



Figura 1. Vivienda Container. Endesa (2016).

“LA VIVIENDA CONTENEDOR, UNA OPORTUNIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES HABITACIONALES SUSTENTABLES Y DE BAJO COSTO EN COLOMBIA”

**“LA VIVIENDA CONTENEDOR, UNA OPORTUNIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE UNIDADES HABITACIONALES SUSTENTABLES Y DE BAJO COSTO EN
COLOMBIA”**

**MANUEL ANACONA PERDOMO
ARQUITECTO**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIAS
MAESTRIA EN SOSTENIBILIDAD
MEDELLIN
2020**

**“LA VIVIENDA CONTENEDOR, UNA OPORTUNIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE UNIDADES HABITACIONALES SUSTENTABLES Y DE BAJO COSTO EN
COLOMBIA”**

Arq. MANUEL ANACONA PERDOMO

Trabajo de Grado para optar al título de Magister en Sostenibilidad

Director

Arq. Mg. LINA MARIA ESCOBAR OCAMPO

Coordinadora Académica Maestría en Diseño del Paisaje



UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIAS

MAESTRIA EN SOSTENIBILIDAD

MEDELLIN

2020

1 de noviembre de 2020

Arq. Manuel Anacona Perdomo

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma del Autor:

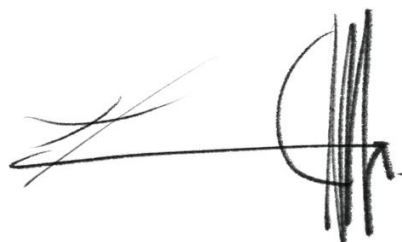
A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and strokes, positioned to the right of the 'Firma del Autor:' label.



Figura 2. Iglesia de Autobahn, Freundland por Walter Gehhardt. Andreas (2011).

*Todos los Artistas son Drs. Frankenstein, recicladores promiscuos y reanimadores de cosas
muertas.
Les infundimos con nuestra propia vida, y los rehacemos a imagen de nuestro mundo.*

Adam Kalkin

A Mau y Caesar Geromme

Contenido

CONTENIDO.....	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABLAS	XV
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA	1
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
METODOLOGÍA	5
CAPITULO 1	6
1. UNA CAJA DE ACERO, DE ELEMENTO GLOBALIZADOR A CONTENEDOR DE VIDA.....	6
1.1 ¿CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE O CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE?	7
1.2 ECONOMÍA CIRCULAR Y SU RELACIÓN CON LA VIVIENDA CONTENEDOR	11
1.3 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA	16
1.4 ARQUITECTURA CONTENEDOR, “UNA ARQUITECTURA EMERGENTE”	20
CAPITULO 2	25
2. CERRANDO EL CICLO DE LA CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL.....	25
2.1 LA EVOLUCIÓN ESPACIAL DE LA CAJA.	25
2.2 IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	34
2.3 CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE	43

2.3 SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN SUSTENTABLE	44
2.4 CONTEXTO NACIONAL Y LOCAL.....	51
2.5 LOS CONTENEDORES MARÍTIMOS. CONSIDERACIONES DE LA CAJA GLOBALIZADORA.....	70
CAPÍTULO 3	82
3. ETAPA PRÁCTICA: ¿ES POSIBLE CONSTRUIR UNA VIVIENDA USANDO CONTENEDORES MARÍTIMOS?.....	82
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	82
3.2 CASOS DE ESTUDIO.....	84
3.3 LOS ASPECTOS TÉCNICOS EN LA DEFINICIÓN DE LA VIVIENDA CONTENEDOR.	111
3.4 EFICIENCIA DE ENERGÍA	115
CAPÍTULO 4	124
4. SÍNTESIS. <i>HOME-FLEX</i>. “UN MODELO EXPANSIBLE”	124
4.1 <i>HOME-FLEX</i> , MÓDULO BÁSICO.	125
4.2 <i>HOME-FLEX</i> , UNIDAD BÁSICA DE VIVIENDA	126
4.3 <i>HOME-FLEX</i> , TIPOLOGÍA AISLADA	128
4.4 <i>HOME-FLEX</i> . TIPOLOGÍA SUPERMANZANA.....	131
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	134
BIBLIOGRAFÍA.....	141

Lista de Figuras

FIGURA 1. VIVIENDA CONTAINER. ENDESA (2016).....	I
FIGURA 2. IGLESIA DE AUTOBAHN, FRIENDLAND POR WALTER GEBHADT. ANDREAS (2011).....	V
FIGURA 3. LA VIVIENDA CONTENEDOR. ¿UN CONTENEDOR PUEDE SER UNA VIVIENDA?	
ILUSTRACIÓN PERSONAL.....	3
FIGURA 4. PUMA CITY. ARAM LEEUW (S.F.).....	7
FIGURA 5. NEW YORK. CONSUMISMO Y CRECIMIENTO INFRENABLE DE LAS CIUDADES. ARCHIVO	
PERSONAL.	8
FIGURA 6. MARKETING VERDE, ILUSTRACIÓN PERSONAL.	9
FIGURA 7. TRIANGULO DE NIJKAMP. DOUROJEANNI (2000).....	10
FIGURA 8. EL CONTAINER COMO UN SÍMBOLO DEL CONSUMISMO MUNDIAL. SHOP-CONTAINER.	
ANDREAS (2011).....	11
FIGURA 9. ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO ACTUAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN	
ESPAÑA. CONAMA (2018).....	13
FIGURA 10. ESQUEMA DEL PROCESO DE LA CONSTRUCCIÓN, BASADO EN LA ECONOMÍA CIRCULAR.	
CONAMA (2018).....	14
FIGURA 11. VIVIENDA CONTENEDOR PARA EL AYUNTAMIENTO DE BARCELONA. BLANCHAR	
(2019).....	16
FIGURA 12. CRYSTAL PALACE DE JOSEPH PAXTON, 1851. WIKIARQUITECTURA (S.F.)	16
FIGURA 13. ESQUEMA DE COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO DE UN CONTENEDOR. GARRIDO (2015)..	19
FIGURA 14. VISUAL AÉREA DE UN PATIO DE CONTENEDORES. ARRIBAS & OLIVE (2018).....	20
FIGURA 15. MODULOR DE LECORBUSIER (BRICKSTOGETHER, S.F.) Y FIGURA HUMANA EN	
CONTENEDOR. ELABORACIÓN PROPIA.	21

FIGURA 16. PÓSTER CONTAINER ARCHITECTURE EXHIBITION. WORDTOURS (S.F.).	23
FIGURA 17. ARQUITECTURA CONTENEDOR, UNA UTILIZACIÓN ESPONTANEA. (CABRERA, 2016)	25
FIGURA 18. UNITÉ D`HABITATION DE MARSEILLE. ARCHDAILY (S.F.)	26
FIGURA 19. PLANTA ARQUITECTÓNICA DE LA TORRE. (ARCHDAILY, S.F.)	27
FIGURA 20. VISTA EXTERIOR DE UNITÉ D`HABITATION DE MARSEILLE. ARCHDAILY, (S.F).	27
FIGURA 21. NAKAGIN CAPSULE TOWER DE KISHO KUROKAWA, 1972. GUTIÉRREZ (S.F.)	28
FIGURA 22. CAPSULE HOUSE DE KISHO KUROKAWA, 1972. VISTA EXTERIOR Y AXONOMETRÍA. (GUTIERREZ E. , S.F.)	29
FIGURA 23. CARGOTECTURA LA NUEVA TENDENCIA DE LA HABITABILIDAD. (GARCÍA, 2018).	31
FIGURA 24. HABITAT SMART LIVING LAB. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. UPB (2017).	32
FIGURA 25. IMPLEMENTACIÓN DE CONTENEDORES EN ARQUITECTURA COMERCIAL EN COLOMBIA. JUAN VALDEZ CAFÉ AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO. JUAN VALDEZ CAFÉ (2018).	33
FIGURA 26. ESTIMACIÓN DEL METABOLISMO DE LA ECONOMÍA COLOMBIANA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (2019)	35
FIGURA 27. METAS E INDICADORES PARA EL FLUJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PROVENIENTES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (2019)	36
FIGURA 28. EJEMPLO DE ESQUEMA DE CICLO DE VIDA DE UNA CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL. WADEL (2009)	39
FIGURA 29. ESQUEMA DE CICLO DE VIDA DE LA CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL USO DE CONTENEDORES MARÍTIMOS. ELABORACIÓN PROPIA	40

FIGURA 30. SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE. ELABORACIÓN PROPIA.	45
FIGURA 31. ESQUEMA DE CERTIFICACIÓN CASA. CCCS (S.F.).....	50
FIGURA 32. VIVIENDAS EN CIUDAD BOLÍVAR, BOGOTÁ, COLOMBIA. PERIODISMO PÚBLICO (2019). ESTA LOCALIDAD UBICADA AL SUR DE LA CIUDAD ENFRENTA UNA GRAVE PROBLEMÁTICA SOCIAL Y URBANA, ANTE LA FALTA DE COBERTURA DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS RESPECTO A VIVIENDA DE INTERÉS PRIORITARIO.....	51
FIGURA 33. EL DÉFICIT DE VIVIENDA LATINOAMERICANO. CULCAY & MALDONADO (2019).....	52
FIGURA 34. UNIDAD HABITACIONAL EN UN LOTE DE 35 M2. ELABORACIÓN PROPIA.	55
FIGURA 35. PROYECTO DE METROVIVIENDA, CIUDADELA USME. METROVIVIENDA (2011).	56
FIGURA 36. VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DE DOS PISOS EN LA CIUDAD DE CALI, COLOMBIA. SKEMA (S.F.).	59
FIGURA 37. RENDER DEL CONJUNTO HABITACIONAL EN TIPOLOGÍA APARTAMENTO. COLSUBSIDIO (2020).....	59
FIGURA 38. CONJUNTO HABITACIONAL PORTAL DE SANTA SOFÍA, USME, BOGOTÁ. CAFAM (2019).	60
FIGURA 39. PROGRAMA VIVIENDA DIGNA VIDA DIGNA. PROSPERIDAD SOCIAL (2020).	62
FIGURA 40. CASA DIGNA VIVIENDA DIGNA. EL ESPECTADOR (2018).	63
FIGURA 41. MALCOM MCLEAN, PRECURSOR DEL TRANSPORTE INTERMODAL. TIBA MÉXICO (2016).	70
FIGURA 42. LOS CONTENEDORES EN LA ESCALA HUMANA. ELABORACIÓN PROPIA.	71
FIGURA 43. CONTENEDORES EN PUERTO DE ALTAMIRA, MÉXICO. MEXICO.GOB (2016).	73

FIGURA 44. AXONOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA DEL CONTENEDOR. (BFP, 2016). PUERTA FRONTAL. SERC INTERMODAL (S.F.).....	75
FIGURA 45. PATIO DE CONTENEDORES EN PUERTO. (RIVAS, 2016).	77
FIGURA 46. ESPACIO INTERIOR EN UNA VIVIENDA CONTENEDOR. ONAGAWA CONTAINER TEMPORARY HOUSING (2012).	84
FIGURA 47. LA COMUNIDAD EN CONTAINER TEMPORARY HOUSING. HIRAI (2011).	85
FIGURA 48. EMPLAZAMIENTO DEL COMPLEJO. DESIGNBOOM (2012).	86
FIGURA 49. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN, ONAGAWA CONTAINER TEMPORARY HOUSING. DESIGNBOOM (2012).	87
FIGURA 50. VISTA DEL CONJUNTO. DESIGNBOOM. (2012).	87
FIGURA 51. VISTA DEL PROTOTIPO <i>4R HOUSE</i> . GARRIDO (2015).	88
FIGURA 52. VISTA POSTERIOR DE <i>R4 HOUSE</i> . (GARRIDO, 2015).	89
FIGURA 53. INVIERNO. FUNDAMENTOS BIOCLIMÁTICOS <i>4R HOUSE</i> . GARRIDO (2015).	90
FIGURA 54. VERANO. FUNDAMENTOS BIOCLIMÁTICOS <i>4R HOUSE</i> . GARRIDO (2015).	90
FIGURA 55. INTERIOR DE LA VIVIENDA Y VISTA EXTERIOR DEL CONJUNTO. ES.QWE (2012).	91
FIGURA 56. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO. ES.QWE (2012).	92
FIGURA 57. ENSAMBLE DE LAS UNIDADES Y VISTA EXTERIOR DEL CONJUNTO. ALAMY (S.F.).....	92
FIGURA 58. 12 CONTAINER HOUSE DEL ARQ. ADAM KALKIN, PROYECTO DEL AÑO 2002. KOTNIK (2013).....	93
FIGURA 59. 12 <i>CONTAINER HOUSE</i> DEL ARQ. ADAM KALKIN, ISOMETRÍA Y PRIMERA PLANTA. KOTNIK (2013).....	94
FIGURA 60. VISTA INTERIOR DEL CONJUNTO DE RESIDENCIAS ESTUDIANTILES AYALIM. SHTEREMBERG (2014).	95

FIGURA 61. KEETWONEN, VISTA EXTERIOR DEL CONJUNTO E INTERIOR DE LA VIVIENDA.

TEMPOHOUSING (2006)96

FIGURA 62. VISTA DEL CONJUNTO RESIDENCIAL. (TEMPOHOUSING, 2006)96

FIGURA 63. MONUMENTO MEGALÍTICO STONEHENGE EN REINO UNIDO. GODDARD (S.F.) Y

CARAVANAS DEL ANTIGUO OESTE AMERICANO. GARRIDO (2015).97

FIGURA 64. RENDER DEL CONJUNTO Y PLANTA ARQUITECTÓNICA. GARRIDO (2015).98

FIGURA 65. PLANTA ARQUITECTÓNICA HAPPY CITY. GARRIDO (2015)100

FIGURA 66. VISTA DEL CONJUNTO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES. PASTORELLI (2010).101

FIGURA 67. PRIMERA Y SEGUNDA PLANTA DE CASA TIPO. PASTORELLI (2010).101

FIGURA 68. PRIMERA Y SEGUNDA PLANTA ARQUITECTÓNICA DEL EDIFICIO DE APARTAMENTOS.

PASTORELLI (2010)102

FIGURA 69. FACHADA PRINCIPAL Y POSTERIOR DEL EDIFICIO DE APARTAMENTOS. PASTORELLI

(2010).103

FIGURA 70. FACHADA DE LA UNIDAD HABITACIONAL. KALIL (S.F.).104

FIGURA 71. INTERIOR AMOBLADO DE LA UNIDAD HABITACIONAL, COSTO: DE R180,000 (US

14,250). KALIL (S.F.)104

FIGURA 72. CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL. PROYECTO EMPOSER SHACK EN EL BARRIO

CHABOLISTA DE KHAYELITSHA, CIUDAD DEL CABO. FALLON (2018).106

FIGURA 73. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA. ARCHDAILY (2014).106

FIGURA 74. PLANTA ARQUITECTÓNICA DE LA VIVIENDA. ARCHDAILY (2014). EN ROJO, LOS

CONTENEDORES.107

FIGURA 75. FACHADA PRINCIPAL DE LA VIVIENDA. ARCHDAILY (2014).108

FIGURA 76. AXONOMETRÍA Y DESPIECE DE MATERIALES. ARCHDAILY (2014)109

FIGURA 77. MODELO BIOCLIMÁTICO DE <i>UPCYCLE HOUSE</i> . ARCHDAILY (2014).....	110
FIGURA 78. VISTA DE <i>UPCYCLING HOUSE</i> . ARCHDAILY (2014).....	110
FIGURA 79. SISTEMA DE "DADOS" DE CONCRETO. EL TRÉBOL (2020).....	113
FIGURA 80. SISTEMA DE ZAPATA AISLADA. MOVINGHOME (2017) Y LOSA DE CIMENTACIÓN. THE MODERN HOME PROJECT (2020).....	114
FIGURA 81. SISTEMA DE ZAPATA CORRIDA. DAZNE (2014).	114
FIGURA 82. PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS. CUIDEMOS EL PLANETA (S.F.).....	116
FIGURA 83. AISLAMIENTO TÉRMOACUSTICO CON FIBRAS NATURALES. RPP (2018). CASCARILLA DE ARROZ. MONGE (2016).....	119
FIGURA 84. REVESTIMIENTO INTERIOR CON PANALES DE OSB. GALINDO (2015).....	121
FIGURA 85. PISO DE LINÓLEO. EZQUERRA (S.F.).....	122
FIGURA 86. DESARROLLO CONCEPTUAL DE HOME-FLEX. ELABORACIÓN PROPIA.....	124
FIGURA 87. <i>HOME-FLEX</i> . CONCEPTUALIZACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.	125
FIGURA 88. <i>HOME-FLEX</i> , MODULO BÁSICO. ELABORACIÓN PROPIA.	126
FIGURA 89. <i>HOME-FLEX</i> , UNIDAD BÁSICA DE VIVIENDA. ELABORACIÓN PROPIA.....	127
FIGURA 90. <i>HOME-FLEX</i> , ALTERNATIVAS ESPACIALES DE LA UNIDAD. ELABORACIÓN PROPIA.	128
FIGURA 91. <i>HOME-FLEX</i> , ALTERNATIVAS ESPACIALES DE LA UNIDAD EN TIPOLOGÍA AISLADA. ELABORACIÓN PROPIA.	129
FIGURA 92. <i>HOME-FLEX</i> , PLANTA ARQUITECTÓNICA EN TIPOLOGÍA AISLADA. ELABORACIÓN PROPIA.	130
FIGURA 93. <i>HOME-FLEX</i> , ALTERNATIVAS ESPACIALES DE LA UNIDAD EN TIPOLOGÍA AISLADA. ELABORACIÓN PROPIA.	130

FIGURA 94. *HOME-FLEX*, ALTERNATIVAS ESPACIALES DE LA UNIDAD. CASA DE CAMPO.

ELABORACIÓN PROPIA.....131

FIGURA 95. *HOME-FLEX*, TIPOLOGÍA BLOQUE DE CUATRO UNIDADES. ELABORACIÓN PROPIA. .132

FIGURA 96. *HOME-FLEX*, TIPOLOGÍA BLOQUE DE CUATRO UNIDADES. ELABORACIÓN PROPIA. .133

FIGURA 97. *HOME-FLEX*, TIPOLOGÍA SUPERMANZANA. ELABORACIÓN PROPIA.....133

Lista de Tablas

TABLA 1. MATRIZ DE ANÁLISIS DE IMPACTOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.	41
TABLA 2. MATRIZ DE ANÁLISIS DE IMPACTOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN PARTE 2. ELABORACIÓN PROPIA.	41
TABLA 3. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN HQE. ELABORACIÓN PROPIA.	47
TABLA 4. ÁREA MÍNIMA DE LOTE PARA VIS TIPO 1 Y 2. MINVIVIENDA (2004).	54
TABLA 5. PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA CIVIL. VIVIENDA CONVENCIONAL VS. VIVIENDA CONTENEDOR. ELABORACIÓN PERSONAL.	58
TABLA 6. SUBSIDIOS DE VIVIENDA EN EL PROGRAMA MI CASA YA. MINVIVIENDA (2020).	61
TABLA 7. TIPOLOGÍA DE CONTENEDORES. ELABORACIÓN PROPIA.	72
TABLA 8. DIMENSIONES Y PESOS DE UN CONTENEDOR DE 20 PIES. ELABORACIÓN PROPIA.	76
TABLA 9. DIMENSIONES Y PESOS DE UN CONTENEDOR DE 40 PIES. ELABORACIÓN PROPIA.	76
TABLA 10. COMPARATIVO DE COSTOS DE CONTENEDORES USADOS DE 20 Y 40 PIES, CON BASE EN COTIZACIONES DE TRES COMPAÑÍAS UBICADAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. ELABORACIÓN PERSONAL.	78
TABLA 11. ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA <i>VIVIENDA CONTENEDOR</i> . ELABORACIÓN PERSONAL.	111
TABLA 12. AUTONOMÍA DEL SISTEMA. ELABORACIÓN PERSONAL.	117
TABLA 13. COMPONENTES DEL SISTEMA. ELABORACIÓN PERSONAL.	117
TABLA 14. COMPONENTES DEL SISTEMA. ERCO, S.F.	118
TABLA 15. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE DIFERENTES MATERIALES CONVENCIONALES. GUTIÉRREZ, CADENA, & BULA (2013).	120

Introducción

El presente trabajo explora y analiza el proceso de habilitación de los contenedores marítimos en desuso para su re-uso en el desarrollo de unidades habitacionales; para grupos sociales vulnerables y con una necesidad de vivienda urbana o rural, que cumpla con las condiciones de “vivienda digna”. Así mismo la evolución histórica de este elemento, su historia e impacto en la construcción, su transformación urbana bajo los lineamientos de la arquitectura ecológica y la economía circular; optimizando recursos, materiales, disminuyendo el consumo energético y reduciendo al máximo las emisiones y la generación de residuos.

Se propende a la exploración de un modelo de desarrollo de vivienda de este tipo en Colombia, que se ajuste a las necesidades de construcción de vivienda de interés social – VIS y vivienda de interés prioritario –VIP, de bajo costo para el beneficio de las comunidades y la sociedad en general generando alto impacto desde la innovación social.

La Arquitectura Ecológica y Sustentable se constituye como el tema a tratar; enmarcado dentro de los lineamientos de innovación y adaptación de la tecnología a las demandas para el desarrollo sustentable, la gestión de los recursos naturales, la eficiencia energética y el control de los residuos en la construcción.

Problema

En el mundo, según la Organización de las Naciones Unidas – ONU, el número de personas que no cuentan con una vivienda adecuada supera los 1000 millones, personas que viven en condiciones peligrosas, hacinadas en tugurios o en otras condiciones que no respetan sus derechos humanos ni su dignidad (HABITAT, Naciones Unidas, 2010). En

Colombia, según cifras del DANE¹, alrededor de 18,2 millones de colombianos viven en estado de déficit habitacional y presentan carencias respecto a una óptima y digna calidad residencial, este porcentaje equivale al 36,59% de la población actual del territorio colombiano, realidad que se traduce en 5`144.445 millones de hogares en esta condición, de los 14`060.645 que actualmente existen (Urrego, 2020).

En este contexto y de acuerdo con estudios urbanos y de vivienda de CEPAL y el BID, el déficit de vivienda entre 2008 y el 2012 fue de un 37% (Urrego, 2020), cifras que; extrapoladas a la actualidad casi una década después, demuestran escasos puntos de diferencia y evidencian que el déficit se mantiene, siendo causales importantes la situación de pobreza y exclusión, condiciones de insuficiencia de empleo adecuado y estable, falta de acceso a créditos, falta de conocimiento o asesoramiento técnico y falta de titularización de la propiedad y de la tierra (Rodriguez, 2016).

Ante la realidad que atraviesa nuestro país en materia de vivienda digna ¿Es viable la utilización de contenedores marítimos en desuso, para la construcción de viviendas sustentables y de bajo costo en Colombia?

Justificación

El presente trabajo surge de un interés personal y académico por explorar los lineamientos y condicionantes para el uso de contenedores marítimos en desuso como alternativa de construcción de unidades habitacionales que contribuyan a la disminución de los costos de construcción y a una transformación urbana innovadora y sustentable, bajo los lineamientos de la arquitectura ecológica, cuyo compromiso es el desarrollo humano y la

¹ DANE, Departamento Nacional de Estadística.

armonía social, optimizando y reaprovechando los recursos y materiales aptos para su implementación, disminuyendo el consumo energético y reduciendo al máximo las emisiones y la generación de residuos en todas las etapas de proyecto, desde la conceptualización, pasando por la construcción y posterior operación (vida útil), tanto en viviendas de interés prioritario y social como en sectores urbanos y rurales.

El auge de la construcción civil y comercial mediante el uso de contenedores de carga marítima es hoy en día un referente importante a nivel mundial y continúa traspasando fronteras. Según la Asociación de Unidades de Construcción Intermodales de Acero y Viviendas de Contenedores – ISBU, la construcción basada en contenedores marítimos es una de las tendencias constructivas que mas rápido esta creciendo, especialmente en los Estados Unidos (Kotnik, 2013), hecho que ha generado una tendencia sin precedentes en el diseño y la construcción, al punto de convertirse en una rama joven de la arquitectura ligada al diseño modular y a la arquitectura ecológica y sustentable, que paulatinamente a incursionado en Latinoamérica.



Figura 3. La Vivienda Contenedor. ¿Un contenedor puede ser una vivienda? Ilustración personal.

Objetivo General

El objetivo general que plantea el presente trabajo es analizar la factibilidad en la utilización de contenedores marítimos en desuso, para el desarrollo de unidades habitacionales sustentables y de bajo costo en Colombia, que facilite el acceso a una vivienda digna, desde el punto de vista arquitectónico y constructivo implementando los criterios de construcción sustentable.

Objetivos Específicos

Explorar los lineamientos históricos, urbanos y sociales de la arquitectura contenedor desde la perspectiva de la construcción sustentable e innovación tecnológica, e identificar las alternativas de vivienda contenedor.

Identificar los aspectos legales, urbanos y constructivos de la arquitectura contenedor que intervengan en su ejecución e implementación en Colombia. Explorando la normatividad legal vigente a nivel nacional y las entidades no gubernamentales en Colombia respecto a las alternativas de la construcción sostenible.

Establecer los lineamientos técnicos de este tipo de construcción en Colombia, identificando los proyectos destacados a nivel internacional y nacional desarrollados mediante la implementación de contenedores marítimos, analizando los elementos y procesos implementados y explorando los criterios de diseño y construcción utilizados para satisfacer las necesidades del usuario final.

Identificar los elementos, materiales y soluciones sustentables aplicadas al sistema constructivo, analizando los costos y factores económicos que intervienen para generar una propuesta de diseño de vivienda contenedor.

Metodología

El presente trabajo de grado se desarrolla bajo la modalidad de documento escrito, bajo un tipo de investigación explorativa y descriptiva para el estudio de la arquitectura enfocada al uso de contenedores marítimos, con el fin de lograr una transferencia de conocimiento respecto al desarrollo de viviendas sustentables en Colombia.

Para su desarrollo se plantea una metodología basada en el estudio de unidades específicas, análisis de proyectos y edificios existentes, bajo los lineamientos de la arquitectura sustentable y estándares nacionales e internacionales que puedan aplicarse a este tipo de construcciones y las legislaciones actuales que rigen las mismas, evaluando su alcance a nivel nacional e internacional en la utilización de los elementos constructivos abordados. Por lo anterior, se describirán algunas de las edificaciones logradas y proyectos realizados en el mundo, analizando su conceptualización y los elementos que le otorgan relevancia dentro de la rama de la Arquitectura Contenedor.

La exploración se centra en el análisis de las posibilidades de este tipo de materiales en la creación de un espacio habitable, identificando claramente el concepto de las cuatro “R’s”, reducir, reciclar, reutilizar y rehabilitar, así como re-incorporar estos elementos a los ciclos de producción de los materiales en la construcción, como eje fundamental para generar soluciones sustentables de vivienda, ante la problemática habitacional por la que atraviesa; no sólo Colombia sino otros contextos latinoamericanos.

A través de la exploración en diversos conceptos de confort y arquitectura bioclimática y espacial se busca identificar los beneficios y/o desventajas para transmitir un conocimiento técnico que vislumbre las oportunidades del uso de este tipo de contenedores como espacio de hábitat ya que actualmente el conocimiento en la sociedad respecto al alcance de su implementación es aún escaso.

Capítulo 1

1. Una Caja de Acero, de Elemento Globalizador a Contenedor de Vida

Desde hace algunos años, la arquitectura de contenedores se ha desarrollado con gran auge; tanto que en América Latina, dichos elementos se han adaptado a la sociedad bajo un concepto vanguardista y multifuncional, pero mas allá de del diseño y ventajas estéticas los *containers* representan de forma espontanea un espacio para refugio, permitiendo que una sola unidad sea suficiente para crear un espacio habitable, y si se unifican varias unidades se puedan crear urbanizaciones que suplen las necesidades de vivienda permanente y de emergencia en el caso de catástrofes naturales, donde es apremiante la generación de refugios inmediatos y de fácil instalación.

En nuestro país el auge en la arquitectura de contenedores se ha fortalecido paulatinamente gracias a la investigación y la generación de documentos que ahondan en el tema con enfoques desde lo social y técnico, pero dejando a un lado el componente ambiental que puede representar el uso de estos.

En la actualidad, es cada vez mayor el número de académicos, profesionales y constructores, que se unen a la necesidad colectiva de “construir” de forma sustentable y es por esto que le apuestan, aunque tímidamente a la re-utilización de contenedores para la construcción habitacional, y a evitar el uso de forma indiscriminada e intensiva del 60% de los recursos naturales no renovables extraídos de la tierra y el 40% de la energía del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019), reduciendo considerablemente los tiempos de construcción, que para una vivienda convencional equivalen a 180 días (cimentación, estructura, mampostería, cubierta y acabados) (Vargas, 2017), mientras que para una vivienda contenedor representan solo 15 días, garantizando de esta forma una

máxima optimización de tiempo y recursos. Así mismo, la promoción de la Cargotectura o Arquitectura Contenedor en todas las esferas de la sociedad, propenderá al aprovechamiento de los contenedores que actualmente se encuentran en patios a causa de sus altos costos de mantenimiento, ya que para las compañías transportadoras es mas rentable abandonarlos.



Figura 4. Puma City. Aram Leeuw (s.f.).

1.1 ¿Construcción Sustentable o Construcción Sostenible?

Para entrar en materia, resulta conveniente definir el termino con el cual nos referiremos y que aun causa confusión en los profesionales de la arquitectura y la construcción. A partir de los años sesenta el mundo despierta y surge la preocupación por el medio ambiente; es aquí donde los gobiernos, investigadores y organismos internacionales vislumbran grandes cambios políticos, sociales y económicos para la humanidad y se marca un hito histórico con el nacimiento de la ola ambientalista que hoy en día conocemos. Ya en el Club de Roma en 1968, diversas personalidades del escenario científico, industrial, económico, diplomático y funcionarios de diez naciones se reunieron para discutir sobre nuestro presente y nuestro futuro y para debatir sobre el deterioro

ambiental a escala planetaria que se estaba produciendo tras los efectos del individualismo, la pobreza, las enfermedades endémicas y la degradación social en todas las esferas de la sociedad.

En 1972; unos años mas tarde, el *Club de Roma* adquirió mas interés con la publicación de “Los Limites del Crecimiento” acentuando que en años venideros se comprometería la capacidad de los recursos naturales, la temperatura aumentaría y los niveles de producción de bienes y servicios alcanzarían su máximo tope, advertencias que generaron polémicas y se catalogaron como absurdas, atribuyendo escasa credibilidad a los argumentos científicos que advertían sobre las alteraciones globales que ponían en riesgo las futuras generaciones, cinco factores cruciales determinarían el crecimiento del planeta: la contaminación, los recursos naturales, la producción agrícola, la población y la producción industrial.

También en 1972, en la declaración de Estocolmo (Declaracion de Estocolmo, 1972), las Naciones Unidas proliferan el “re-pensar” en el desarrollo económico y social del planeta, orientando nuestros actos a mitigar los daños irreparables en el medio ambiente y simultáneamente se crea el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, ya el terreno estaba abonado para el siguiente paso.



Figura 5. New York. Consumismo y crecimiento infrenable de las ciudades. Archivo personal.

En la Comisión Brundtland 1987 “Nuestro Futuro Común” (Ramirez, 2004); salta a la fama el concepto de *desarrollo sustentable*, definido como “un proceso por el cual se preservan los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras” para después agregarle también “la conservación del medio ambiente y dentro de este los recursos naturales de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras” se define este concepto y se prolifera en los gremios investigativos el concepto “*sustainable development*”. Según algunos autores, a partir de este momento de la historia, se traduce al español como desarrollo sostenible y desarrollo sustentable en diversos contextos latinoamericanos y nace la inquietud respecto a si existe o no diferencia, y también se prolifera su uso, aunque en algunos casos no de una forma coherente, “*mera propaganda, engañosa declaración divorciada de los hechos, puro marketing verde en una sociedad donde el marketing contamina la cultura entera*” (Riechman, 2012).



Figura 6. Marketing Verde, Ilustración personal.

En la Declaración de Johannesburgo en 2002, se establece que el “desarrollo sostenible se entiende como el proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades económicas, sociales, de diversidad cultural y de un medio ambiente sano de la actual

generación, sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas a las generaciones futuras”, la sustentabilidad tiene que ver con lo finito y delimitado del planeta, así como con el agotamiento de los recursos planetarios, con el crecimiento exponencial de la población, y la contaminación. En diversas disciplinas como la ecología y la economía son usados como sinónimos, y también son empleados en forma diferente, según el contexto y según preferencias y aunque tienen una esencia común, lo sustentable se enfoca en un componente ambiental y lo sostenible mas hacia lo económico y social.

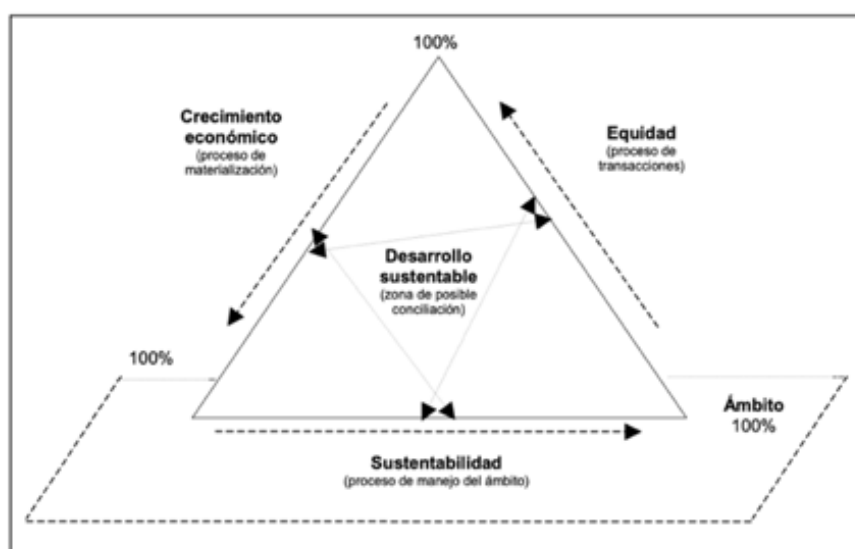


Figura 7. Triángulo de Nijkamp. Dourojeanni (2000)².

Las anteriores apreciaciones nos permiten decir que *sostenible* o *sustentable* son conceptos que aun se siguen construyendo en el imaginario colectivo, así como en el campo

² Triángulo de Möbius, de Peter Nijkamp. En el triángulo cada lado expresa un objetivo, las flechas laterales representan el sentido del logro de cada objetivo y el área central equivale a la zona de posible conciliación y equilibrio para el desarrollo sustentable. La base del triángulo agregada por el autor es el espacio donde se pretende alcanzar el desarrollo sustentable (Dourojeanni, 2000).

de la arquitectura y la construcción, cuya utilización resulta aun mas subjetiva, donde el sello de sostenible en un proyecto le ofrece un valor agregado a su comercialización, aunque se construya de la misma forma, solo que esta vez con dos árboles en la cubierta, y ahora con un sello distintivo, algo así como la etiqueta “orgánico” en una botella de algún jugo que se elaboró con la misma fruta y bajo los mismos procesos.

El desarrollo sustentable como concepto integrador y equitativo para el ser humano, en los ámbitos geosocioeconómicos solidos y definidos (ver Figura 7), será en esta ocasión nuestro eje para referirnos a la construcción de unidades de vivienda social, por cuanto se adapta a cualquier espacio geográfico, articula los componentes social, económico y ambiental y nos alienta a repensar nuestra relación con el entorno y la forma como transformamos nuestras ciudades, con el uso óptimo y mínimo de recursos naturales, asumiendo la responsabilidad de nuestra supervivencia en el planeta.



Figura 8. El Container como un símbolo del consumismo mundial. Shop-container. Andreas (2011).

1.2 Economía Circular y su Relación con la Vivienda Contenedor

En la actualidad, el modelo económico mundial se resume en “extraer, producir y desperdiciar”, haciendo que el planeta llegue a su capacidad máxima. La Economía

Circular es una alternativa que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad, esto implica disociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, s.f.). La Fundación *Ellen MacArthur* creada en 2010 con el objetivo de acelerar la transición a la Economía Circular, trabaja con gobiernos, empresas y academias con el fin de construir una economía regenerativa y reparadora desde el diseño, basada en tres principios:

- Eliminar residuos y contaminación desde el diseño
- Mantener productos y materiales en uso
- Regenerar sistemas naturales

Como eje rector del re-aprovechamiento de materiales y recursos, es fundamental un direccionamiento de nuestro actuar hacia la Economía Circular, que nos obliga como profesionales a re-diseñar nuestros procesos constructivos y operativos en vías de minimizar la generación de residuos, maximizando el uso de energías limpias, manteniendo los ciclos cerrados, propendiendo al aprovechamiento y saneamiento de aguas lluvias y evitando la contaminación de suelos, generando de esta forma un sistema económico resiliente, competitivo y menos dependiente.

CONAMA 2018³ acentúa la necesidad de cambiar el modelo lineal del crecimiento económico que conocemos, reflejado en el esquema de construcción actual (ver Figura 9), para adaptarlo a las necesidades de la sociedad moderna, para ello en el concepto de Economía Circular, el valor de los productos y materiales se mantiene durante el mayor

³ CONAMA. Congreso Nacional del Medio Ambiente. Memorias de RUMBO 20.30 (2018), Economía Circular en el Sector de la Construcción, organizado por la Fundación Conama, Green Building Council España (GBCe) y RCD Asociación.

tiempo posible; los residuos y el uso de recursos se reducen al mínimo, y los recursos se conservan dentro de la economía cuando un producto ha llegado al final de su vida útil, con el fin de volverlos a utilizar repetidamente y seguir creando valor (ver Figura 10) (CONAMA, 2018).

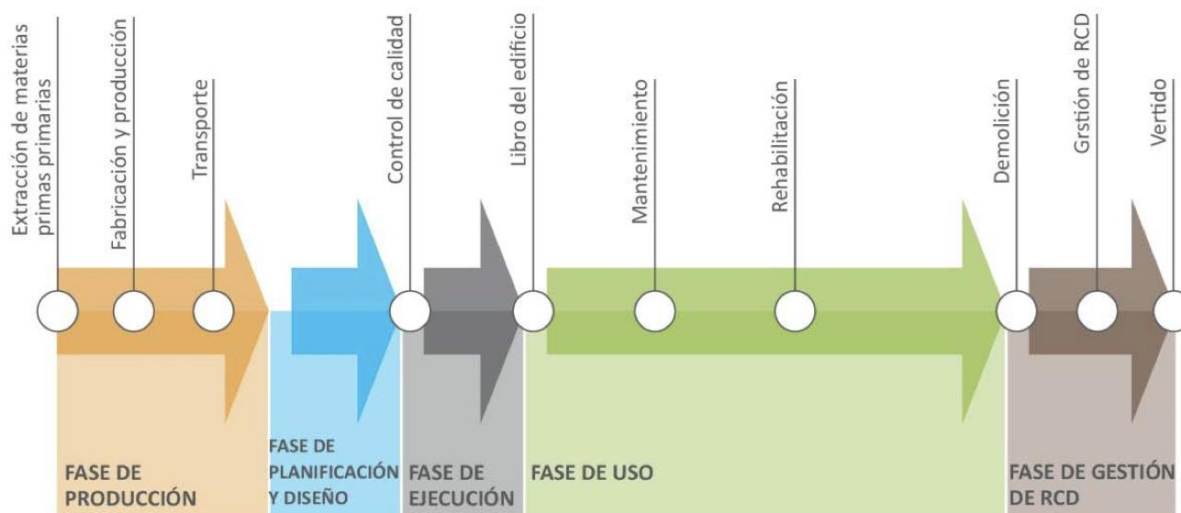


Figura 9. Esquema simplificado del proceso actual del sector de la construcción en España. CONAMA (2018).

En segundo lugar, luego de analizar los flujos y ciclos de los procesos, es indispensable enfocarnos en la etapa de planeación del proyecto, momento que marca el inicio del ciclo de vida de todo proceso constructivo para garantizar un proyecto duradero, que optimice los recursos, gestione los Residuos de Construcción y Demolición - RCD y direcciona su viabilidad hacia la arquitectura modular, mediante la utilización de elementos prefabricados que a futuro puedan ser reciclados, reutilizados o deconstruidos. Un proceso de construcción basado en la Economía Circular requiere una sincronización de todos sus actores, para que transversalmente intervengan en las diferentes etapas, desde lo legal y

conceptual, pasando por el diseño, las ingenierías y logrando una visión conjunta que lleve al éxito la fase de ejecución de los proyectos.

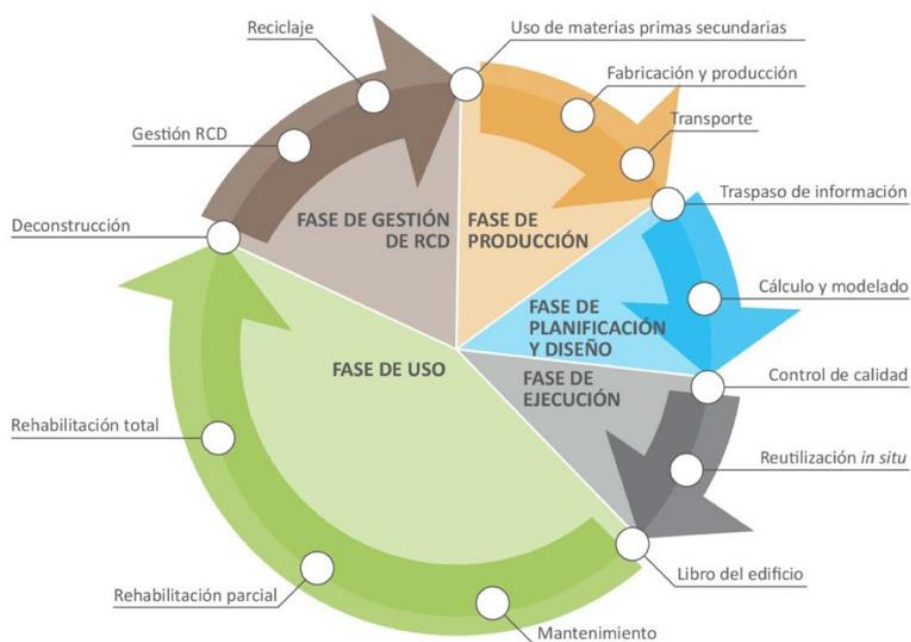


Figura 10. Esquema del proceso de la construcción, basado en la economía circular. CONAMA (2018).

En el año 2019 se realizó en Colombia el lanzamiento oficial de la Estrategia Nacional de Economía Circular, liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo consolidándose como el primer país de América Latina y el Caribe en implementar esta estrategia, y que transformará las cadenas de producción y consumo del país, mediante el manejo eficiente de materiales, agua y energía.

El principal objetivo de la Economía Circular para el año 2022, es aumentar significativamente la tasa de reciclaje y utilización de residuos que hoy se encuentra en el 8,7% y ascienda al 17,9% en el año 2030, y que el porcentaje de residuos sólidos efectivamente aprovechados pase del 17% al 30% (Ministerio de Ambiente , 2019).

La Vivienda Contenedor representa una oportunidad en la Economía Circular, ya que optimiza la eficiencia de los materiales de construcción y cumple y promueve los lineamientos establecidos en la Estrategia Nacional de Economía Circular, descritos a continuación:

- Mejorar los instrumentos para facilitar el cierre de los ciclos.
- Aumentar el aprovechamiento de los escombros generados en las obras y proyectos de demolición.
- Promover el eco-diseño en productos y estructuras de construcción que utilizan menos materiales.
- Aplicación de modelos regionales para la gestión y el aprovechamiento de materiales y residuos de construcción y demolición.
- Aumentar certificaciones como LEED, BREAM, EDGE, CASA, entre otras.

La Arquitectura Contenedor se consolida como una rama amigable de la Economía Circular, por cuanto se ajusta a los anteriores lineamientos y se adapta fácilmente a las necesidades de la sociedad, haciendo viable la creación de una unidad de vivienda *Home-Flex*⁴, basada en la utilización y adecuación de un contenedor básico que se reconfigura con la adición de uno, dos o más y que permite construirse o deconstruirse otorgándole las condiciones de habitabilidad y confort, para suplir la necesidad de una familia de dos, tres o mas usuarios, siendo posible levantar edificios arquitectónica y operativamente funcionales como es el caso del Edificio de Departamentos para el Ayuntamiento de Barcelona (ver Figura 11).

⁴ Propuesta personal de Vivienda Contenedor.



Figura 11. Vivienda Contenedor para el Ayuntamiento de Barcelona. Blanchar (2019).

1.3 Arquitectura Bioclimática

La Arquitectura Bioclimática es una disciplina que tiene como objetivo la creación de microclimas para lograr el mayor confort térmico, minimizando las inclemencias del clima con la utilización de materiales de su entorno inmediato y mitigando al máximo su consumo energético, básicamente es la construcción de un hábitat diseñado en armonía con su entorno.



Figura 12. Crystal Palace de Joseph Paxton, 1851. Wikiarquitectura (s.f.)

Un ejemplo de esta corriente y referente histórico es el Palacio de Cristal de Londres de Joseph Paston construido para la Gran Exposición Mundial - *Great Exhibition of the Works of Industry of all Nations* - cuyo objeto fue mostrar el progreso de la civilización occidental a todo el mundo, respecto a maquinaria, manufacturas, esculturas, materias primas y demás productos de la creciente industria y tecnología (Beltran, 2014). Levantado totalmente en vidrio para utilizar la luz solar como fuente de energía y confort, esta propuesta en cristal y acero constituyó en su época una gran innovación en el uso de materiales y un cambio en los sistemas constructivos a nivel mundial.

En 1968 se celebra la primera reunión global con el fin de debatir los cambios en el planeta causados por las acciones no controladas del hombre (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 1972). De esta reunión entre científicos y políticos en Roma nace el informe “Los límites del crecimiento: Informe del Club de Roma sobre del predicamento de la humanidad” cuya arteria principal esta descrita en el siguiente texto:

“Si la industrialización, la contaminación ambiental, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso, tanto de la población como de la capacidad industrial”.

El concepto de arquitectura bioclimática el cual introdujimos en nuestro vocabulario desde hace casi tres décadas, nace de la crisis desatada por la inflación en el precio del petróleo en el año 1973, y ocasionada por los conflictos políticos perpetuados durante la guerra de Yom Kippur, entre Israel y sus países vecinos árabes, quienes junto a Estados

Unidos decidieron emplear sus recursos energéticos para forzar la retirada de Israel de los territorios ocupados desde 1967, hecho que repercutió en que el valor del precio del barril se triplicara, consolidando al petróleo como la última bala tras la guerra (Viana, 2014).

Esta contingencia transnacional llevó a varias naciones a racionalizar la energía y a frenar programas de desarrollo que por ende impactaron negativamente en la calidad de vida de la población. Además de incentivar a los países a la búsqueda de sistemas alternativos de producción industrial con materiales no derivados del petróleo, y a que muchas granjas transformaran sus procesos hacia el aprovechamiento de la energía fotovoltaica, dando inicio a la búsqueda incesante e implementación de las “tecnologías limpias”, concepto que se ha difundido en las disciplinas relacionadas con la construcción hasta nuestros días, y que se encuentra estrechamente ligado al concepto de sustentabilidad, ambos aunando esfuerzos bajo dos influencias: la ecología y la tecnología, coherentes a los principios del desarrollo sustentable en su búsqueda por minimizar el impacto en el entorno ambiental, sin sobrepasar los límites de apoyo de los ecosistemas y conservando también las condiciones de confort de los usuarios finales.

La Arquitectura Bioclimática, en síntesis, busca un diseño cuya estructura arquitectónica logre refrescarse o calentarse sin necesidad de sistemas mecánicos que requieran un consumo energético y por ende sobrecostos económicos. Para lograr la eficacia de este diseño, se requiere que la inercia térmica de un edificio permanezca en la parte interior del mismo, y para ello es necesario un aislamiento térmico, para el caso de los contenedores marítimos; sin aislamiento, la radiación solar calentaría el interior del edificio de forma muy rápida y obligaría a la instalación de equipos de acondicionamiento térmico (ver Figura 13) (Garrido, 2015).

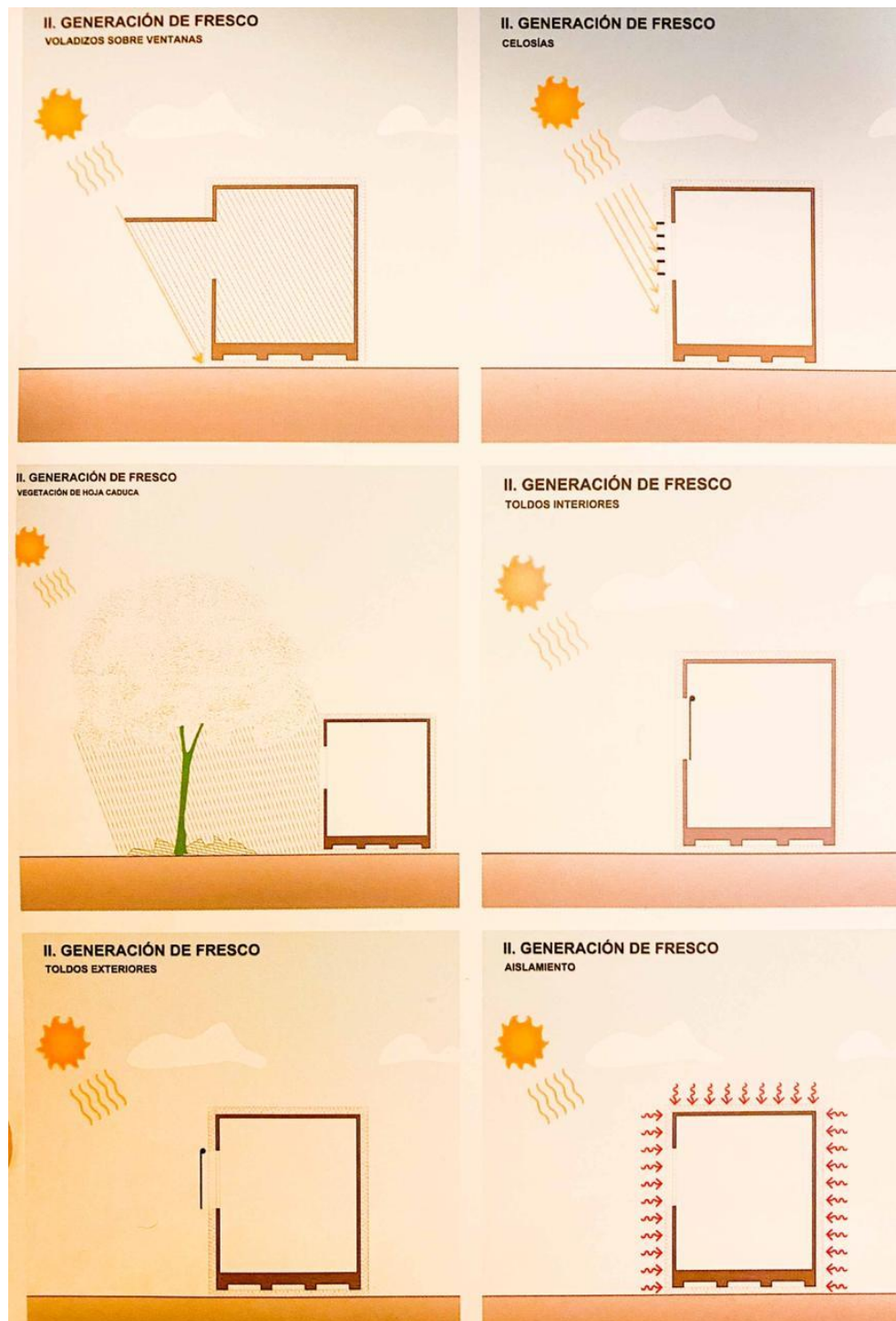


Figura 13. Esquema de comportamiento climático de un contenedor. Garrido (2015).

1.4 Arquitectura Contenedor, “Una Arquitectura Emergente”

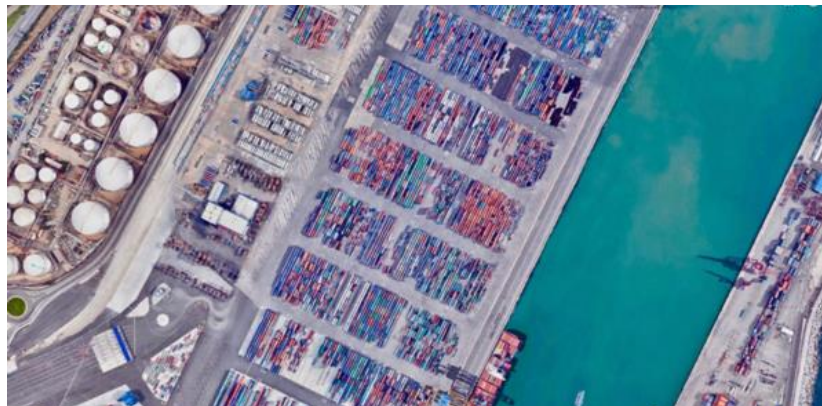


Figura 14. Visual aérea de un patio de contenedores. Arribas & Olive (2018).

Desde hace varios años ha tomado auge a nivel mundial la construcción con este tipo de estructuras, diseñadas para el almacenamiento y transporte de mercancías; como fin específico, pero gracias a su escala humana y por ser energéticamente autosuficientes, han sido reutilizadas para crear espacios arquitectónicos con vocación comercial y habitacional.

Durante la última década el uso de contenedores que fueron construidos para el transporte marítimo; ha tomado fuerza en las ciudades, otorgándole un nuevo uso y convirtiendo un espacio de metal en un hábitat humano. La reutilización de contenedores marítimos para la creación de unidades habitacionales, ecológicas y funcionales es sin duda una alternativa para la construcción sustentable; que logra una arquitectura asequible, adaptable y que permite a cada individuo o familia la creación de un espacio según sus necesidades vitales y su capacidad económica, generando el menor impacto al medio ambiente.

Además de minimizar el costo de la construcción y la necesidad de implementación de sistemas de cimentación complejos, también reduce considerablemente los tiempos de ejecución, siendo necesaria la construcción de cuatro apoyos puntuales sobre el terreno, que

también aísla el elemento de la humedad del suelo. Dependiendo del tamaño y la configuración de las unidades, la ejecución de un proyecto tardaría entre 3 y 15 días, incluyendo la adecuación interna para el confort, que dependerá de las condiciones climáticas del entorno donde se emplazará.

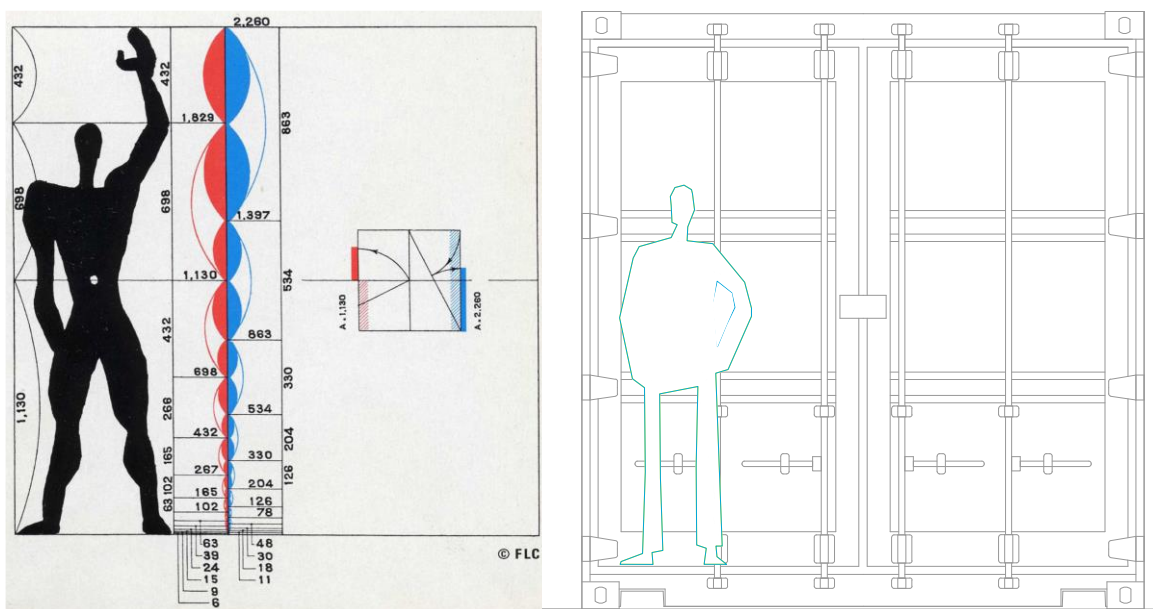


Figura 15. Modulor⁵ de LeCorbusier (Brickstogther, s.f.) y Figura Humana en Contenedor. Elaboración propia.

Como observamos en la figura anterior, los contenedores poseen curiosamente una escala humana, a pesar de haber sido diseñados para el transporte de mercancías, por esta razón pueden ser proyectados para el hábitat humano, pero para este fin requiere unas acciones a considerar, para garantizar las condiciones básicas para su habitabilidad, estas condiciones son descritas por el Arquitecto bioclimático español, Luis de Garrido en su libro *Green Container Architecture*:

⁵ El Modulor de LeCorbusier representa la armonía de los espacios con respecto al cuerpo humano.

Exploración previa de Da Vinci, Vitrubio y Alberti.

- Garantizar un correcto y eficaz diseño bioclimático.
- Mejorar en el comportamiento térmico y acústico.
- Disponer el aislamiento en el exterior de la envolvente arquitectónica.
- Aprovechar la enorme inercia térmica de los contenedores.
- Asegurar la transpiración de las envolventes y la ventilación natural.
- Asegurar la impermeabilización y evitar condensaciones.
- Acabados interiores saludables, ecológicos y fácilmente sustituibles.
- Asegurar el equilibrio electromagnético y eliminar el efecto “Jaula de Faraday”.
- Asegurar la recuperación, reparación y reutilización de los componentes.
- Optimizar los recursos y los materiales utilizados.
- Disminuir al máximo las posibles emisiones.
- Disminuir al máximo los residuos generados.
- Disminuir al máximo el consumo energético.

Son muchos los ejemplos para resaltar a nivel mundial, de proyectos arquitectónicos tanto institucionales como habitacionales, premiados por la crítica especializada por su funcionalidad, diseño y estética. Los proyectos logrados representan un gran beneficio para las ciudades, que pueden ser de corto o largo plazo y que dependen también de la intervención de los actores involucrados en las entidades públicas de control y la empresa privada, en términos del uso de la tierra que puedan establecer. Así mismo estos proyectos pueden tener una vida corta, permitiendo su desmonte y traslado o consolidando una edificación permanente con el mantenimiento adecuado.

En Colombia, su inclusión ha sido gradual, ocurriendo desde inicios de los años 90 su primera exploración para el reciclaje de contenedores para uso durante la ejecución de

obras civiles, como espacio para funcionamiento y labores administrativas y de almacenamiento. A partir del año 2000 incursionaron paulatinamente como elementos de contraste y adhesión en proyectos arquitectónicos, en ferias de exposición y para operación de oficinas, atendiendo al auge de la arquitectura de contenedores a nivel mundial. Actualmente, la calidad de los edificios de contenedores, y especialmente la rápida proliferación de estos emergiendo por todo el mundo, han situado la arquitectura de contenedores como una parte integral de la arquitectura (KOTNIK, 2013).



Figura 16. Póster Container Architecture Exhibition. WordTours (s.f.).

En el año 2011, se realizó la primera exposición de arquitectura de contenedores “*Container Architecture Exhibition*” en Ljubljana, Eslovenia, producida por el arquitecto Jure Kotnik; uno de los más reconocidos en la rama, dejando clara su inclusión en el campo de la arquitectura. A partir de su proliferación, algunos autores definen esta nueva rama

desde diferentes perspectivas, el arquitecto Werner Lippert “*un símbolo de la forma en que vivimos y habitamos en nuestra era globalizada, móvil y nómada,*” (DW, s.f.) , el crítico de arquitectura y urbanista Dieter Hoffmann- Axthelm afirma que el contenedor representa la tipología constructiva del futuro próximo” (Delood, 2011), Gesa Müller von der Haegen “Un híbrido entre arquitectura y tecnología; aquello que en última instancia todos los arquitectos han perseguido conseguir” (Andreas, 2011). Su construcción se ha desarrollado más en países tecnológicamente desarrollados como Estados Unidos, Holanda, Japón, Alemania entre otros, hecho que representa un reto para los arquitectos de las actuales y futuras generaciones, para así promover la creatividad con un sentido social, con carácter ecológico y con una estética contemporánea en el resto del planeta.

Capítulo 2

2. Cerrando el Ciclo de la Construcción Convencional

2.1 La Evolución Espacial de la Caja.

La *Cargotectura* o la *Arquitectura contenedor*, como rama joven de la arquitectura ha sido objetivo de innumerables opiniones que la catalogan como una moda temporal o una simple caja metálica con los suficientes impedimentos para ser considerado arquitectura, pero a través del tiempo primaron las ventajas y cualidades de este elemento y paulatinamente lo absorbimos a nuestro catalogo de materiales constructivos y sustentables. En el ámbito arquitectónico, existen precedentes históricos que conceptualizan la Cargotectura como una tipología de la Arquitectura Modular, que transformaron el interior de una caja metálica en un espacio de interés arquitectónico y cuyos lineamientos y evolución se describen brevemente a continuación.



Figura 17. Arquitectura Contenedor, una utilización espontanea. (Cabrera, 2016)

2.1.1 Los inicios de la Arquitectura Modular. Atravesando el momento histórico del Estructuralismo⁶ y tras la Segunda Guerra Mundial y ante las innumerables víctimas, la necesidad de vivienda era apremiante, Le Corbusier fue el encargado de proyectar un conjunto habitacional para los habitantes de Marsella en Francia, quienes resultaron afectados por los bombardeos, este fue terminando en 1952 y suplió la necesidad de vivienda para alrededor de 1600 residentes. El concepto de Unité d'habitation de Marseille, se levanta sobre el paisaje con una torre de 18 pisos, conformando una “ciudad jardín vertical”, con un volumen que contiene espacios en el interior, pero a nivel exterior los habitantes pueden hacer compras, deporte y reuniones. La mayoría de estos servicios comunes están en las cubiertas, concepto traído a la modernidad por las nuevas constructoras que comercializan las terrazas del edificio como grandes zonas de esparcimiento, pero desconociendo que ya existían desde el siglo pasado.

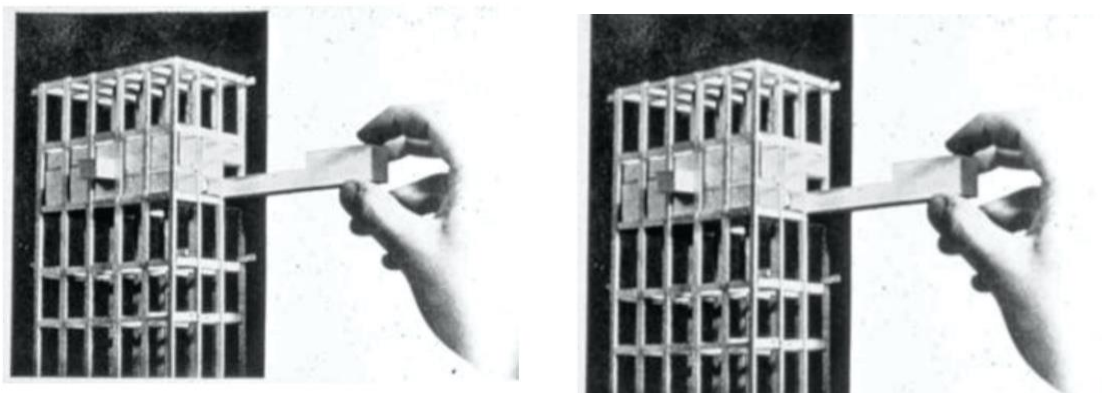


Figura 18. Unité d'habitation de Marseille. ArchDaily (s.f.).

⁶ El Estructuralismo es un movimiento desarrollado en la mitad del siglo pasado, en el campo de la arquitectura fue una reacción al funcionalismo CIAM (Congreso Internacional de Arquitectura Moderna fundado en 1928)), que había llevado a una expresión inerte de la planificación urbana que ignoraba la identidad de los habitantes y las formas urbanas (Estructuralismo en la Arquitectura , s.f.).

En el desarrollo conceptual de Unité d'habitation podemos observar los primeros pasos hacia la arquitectura modular, conformando un gran volumen que incorpora en su interior bloques de unidades habitacionales prefabricados, que aunque no fue la forma de construcción definitiva, marcó el inicio de toda un corriente de pensamiento disruptivo en su época y de gran repercusión: los metabolistas.

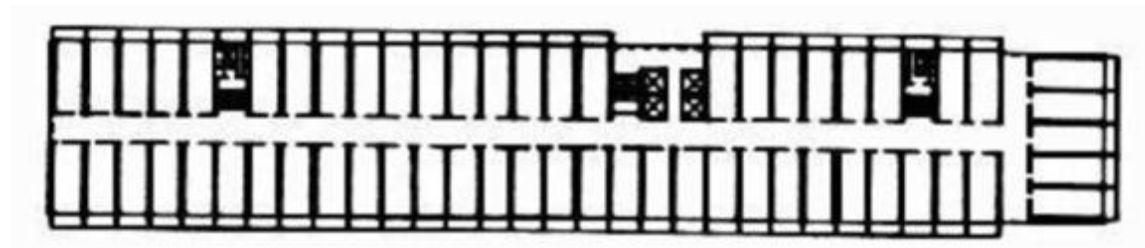


Figura 19. Planta Arquitectónica de la torre. (ArchDaily, s.f.)



Figura 20. Vista Exterior de Unité d'habitation de Marseille. ArchDaily, (s.f.).

2.1.2 Movimiento Metabolista. Si introducimos la palabra metabolismo en la arquitectura, podemos pensar en comparar los edificios y nuestras urbes con el proceso energético de la vida, con sus ciclos cambiantes que regeneran y destruyen tejidos

orgánicos y en nuestro caso, urbanos. Hacia 1950, luego de la generación que conocemos como Le Corbusier y específicamente CIAM⁷, nace la de los “hijos de la II Guerra Mundial (Gutierrez E. , s.f.), Kisho Kurokawa, arquitecto japonés pertenencia a este grupo, que analizaba junto a sus contemporáneos nuevas teorías para la planeación, junto a Kitutake, Kawasoe, Masato Osaka y Fumihico Maki, publican el Manifiesto Metabolista 1960 – *The Proposal for New Urbanism* (Starke, 2009).

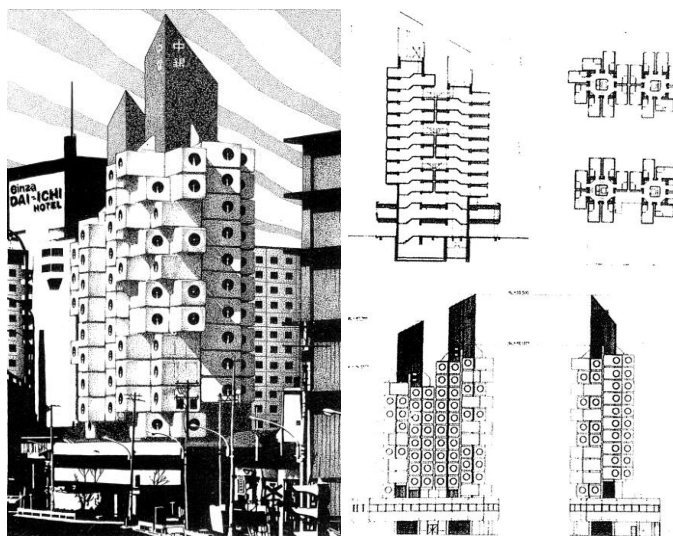


Figura 21. Nakagin Capsule Tower de Kisho Kurokawa, 1972. Gutiérrez (s.f.)

En síntesis el Metabolismo propone una nueva relación entre la tecnología y la humanidad, directamente relacionadas con la transformación y los procesos de concentración urbana de las ciudades, permitiendo a los seres humanos el control de sus espacios de habitación, aumentándolos, suprimiéndolos o adaptándolos a sus necesidades

⁷ CIAM, Congreso Internacional de Arquitectura Moderna. Fue una organización donde se reunieron arquitectos para estudiar temas alrededor de la vivienda, la urbanización y las técnicas de construcción, en esta participaron arquitectos de la talla de Le Corbusier, Karl Moser, Pierre Jeanneret, Von der Muhll, Juan de Zavala, entre otros (Starke, 2009).

mas apremiantes y es aquí donde podríamos ubicar cronológicamente el inicio de una arquitectura modular de la cual surge nuestro tema de estudio, la arquitectura contenedor.

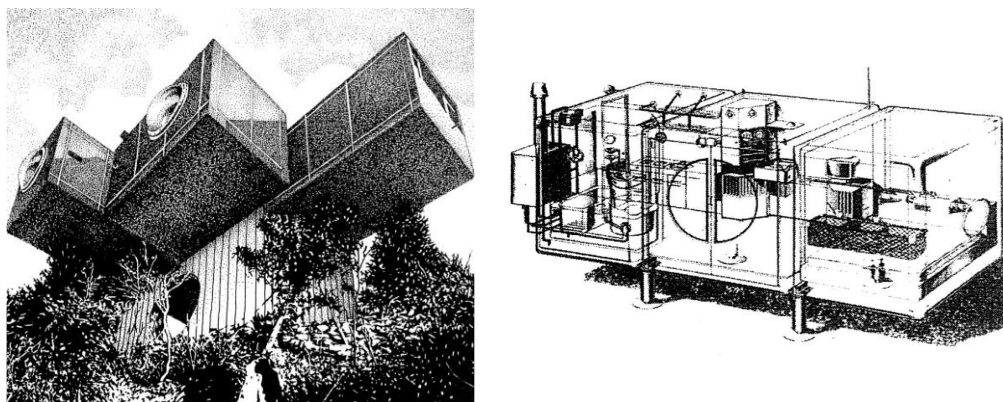


Figura 22. Capsule House de Kisho Kurokawa, 1972. Vista Exterior y Axonometría. (Gutierrez E. , s.f.)

En la declaración de la cápsula de Kurokawa⁸ se vislumbran; aunque en un contexto histórico diferente, las bases de la arquitectura contenedor de la modernidad.

1. *La arquitectura cibernética hace referencia a un organismo parcialmente automático. Conjuntamente con el ser humano al que protege genera una nueva forma de existencia; hombre, máquina y espacio se funden en un cuerpo orgánico que les trasciende.*
2. *Se dirige hacia un tipo de hombre con un alto grado de movilidad. Movilidad en el trabajo y en la forma de disfrutar el tiempo libre de la segunda residencia a la vivienda móvil. Por otro lado, y dado que cada vez ocupamos una mayor fracción de nuestro tiempo en los distintos sistemas de transporte, estos deben convertirse a su vez en cápsulas habitables y ser reinterpretados bajo esta nueva óptica.*

⁸ Extracto de Artículo de Kurokawa, publicado como Space Design en marzo de 1969.

3. *En una sociedad cada vez más diversificada, la individualidad del ser humano debe encontrar su propio espacio de desenvolvimiento.*
4. *El nuevo esquema familiar se centra en los distintos sujetos que lo integran. Esto debe corresponderse con una arquitectura creada a partir de unidades individualizadas.*
5. *Cada persona debe encontrar su propia espiritualidad en el seno de la comunidad, término que aquí adquiere un carácter temporal. Cobran así importancia los lugares públicos y la idea de polivalencia del espacio.*
En una sociedad tecnoelectrónica, el hombre debe seleccionar el volumen de información que le ofrece subjetividad e independencia.
6. *La cápsula es la última forma de construcción prefabricada e industrializada. No es sólo un sistema de producción en masa y reducción de costes y tiempo. Se trata también de introducir cambios cualitativos en los procesos constructivos: Generar un sistema selectivo de combinación de partes que ofrezca flexibilidad, variedad y facilidad en la sustitución de componentes.*
7. *El mundo de las cápsulas habitables se opone a la uniformidad y al pensamiento sistemático. Responde a la idea de Meta-Arquitectura, abreviatura de Metabolic Architecture, y disfruta, por tanto, de sus ventajas de polivalencia, variedad e individualización (Gutierrez E. , s.f.).*

2.1.3 La Cargotectura

Esta nueva tendencia se ha proliferado en Europa, Asia y África, principalmente con proyectos de índole humanitaria, refugios, centros humanitarios y vivienda de emergencia y en menor grado en proyectos de vivienda para un sector de la población con altos recursos.

Así mismo; en el mundo, existen innumerables proyectos corporativos para reconocidas marcas, que frecuentemente vemos en concursos internacionales, publicaciones, exposiciones y comunidades online, incluso lo vimos en el programa de telerrealidad australiano *Top Design*, donde la competencia era por la transformación de un contenedor en un cómodo apartamento.



Figura 23. Cargotectura la nueva tendencia de la habitabilidad. (García, 2018).

En Colombia y en general en el contexto latinoamericano son escasos los proyectos ejecutados que se enfocan en la vivienda social, estos se reducen a la generación de prototipos con determinantes de Arquitectura Modular; otra interesante rama de aplicación muy comercial a propósito, pero desligada del contexto social y de las oportunidades en el marco legal y las políticas públicas. Un interesante ejemplo local, es el proyecto *Habitat Smart Living Lab*, desarrollado con la intención de optimizar recursos de energía, para esto las escuelas de arquitectura, ingeniería, diseño, Micro-Red Inteligente y Materfad, Centro de Materiales de la Universidad Pontificia Bolivariana; en torno a un proyecto

interdisciplinario, gestaron y diseñaron esta casa Hábitat con el uso de materiales y procesos constructivos que aportan a la sustentabilidad, además de disponer de condiciones adecuadas para la accesibilidad de personas con movilidad reducida (UPB, 2017).



Figura 24. Habitat Smart Living Lab. Universidad Pontificia Bolivariana. UPB (2017).

En nuestro país, esta alternativa ha sido explorada con fines comerciales como oficinas y restaurantes, pero escasamente aplicada en modelos de vivienda, por esta razón es apremiante la implementación y desarrollo de un prototipo de vivienda asequible a poblaciones en condición de vulnerabilidad y adaptable a entornos urbanos y rurales, pero ligados a la estructuración de políticas públicas que permitan subsidiar estos elementos que terminan siendo residuos de compañías transportadoras cuando finaliza su vida útil, y que son comercializados a elevados costos por terceros.



Figura 25. Implementación de contenedores en arquitectura comercial en Colombia. Juan Valdez Café Aeropuerto Internacional el Dorado. Juan Valdez Café (2018).

2.1.4 ¿La Arquitectura Contenedor, una solución sustentable?

Gracias a los avances de la tecnología, hoy en día atravesamos fronteras espacio-temporales que permiten la exploración y la evolución en todas las esferas de la ciencia con futuras generaciones de arquitectos, que a su vez representan un cambio de paradigma y que generan un impacto tecnológico en las disciplinas actuantes de la arquitectura, la planeación urbana y la construcción, enfocando esfuerzos hacia el mejoramiento del ciclo de vida de los proyectos, la multi-disciplinariedad y la aplicación de estándares de calidad ambiental que garanticen su capacidad para ser sustentables al paso del tiempo.

La resiliencia entendida como la capacidad que tiene un sistema; trate de un bosque, una ciudad o una economía, para manejar los cambios y seguir desarrollándose (Moberg & Hauge, s.f.), está claramente representada en la innovación de los materiales aplicados desde la planeación y construcción de una edificación, propendiendo a minimizar

los impactos sobre el terreno y el paisaje, el aprovechamiento de las condiciones climáticas tales como la dirección de los vientos, la temperatura y sus variaciones durante el año, la radiación solar, la orientación de la edificación, etc.

Y este es el propio fin de la Arquitectura Contenedor, cuyo acondicionamiento permite la transformación de un elemento de acero y contenedor de objetos, en una unidad habitable totalmente adaptable a su entorno. En esencia, cada proyecto arquitectónico a escala urbana o rural genera intrínsecamente un impacto en el suelo donde se emplaza, y del correcto manejo de las condiciones ambientales, del entorno y de su territorio depende su consolidación como un sistema socio-ecológico resiliente (Prieto & Edgar, 2013), permitiendo de esta forma adaptarse, auto organizarse y por ende absorber las perturbaciones consecuentes al impacto generado.

2.2 Impactos Ambientales en el Sector de la Construcción.

El analizar el metabolismo; planteado como balance entre la extracción de materias primas, uso de agua y energía y la importación de recursos frente al consumo y la exportación, nos permite entender la sostenibilidad ambiental de un país a partir del uso, sobreuso o escasez de recursos. Según cifras de la Estrategia Nacional de la Economía Circular, y específicamente en el estudio de indicadores de flujo de materiales en la actividad económica colombiana entre 1970 y 2007; las entradas de materiales, agua y energía en nuestro país, están representadas en la extracción de 400 millones de toneladas de material, de los cuales los materiales de construcción representan el 25% (ver Figura 26), y de los cuales el 1,5% son destinados a exportación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

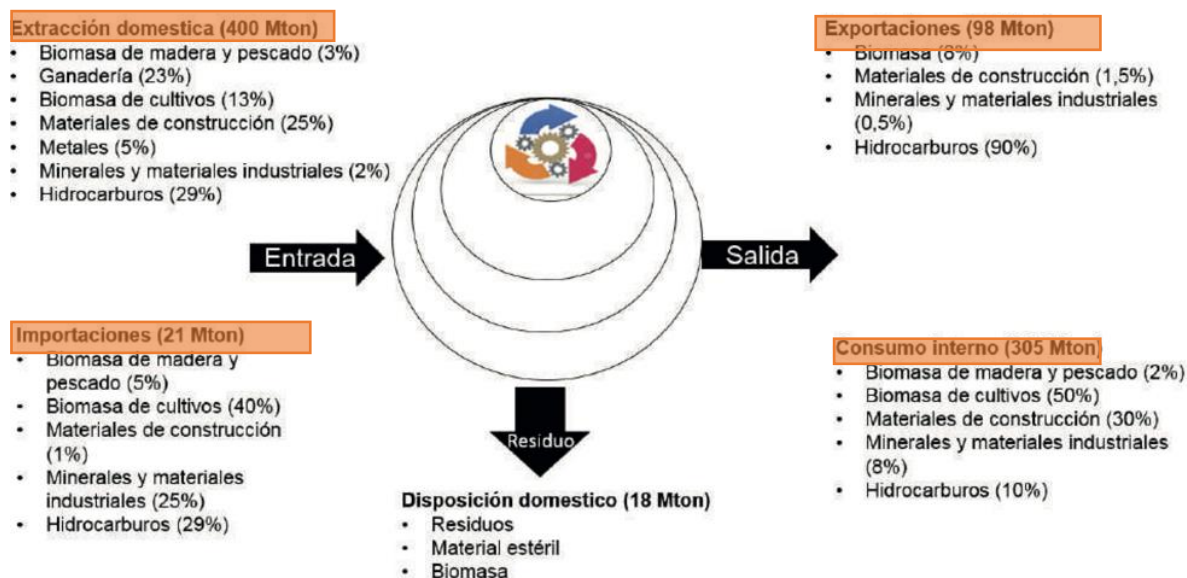


Figura 26. Estimación del metabolismo de la economía colombiana. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019).

Uno de los componentes de la Estrategia Nacional de la Economía Circular es el flujo de los materiales del sector de la construcción, que expone el panorama actual de la construcción en nuestro país, en materia de consumo de recursos y generación de residuos. Según datos de la UPME⁹, la construcción es el medio impulsor de la economía con aportes al PIB nacional superiores al 6,5% (DANE, 2019), pero también es una industria que usa de forma indiscriminada e intensiva el 60% de los recursos naturales no renovables extraídos de la tierra y el 40% de la energía del país, además de generar el 30 % de las

⁹ La UPME- Unidad de Planeación Minero-Energética, es una entidad administrativa especial de orden nacional, que pertenece al Ministerio de Minas y Energía, cuyo objetivo es apoyar la formulación e implementación de la política pública y generar conocimiento e información para un futuro sostenible.

emisiones de CO₂ y residuos de mas del 20% sobre el total de materiales empleados en las obras.

De los 100 millones de toneladas de materiales consumidos; 91.5 millones, representan las edificaciones de vivienda y obras civiles del país, el porcentaje restante (2%) es exportado y el 7 % de los materiales (7.4 millones de toneladas) son consideradas como escombros (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

Nombre del indicador	Meta	Actores involucrados	Fuente
1. Tasa de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Colombia	Tasa de aprovechamiento del 10% de residuos de construcción y demolición para el año 2022	Minambiente - Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana	Resolución 472 de 2017 - Minambiente
2. Porcentaje de proyectos de construcción que aplican a programas de certificación en la industria de la construcción	Incremento del 5% en el número de proyectos que aplican a programas de certificación del orden nacional e internacional en el año 2021	Minambiente - Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana Minvivienda MinCIT	Minambiente - Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana CONPES 3919 Política nacional de edificaciones sostenibles

Figura 27. Metas e indicadores para el flujo de materiales de construcción provenientes de residuos de construcción y demolición. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019).

Aun mas preocupante, es que el sector de la construcción en Colombia genera en promedio, un volumen superior a los 22 millones de toneladas anuales de escombros resultantes de demoliciones, de los cuales el 30% presenta una disposición final inadecuada e ilegal, generalmente en botaderos y campos abiertos, estos escombros presentan principalmente un 20 % de hormigón, un 50% de albañilería (pisos y cerámicos) y un 20 % de maderas (Leon, 2017). Así mismo, el nivel de aprovechamiento de los escombros es solo del 2% (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019), principalmente por la

carencia de cultura en las compañías constructoras nacionales que no controlan la disposición final de sus residuos.

Sumado a esto debemos considerar los impactos de la construcción en su proceso de extracción de materias primas para la elaboración de los materiales, durante la ejecución de los procesos constructivos e incluso después de su construcción, en el fin de su ciclo de vida; es decir su demolición, proceso que pasa desapercibido en muchos estudios de impacto de la construcción y que representa una carga considerable en términos de disposición de residuos.

El Análisis de Ciclo de Vida - ACV, es una herramienta que estudia y evalúa el impacto ambiental de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, estableciendo un balance ambiental, cuyo objetivo es alcanzar un desarrollo sustentable. En nuestra materia, el ACV aplicado a una edificación se compone de cuatro etapas que se encuentran establecidas dentro de la norma UNE-EN ISO 14040 (CYPE, s.f.), descritas a continuación:

1. Producto A1-A3: Extracción de materias primas (A1), transporte a fábrica (A2) y fabricación (A3).
2. Proceso de Construcción A4-A5: Transporte del producto (A4), Proceso de Instalación del producto y construcción (A5).
3. Uso del Producto B1-B7: Uso B1, Mantenimiento (B2), Reparación (B3), Sustitución (B4), Rehabilitación (B5), uso de energía operacional (B6), uso del agua operacional (B7).
4. Fin de Vida C1-C4: Deconstrucción y derribo (C1), Transporte (C2), Gestión de residuos para reutilización, recuperación y reciclaje (C3), Eliminación Final (C4).

Los programas de software para la construcción, impacto ambiental y Análisis de Ciclo de Vida son herramientas informáticas y funcionales que operan con datos suministrados por el usuario y del entorno y generan información clasificada como Impacto Ambiental y ACV que incluye en cada unidad de obra los siguientes parámetros:

- Potencial de calentamiento global (GPW).
- El potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico (ODP)
- El potencial de acidificación del suelo y de los recursos de agua (AP)
- El potencial de eutrofización (EP)
- El potencial de formación de ozono troposférico (POCP)
- El potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles (ADPE)
- El potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles (ADFP)
- El uso total de la energía primaria renovable (PERT)
- El uso total de la energía primaria no renovable (PERNRT)
- El uso neto de recursos de agua corriente (FW)

Los valores de los anteriores parámetros se obtienen del inicio de ejecución de cada etapa de la obra, desde las etapas de fabricación (A1,A2,A3) y construcción (A4 y A5), en cuyo análisis se desglosan materiales, empaques, maquinaria, equipos, medios auxiliares y residuos, que luego de su análisis y evaluación, permiten obtener con gran precisión el Ciclo de Vida de una obra de edificación, además de un generador de los precios totales de la construcción, expresados en tablas y en gráficos de barras (CYPE, s.f.).

Este documento de Análisis de Ciclo de Vida, creado por generadores de presupuestos o programas como *Arquímedes* ofrecen resultados potenciales que nos permiten identificar las oportunidades de mejora en el proceso de gestión de recursos y

energía, pero también tomar decisiones en la viabilidad y la sostenibilidad de un proyecto de construcción, que pueda verse reflejado, mediante la re-adequación o recuperación de edificios, la implementación de tecnologías para el manejo de los recursos y energía y el aprovechamiento de estructuras y materiales ya existentes.

En cada proceso del ciclo prima el uso de energía como común denominador, así como la generación de emisiones contaminantes y el elevado consumo de recursos no renovables, dicha energía es necesariamente obtenida con el uso de combustibles fósiles, responsables de gran parte de las emisiones de CO₂ en el planeta, unos de los gases de efecto invernadero- GEI.

Analizando este ciclo de vida de una construcción convencional se definen tres efectos fundamentales: gran cantidad de emisiones, considerables residuos de toda índole que deben disponerse en algún espacio y la producción o fabricación de los materiales, que requieren una extracción de materias primas y uso de combustibles fósiles; que unidos generan un marcado agotamiento de los recursos naturales y finalmente la alteración del paisaje y de nuestro entorno.

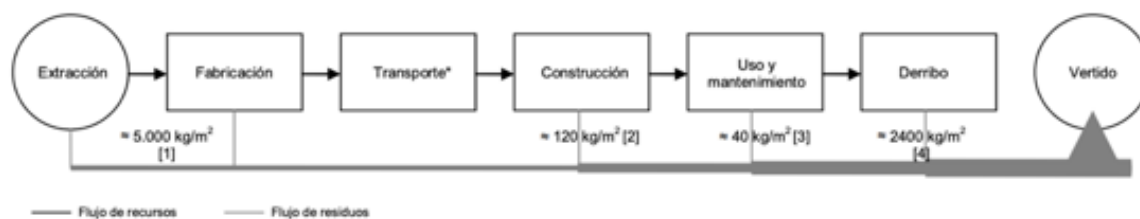


Figura 28. Ejemplo de esquema de ciclo de vida de una construcción convencional. Wadel (2009).

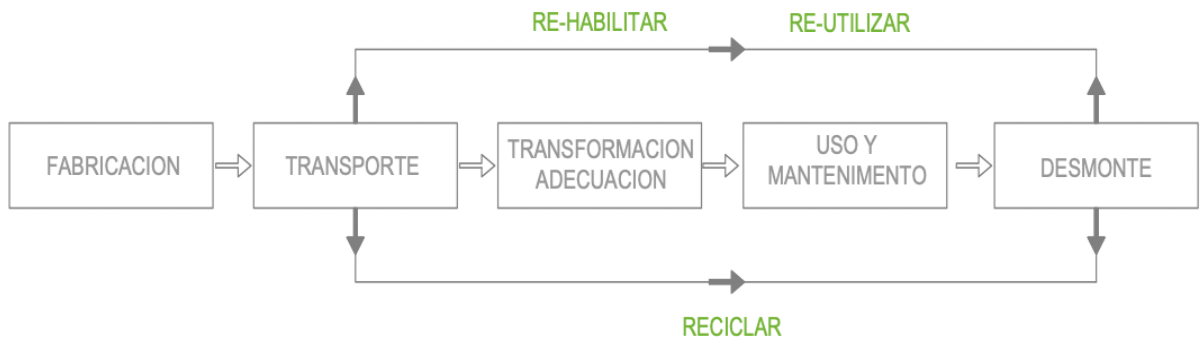


Figura 29. Esquema de ciclo de vida de la construcción mediante el uso de contenedores marítimos.

Elaboración propia.

En la siguiente matriz de aspectos e impactos ambientales se categorizan las principales afectaciones generadas en cada etapa de la construcción, desde la disposición del suelo hasta la demolición, que marca el fin de la vida útil del edificio.

Según los grados de intensidad observados, la mitigación de los impactos en la construcción debe concentrarse en la reducción de emisiones generadas en gran parte por los procesos de transformación de los materiales, la excavación de suelos y los efectos de la demolición, así como en la reducción y adecuada disposición de los residuos generados en toda la cadena de procesos, y quizás el mas importante, el consumo consciente de los recursos.

Tabla 1. Matriz de Análisis de Impactos Aspectos e Impactos Ambientales¹⁰ en el sector de la Construcción.
Elaboración Propia.

	Materiales	Operación	Producción de Emisiones y Residuos	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales	Intensidad Baja:1 Media:2 Alta:3
1	Suelos	Productos de extracción y vaciado de terrenos	Emisión de partículas Ruido Contaminantes en el suelo	Consumo de energía Consumo de combustible Generación de residuos Retiro de árboles y cobertura vegetal Cambio de usos del suelo Emisión de COVs Emisión de gases por fuente fija	Alteración del paisaje y la geomorfología Contaminación del aire y la salud pública Contaminación atmosférica Deforestación Agotamiento de recurso natural Calentamiento global Afectación del ecosistema Inestabilidad de taludes	3
2	Pétreos	Operación de corte y tallado	Residuos de material Polvo Ruido	Retiro de árboles y cobertura vegetal Consumo de energía Consumo de combustible Emisión de gases por fuente fija Emisión de ruido	Contaminación del aire y la salud pública Contaminación de las aguas Afectación del ecosistema Contaminación por ruido o acústica Alteración de la función fotosintética de las plantas. Alteración del paisaje y la geomorfología	3
3	Concreto (hormigón, morteros)	Vertidos y operaciones de limpieza	Uso de equipos mecánicos Lodos de concentración variable	Vertimiento de agua residual Consumo de energía Consumo de combustibles Consumo de agua Derrame de sustancia químicas	Contaminación del aire y la salud pública Contaminación de las afluentes de agua Contaminación atmosférica Agotamiento de recurso natural	3
4	Cerámicos	Operaciones de corte y adecuación de forma	Residuos de material Polvo Ruido	Vertimiento de agua residual Consumo de energía Generación de residuos Emisión de ruido	Contaminación de las afluentes de agua Agotamiento de recurso natural Contaminación auditiva	2
5	Conglomerantes (Aditivos, cementos, yesos)	Vertido	Polvo Lodos de limpieza	Consumo de agua Vertimiento de agua residual Consumo de insumos químicos Consumo de energía	Agotamiento de recurso natural Contaminación de las afluentes de agua Contaminación atmosférica	3

¹⁰ COVs. Los Compuestos Orgánicos Volátiles, se liberan generalmente durante la quema de combustibles, como gasolina (el transporte es una de las principales fuentes de emisión de COV), madera, carbón o gas natural y también con el uso de disolventes, pinturas, adhesivos, plásticos, aromatizantes y otros productos empleados en procesos industriales (RISCTOX, 2008).

Tabla 2. Matriz de Análisis de Impactos Aspectos e Impactos Ambientales¹¹ en el sector de la Construcción Parte 2. Elaboración Propia.

	Materiales	Operación	Producción de Emisiones y Residuos	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales	Intensidad Baja:1 Media:2 Alta:3
6	Metálicos	Corte y adecuación Productos anticorrosivos; Soldaduras	Residuos de material Lixiviado de anticorrosivos	Emisión de ruido Generación de residuos peligrosos Consumo de energía	Contaminación del aire y la salud pública Contaminación de las afluentes de agua	3
7	Adhesivos (pegantes, espumas,	Operaciones de sellado	Emisiones de gases Envases	Generación de residuos peligrosos Emisión de olores Emisión de gases CFC	Contaminación atmosférica	2
8	Pinturas y revestimientos	Operaciones de aplicación, limpieza y vertidos	Emisión de gases Residuos líquidos Envases	Generación de residuos peligrosos Emisión de COVs Emisión de gases CFC Emisión de COVs	Contaminación de las afluentes de agua Contaminación atmosférica Contaminación de las afluentes de agua	3
9	Plásticos y polímeros	Corte y transformación Proceso de sellado Residuos de proyección	Residuos de material Emisión de gases	Consumo de energía Generación de residuos Generación de residuos peligrosos Emisión de COVs Consumo de insumos químicos Emisión de gases CFC	Contaminación atmosférica Contaminación de las afluentes de agua Afectación del ecosistema	3
10	Maderables	Operaciones de corte. Tratamientos de protección y/o acabados	Polvo. Emisión de gases	Consumo de energía Generación de residuos reciclables Emisión de ruido	Agotamiento de recurso natural Contaminación atmosférica Contaminación del aire y la salud pública	3
11	Lacas y derivados	Operaciones de aplicación en caliente	Residuos sólidos y semisólidos Emisión de gases Vertidos	Emisión de gases CFC Generación de residuos Emisión de COVs Generación de residuos peligrosos	Contaminación auditiva Contaminación de las afluentes de agua Contaminación atmosférica	2
12	Demolición General	Operación de demolición y retiro de escombros	Emisión de partículas Ruido y polvo Contaminantes en el suelo Residuos sólidos y semisólidos Vertidos Residuo de material	Consumo de energía Generación de residuos Generación de residuos peligrosos Consumo de energía Emisión de ruido Emisión de olores Emisión de gases por fuente fija	Contaminación del aire y la salud pública Contaminación de las fuentes de agua Contaminación del suelo Contaminación auditiva Calentamiento global	3

El sistema de construcción modular mediante el uso de contenedores marítimos en desuso, representa un cambio considerable hacia la reducción de residuos y la minimización del consumo energético con el uso de material reciclado, estableciendo un

¹¹ CFCs. Los gases CFC son útiles en sistemas de refrigeración, aires acondicionados, embalaje, espumas aislantes y solventes. Los CFC no se destruyen en la atmósfera baja, así que logran subir hasta la estratósfera donde se acumulan y destruyen la capa de ozono (BBC , 2019).

cambio y un cierre en el ciclo de los materiales, redireccionando su flujo y cumpliendo con las tres premisas de la arquitectura sustentable, reciclar, reutilizar y reducir.

2.3 Construcción Sustentable

En la actualidad, es muy frecuente escuchar el concepto de “construcción sustentable” entre los diferentes gremios de la construcción y así mismo, en las disciplinas que participan en su ejecución, dicho concepto se constituye como “una manera de satisfacer las necesidades de vivienda e infraestructura del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades en tiempos venideros”, acorde a la definición del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA y logrando un equilibrio entre el desarrollo económico, la optimización y buen manejo de los recursos naturales y la responsabilidad social.

En el año 1996 entre el 3 y el 14 de junio, se celebra la segunda conferencia de Naciones Unidas sobre asentamientos humanos - Habitat II en Estambul (Segunda Conferencia de Naciones Unidas sobre asentamientos humanos, 1996), cuyos participantes estudiaron los objetivos que permitieran garantizar una vivienda adecuada para todos, y para lograr que los asentamientos humanos sean mas seguros, salubres, habitables, justos, sostenibles y productivos.

Es así, como la construcción sustentable busca encaminar el diseño y las políticas urbanas dentro de un marco de cumplimiento a los objetivos del desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2018) siendo dos de ellos, sin restar importancia a los demás, a los cuales apunta su gestión: (11) “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”, propendiendo a una vivienda justa asequible a todos, y (12) Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, ya que la

construcción es uno de los principales generadores de contaminación y explotación de recursos y que contribuye en gran porcentaje al cambio climático.

Por esta razón la arquitectura, las ingenierías y las diversas disciplinas involucradas deben contribuir a la ejecución de modelos constructivos sostenibles que solo son posibles desde la planeación y aplicación bajo una perspectiva ambiental que logre mitigar su gran impacto en el planeta y contribuya a satisfacer las necesidades de la sociedad mediante técnicas de construcción sostenibles e innovadoras tanto en ejecución como en su uso y beneficio a largo plazo.

2.3 Sistemas de Certificación Sustentable

Hoy en día, ante el auge y la necesidad de establecer procesos de control para la construcción sustentable y la constante búsqueda por la mitigación de los impactos ambientales de la construcción, diferentes organismos a nivel mundial han creado certificaciones ambientales que en síntesis son herramientas para reducir el excesivo uso de recursos naturales, mediante programas que promueven y establecen criterios para el consumo energético y de agua durante el ciclo de vida de la ejecución y durante el propio uso de la edificación.

En Colombia a partir del año 2008 el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), se encuentra trabajando en fortalecer el conocimiento en construcción y urbanismo sustentables, apoyando la formulación y el cumplimiento de políticas de producción y consumo responsable.

La metodología utilizada es similar y varía de acuerdo con su enfoque, pero se mantienen lineamientos básicos respecto a afectación de la biodiversidad, materiales, atmósfera, consumo energético y generación y control de residuos, parámetros que hacen

parte de los lineamientos y conceptualización de la arquitectura contenedor y que justifican su implementación en modelos constructivos de arquitectura modular.

Existen alrededor de cuarenta y cinco programas de certificación en el sector de la construcción, según el Consejo Mundial de la Construcción Sostenible, pero se describirán las que actualmente se implementan en Colombia, y que se promueven en la Estrategia Nacional de Economía Circular.

SISTEMAS DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE EN COLOMBIA			
Nombre	Aproximación	Requerimientos	Características
	Certificador Multi indicador	Indicadores globales de desempeño	Internacional Enfoque en materiales y energía Beneficios Operacionales y de Mantenimiento Enfoque en mitigación de cambio climático Sector institucional y vivienda Fuerte en América
	Calidad Integral	Indicadores de Calidad	Flexibilidad El individuo es el centro del proceso Contextualización del proyecto al entorno
	Certificador Multi indicador	Indicadores globales de desempeño	Aproximación prescriptiva para algunos créditos Adaptación a normatividad local Auditoria flexible Aplica para construcciones nuevas y en uso Enfoque en urbanismo y vivienda
	Ahorro Energético	Enfoque Energético	No hay aproximación integral al proyecto La línea base del consumo no tiene estándares internacionales Enfoque en el desempeño energético
	Certificador Multi indicador	Indicadores globales de desempeño	Ajustado a la normatividad de Colombia Enfoque en el ahorro de energía y eficiencia de recursos Enfoque en el manejo predial Responsabilidad social como componente de sostenibilidad Indicadores globales de desempeño

Figura 30. Sistemas de Certificación de Construcción Sostenible. Elaboración Propia.

2.3.1 Sistema de Certificación LEED. Sistema de certificación de construcciones sustentables *LEED*, sigla que hace referencia a *Leadership in Energy & Environmental Design* (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible), fue desarrollado por el US

Green Building Council – USGB (Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos) en el año 2000, como un programa de certificación independiente e implementado a nivel internacional; como punto de referencia para el diseño, la construcción y la operación de construcciones y edificios sustentables de alto rendimiento. Funciona con siete categorías, descritas a continuación (LEED Green Building Certification System, 2016):

1. Sitios Sustentables (*SS*)
2. Ahorro de Agua (*WE*)
3. Energía y Atmósfera (*EA*)
4. Materiales y Recursos (*MR*)
5. Calidad Ambiental de los Interiores (*IEQ*)
6. Innovación en el Diseño (*ID*)
7. Prioridad Regional

Según el *USGB*, el sistema se basa en la obtención de puntos *LEED*, para satisfacer criterios específicos de construcción sustentable, con una base de cien puntos y seis posibles puntos adicionales por innovación en el diseño y cuatro puntos en prioridad regional, siendo este último un reconocimiento a la importancia de las condiciones locales en la determinación de las mejores prácticas de la construcción y diseño ambientales (CCCS, s.f.). *LEED* se implementa eficazmente en distintos escenarios; gracias a su flexibilidad, en edificaciones comerciales, corporativas, institucionales y domésticas, tanto en la construcción como en la operación, mantenimiento y vida útil. Este sistema es apremiante para la evaluación de la eficiencia en la construcción de unidades de vivienda desde la perspectiva de la sostenibilidad, con estándares de calidad y propendiendo a la creación de estrategias para el desarrollo de una edificación verdaderamente sustentable.

2.3.2 Sistema de Certificación *HQE*. (Alta Calidad Medioambiental), *Haute Qualité Environnementale*, propiedad de *HQE Association*, propende al cumplimiento de objetivos de rendimiento sustentables y otorga una especial importancia al análisis de ciclo de vida en la fase construcción y a los impactos del proyecto en aspectos de salud, confort y ambiente interior (CCCS, s.f.).

Tabla 3. Objetivos del Sistema de Certificación *HQE*. Elaboración Propia.

ECO-CONSTRUCCION	ECOGESTION	CONFORT	SALUD
Relación física de los edificios con su entorno	Gestión del agua	Confort acústico	Calidad del aire
Elección integrada de los procesos y productos de construcción	Gestión de los residuos	Confort visual	Calidad del agua
Construcción de baja contaminación	Conservación y Mantenimiento	Confort olfativo	
Relación física de los edificios con su entorno	Gestión de la energía	Confort hidrotermico	Condiciones de salud

Los objetivos de Eco-construcción y Ecogestión se refieren al impacto del edificio sobre el medio ambiente en una escala mundial, regional o local y el Confort y Salud se refieren a las condiciones ambientales inherentes al usuario del interior de la edificación (Alapont, 2018). Su escala de calificación otorga los niveles, Pasa, Bien, Muy Bien, Excelente y Excepcional. El sistema *HQE* ofrece dentro de su conjunto de requisitos, una oferta destacable que garantizan las buenas prácticas para la reducción de los impactos ambientales y la integralidad de los servicios complementarios que mejoren las condiciones y el confort de los usuarios.

La firma *Cerway*, quien otorga las certificaciones fuera de Francia, entregó la primera en Colombia a un conjunto de vivienda de interés social -VIS, ubicado en el

municipio de Madrid, Cundinamarca y construido por la firma nacional Prodesa (El Tiempo, 2017).

2.3.3 Sistema de Certificación BREEAM. *BREEAM® (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology)* es un método relativamente reciente y con mucho auge en el gremio de la construcción y la arquitectura, su método de evaluación otorga una certificación de la sostenibilidad en la edificación, esta favorece una construcción más sostenible que a su vez genera una mayor rentabilidad al constructor y al usuario que opera y mantiene el inmueble; además de la reducción de su impacto en el medio ambiente y un mayor confort y salud para quien vive, trabaja o utiliza el edificio (BREEAM, s.f.).

En materia, esta metodología evalúa impactos clasificados en 10 categorías (Gestión, Salud y Bienestar, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Residuos, Uso ecológico del suelo, Contaminación, Innovación) y otorga una puntuación final tras aplicar un factor de ponderación ambiental que tiene en cuenta la importancia relativa de cada área de impacto. Así mismo, comprende las distintas fases de diseño, construcción y uso de los edificios y dispone de esquemas de evaluación y certificación en función de la tipología y uso del edificio.

2.3.4 Certificación EDGE. (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*), fue creada por la Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro del Banco Mundial, esta certificación permite y promueve que la construcción de edificios ecológicos sea mas ágil y de fácil acceso (EDGE, s.f.). Su metodología facilita los sistemas y soluciones adecuadas, según las condiciones climáticas dentro de un contexto local. A la fecha se han registrado ahorros en edificios precertificados y certificados en mas de 43.000.000 de KWh

por año, mas de 840.000 M3 de agua y mas de 7.200.000 MJ en ahorro de energía gracias a la adecuada selección de materiales (Green Group Sustainability Consulting, s.f.).

Un diferencial importante es que interviene desde la etapa de diseño y contribuye a que los desarrolladores y constructores, incluyan en sus viviendas sistemas de iluminación de bajo consumo, energía solar y dispositivos de conservación de agua, logrando un ahorro de alrededor del 20 % respecto a una vivienda convencional, generando un mayor valor al inmueble entre un 4% y 10 % (Green Group Sustainability Consulting, s.f.).

2.3.5 Sistema de Certificación CASA. Es un sistema de certificación en construcción sostenible para la vivienda que se destaca por su contexto local, se enfoca en la población, en su calidad de vida y en la generación de entornos saludables y amigables con el medio ambiente. Actualmente es un referente en políticas públicas en Colombia, donde se han establecido incentivos tributarios y permite obtener líneas de crédito preferencial con la banca comercial. Se involucra desde la etapa de diseño del proyecto con una pre-certificación, donde realiza la revisión del diseño, capacitación del equipo del proyecto y revisión de la construcción para posteriormente realizar una auditoria. Su método de evaluación se representa en estrellas que indican el desempeño de acuerdo con cada categoría (CCCS, s.f.)

Su metodología se basa en la evaluación de siete categorías, fundamentales en la sostenibilidad integral:

1. Sostenibilidad en el entorno
2. Eficiencia en Agua
3. Eficiencia en Materiales
4. Sostenibilidad en Obra
5. Eficiencia en energía

6. Bienestar

7. Responsabilidad Social

El sistema de certificación CASA, resulta el método mas viable, para el estudio de viabilidad en la construcción de viviendas contenedor, ya que se consolida como una herramienta integral, que aporta considerablemente a la mitigación del cambio climático y generador de impactos positivos en la salud, bienestar y felicidad en el usuario final. Su esquema de certificación se enfoca también en el diseño, permitiendo la planeación de estrategias de sostenibilidad desde el inicio de proyecto, etapa ideal para la definición de metas y objetivos que propendan el cumplimiento de las expectativas ambientales sociales y económicas de los actores involucrados.

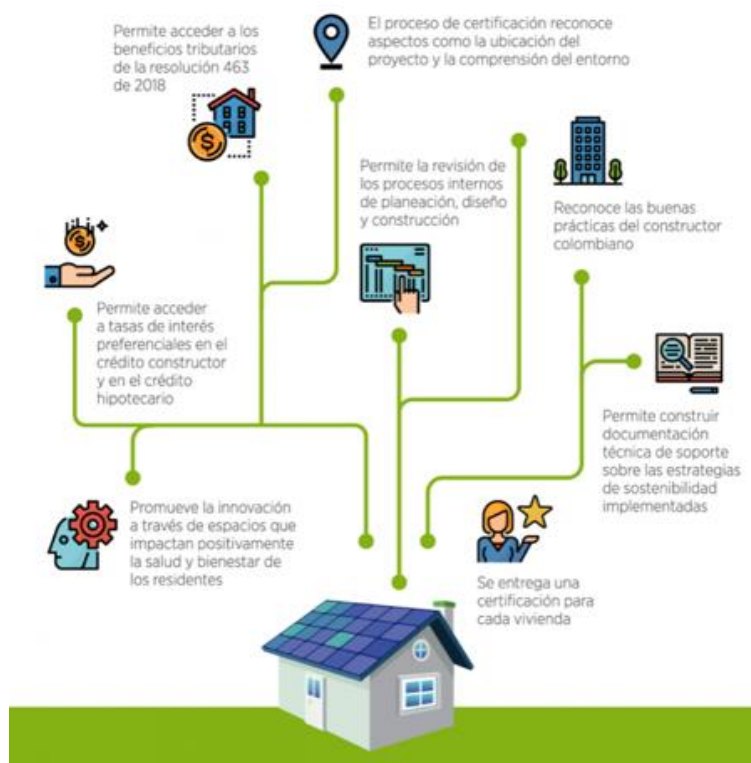


Figura 31. Esquema de Certificación CASA. CCCS (s.f.)

De acuerdo con la metodología del sistema de certificación CASA del Concejo Colombiano de Construcción Sostenible – CCCS, se plantean los lineamientos y las estrategias de sostenibilidad, sobre las cuales se rige y se otorga un valor a la unidad Home-Flex, así como un importante factor de calidad en el confort para los usuarios.

2.4 Contexto Nacional y Local

El déficit de vivienda es un grave suceso que atraviesa América Latina y por ende nuestro país, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Banco Mundial , 2017), una de cada tres familias habita en una vivienda inadecuada o construida con materiales precarios o carente de servicios básicos, cuyos principales agravantes son la baja calidad y la resiliencia de las construcciones y en el caso específico de Colombia, según datos del DANE, de 13 millones de hogares existentes, más de tres millones de viviendas presentan déficit.



Figura 32. Viviendas en Ciudad Bolívar, Bogotá, Colombia. Periodismo Público (2019). Esta localidad ubicada al sur de la ciudad enfrenta una grave problemática social y urbana, ante la falta de cobertura de las políticas públicas respecto a vivienda de interés prioritario.

Al analizar esta información transmitida por el BID y extrapolarla a la realidad colombiana, se refiere a un déficit cualitativo definido como viviendas con las siguientes limitaciones respecto a la unidad habitacional: 1. Techo, paredes y estructura construidos con materiales no permanentes. 2. Suelos de tierra. 3. Hacinamiento (más de tres personas por cuarto), y a las siguientes limitaciones respecto al entorno en el que se encuentra emplazada: 1. Ausencia de agua potable. 2. Ausencia de acueducto y alcantarillado. 3. Ausencia de electricidad. De este total de hogares, el 9,4 % que equivalen a 1,27 millones de viviendas presentan un déficit cualitativo que se refiere a la ausencia de vivienda a partir de dos condiciones: 1. Que el número de familias que comparten el mismo techo y comparten las facilidades de preparación de las comidas, sea superior a una, 2. Que haya familias que habitan en viviendas que no pueden ser mejoradas a causa de la baja calidad de los materiales.

A lo anteriormente mencionado podemos sumarle el riesgo y vulnerabilidad ante los factores climáticos como inundaciones provocadas por fuertes lluvias, desbordamientos de fuentes hídricas y derribamiento de estructuras por construcción en zonas de alto riesgo y daños ocasionados por sismos y fuertes vientos.



Figura 33. El déficit de vivienda latinoamericano. Culcay & Maldonado (2019).

Hoy en día, vivimos un crecimiento acelerado, causante de la migración de la población a las ciudades, buscando oportunidades y mejores condiciones de vida, esto genera contaminación del aire, del agua, transformación del paisaje urbano, ruido y hacinamiento ante una inadecuada planificación urbana.

La construcción industrializada es una de las principales consumidoras de recursos naturales (Alavedra, Dominguez, Gonzalo, & Serra, 1997); aun en su vida útil, una edificación continúa siendo un factor de contaminación por su alto nivel de consumo energético, generación de residuos y emisiones de GEI¹² e impacto sobre el territorio. Los principales daños ambientales que genera la industria de la construcción son la contaminación del aire, de las fuentes hídricas y suelos, y es claramente participe en la transformación de los ecosistemas, con las excavaciones, demoliciones y obras de infraestructura; sumado a esto, el elevado uso de combustibles fósiles, el corte de taludes y el desperdicio de materiales.

2.4.1 Vivienda Convencional Vs Vivienda Contenedor. En términos de sustentabilidad, podemos definir la vivienda sustentable como un “lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado, y capaz de mantenerse por si mismo a nivel económico, social y ecológico” (Iglesias, 2010). Solo en el primer trimestre del año 2019, el DANE registro 28`267.201 metros cuadrados de obras de vivienda en Colombia, de los cuales 6`800.332 corresponden a vivienda de interés social -VIS (El Tiempo , 2019); siendo el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo en el decreto 2060 del 24 de junio de 2004 (MinVivienda, 2004), quien estableciera las normas mínimas para la urbanización y construcción de viviendas de interés social (VIS), con un lote mínimo de 35 metros cuadrados.

¹² GEI. Gases de Efecto Invernadero.

Tabla 4. Área mínima de lote para VIS Tipo 1 y 2. MinVivienda (2004).

Tipo de vivienda	Lote mínimo	Frente mínimo	Aislamiento posterior
Vivienda unifamiliar	35 m ²	3.50 m ²	2.00 m ²
Vivienda bifamiliar	70 m ²	7.00 m ²	2.00 m ²
Vivienda multifamiliar	120 m ²	-	-

Con esta disposición y considerando las condiciones para una vivienda digna, surge la pregunta ¿es posible vivir en un lote de treinta y cinco metros cuadrados? Ante este cuestionamiento el gobierno nacional, con sus entidades y actores involucrados y las constructoras tradicionales del país, defienden la idea de una vivienda habitable con dos habitaciones, baño, cocina, sala y comedor en un espacio de 35 metros cuadrados (ver Figura 34), destinada a familias con salarios inferiores a los dos salarios mínimos¹³, mientras que actores particulares difieren de su habitabilidad, argumentando que espacios tan reducidos generan violencia intrafamiliar y con usuarios vecinos (Charry, 2014).

Considerando que el área mínima permitida requiere los aislamientos exigidos por la norma que corresponden a 3.0 metros posteriores; el área se reduciría a 20 metros cuadrados, resultando una unidad habitacional de 42 metros cuadrados distribuidos en dos pisos y conservando el patio posterior, no construible.

¹³ Para el año 2020 se decretó un incremento de 6 %, así como para el auxilio de transporte, que quedó en \$102.853. Sumados, los dos valores dan \$980.657. (MinTrabajo, 2019).

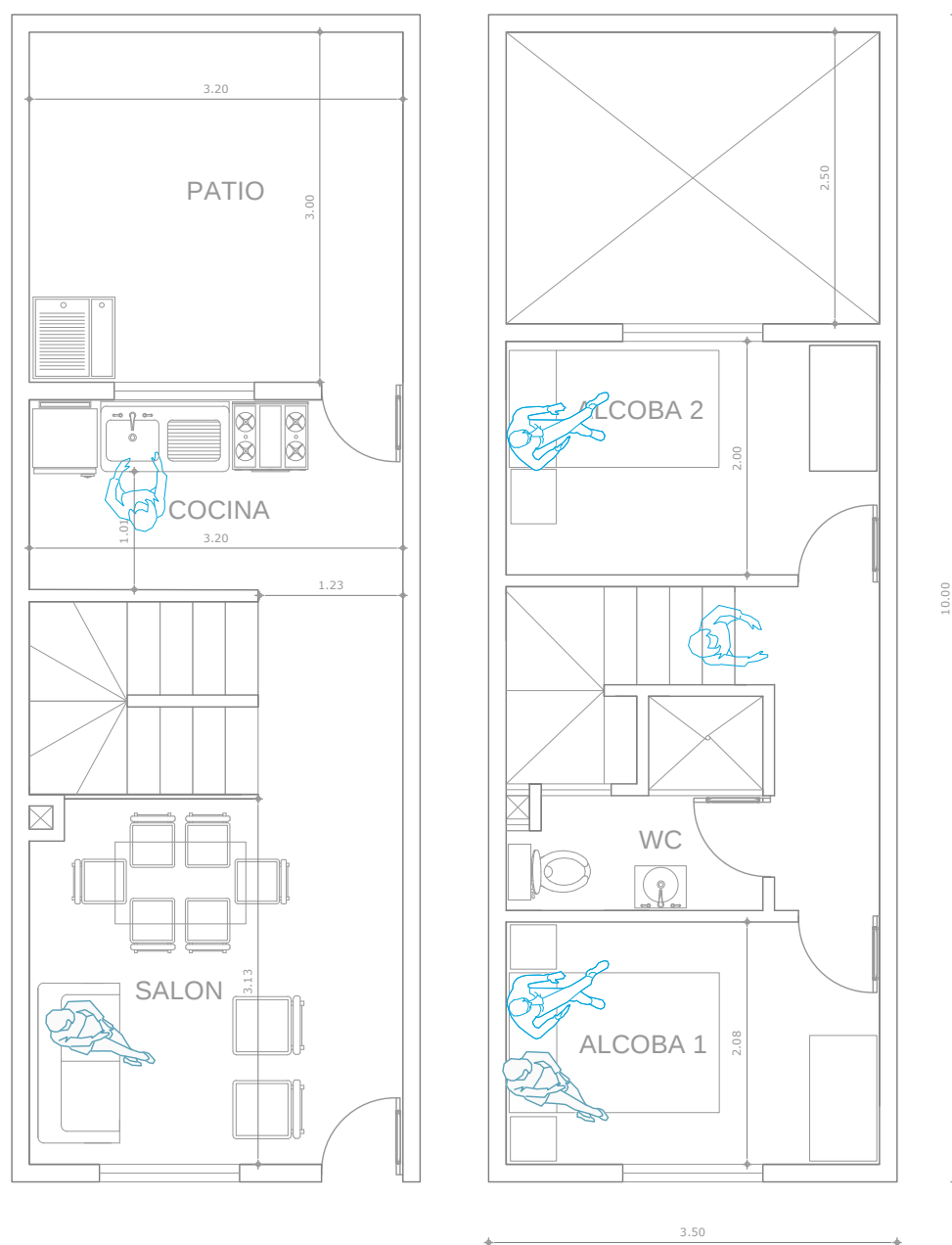


Figura 34. Unidad habitacional en un lote de 35 M2. Elaboración propia.

El ejercicio anterior (Figura 34) presenta una vivienda desarrollada según el área mínima exigida, con espacios reducidos a su mínima expresión, pero que cubren las necesidades básicas y no demuestran hacinamiento, así mismo permite su ampliación

vertical, generando un tercer piso, pero que también requiere una mayor inversión. En Colombia se comercializan estas áreas en tipología de vivienda uni y multifamiliar.



Figura 35. Proyecto de Metrovivienda, Ciudadela Usme. Metrovivienda (2011).

Según Camacol¹⁴ y MinVivienda el precio tope para la vivienda de interés social (VIS) en el año 2020 es de 135 salarios mínimos mensuales es decir \$118.503.405 (aunque se definen 150 salarios mínimos en el plan de desarrollo¹⁵), y 70 salarios mínimos para la vivienda de interés prioritario (VIP), \$61.446.210.

¹⁴ Camacol, Cámara Colombia de la Construcción.

¹⁵ Ley 1955 de 2019 por el cual se expide el Plan de Desarrollo 2018-2022.

En Colombia, según el análisis de precios unitarios (ver Tabla 5), la construcción de una Vivienda Contenedor resulta un 57% mas económica que una vivienda construida en forma convencional, ambas opciones con las condiciones de habitabilidad y confort básicas y contenidas en un área de cuarenta y dos metros cuadrados. Estos valores son considerados para una unidad de vivienda aislada y construida de forma particular, bajo los lineamientos y precios unitarios del mercado actual. Es importante aclarar que; para el caso de construcción en volumen, el costo por unidad en cada tipología puede reducirse entre un quince y veinte por ciento. Así mismo el valor final de la unidad estará definido por el costo del terreno.

Para el caso de vivienda uni o multifamiliar, los valores difieren de acuerdo con las características del proyecto, zonas comunes, acabados, áreas y principalmente el sector donde se encuentra emplazado, que determina el precio del metro cuadrado de la tierra. En el mercado inmobiliario colombiano se ofrecen viviendas con áreas a partir de los 40 metros cuadrados, en tipología de apartamentos y de casas unifamiliares.

En promedio el costo para vivienda multifamiliar es de \$98.000.000 y para vivienda unifamiliar oscila entre los setenta y ochenta millones, para las áreas mínimas permitidas (45 M2).

Tabla 5. Presupuesto general de obra civil. Vivienda Convencional vs. Vivienda Contenedor. Elaboración personal.

PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA CIVIL						
		VIVIENDA CONVENCIONAL (42M2)			VIVIENDA CONTENEDOR (42 M2)	
		Item	Descripción	Valor	Descripción	Valor
PLANEACIÓN	1	Factibilidad	Estudio de viabilidad, diseño conceptual, autorizaciones y aspectos legales, opciones de financiación, definición del alcance del proyecto, evaluación de licencia, evaluación tecnológica.	\$8.500.000	Autorizaciones y aspectos legales, opciones de financiación, evaluación de licencia, evaluación tecnológica.	\$0
	2	Diseño y Presupuestos	Ingeniería en detalle, control de costos, integración de sistemas, diseño de especialidades.	\$6.500.000	Integración de sistemas, diseño de especialidades.	\$0
ESTRUCTURA	3	Sistema de Cimentación	Preliminares de obra, movimientos de tierra, zapatas corridas, concreto de limpieza, acometidas hidráulicas y sanitarias, drenajes e impermeabilización, retiro de material residual.	\$18.000.000	Preliminares de obra, movimientos de tierra, zapatas corridas/losa de cimentación, acometidas hidráulicas y sanitarias. Drenajes e impermeabilización, retiro de material residual.	\$7.500.000
	4	Estructura y mampostería	Columnas y dovelas en concreto, vigas aerias y dinteles, muro en bloque rojo estructural, cintas de mortero, anclajes y epoxicos.	\$25.000.000	Contenedor de 20 y 40 pies, instalado en sitio, transporte y alquiler de equipos.	\$11.500.000
	5	Sistema de cubierta	Estructura metálica y teja arquitectónica.	\$15.000.000	Refacción e impermeabilización de cubierta	\$800.000
	6	Pisos	Enchape tipo ceramico	\$4.500.000	Piso vinílico de alta resistencia	\$1.800.000
ACABADOS E INSTALACIONES	7	Carpintería	Ventanería y puerta metálicas.	\$4.200.000	Corte de panelería e instalación, ventanería y puerta metálicas.	\$3.200.000
	8	Baños	Apartos sanitarios y accesorios.	\$3.500.000	Apartos sanitarios y accesorios.	\$3.500.000
	9	Cocina y zona de lavado	Lavaplatos, muebles y accesorios, equipo de cocción.	\$4.200.000	Lavaplatos, muebles y accesorios. Equipo de cocción.	\$1.200.000
	10	Sistema eléctrico e iluminación	Tablero eléctrico, tomas, swiches, luminarias leed, cableado en general desde punto "0".	\$7.500.000	Tablero eléctrico, tomas, swiches, luminarias leed, cableado en general desde punto "0".	\$4.500.000
	11	Sistema hidrosanitario y gas domiciliario	Instalaciones hidrosanitarias, drenajes, acometida e instalación de gas domiciliario.	\$6.200.000	Instalaciones hidrosanitarias, drenajes, acometida e instalación de gas domiciliario.	\$6.200.000
	12	Revestimientos y pintura general	Pañetes y pintura interior y exterior.	\$8.000.000	Aislamiento termo-acústico y revestimiento de muros.	\$7.200.000
Total			US 29.236	\$ 111.100.000	US 12.473	\$ 47.400.000

2.4.1.1 Ciudad del Sur, Cali, Colombia. Megaproyecto de vivienda de interés social, orientado a cubrir el déficit habitacional de la región y del municipio de Cali, ubicado al sur

de la ciudad, cuenta con cerca de 9.000 viviendas las cuales se desarrollan en 16 etapas.

Área Privada de 46,51 M2. Precio: Desde \$70.000.000.



Figura 36. Vivienda de interés social de dos pisos en la ciudad de Cali, Colombia. Skema (s.f.).

2.4.1.2 Conjunto Ocaña II, Soacha, Cundinamarca. Este proyecto hace parte de la Ciudadela Colsubsidio Maiporé. La agrupación contará con 80 apartamentos distribuidos en 4 torres de 10 pisos, y 85 parqueaderos comunales para residentes y visitantes. Área Privada de 43,06 M2. Precio desde \$108.000.000.



Figura 37. Render del conjunto habitacional en tipología apartamento. Colsubsidio (2020).

2.4.1.3 Conjunto Portal de Santa Sofía, Bogotá. Apartamentos con sala comedor, cocina, dos habitaciones, un baño y disponible para habitación o estudio, ubicado en la localidad de Usme en el sur de la ciudad de Bogotá. Área Privada de 50 M2. Precio desde \$99.982.959.



Figura 38. Conjunto habitacional Portal de Santa Sofía, Usme, Bogotá. Cafam (2019).

2.4.2 Programas Nacionales de Mejoramiento de Vivienda. El Ministerio de Vivienda facilita la compra y el mejoramiento de vivienda con dos programas a destacar, descritos a continuación:

2.4.2.1 Mi Casa Ya. Es un programa del Gobierno Nacional que facilita la compra de vivienda nueva en zona urbana de cualquier ciudad o municipio del país, dirigido a hogares con ingresos menores a \$6.624.928 (8 SMMLV) y funciona por demanda hasta el agotamiento de los cupos asignados (MinVivienda, 2020). Para el caso hogares con ingresos de menos de dos salarios mínimos el Estado otorga un subsidio de \$24.843.480

(30 SMMLV) y el Distrito otorga un subsidio de \$8.281.860 (10 SMMLV). Para un total de \$33.124.640 así como también alivios y disminución de entre el 4% y c5% de la tasa de interés durante siete años en la financiación del valor de la vivienda.

Tabla 6. Subsidios de vivienda en el programa Mi Casa Ya. MinVivienda (2020).

Rango de Ingresos	Subsidio cuota inicial	Subsidio a la tasa de interés	
		VIP - 70 SMLMV \$57.968.120	VIS - Hasta 135 SMLMV \$111.795.660
0 – 2 SMLMV \$0 – \$1.656.232	30 SMLMV \$24.843.480	5% de tasa EA \$8.6 millones en 7 años	4% de tasa EA \$15 millones en 7 años
2 – 4 SMLMV \$1.656.233 – \$3.312.464	20 SMLMV \$16.562.320	5% de tasa EA \$8.6 millones en 7 años	4% de tasa EA \$15 millones en 7 años
4 – 8 SMLMV \$3.312.465 – \$6.624.928	No aplica	5% de tasa EA \$8.2 millones en 7 años	4% de tasa EA \$15 millones en 7 años

2.4.2.2 Programa Casa Digna Vivienda Digna. En Colombia existe la Dirección de Infraestructura Social y Habitat, que a través del programa: “Fortalecimiento para el Desarrollo de Infraestructura Social y Hábitat para la Inclusión Social a Nivel Nacional - FIP Nacional”, se encarga de diseñar, formular, identificar y adoptar planes, programas, estrategias y proyectos de infraestructura social y hábitat que permitan mejorar la calidad de vida de la población y de ejecutar y articular las políticas, planes, programas y proyectos de infraestructura social y hábitat dirigidos a reducir la vulnerabilidad de la población.

Prosperidad Social; quien se encarga de financiar los proyectos, tiene como objetivo promover la inclusión social y productiva de los hogares más pobres del país a través de obras de infraestructura que dinamicen la generación de ingresos y permitan a las comunidades el acceso a bienes y servicios.

Esta entidad busca aumentar las potencialidades y ventajas comparativas de las comunidades donde se realizan los proyectos, contribuyendo a la reducción de la desigualdad en donde las obras representan soluciones que permiten mejorar la calidad de vida, la competitividad local y la generación de empleo e ingresos en las comunidades con los mayores índices de pobreza monetaria y pobreza multidimensional (Prosperidad Social, 2020).

Casa Diga Vivienda Digna, es un programa de mejoramiento de vivienda que opera desde el año 2018, cuyo propósito es reducir el déficit cualitativo de vivienda que se presenta en Colombia, este déficit cualitativo se refiere a los hogares con deficiencia o afectación en la estructura de piso, cocina, disponibilidad de servicios públicos domiciliarios y condiciones de hacinamiento (mas de tres y menos de cinco personas por habitación). El programa realiza una serie de intervenciones para mejorar las condiciones de la casa en las zonas metropolitanas y también en zonas rurales.



Figura 39. Programa Vivienda Digna Vida Digna. Prosperidad Social (2020).



Figura 40. Casa Digna Vivienda Digna. El Espectador (2018).

En el marco de Casa Digna Vivienda Digna, *HOME-FLEX*, ofrece una unidad habitacional que responde a las necesidades de vivienda, y se convierte en una oportunidad a las familias vulnerables de legalizarse y obtener la titulación de su vivienda. Según el Ministerio de Vivienda los hogares con ingresos de hasta dos salarios mínimos, pueden aplicar y podrán pasar a ser propietarios, poseedores u ocupantes de bienes, si han habitado la vivienda con anterioridad al 30 de noviembre de 2001, siempre y cuando no hayan sido beneficiarios de subsidios y que habiten viviendas que no cumplan con los estándares mínimos de calidad.

2.4.3 Marco Legal: Consideraciones y Subjetividades. En Colombia a partir del 10 de Julio de 2015, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio-MVCT, expide el

Decreto 1285 de Junio de 2015 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015), el cuál modifica el Decreto 1077 de 2015 Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, y que se adopta como guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones, que representó un importante avance en materia de construcción sostenible en nuestro país, incorporando elementos que permitirán regular las dinámicas de transformación territorial de manera que se optimice la utilización de los recursos naturales y humanos para el logro de condiciones de vida dignas para la población actual y las generaciones futura.

La resolución expedida se define en las temáticas de uso eficiente de agua y energía, a su vez que la guía permitirá que la política actual se fortalezca al definir construcción sostenible como “aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación”.

Este marco normativo establece los lineamientos que promueven el desarrollo sustentable en el ámbito de la construcción, proporcionando las herramientas jurídicas que lo permiten. Para el caso de la construcción de vivienda contenedor representa una oportunidad importante, ya que otorga también incentivos a nivel local en su desarrollo en el territorio nacional.

Un aspecto interesante y que incentiva aun mas el desarrollo de proyectos sostenibles en Colombia y que propende a mitigar los impactos que contribuyen al cambio climático es la exoneración de hasta el cien por ciento (100%) de la obligación sustancial del impuesto predial, impuesto de delineación urbana, construcción y complementarios sobres los inmuebles de los propietarios, poseedores o desarrolladores que acrediten los

criterios de sustentabilidad mencionados anteriormente, siendo un claro incentivo tributario tanto para las constructoras como urbanizadores y usuarios finales.

Una entidad clave en el proceso de divulgación y fortalecimiento del conocimiento, es el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, entidad privada sin ánimo de lucro fundada en el año 2008, bajo el compromiso de elevar el nivel de sustentabilidad de todos los usos de las edificaciones nuevas y existentes y de las ciudades en general. A pesar de ser una entidad privada, el CCCS genera estrategias e iniciativas para apoyar a entidades públicas (Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente, Ministerio de Educación, Ministerio de Vivienda) y privadas en la formulación de políticas de producción y consumo responsable para la Industria de la Construcción.

También se encuentra dentro de su alcance ofrecer un portafolio de herramientas de verificación/certificación en construcción y urbanismo sostenible, el cual incluye el Programa LEED para Colombia, el Programa Referencial CASA Colombia y el Programa Acelerador de Eficiencia Energética para Edificaciones - Building Efficiency Accelerator - BEA (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, s.f.), ya descritas anteriormente.

2.4.3.1 ¿Que normatividad legisla la Vivienda Contenedor en Colombia?

Según el Decreto 388 de 1997, dentro del marco jurídico y normativo urbano se especifica que para la ejecución de una obra de construcción, ampliación, modificación y demolición, es necesaria la aprobación de una licencia de construcción que en este caso es responsabilidad de un curador urbano; quien es un particular que se encarga de estudiar, tramitar y expedir las licencias de urbanismo o de construcción, a petición del interesado en adelantar proyectos de urbanización o de edificación en las zonas de la ciudad que la

administración municipal le haya determinado como de su jurisdicción. Igualmente, resolverá las solicitudes de prórroga, revalidación y modificación de dichas licencias (Ministerio del Medio Ambiente , 1997). La Ley 400 de 1997 define “una edificación como una construcción cuyo uso principal es la habitación u ocupación por seres humanos, siendo necesario para este efecto una licencia de construcción.

Para ello, se encuentra radicado el Proyecto de Ley 073 de 2017 (en estado: pendiente por discutir ponencia para primer debate en el Senado), “Por medio de la cual se establecen los lineamientos para la formulación de la Política Nacional de Construcción Sostenible, se otorgan beneficios e incentivos para su fomento e implementación y se dictan otras disposiciones” definidos en su artículo No. 6 y especificados en el artículo No. 7 que establece los criterios de sostenibilidad descritos a continuación (Congreso de la Republica de Colombia, 2017):

1. Localización y uso del suelo, en concordancia con las normas de ordenamiento territorial
2. Incorporación de materiales alternativos y/o sostenibles de construcción
3. Incorporación de eco-ecotecnologías
4. Uso de diseños arquitectónicos eficientes.
5. Uso eficiente de energía y/o adopción de alternativas energéticas.
6. Uso eficiente del recurso hídrico.
7. Manejo adecuado y disminución de residuos sólidos e implementación de sistemas de reciclaje y/o reúso.
8. Adecuada calidad sanitaria para el hábitat humano.

En Colombia aun no existe una legislación clara respecto a la implementación de contenedores en la construcción y a su uso como hábitat, según la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes y según lo consignado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, y la Ley 400 de 1997, podemos deducir que, como tal no se encuentra establecido el uso de contenedores en los sistemas constructivos en Colombia, para ello es necesario analizar el Capítulo II, otros materiales y métodos alternos de diseño y construcción, relacionado a continuación:

Artículo 8. Uso de materiales y métodos alternos: Se permite el uso de materiales estructurales, métodos de diseño y métodos de construcción diferentes a los prescritos en esta Ley y sus reglamentos, siempre y cuando se cumplan los requisitos establecidos en los artículos siguientes.

Artículo 9. – Materiales alternos- Se permite el uso de materiales estructurales no previstos en esta Ley y sus reglamentos, mediante autorización previa de la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistente" en los términos del artículo 14, sujeto a régimen de responsabilidades establecido en la presente Ley y sus reglamentos

Artículo 10. – Métodos alternos de análisis y diseño. – Se permite el uso de métodos de análisis y diseño estructural diferentes a los prescritos por esta Ley y sus reglamentos, siempre y cuando el diseñador estructural presente evidencia que demuestre que la alternativa propuesta cumple con sus propósitos en cuanto a seguridad, durabilidad y resistencia, especialmente sísmica, y además se sujete a unos de los procedimientos siguientes:

- Presentar con los documentos necesarios para la obtención de la licencia de construcción de la edificación, la evidencia demostrativa y un memorial en el cual inequívocamente acepta la responsabilidad sobre las metodologías de análisis y diseño alternas.
- Obtener una autorización previa de la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes", de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 14, que le permita su utilización, sujeto al régimen de responsabilidades establecido en la presente Ley y sus reglamentos.

Artículo 11. – Métodos alternos de construcción. – Se permite el uso de métodos alternos de construcción y de materiales cubiertos, pero cuya metodología constructiva sea diferente a la prescrita por estos, siempre y cuando el diseñador estructural y el constructor, presenten, en conjunto, un memorial en el cual inequívocamente aceptan las responsabilidades que se derivan de la metodología alterna de construcción.

Artículo 12. – Sistemas prefabricados. – Se permite el uso de sistemas de resistencias sísmicas que estén compuestos, total o parcialmente, por elementos prefabricados que no se encuentren contemplado en esta Ley, siempre y cuando cumplan con uno de los procedimientos siguientes:

- Utilizar los criterios de diseño sísmico de conformidad con lo dispuesto en el artículo 46 de esta Ley.
- Obtener autorización previa de la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistente", de conformidad con lo dispuesto en el artículo 14, que le permita su utilización, la cual no exime del régimen de

responsabilidades establecido en la presente Ley y sus reglamentos (Asosismica, s.f.).

Según lo anterior, las construcciones actuales en Colombia, principalmente en el sector comercial e institucional y en menor grado habitacional, no estarían en regla ante la legislación existente, ya que no cumplen con las normas de sismoresistencia, a no ser, que se justifique su carácter temporal. Dicho esto es fundamental la creación de políticas públicas y urbanas para la construcción de vivienda que fomente el uso de los contenedores como espacios habitables y “seguros”, argumentando su materialidad de acero, siendo este más resistente incluso que el cemento y su carácter de “transformación” partiendo de la utilización de materiales y métodos alternos de diseño y construcción en el cual se aprovecha su diseño geométrico inicial para convertirlo en un espacio habitable, fortaleciendo su uso con proyectos pilotos y experimentales en diferentes estratos sociales y también para casos de emergencia.

Otro de los argumentos para reglamentar su uso, también mencionado en la NSR-10 es el siguiente numeral:

Artículo 13. — Construcción Responsable Ambientalmente — Las construcciones que se adelanten en el territorio nacional deben cumplir con la legislación y reglamentación nacional, departamental y municipal o distrital respecto al uso responsable ambientalmente de materiales y procedimientos constructivos. Se deben utilizar adecuadamente los recursos naturales y tener en cuenta el medio ambiente sin producir deterioro en él y sin vulnerar la renovación o disponibilidad futura de estos materiales. Esta responsabilidad ambiental debe desarrollarse desde la etapa de diseño y aplicarse y verificarse en la etapa de construcción, por todos los profesionales y demás personas que intervengan en dichas etapas.

Este propende el adecuado uso de los recursos y de los materiales, hecho que describe perfectamente la implementación de los contenedores en proyectos constructivos.

2.5 Los Contenedores Marítimos. Consideraciones de la Caja Globalizadora



Figura 41. Malcom McLean, precursor del transporte intermodal. Tiba México (2016).

El contenedor ISO¹⁶ es un elemento metálico testigo de la evolución de la sociedad globalizada en la que vivimos, transportando entre sitios remotos del planeta todo tipo de artículos de consumo, materia prima, alimentos y artefactos para el funcionamiento de la economía mundial y por ende de nuestra sociedad tal como la conocemos hoy en día. El contenedor lejos de ser una solución habitacional representa para muchos, una gran caja que trasporta todo tipo de mercancía a través de los océanos, de continente a continente, permaneciendo en el imaginario colectivo como un elemento de almacenamiento.

¹⁶ La normativa que regula los pesos, medidas y características técnicas de los contenedores son en España las Normas UNE - Una Norma Española e ISO - International Standard Organization. (Camara de Comercio de España, s.f.).

Este elemento de almacenamiento de estructura prismática rectangular, nació a finales del siglo XVIII en Inglaterra, con el fin de modernizar tanto el transporte ferroviario como el de caballo de tiro; tiempo después, EEUU uso pequeños contenedores para cargar, descargar y distribuir suministros, sin embargo su revolución inició en 1955 cuando el empresario norteamericano Malcolm P. Mclean (padre del transporte de contenedores), adquirió una compañía de barcos y se le ocurrió cargar los remolques completos de los camiones con todo su contenido (Kotnik, 2013), adquiriendo desde este momento su carácter intermodal, permitiendo de esta forma transportar mercancías de forma marítima, terrestre y ferroviaria.

Los contenedores son elementos prefabricados, producidos en masa, móviles, de alta resistencia y durabilidad, apilables, fáciles de instalar en sitio y capaces de soportar cualquier tipo de clima y condición atmosférica, convirtiéndolo en un elemento innovador para una rama joven de la arquitectura, con un valor agregado como espacio modular, reciclable, reutilizable y de bajo costo.

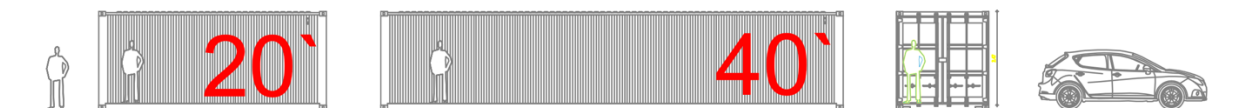


Figura 42. Los contenedores en la escala humana. Elaboración propia.

2.5.1 Tipologías de Contenedores.

Los contenedores marítimos son denominados intermodales; es decir que permiten su traslado de un sitio a otro, cargado o sin carga, dentro de esta categoría surgen los contenedores estandarizados, que a su vez cumplen con la normatividad ISO, y tienen las siguientes características (DSV, s.f.):

Tabla 7. Tipología de contenedores. Elaboración propia.

TIPOLOGIA DE CONTENEDORES	
CONTENEDOR DRY-VAN ESTANDAR	CONTENEDOR HIGH CUBE
	
CONTENEDOR REFRIGERADO	CONTENEDOR FLAT RACK
	
CONTENEDOR OPEN SIDE	CONTENEDOR OPEN TOP
	
CONTENEDOR CISTERNA ISO TANK	CONTENEDOR FLEXI TANK
	
20	20
20	20
20	20

1. Es un compartimiento utilizado para el transporte, total o parcialmente cerrado, destinado a contener y transportar mercancías y de fácil identificación por medio de siglas y números.
2. Se encuentra construido en cumplimiento a las Normas IRAM y recomendaciones COPANT e ISO.
3. Fácil descargue de mercancía mediante elementos mecánicos. (montacargas, grúas y gatos hidráulicos),
4. Es diseñado para almacenar durante el transporte diferentes tipos de mercancía con la posibilidad de ser transferido de forma aérea, terrestre o acuática.
5. Resistente para su uso constante.



Figura 43. Contenedores en Puerto de Altamira, México. Mexico.gob (2016).

Su capacidad se expresa habitualmente en unidades *TEU* que equivale a un contenedor estándar de 6,06 metros de longitud por 2,44 metros de ancho (DSV, s.f.).

Estos contenedores transportan carga seca pero también existen para alimentos perecederos (contenedores refrigerados), para vehículos, maquinaria o equipamiento industrial (*flat-rack*), líquidos y sustancias químicas (contenedores tipo cisterna), para líquidos a granel dentro de un depósito flexible (*Flexi Tank*), para verduras y hortalizas (*open-side*), minerales o maquinaria pesada (*open-top*) y por último los tipo *High-Cube*, contenedores estándar pero de mayor altura (32 centímetros más).

A nivel internacional la tipología más utilizada es la *Dry-Van Estándar* de 20 y 40 pies, un 90 % de la mercancía enviada por transporte marítimo se carga en este tipo de contenedores (DSV, s.f.), esto lo convierte en un insumo constante y considerable.

2.5.2 Comportamiento Estructural.

Los contenedores son contruidos generalmente en acero, lo que permite gran capacidad auto portante, además son diseñados para soportar condiciones climáticas extremas, por esto su rigidez y resistencia. Poseen un entramado de perfiles metálicos y todo el armado exterior con perfilera tubular, todas sus caras las recubren paneles metálicos soldados a la perfilera (DSV, s.f.). Un contenedor de 20 pies tiene un peso de 2.250 kg y uno de 40 pies de 3.630 kg, hecho que permite su fácil transporte y ensamble mediante montacargas, aun así, es fundamental considerar el contenedor como un “todo” y ver sus componentes como parte de un conjunto, el cual otorga resistencia a procesos de flexión, flexo-tracción, y flexo compresión, por esta razón es importante incorporar refuerzos cuando se realicen cortes en la panelería, esto es muy frecuente al momento de yuxtaponerlos o unirlos con el fin de lograr espacios amplios.

Así mismo, los contenedores permiten apilarse y generar voladizos o edificaciones en altura; pero, así como en la construcción convencional, estas intervenciones requieren de

cálculos estructurales responsables que garantizan su estabilidad y la seguridad de sus usuarios.

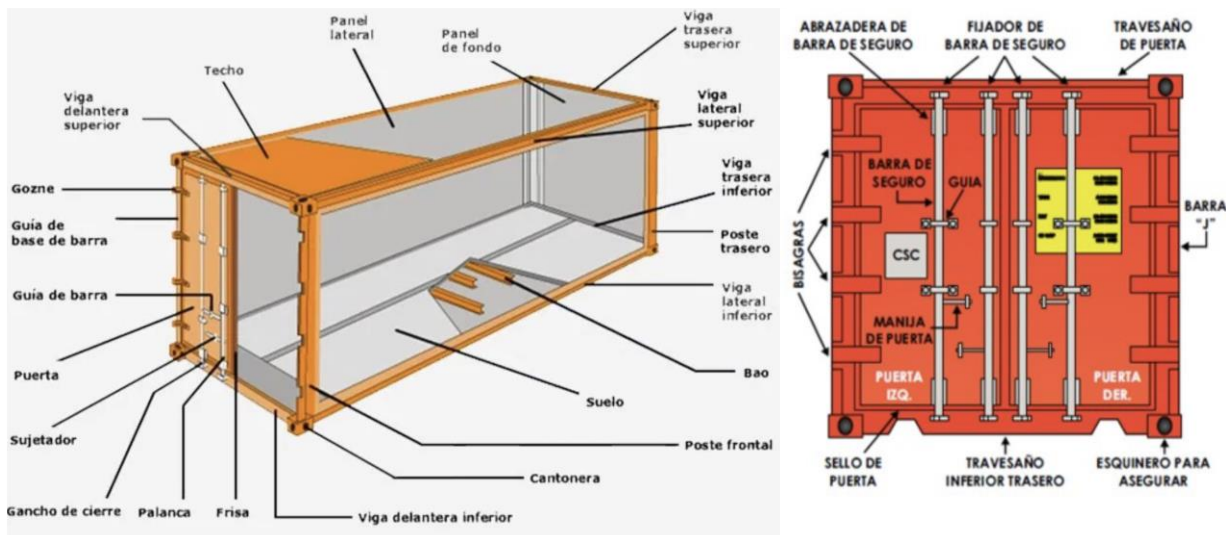


Figura 44. Axonometría de la estructura del contenedor. (BFP, 2016). Puerta frontal. SERC Intermodal (s.f.)

2.5.3 Pesos y Dimensiones.

Existen varias dimensiones de acuerdo con las tipologías descritas anteriormente, reguladas por la Norma ISO 6346 y que se adaptan a las necesidades de las mercancías o condiciones del transporte. En esta oportunidad, nuestro bloque de construcción lo constituyen las tipologías *Dry-Van* de 20 y 40 pies, cuyas dimensiones y pesos se describen a continuación (DSV, s.f.):

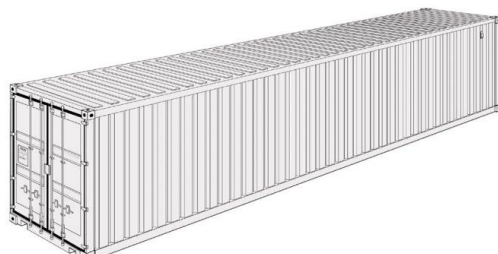
Tabla 8. Dimensiones y pesos de un contenedor de 20 pies. Elaboración propia.

CONTENEDOR 20 PIES (DRY VAN)				
MEDIDAS	DIMENSIÓN EXTERIOR		DIMENSIÓN INTERIOR	
	MÉTRICO	PIES	MÉTRICO	
LARGO	6,058	19'10"	5,758	
ANCHO	2,438	8'0"	2,352	
ALTURA	2,591	8'6"		
VOLUMEN	33,1 M3	1,169 Ft3		
PESO MÁXIMO	24,000 Kg	52,910 Lb		
PESO NETO	21,800 Kg	48,060 Lb		
SUPERFICIE	14,769 M2	158,972 Sq Ft	145,764 Sq Ft	



Tabla 9. Dimensiones y pesos de un contenedor de 40 pies. Elaboración propia.

CONTENEDOR 40 PIES (DRY VAN)				
MEDIDAS	DIMENSIÓN EXTERIOR		DIMENSIÓN INTERIOR	
	MÉTRICO	PIES	MÉTRICO	
LARGO	12,192	40'0"	12,032	
ANCHO	2,438	8'0"	2,352	
ALTURA	2,591	8'6"		
VOLUMEN	67,5 M3	2,385 Ft3		
PESO MÁXIMO	30,480 Kg	37,200 Lb		
PESO NETO	26,680 Kg	58,820 Lb		
SUPERFICIE	31,498 M2	339,041 Sq Ft	304,607 Sq Ft	



2.5.4 Ciclo de vida.

Un contenedor nuevo, destinado a su uso como elemento almacenador, sin ningún mantenimiento preventivo puede durar mas de 20 años (Rivas, 2016). Generalmente después de los 10 años de uso, se hace necesario mantenimiento habitual que consiste en taponamiento de orificios, latonería de paneles, restauración del sistema antihumedad, eliminación de corrosión, cambio de puertas y cerraduras. Esto representa una vida útil relativamente corta; por esta razón, las transportadoras generalmente identifican luego de 2 a 8 años, áreas corroídas, algunos golpes e imperfectos y pasan a ser contenedores para utilizar como almacén o para uso en la construcción, estos son llamados *AS IS* (BFP, 2016).

De acuerdo con lo anterior podríamos afirmar que curiosamente existe un mayor nivel ecológico de estos elementos cuando son usados en la construcción, que, en actividades de transporte, representando un gran potencial como insumo para reciclaje y reutilización en unidades habitacionales.



Figura 45. Patio de contenedores en puerto. (Rivas, 2016).

2.5.5 ¿Cuál es el precio de un contenedor en el mercado?

La compañía naviera danesa *Maersk Line*, implementó recientemente en México, un programa de venta de contenedores en desuso para su transformación o reventa; el precio del contenedor de 20 pies es de alrededor de mil dólares (cuatro millones de pesos colombianos), mientras que el de 40 pies es de 1600 dólares (seis millones y medio de pesos colombianos) (T21Mexico, 2018). La compañía también indicó que el tiempo de uso de las unidades oscila entre los diez y catorce años y varía en su estado, algunos en perfecto estado y otros con requerimiento de reparaciones menores.

En Colombia existen varias compañías cuyo objetivo es la venta de elementos nuevos y la reventa de contenedores para transformación, entre ellas se encuentran

WorldContainer, E-container, Rava Grupo Containers, entre otras. E-Container suministra los contenedores de 20 pies a un costo de COP 10'948.000 y de 40 pies por un valor de COP 13'804.000.

Tabla 10. Comparativo de costos de contenedores usados de 20 y 40 pies, con base en cotizaciones de tres compañías ubicadas en la ciudad de Bogotá. Elaboración personal.

COMPAÑÍA	ITEM	ESTADO	VALOR UNITARIO	IMPUESTOS	TOTAL	OBSERVACIONES
	Contenedor de 20 pies, nacionalizado	Usado	\$ 7.000.000	\$ 1.330.000	\$ 8.330.000	En buen estado, podrían presentar algunos defectos menores.
	Contenedor de 40 pies, nacionalizado	Usado	\$ 9.500.000	\$ 1.805.000	\$ 11.305.000	En buen estado, podrían presentar algunos defectos menores.
	Contenedor de 20 pies, nacionalizado	Usado	\$ 9.200.000	\$ 1.748.000	\$ 10.948.000	En buen estado, podrían presentar algunos defectos menores.
	Contenedor de 40 pies, nacionalizado	Usado	\$ 11.600.000	\$ 2.204.000	\$ 13.804.000	En buen estado.
	Contenedor de 20 pies, nacionalizado	Usado	\$ 8.500.000	\$ 1.615.000	\$ 10.115.000	En buen estado.
	Contenedor de 40 pies, nacionalizado	Usado	\$ 10.900.000	\$ 2.071.000	\$ 12.971.000	En buen estado.

La Compañía WorldContainer ubicada en la ciudad de Bogotá, dispone de los contenedores de 20 pies, por un costo de COP 10'948.000, y de 40 pies por un costo de COP 13'804.000 millones y Rava Group, por un valor de COP 10'115.000 Y COP 12'971.000 respectivamente. En promedio el costo por unidad de 20 pies es de 10 millones de pesos y de 12 millones por la unidad de 40 pies. Aunque no es fácil el contacto con las navieras y proveedores directos de los puertos en Colombia, podemos tomar como referencia los precios de Maersk Line antes descritos y claramente observamos que el costo se duplica, ya que se trata en este caso de un intermediario.

2.5.6 ¿Dónde están los contenedores?

En Colombia existen 15 puertos marítimos distribuidos en Barranquilla, Mamonal, Puerto Colombia, Tolú, Buenaventura, Muelles El Bosque, Puerto Prodeco, Tumaco Cartagena, Pozos Colorados, San Andrés Islas, Turbo, Coveñas, Puerto Bolívar y Santa Marta (Searates, s.f.), de los cuales 4 son Terminal de Contenedores (Santa Marta, Cartagena, Buenaventura, y Barranquilla). Durante el 2018, en el periodo de enero a agosto, las sociedades portuarias colombianas movilizaron 2,6 millones de contenedores *TEUs*¹⁷, con un crecimiento del 8% alrededor del año 2017 (Cardona, 2018) y según datos de CEPAL la totalidad de unidades movilizadas en Colombia en el 2018 es de 4.582.712 *TEU*, esta cifra comparada con otros países, se encuentra en el promedio, de esta forma, tan solo Brasil (10'041.485 *TEU*), México (6'987.820 *TEU*) y Panamá (6'872.369 *TEU*) están por encima de las cifras nacionales, mientras que otras economías comparables de la región como son Chile (4'276.198 *TEU*), Perú (2'667.974 *TEU*) o Argentina (2'574.955 *TEU*), se ubicaron detrás de los puertos del país. Unificando las cifras el volumen total de la actividad en Latinoamérica en 2018 superó los 53,2 millones de *TEU*, lo que representa un 7,1% del movimiento de contenedores mundial (Cardona, 2018).

Según datos del Banco Mundial, el tráfico marítimo de contenedores *TEU*, fue de 4.125.200, para un total mundial de 792.658.667, volumen que se incrementará en cuatro veces para el año 2050 (Banco Mundial, s.f.).

¹⁷ TEU, Twenty-Foot Equivalent Unit, es una medida usada en la industria del transporte marítimo. 1 TEU equivale a un contenedor de 20 pies y permite medir el tamaño y la capacidad de los buques de carga (IContainers, s.f.).

En los Estados Unidos, un alto porcentaje de la mercancía importada llega de los mercados asiáticos, en ocasiones estos deben ser enviados sin carga a su país original para ser cargados nuevamente (Cardona, 2018), esto hace que sea mas rentable que muchas transportadoras marítimas y compañías exportadoras prefieran comprar nuevos contenedores en lugar de trasladarlos sin carga, y abandonándolos en patios destinados para este fin en cada ciudad portuaria, este efecto también se produce en Latinoamérica.

2.5.7 Logística Inversa.

A través de la presente exploración surge el término logística inversa o logística reversa, que se basa en el reordenamiento de los ciclos de los productos, partiendo desde su producción y transformación de las materias primas hasta su disposición al consumidor final, su importancia radica en la optimización de los recursos invertidos en la elaboración de un producto que contempla una cadena de ida y vuelta entre el fabricante, el distribuidor y el cliente final. La logística inversa, permite finalizar la vuelta al punto de origen de cada producto con el fin de lograr su reutilización, reciclaje y transformación. En materia, la logística inversa se refiere a los contenedores que se encuentran vacíos y requieren de movimientos y distribución desde el momento en que es vaciado y ubicado en las instalaciones del receptor, etapa en la que es nuevamente cargado o destinado a un uso diferente.

Esta gestión de contenedores vacíos se convierte en crítica cuando se presenta un desequilibrio en las importaciones ocasionado por momentos o coyunturas económicas regionales y mundiales; haciendo que hasta 3,5 millones de contenedores *TEU's* se almacenen vacíos en las diferentes terminales (Profitline , 2017). De todos los negocios realizados a nivel mundial el 20 % corresponde a manipulación de contenedores vacíos

(Profitline , 2017), hecho que vislumbra una oportunidad para fomentar políticas publicas que regulen esta venta de contenedores con fines sociales.

Capítulo 3

3. Etapa Práctica: ¿Es posible construir una vivienda usando contenedores marítimos?

Actualmente existen investigaciones y documentos referentes al acondicionamiento estructural, bioclimático y estético de los contenedores; entre ellos, los desarrollados por arquitecto español Luis de Garrido, reconocido a nivel mundial por su preocupación por la eficiencia energética, y por sus diversos estudios para la implementación de los contenedores en el campo de la arquitectura, resaltando sus beneficios y explorando las posibilidades y técnicas constructivas y sostenibles para mitigar y suplir sus necesidades y convertirlo en un espacio habitable.

Desde hace algunos años, la arquitectura de contenedores se ha desarrollado con gran auge, tanto que en América Latina, dichos elementos se han adaptado a la sociedad bajo un concepto vanguardista y multifuncional, pero mas allá del diseño y ventajas estéticas, los contenedores representan de forma espontanea un espacio para refugio, permitiendo que una sola unidad sea suficiente para crear un espacio habitable, y si se unifican varias unidades se puedan crear urbanizaciones, que suplen las necesidades de vivienda permanente y de emergencia en el caso de catástrofes naturales, donde es apremiante la generación de refugios inmediatos y de fácil instalación.

3.1 Diseño Metodológico

A continuación, se relacionan las fases para el desarrollo de la propuesta, partiendo del análisis de conceptos existentes, que garantizan la viabilidad en el uso de contenedores marítimos en la construcción de unidades habitacionales en Colombia.

Fase 1. Con base en la normatividad legal identificada anteriormente, en la legislación colombiana de los aspectos urbanos y constructivos que regulan el uso de contenedores en la construcción, es posible visualizar el panorama en Colombia para la utilización de los contenedores como elementos habitables, que aunque presenta muchos vacíos y oportunidades en la reglamentación y generación de políticas públicas de vivienda, nos permite crear soluciones habitacionales basadas en la implementación de contenedores en las unidades de vivienda colectiva.

Fase 2. Documentación, diagnóstico, análisis de proyectos destacados a nivel internacional y nacional, desarrollados mediante la implementación de contenedores marítimos, mediante recopilación en publicaciones físicas, digitales, revistas y artículos. Este análisis permitirá la identificación de alternativas de vivienda contenedor; mediante la clasificación de tipologías, impactos y conceptos estéticos y funcionales, analizando individualmente proyectos realizados en diferentes entornos (clima, topografía, etc.) y circunstancias (vivienda de emergencia, vivienda efímera, etc.), e identificando su alcance en el cumplimiento de los parámetros establecidos en los modelos de certificación *LEED*, *VERDE* y *CASA* y *BREEAM*. Con base en esta exploración, se definirá la categorización de la tipología de contenedores a utilizar, las dimensiones y especificaciones que, a través del diseño arquitectónico, permitirán generar una unidad de vivienda con un alto grado de confort.

Fase 3. Con base en la identificación y estudio técnico de los elementos, materiales, tipologías y soluciones sostenibles aplicados al sistema constructivo basado en contenedores, así como los beneficios y desventajas en este tipo de construcción, mediante el análisis de materialidad y costos y aspectos sociales en la implementación de este

elemento constructivo, se especificarán los lineamientos técnicos para la adecuación de un contenedor, que garanticen la habitabilidad y grado de confort de la Vivienda Contenedor.

Fase 4. Propuesta de diseño de unidad habitacional individual y colectiva, proyectada con la implementación de contenedores marítimos.

3.2 Casos de Estudio

3.2.1 *Container Temporary Housing.* Ubicado en la ciudad de Onagawa, Miyagi, construido en año 2011, podría denominarse un proyecto de vivienda de emergencia.



Figura 46. Espacio interior en una Vivienda Contenedor. Onagawa Container Temporary Housing (2012).

Onagawa, sufrió graves daños tras el tsunami del 11 de marzo del 2011, ante la contingencia el arquitecto Shigeru Ban diseño un complejo de viviendas temporales

utilizando contenedores apilados en dos y tres pisos, ofreciendo una vivienda adecuada a los sobrevivientes, con el apoyo de entidades estatales y agremiaciones privadas.



Figura 47. La Comunidad en Container Temporary Housing. Hirai (2011).

Ante las grandes extensiones de tierra inundadas, el proyecto se emplazó en un campo de béisbol que ofrecía un terreno plano y apto para la instalación de las unidades habitacionales. Aunque fue concebido bajo el concepto de “vivienda de emergencia y temporal”, el complejo permitió a los sobrevivientes establecer nuevamente su comunidad. *“Incluimos un área de reuniones, un taller para que los niños lean o estudien, y un mercado donde los residentes pueden hacer algunas compras básicas. El mercado se construyó con donaciones del músico Ryuichi Sakamoto y el taller con donaciones del pintor Hiroshi Senju”* (Onagawa Container Temporary Housing, 2012).

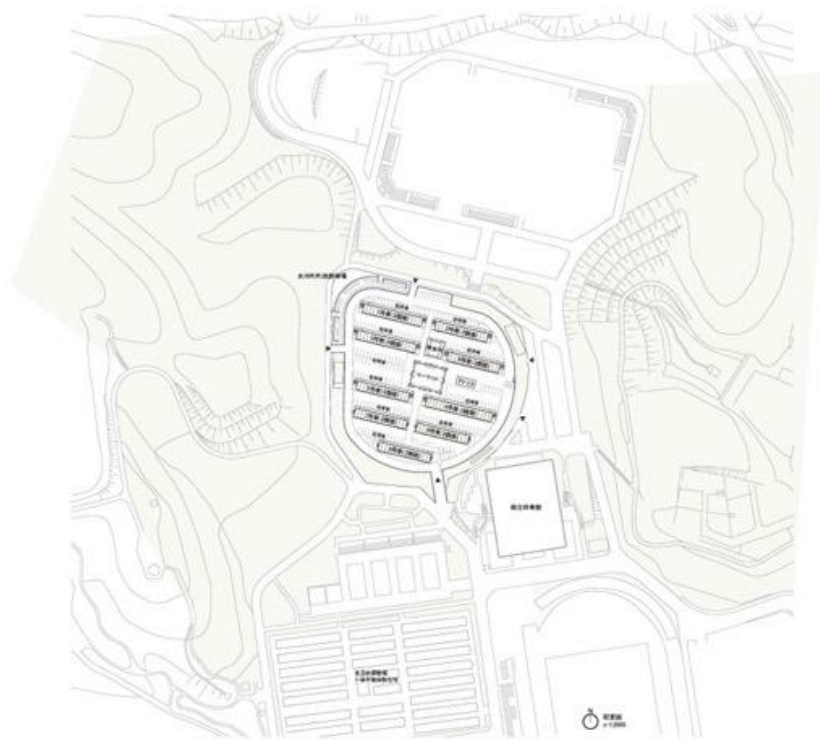


Figura 48. Emplazamiento del Complejo. Designboom (2012).

El proyecto se configura con nueve edificios, seis de los cuales poseen estructuras de dos pisos y los tres restantes con tres pisos, para albergar un total de 189 familias. Su ejecución, aunque tuvo el apoyo del gobierno local, presentó algunos inconvenientes ya que; ante la contingencia, no había mano de obra disponible para el ensamble en sitio de los contenedores, pero logró un feliz término gracias a la colaboración de voluntarios en la construcción de edificios comunitarios.

Container Temporary Housing, sentó un precedente en la construcción de viviendas temporales con un alto grado de confort y calidad de vida de los sobrevivientes, abriendo también mas posibilidades a los arquitectos en Japón, para repensar el concepto de vivienda, pero enfocados en los entornos de vida y generando respuestas ágiles en futuros desastres en los centros urbanos del Japón. “*Cuando eso suceda, las ciudades tendrán que aprender de complejos de viviendas temporales de varios pisos para aprovechar al máximo*

las tierras limitadas, con este proyecto pudimos demostrar una forma de hacerlo”

(Onagawa Container Temporary Housing, 2012).



Figura 49. Proceso de construcción, Onagawa Container Temporary Housing. Designboom (2012).



Figura 50. Vista del Conjunto. Designboom. (2012).

3.2.2 R4 House. Uno de los proyectos, sin duda mas reconocidos a nivel mundial y claro referente de la Arquitectura Contenedor es el *R4 House* “recupera, reutiliza, recicla, razona”, un proyecto del año 2007 ubicado en Barcelona, concebido como un conjunto de convivencia, se ha construido a base de seis contenedores de 40 pies.



Figura 51. Vista del prototipo *4R House*. Garrido (2015).

Cuatro contenedores se han ensamblado entre sí, formando una vivienda de 173 M², un quinto contenedor conforma la vivienda mínima de 30 M² y el sexto contenedor conforma el núcleo de comunicación vertical y una chimenea bioclimática de extracción natural de aire (Garrido, 2015). El proyecto fue desarrollado a partir de 17 objetivos básicos:

1. Formalizar un nuevo paradigma arquitectónico sostenible.
2. Proponer nuevos tipos de vivienda reconfigurables y ampliables.
3. Construir una vivienda con el máximo nivel sostenible posible.
4. Construir una vivienda con un elevado nivel bioclimático y con el menor consumo energético posible.
5. Realizar una vivienda autosuficiente en energía.
6. Realizar una vivienda autosuficiente en agua.
7. Construir una vivienda con contenedores marítimos.
8. Proyectar una vivienda desmontable y transportable.
9. Proponer un sistema constructivo industrializado que permita una enorme rapidez constructiva.

10. Construir una vivienda utilizando tan solo residuos.
11. Formalizar un sistema constructivo que permita la recuperación y la reutilización de todos los componentes del edificio.
12. Realizar un edificio con un ciclo de vida infinito.
13. Construir una vivienda de alta calidad y muy bajo coste.
14. Proponer una solución de vivienda para países desfavorecidos.
15. Proporcionar una alternativa sin impacto ambiental para la construcción en entornos rurales y protegidos.
16. Asegurar la salud, el bienestar y la felicidad de la gente.
17. Proponer un nuevo lenguaje arquitectónico formal sostenible.



Figura 52. Vista posterior de R4 House. (Garrido, 2015).

La vivienda fue concebida bajo el cumplimiento de los 6 pilares de la arquitectura sustentable, los cuales son: 1) optimización de recursos, 2) disminución del consumo energético, 3) utilización de fuentes energéticas alternativas, 4) disminución de residuos y emisiones, 5) mejora de salud y bienestar humanos y 6) disminución del precio del edificio y su mantenimiento y se convierte en un referente indispensable que nos permite visualizar

el alcance del uso de un elemento reciclable en la arquitectura y la función pública que puede llegar a representar.

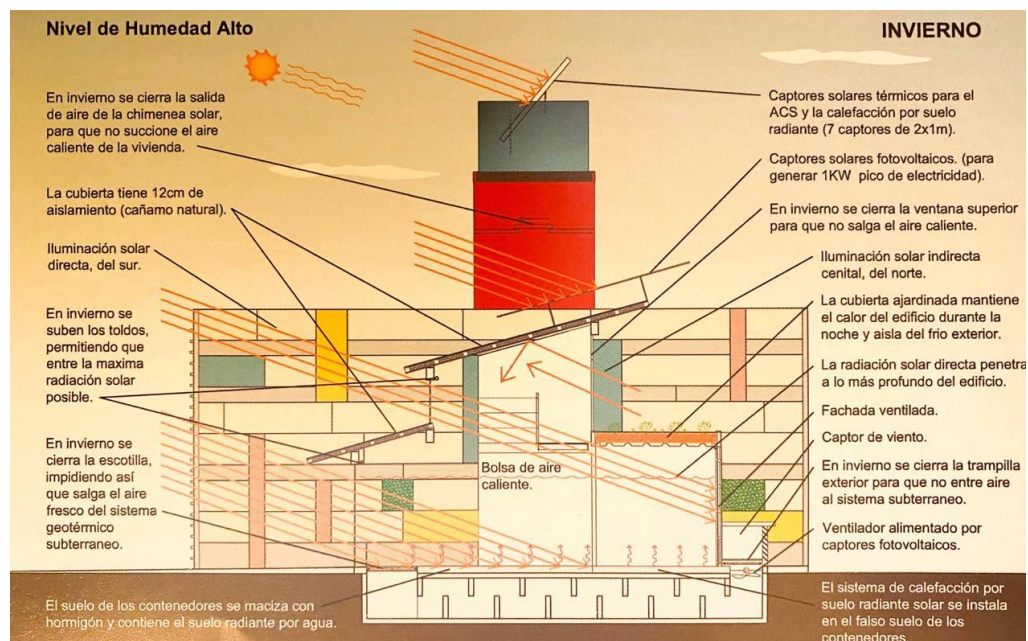


Figura 53. Invierno. Fundamentos bioclimáticos 4R House. Garrido (2015).

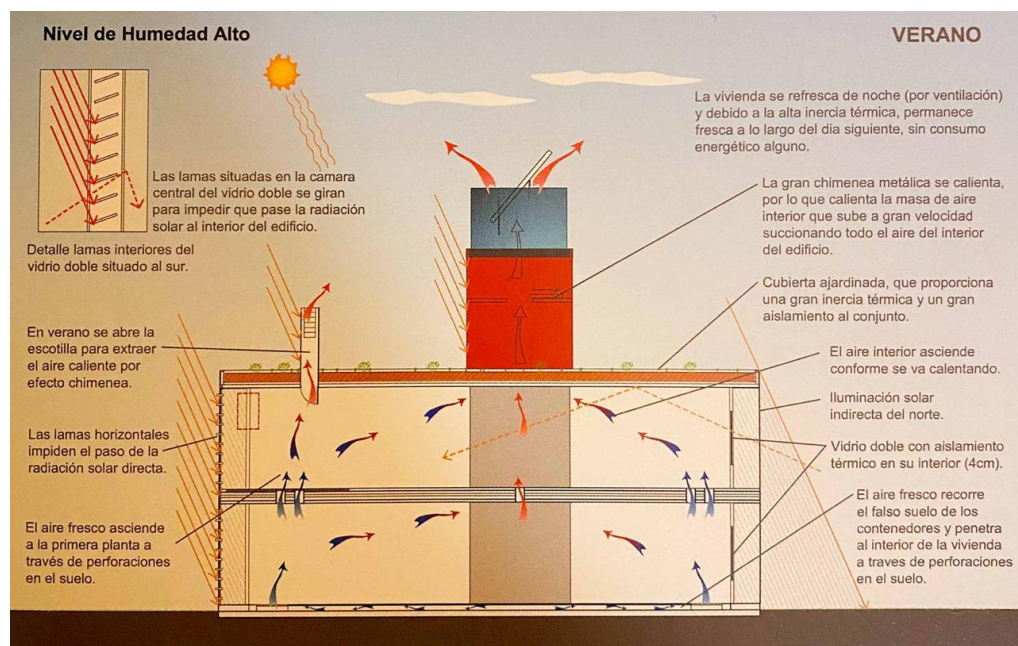


Figura 54. Verano. Fundamentos bioclimáticos 4R House. Garrido (2015)

3.3.3 Container City. Esta ciudadela de contenedores tiene su origen a comienzos del presente siglo en el Reino Unido (Murciego, 2017), desarrollado por la firma *Nicholas and Partners Lacey*, en un contexto urbano degradado y abandonado de Londres; siendo su opera prima para esta firma, hoy en día se ha convertido en un atractivo turístico.



Figura 55. Interior de la vivienda y vista Exterior del conjunto. Es.qwe (2012).

Ubicado en el *Trinity Buoy Wharf* en el *East Indian Dock*, fue concebido para albergar 40 artistas, y ante su éxito y al no ser un proyecto convencional, pero con todas las comodidades de uno, este comenzó a replicarse en distinto lugares del mundo, como India, Ecuador, México, España, Portugal y Colombia (Murciego, 2017). *Container City* fue construido en cinco meses y se inauguró en el año 2001, compuesto por tres pisos que luego fueron convertidos en cuatro, gracias a la gran demanda que exigía espacios de habitación y de trabajo también, fueron inicialmente doce unidades de vivienda a las cuales se sumaron posteriormente mas unidades. Un año más tarde se sumó otro grupo de edificios, *Container City II*, que sumó más unidades habitables (Murciego, 2017).

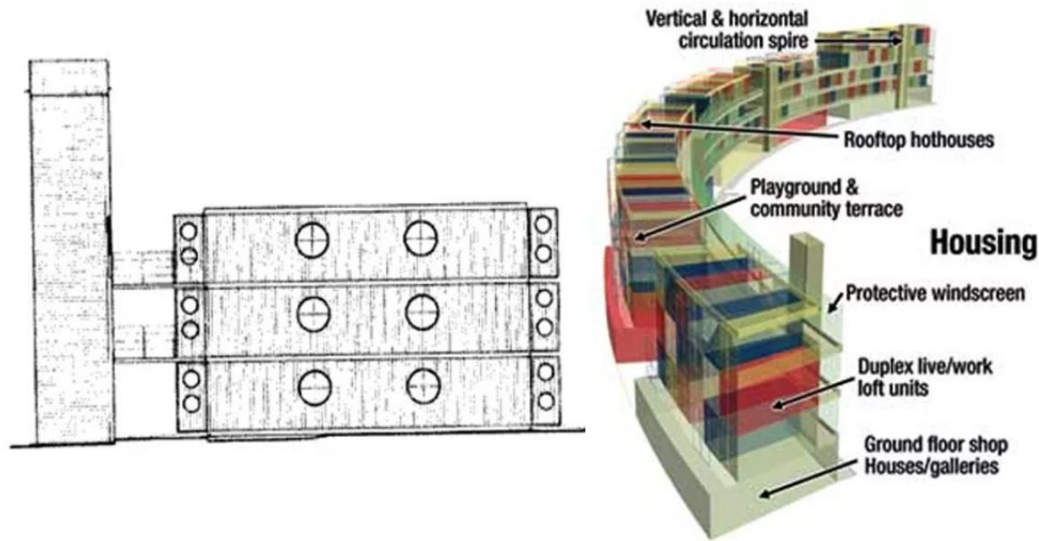


Figura 56. Conceptualización del proyecto. Es.qwe (2012).

La unidad habitacional más pequeña tiene 30 m², siendo este el tamaño estándar del contenedor, con un costo entre 100 y 240 dólares por mes. Estos contenedores se unen entre sí, mediante aberturas y cortes que permiten alcanzar áreas entre 90 a 270 M², con diferentes alturas y configuraciones, y cuyo común denominador deja de ser 1 contenedor = 1 unidad, para convertirse en un sistema que combina sus componentes en diversas formas y crea espacios adaptables según las necesidades del usuario, demostrando la versatilidad de este elemento y su fácil emplazamiento en el entorno.



Figura 57. Ensamble de las unidades y vista exterior del conjunto. Alamy (s.f.).

Container City se consolida con uno de los proyectos pioneros en la Arquitectura Contenedor, y una de las líneas de negocio de la Organización *USM-Urban Space Management*, cuyo core es la producción de iniciativas de regeneración urbana, quien ha desarrollado el modelo *Container City* bajo la utilización de contenedores en la creación de espacios flexibles y de bajo costo para aulas, teatros, espacios de trabajo, vivienda entre otros, bajo la premisa: “más ligero, más rápido, más barato” (Alamy, s.f.).

3.3.4 12 Container House. Un proyecto diseñado como casa de verano, por el arquitecto Adam Kalkin, en Brooklyn (EE. UU.), su concepto se desarrolla a través de 12 contenedores que unifican un área de 373 M2 (Kotnik, 2013), consolidándose como una de las mas grandes en esta tipología y con un marcado estilo contemporáneo.



Figura 58. 12 Container House del Arq. Adam Kalkin, proyecto del año 2002. Kotnik (2013).

Los contenedores se emplazan sobre una placa de concreto y se disponen en forma de cruz, creando una nave central para la zona social y dos naves laterales para las habitaciones privadas. Una gran cubierta metálica envuelve los contenedores y su fachada posterior y principal la componen una vidriera de piso a techo que permite una iluminación natural abundante. El costo de la edificación es de aproximadamente 1300 dólares (Jetson,

Green, 2009) por metro cuadrado, siendo una inversión austera en su contexto, pero un monto bastante considerable si lo extrapolamos a la realidad colombiana.

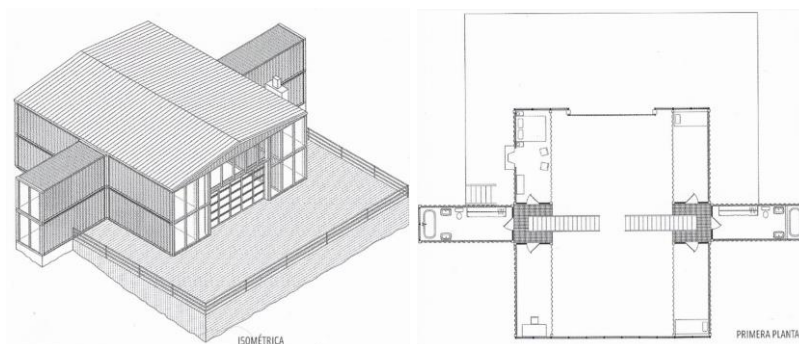


Figura 59. 12 *Container House* del Arq. Adam Kalkin, isometría y primera planta. Kotnik (2013).

3.3.5 Ayalim Village. Desarrollado en el 2014 en Israel, se encuentra emplazado en la ciudad Sderot, una ciudad fuertemente golpeada por los ataques en la franja de Gaza. Ayalim es un movimiento establecido para el rejuvenecimiento de las zonas de Negev y Galilea con comunidades de estudiantes voluntarios, según su director de desarrollo Effy Rubin, "el objetivo es hacer un cambio social sostenible en la periferia, del Negev y Galilea de Israel. *“Si pudiéramos traer a los estudiantes universitarios a la periferia, a lugares donde la gente no quiere vivir, podrían revitalizar estos lugares y mostrar que hay una razón para quedarse”* (Shteremberg, 2014). Ayalim nos presenta un modelo de vivienda contenedor que surge a partir de una necesidad de repoblación tras los efectos devastadores de la guerra, y como una iniciativa sostenible de habitación para comunidades estudiantiles. Las unidades se configuran en apilación triple, conectadas con corredores exteriores de acceso, hecho que permite una armónica relación con el entorno.



Figura 60. Vista interior del conjunto de residencias estudiantiles Ayalim. Shteremberg (2014).

3.3.6 Keetwonen, Países Bajos. Otro proyecto relacionado con el uso de contenedores como elemento conformador del espacio, pero en este caso no por emergencia o sobre población, sino como viviendas estudiantiles es el barrio “*Keetwonen*” en la ciudad de Ámsterdam, un claro ejemplo de arquitectura de vanguardia que suplió su necesidad de habitación para estudiantes. El proyecto cuenta con mas de 1000 contenedores que componen un complejo de áreas comunes, cafetería, lavandería y una vivienda de 28 metros cuadrados para cada estudiante, por un costo de alrededor de 400 Euros y un área total de 31.020 M2 (Tempohousing, 2006).

El proyecto fue construido por la constructora *Tempohousing* de Países Bajos, compañía que lidera la oferta de vivienda modular y habitaciones de hotel; quien ante el déficit en el balance comercial entre países occidentales y asiáticos que generó un excedente de contenedores e hizo que su precio bajara resultando mas costoso enviarlos a

su destino origen en Asia, le apostó a este proyecto experimental usando una problemática para solucionar otra, referente a la escasez de vivienda estudiantil (Tempohousing, 2006).



Figura 61. Keetwonen, Vista Exterior del conjunto e Interior de la vivienda. Tempohousing (2006)

El proyecto nació en el año 2002, con la creación de una línea de producción dedicada a la adecuación de los contenedores, ya que ninguna empresa realizaba este suministro y así poder cumplir con las regulaciones europeas respecto a unidades habitacionales.



Figura 62. Vista del conjunto residencial. (Tempohousing, 2006)

Keetwonen se desmontará a finales de 2021 para la construcción de un barrio residencial. Es de resaltar este modelo de uso del suelo, que permite el aprovechamiento de zonas en desuso, otorgando un carácter y vocación a la zona, como concepto de renovación urbana, y cumpliendo el papel de función pública de la propiedad.

3.3.7 Happy City. Self Sufficient Green Container City, for Patch Adams. El Arquitecto Español Luis de Garrido, es sin duda uno de los principales precursores de la arquitectura container en el mundo, desarrollando un sin número de proyectos basados en contenedores y pensados no solo desde su uso sino también desde su composición y transformación, y bajo los lineamientos de la arquitectura ecológica. *Happy City* se proyecta como una ciudad ecológica y autosuficiente construida para el *Gesundheit Institute de Patch Adams*, en West Virginia, USA., albergando un equipamiento recreacional y cultural enfocado en la población infantil. Su concepto formal es inspirado en los campamentos efímeros realizados con caravanas por los antiguos colonizadores del oeste americano, y el santuario de piedra de Stonehenge y su planta arquitectónica y urbana asemeja una cara sonriente, simbolizando los objetivos primordiales de la ciudad: sanar y hacer feliz a las personas (Garrido, 2015).



Figura 63. Monumento megalítico Stonehenge en Reino Unido. Goddard (s.f.) y caravanas del antiguo oeste americano. Garrido (2015).

Happy City se compone de contenedores de 20 y 40 pies ubicados y apilados en diversas formas, el sector sur del anillo contiene las instalaciones sanitarias y especialidades, el anillo perimetral norte alberga los dormitorios de empleados y el anillo interior contiene instalaciones lúdicas, teatros, oficinas y centros de meditación, en el exterior de la ciudad se emplazan contenedores con puntos de información, suministro de energía eléctrica y biodiesel para vehículos y ambulancias. El objetivo primordial del proyecto es optimizar recursos y lograr una ejecución con el máximo nivel ecológico posible, para esto el Arquitecto Garrido expone los siguientes lineamientos:

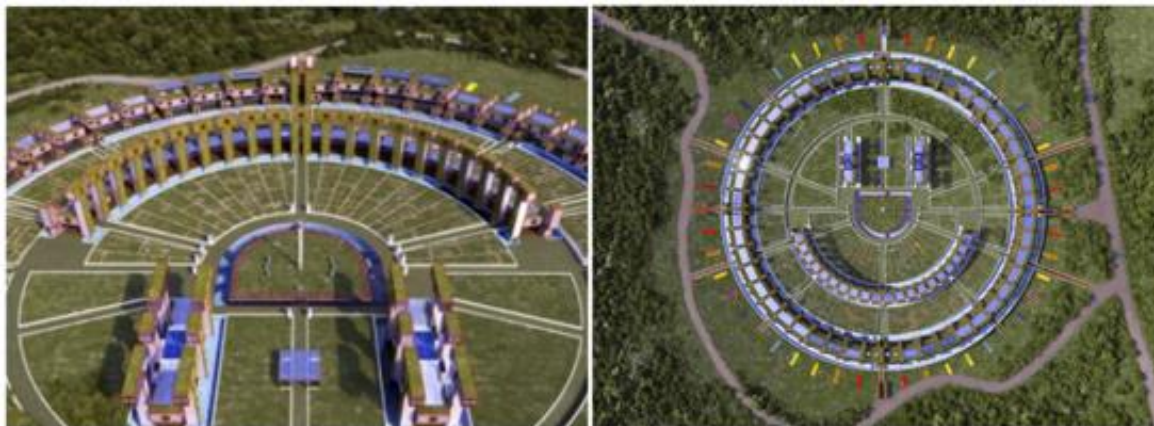


Figura 64. Render del conjunto y planta arquitectónica. Garrido (2015)

Consideraciones respecto al uso de los recursos naturales. Sol: Los edificios se disponen para que la radiación solar no genere sombra unos con otros, optimizando la iluminación natural, y minimizando el consumo energético al aprovechar la generación de calor que produce un efecto invernadero. Tierra: Las terrazas elevadas de los edificios generan una alta inercia térmica que garantiza la estabilidad en la temperatura térmica del interior y las galerías subterráneas garantizan el refresco de los edificios. Viento: Los

vientos del este permiten un alto grado de ventilación en verano. Lluvia: El agua de lluvia de recoge mediante un sistema de colectores y se utiliza para el riego de jardines y huertas.

Disminución del consumo energético. El uso de contenedores como elemento principal reduce al máximo el gasto energético durante la construcción y gracias al diseño bioclimático los edificios no requieren aire acondicionado reduciendo drásticamente el consumo energético durante su operación.

Disminución de residuos y emisiones. Todos los residuos de la operación presentan un sistema de recolección y tratamiento y en la construcción la generación es mínima ya que se trata de elementos reciclados.

Mejora de salud y bienestar humanos. La ventilación e iluminación naturales, la no presencia de emisiones contaminantes, zonas verdes y actividades lúdicas garantizan el bienestar y la calidad de vida de los habitantes.

Disminución del precio de los edificios. Gracias a su sistema constructivo basado en contenedores se reduce el precio de construcción que a su vez genera un bajo mantenimiento en la operación de estos.

El proyecto se presenta como una ciudad autosuficiente, que genera hasta su propio alimento mediante huertas y su propia energía, gracias a su diseño bioclimático y la generación de energía mediante paneles solares. Aunque se encuentra en su etapa de proyecto, y para muchos podría ser quizás utópico, *Happy City* nos ofrece un panorama alentador que demuestra el interés y el auge de la arquitectura ecológica, que cada vez es mayor en las distintas esferas de la sociedad, y vislumbra el alcance de la arquitectura contenedor como alternativa de construcción innovadora y “humana”.

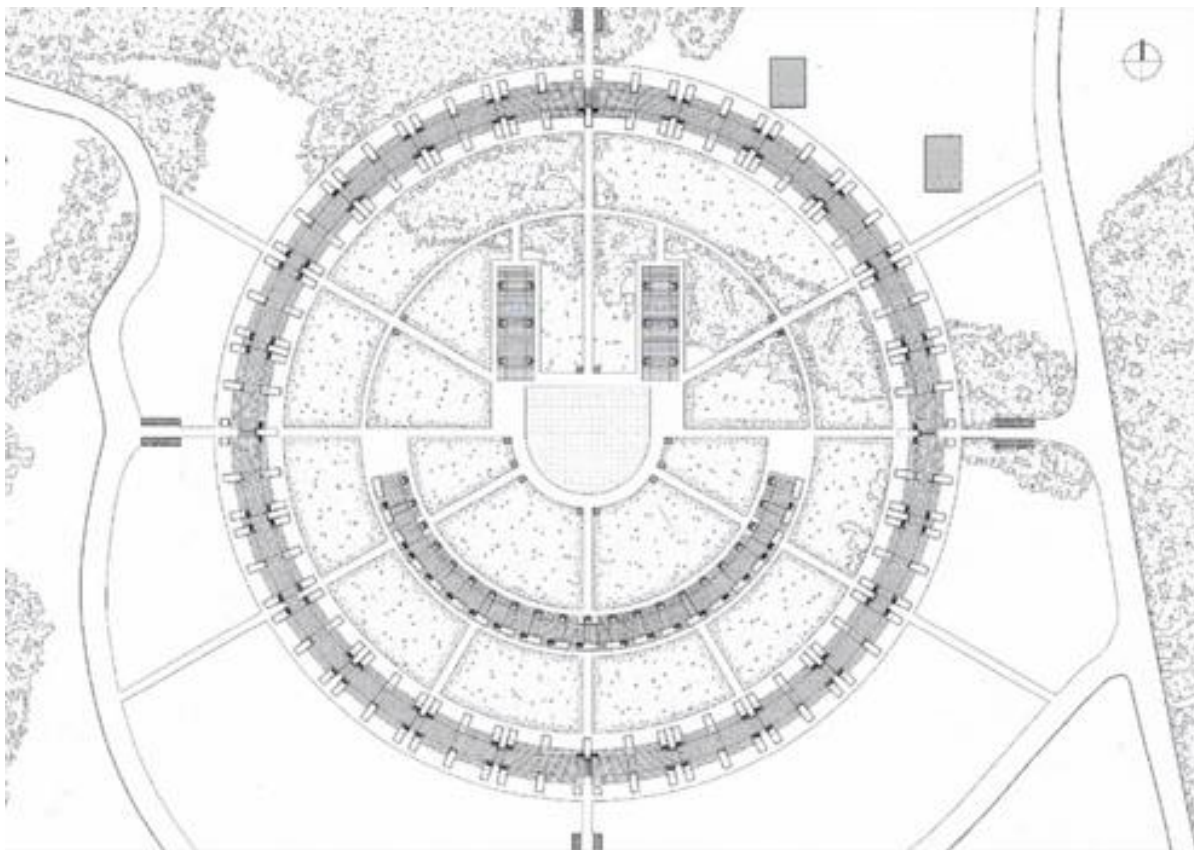


Figura 65. Planta arquitectónica Happy City. Garrido (2015)

3.3.8 V.C.1 Propuesta de Vivienda Social. La firma chilena Arkydis, diseñó una interesante propuesta, cuya vocación es la vivienda social; para este propósito plantea dos tipos de vivienda. La primera es un conjunto de tres contenedores de 20 pies, apilados y con la opción de un cuarto contenedor en segunda planta para ampliación, de esta forma el área construida se consolida en 42 M², 14 M² de ampliación para un total de 54 M², siendo áreas certificadas por el MINVU, Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (Pastorelli, 2010).



Figura 66. Vista del conjunto de viviendas unifamiliares. Pastorelli (2010).

La segunda es un edificio de cinco plantas conformado por contenedores de 20 y 40 pies apilados y con estructura en acero para reforzamiento. Cada unidad habitacional esta conformada por un área de 42M², una proyección de ampliación de 14 M², para un total de 56 M², 11 M² de zonas comunes, 123 M² por piso, para un total de 615 M² construidos en la totalidad del conjunto.



Figura 67. Primera y segunda planta de casa tipo. Pastorelli (2010)

Estructura y Materialidad. En ambas tipologías la materialidad es similar, siendo la principal variable el reforzamiento requerido para soportar la estructura de 5 contenedores apilados verticalmente:

1. Estructura de unidad de vivienda: 3 contenedores de 20 Pies.
2. Aislación térmica y acústica: Poliestireno Expandido en Cielo, Pisos y Muros + Cámara de Aire.
3. Forro interior: Placa Yeso Cartón.
4. Tabiques: Placa Estructural OSB + Poliestireno Expandido + Placa Estructural OSB.
5. Cielo: Placa Yeso Cartón.
6. Piso: Terciado.
7. Revestimiento exterior: pintura de diferentes colores



Figura 68. Primera y segunda planta arquitectónica del edificio de apartamentos. Pastorelli (2010)



Figura 69. Fachada principal y posterior del edificio de apartamentos. Pastorelli (2010).

VC1 es un claro ejemplo del alcance de la arquitectura container en Latinoamérica, a pesar de encontrarse en la etapa de proyecto y no haberse llevado a la ejecución, demuestra las posibilidades y el alcance de esta tipología como alternativa ante el déficit de vivienda de las ciudades, y reafirma que es la solución a una problemática, con una rápida ejecución, y conformando espacios de calidad y confort para las poblaciones usuarias.

3.3.9 Complejo residencial Berman-Kalil. *“Nos hemos esforzado mucho para cambiar la percepción de la sociedad sobre las casas de contenedores en Sudáfrica. Hemos logrado demostrar que este tipo de casas no son un tipo de vivienda inferior a las convencionales”. Afirma también que las casas de contenedores ofrecen posibilidades difíciles de lograr con otras formas de construcción: “una de las ventajas de las casas de contenedores es que puedes instalarlas en cualquier sitio, incluso en lugares remotos, donde la construcción tradicional supondría un auténtico desafío logístico” (Kalil, s.f.).*



Figura 70. Fachada de la unidad habitacional. Kalil (s.f.).

La firma surafricana *Berman Kalil Housing Concepts*, con sede en Ciudad del Cabo, se dedica a los bienes raíces, su propósito es el de crear una solución de vivienda sostenible para mitigar los graves problemas de vivienda en el país surafricano, además de entregar soluciones para oficinas, cocinas, restaurantes instalaciones medicas, centros comunitarios, aulas y guarderías, entre otros. *“Creemos: “Menos es más”, así que llame, siempre estamos disponibles para llevar casas asequibles a una amplia gama de personas. Sabemos que es difícil, pero hacemos posibles las cosas imposibles”* (Kalil, s.f.). En esta premisa se basa su negocio, promoviendo la Arquitectura Contenedor con opciones para diferentes presupuestos, y entregando el producto final en cualquier sitio, totalmente terminado, con acabados e instalaciones, listo para emplazar en su sitio final.



Figura 71. Interior amoblado de la unidad habitacional, costo: de R180,000 (US 14,250). Kalil (s.f.)

Sudáfrica sufre de una gran escasez de viviendas. A pesar de que el estado ha construido más de 2.6 millones de casas desde 1994 bajo su Programa de Reconstrucción y Desarrollo (PDR), la cartera de viviendas se estima en alrededor de 2.3 millones de familias (Douglas, 2015), extrapolando esta cifra al caso colombiano, aunque es menos alarmante, según cifras del Ministerio de Vivienda en el año 2005 el déficit era del 12,5 % (1.031.000 hogares) al año 2018 se redujo al 5,2 % (586.000 hogares), este índice se mide sobre usuarios, mas no propietario o arrendatario, abriendo la puerta a la creación de políticas para la entrega de viviendas contenedor en calidad de arriendo o leasing, aplicando los subsidios actualmente entregados a las familias. Si hablamos de presupuestos, el costo promedio por casa RDP¹⁸ para el gobierno surafricano es de US 8700 (COP35.000.000) y si fuesen desarrolladas a partir de contenedores el costo se reduciría entre un 40 a 60 % con tiempos de entrega de tres semanas (Fallon, 2018).



¹⁸ RDP (Programa de Reconstrucción y Desarrollo) Es un programa en donde el gobierno surafricano entrega viviendas construida a familias de bajos recursos, similar a Metrovivienda en Colombia.

Figura 72. Construcción convencional. Proyecto Emposer Shack en el barrio chabolista de Khayelitsha, Ciudad del Cabo. Fallon (2018).

3.3.10 *Upcycled House*. Es un proyecto experimental ubicado en Nyborg, Dinamarca, desarrollado por el Estudio Danés *Lendager*; para la Fundación *Realdania Byg*, entidad que fomenta la innovación y las buenas prácticas en el gremio de la construcción, cuyo propósito fue demostrar las alternativas para la reducción de las emisiones de carbono mediante el uso de materiales constructivos reciclados. Según Lendager el porcentaje de reducción es del 86% en comparación con una unidad habitacional construida con materiales y de forma convencionales. *Upcycled House*, fue diseñada bajo los siguientes lineamientos, que la consolidan como una construcción de carácter sostenible.



Figura 73. Proceso constructivo de la vivienda. Archdaily (2014).

Lineamientos bioclimáticos.

Energía Solar Pasiva. Los muros elaborados con botellas de plástico absorben los rayos del sol, esto evita un sobrecalentamiento del interior en verano.

Ventilación Natural. La ventanearía de la vivienda, se encuentra instalada de forma óptima y estratégica, permitiendo la circulación del aire y evitando el uso de ventilación mecánica.

Clima Interior. La ventanería ubicada el oeste de la vivienda, está diseñada para permitir la máxima entrada de luz solar, sin generación de sobrecalentamiento y deslumbramiento, este efecto reduce el consumo de energía eléctrica para iluminación.

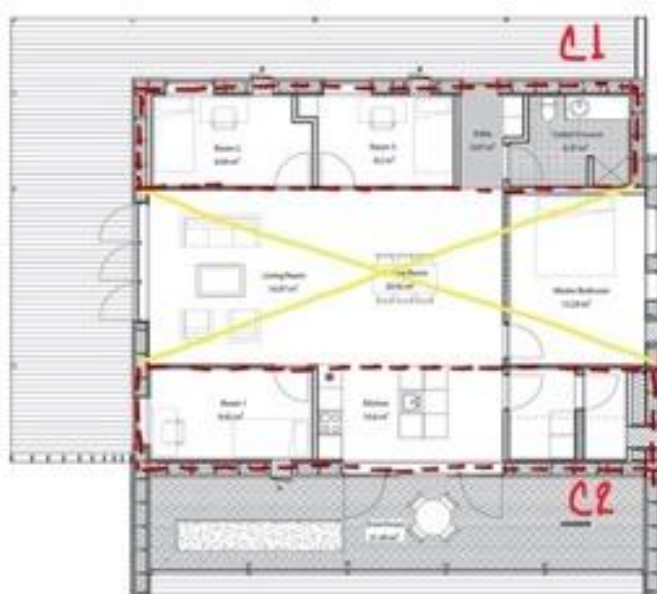


Figura 74. Planta arquitectónica de la vivienda. Archdaily (2014). En rojo, los contenedores.

Estrategia de ventilación. En el espacio entre el contenedor y la cubierta (plenum) dispone de un sistema de ventilación aire-aire que controla la diferencia de temperatura entre el invernadero y los recintos de la vivienda.

Biodiversidad. La flora del invernadero produce un aumento de la biodiversidad y contribuye a una mayor comprensión de los ciclos naturales. El oxígeno generado por las plantas aporta a la calidad del aire y el clima en el interior.

El voladizo del techo. El voladizo de la cubierta genera mas áreas utilizables para las diferentes temporadas del año, protegiendo la fachada de la lluvia y reduciendo también los costos de mantenimiento.

Sombreado. El voladizo de la cubierta protege la casa de la radiación solar, por lo que el riesgo de sobrecalentamiento se reduce durante el tiempo de verano.



Figura 75. Fachada principal de la vivienda. Archdaily (2014).

Masa térmica. El invernadero está construido con ladrillos reciclados, que funcionan como masa térmica. El sol calienta los ladrillos y se puede aprovechar el exceso de temperatura en el invernadero cuando la temperatura general de la casa ha bajado.

De cosecha propia. el invernadero orientado al este permite la producción de productos de cosecha propia, lo que disminuye la necesidad de comprar alimentos y tiene un impacto positivo en la economía familiar.

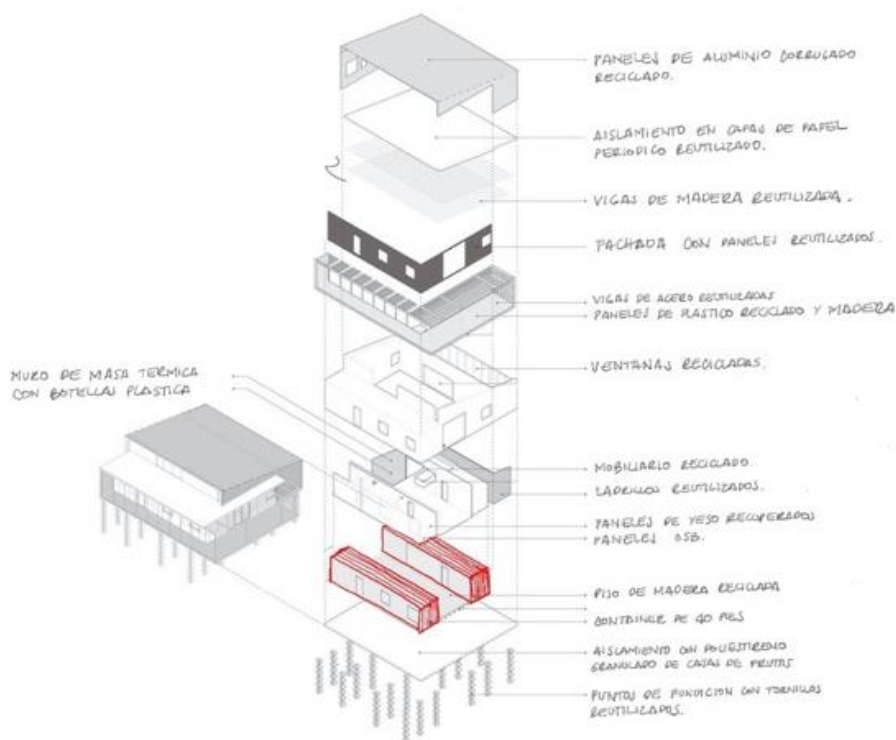


Figura 76. Axonometría y despiece de materiales. Archdaily (2014)

Upcycled House, según su arquitecto proyectista y propietario Anders Lendager, logró una reducción de emisiones del 86% en comparación con una casa convencional, hablando por supuesto, de todas las actividades generadas en la construcción y analizando su LCA (Life Cycle Assessment)¹⁹. Así mismo este efecto se traslada también a la reducción de emisiones durante la operación y habitabilidad de la casa, gracias a los lineamientos de sostenibilidad anteriormente descritos. En términos técnicos la emisión de CO₂ es de 0,7KG CO₂ por metro cuadrado, y si lo extrapolamos a una casa convencional,

¹⁹ LCA. Herramienta para la medición del impacto ambiental de las edificaciones y su verificación en términos de sostenibilidad (Rocha, 2011).

esta tasa es de 5,0 KG CO₂ por metro cuadrado, una diferencia considerable y preocupante también.

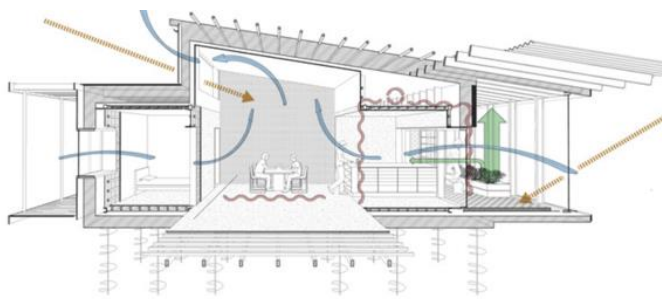


Figura 77. Modelo bioclimático de *Upcycle House*. Archdaily (2014).

En Dinamarca se construyen 10.000 viviendas unifamiliares cada año, con una reducción de 4,3 KG CO₂/M²/YR y una superficie media más de 130 metros cuadrados, esto se traduce en una reducción de emisiones 5.590 Toneladas de CO₂ por año (Archdaily, 2014). El proyecto se concibe bajo la premisa de reutilizar lo reciclado, y demuestra que es posible el uso de materiales reciclados en la adecuación de un elemento también reciclado como lo es un contenedor, y es posible crear un espacio rentable, sostenible y humano.



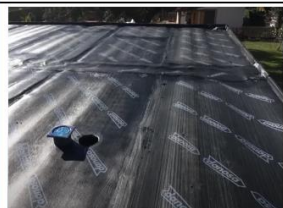
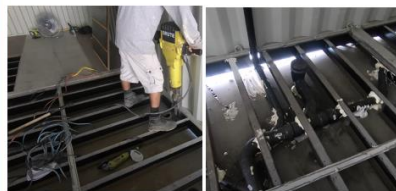
Figura 78. Vista de Upcycling²⁰ House. Archdaily (2014)

²⁰ También conocida como la reutilización creativa, es el proceso de transformación de subproductos, materiales de desecho, inútiles y / o productos no deseados en nuevos materiales o productos de mejor calidad o de mayor valor ambiental.

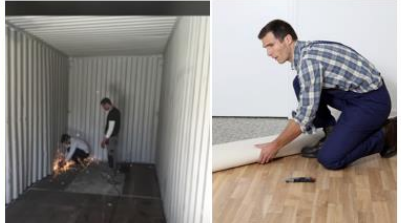
3.3 Los Aspectos Técnicos en la Definición de la Vivienda Contenedor.

A continuación, se describen las etapas para la construcción de un contenedor y posterior adecuación interna, requeridas para transformarlo en un espacio habitable, seguro y confortable, enmarcadas en el estudio de sistemas y procesos de construcción para el modelo de unidad habitacional Home-Flex²¹.

Tabla 11. Etapas de Construcción de la *Vivienda Contenedor*. Elaboración personal.

ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA CONTENEDOR			
	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	
1		Alistamiento del terreno y cimentación.	Tres alternativas de cimentación pueden ejecutarse: Zapata corrida o aislada, losa de cimentación o dados de concreto. Es necesario un previo estudio del suelo y un calculo estructural, de acuerdo al diseño arquitectónico del proyecto. Es fundamental considerar previamente el diseño hidrosanitario y eléctrico, para la posterior ubicación de los puntos zero y fundición
2		Instalación sobre terreno.	El traslado se hace por medio remolque. Con el fin de minimizar costos, es importante el completo fraguado del sistema de cimentación. Previo sistema de cimentación realizado, se ubica en sitio mediante grua o sistema de autodescarga. Es importante realizar las aperturas para el ingreso de acometidas eléctricas e hidrosanitarias.
5		Acondicionamiento e impermeabilización de la cubierta.	Sistema de Impermeabilización EPDM, es necesaria la previa revisión y refacción de la cubierta, para corregir fisuras y garantizar la correcta instalación del material. Es importante sellar correctamente las aperturas en cubierta para evitar las filtraciones y la corrosión (rejillas de ventilación, re-ventilación, iluminación cenital, entre otros)
6		Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas sobre piso.	Instalación de acometidas hidráulicas, sanitarias y eléctricas Es importante contar con un diseño de especialidades previo, elaborado por un profesional, y confiar la ejecución de personal experto, para de esta forma optimizar costos y garantizar la calidad de las instalaciones.

²¹ Modelo de vivienda contenedor propuesto. Elaboración personal.

7		Apertura de vanos para ventanas y puertas e instalación de carpintería metálica.	Es importante considerar que al realizar grandes aperturas se puede afectar la estructura del contenedor. Por esto es necesario realizar los reforzamientos necesarios en caso de abrir grandes espacios para ventanería.
8		Estructurado y construcción de muros internos, e instalación de equipos.	Es conveniente la utilización de sistemas constructivos livianos y secos, en los cuales se debe considerar la adecuación interna de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.
9		Aislamiento termico y revestimiento perimetral interno con paneles osb.	Se plantea la utilización de un aislante térmicoacústico a base de cascarilla de arroz, un material cien por ciento ecológico y renovable, material sometido ha diversos estudios que han demostrado su efectividad. En los muros perimetrales internos es posible utilizar placas de OSB.
10		Acondicionamiento de piso y alistamiento para enchape.	Los contenedores suelen tener pisos de madera, que puede estar contaminados por químicos o presentar fracturas, si este es el caso, es conveniente cambiarlo antes de realizar el enchape de piso seleccionado. Una opción favorable es la utilización de pisos de Linoleo, de fácil instalación.
11		Sistema de energía solar fotovoltaico.	Instalación de sistema solar fotovoltaico, atemado con el sistema de energía conveccional domiciliario.
12		Amoblamiento y decoración.	Los contenedores generan una gran versatilidad de espacios y distintos tipos de uso, con el mismo grado de confort de una construcción convencional.

3.3.1 Alistamiento del terreno y cimentación. Es primordial realizar un previo estudio del suelo, ya que sus condiciones geológicas determinarán su comportamiento y el tipo de cimentación ideal. Aunque las cargas que transmitirá el contenedor al terreno son considerablemente menores que una construcción convencional la cimentación será clave para evitar posible afectación de la estructura o movimiento de los soportes. Para esto, existen tres tipos de cimentación superficial que se pueden adecuar a las necesidades del

usuario. El primero de ellos es la utilización de apoyos, denominados “dados” prefabricados cuya estructura en concreto cumple la función de soporte de la carga puntual de cada esquina del contenedor y cuyas medidas oscilan entre los 30 y 40 centímetros. Este tipo de sistema funciona sobre un terreno firme o compactado sin precedentes de consistencia débil o húmeda.



Figura 79. Sistema de "dados" de concreto. El Trébol (2020)

Para suelos naturales, que no permitan una compactación que garantice la consistencia del terreno es importante contemplar los siguientes sistemas de cimentación:

Zapatas. Es posible la construcción de zapatas aisladas que actualmente se consiguen prefabricadas en el mercado. La utilización de esta base estructural permitirá implementar un sistema de ventilación natural, mediante la instalación de rejillas en el piso del contenedor. Las zapatas corridas también resultan una opción adecuada, por la estabilidad que ofrece y su menor costo comparado con una losa de cimentación.

Losa de cimentación. Esta es una placa de concreto del tamaño del mismo contenedor, que soporta todo su peso. Por su constitución maciza resulta el sistema mas costoso.



Figura 80. Sistema de zapata aislada. MovingHome (2017) y losa de cimentación. The Modern Home Project (2020).



Figura 81. Sistema de zapata corrida. Dazne (2014).

3.3.2 Acondicionamiento de Cubierta y Sistema de Impermeabilización. El proceso de impermeabilización es clave en el mantenimiento futuro de la unidad de vivienda, una adecuada ejecución garantizará su permanencia en el tiempo y la seguridad de los usuarios. Actualmente existe en el mercado el material EPDM (Etileno Propileno Dieno Monomero) (Wit, s.f.), un sistema inteligente basado en láminas compuestas de elastómeros que se obtienen mediante proceso de polimerización. Este material es reciclable en un 94%, ya que en caso de desmontarse se pierde un 6%, por el proceso de

pegado; así mismo, en contacto con el agua no produce liberación de sustancias químicas, por esta razón es utilizado también para captación de aguas lluvias y sistemas de riego.

El EPDM, resulta un material altamente amigable con el ambiente, con una huella de carbono de 28,3 Kg/m² por lamina de 1,5 mm de espesor (Wit, s.f.).



Ilustración 1. EPDM, Sistema de impermeabilización amigable con el ambiente. Wit (s.f.).

El costo promedio por metro cuadrado es de COP 22.000 (US 5.5), en formatos de 2,15 x 30, 5 metros, evitando las juntas de separación en la ejecución. En Home-Flex (42M2), el material de impermeabilización de cubierta costaría alrededor de COP 924.000 (US 235), incluyendo gastos de transporte e instalación.

3.4 Eficiencia de Energía

A continuación se describen algunos lineamientos técnicos para la optimización del consumo de recursos naturales en la operación y vida útil de la unidad habitacional, los cuales garantizan la calidad de las instalaciones eléctricas, la generación de electricidad mediante energías renovables, la medición y verificación mediante modelos de desempeño, y la generación de confort para el usuario final mediante la utilización de sistemas y materiales adecuados.

3.4.1 Sistema de Paneles Solares Fotovoltaicos. Home-Flex, optimiza el uso de los recursos, con la implementación de paneles fotovoltaicos, que transforman la radiación solar en energía eléctrica, permitiendo instalar el sistema en un área disponible de 42 M2 de cubierta. Actualmente varias compañías en el mercado ofrecen sistemas de fácil instalación, con una interesante relación costo-beneficio, unos de ellos es el sistema solar fotovoltaico híbrido, que combina un sistema interconectado a un sistema aislado, y de esta forma permite contar con un respaldo de energía en baterías para las cargas más importantes como iluminación, conectividad e incluso refrigeración y un sistema de generación que trabaja alternado con la red de energía tradicional doméstica, para generar ahorros importantes en el consumo de servicios públicos (Ercoenergía, s.f.).



Figura 82. Paneles solares fotovoltaicos. Cuidemos el Planeta (s.f.).

Existe una alternativa para la implementación del sistema de forma híbrida, que permite alternar los dos tipos de energía; la convencional y la solar, consolidando un Sistema Solar Fotovoltaico Híbrido de 3,15 KWp, que genera 2,16 KW, suficientes para un consumo básico habitual domestico distribuido de la siguiente forma:

Tabla 12. Autonomía del Sistema. Elaboración personal.

Equipo o Carga	Cantidad	Potencia W (Opcional)	Potencia Total	Horas de uso al día	Consumo (Wh/día)
Bombillas	10	15	150	2	300
Computador	1	200	200	2	400
WIFI	1	40	40	2	80

La autonomía del sistema se cumple de acuerdo con la potencia y las horas de uso de los equipos especificados, incluyendo la iluminación con 10 puntos (bombillas) y el uso de dos equipos como un router (WIFI) y una computadora personal. El sistema contiene además de los paneles fotovoltaicos, algunos equipos que permiten el funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía para el autoconsumo, compuesto por baterías de litio. Este sistema permite contar con un suministro de energía durante el día y la noche, a diferencia del Sistema de Inyección a Red, que consiste en inyectar la energía obtenida de los paneles en paralelo con la energía eléctrica, permitiendo reducir el porcentaje de electricidad consumida.

En resumen, tanto el Sistema Híbrido como el de Inyección a Red, resultan óptimos de acuerdo con las necesidades del usuario final y en la capacidad de inversión posible, que difiere en el costo del sistema de almacenamiento basado en baterías de litio y en sus requerimientos de instalación, que hacen que se incremente su costo.

Tabla 13. Componentes del Sistema. Elaboración personal.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Panel Fotovoltaico Longi/Jinko 315 Wp	10
2	Inversor GOODWE-EM 3 kW	1
3	Baterías Pylontech 2400kWh	1
4	Tablero de Conexión	1
5	Estructura Aluminio Tipo Terraza/Barro	1
6	Cableado y accesorios	1
7	Sistema de Monitoreo	1
8	Medidor Bidireccional	1



Tabla 14. Componentes del Sistema. ERCO, s.f.

3.4.2 Aislamiento Termoacústico de muros perimetrales y cieloraso.

Considerando que un contenedor marítimo no fue diseñado para ser habitable, es necesario otorgarle esta característica mediante la implementación de sistemas de acondicionamiento interior que generen un alto grado de confort para los usuarios. En el mercado existen diversos materiales frecuentemente usados como las fibras de vidrio (SMF- Fibras

Minerales Sintéticas), fibras cerámicas (RCF -Fibras Cerámicas Refractarias) pero que están clasificadas en categorías de “*posiblemente cancerígeno*”, y que representan un riesgo por las partículas que desprenden durante su vida útil, además de la considerable energía requerida para la producción de los materiales.



Figura 83. Aislamiento térmicoacústico con fibras naturales. RPP (2018). Cascarilla de arroz. Monge (2016).

Home-Flex, plantea la utilización de un aislante térmicoacústico a base de cascarilla de arroz, un material cien por ciento ecológico y renovable, material sometido ha diversos estudios que han demostrado su efectividad. La cascarilla de arroz es un subproducto agrícola que no se utiliza y presenta una gran condición aislante, según análisis de la Universidad Nacional de Colombia, este presenta valores de conductividad térmica del mismo orden que los materiales convencionales que se encuentran en el mercado como el poliestireno expandido y el corcho, así como mayor resistencia a la flexión y alta resistencia a la temperatura, soportando calentamiento hasta 175°C por dos horas, sin sufrir mayores variaciones en sus propiedades mecánicas (Gutierrez, Cadena, & Bula, 2013). Su conductividad térmica (capacidad para transferir calor) es de 0.036 W/m.K expresados en metro cuadrado por y kelvin por vatio.

Con base lo anterior, un material se considera como aislante térmico cuando su coeficiente de conductividad térmica es inferior a 0.10 W/m.K , medido a 23°C (ERICA, s.f.), de esta forma el aislante de cascarilla de arroz resulta un conveniente sistema para garantizar el adecuado comportamiento térmico de la unidad de vivienda.

Tabla 15. Conductividad térmica de diferentes materiales convencionales. Gutiérrez, Cadena, & Bula (2013).

Material	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	K (W/m.K)
Corcho Corrugado	32	0.064
Corcho Aglomerado	32	0.045
Fibra de Vidrio	20	0.038
Poliestireno expandido – 20	30	0.033
Fieltro semi rígido	147	0.063
Oxido de magnesio	147	0.061
Cascarilla de arroz (authors)	50	0.036
Lana mineral	50	0.030

En términos de acústica; según pruebas de sonometría, el material demostró la capacidad de disminuir hasta en cinco decibeles de presión sonora el ruido exterior (Espejo, 2019), otorgando una adecuada capacidad de absorción, que puede incrementarse con un mayor espesor del material, siendo el promedio 6 a 8 centímetros.

Este material supera otros materiales aislantes sintéticos, ya que sus componentes son naturales, gracias a su carácter de residuo agrícola y mas en un país con un alto índice de producción de arroz como lo es Colombia. Con el apoyo al uso de esta materia prima, se contribuye al cierre de los ciclos de producción del arroz, ya que permite una adecuada disposición final y permite darle un re-uso a un residuo con una considerable resistencia a la degradación y a la capacidad de resistencia al fuego (Cadena & Bula, 2002).

3.4.3 Revestimiento de muros internos. En los muros perimetrales internos *Home-Flex* contempla placas de *OSB*, un material ampliamente usado en Colombia para efectos decorativos comerciales por su bajo costo (COP\$15.000/M2, US 3,60/M2) (Madecentro Colombia, s.f.) y fácil instalación, además de su condiciones térmicas y aislantes. El *OSB* (Oriented Strand Board – Tableros de Fibra Orientada), es un material fabricado a partir de virutas de madera, sometidas a procesos de presión y temperatura que les confieren densidad y resistencia.



Figura 84. Revestimiento interior con panales de OSB. Galindo (2015).

Sus propiedades de aislamiento, insonorización y resistencia son similares a los de la madera “natural”, si bien la incorporación de resinas y aditivos suele conferir características ligeramente mejoradas. Es importante considerar que para la producción de este material no se recurre a la tala de árboles, ya que se fabrica con troncos finos producto de bosques sustentables.

3.4.4 Revestimiento de pisos. Es importante resaltar que los contenedores suelen tener un piso de madera; pero por su uso, este puede estar contaminado por químicos o presentar fracturas, si este es el caso, es conveniente cambiarlo antes de realizar la instalación de piso seleccionado. Uno de los sistemas mas utilizados en la construcción por su resistencia, facilidad de instalación y costo es el piso de *policloruro de vinilo - PVC*, una combinación química de carbono, hidrogeno y cloro, cuyos componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%) (Asoven , 2018). Por sus bondades, el *PVC* es un material frecuentemente usado en la industria de la construcción, pero también un material altamente polucionador y contaminante, tanto en su producción como en su uso y cuando se convierte en residuo; si llega a vertederos o si se quema, resulta considerablemente tóxico, haciéndolo peligroso para el ser humano y los ecosistemas, en todo su ciclo de vida y hasta su eliminación.



Figura 85. Piso de Linóleo. Ezquerria (s.f.).

El material PVC no resulta una opción viable, pero si los pisos de *Linóleo*; de características similares, pero hecho con materiales principalmente vegetales, como el aceite de linaza como elemento principal, junto a resinas, polvo de corcho, piedra caliza y

harina de madera reciclada (Youcandeco, 2019). En su reverso, el material contiene un tejido de yute, siendo aconsejable realizar el proceso de pegado con adhesivos que posean eco-etiqueta (Galindo M. , s.f.). Su vida útil puede ser de 20 a 30 años, es un material durable, resistente al agua, antimicrobiano, ignifugo y resistente a las manchas, aunque es importante tener cuidado al trasladar el mobiliario pesado ya que lo podría rallar y no es aconsejable instalarlo en zonas húmedas como los baños.

Para un espesor de 2,5mm en rollos de 200cm de ancho el costo del piso instalado para *Home-Flex* (42M2) es de COP 2,400.000 (US 624), siendo alrededor de un 15 a 25 por ciento mas económico que un piso porcelánico o cerámico. Sin duda, este material por sus componentes principalmente naturales y por su biodegradabilidad, se convierte una opción de superficie ecológica y sustentable, y por ende beneficiosa para el usuario final.

Capítulo 4

4. Síntesis. *HOME-FLEX*. “Un modelo expansible”

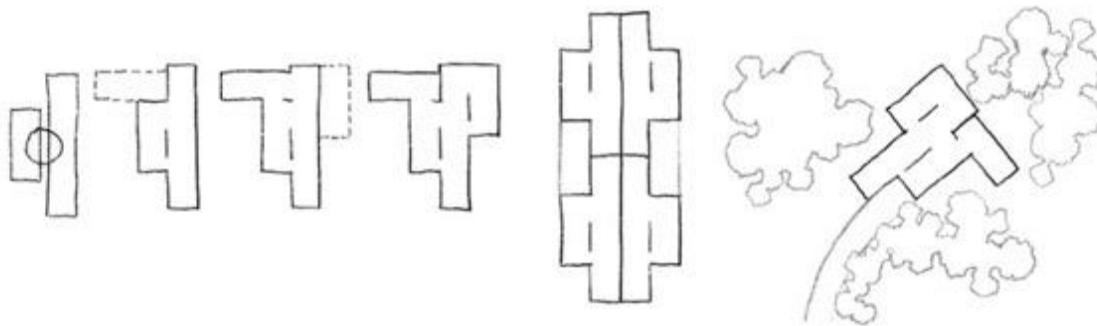


Figura 86. Desarrollo conceptual de Home-Flex. Elaboración propia.

Con base en la exploración y a los lineamientos del diseño y construcción sustentables se genera la propuesta habitacional *HOME-FLEX*, una unidad de vivienda expansible, ajustable a la necesidad de cada usuario y adaptable a condiciones climáticas variables. El concepto surge de la unión de un contenedor de 20 y uno de 40 pies, ya que es la tipología mas frecuente y de fácil acceso en el mercado.



Figura 87. *Home-Flex*. Conceptualización. Elaboración propia.

4.1 *HOME-FLEX*, Módulo Básico.

Un contenedor de 20 pies define una unidad básica de 13,50 metros cuadrados, espacio que configura una vivienda prioritaria, para una familia joven compuesta por dos personas; así mismo, permite ser utilizada como vivienda de emergencia ya que gracias a su rápida construcción ofrece una alternativa de refugio temporal en tiempos de crisis o catástrofes naturales. El modulo básico contiene un salón conjunto, compuesto por un área dormitorio y un área de servicios con cocina, baño equipado y comedor, con la posibilidad de acceso a un patio con zona de lavado en el exterior.

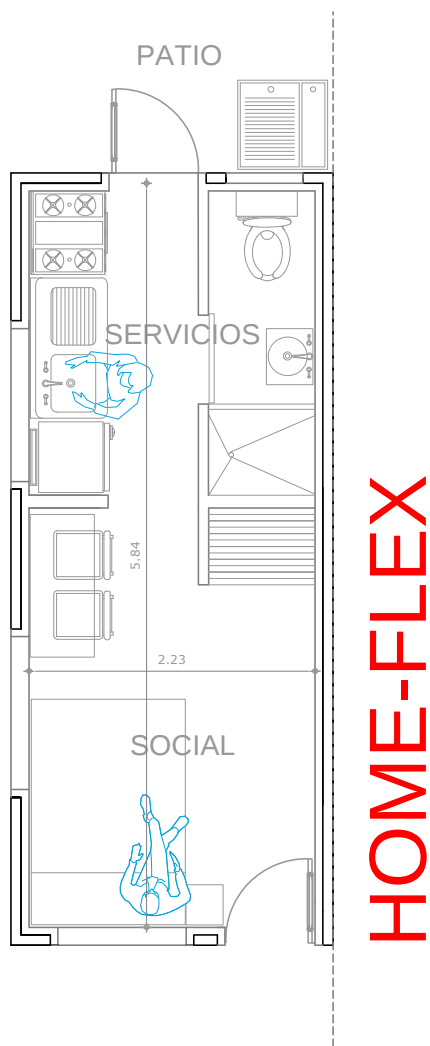


Figura 88. *HOME-FLEX*, Modulo Básico. Elaboración propia.

4.2 Home-Flex, Unidad Básica de Vivienda

A partir del modulo inicial, *HOME-FLEX* se expande para consolidar la unidad básica de vivienda que ofrezca las condiciones de confort para una familia de dos hasta seis usuarios, mediante la conexión de un contenedor de 40 pies que adiciona un área de 28,20 metros cuadrados, para un total de 42 M2. En el contenedor de 20 pies se concentra la zona social y servicios, esta ultima compuesta por cocina equipada y baño, sin realizar mayores movimientos de las instalaciones hidráulicas y eléctricas que generen sobrecostos, ante un proceso de ampliación.



Figura 89. *HOME-FLEX*, Unidad básica de vivienda. Elaboración propia.

HOME-FLEX, ofrece alternativas espaciales que permiten el desarrollo de alguna actividad económica; ya que es frecuente en Colombia el uso comercial en las viviendas, que permita a su vez, el sustento económico de la familia usuaria. Este espacio contempla un acceso independiente que no interfiere con la privacidad de la vivienda.

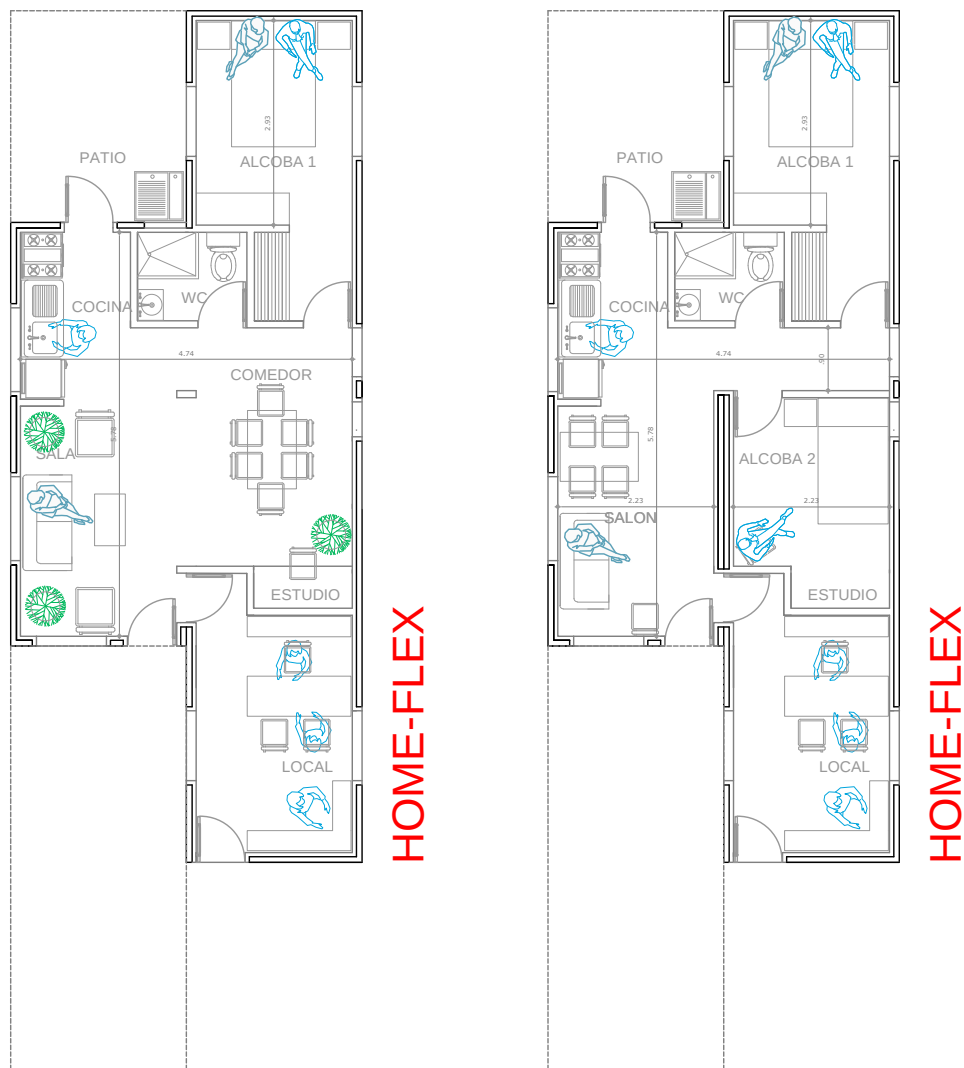


Figura 90. HOME-FLEX, Alternativas espaciales de la unidad. Elaboración propia.

4.3 Home-Flex, Tipología Aislada

Una de las alternativas de expansión de la vivienda en tipología aislada, es la yuxtaposición de contenedores de 20 pies, previendo la disposición de acuerdo con las condiciones de asoleación del terreno, satisfaciendo de esta forma un requerimiento de vivienda rural, donde el terreno por su mayor amplitud permita la expansión lateral de la

unidad. De esta forma se obtiene una riqueza espacial interior y un mayor grado de confort para los usuarios.

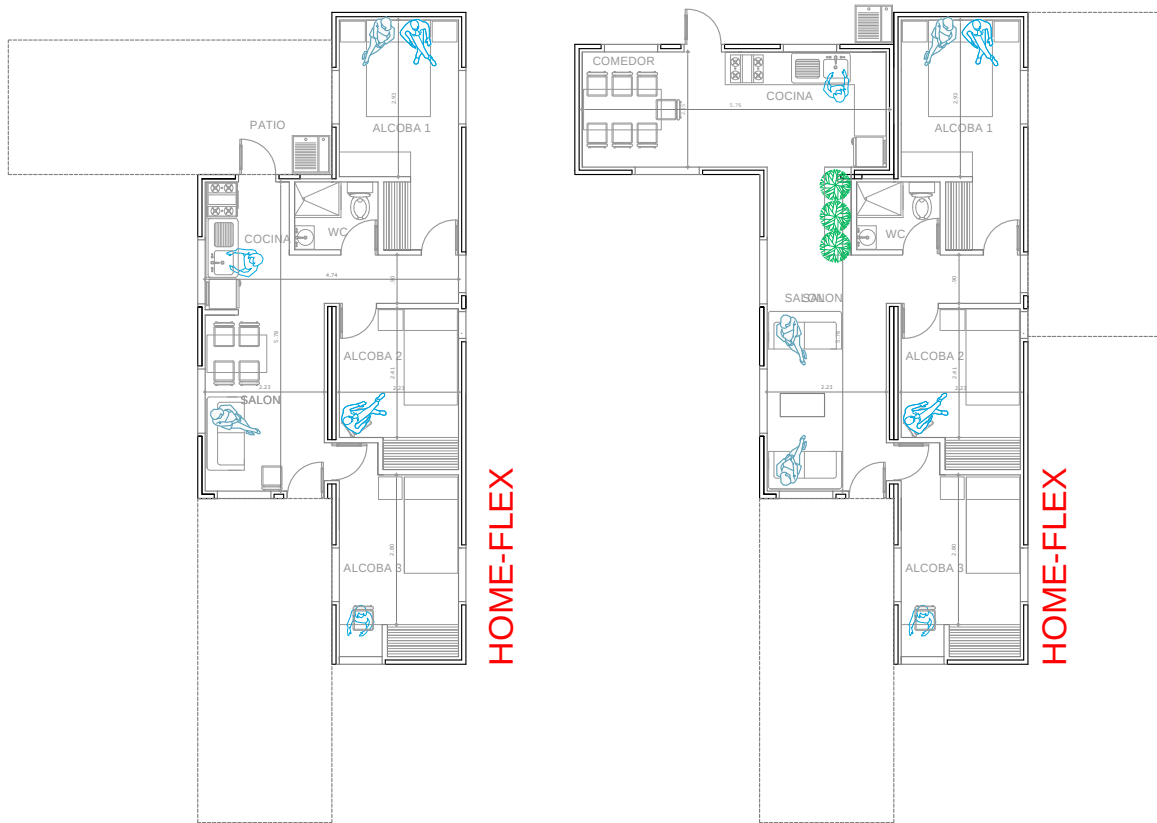


Figura 91. *HOME-FLEX*, Alternativas espaciales de la unidad en tipología aislada. Elaboración propia.

La flexibilidad que solo otorga la Arquitectura Modular, y por ende la Arquitectura Contenedor, permite que se puedan adosar y apilar fácilmente los contenedores, logrando construcciones complejas, con tantos contenedores como se quiera, y de tamaños infinitos. La tipología aislada anterior permitirá también la creación de casas de campo, pero estas requerirán también de una mayor inversión, cuyo alcance no es el de vivienda social.

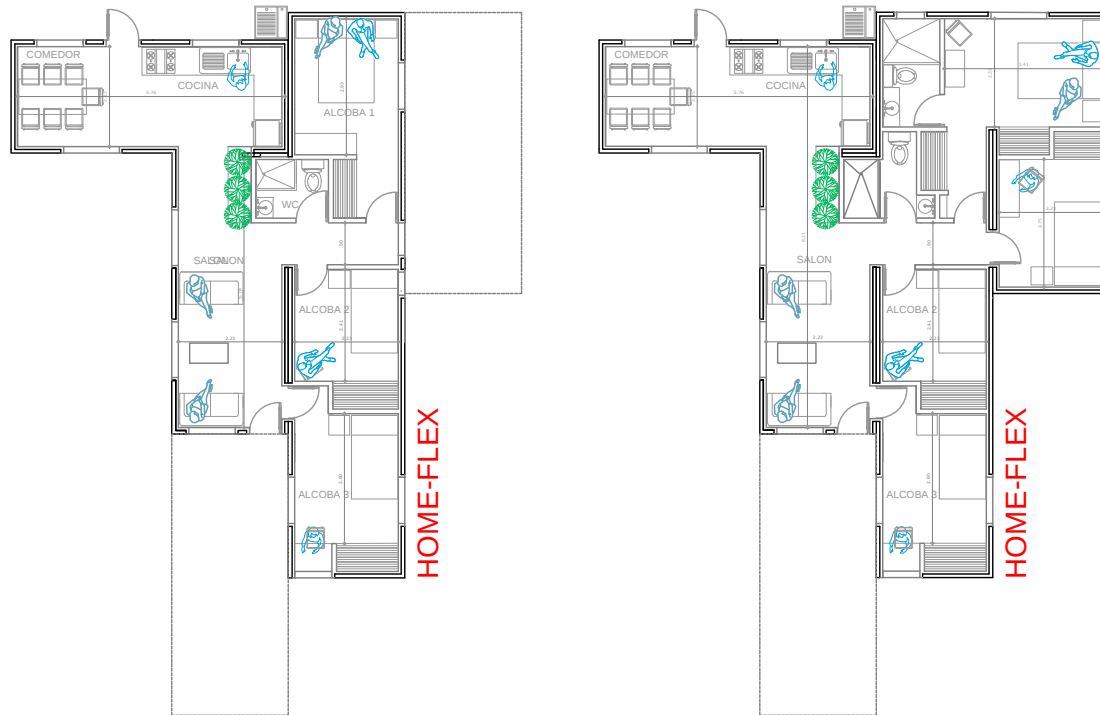


Figura 92. *HOME-FLEX*, planta arquitectónica en tipología aislada. Elaboración propia.



Figura 93. *HOME-FLEX*, Alternativas espaciales de la unidad en tipología aislada. Elaboración propia.

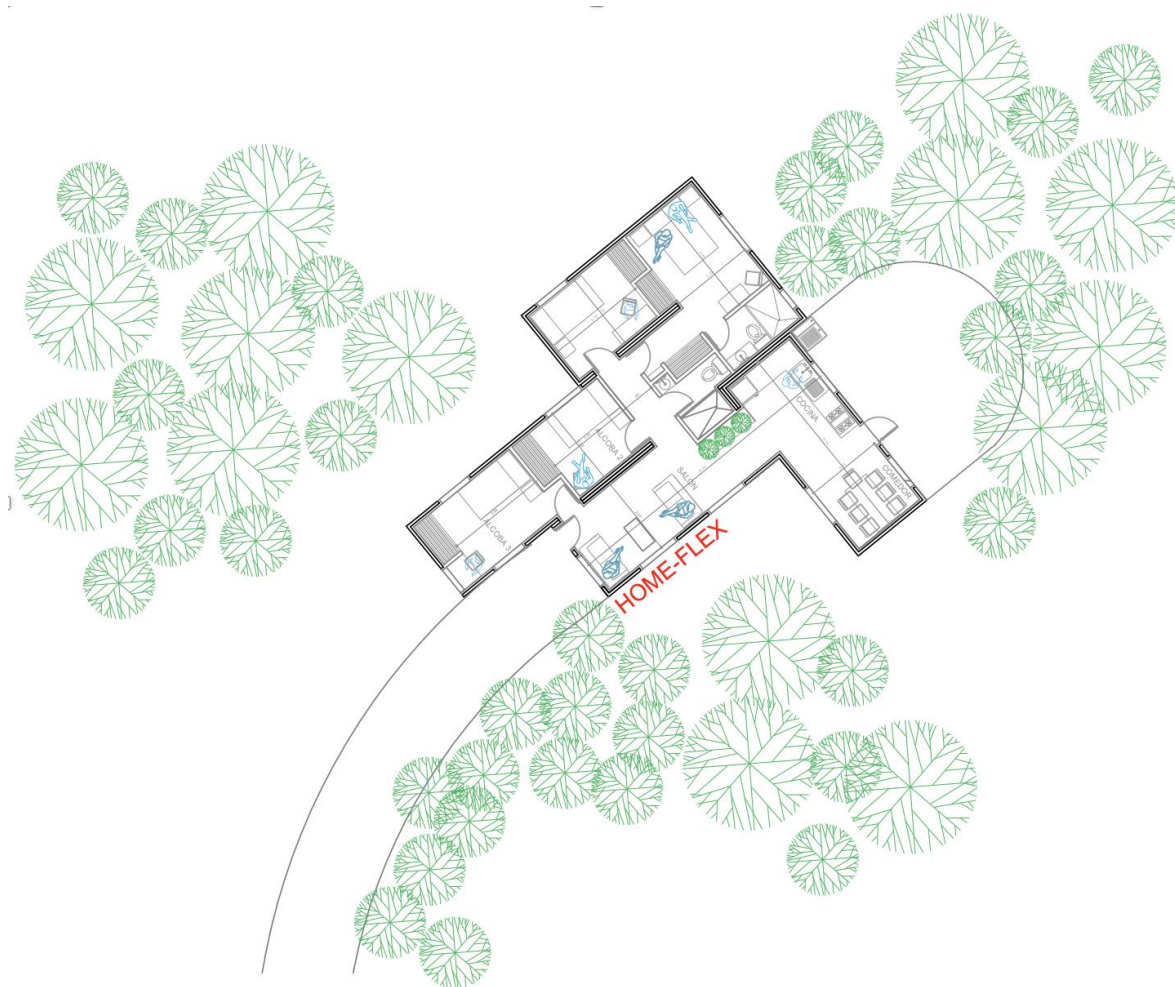


Figura 94. *HOME-FLEX*, Alternativas espaciales de la unidad. Casa de campo. Elaboración propia.

4.4 *HOME-FLEX*. Tipología Supermanzana

En función del desarrollo de unidades de vivienda y en referencia a la problemática planteada, *HOME-FLEX* permite la conformación de bloques habitacionales, que configuran manzanas y satisfacen la necesidad de vivienda a comunidades y cientos de usuarios. La configuración de supermanzana permite la disposición de unidades *HOME-FLEX*, adosadas unas con otras para conformar urbanizaciones dotadas de equipamiento urbano y de servicios para la comunidad.

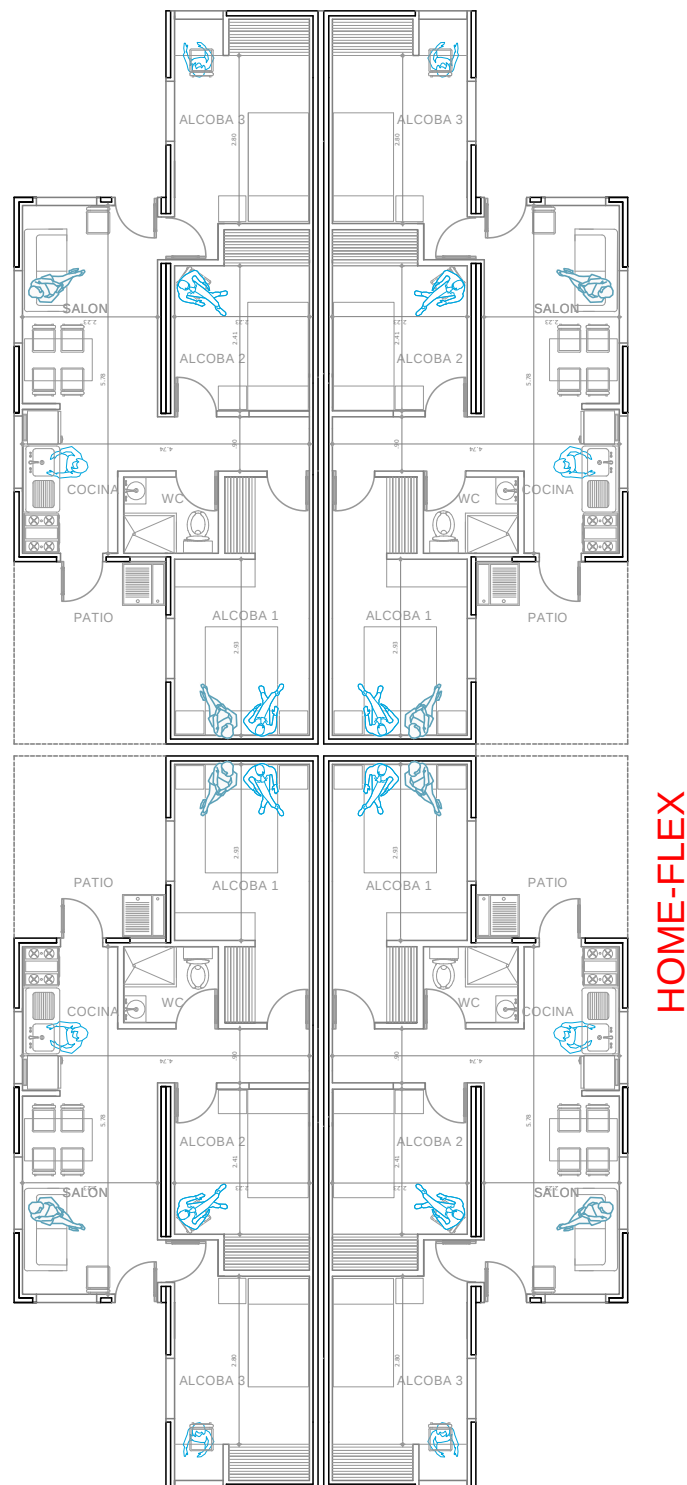


Figura 95. *HOME-FLEX*, Tipología bloque de cuatro unidades. Elaboración propia.

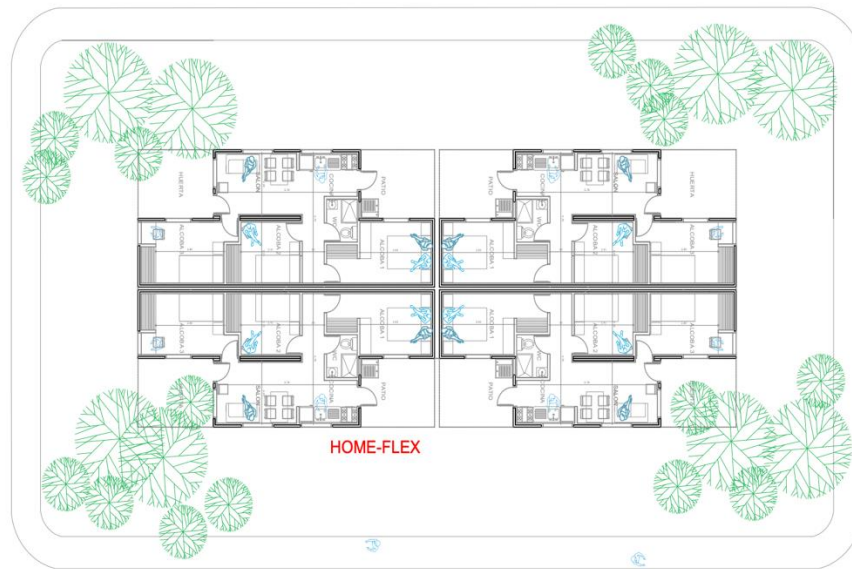


Figura 96. *HOME-FLEX*, Tipología bloque de cuatro unidades. Elaboración propia.



Figura 97. *HOME-FLEX*, Tipología supermanzana. Elaboración propia.

5. Discusión y Conclusiones

Construyendo con un Contenedor

Uno de los principales obstáculos para la obtención y puesta en sitio del insumo principal es el transporte, que va de la mano de la manipulación de un elemento tan robusto como lo es un contenedor; que al fin al cabo fue construido así, para resistir situaciones extremas como las generadas por el transporte marítimo. En Colombia, país con una diversa y agresiva situación topográfica, se incrementan los costos de transporte al interior del país, con largas distancias desde los puertos marítimos en las costas, y a esto se suman los costos de equipos especializados para su carga y descarga; por esta razón, es fundamental contemplar este rubro para la planeación del proyecto.

La industrialización de la vivienda asume en la actualidad grandes retos socio-ambientales que permitan su adaptación al entorno, a las condiciones atmosféricas y fundamentalmente que responda a las necesidades de las familias usuarias de cada unidad habitacional; por lo anterior, la Vivienda Contenedor se consolida sin duda, como una opción que merece un lugar en los programas de vivienda nacional, para la generación de políticas públicas que fomenten su desarrollo. Se requiere una sincronización de todos los actores involucrados, como transportadoras marítimas y terrestres, constructoras, profesionales de la arquitectura y todas las áreas de la ingeniería de la construcción que logren transmitir y otorgar un valor agregado a todo el ciclo de vida de una vivienda contenedor, que permita entregar un producto de calidad y satisfaga la necesidad de vivienda de una familia colombiana.

En este orden de ideas, y considerando que un contenedor es un bien “mueble” mas no “inmueble”, este no se encuentra catalogado como una construcción o edificación, sino un bien mueble haciendo “no” necesaria la expedición de una licencia de construcción, solo en el caso de necesitar intervenir el suelo para la ejecución de una cimentación, sería indispensable el trámite de una licencia en la modalidad de “obra nueva”, ya que requeriría de una excavación y afectación del terreno para su posterior emplazamiento.

En ocasiones, la Cargotectura tiende a ser utilizada informalmente; subestimando sus características estructurales, y aunque el propósito es romper los paradigmas en la construcción con este tipo de elementos, es fundamental seguir los lineamientos técnicos para su correcto uso y ensamble para salvaguardar la vida de sus futuros usuarios y lograr proyectos rentables y sustentables en el tiempo, por esta razón estas son algunas recomendaciones para su consecución y adecuación, que siempre debe ser asesorada por expertos y profesionales:

- Es importante verificar el estado antes de comprarlos, ya que al solicitarlos sobre pedidos pueden recibirse con algún alto o bajo grado de destrucción, hecho que generará sobrecostos en la construcción.
- Es posible solicitar contenedores con uno o pocos viajes realizados, estos valen un poco mas, pero garantizarán que la estructura se encuentre en óptimas condiciones.
- Los contenedores son elementos construidos bajo estándares internacionales, pero la normatividad y legislación que regula su uso es diferente para cada país, por esto es importante conocerlas.
- La ejecución del proyecto de construcción u obra civil debe contratarse con un profesional experto en todas las áreas, cimentación, acabados, instalaciones

eléctricas e hidrosanitarias, impermeabilización, etc. De esta forma el costo se reducirá considerablemente.

- Es fundamental revisar las fichas técnicas de los contenedores y conocer su disponibilidad en el país, ya que, a pesar de su estandarización, existen diferentes áreas y alturas que pueden adaptarse mejor a las necesidades de cada usuario.
- Es importante conocer el tipo de estructura de un contenedor para identificar de acuerdo con las necesidades cual será el tipo de afectación, como pueden ser, apertura de vanos para ventanas puertas, extracción, etc., así como la forma de apilarlos, que puedan tener afectación o debilitar la estructura del elemento. Así mismo, de la optimización y aprovechamiento de los espacios dependerá el costo del proyecto.
- El aislamiento del contenedor es clave en la generación de confort del elemento, por ello es indispensable analizar las condiciones climáticas y topográficas para así mismo definir los tipos de materiales a utilizar.
- El diseño de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias es básico para la buena ejecución del proyecto, y garantizarán la seguridad de la construcción.
- Al emplazar el contenedor en el terreno, es importante mitigar las condiciones ambientales con elementos paisajísticos que incrementarán el grado de confort de los habitantes del contenedor (barreras de árboles, elevación del contenedor, etc.).
- La impermeabilización juega un papel importante en la seguridad y el confort del contenedor, actualmente existen en el mercado materiales ecológicos y de bajo costo.

Conclusiones

Ante el déficit de vivienda que enfrenta el planeta, la Vivienda Contenedor resulta una alternativa viable, especialmente en países en vía de desarrollo, donde la construcción de viviendas de interés social sea una necesidad y una prioridad, como es el caso de Colombia y a que a su vez permita una construcción con materiales reciclables y sustentables, que guarden un grado importante de confort para sus usuarios. Así mismo, gracias a su característica modular, ofrece una alternativa como vivienda temporal, para situaciones de emergencia por catástrofes naturales, enfrentamientos bélicos, epidemias, entre otros, que se facilita por su rapidez de ejecución, bajos costos y seguridad para el usuario.

La implementación de un modelo de desarrollo de vivienda de este tipo permitirá satisfacer las necesidades de construcción de vivienda digna y de bajo coste para las poblaciones vulnerables; con especiales atribuciones en su ejecución, como velocidad, flexibilidad de obra y fácil ensamble que se asemeja con un *“lego”*, generando adicionalmente empleo a los futuros usuarios mediante la creación de manuales de autoconstrucción.

En Colombia, es frecuente encontrar diversos ejemplos de la implementación de contenedores para uso comercial y corporativo; ya sea como elemento individual, agrupado o adosado a una edificación y ampliamente propagados en plazas, grandes superficies, ferias de exposición y centros comerciales; así mismo, aunque con menos frecuencia encontramos ejemplos de su implementación para fines habitacionales, pero con claros propósitos estéticos donde su adecuación requiere grandes inversiones, camuflando su estructura inicial con acabados de línea y de alto costo. Por esta razón, es apremiante la promoción de la Vivienda Contenedor, en todas las disciplinas actuantes de la construcción,

que desvirtúen el concepto de Cargotectura como arquitectura de lujo y se transforme en una alternativa de bajo costo y verdaderamente funcional enmarcado en el concepto de vivienda digna.

Luego de analizar las condicionantes, lineamientos y funcionalidades que intervienen en la utilización de estos elementos en nuestro país y en el mundo; desde el punto de vista de la construcción sustentable, se concluye que la Cargotectura nos ofrece un espectro de oportunidades para la implementación de la Vivienda Contenedor como alternativa constructiva de unidades habitacionales urbanas y rurales en un contexto social, que desde el ámbito arquitectónico y bajo la perspectiva de la Economía Circular, se consolida como un modelo que permite re-definir el uso y re-valorización de los contenedores marítimos como materiales de valor agregado y que reducen los impactos socio-ambientales en toda la cadena de la construcción, aportando el confort necesario y promoviendo el fácil acceso a la vivienda digna y asequible.

La reutilización de contenedores marítimos para la creación de unidades habitacionales ecológicas, funcionales y de bajo costo es sin duda una alternativa para la construcción sustentable, que permite a cada individuo o familia la creación de un espacio según sus necesidades vitales y su capacidad económica, generando el menor impacto al medio ambiente, pero podemos considerar su real fin como sustentable si el contexto técnico, político y económico esta preparado para su inclusión, ya que depende de las garantías que faciliten la obtención de este insumo, que actualmente se encuentra sectorizado para el beneficio de solo algunos, así como la creación de políticas sociales y urbanas que fomenten su uso a los constructores. En un contexto legal, es necesaria la implementación de políticas que incentiven con beneficios tributarios a las compañías que destinen los contenedores a comunidades o agremiaciones con necesidades de vivienda.

Gracias a la apertura de las economías mundiales, y a la globalización, la fabricación de contenedores es permanente; así como su uso, permitiendo que existan grandes cantidades de contenedores que al finalizar su vida útil se convierten en elementos residuales en desuso, lo que garantiza la disponibilidad continua de este insumo principal, además del gran porcentaje de abandono en los patios de las nueve zonas portuarias de nuestro país, que genera sobre costos por mantenimiento de lo mismos.

La Arquitectura Contenedor llego para quedarse, pero es fundamental que las entidades públicas y demás actores que intervienen, las administraciones locales y el gobierno nacional, regule el uso de los contenedores como material para la construcción, generando una seguridad jurídica a los usuarios, que permita libremente su uso y le otorgue su valor como sistema modular sustentable para la construcción de vivienda. En Colombia, no existe una legislación específica y referente al uso de contenedores marítimos en la construcción, hecho que da pie a la especulación y la interpretación individual de cada constructor; por lo que, ante la inminente inclusión de la Arquitectura Contenedor, se apremia la investigación y la creación de proyectos de ley que permitan fomentar esta tipología y por ende todos sus beneficios para la sociedad.

A partir de los factores anteriormente descritos se permite validar que la implementación de contenedores marítimos en desuso es una oportunidad para la construcción de unidades habitacionales sustentables y de bajo costo en Colombia, cuya divulgación dentro de la comunidad académica y ejecución en la sociedad es apremiante.

En días en que el planeta enfrenta un desafío sorpresivo, una pandemia global que no discriminó entre ideologías o geografías, quizás sea necesaria una nueva ola como aquella de los años sesenta, una revolución en masa ante nuestra incapacidad de optimizar y racionalizar el uso de los recursos naturales, para ver las oportunidades que deja el paso del

SARS-CoV-2, como un llamado, una advertencia o un ajuste natural del planeta, porque de lo contrario no existe garantía para que las generaciones del futuro conozcan el mundo como actualmente lo conocemos; esto es en realidad, la sustentabilidad.

Bibliografía

- Alavedra, P., Dominguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (27 de Junio de 1997). Informes de la Construcción. (Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja)
Recuperado el 15 de Septiembre de 2018, de Consejo Superior de Investigaciones Científicas:
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/936/1018>
- Alamy. (s.f.). container city trinity buoy England London united wharf kingdom.
Recuperado el Mayo de 2020, de Alamy.es:
<https://www.alamy.es/imagenes/container-city-trinity-buoy-england-london-united-wharf-kingdom.html>
- Alapont. (26 de Abril de 2018). Sistema de certificación de edificios HQE (Alta Calidad Medioambiental). Recuperado el Mayo de 2020, de Alapont Logistics :
<https://alapontlogistics.com/certificacion-hqe/>
- Alcaldia Mayor de Bogotá. (s.f.). Regimen Legal de Bogotá. Recuperado el Marzo de 2019, de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1>
- Anaconda, M. (2019). Sistemas de Construcción Sostenible. Bogotá, Colombia.
- Anaconda, M. (2019). Vivienda Container. Bogotá, Colombia.
- Andreas, R. (30 de Junio de 2011). Arquitectura de Hamburgo. Recuperado el Mayo de 2020, de Stylepark: <https://www.stylepark.com/de/news/der-hamburger-der-architektur>

Aram Leeuw. (s.f.). Branding of PUMA pavilion for Volvo Ocean Race. Recuperado el Abril de 2020, de Brand Experience Deign : <https://aramleeuw.com/projects-portfolio/branding-of-puma-pavilion-for-volvo-ocean-race/>

Archdaily. (2014). Casa Upcycle / Lendager Arkitekter. Recuperado el Marzo de 2020, de ArchDaily: <https://www.archdaily.co/co/02-319717/casa-upcycle-lendager-arkitekter>

ArchDaily. (s.f.). Unité d'Habitation / Le Corbusier. Obtenido de [Ilustracion]: <https://www.archdaily.co/co/771341/clasicos-de-arquitectura-unite-dhabitation-le-corbusier>

Arribas, C., & Olive, J. (15 de Octubre de 2018). Construcción con contenedores marítimos: ¿ética o estética? Recuperado el Febrero de 2020, de <http://informatiu.apabcn.com/es/blog/construccion-con-contenedores-maritimos-etica-o-estetica/>

Asosismica. (s.f.). Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes (Creada por la Ley 400 de 1997). Recuperado el Marzo de 2019, de Asosismica.org: <https://www.asosismica.org.co/wp-content/uploads/2017/02/Homologación-de-Reg%C3%ADmenes-de-Excepción-NSR-10-v-2015.pdf>

Asoven . (12 de Septiembre de 2018). ¿Qué Es El PVC? Ventajas, Fabricación E Impacto Ambiental. Recuperado el Mayo de 2020, de <https://www.asoven.com/pvc/que-es-el-pvc-ventajas-fabricacion-e-impacto-ambiental/>

Banco Mundial . (27 de Marzo de 2017). Latinoamérica: dos de cada tres familias necesitan mejor vivienda, no una nueva. Recuperado el Abril de 2020, de Banco Mundial, BIRF, AIF :

<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/03/27/latinoamerica-dos-de-cada-tres-familias-necesitan-mejor-vivienda>

Banco Mundial. (s.f.). Tráfico marítimo de contenedores (TEU: unidades equivalentes a 20 pies). Recuperado el Marzo de 2020, de Grupo Banco Mundial :

<https://datos.bancomundial.org/indicador/IS.SHP.GOOD.TU?view=chart>

Barrios, J. (2010 de Abril de 2010). Sostenibilidad económica y social como prioridad para la sustentabilidad ambiental. Recuperado el Abril de 2020, de Gestipolis:

<https://www.gestipolis.com/sostenibilidad-economica-social-prioridad-sustentabilidad-ambiental/>

BBC . (23 de Mayo de 2019). Qué son los gases CFC que destruyen la capa de ozono y que en su mayoría provienen de China. (B. N. Mundo, Productor) Recuperado el Abril de 2020, de BBC News Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48390390>

Beltran, P. (2014). Primera Exposición Universal. Hoy 1 de mayo de 1851 Primera exposición Universal en Londres. Recuperado el Febrero de 2018, de Efemeridis: <http://www.efemeridespedrobeltran.com/es/eventos/mayo/primera-exposicion-universal.-hoy-1-de-mayo-de-1851-primera-exposicion-universal-en-londres>

BFP. (14 de Septiembre de 2016). Características contenedores. Recuperado el Abril de 2020, de BFP constructor:

<https://bfpconstructorsite.wordpress.com/2016/09/14/dimensiones-y-partes/>

Blanchar, C. (16 de Diciembre de 2019). Barcelona estrena los primeros pisos sociales fabricados con contenedores de barco. Recuperado el Abril de 2020, de El Pais, España: https://elpais.com/ccaa/2019/12/16/catalunya/1576490911_461954.html

BREEAM. (s.f.). Building Research Establishment Environmental Assessment

Methodology. Recuperado el Febrero de 2019, de BREEAM International:

<http://www.breeam.es/conocenos/breeam-internacional>

Brickstogether. (s.f.). Le Modulor. Blue and Red Series. Le Corbusier. Obtenido de

Brickstogether.com: <https://brickstogether.tumblr.com/post/41430256496/le-modulor-blue-and-red-series-le-corbusier>

Cabrera, M. (27 de Septiembre de 2016). La cargotectura como herramienta de exploración.

Arquitecturas colectivas, 21(31), 47-54.

Cadena, C., & Bula, A. (12 de Diciembre de 2002). Estudio de la variación en la

conductividad térmica de la cascarilla de arroz aglomerada con fibras vegetales.

Recuperado el Octubre de 2020, de Redalyc.org:

<https://www.redalyc.org/pdf/852/85201201.pdf>

Cafam. (2019). Portal de Santa Sofia. Recuperado el Mayo de 2020, de Caja de

Compensacion Familiar Cafam:

https://www.cafam.com.co/vivienda/Documents/doc_personas_vivienda_proyecto_santa_sofia.pdf

Camara de Comercio de España. (s.f.). ¿Que son y como nos ayudan las normas ISO.

Recuperado el Mayo de 2020, de Camara de España:

<https://www.camara.es/blog/innovacion-y-competitividad/que-son-y-como-nos-ayudan-las-normas-iso-entrevista-marcos>

Cardona, O. (2018 de Octubre de 2018). Los puertos de Colombia han movido 2,6 millones de contenedores durante 2018. Recuperado el Marzo de 2020, de Diario La

Republica: <https://www.larepublica.co/especiales/especial-zonas-francas/los->

puertos-de-colombia-han-movido-26-millones-de-contenedores-durante-2018-2783597

CCCS. (s.f.). Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. Recuperado el Marzo de 2019, de CCSS Colombia Green Building Council:

<https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>

Charry, L. (22 de Agosto de 2014). Se puede vivir en 35 metros cuadrados. Recuperado el Mayo de 2020, de El Tiempo :

<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1567966>

Codigo Civil Colombiano. (s.f.). Organizacion de Estados Americanos - OEA. Obtenido de

https://www.oas.org/dil/esp/codigo_Civil_Colombia.pdf

Colsubsidio. (2020). Ocaña II, Soacha. Recuperado el Mayo de 2020, de Caja de

Compensacion Colsubsidio:

<https://www.colsubsidio.com/afiliados/vivienda/ocana-ii-soacha-afiliados.html>

CONAMA. (2018). Economía circular en el sector de la construcción. Recuperado el Abril de 2020, de

http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/6_final.pdf

Conceptos Plasticos. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2020, de Conceptos Plasticos:

<http://conceptosplasticos.com>

Congreso de la Republica de Colombia. (9 de Agosto de 2017). Obtenido de SENADO DE

LA REPUBLICA: <http://leyes.senado.gov.co/proyectos/index.php/proyectos->

[ley/periodo-legislativo-2014-2018/2017-2018/article/73-por-la-cual-se-establecen-directrices-para-la-gestion-del-cambio-climatico-mensaje-de-urgencia](http://leyes.senado.gov.co/proyectos/index.php/proyectos-ley/periodo-legislativo-2014-2018/2017-2018/article/73-por-la-cual-se-establecen-directrices-para-la-gestion-del-cambio-climatico-mensaje-de-urgencia)

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible . (s.f.). Obtenido de CCCS :

<https://www.cccs.org.co/wp/>

Cuidemos el Planeta. (s.f.). ¿Cómo montar un panel solar en casa? (Cuidemoselplaneta.org, Productor) Recuperado el Mayo de 2020, de <https://cuidemoselplaneta.org/como-montar-un-panel-solar-en-casa/>

Culcay, B., & Maldonado, V. (14 de Agosto de 2019). Prototipo de Vivienda Social Sostenible. Recuperado el Abril de 2020, de Scribd:

<https://es.scribd.com/document/421878641/vivienda-social>

CYPE. (s.f.). Impacto Ambiental, Analisis de Ciclo de Vida. Recuperado el Septiembre de 2020, de Cype, Arquitectura, Ingeniería y Construcción:

http://gestion.cype.es/impacto_ambiental_analisis_ciclo_de_vida.htm

DANE. (julio de 2019). Boletín Técnico Indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_IIItrim19.pdf

Dazne, A. (24 de Febrero de 2014). Tin Can: construir una casa utilizando 3 contenedores. Recuperado el Mayo de 2020, de ISArquitectura: <https://blog.is-arquitectura.es/2014/02/24/como-hacer-una-cabana-con-tres-contenedores-de-carga/#prettyPhoto>

Declaración de Estocolmo. (16 de Junio de 1972). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. Recuperado el Abril de 2020, de Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano:

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf>

- Delood. (18 de Agosto de 2011). Arquitectura de contenedores. Recuperado el Mayo de 2020 , de Delood : <https://delood.com/photostory/container-architecture/>
- Designboom. (2012, September 27). Shigeru ban: Onagawa temporary container housing + community center. Retrieved 2019, from Designboom Architecture: <https://www.designboom.com/architecture/shigeru-ban-onagawa-temporary-container-housing-community-center/>
- Douglas, K. (7 de Agosto de 2015). Empresa sudafricana que hace que los contenedores de envío se sientan como una casa 'real'. Recuperado el Marzo de 2020, de How we made it in Africa: <https://www.howwemadeitinafrica.com/south-african-company-making-shipping-containers-feel-like-a-real-house/50948/>
- Dourojeanni, A. (Agosto de 2000). Procedimientos de Gestion para el Desarrollo Sustentable. Recuperado el Abril de 2020, de CEPAL, Naciones Unidas: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5564/S0008667_es.pdf;jsessionid=C38176B77A1036D0D1F7B48245289EDA?sequence=1
- DSV. (s.f.). Global Transport and Logistics. Recuperado el Abril de 2020, de Contenedor Dry: <https://www.es.dsv.com/sea-freight/contenedores-maritimos/dry-containers>
- DW. (s.f.). Arquitectura de contenedores: reflejo de una nueva era nómada. Recuperado el Mayo de 2020, de DW Made for minds: <https://www.dw.com/es/arquitectura-de-contenedores-reflejo-de-una-nueva-era-n%C3%B3mada/a-15139952>
- EDGE. (s.f.). EDGE, Corporacion Financiera Internacional IFC. (W. B. GROUP, Productor) Recuperado el Marzo de 2019, de <https://www.edgebuildings.com/?lang=es>
- El Espectador. (7 de Noviembre de 2018). Gobierno lanza programa de mejoramiento de vivienda: Casa Digna, Vida Digna. Recuperado el Mayo de 2020, de El

Espectador: <https://www.elespectador.com/economia/gobierno-lanza-programa-de-mejoramiento-de-vivienda-casa-digna-vida-digna-articulo-822374>

El Tiempo . (17 de Mayo de 2019). Apartamentos, lo que más se construye en Colombia.

Recuperado el Abril de 2020, de Vivienda y Construcción:

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/censo-de-edificaciones-del-dane-destaca-mas-construcciones-de-apartamentos-en-colombia-363386>

El Tiempo. (8 de Diciembre de 2017). Piamonte obtuvo la certificación de sostenibilidad

francesa HQE. Recuperado el Mayo de 2020, de El Tiempo:

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/proyecto-de-vivienda-en-cundinamarca-obtiene-certificacion-de-sostenibilidad-hqe-159816>

El Trebol. (15 de Agosto de 2020). Contenedores el Trebol. Obtenido de

<https://www.contenedoreseltrebol.com>

Ellen Macarthur Foundation. (s.f.). Economía Circular. Recuperado el octubre de 2020, de

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/escuelas-de-pensamiento>

Endesa. ([https://www.solucionesintegralesendesa.com/blog/sostenibilidad/innovacion-](https://www.solucionesintegralesendesa.com/blog/sostenibilidad/innovacion-hogar/casas-con-contenedores/)

[hogar/casas-con-contenedores/](https://www.solucionesintegralesendesa.com/blog/sostenibilidad/innovacion-hogar/casas-con-contenedores/) de Diciembre de 2016). Los contenedores,

elementos sostenibles en la arquitectura. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de:

<https://www.solucionesintegralesendesa.com/blog/sostenibilidad/innovacion-hogar/casas-con-contenedores/>

ERCO. (s.f.). Ercoenergía. Recuperado el Octubre de 2020, de ERCO. Sistemas Solares

Fotovotaicos: <https://www.ercoenergia.com.co>

Ercoenergía. (s.f.). Sistema de Energía Solar Interconectado 1,5 kWp. Recuperado el Mayo de 2020, de ERCO: <https://www.ercoenergia.com.co/proyecto/categoria-sistemas-casas/sistema-energia-solar-interconectado-1,5-kWp>

ERICA. (s.f.). Aislamiento Térmico. Recuperado el Mayo de 2020, de Aislamiento y Estanqueidad Erica. Barcelona : <http://www.erica.es/web/aislamiento-termico/>

Es.qwe. (2012). Container City. Recuperado el Mayo de 2020, de Es.qwe: https://es.qwe.wiki/wiki/Container_City

Espejo, H. (2 de Diciembre de 2019). SISTEMA DE ABSORCIÓN ACÚSTICO PARA MUROS A PARTIR CASCARILLA DE ARROZ, PARA DISMINUIR LA REFLEXIÓN DE SONIDO DENTRO DE LOS ESPACIOS. Recuperado el 2020 de Mayo , de Unversidad La Gran Colombia: <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5632>

Estructuralismo en la Arquitectura . (s.f.). Arquitectura Estilo Tendencias. Recuperado el Septiembre de 2018 , de Hisour: <https://www.hisour.com/es/structuralism-in-architecture-28616/>

Ezquerria, V. (s.f.). El Linóleo: Un Pavimento sostenible. Recuperado el Mayo de 2020, de EAVerde: <https://www.vanesaezquerria.com/el-linoleo-un-pavimento-sostenible/>

Fallon, A. (23 de Abril de 2018). ¿Diseño innovador para mejorar las viviendas de bajo coste en Ciudad del Cabo? (E. Times, Productor) Recuperado el Marzo de 2020, de <https://www.equaltimes.org/disenno-innovador-para-mejorar-las?lang=es#.Xq94P1NKh0u>

Galindo, J. (7 de Noviembre de 2015). Materiales: OSB, una alternativa sostenible y versátil a la madera. Recuperado el Marzo de 2020, de Houzz:

<https://www.houzz.es/revista/materiales-osb-una-alternativa-sostenible-y-versatil-a-la-madera-stsetivw-vs~55518450>

Galindo, M. (s.f.). Ecoesmas. Recuperado el Mayo de 2020, de Pavimento Sostenible, Natural Y Decorativo: Linóleo: <https://ecoesmas.com/pavimento-sostenible-natura-el-linoleol/>

Garcia, R. (9 de Octubre de 2018). Cargotectura la nueva tendencia de habitabilidad. Recuperado el Octubre de 2020, de Construtainer: <http://construtainer.com/construtainer/cargotectura-1/>

Garrido, L. d. (2015). Green Container Architecture (Vol. 3). Barcelona, España: Instituto Monsa de Ediciones.

Goddard, D. (s.f.). History. Recuperado el Marzo de 2020, de Stonehenge: <https://www.history.com/topics/british-history/stonehenge>

Green Group Sustainability Consulting. (s.f.). CERTIFICACION EDGE. Recuperado el Marzo de 2019, de <https://www.greengroup.com.ar/detalle.php?a=certificaciOn-edge&t=18&d=229>

Gutierrez, E. (s.f.). El Movimiento Metabolista: Kisho Kurokawa y la Arquitectura de las Capsulas . (O. U. Jisc, Productor) Obtenido de CORE : <https://core.ac.uk/download/pdf/61897171.pdf>

Gutierrez, J., Cadena, C., & Bula, A. (22 de Febrero de 2013). Aislamiento térmico producido a partir de cascarilla de arroz aglomerada utilizando almidón producido con *saccharomyces cerevisiae*. Recuperado el Mayo de 2020, de Universidad Nacional de Colombia: <http://dyna.medellin.unal.edu.co/>

HABITAT, O. (27 de Junio de 2020). Recuperado el Julio de 2020, de https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf

HABITAT, O. (Abril de 2010). Naciones Unidas. (O. d. Humanos, Productor) Recuperado el Junio de 2020, de

https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf

Hirai, H. (2011). CONTAINER TEMPORARY HOUSING - Onagawa, MIYAGI.

Recuperado el Junio de 2019, de WORKS - Disaster Relief Projects:

http://www.shigerubanarchitects.com/works/2011_onagawa-container-temporary-housing/index.html

IContainers. (s.f.). ¿Qué es un TEU? Recuperado el Marzo de 2020, de IContainers

Servicios Marítimos: <https://www.icontainers.com/es/2019/08/06/la-historia-del-teu-twenty-foot-equivalent-unit/>

Iglesias, P. (Mayo de 2010). INTRODUCCION A LA VIVIENDA SOSTENIBLE O VIVIENDA SOSTENIBLE PARA EL MODERNO PROMETEO. AxA. Una revista de arte y arquitectura.

Jetson, Green. (22 de Enero de 2009). Adam Kalkin Maine Container House. Recuperado el Abril de 2020, de Jetson Green Sustainable Homes:

<http://www.jetsongreen.com/2009/01/adam-kalkin-maine-container-house.html>

Juan Valdez Cafe. (23 de Mayo de 2018). Sala de Prensa. Recuperado el Abril de 2020, de

<https://www.juanvaldezcafe.com/es-co/sala-de-prensa/nueva-tienda-en-el-aeropuerto/>

Kalil, A. (s.f.). Housing Concepts. Recuperado el Marzo de 2020, de Berman-Kalil:

<https://www.berman-kalil.co.za/in-the-press/>

Kotnik, J. (2013). New Container Architecture. Barcelona, España: Links.

LEED Green Building Certification System. (2016). USGBC.org. Recuperado el Febrero de 2018, de U.S. Green Building Council: <https://www.usgbc.org>

- Leon, O. (2017). Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados. Bogota : Tecnura.
- LeyesCo. (s.f.). Código Civil Artículo 655 Colombia. Obtenido de https://leyes.co/codigo_civil/655.htm
- Madecentro Colombia. (s.f.). OSB: (Oriented Strand Board – Tableros de Fibra Orientada). Recuperado el Marzo de 2020, de Madecentro: <https://madecentrocolombia.wordpress.com/osb/>
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J., & Behrens, W. (1972). "Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad". Obtenido de Fondo de Poblacion de las Naciones Unidas: <https://www.unfpa.org/es>
- Metrovivienda. (2011). Una Reflexion sobre la produccion de vivienda social en Bogota. Recuperado el Mayo de 2020, de Metrovivienda, Alcaldía de Bogotá.: <http://www.metrovivienda.gov.co/httpdocs/images/investigacion2.pdf?phpMyAdmin=7GweAJLSP2aIwpNkwXV44AUy5m8>
- Mexico.gob. (19 de Mayo de 2016). El puerto de altamira incrementa movilización de contenedores a nivel Latinoamérica. Recuperado el Enero de 2020, de Gobierno de Mexico: <https://www.puertoaltamira.com.mx/esps/0002661/el-puerto-de-altamira-incrementa-movilizacion-de-contenedores-a-nivel>
- Ministerio de Ambiente. (14 de junio de 2019). Gobierno Nacional transforma su economía de manera circular. Obtenido de El Ambiente es de Todos: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/4337-gobierno-nacional-transforma-su-economia-de-manera-circular>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Estrategia Nacional de Economía

Circular. Obtenido de

http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20Economía%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (12 de Junio de 2015). Presidencia de la

República de Colombia. Recuperado el Marzo de 2018, de Decreto 1285 de 2015:

<http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/Decretos2015/DECRETO%201285%20DEL%2012%20DE%20JUNIO%20DE%202015.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente . (24 de Julio de 1997). Ley 388 de 1997 . Obtenido de

https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0388_1997.pdf

MinTrabajo. (26 de Diciembre de 2019). Salario mínimo para 2020 será de \$877.802.

Recuperado el Mayo de 2020, de Ministerio del Trabajo, República de Colombia:

https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/mintrabajo-es-noticia/2019/-/asset_publisher/5xJ9xhWdt7lp/content/salario-m-c3-adnimo-para-2020-ser-c3-a1-de-877.802

MinVivienda. (12 de Junio de 2015). Decreto Numero 1285 de 2015. Recuperado el Mayo

de 2020, de Presidencia.gov :

<http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/Decretos2015/DECRETO%201285%20DEL%2012%20DE%20JUNIO%20DE%202015.pdf>

MinVivienda. (2020). Mi Casa Ya. Recuperado el Mayo de 2020, de La Vivienda y el agua

son de todos.: <http://www.minvivienda.gov.co/micasaya>

MinVivienda. (24 de Junio de 2004). Decreto 2060 . Recuperado el 2020 de Mayo , de

Miinsterio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:

<http://www.minvivienda.gov.co/Decretos%20Vivienda/2060%20-%202004.pdf>

Moberg, F., & Hauge, S. (s.f.). ¿Qué es la resiliencia? (SIDA) Recuperado el octubre de

2020, de Stockholm Resilience Centre: [https://applyingresilience.org/wp-](https://applyingresilience.org/wp-content/uploads/sites/2/2016/04/What_is_resilience_SP_aktiv.pdf)

[content/uploads/sites/2/2016/04/What_is_resilience_SP_aktiv.pdf](https://applyingresilience.org/wp-content/uploads/sites/2/2016/04/What_is_resilience_SP_aktiv.pdf)

Monge, G. (Marzo de 2016). Diseño de un panel sándwich semi-ligero con aislamiento de

fibra natural . (DocPlayer, Productor) Recuperado el Mayo de 2020, de

<https://docplayer.es/31166091-Universidad-de-cuenca.html>

MovingHome. (1 de Febrero de 2017). Proceso completo construcción vivienda con

contenedores. Recuperado el Mayo de 2020, de

<https://www.youtube.com/watch?v=nn25kDprwBo>

Murciego, L. (20 de Marzo de 2017). Cómo son las viviendas económicas que se realizan

con containers. Recuperado el Marzo de 2018, de La Nacion, Buenos Aires:

<https://www.lanacion.com.ar/propiedades/como-son-las-viviendas-economicas-que-se-realizan-con-containers-nid1996262>

Naciones Unidas, L. A. (Diciembre de 2018). Comisión Económica para América Latina y

el Caribe (CEPAL). Recuperado el 2018, de Naciones Unidas Cepal:

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Oas. (s.f.). Codigo Civil Colombiano Codigo Civil. Recuperado el Marzo de 2019, de

OAS.Org: https://www.oas.org/dil/esp/codigo_Civil_Colombia.pdf

Onagawa Container Temporary Housing. (30 de Abril de 2012). World-Architects.com.

Recuperado el Febrero de 2018, de <https://www.world->

architects.com/en/architecture-news/reviews/onagawa-container-temporary-housing

OnTime. (31 de Diciembre de 2019). Contenedores Marítimos. Recuperado el Mayo de 2020, de <https://contenedoresmodificados.com/blog/como-fabrican-contenedores-maritimos-materiales-hecho/>

Pastorelli, G. (13 de Mayo de 2010). Propuesta de Vivienda Social en Contenedores / Arqydis. Recuperado el Marzo de 2020, de Archdaily: <https://www.archdaily.co/co/02-43152/propuesta-de-vivienda-social-en-contenedores-arqydis>

Periodismo Publico. (27 de Agosto de 2019). Firman pacto para contrarrestar inseguridad en la frontera Soacha-Bogotá. Recuperado el Abril de 2020, de <https://periodismopublico.com/firman-pacto-para-contrarrestar-inseguridad-en-la-frontera-soacha-bogota>

Prieto, B., & Edgar, A. (2013). Resiliencia y panarquía: claves para enfrentar la adversidad en sistemas sociales. (Sistema de Informacion Cientifica Redalyc, Universidad Autonoma del Estado de Mexico UAEM) Recuperado el 2018, de Redalyc.org: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90428348007%253E%2520ISSN%25201317-2255>.

Profitline . (14 de Junio de 2017). El mundo de la logística inversa en las importaciones y exportaciones. Recuperado el Marzo de 2020, de Profitline Business Outsourcing: <https://profitline.com.co/mundo-la-logistica-inversa-las-importaciones-exportaciones/>

Prosperidad Social. (31 de Enero de 2020). Infraestructura Social y Habitat. Recuperado el

Mayo de 2020, de Prosperidadsocial.gov:

<https://www.prosperidadsocial.gov.co/infr/Paginas/default.aspx>

Ramirez, T. (Julio de 2004). Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle. El

Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis., 6(21), 55-59. Obtenido de

Redalyc.Org: <https://www.redalyc.org/pdf/342/34202107.pdf>

Riechman, J. (Madrid de 2012). Sobre sustentabilidad y desarrollo sostenible. Recuperado

el Abril de 2020, de Seipaz.org:

<http://www.seipaz.org/documentos/06Jorge%20Riechmann%20SOBRE%20SUSTENTABILIDAD%20Y%20DESARROLLO%20SOSTENIBLE.pdf>

RISCTOX. (21 de Octubre de 2008). Compuestos orgánicos volátiles (COV) . Recuperado

el Abril de 2020, de Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas:

<https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=621>

Rivas, M. (21 de Julio de 2016). Contenedores maritimos nuevos: almacenaje y

mantenimiento recomendando. Recuperado el Marzo de 2020, de Ocean

Containers Trading : <https://contenedoresmaritimos.eu/2016/07/21/contenedores-maritimos-nuevos-almacenaje-y-mantenimiento-recomendando/>

Rocha, E. (15 de Noviembre de 2011). Construcciones sostenibles: materiales,

certificaciones y LCA. (Universidad Piloto de Colombia, Bogotá) Recuperado el

Marzo de 2020, de Dialnet:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3983370>

Rodriguez, S. (25 de Noviembre de 2016). ¿Se entiende el problema de la vivienda? El

déficit habitacional en discusión. Obtenido de BID, Ciudades Sostenibles:

<https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/problema-de-vivienda/>

- RPP. (16 de Mayo de 2018). Aislante termo acústico como la lana de vidrio o la lana mineral. Recuperado el Mayo de 2020, de <https://rpp.pe/campanas/contenido-patrocinado/economico-y-seguro-por-que-usar-drywall-en-tu-vivienda-noticia-1122802>
- Searates. (s.f.). Puertos Marítimos de Colombia. Recuperado el Mayo de 2020, de Puertos Maritimos del Mundo: <https://www.searates.com/es/maritime/colombia.html>
- Segunda Conferencia de Naciones Unidas sobre asentamientos humanos. (1996). Naciones Unidas. Recuperado el Marzo de 2018, de Conferencias, Reuniones y Eventos: https://www.un.org/es/events/pastevents/unchs_1996/
- SERC Intermodal. (s.f.). Serc Intermodals de RL DE CV. Recuperado el Mayo de 2020, de <http://www.mctcentrorefaccionario.com/contenedores.php>
- Shteremberg, N. (10 de Noviembre de 2014). Israel: Crean ciudad con contáiners abandonados . Recuperado el Septiembre de 2019, de Enlace Judio: <https://www.enlacejudio.com/2014/11/10/israel-crean-ciudad-con-containers-abandonados/>
- Skema. (s.f.). Ciudad del Sur. Recuperado el Mayo de 2020, de Skema Promotora S.A: <http://www.skema.co/ciudad-del-sur/>
- Starke, M. (23 de Enero de 2009). CIAM, Arquitectura Moderna. Recuperado el 2018 Abril, de Arquitectura en Red : <http://www.arqred.mx/blog/2009/01/23/ciam-arquitectura-moderna/>
- T21Mexico. (28 de Marzo de 2018). Maersk line pone a la venta contenedores usados en México. Recuperado el Febrero de 2019, de T21MX: <http://t21.com.mx/maritimo/2016/03/28/maersk-line-pone-venta-contenedores-usados-mexico>. (Marz de 2018). Obtenido de

<http://t21.com.mx/maritimo/2016/03/28/maersk-line-pone-venta-contenedores-usados-mexico>

Tempohousing. (2006). Keetwonenk. Recuperado el Marzo de 2018, de Modular Home:

<http://www.tempohousing.com/projects/keetwonen/>

The Modern Home Project. (10 de marzo de 2020). Building a Shipping Container Home,

Painting and Anchoring. Recuperado el Mayo de 2020, de

https://www.youtube.com/watch?v=pSL_O8xjQVI

Tiba Mexico. (29 de Abril de 2016). McLean y la caja que cambió el transporte de

mercancías. Recuperado el Marzo de 2019, de Tiba, Mexico:

<https://www.tibagroup.com/mx/mclean-y-la-caja-que-cambio-la-historia-del-comercio>

UPB. (6 de Diciembre de 2017). Casa inteligente: Una vivienda sostenible en Medellín.

Recuperado el Mayo de 2020, de <https://www.upb.edu.co/es/noticias/vivienda-sostenible-medellin>

Urquiza, A., & Cardenas, H. (2015). L'Ordinaire des Amériques. Retrieved October 18,

2018, from Open Editions Journal:

<https://journals.openedition.org/orda/1774?lang=es>

Urrego, A. (19 de Abril de 2020). Más de un tercio del país están en déficit habitacional.

Obtenido de Portafolio: <https://www.portafolio.co/mis-finanzas/vivienda/mas-de-un-tercio-del-pais-en-deficit-habitacional-540036>

Vargas, O. (2017). Estudio De Factibilidad Para La Construcción De Vivienda

Multifamiliar Utilizando Contenedores En La Ciudad De Bogotá. (U. L.

Colombia, Productor) Recuperado el Octubre de 2020, de

https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3809/Factibilidad_vivienda_multifamiliar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Viana, I. (2 de Febrero de 2014). Yom Kippur, la última gran guerra entre Israel y sus vecinos árabes. (A. España, Productor) Recuperado el Febrero de 2018, de ABC Historia: <https://www.abc.es/historia/20131006/abci-guerra-kippur-201310042005.html>

Wadel, G. (18 de 11 de 2009). La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: la construcción modular ligera aplicada a la vivienda. (D. d. Architectòniques, Productor, & Universitat Politècnica de Catalunya) Recuperado el Abril de 2020, de Universitat Politècnica de Catalunya BarcelonaTech: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93448>

Wikiarquitectura. (s.f.). Crystal Palace. Recuperado el Mayo de 2020, de Wikiarquitectura: <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/crystal-palace/>

Wit, G. d. (s.f.). Ecoesmas. Recuperado el Mayo de 2020, de EPDM: La Impermeabilización Duradera: <https://ecoemas.com/epdm-impermeabilizacion-inteligente/>

WordTours. (s.f.). World's First Container Architecture Exhibition. Recuperado el Mayo de 2020, de WordTours Conhouse: <https://worldtour.conhouse.com/>

Youcandeco. (7 de Septiembre de 2019). Linóleo, la revolución ecológica para los suelos del siglo XXI. Recuperado el Mayo de 2020, de You Can Deco SL: <https://youcandeco.com/blog/linoleo/>