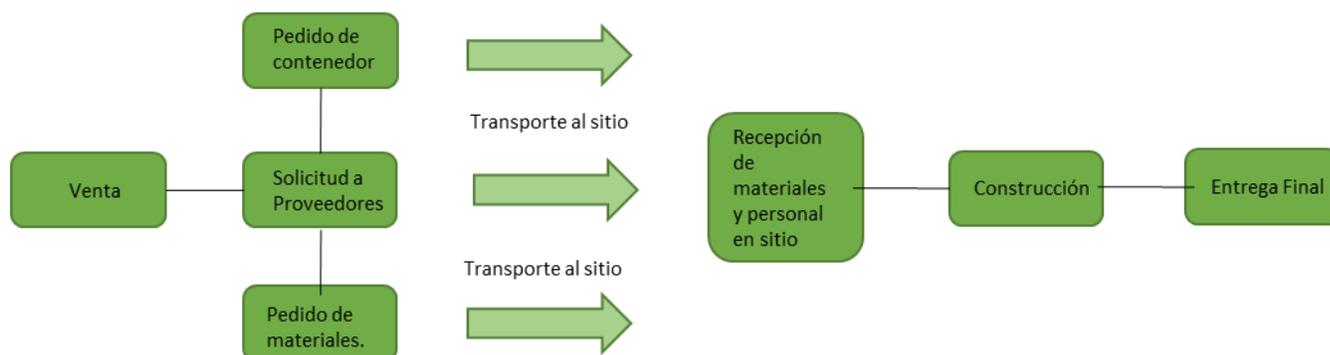


Figura 30. Diagrama del proceso de producción de CÚBICO. Elaboración propia.

3.3.3 Organización

La organización de CÚBICO es sencilla. Contará con un Director General, un Administrativo, un Gerente de Ventas, al principio contará con un vendedor, pero se prevé la contratación de más vendedores posteriormente y se contará con una plantilla de trabajadores que incluye tablaroqueros, albañiles, carpinteros y pintores para llevar a cabo la propia construcción de la casa-contenedor. Aunado a esto, se acudirá a asesoría legal y contable cuando sea necesario y a quienes se contratará por honorarios sin la necesidad de crear o tener un área contable o legal dentro de la empresa. A continuación se muestra un diagrama de la organización de CÚBICO (Fig. 39) donde se puede apreciar lo anterior:

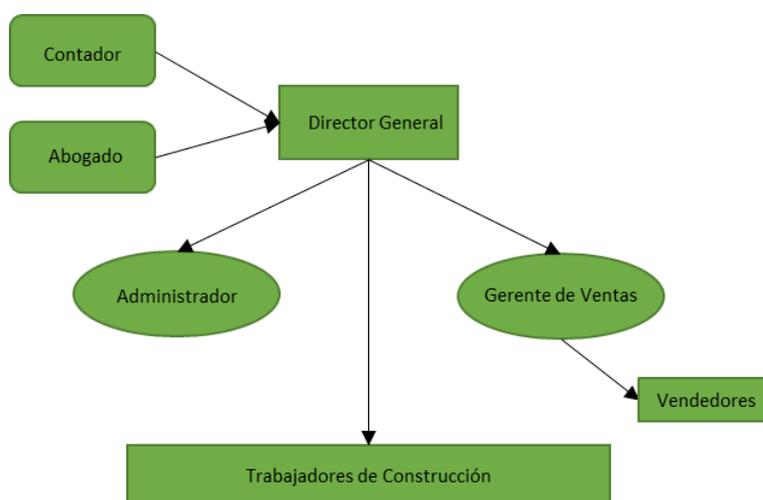


Figura 31. Diagrama organizacional CÚBICO. Elaboración propia.

3.4 Estudio Económico

La penúltima fase de la evaluación de un proyecto consta del estudio económico, cuyo objetivo es el ordenamiento y sistematización de toda la información de carácter monetario que intervendrá en el proyecto y la elaboración de cuadros analíticos que servirán para asentar las bases requeridas para la evaluación económica y corridas financieras.

Esta fase comienza con la estimación de los costos totales y de la inversión inicial requerida obtenidos a partir de los estudios de ingeniería realizados en la fase anterior y continúa con la determinación de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial.

Otro de sus elementos importantes es el cálculo del capital de trabajo, que a pesar de ser parte de la inversión inicial, éste no está sujeto a la depreciación y amortización dada su naturaleza líquida.

Los aspectos más importantes a determinar en esta fase, y que son la base para la siguiente etapa de evaluación económica y financiera, son la determinación de la tasa de rendimiento mínima aceptable y el cálculo de los flujos netos de efectivo. Ambos deben de ser calculados tomando en cuenta el financiamiento y la falta del mismo. Los flujos provienen del estado de resultados proyectados para un horizonte de tiempo determinado por el proyectista. Al hablar de financiamiento es indispensable mostrar cómo funciona y cómo se aplica en el estado de resultados, ya que modifica los flujos netos de efectivo. De esta manera se puede seleccionar un plan de financiamiento adecuado para el proyecto y mostrar su cálculo tanto en la forma de pagar intereses, como en la forma de pagar el capital invertido.

Asimismo, es interesante incluir en esta etapa el cálculo del punto de equilibrio, que es la cantidad mínima económica que se producirá. Si bien no es una técnica de evaluación como tal, dadas las desventajas metodológicas que presenta, sí es un importante punto de referencia para una empresa determinar el nivel de producción en el cual los costos totales se igualan a los ingresos totales y encontrar así el punto en el tiempo en el cual se comenzará a tener ganancias por la venta del producto o servicio.

A continuación se presenta el estudio económico del proyecto.

3.4.1 Determinación de costos

Según Gabriel Baca Urbina, los costos son los desembolsos en efectivo o especie que se han hecho en el pasado (costos hundidos), en el presente (inversión), en el futuro (costos futuros) o en forma virtual (costo de oportunidad). Para una evaluación económica, que como ya se mencionó es un proceso de planeación que busca establecer la cantidad de dinero que deberá existir para poder llevar a cabo cada parte del proyecto es necesario establecer tres costos globales que son de suma importancia y que darán pie a la obtención de indicadores clave para la determinación de la viabilidad del proyecto.

En el presente inciso se establecerán dichos costos, que son los siguientes:

Costos de producción

Son aquellos que intervienen directamente en la realización del bien o servicio que se busca comercializar y son un reflejo directo de lo que se analizó en el estudio técnico. Incluyen los costos de materia prima, de

mano de obra, de envases, insumos como energía eléctrica, agua, combustibles, los cargos por depreciación y amortización, entre otros costos y deben de ser lo más preciso posible ya que, de no ser así, al arrancar la producción pueden generarse problemas.

En el caso de CÚBICO, el enfoque que se tiene es el de una *start-up*; es decir, la intención es desarrollar un producto de calidad, utilizando únicamente lo necesario para llevarlo a cabo. En el caso de la nómina, se buscó armar únicamente una plantilla mínima indispensable y los trabajos de ingeniería, administración y ventas serán llevados a cabo por el director general. A diferencia de otros proyectos, se decidió incluir la nómina dentro de gastos de producción en lugar de contabilizarlos como gastos de administración. Lo anterior para minimizar los costos al arranque de la empresa.

Costos de administración

Son aquellos que, como su nombre lo indica, son necesarios para llevar a cabo labores administrativas dentro de la empresa.

Los costos de administración que contempla el presente estudio económico para CÚBICO son los siguientes:

Costos de Administración	
Concepto	Gasto total mensual
Agua	\$ 250.00
Luz, empresa mediana	\$ 1,500.00
Internet	\$ 1,500.00
Renta oficina Colonia Del Valle	\$ 15,000.00
Velador	\$ 5,000.00
Total mensual	\$ 23,250.00
Total anual	\$ 279,000.00

Tabla 9. Costos de Administración para CÚBICO. Realización propia

Costos de venta

Son los costos que implica que el producto llegue a su cliente final y abarca un espectro amplio de actividades. Desde campañas publicitarias o *marketing*, hasta el costo de la gasolina que utiliza el coche que lleva a los trabajadores al sitio.

Para CÚBICO, los costos de venta considerados dentro del presente estudio son los que se muestran a continuación:

Costos de venta	
Concepto	Total
Costo por Spot Radiofónico de 30 segundos	\$ 8,000.00
Campaña en Facebook	\$ 3,000.00
Campaña en Google AdWords	\$ 3,000.00
Gasolina	\$ 5,000.00
Total mensual	\$ 19,000.00
Total anual	\$ 228,000.00

Tabla 10. Costos de Venta para CÚBICO. Realización propia.

Es importante señalar que la agrupación de costos que se menciona es arbitraria y la decide cada emprendedor o empresa y está basado en cómo a cada individuo se le facilite dicha agrupación. Al final de cuentas, cómo se organicen los costos impacta poco o nada en una evaluación económica, siempre y cuando se contabilicen todos los costos que intervienen en el proyecto, independientemente de bajo qué tipo de costo se agrupen.

Para el caso de esta evaluación en particular, la agrupación antes mencionada fue la óptima.

3.4.2 Inversión total inicial: fija y diferida

Según Baca Urbina, en su libro Evaluación de Proyectos (Baca Urbina, 20), la inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar la operación de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

Se entiende por activo fijo a los bienes propiedad de la empresa como terrenos, equipo y maquinaria, mobiliario, vehículos de transporte, herramienta y otros. Se conocen como fijos porque la empresa no puede deshacerse fácilmente de ellos sin ocasionar problemas en la producción. Por otra parte, se entiende como activo diferido a todos los bienes propiedad de la empresa y necesarios para su correcto funcionamiento e incluyen, sin limitarse a, patentes de invención, marcas, diseños y nombres comerciales o industriales, gastos pre-operativos, contratos de servicios (como luz, agua, internet), capacitación del personal, etc.

Para el caso de CÚBICO, el análisis que llevó a la obtención de la cantidad de inversión inicial requerida para dar arranque a la empresa, así como el monto de dicha inversión inicial se presenta a continuación:

Inversión fija

La inversión fija es, como se menciona anteriormente, la cantidad de dinero destinada a todos los bienes propiedad de la empresa. Estos pueden incluir terrenos o edificios, equipo y maquinaria, mobiliario de oficina, entre otros. En el caso de CÚBICO, también se agregó a la inversión fija el costo de producción de

un contenedor—tanto con fosa séptica como sin ella. Lo anterior para simplificar un poco el análisis. En la Tabla 11, que se muestra a continuación se pueden observar los costos de cada rubro y claro, la suma total de los mismos que equivale a la inversión fija total que se deberá hacer para poner en marcha el proyecto.

Inversión fija			
<i>Concepto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>subtotal</i>	<i>Total</i>
Mobiliario y equipo de oficina			
Computadora ASUS Zenbook	1	\$ 21,999.00	\$ 21,999.00
Impresora HP	1	\$ 1,165.00	\$ 1,165.00
Escritorio de juntas	1	\$ 3,100.00	\$ 3,100.00
Silla de visita-Modelo Iso Tapiz	6	\$ 250.00	\$ 1,500.00
Subtotal			\$ 27,764.00

Equipo de servicio			
Cafetera y café	1	\$ 600.00	\$ 600.00
Tarjeta de presentación Millar	4	\$ 150.00	\$ 600.00
Papelería (hojas, tinta, engrapadora, etc.)	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
Subtotal			\$ 3,700.00
Construcción de EContainer Sin Fosa Séptica			
Total por material, mano de obra, equipo, mobiliario para construcción de una casa container sin fosa séptica	1	\$ 176,478.37	\$ 176,478.37
Subtotal			\$ 176,478.37
Construcción de EContainer Con Fosa Séptica			
Total por material, mano de obra, equipo, mobiliario para construcción de una casa container con fosa séptica	1	\$ 189,007.88	\$ 189,007.88
Subtotal			\$ 189,007.88
Equipo de seguridad			
Guantes de Trabajo	30	\$ 150.00	\$ 4,500.00
Lentes de protección	30	\$ 35.00	\$ 1,050.00
Cubrebocas industrial (paquete de 10)	5	\$ 43.00	\$ 215.00
UNIFORMES INDUSTRIALES Y ROPA DE TRABAJO	30	\$ 300.00	\$ 9,000.00
Subtotal			\$ 14,765.00
Equipo de Trabajo y Herramienta			
Black & Decker Taladro/Atornillador 12V + 56 Accesorios	2	\$ 2,000.00	\$ 4,000.00
Bellota 78034 Martillo para Yesero	3	\$ 250.00	\$ 750.00
Serrucho para Muros de Yeso, 6" Pretul	3	\$ 65.00	\$ 195.00
Bellota Espátula, 180mm	3	\$ 150.00	\$ 450.00
Truper SET-30X (set de 30 desarmadores)	2	\$ 620.00	\$ 1,240.00
Black & Decker BDCMTTS Matrix Sierra	1	\$ 790.00	\$ 790.00
Black & Decker, Juego 129 brocas para taladro	1	\$ 600.00	\$ 600.00
Pretul JGO-PIN5, Juego de Pinzas, 5 Piezas	3	\$ 369.00	\$ 1,107.00
ByP BPP50 Brocha Pintor Profesional, 5"	5	\$ 125.00	\$ 625.00
ByP BPP25 Brocha Pintor Profesional 2 1/2"	5	\$ 72.00	\$ 360.00
ByP BPP60 Brocha Pintor Profesional, 6"	5	\$ 160.00	\$ 800.00
Bellota 76006S Tijera Corte Recto	3	\$ 250.00	\$ 750.00
Subtotal			\$ 11,667.00
Equipo de reparto			
Amarok Entry 4x4 2016 (segunda mano)	1	\$ 280,000.00	\$ 280,000.00
		Subtotal 1	\$ 280,000.00
		Subtotal 2	\$ 423,382.25
		Total	\$ 703,382.25

Tabla 11. Inversión fija para CÚBICO. Realización propia.

Costos pre-operativos

Los costos pre-operativos son todos aquellos que deberán tomarse en cuenta, como su nombre lo dice, antes de comenzar las operaciones de la empresa. Estos costos incluyen sin limitarse a la constitución legal de la empresa, el registro ante las autoridades competentes, en este caso el Registro Público de la Propiedad y el Comercio del estado en dónde se llevarán a cabo las operaciones, entre otros. También deberán

considerarse los costos destinados por ejemplo a publicidad, como el registro de la marca, el diseño y *branding* de la misma; es decir, la imagen que tendrá la empresa y con la que será identificada por el público consumidor. Lo anterior sólo menciona algunos aspectos de este análisis y estos varían de proyecto a proyecto.

A continuación se muestran los costos pre-operativos (Tabla 12) que se han tomado en cuenta para el proyecto.

Costos pre-operativos		
Constitución legal		
Constitución de empresa S.A. de C.V.	Redacción, protocolización y registro de Acta Constitutiva ante notario público en la Ciudad de México.	\$ 20,000.00
Registro Público de Comercio	Registro de la Acta constitutiva ante el Registro Público de la Propiedad y el comercio del Estado.	\$ 8,932.40
Registro en el SIEM	El principal propósito del SIEM es ofrecer acceso a la información de empresas inscritas en el SIEM, el padrón empresarial más grande en México	\$ 640.00
Certificado Único de Zonificación de Uso del Suelo	Documento público en el que se hacen constar las disposiciones normativas que para un predio o inmueble determinado, establecen los instrumentos de planeación del desarrollo urbano respecto del uso del suelo.	\$ 1,542.00
Publicidad		
Registro de marca	Por el estudio de una solicitud nacional para el registro de una marca hasta la conclusión del trámite o, en su caso, la expedición del título. (el costo no incluye IVA)*	\$ 2,851.04
Branding y diseño de marca	Para diseñar la marca	\$ 5,000.00
Creación de página web con dominio por 2 años	Para diseñador de página web y hosting	\$ 8,000.00
Publicidad en redes sociales		\$ 2,000.00
Viaticos		\$ 2,500.00
	Total	\$ 51,465.44

Tabla 12. Costos pre-operativos para CÚBICO. Realización propia.

Depreciación y amortización

El término depreciación tiene exactamente la misma connotación que amortización. En la cuestión en la que difieren es que el primer término se aplica únicamente a la suma total de activos fijos ya que con el uso que se les da a dichos activos, el valor de estos tiende a disminuir o a depreciarse. Por otra parte, la amortización sólo se aplica a los activos intangibles de una empresa, ya que estos no pierden valor conforme pasa el tiempo. Es por esto que la amortización considera más bien un cargo anual que se hace para recuperar la inversión en este tipo de activos.

En la siguiente tabla (Tabla 13) se muestran los cálculos realizados para obtener la depreciación y amortización de los activos—tanto tangibles como intangibles—de CÚBICO.

Depreciación y amortización			
<i>Concepto</i>	<i>Inversión inicial</i>	<i>*Tasa de depreciación anual %</i>	<i>Total</i>
Depreciación			
Edificios	\$ -	2.22	\$ -
Equipos de reparto	\$ 280,000.00	25	\$ 70,000.00
Mobiliario, equipo de oficina	\$ 4,600.00	10	\$ 460.00
Equipo de cómputo	\$ 23,164.00	30	\$ 6,949.20
Equipo y herramienta	\$ 11,667.00	10	\$ 1,166.70
Amortización			
Costos pre-operativos	\$ 51,465.44	10	\$ 5,146.54
Marca	\$ 7,851.04	10	\$ 785.10
Total			\$ 84,507.55

Tabla 13. Depreciación y amortización para CÚBICO. Realización propia.

Nómina

Para el proyecto y la producción que se espera en el primer año se ha determinado una plantilla mínima indispensable. ¿Qué quiere decir esto? Que según un cronograma de ventas esperadas en el primer año y de acuerdo a la capacidad de producción necesaria para poder cumplir con dicho cronograma de ventas, se determinó una plantilla que contiene la cantidad mínima de personas para poder construir la cantidad de unidades que se prevé vender en el primer año de operación de CÚBICO. Para poder obtener la nómina, es necesario tomar en cuenta el número de empleados, el salario mensual que percibirá cada uno de ellos y una vez planteado lo anterior se obtiene un total mensual que se multiplica por doce meses para obtener el costo total en materia de nómina para el primer año de operaciones de la empresa.

A continuación se presenta una tabla que muestra la nómina correspondiente a la plantilla mínima indispensable para poder echar a andar CÚBICO (Tabla 14):

Nómina: Plantilla mínima indispensable			
<i>Concepto</i>	<i>Plaza</i>	<i>Salario Mensual</i>	<i>Total</i>
Director General	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
Administrativo	1	\$ 11,000.00	\$ 11,000.00
Gerente de Ventas	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
Vendedor	2	\$ 8,000.00	\$ 16,000.00
Tablaroquero	2	\$ 7,500.00	\$ 15,000.00
Carpintero	2	\$ 7,500.00	\$ 15,000.00
Herrero	2	\$ 7,500.00	\$ 15,000.00
Pintor	1	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00
Plomero	1	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00
Electricista	1	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00
Albañil	2	\$ 7,500.00	\$ 15,000.00
Ayudante	1	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00
Total mensual			\$ 138,500.00
Total anual			\$ 1,662,000.00

Tabla 14. Nómina para CÚBICO. Realización propia.

Capital de trabajo

El capital de trabajo es, en términos contables, la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante. Estos, a su vez, se definen como el conjunto de valores e inversiones, inventarios y cuentas por cobrar en caso del primer término y al financiamiento parcial y a corto plazo de la operación en caso del segundo término.

En un sentido más práctico, es la cantidad de dinero necesaria para comenzar a operar la empresa y que es distinto de la inversión en activo fijo y diferido. Como es necesario financiar la primera fase de producción antes de recibir ingresos, entonces el capital de trabajo es aquel destinado a realizar todas las actividades que conlleva la producción del primer *batch* o tanda.

A continuación se muestra el cálculo del capital de trabajo de CÚBICO que se contempla para los primeros tres meses de operación de la empresa.

Capital de trabajo	
Concepto	Gasto total mensual
Nómina de servicios profesionales	\$ 138,500.00
Costos de administración	\$ 23,250.00
Costos de venta	\$ 19,000.00
Total mensual	\$ 180,750.00
Capital de trabajo por 3 meses	\$ 542,250.00

Tabla 15. Capital de trabajo para CÚBICO. Realización propia.

Inversión inicial

Como se mencionó anteriormente, la inversión inicial comprende la compra de todo lo necesario para poder llevar al cabo el proyecto y comenzar con las operaciones de la empresa. En este caso, se tomó como inversión inicial la suma de la capital del trabajo y la inversión total en activo fijo. Esto dio como resultado un total de \$1,708, 616.62, de los cuales medio millón de pesos se pedirá prestado en forma de un crédito y el resto será aportado por los socios dentro de la empresa.

Lo anterior se puede ver de manera más clara en la siguiente tabla (Tabla 16):

Inversión inicial	
Concepto	Gasto total mensual
Capital de trabajo	\$ 542,250.00
Inversión total en activo fijo	\$ 792,568.50
Inversión inicial	\$ 1,334,818.50
Aportación de los socios	\$ 834,818.50
Crédito	\$ 500,000.00

Tabla 16. Inversión inicial requerida para CÚBICO. Realización propia.

Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio se refiere al momento en el tiempo en que los costos totales que intervienen en la generación de cierto producto equivalen exactamente a los ingresos totales que se obtienen por la comercialización y venta del mismo. Como se ha mencionado, en el caso de CÚBICO, existen dos tipos de casa-contenedor: el primero que cuenta con fosa séptica y el segundo que no cuenta con ella y que se conecta directamente al drenaje. A continuación se muestran los pasos que se siguieron para obtener el punto de equilibrio y posteriormente el resultado obtenido para ambos tipos de casa-contenedor que desarrollará CÚBICO. Empezando por el tipo 1.

A partir del análisis de la demanda, se obtuvo el cronograma de ventas de cada tipo de casa-contenedor CÚBICO para el primer año de operaciones. Se puede observar en la siguiente tabla (Tabla 17) que para la casa-contenedor CÚBICO con fosa séptica se prevé que se venderá un total de 39 unidades en el primer año, mientras que se considera una venta de 45 unidades de casa-contenedor CÚBICO sin fosa séptica para el mismo año, dando un total de 84 unidades producidas y entregadas en el primer año de operación.

	Num. De unidades máximas al mes	Meses	Primer año de operaciones												Total anual
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
CÚBICO (Con fosa séptica)	6	unidades/mes	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	21
CÚBICO (Sin fosa séptica)	6	unidades/mes	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	34
															Total
															55

Tabla 17. Cronograma de ventas para el primer año de operación de CÚBICO. Realización propia.

Casa-contenedor con fosa séptica

Una vez obtenido el cronograma de ventas, es posible analizar el gasto anual que se generará a partir de la producción y cómo interviene el número de ventas anuales y el margen de utilidad que se busca obtener en lo que será el precio final de cada unidad producida. A continuación se presenta el análisis realizado para la casa-contenedor CÚBICO con fosa séptica (Tabla 18).

Container con Fosa Séptica	Gasto anual	Ventas Anuales (unidad)	Total
Producción	\$ 4,308,225.43	21	\$ 205,153.59
Nómina	\$ 634,581.82	21	\$ 30,218.18
Costo del Producto (=)		Total	\$ 235,371.77
Gastos de Venta	\$ 87,054.55	21	\$ 4,145.45
Gastos de Administración	\$ 106,527.27	21	\$ 5,072.73
Costo Total (=)		Total	\$ 244,589.96
Margen de utilidad	10%		\$ 24,459.00
		Total por unidad	\$ 269,049

Tabla 18. Hoja de costos de CÚBICO con fosa séptica. Elaboración propia.

Punto de equilibrio			
Costos fijos		Costos variables	
Concepto	Monto	Concepto	Monto
Gastos de Administración	\$ 106,527.27	Producción	\$ 4,308,225.43
Gastos de Venta	\$ 87,054.55	Total	\$ 4,308,225.43
Nómina	\$ 634,581.82		
Total	\$ 828,163.64		
			CVU
			\$ 205,153.59

Tabla 19. Costos que intervienen en el cálculo del punto de equilibrio para CÚBICO con fosa séptica. Elaboración propia.

INGRESOS	\$ 5,650,027.98
COSTOS VARIABLES	\$ 4,308,225.43
COSTOS FIJOS	\$ 828,163.64
COSTOS TOTALES	\$ 5,136,389.07

Tabla 20. Costos para una producción de 21 unidades de casa-contenedor CÚBICO con fosa séptica. Elaboración propia.

Las tablas anteriores aportan información importante acerca del proyecto. De primera instancia se puede apreciar que el costo de cada casa-contenedor con fosa séptica será de \$269,049. Esto considerando un margen de utilidad del diez por ciento. Es decir, una utilidad de \$26,904.90 por cada unidad vendida. Por otra parte, es posible ver que el primer año se tendrán ingresos de \$5'650,027.98 y costos totales de \$5'136,389.07, teniendo así una ganancia de \$513,637.91 por la venta de esta versión de casa-contenedor CÚBICO en el primer año de operaciones y considerando que se venderán 21 unidades del mismo como se puede apreciar en la tabla 17.

Cálculo del Punto de Equilibrio

$$P.E = \frac{CF}{PV - CVU} = \frac{\$ 828,163.64}{\$ 63,895.36} = 13$$

	0.00	5.25	10.50	15.75	21.00	26.25	31.50	36.75	42.00
CT	\$ 828,163.64	\$ 1,905,219.99	\$ 2,982,276.35	\$ 4,059,332.71	\$ 5,136,389.07	\$ 6,213,445.43	\$ 7,290,501.79	\$ 8,367,558.15	\$ 9,444,614.50
CF	\$ 828,163.64	\$ 828,163.64	\$ 828,163.64	\$ 828,163.64	\$ 828,163.64	\$ 828,163.64	\$ 828,163.64	\$ 828,163.64	\$ 828,163.64
CV	\$ -	\$ 1,077,056.36	\$ 2,154,112.72	\$ 3,231,169.08	\$ 4,308,225.43	\$ 5,385,281.79	\$ 6,462,338.15	\$ 7,539,394.51	\$ 8,616,450.87
IT	\$ -	\$ 1,412,506.99	\$ 2,825,013.99	\$ 4,237,520.98	\$ 5,650,027.98	\$ 7,062,534.97	\$ 8,475,041.97	\$ 9,887,548.96	\$ 11,300,055.95

Tabla 21. Análisis de costos e ingresos por la venta de 21 unidades de casa-contenedor CÚBICO con fosa séptica. Realización propia.

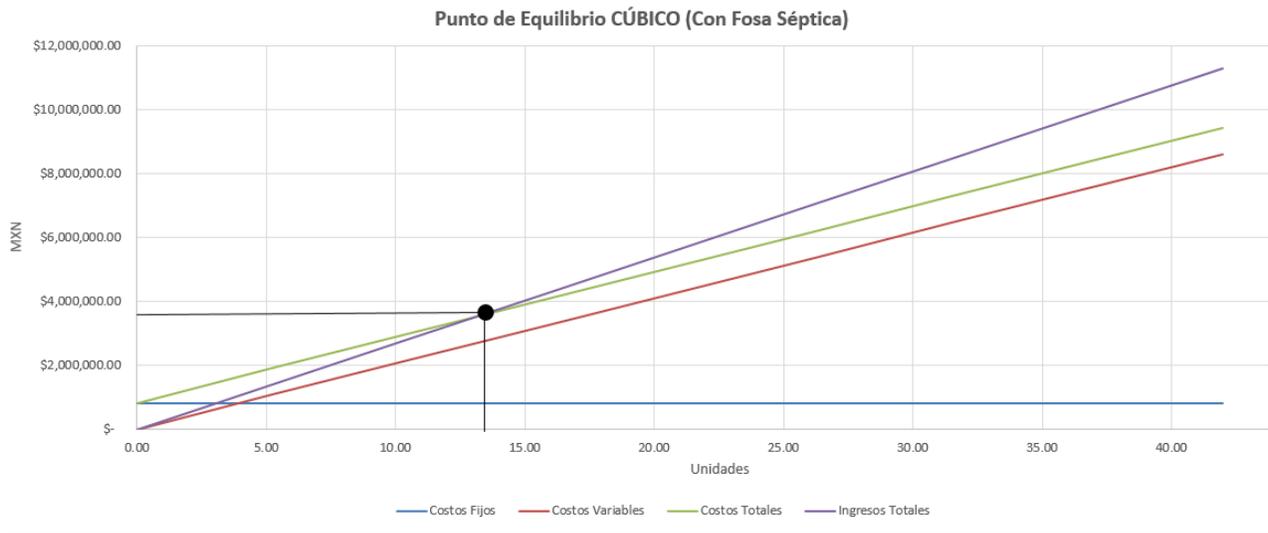


Figura 32. Punto de equilibrio CÚBICO con fosa séptica. Elaboración propia.

Como se puede observar a partir de la figura anterior, el punto de equilibrio para la casa-contenedor con fosa séptica equivale a 13 unidades. Es decir, para que se pueda llegar al punto en el que los ingresos totales equivalen a los costos totales y por lo tanto exista una ganancia, es necesario vender 13 unidades de este producto. A partir de la venta décimo cuarta, se tendrán ganancias.

Casa-contenedor sin fosa séptica

Al igual que en el caso anterior, para el análisis de costos para la casa-contenedor CÚBICO sin fosa séptica, se partió del cronograma de ventas (Tabla 17) que muestra que se prevé una producción y venta de 45 unidades de este tipo. En las siguientes tablas se presenta el análisis de costos para esta versión de casa-contenedor.

Container sin Fosa Séptica	Gasto anual	Unidades Anuales		Total
Producción	\$ 6,339,324.59	34		\$ 186,450.72
Nómina	\$ 1,027,418.18	34		\$ 30,218.18
Costo del Producto (=)			Total	\$ 216,668.91
Gastos de Venta	\$ 140,945.45	34		\$ 4,145.45
Gastos de Administración	\$ 172,472.73	34		\$ 5,072.73
Costo Total (=)			Total	\$ 225,887.09
Margen de utilidad	10%			\$ 22,588.71
			Total por Unidad	\$ 248,476

Tabla 22. Hoja de costos de CÚBICO sin fosa séptica. Elaboración propia.

Punto de equilibrio		
Costos fijos		
Concepto	Monto	
Gastos de admón.	\$ 172,472.73	
Gastos de Venta	\$ 140,945.45	
Nómina	\$ 1,027,418.18	
Total	\$ 1,340,836.36	
Costos variables		
Concepto	Monto	
Producción	\$ 6,339,324.59	
Total	\$ 6,339,324.59	
CVU		
	\$ 186,450.72	

Tabla 22. Costos que intervienen en el cálculo del punto de equilibrio para CÚBICO sin fosa séptica. Elaboración propia.

INGRESOS	\$ 8,448,177.05
COSTOS TOTALES	\$ 7,680,160.95
COSTOS VARIABLES	\$ 6,339,324.59
COSTOS FIJOS	\$ 1,340,836.36

Tabla 23. Costos para una producción de 34 unidades de casa-contenedor CÚBICO sin fosa séptica. Elaboración propia.

Cálculo del Punto de equilibrio

$$\text{Punto de equilibrio } P.E = \frac{CF}{P - CV} = \frac{\$ 1,340,836.36}{\$ 62,025.07} = 22$$

UNIDADES	0.00	8.50	17.00	25.50	34.00	42.50	51.00	59.50	68.00
CT	\$ 1,340,836.36	\$ 2,925,667.51	\$ 4,510,498.66	\$ 6,095,329.81	\$ 7,680,160.95	\$ 9,264,992.10	\$ 10,849,823.25	\$ 12,434,654.40	\$ 14,019,485.54
CF	\$ 1,340,836.36	\$ 1,340,836.36	\$ 1,340,836.36	\$ 1,340,836.36	\$ 1,340,836.36	\$ 1,340,836.36	\$ 1,340,836.36	\$ 1,340,836.36	\$ 1,340,836.36
CV	\$ -	\$ 1,584,831.15	\$ 3,169,662.29	\$ 4,754,493.44	\$ 6,339,324.59	\$ 7,924,155.74	\$ 9,508,986.88	\$ 11,093,818.03	\$ 12,678,649.18
IT	\$ -	\$ 2,112,044.26	\$ 4,224,088.52	\$ 6,336,132.79	\$ 8,448,177.05	\$ 10,560,221.31	\$ 12,672,265.57	\$ 14,784,309.84	\$ 16,896,354.10

Tabla 24. Análisis de costos e ingresos por unidades de casa-contenedor CÚBICO sin fosa séptica. Elaboración propia.

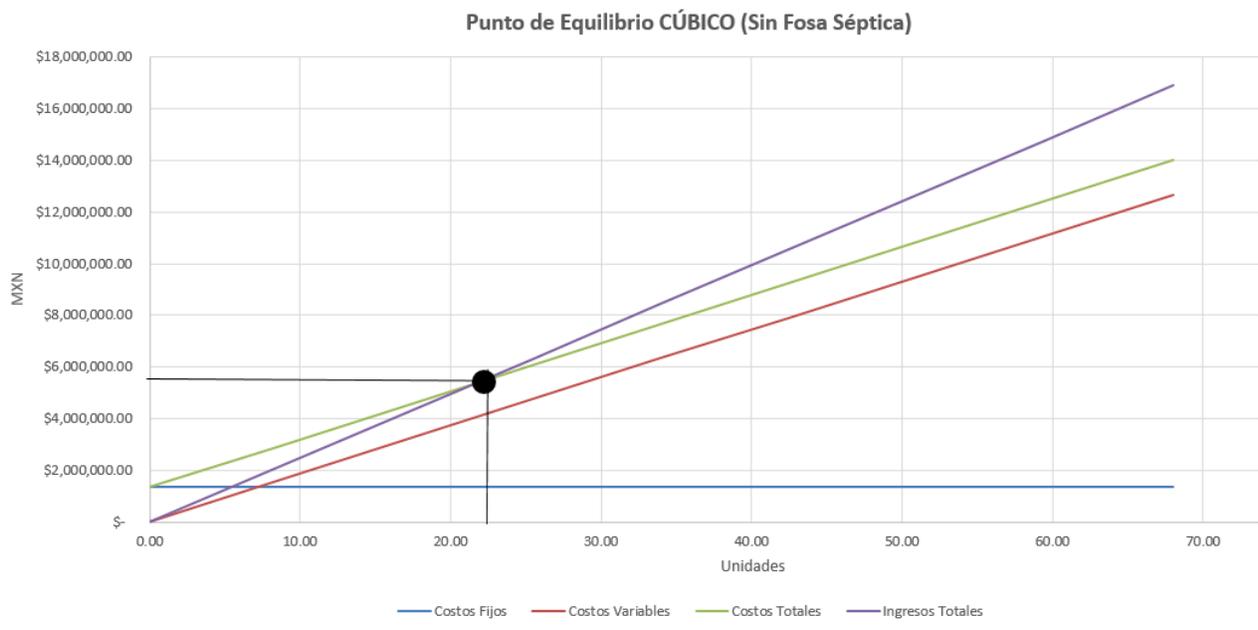


Figura 33. Punto de equilibrio CÚBICO sin fosa séptica. Elaboración propia.

A diferencia del caso anterior, para poder comenzar a percibir una ganancia a partir de la venta de la casa-contenedor CÚBICO sin fosa séptica, es necesario vender 22 unidades, como se puede apreciar en el cálculo y figuras anteriores. En otras palabras, para alcanzar el punto de equilibrio se deben vender 15 casas-contenedor de este tipo.

Estado de resultados y Flujo Neto de Efectivo (FNE)

El estado de resultados y Flujo Neto de Efectivo son unos de los resultados más importantes de la evaluación del proyecto. Gracias a ellos se puede apreciar el comportamiento del proyecto a lo largo del tiempo. Desde los precios de venta de cada unidad, los ingresos que se tendrán cada año, la utilidad marginal, operativa y bruta hasta llegar a la utilidad neta de cada año de operación del proyecto. Con esta información es posible determinar el flujo neto de efectivo en un determinado periodo; es decir, en este caso, cuánto efectivo estará entrando y saliendo de la empresa año con año.

A continuación se muestra el análisis para los primeros cinco años de operación de CÚBICO.

	2019	2020*	2021*	2022*	2023*
PVU Con Fosa Séptica	\$ 269,049	\$ 285,191.89	\$ 302,303.40	\$ 320,441.61	\$ 339,668.10
PVU Sin Fosa Séptica	\$ 248,476	\$ 263,384.34	\$ 279,187.40	\$ 295,938.65	\$ 313,694.97
UNIDADES VENDIDAS (Con Fosa Séptica)	21	22.05	23	24	26
UNIDADES VENDIDAS (Sin Fosa Séptica)	34	36	37	39	41
Ingresos (ventas)	\$ 14,098,205	\$ 15,691,302	\$ 17,464,419	\$ 19,437,899	\$ 21,634,381
(-)COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 4,308,225	\$ 4,523,637	\$ 4,976,000	\$ 5,473,600	\$ 6,020,960
(-)COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 6,339,325	\$ 6,656,291	\$ 6,989,105	\$ 7,338,561	\$ 7,705,489
(=) UTILIDAD MARGINAL	\$ 3,450,655	\$ 4,511,375	\$ 5,499,314	\$ 6,625,738	\$ 7,907,932
(-) GASTO DE ADMON.	\$ 279,000	\$ 306,900	\$ 337,590	\$ 371,349	\$ 408,484
(-) GASTO DE VENTAS	\$ 228,000	\$ 250,800	\$ 275,880	\$ 303,468	\$ 333,815
(=) UTILIDAD OPERATIVA	\$ 2,943,655	\$ 3,953,675	\$ 4,885,844	\$ 5,950,921	\$ 7,165,633
(-) INTERESES POR CRÉDITO	\$ 90,000	\$ 79,352	\$ 66,786	\$ 51,960	\$ 34,464
(=) UT. BRUTA	\$ 2,853,655	\$ 3,874,323	\$ 4,819,057	\$ 5,898,961	\$ 7,131,169
(-)Impuestos (ISR 34%)	\$ 970,243	\$ 1,317,270	\$ 1,638,479	\$ 2,005,647	\$ 2,424,598
(-)RUT	\$ -	\$ 387,432	\$ 481,906	\$ 589,896	\$ 713,117
(=) UTILIDAD NETA	\$ 1,883,412	\$ 2,169,621	\$ 2,698,672	\$ 3,303,418	\$ 3,993,455
(+) Depreciación	\$ 78,576	\$ 78,576	\$ 78,576	\$ 73,943	\$ 1,627
(+) AMORTIZACIÓN	\$ 5,932	\$ 5,932	\$ 5,932	\$ 5,932	\$ 5,932
(-) PAGO DEL CRÉDITO	\$ 59,157.78	\$ 69,806.18	\$ 82,371.29	\$ 97,198.12	\$ 114,693.78
(=) FNE	\$ 1,908,762	\$ 2,184,322	\$ 2,700,808	\$ 3,286,095	\$ 3,886,319

Tabla 25. Estado de resultados y Flujo Neto de Efectivo para los primeros cinco años de operación de CÚBICO. Realización propia.

Como resumen de lo anterior, CÚBICO pretende producir y comercializar dos tipos de casa-contenedor. El primer tipo es un contenedor con fosa séptica que puede ser instalado prácticamente en donde se desee. El segundo tipo es una casa-contenedor que no incluye fosa séptica y que, por lo tanto, deberá ser construida e instalada en lugares que tengan acceso a infraestructura de drenaje. En el primer año se pretende producir y vender un total de 84 casas-contenedor CÚBICO. Para el caso del primer tipo, se venderán 39 unidades y para el caso del segundo tipo 45. El punto de equilibrio se alcanzará tras la venta de 13 y 15 unidades, respectivamente por lo que, con la venta de las 56 unidades restantes, ya se estará percibiendo una ganancia.

Por otra parte, se puede observar en la tabla anterior (Tabla 25), que a partir del primer año de operación de CÚBICO la utilidad neta es positiva. Esto es sumamente importante, ya que desde el primer año de operación se tienen ganancias. A la utilidad neta es necesario sumarle los montos obtenidos de depreciación y amortización y a eso restarle el pago del crédito, resultando así en el Flujo Neto de Efectivo para cada periodo de tiempo. Como es posible apreciar de la misma tabla, los FNE son mayores a los dos millones de pesos a partir del primer año y superando los tres millones de pesos a partir del quinto año de operaciones de la empresa. Esto indica que el proyecto es rentable.

3.5 Evaluación económica y financiera

La última parte del estudio de evaluación de un proyecto es la evaluación económica y financiera. Esta parte describe los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como lo son la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN).

Esta última parte es considerada la más importante de cualquier evaluación de cualquier proyecto. Esto porque normalmente no se encuentran irregularidades ni se presentan inquietudes en relación al mercado o a la tecnología escogida para utilizarse; por lo tanto, la decisión de invertir casi siempre recae en la evaluación económica y es esta la que dictará si se implantará el proyecto o no.

3.5.1 Período de recuperación de la inversión y Valor Presente Neto (VPN)

El período de recuperación de la inversión es considerado un indicador que mide tanto la liquidez del proyecto como también el riesgo relativo pues permite anticipar los eventos en el corto plazo. El período de recuperación de la inversión (PRI) **mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión** a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial. Uno a uno se acumula uno a uno los flujos netos de efectivo hasta llegar a cubrir el monto de la inversión.

Cuando se busca calcular el valor equivalente que tendrá cierta cantidad de dinero del presente en el futuro, se utiliza una tasa de interés o de crecimiento del dinero. En forma semejante, cuando se busca pasar de cantidades futuras de dinero al presente como es necesario en una evaluación financiera, se utiliza una tasa de descuento, llamada así porque literalmente descuenta el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente. La definición, entonces, de valor presente neto (VPN) es la suma de los flujos descontados en el presente y posteriormente la resta de la inversión inicial. Esto equivale a comparar todas las ganancias que se espera tener en cierto período de tiempo con todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias en dicho período, en términos de su valor equivalente al momento de realizar el análisis, o bien, en un tiempo cero.

PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN					
COSTO PONDERADO DE CAPITAL		16%	TASA DE CETES (7.91%) AL DOBLE.		
PERIODOS	AÑO	FNE	FIVP	FNED	ACUMULADO A VP
1	2018	\$ 1,908,762.07	0.8634	\$ 1,648,041.85	\$ 1,648,041.85
2	2019	\$ 2,184,322.29	0.7455	\$ 1,628,356.89	\$ 3,276,398.74
3	2020	\$ 2,700,808.25	0.6436	\$ 1,738,373.40	\$ 5,014,772.15
4	2021	\$ 3,286,094.80	0.5557	\$ 1,826,189.52	\$ 6,840,961.67
5	2022	\$ 3,886,319.47	0.4798	\$ 1,864,750.34	\$ 8,705,712.01
				SUMA	\$ 8,705,712.01
				INVERSIÓN INICIAL	\$ 1,334,818.50
				VPN	\$ 7,370,893.51

Tabla 26. Período de recuperación de la inversión y Valor Presente Neto de CÚBICO. Realización propia.

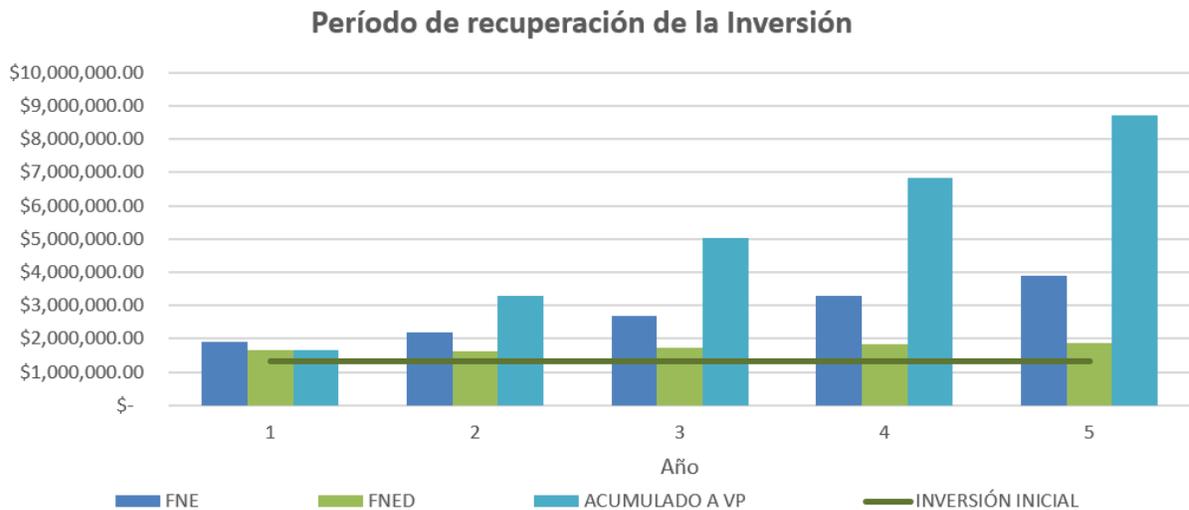


Figura 34. Período de recuperación de la inversión y Valor Presente Neto de CÚBICO. Realización propia.

Como se puede observar de la tabla y figura anteriores, la inversión inicial se recupera a partir del primer año de operación del proyecto. Es más, el resultado de las ventas del primer año excede la cantidad de dinero que corresponde a la inversión inicial. A partir del segundo año, lo que se generan son ganancias. Por otra parte, se espera que en el quinto año de operaciones se generen ganancias que superan los ocho millones de pesos. Tras un análisis, es posible que el valor de las ganancias esperadas del proyecto, en el presente o tiempo cero, es de \$6, 477,697.07. Es decir, el valor presente neto del proyecto supera los seis millones de pesos, haciendo saber que es rentable.

3.5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el **porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión** para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el Valor Presente Neto (VPN). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado.

En la siguiente tabla y posterior figura se puede ver que el proyecto CÚBICO tiene una Tasa Interna de Retorno de 158%. Esto permite concluir que el proyecto se acepta como rentable.

TASA INTERNA DE RETORNO					
TIR 158%					
PERIODOS	AÑO	FNE	FIVP	FNED	ACUMULADO A VP
1	2018	\$ 1,908,762.07	0.3878	\$ 740,275.73	\$ 740,275.73
2	2019	\$ 2,184,322.29	0.1504	\$ 328,548.99	\$ 1,068,824.72
3	2020	\$ 2,700,808.25	0.0583	\$ 157,550.17	\$ 1,226,374.90
4	2021	\$ 3,286,094.80	0.0226	\$ 74,344.17	\$ 1,300,719.07
5	2022	\$ 3,886,319.47	0.0088	\$ 34,099.43	\$ 1,334,818.50
SUMA				\$ 1,334,818.50	
INVERSIÓN INICIAL				\$ 1,334,818.50	
VPN				\$ 0.00	

Tabla 27. Tasa Interna de Retorno (TIR) de CÚBICO. Realización propia.

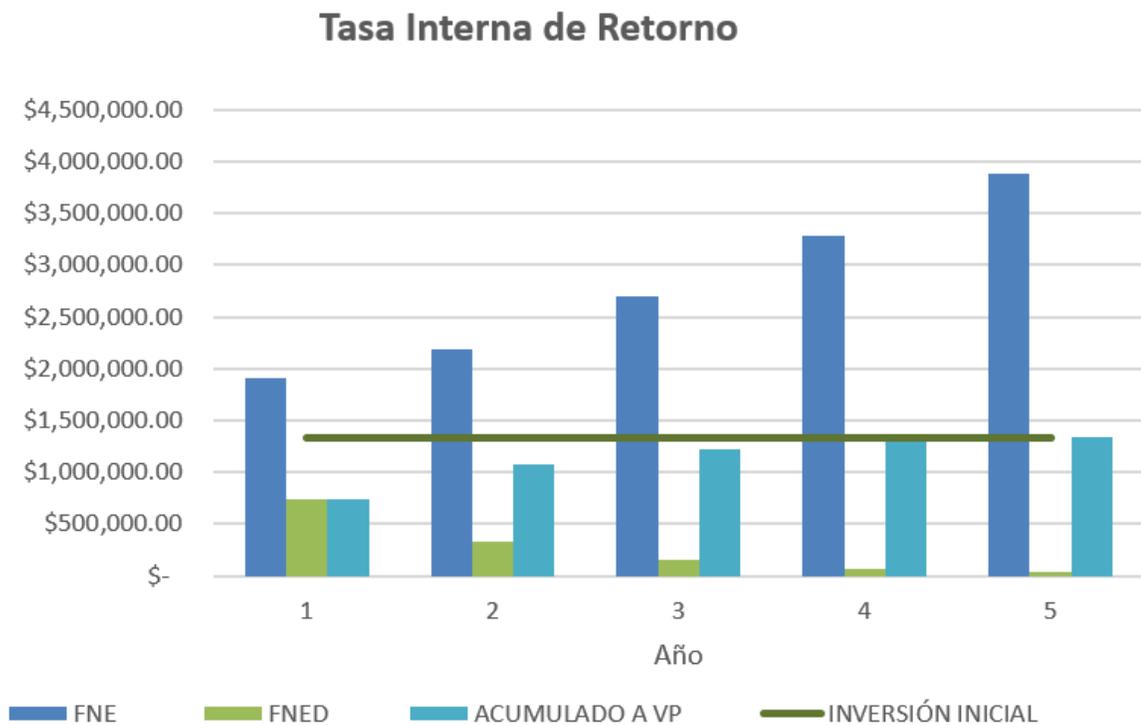


Figura 35. Tasa Interna de Retorno (TIR) de CÚBICO. Realización propia.

3.5.3 Relación Beneficio-Costo

La relación beneficio costo toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultados y analiza cuáles son los beneficios o ganancias por cada peso que se sacrifica o se invierte en el proyecto. En otras palabras, nos ayuda a determinar cuántos pesos podemos generar a partir de la inversión de una cantidad cualquiera de pesos.

Es posible obtener tres casos distintos al realizar este análisis y dependiendo de cada caso, es posible determinar la rentabilidad del proyecto. Si la relación resulta menor a uno, significa que se está recuperando menos de lo invertido. Si la relación da como resultado la unidad, se puede determinar que se recuperará la inversión, pero que no se obtendrán ganancias y por último, si la relación beneficio-costo es mayor a uno, esto significa que se recupera la inversión y a parte se obtiene una ganancia.

	0	1	2	3	4	5
FNE	-\$ 1,334,818.50	\$ 1,908,762	\$ 2,184,322	\$ 2,700,808	\$ 3,286,095	\$ 3,886,319
VNA	\$ 7,807,332.39					
TIR	158%					

Tabla 28. FNE, VNA y TIR de CÚBICO. Realización propia.

	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 14,182,713	\$ 15,775,810	\$ 17,548,927	\$ 19,517,773	\$ 21,641,940
Egresos	\$ 1,334,818.50	\$ 4,815,225	\$ 5,081,337	\$ 5,589,470	\$ 6,148,417	\$ 6,763,259

Tabla 29. Ingresos y Egresos de CÚBICO para un periodo de 5 años. Realización propia.

	0	1	2	3	4	5	Suma
VP Ingresos		\$ 12,245,477.96	\$ 11,760,466.22	\$ 11,295,354.95	\$ 10,846,660.10	\$ 10,384,327.54	\$ 56,532,286.77
VP Egresos	\$ 1,334,818.50	\$ 4,157,507.71	\$ 3,788,007.69	\$ 3,597,658.83	\$ 3,416,875.08	\$ 3,245,175.78	\$ 19,540,043.60

Tabla 30. Ingresos y Egresos de CÚBICO para un periodo de 5 años traídos a Valor Presente (VP). Realización propia.

Relación Beneficio/Costo			
Tasa de Descuento	16%	B/C	2.9

Tabla 29. Relación Beneficio-Costo para CÚBICO. Realización propia.

Así, tras observar las tablas anteriores, se puede apreciar que el Beneficio-Costo del proyecto es de 2.3. Esto significa que por cada peso que se invierta en CÚBICO, habrá un retorno de la inversión y además una ganancia de 1.3 pesos sobre la inversión recuperada. Este indicador reitera que CÚBICO es un proyecto sumamente rentable.

IV. Conclusiones

En nuestro país la vivienda es uno de los principales activos que conforman el patrimonio de las familias. Además de que el 75 por ciento del uso de suelo es destinado a la vivienda, esto pone en claro la importancia de la vivienda en México. En la actualidad se vive una crisis en materia de vivienda no solo en la Ciudad de México, sino en el país entero. En el año 2014 existían alrededor de 31.9 millones de viviendas en el país, de las cuales el 28.4% presentaba alguna forma de rezago habitacional. Y si bien es cierto que año con año estas cifras disminuyen, también es una realidad que aún existen personas que no pueden acceder a una vivienda digna y de calidad. Esto se debe en gran medida a factores económicos, aunados al crecimiento poblacional desmedido. Se espera que para el año 2030 deberán de existir al menos 41 millones de viviendas si se toman en cuenta las tendencias actuales de crecimiento poblacional. Esto significa que para ese entonces se deberán construir millones de viviendas nuevas para satisfacer las necesidades de poblaciones futuras. Estas viviendas deberán permitir a sus ocupantes un ambiente digno, seguro y de calidad y es por eso que con proyectos como este es posible abastecer cierto porcentaje de la demanda de vivienda existente.

Por otra parte, es una realidad que debido a la ubicación geográfica de nuestro país, la incidencia de desastres naturales conlleva una alta probabilidad. Debido a la ubicación del territorio nacional en la intersección de las placas norteamericana y Cocos, dos terceras partes de dicho territorio tienen un riesgo sísmico considerable. Si a esto añadimos que México está ubicado en una zona intertropical y que por lo mismo, existe una alta incidencia de huracanes y tormentas tropicales. El sismo del 19 de septiembre de 2017 fue un evento que sacudió al país entero. En treinta y dos años no se había sufrido un evento de tal magnitud y ha servido como una llamada de atención, abriendo los ojos de la población a la necesidad de replantear la forma en la que no solo se reacciona a estos eventos; sino también a la forma en la que se debe estar preparado para los mismos. Tras un saldo de 180 mil viviendas dañadas en ocho entidades federativas y 250 mil personas que resultaron damnificadas, se hizo evidente la necesidad de replantear la forma en la que se construyen viviendas y asegurar la integridad de las mismas durante eventos como estos.

Una posible medida que se puede tomar es fortalecer los reglamentos de construcción y los procesos constructivos, haciendo énfasis en una adecuada supervisión a la hora de llevar a cabo la construcción de vivienda y todo tipo de edificaciones destinadas a la ocupación por seres humanos. Pero también es necesario plantear alternativas a los métodos convencionales de construcción y a las ideas clásicas de cómo debe ser la vivienda. Aquí es donde entra la idea de utilizar contenedores marítimos para la edificación de vivienda. Los contenedores aportan una cantidad significativa de ventajas sobre las construcciones convencionales. El material del que están hechos se traduce en una estabilidad estructural significativa, su forma geométrica permite la creación de espacios modulares que pueden ser fácilmente replicados y contruidos en masa. Esto hace posible que los tiempos de construcción disminuyan y que esto, a su vez, resulte por supuesto en costos más bajos. Además existe una variable ecológica, ya que una vez que estos contenedores cumplen su vida útil como instrumentos de carga de mercancía, generalmente son desechados. Al darles un segundo propósito como estructura para construcciones como las que se busca

desarrollar en este trabajo, se evita que estos contenedores terminen ocupando espacio en puertos marítimos y permite darles un uso alternativo que beneficie a la población. Lo anterior hace pensar que la utilización de estos contenedores pueda servir como una posible solución a los problemas planteados, y que se prevé seguirán existiendo en un futuro por su propia naturaleza, a no ser que sean atacados desde ahora.

En el presente trabajo se realizó la evaluación técnica y económica de un proyecto de vivienda que parte de la idea de utilizar contenedores marítimos para llevarse a cabo. Como se puede apreciar en el cuerpo del trabajo, para hacer esto se llevaron a cabo distintas fases de evaluación—desde el análisis de demanda, hasta el análisis financiero— pasando también por el análisis técnico y económico. Cada etapa conllevó sus distintos retos y oportunidades. Se tuvo que recurrir a un análisis de demanda menos formal que un estudio de mercado debido a que el tiempo que transcurrió entre el sismo del 19 de septiembre de 2017 y el levantamiento de encuestas fue considerable, dando como resultado cierta incertidumbre en relación a la demanda real para productos como el que plantea CÚBICO. Sin embargo, durante el análisis de la oferta existente fue posible observar que ya existen proyectos similares no sólo en nuestro país, sino que en todo el mundo pueden observarse casos en los que contenedores marítimos de segunda mano son transformados en espacios habitables. Esto hace pensar que esto es solo el comienzo y que en el futuro este tipo de construcciones será cada vez más común y que como ingeniero civil y futuro profesionalista presenta una oportunidad sustancial para incursionar en el mercado.

Además, como es posible observar en los resultados obtenidos a lo largo de la evaluación del proyecto, el costo de una construcción de este tipo es considerablemente menor a una vivienda convencional, sin mencionar que dadas las características de los contenedores, los tiempos de construcción son menores y el potencial que tienen—dados los materiales con los que están fabricados—de resultar dañados durante un sismo o un desastre natural es mucho menor. Es posible observar también, que tomando en cuenta un análisis de costos, una proyección de ventas a futuro y una estructura organizacional adecuada, resulta muy atractivo desde un punto de vista financiero la realización de proyectos de este tipo. Al analizar los resultados obtenidos es fácil ver que un proyecto como CÚBICO conlleva un alto índice de rentabilidad y que resulta ser un proyecto sumamente viable.

Con base a lo anterior es posible determinar tres cosas:

1. La población en nuestro país seguirá incrementando y con ella la necesidad de abastecer a la misma de vivienda digna, de calidad y a un precio accesible.
2. Que los contenedores marítimos son, en efecto, una alternativa de construcción que al ser realizada de manera correcta puede contribuir al abastecimiento de vivienda a una población que necesita desesperadamente contar con vivienda segura y capaz de resistir a eventos como el que se vivió el pasado 19 de septiembre de 2017.
3. Por último, que proyectos como este no sólo son viables desde un punto de vista técnico, económico y financiero, sino que son necesarios para poder ofertar alternativas que respondan a las necesidades del país.

Es por eso que se puede concluir que proyectos como CÚBICO no solamente son viables, sino que son necesarios. Como ingenieros civiles debemos mirar hacia el futuro y darnos cuenta de que nuestro trabajo siempre será indispensable, que la sociedad demandará soluciones a problemas que existen hoy en día y a los que surgirán en el futuro y es necesario adaptarnos a los cambios tecnológicos, culturales y sociales que se experimentan día a día y que cada vez son más notorios. CÚBICO pretende ser una alternativa fresca, que pueda evolucionar y crecer con la sociedad a la que busca servir, tomando en cuenta sus necesidades presentes y futuras.

V. Bibliografía

- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, "Definición", en Vivienda [Actualización: 22 de febrero de 2006], en www.diputados.gob.mx/cesop/
- SEDESOL, Programa Sectorial de Vivienda (2001-2006), Secretaría de Desarrollo Social, México, 2001, 153.
- LIX Legislatura de la Cámara de Diputados, Dictamen de la iniciativa de Ley General de Vivienda, febrero 2005.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Hábitat II), Programa de Hábitat, 1996, p. 38.
- INEGI, XII Censo general de población y vivienda 2000, México, 2001.
- N/D. (2012). Vivienda. enero 23, 2018, de Centro de Estudios de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable Sitio web: <http://www.economia.unam.mx/cedrus/investigacion/propuestas-politica/vivienda.html>
- Comisión Nacional de Vivienda (2016). Programa de Labores 2016. Ciudad de México: N/D, pp.5-6.
SEDESOL, Programa Nacional de Vivienda (2014-2018), Secretaría de Desarrollo Social, México, 2013.
- CENAPRED. (2014). Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. México, D.F.: Secretaría de Gobernación. Desastres Naturales
- Cruz, V., Krishna, S. & Ordaz, M. (2017). ¿Qué ocurrió el 19 de septiembre de 2017 en México?. febrero 7, 2018, de Ciencia UNAM Sitio web: <http://ciencia.unam.mx/leer/652/-que-ocurrio-el-19-de-septiembre-de-2017-en-mexico->
- Ureste, M. & Aroche, E. (2017). Lo que el #19S nos dejó: las víctimas, daños y damnificados en México. febrero 7, 2018, de Animal Político Sitio web: <http://www.animalpolitico.com/2017/10/cifras-oficiales-sismo-19s/>

- N/D. (2017). Esto es lo que sabemos a un mes del sismo del 19 de septiembre. febrero 7, 2018, de Expansión Sitio web: <https://expansion.mx/nacional/2017/10/19/esto-es-lo-que-sabemos-a-un-mes-del-sismo-del-19-de-septiembre>
- N/D. (2016). A HANDY REFRESHER ON THE BASICS OF CLIMATE CHANGE. febrero 6, 2018, de The Climate Reality Project Sitio web: <https://www.climaterealityproject.org/blog/handy-refresher-basics-climate-change>
- Shaftel, H. (2017). Climate change: How do we know?. enero 29, 2018, de NASA Sitio web: <https://climate.nasa.gov/evidence/>
- Shaftel, H. (2017). A blanket around the Earth. enero 29, 2018, de NASA Sitio web: <https://climate.nasa.gov/causes/>
- N/D. (2017). Hurricane Katrina Statistics Fast Facts. febrero 6, 2018, de CNN Sitio web: <https://edition.cnn.com/2013/08/23/us/hurricane-katrina-statistics-fast-facts/index.html>
- ISBU Association. (2006). All about shipping containers. Enero 12, 2018, de ISBU Association Sitio web: <http://www.isbu-association.org/all-about-shipping-containers.htm>
- Maitsa. (N/D). Principales tipos y características del contenedor. 12/01/2018, de MAITSA Customs Brokerage Sitio web: <http://www.maitsa.com/transitario/que-es-un-container-contenedor-tipos-caracteristicas>
- Ing. José Gustavo Ávila Archundia. (2015). Uso de Contenedores de Carga para Proyectos de Edificación (Tesis de Maestría). Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria
- IContainers. (2017). The 12 Different Types of Shipping Containers and Their Application. 12/01/2018, de IContainers Sitio web: <https://www.icontainers.com/the-different-types-of-containers/>
- N/D. (2017). Container Shipping - Statistics & Facts. febrero 15, 2018, de Statista Sitio web: <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/>
- Clark, P. (1989). US Patent 4,854,094. Washinton, DC: U.S.
- New Old Stock. (2016). We Are New Old Stock. febrero 16, 2018, de New Old Stock Sitio web: <http://newoldstock.com/>
- Vanette, D. (2014). Adventurous Apartment Building Made of 36 Shipping Containers. febrero 16, 2018, de Dwell Sitio web: <https://www.dwell.com/article/adventurous-apartment-building-made-of-36-shipping-containers-d292d72f>
- Senda, S. (2013). Yasutaka Yoshimura architects: Ex Container Project, Anywhere, Japan. enero 12, 2018, de Designboom Sitio web: <https://www.designboom.com/architecture/yasutaka-yoshimura-architects-ex-container/>
- R. (2017). Contenedores marítimos para reconstruir Morelos. enero 12, 2018, de Huffington Post Sitio web: http://www.huffingtonpost.com.mx/2017/10/09/contenedores-maritimos-para-reconstruir-morelos_a_23237588/
- Cottrell, M. (2014). Guide to the LEED Green Associate v4 Exam. Hoboken, N.J., E.U.A.: Wiley.

- Redacción. (2016). CDMX genera a diario 12,893 toneladas de basura. febrero 16, 2018, de El Economista Sitio web: <https://www.economista.com.mx/politica/CDMX-genera-a-diario-12893-toneladas-de-basura-20161019-0053.html>
- EPA. (2016). Sustainable Management of Construction and Demolition Materials. febrero 16, 2018, de U.S. Environmental Protection Agency Sitio web: <https://www.epa.gov/smm/sustainable-management-construction-and-demolition-materials>
- World Commission on Environment and Development. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Recuperado de <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- Baca, G. (2013). Evaluación de Proyectos. México, D.F.: McGraw-Hill.

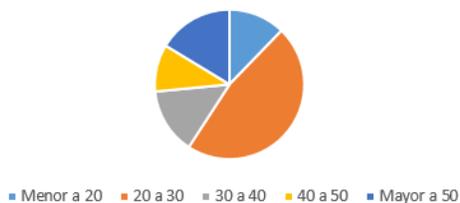
VI. Anexos

6.1 Estudio de Mercado

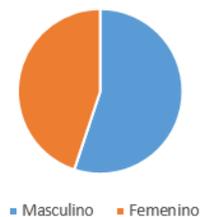
6.1.1 Resultados

6.1.1.1 Demográficos

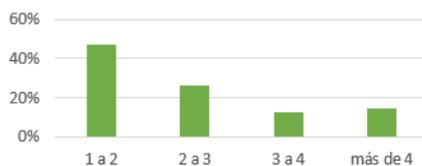
¿Cuál es tu rango de edad?



¿Cuál es tu género?



¿Cuántos integrantes tiene tu familia?

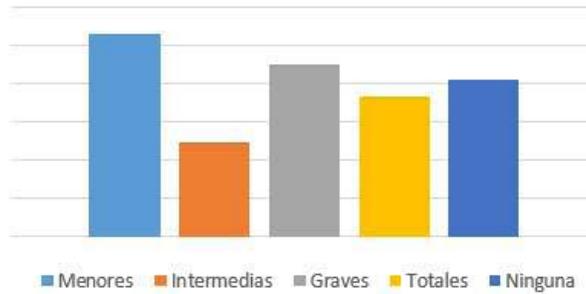


6.1.1.2 Afectación por el sismo

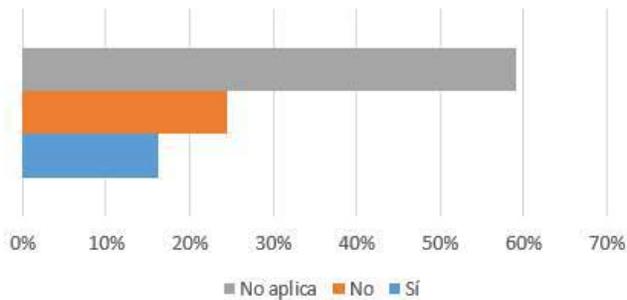
¿Sufrió afectaciones su vivienda?



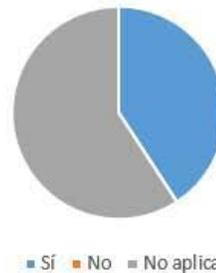
Tipo de Afectaciones



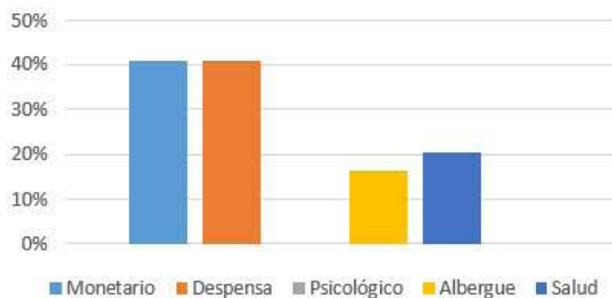
¿Sin lugar para vivir?



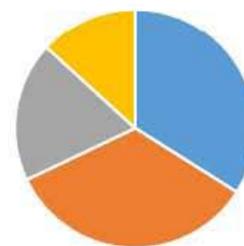
¿Has recibido apoyo?



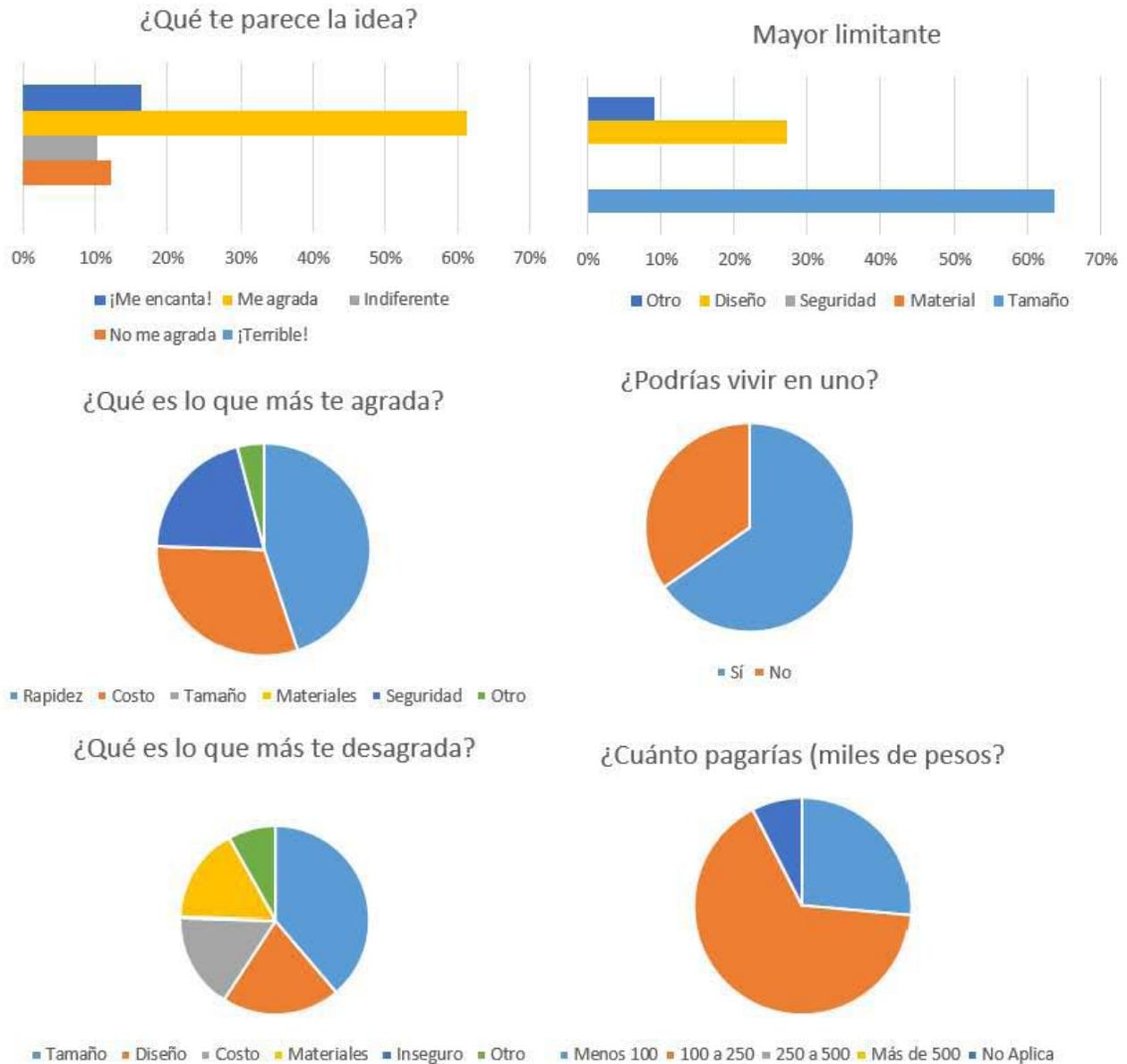
Tipo de Apoyo



Tipo de problemas



6.1.1.3 Percepción del Proyecto



6.1.2 Cuestionario