	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	Dependencia	Aprobado		Pág.
	DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(158)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	DANILO QUINTERO CASTILLO		
FACULTAD	INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL		
DIRECTOR	ING. LEIDY ALEJANDRA PÁEZ GAONA		
TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN DE VIVIENDA MODULAR DE INTERÉS SOCIAL EN LA REGIÓN DEL CATATUMBO		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>LAS PROPUESTAS Y PLANES DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL IMPLANTAN SIEMPRE EL MISMO SISTEMA TRADICIONAL DE CONSTRUCCION EN MUROS DE LADRILLOS O BLOQUES INCURRIENDO EN SOBRECOSTOS MALA PLANIFICACION DE LA CONSTRUCCION Y DEMORAS EN SU EJECUCION COMO TAMBIEN ALTOS PORCENTAJES DE RESIDUOS ESTE PROYECTO EVALUA Y ANALIZA UNA ALTERNATIVA Y DA COMO PROPUESTA UNA SOLUCION MODULAR DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL TENIENDO EN CUENTA EL ALTO DEFICIT HABITACIONAL QUE SE ENCUENTRA EL CATATUMBO COMO TAMBIEN SE VEN LAS CAUSAS QUE CONLLEVAN A ESTE.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 158	PLANOS:	ILUSTRACIONES:26	CD-ROM:



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN DE VIVIENDA
MODULAR DE INTERÉS SOCIAL EN LA REGIÓN DEL CATATUMBO**

AUTOR

DANILO QUINTERO CASTILLO

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

ING. LEIDY ALEJANDRA PÁEZ GAONA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

Noviembre, 2020

Índice

Capítulo 1. Causas que conllevan al déficit habitacional en la región.....	1
Catatumbo.....	1
1.1 contexto.....	1
1.2 conflicto armado.....	3
1.3 población desplazada que deja el catatumbo.....	5
1.4 pobreza y desigualdad.....	6
1.5 migración en colombia.....	8
Capítulo 2. Vivienda de interés social actual en colombia.....	11
2.1 definición.....	11
2.2 la vivienda de interés social 3 realidades, un desafío.....	12
2.3 marco legal.....	15
2.4 aspectos generales de calidad en la vivienda.....	16
2.5 tipología de la vivienda.....	19
2.6 sistema constructivo tradicional actual de vivienda de interés social.....	25
Capítulo 3. Déficit de vivienda en los municipios del catatumbo.....	30
3.1 el déficit habitacional.....	30
Capítulo 4. Construcción modular.....	33
4.1 ¿qué es un módulo?.....	36
4.2 ¿qué ventajas aporta una vivienda modular industrializada?.....	37
4.3 ¿qué es un diseño modular?.....	42
4.4 ventajas de los prefabricados algunos de los factores que en este tipo de construcción apuntan como beneficios son los siguientes:.....	43
4.5 ¿beneficios o daños ambientales?.....	46
4.6 marco legal construcción modular.....	48
Capítulo 5. Recopilación de sistemas constructivos modulares.....	50
5.1 sistemas de construcción modular tridimensional.....	50
5.1.1 módulos tridimensionales ligeros.....	50
5.1.2 módulos tridimensionales pesados.....	51
5.2 construcción en 3d.....	53
5.3 sistemas de estructura metálica con cualquier tipo de cerramiento.....	54
5.3.1 corpacasa.....	54
5.4 sistemas modulares en paneles prefabricados.....	55
5.4.1 sistema sip panel.....	55
5.4.2 vivienda celular eternit.....	56
5.4.3 sistema constructivo durapanel.....	62

5.4.4 sistema royal building system de azembla.	63
5.4.5 sistema prefabricado en placas de concreto.....	64
5.5 otros sistemas de construcción modular en colombia y el mundo.	66
5.5.1 casa sismoha desplegable	66
5.5.2 construcción modular en contenedores marítimos.	67
5.5.3 sistema modular en bamboo.	68
5.5.4 tecnofast home.	69
Capítulo 6. Evaluación de alternativas de solución de vivienda modular.	72
6.1 elementos de los sistemas de construcción modular.	74
6.2 corpacasa.	75
6.2.1 sistema constructivo.	76
6.2.2 mano de obra y equipo.....	78
6.2.3 balance del sistema	78
6.3 vivienda celular de eternit	81
6.3.1 sistema constructivo eternit	82
6.3.2 balance del sistema	83
6.4 sistema royal building systems de azembla.	86
6.4.1 proceso constructivo azembla.....	87
6.4.2 balance del sistema azembla.....	87
6.5 consideraciones estructurales y arquitectónicas de los sistemas de construcción modular.	90
6.6 tabla de ventajas y desventajas de cada proceso constructivo	91
Capítulo 7. Evaluación económica	94
Capítulo 8. Propuesta	99
8.1 proceso constructivo.....	102
Conclusiones.....	129
Referencias Bibliográficas	131
Apéndices.....	136

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Vivienda en el Catatumbo afectada por el conflicto.....	4
Ilustración 2. Condiciones de pobreza Catatumbo	7
Ilustración 3. Convención norte de Santander foto:colprensa.	21
Ilustración 4. Vivienda en tarra norte de Santander.....	22
Ilustración 5. Vivienda de clima cálido y húmedo	23
Ilustración 6. Vivienda en clima templado. Ocaña norte de Santander.	24
Ilustración 7. Vivienda de interés social convencional.....	25
Ilustración 8. Losa de base de vivienda de interés social.	27
Ilustración 9. Proceso de construcción de muros.....	28
Ilustración 10. Mezcladora de mortero y hormigón.....	29
Ilustración 11. Construcción tridimensional en modulos ligeros 1945.....	51
Ilustración 12. . Construcción tridimensional en modulos de concreto.	52
Ilustración 13. .360 en concreto argos.	54
Ilustración 14.Viviendas modulares Corpacasa.....	55
Ilustración 15. Construcción en sip panel.....	56
Ilustración 16. Construcción modular con Eternit..fuente eternit.....	62
Ilustración 17. Construcción modular en Durapanel.	63
Ilustración 18. Vivienda en PVC por Azembla .Fuente:semana	64
Ilustración 19. Construcción en placas de concreto.....	66
Ilustración 20. Vivienda Sismoha.	67
Ilustración 21.vivienda en contenedores marítimos.....	68

Ilustración 22. Habitación de cabaña en guadua,.....	69
Ilustración 23. Construcción en contenedores desarmables.	71
Ilustración 24. Imagen vivienda celular de Eternit.	100
Ilustración 25. Modulación de celular eternit.	100
Ilustración 26. Imagen diseños arquitectónicos posibles eternit.....	101

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la región del Catatumbo.	1
Figura 2. Viviendas vendidas desde del 2010.....	13
Figura 3. Fundición losa en concreto.....	103
Figura 4. Cimentación base en palafitos.....	104
Figura 5. Instalaciones.	105
Figura 6. Instalaciones de guías.....	106
Figura 7. Alistamiento de esquineros.....	107
Figura 8. Alistamiento de paneles.....	108
Figura 9. Izado de esquineros.....	109
Figura 10. Instalación de cubierta.....	111
Figura 11. Instalación hidrosanitaria.....	112
Figura 12. Instalaciones hidrosanitarias.....	113
Figura 13. Instalaciones eléctricas.....	114

Lista de Tablas

Tabla 1. Población por municipios región del Catatumbo.....	2
Tabla 2. Migrantes que recibe la región del Catatumbo.	10
Tabla 3. Déficit habitacional municipios del Catatumbo.....	31
Tabla 4. Déficit habitacional por zona rural y urbana:	32
Tabla 5. Elementos de los sistemas de construcción modular.	74
Tabla 6. Evaluación funcional Corpacasa.....	78
Tabla 7. Evaluación técnica Corpacasa.	79
Tabla 8. Materiales básicos corpacasa.	80
Tabla 9. Mano de obra Corpacasa.....	80
Tabla 10. Maquinaria y equipo Corpacasa.	80
Tabla 11. Inclusión de subsistemas Corpacasa.	81
Tabla 12. Evaluación funcional Eternit.	83
Tabla 13. Evaluación técnica Eternit.	84
Tabla 14. Materiales básicos de construcción Eternit.....	85
Tabla 15. Mano de obra Eternit.	85
Tabla 16. Maquinaria y equipo Eternit.	85
Tabla 17. Inclusión de subsistemas Eternit.....	86
Tabla 18. Evaluación funcional Azembla.....	88
Tabla 19. Evaluación técnica Azembla.....	88
Tabla 20. Materiales básicos Azembla.	89
Tabla 21. Mano de obra Azembla.	89
Tabla 22. Maquinaria y equipo Azembla.....	90

Tabla 23. Inclusión de subsistemas Azembla.	90
Tabla 24. Consideraciones estructurales y arquitectónicas de los sistemas de construcción modular	90
Tabla 25. Ventajas Y Desventajas De Cada Proceso Constructivo	92
Tabla 26. Área de modelos de vivienda propuestos.	94
Tabla 27. Comparativa De Sistemas De Construcción	97

Lista de Graficas

Grafica 1. Población desplazada Norte de Santander	6
Grafica 2. Precio por metro cuadrado.....	95
Grafica 3. Duración de construcción e viviendas.	96

Lista de Apéndices

Apéndice A. Información Académica y Presupuesto CORPACASA	137
Apéndice B. Propuesta vivienda celular ETERNIT	138
Apéndice C. Presupuesto AZEMBLA	139
Apéndice D. Presupuesto construcción convencional	140

Agradecimientos.

A Dios por iluminar nuestros caminos. A mis padres y hermano por su apoyo incondicional en todo momento. A mis profesores por el apoyo alentador y a mi directora de tesis por su valiosa orientación en el desarrollo de la investigación.

Introducción

Colombia desde hace décadas se ha visto afectado por la pobreza, desigualdad, corrupción y el conflicto armado. Las cuales son causa de desplazamientos masivos de individuos y familias enteras. Ésta situación ha sido una gran barrera para el desarrollo de algunas regiones; Además la migración venezolana, el crecimiento demográfico y la búsqueda de una mejor calidad de vida, se unen a estos factores incurriendo en una gran demanda de vivienda de interés social, implicando así las familias más vulnerables carecientes de una vivienda digna y propia.

A pesar de la evolución en los distintos procesos de la construcción de viviendas de interés social, no se han visto cambios significativos que propongan una alternativa diferente a los sistemas constructivos convencionales; no se ha hecho esfuerzos por cambiar esta situación, ni se han permitido adoptar sistemas de construcción o técnicas y procesos que ocasionen un cambio drástico, que conlleve a grandes ventajas y beneficios para mitigar el déficit habitacional.

Con base a esto, y debido a la situación que se encuentra la región; Esta investigación plantea una evaluación funcional y técnico económica, donde se analizan y evalúan algunas alternativas de construcción de vivienda de interés social modular para la región del Catatumbo, Además, no solo proporcionar si no ampliar el conocimiento de diferentes sistemas constructivos, materiales, tiempos y costos; seguido de una comparación con el sistema convencional de la región se podrá determinar sus ventajas, desventajas y así concluir parámetros que permitan definir qué tipo de solución se necesita y cuál es la óptima en cuanto a eficiencia de recursos, tiempo y costos. Además la posibilidad de explorar diferentes puntos de vista en los

procesos constructivos, prefabricación y materiales amigables con el medio ambiente, nos permitirá plantear una propuesta de alternativa de solución de vivienda de interés social modular para la región del Catatumbo, una propuesta que sea el reflejo de todos los avances en sistemas de construcción modular que aplican para esta situación socioeconómica y así poder elevar la calidad de vida de todos los habitantes de esta región.

Resumen

Las propuestas y planes de vivienda implantan el mismo sistema de construcción en muchas de las regiones del país sin procesos prefabricados, este proceso actual de construcción de vivienda social es un sistema que implica mayores costos, mayores porcentajes de desperdicios y significativa mano de obra por un largo periodo de tiempo; la manera en como construyen manualmente en muros de ladrillos o bloques implican más demora en la construcción.

La población del Catatumbo no pasa por condiciones óptimas en cuanto factores como la migración, el desplazamiento por conflictos o simplemente por ser familias de escasos recursos; esto implica que la región presente un alto déficit habitacional siendo el 44.1 % en NORTE DE SANTANDER según el censo poblacional 2018 (DANE); con 50.269 viviendas en déficit habitacional.

Partiendo de acá, en la presente investigación se recopilaron las diferentes alternativas de sistemas de construcción modular; Filtrando así los sistemas más relevantes y evaluando funcionalmente, técnicamente y económicamente los procesos constructivos de vivienda de interés social modular aplicables para la región. ya que existen diferentes variables, se concluyó un tipo de construcción modular favorable para la región que optimiza los tiempos de ejecución, costos y materiales y cumple con los estándares y normas requeridas para una vivienda digna, dándole cabida a una alternativa de solución a la problemática del déficit habitacional en la región del Catatumbo.

Metodología

A través del planteamiento de los objetivos se establecerá referentes bibliográficos que describen la situación de la vivienda de interés social desde distintos puntos de vista tanto económico, constructivos, técnicos como sociales, se profundizará en cada campo para hacer un análisis detallado. La construcción de vivienda es un elemento de desarrollo social, siendo esta materia de estudio con múltiples variables que influyen en su proceso histórico y desarrollo de la región, Existiendo tantas variables a nivel de país se delimitará el área de la propuesta a la región del Catatumbo. Se analizará la región estudiando las problemáticas de población, los niveles de migración, el desplazamiento debido a la violencia, incidencias históricas y crecimiento poblacional.

Se recopilarán algunos sistemas de construcción modular, donde se filtrarán algunas alternativas que puedan ser aplicables a la región; Se evaluarán funcionalmente, técnicamente y económicamente, sus diferentes sistemas constructivos, materiales, tiempos y costos; seguido de una comparación con el sistema convencional de la región, para así poder determinar sus ventajas, desventajas y así concluir parámetros que permitan definir qué tipo de soluciones se necesitan y cuál es la óptima en cuanto a eficiencia de recursos, tiempo y costo.

También se realizará una propuesta de alternativa de solución, que sea reflejo de todo el avance que existe actualmente en casas modulares, en cuanto a recursos de materiales y el óptimo uso de los sistemas constructivos, proyectando así una vivienda progresiva, lo más sustentable posible que permita el confort para elevar la calidad de vida de la población.

Objetivos

Objetivo general.

Proponer una alternativa de solución de vivienda modular de interés social en la región del Catatumbo.

Objetivos específicos.

Realizar un diagnóstico de los factores que han conllevado a la problemática del déficit habitacional en la región del Catatumbo.

Recopilar sistemas de construcción de vivienda de interés social modular, analizando los procesos constructivos, materiales, costos y tiempos.

Analizar aspectos funcionales, técnicos y económicos de cada una de las alternativas de sistemas de construcción de vivienda de interés social modular.

Evaluar un modelo de vivienda de interés social modular eficaz, económico que optimice recursos tiempos y costos para reducir déficit habitacional en la región del Catatumbo.

Capítulo 1. Causas Que Conllevan Al Déficit Habitacional En La Región Catatumbo.

1.1 Contexto

En las últimas décadas el crecimiento de la población, el desplazamiento debido al conflicto armado, como también la migración de venezolanos ha cambiado la situación en materia de vivienda , los desplazamientos del campo hacia la ciudad y las pocas alternativas de construcción de vivienda que este sector tiene, no satisface el inconformismo por encontrar soluciones más eficientes y rápidas ; en la mayor parte de casos los movimientos de lugar de residencia son por las personas más vulnerables y de escasos recursos afectados por las circunstancias ya mencionadas, personas que sin una estabilidad económica y careciendo de vivienda propia llegan a los distintos corregimientos de esta región del Catatumbo desarrollando la problemática del déficit habitacional.



Figura 1. Ubicación geográfica de la región del Catatumbo.

Fuente: Gobernación norte de Santander.

La región del Catatumbo está conformada por los municipios de Ábrego, Convención, El Carmen, El Tarra, Hacarí, La Playa, Ocaña, San Calixto, Sardinata, Teorama y Tibú.. Limita por el norte y por el occidente con la República de Venezuela, por el oriente con el sur del departamento de Cesar, por el sur con los municipios de Cúcuta, Puerto Santander, El Zulia y Villa del Rosario. La población estimada de la región según cifras del censo poblacional 2018 entregado por el DANE, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Población por municipios región del Catatumbo.

Municipio	Número De Habitantes
Abrego	30,191
Convención	18,112
El Carmen	12,001
El Tarra	19,075
Hacari	9,745
La Playa	7,237
Ocaña	111,643
San Calixto	9,961
Sardinata	21,243
Teorama	12,727
Tibú	51,399
Total Catatumbo	293,589

Nota fuente: Autor de la Investigación

El clima de la región del Catatumbo es determinado principalmente por la posición geográfica y por su relieve, tiene un clima tropical modificado y suavizado por la altitud y las variaciones del relieve lo cual presenta diferencias en los elementos climáticos, la variación de

altitud va desde alturas en algunos municipios menores a los 500 m.s.n.m hasta cerca de los 2500 m.s.n.m.

Entrando en materia; la situación que pasa la región debido a los movimientos migratorios por la crisis que pasa actualmente Venezuela, los movimientos de los desplazados por la violencia, el conflicto armado y el crecimiento de la población, debido a esto crece la necesidad de explorar alternativas de vivienda de bajo costo para satisfacer las personas más vulnerables de esta región .En pocos casos las viviendas son planeadas con adecuadamente; No se proyectan sistemas constructivos eficientes óptimos con bajo costo y en el menor tiempo posible. A continuación, se verán las causas que ha conllevado a la región a este déficit habitacional donde veremos algunas de desplazados y migrantes.

1.2 Conflicto armado.

El principal factor generador de violencia en la actualidad, que ha incidido de manera determinante en la degradación del conflicto armado, lo constituye la disputa entre organizaciones armadas al margen de la ley por el control de la zona que representa grandes ventajas estratégicas para los grupos armados ilegales por su localización en la frontera con Venezuela, así como por el paso del oleoducto Caño Limón – Coveñas; la producción coquera, las explotaciones carboníferas, de oro, mármol y caliza, la existencia de corredores que comunican el oriente con el norte del país y la cercanía en el norte con la Serranía del Perijá que provee una salida hacia los departamentos de La Guajira, Bolívar y César.

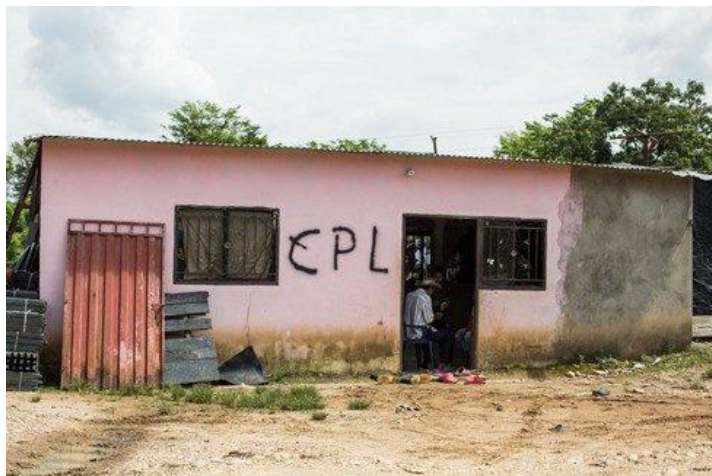


Ilustración 1. Vivienda en el Catatumbo afectada por el conflicto.

Fuente: Gabriel Corredor Aristizábal, 2017

La guerrilla ha tenido presencia en esta región desde cerca de treinta años y a pesar de los ataques directos e indirectos de los grupos de autodefensas y de los operativos de la Fuerza Pública, ha logrado mantener su influencia aprovechando las características montañosas y selváticas de algunas zonas de la región. Los grupos de autodefensas, por su parte, se han asentado principalmente en las zonas planas y selváticas, tanto en la frontera con el sur del Cesar, como en los márgenes derecho e izquierdo del río Catatumbo, en las cabeceras municipales, algunos corregimientos de municipios ubicados en la zona montañosa y algunas áreas rurales con cultivos de coca. Desde estos lugares, organizan sus incursiones a las zonas rurales donde la influencia de las guerrillas es mayor.

La Provincia de Ocaña es también una zona estratégica para los grupos armados ilegales por ser el corredor entre el sur del Cesar, Cúcuta y hacia el Catatumbo. El impacto de la pugna entre guerrillas y autodefensas por el territorio se traduce en la ocurrencia de homicidios selectivos, masacres, desplazamientos masivos, secuestros y bloqueos económicos y alimentarios

de los que son víctimas la población en general y particularmente amplios sectores de campesinos, colonos e indígenas. (Gobierno de Colombia , 2004)

1.3 Población desplazada que deja el Catatumbo.

El desplazamiento se ha debido a diferentes factores como el conflicto armado, los enfrentamientos entre el EPL y el ELN desencadenan desplazamientos internos masivos en los municipios, ataques contra la población civil, minas Antipersonal (MAP) y municiones sin Explotar (MSE), Confinamiento y acceso Humanitario, Ataques a Objetivos Ilícitos de Guerra. Esta situación constituye no solo violaciones a los Derechos Humanos si no infracciones al Derecho Internacional Humanitario, limitando el acceso a servicios y bienes de las comunidades del Catatumbo, tales como: acceso a alimentos , acceso a servicios de salud, vivienda acceso a la educación y restricciones a su libre movilidad dentro de sus municipios, Desastres de origen natural , Cultivos de uso ilícito y demás problemáticas que presenta esta zona, han llevado a generar estas cifras desde el año 1985 hasta la actualidad. (Gobernacion de Norte de Santander , 2018)



Grafica 1. Población desplazada Norte de Santander

Fuente: Gobernación de Norte de Santander.

1.4 Pobreza y desigualdad.

Artículo tomado de la revista Dinero: El investigador de Fedesarrollo, Jairo Núñez, dijo que la pobreza promedio en Colombia para 2020 aumentará desde el 26,9% hasta el 38%. La pobreza extrema también aumentará desde el 7,4% hasta 11,3%.

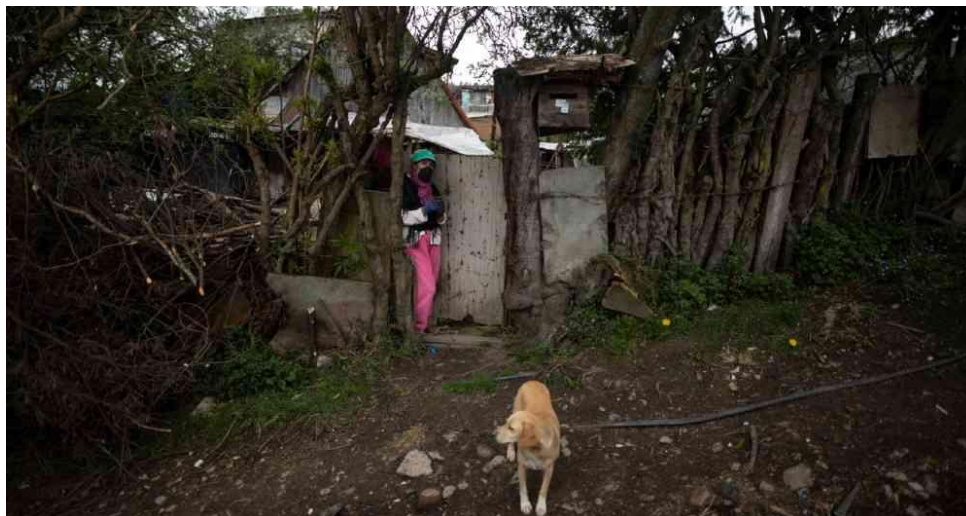


Ilustración 2. Condiciones de pobreza Catatumbo

Fuente: Publicaciones Semana. Esteban Vega. Semana/Dinero

“Antes de la crisis del coronavirus teníamos una pobreza del 26,9% de la población, pero la pandemia va a incrementar el indicador debido a su impacto en los ingresos y el empleo”, dijo Núñez a Dinero. Según los estándares internacionales, y teniendo en cuenta que la composición de los hogares promedio en Colombia es de 3,6 personas, un colombiano es pobre cuando tiene ingresos inferiores a los \$272.000 mensuales. En términos de hogares, un hogar es pobre cuando hay más de tres personas en él y los ingresos mensuales de todos son inferiores a los \$980.000.

El efecto de la pandemia elevará la pobreza en Colombia al 42,7% de la población en 2020, pero las ayudas sociales que ha entregado el Gobierno como Familias en Acción o el Ingreso Solidario, hacen que el indicador se reduzca al 38%. “Aumentamos la pobreza en 11%, que es más o menos 5,6 millones de personas que entran a la pobreza por la crisis”, dijo Núñez. En total, serían alrededor de 19 millones de colombianos en condición de pobreza los que dejaría la pandemia del coronavirus. En cuanto a la pobreza extrema, la pandemia hace que el indicador

incremente desde el 7,4% hasta 16,2%, pero las ayudas del Gobierno hacen que la cifra disminuya hasta el 11,3%.

Se considera una persona en pobreza extrema aquella que posee ingresos inferiores a los \$125.000 mensuales. De igual manera, un hogar colombiano está en condición de pobreza extrema cuando hay más de tres miembros y sus ingresos no superan los \$452.000 al mes. Jairo Núñez dijo que el retroceso en reducción de la pobreza es de 11 años pues el indicador no alcanzaba el 38% de la población desde el 2009.

1.5 Migración en Colombia.

Colombia enfrenta un movimiento migratorio sin precedentes, motivado principalmente por la crisis económica, política y social que atraviesa Venezuela. Históricamente, Colombia ha sido un país con altos niveles de emigración, siendo Venezuela uno de los principales destinos migratorios de colombianos. Sin embargo, esta tendencia se ha revertido en los últimos años. La inestabilidad económica, institucional y política que atraviesa Venezuela ha motivado el exilio y emigración hacia otros países de la región, siendo Colombia el país del mundo que más venezolanos alberga actualmente. La crisis económica de Venezuela puede ser catalogada como una de las más severas de la historia económica reciente, con una hiperinflación anual cercana a 500.000% a septiembre de 2018 y la merma significativa del salario real. Esta ha derivado en el incremento de los niveles de pobreza.

Impactos en albergue y vivienda temporal Principales impactos Colombia presenta un alto déficit habitacional, definido principalmente por carencias cuantitativas y cualitativas de

vivienda. De conformidad con el Censo 2005 y tomando como referencia la Gran encuesta integrada de hogares (GEIH) realizada en el año 2014, %.

La migración ha generado una demanda importante en materia de albergue temporal y vivienda que, al no poder saciarse, se ha traducido en la ocupación de espacios públicos. Debido al nivel de vulnerabilidad de los migrantes, muchos no se encuentran en condiciones económicas para rentar una vivienda digna. Ni los ciudadanos colombianos retornados ni los migrantes venezolanos están recibiendo ayuda económica o de albergue temporal en materia de vivienda de parte del Gobierno. Esto ha generado la localización de los hogares en zonas no consolidadas de los municipios, así como la ocupación de espacios públicos como parques o vías del casco urbano de las ciudades. La falta de planeación y control urbano a nivel local de las zonas receptoras agrava esta situación.

(Tomado de Migración desde Venezuela a Colombia: impactos y estrategia de respuesta en el corto y mediano plazo <https://www.bancomundial.org/es/events/2018/10/25/migracion-desde-venezuela-a-colombia>)

Tabla 2. *Migrantes que recibe la región del Catatumbo.*

MUNICIPIO	NUMERO DE MIGRANTES
ABREGO	3,502
CONVENCIÓN	649
EL CARMEN	80
EL TARRA	2,026
HACARI	290
LA PLAYA	91
OCAÑA	5,172
SAN CALIXTO	340
SARDINATA	1,006
TEORAMA	561
TIBÚ	9,120
Total Catatumbo	22,837

Nota fuente: (Periodico Digital Estoy en la frontera)

Capítulo 2. Vivienda de Interés Social Actual en Colombia.

En este capítulo veremos la definición de vivienda de interés social, algunas realidades de su situación, la tipología de vivienda, marco legal, además de sus procesos constructivos y algunos aspectos de calidad a considerar.

2.1 Definición.

De acuerdo con el artículo 91 de la Ley 388 de 1997, se señala:

Se entiende por viviendas de interés social aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos. En cada Plan Nacional de Desarrollo el Gobierno Nacional establecerá el tipo y precio máximo de las soluciones destinadas a estos hogares teniendo en cuenta, entre otros aspectos, las características del déficit habitacional, las posibilidades de acceso al crédito de los hogares, las condiciones de la oferta, el monto de recursos de crédito disponibles por parte del sector financiero y la suma de fondos del Estado destinados a los programas de vivienda. (Ley 388 de 1997)

Por su parte, el artículo 117 de la Ley 1450 de 2011, señala:

De conformidad con el artículo 91 de la Ley 388 de 1997, la vivienda de interés social es la unidad habitacional que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción y cuyo valor no exceda ciento

treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 smlmv). (Ley 1450 de 2011)

En ese caso la VIS para el año 2020, los 135 smlmv, corresponden a \$118'503.405 pesos colombianos. Además, las VIS deben cumplir con todas las normativas vigentes en cuanto a determinantes urbanísticos y de habitabilidad arquitectónica, estructura, electricidad, fontanería, etc.

2.2 La vivienda de interés social 3 realidades, un desafío.

El país vive una verdadera revolución de la vivienda social. La consolidación de un programa como Mi Casa Ya y las medidas adoptadas en el Plan Nacional de Desarrollo han sido, en buena medida, las fuentes de ese desempeño y han permitido consolidar un modelo de acceso a la vivienda formal para la población de menores ingresos, y que hoy nos permite destacar un avance sin precedentes en la promoción y desarrollo de proyectos de VIS en Colombia. (Forero, 2020)

El balance de este propósito de país tiene dos realidades y un desafío.

La primera realidad es que hemos llegado a niveles récord de inversión en vivienda social por parte de los hogares. En 2019, 119.000 hogares accedieron a vivienda social, cifra que duplica los niveles observados a comienzos de la década, y que en el último año creció 9%. Así mismo, en 2019 se lanzaron 120.000 unidades de vivienda social, lo cual significa un 17% más que en 2018, y deja en balance 973 proyectos constructivos este segmento. (Forero, 2020)

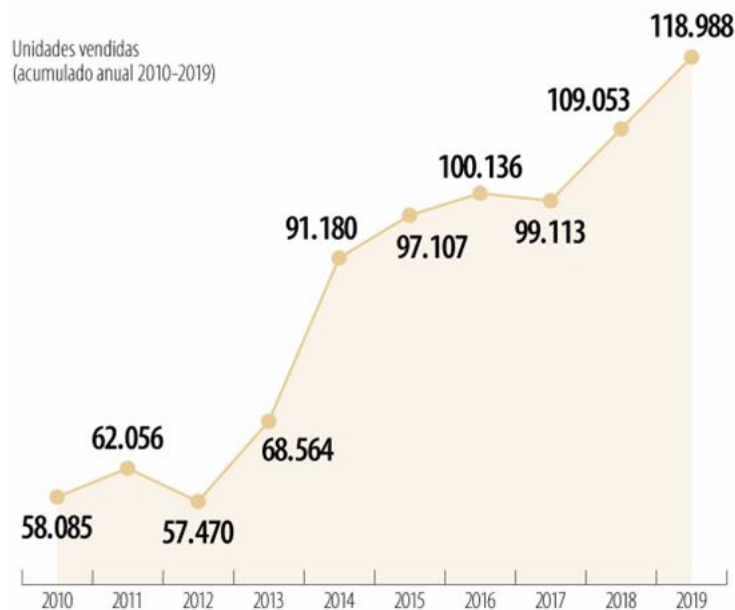


Figura 2. Viviendas vendidas desde del 2010

Fuente: Camacol.

La segunda realidad es que la vivienda social ha logrado un gran alcance regional. Para un tercio de las regiones del país, la participación de la vivienda social en el mercado de vivienda nueva representa más del 65% y para un segundo tercio, representa más del 50%. Este modelo de acceso a la vivienda ha permitido que a través del desarrollo de proyectos VIS, se pueda llegar a regiones con gran potencial de beneficiarios y que históricamente habían estado marginadas de este progreso.

En este contexto, también los entrantes gobiernos municipales y departamentales pueden encontrar en la vivienda social una fuente de desarrollo regional con carácter social en la reducción de la pobreza, la redistribución del ingreso y la solución al déficit habitacional, pero también con un gran efecto positivo sobre el bienestar y el crecimiento económico mediante la

creación de empleo, la demanda de insumos y la dinámica industrial y de servicios. La construcción de una vivienda social dinamiza el 54% del aparato productivo y genera dos nuevos puestos de trabajo.

La tercera realidad es que la vivienda social en el marco del Programa Mi Casa Ya garantiza la ejecución efectiva de los recursos dispuestos para su financiación. Desde agosto de 2018 se han ejecutado más de 50.000 subsidios, superando las metas establecidas y con un atributo adicional y es que el 61% de estos recursos se han focalizado en hogares beneficiarios con ingresos mensuales inferiores a los 2 salarios mínimos.

Este eficiente desempeño en la ejecución de los subsidios continuará. En las primeras siete semanas del 2019, a través del programa Mi Casa Ya se asignaron más de 3.700 subsidios, triplicando el volumen asignado durante el mismo periodo en los años previos.

Así, el desafío será entonces sostener esta positiva dinámica de la Vivienda de Interés Social, y seguir usando la vivienda formal como un efectivo instrumento para el cierre de brechas sociales, la reducción de la pobreza, un mejor entorno de equidad y el impulso al desarrollo y bienestar regional, en un país donde el 70% de la población tiene ingresos mensuales inferiores a cuatro salarios mínimos, 4 de cada 10 hogares viven en condición de arrendamiento y persiste una condición de déficit habitacional para un gran número de hogares en todas las ciudades del país.

La pregunta es cómo lograrlo, y la respuesta es mediante la suficiencia de recursos para financiar los programas de vivienda de interés social. Las decisiones de compra de los hogares, la estructuración y desarrollo de los proyectos, el alcance regional y la materialización de todos esos logros sociales y económicos derivados de la vivienda, tienen como común denominador un marco de certeza sobre la disponibilidad de subsidios para que todos los hogares que se han sumado y se van a sumar a esta apuesta de país sigan viendo una fuente de movilidad social en esta revolución de la vivienda social en Colombia. (Forero, 2020)

2.3 Marco legal.

Dentro de la reglamentación existente en Colombia, en cuanto al derecho a la vivienda, se encuentran:

Constitución Política de Colombia. Art. 51

Artículo 51. Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda. (Constitucion Politica de 1991)

Ley de Vivienda (546 de 1999), (Diciembre 23) Diario Oficial No. 43.827 de 23 de diciembre de 1999

Por la cual se dictan normas en materia de vivienda, se señalan los objetivos y criterios generales a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular un sistema especializado para su financiación, se crean instrumentos de ahorro destinado a dicha financiación, se dictan medidas relacionadas con los impuestos y otros costos vinculados a la construcción y negociación de vivienda y se expiden otras disposiciones. (Ley 546 de 1999)

Ley 387 de 1997 Julio 18) Reglamentada Parcialmente por los Decretos Nacionales 951 – 2562, y 2569 de 2001 Por la cual se adoptan medidas para la prevención del desplazamiento forzado; la atención, protección, consolidación y esta estabilización socioeconómica de los desplazados internos por la violencia en la República de Colombia violencia. (Ley 387 de 1997
)

Ley 3 de 1991 (enero 15) Ley 3 de 1991 (Enero 15 de 1991) Por la cual se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el subsidio familiar de vivienda, se reforma el Instituto de Crédito Territorial, ICT, y se dictan otras disposiciones. Territorial, ICT, y se dictan otras disposiciones. (Ley 3 de 1991)

2.4 Aspectos generales de calidad en la vivienda.

La vivienda de interés social (VIS) debe cumplir con los parámetros de calidad de una vivienda adecuada, de acuerdo con lo dicho en el folleto informativo # 21: El derecho humano a una vivienda adecuada, de la Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos de la ONU, adicionalmente su diseño y construcción deben velar por el uso sostenible de los recursos naturales. (Díaz & Ramírez, 2011)

El derecho a la vivienda adecuada los Derechos Humanos de las Naciones Unidas, hace parte de los derechos humanos económicos y sociales, el derecho de todo hombre, mujer, joven y niño a acceder y mantener un hogar y una comunidad, seguros de que pueden vivir con paz y dignidad y es un elemento fundamental para la dignidad humana, la salud física y mental y sobre todo la calidad de vida que permite el desarrollo del individuo. En toda vivienda se deben considerar: Un área adecuada para dormir, que incluya el espacio necesario para el mobiliario de almacenamiento de ropa, como medida de protección de las condiciones de salud de los miembros del hogar. El espacio y el mobiliario necesario para el aseo personal y de la ropa; por lo que toda vivienda debe tener una unidad sanitaria que brinde: disposición sanitaria de excretas, aseo personal en ducha y lavamanos y una zona de lavado, secado y planchado de ropa. Una unidad de alimentación, que incluya el espacio necesario y el mobiliario para el almacenamiento, limpieza, procesamiento y consumo de los alimentos. Adicionalmente, en la vivienda los miembros del hogar desarrollan otro tipo de actividades relacionadas con el ocio y la generación de ingresos, conocerlas previamente a la elaboración del diseño del proyecto es relevante para su sostenibilidad. (Díaz & Ramírez, 2011)

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Una vivienda adecuada, considerando el deber ser de la misma y el espacio-tiempo, para su concepción holística incluye las siguientes dimensiones:

1. Seguridad jurídica de la tenencia Los beneficiarios de una vivienda deben gozar de seguridad de la tenencia, que les garantice protección legal contra el desahucio (sin el debido proceso), el hostigamiento u otras amenazas.

2. Disponibilidad de servicios, materiales e infraestructuras Los beneficiarios de una vivienda deben permanentemente acceder al agua potable, la energía para la cocina y alumbrado, instalaciones sanitarias y de aseo, lugares de almacenamiento de alimentos, sistemas de eliminación de desechos, drenajes y servicios de emergencia.

3. Gastos de vivienda soportables Los gastos del hogar que entraña la vivienda no deben impedir, ni comprometer el logro y la satisfacción de otras necesidades básicas del hogar.

4. Vivienda habitable La vivienda debe ofrecer un espacio adecuado a sus ocupantes y protegerlos del frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros peligros para la salud, riesgos estructurales y vectores de enfermedad. Debe garantizar también la seguridad física de los ocupantes.

5. Vivienda asequible La vivienda debe ser asequible a los grupos en situación de desventaja y garantizar la prioridad a los grupos desfavorecidos como las personas de edad, los niños, los incapacitados físicos, los enfermos desahuciados, las personas infectadas con el virus VIH, las personas con problemas médicos persistentes, los enfermos mentales, las víctimas de desastres naturales y las personas que viven en zonas de riesgo, entre otros grupos de personas.

6. Lugar La vivienda debe estar en un lugar con acceso a centros de empleo, servicios de atención de salud, guarderías, escuelas y otros servicios sociales. No debe estar construida en zonas de alto riesgo, lugares contaminados ni en la proximidad inmediata de fuentes de contaminación que pongan en peligro el derecho a la salud de los habitantes.

7. Adecuación cultural de la vivienda La manera en que se construye la vivienda, los materiales de construcción utilizados y la formulación de políticas deben apoyar la expresión de la identidad cultural y la diversidad de la vivienda.

-El uso sostenible de los recursos naturales Los proyectos de vivienda deben comprometerse con el uso sostenible de los recursos naturales, por esta razón la ubicación, el diseño de los espacios, el aprovechamiento de la vegetación, deben ser pensados para reducir el consumo de energía y de agua, situaciones que contribuyen a la sostenibilidad de los recursos naturales y a la disminución de los gastos de las familias. (Díaz & Ramírez, 2011)

2.5 Tipología de la vivienda.

Cada concepto en la infraestructura es resultado de un momento y puede continuar siendo idéntico o cambiante, de acuerdo a las circunstancias tipológicas constructivas de las viviendas, así la instancia analítica de un proyecto de vivienda, operará intrínsecamente con similares variables y se dispondrá con procedimientos ordenados. Existente diversas tipologías de viviendas en el ámbito estructural, bien como la vivienda colectiva, enmarcada en edificios residenciales, en los cuales se encuentra servicios comunes, para más de una vivienda. De igual modo la vivienda unifamiliar, cuya estructura es ocupada por una sola familia. Éstas se encuentran aisladas, adosadas o paradas, así cada definición alcanza la utilización de acuerdo a los diversos tipos existentes. (Bejarano, Peñarete, & Rios, 2017)

Ahora bien, si se analiza la climatología es necesario tenerse en cuenta a la hora de proyectar una vivienda, ya que el efecto térmico y el confort higrotérmico, depende de factores

como de la humedad, velocidad del aire, temperatura, vestimenta, integrando, además, el metabolismo del cuerpo de acuerdo al momento de la acción por ejemplo en actividad física, descansando, durmiente e igualmente la adaptación del mismo cuerpo en el ambiente. Para el caso de clima frío, las edificaciones se programan de acuerdo a costumbres y sensaciones de los individuos, igualmente las necesidades de calefacción; es importante tener en cuenta que si se ventila la edificación la temperatura cambia. Las habitaciones cambian de temperatura, cuando las paredes están frías, luego esa sensación será de frío, a lo cual se le llama o se le considera efecto pared fría. En una zona climática, los rayos solares que caen sobre la tierra, llegan a ella en diferente manera, ay inciden perpendicularmente o de la forma oblicua. Es importante tener en cuenta la zona climática delimitada por los trópicos de cáncer, capricornio, delimitándolo o recibiendo los rayos perpendicularmente. De esta manera se convierte un clima cálido, a la vez influye la vegetación y la lluvia Tipos de vivienda según el clima. (Bejarano, Peñarete, & Rios, 2017)

Las viviendas han venido cambiando en su construcción a través del tiempo, condicionándose a las zonas climáticas y de acuerdo a los recursos del entorno; se proyectan cada día en mejores y eficientes, en cada caso, llegando a ser repetitivas y mejorándolas con el lapso del tiempo.

A continuación, se detalla el tipo de construcción dependiendo del clima en cada región.

Vivienda clima frío.

El clima frío se caracteriza por temperaturas bajas la mayor parte del año. La humedad también suele ser baja y los vientos fuertes. Las construcciones en climas fríos se basan en el aislamiento contra el frío y la protección de los vientos dominantes, que suelen ser provenientes del norte. Por tanto, para las ventanas, la mejor orientación es hacia el sur, hacia la que se debe abrir la mayor cantidad de huecos, y dejar los mínimos al norte. El aislamiento tradicionalmente se conseguía con muros gruesos o materiales aislantes como la madera. En este tipo de clima funcionan muy bien las instalaciones de baja temperatura como la geotermia o los suelos radiantes. Para captar la mayor energía solar posible, los colores en las edificaciones suelen ser oscuros. El urbanismo se adapta con calles anchas y edificaciones aisladas para no sombrear las fachadas de las casas próximas. (Lirola, 2020)



Ilustración 3. Convención norte de Santander foto: colprensa.

Fuente: Alcaldía de Convención.

Vivienda en clima cálido y árido

Se caracteriza por sus escasas precipitaciones y una elevada diferencia de temperatura entre el día y la noche. Debido a la baja humedad en la atmósfera y a la ausencia de nubes, el sol recalienta el suelo por el día y ese mismo calor se disipa rápidamente durante la noche. Debido a la diferencia de temperatura entre el día y la noche, las edificaciones que mejor funcionan son las de gran inercia térmica, así el calor captado por el día se almacena para la noche, y el frío de la noche se disipa durante el día, manteniendo una temperatura constante. Muchas veces las edificaciones se entierran buscando la inercia que proporciona el suelo. También son habituales las construcciones con tierra por el mismo motivo. Para captar la menor energía solar posible, los colores en las edificaciones suelen ser claros. El urbanismo también se adapta con diseño de calles estrechas y muchas veces las cubren con toldos. (Lirola, 2020)



Ilustración 4. Vivienda en tarra norte de Santander.

Fuente: vanguardia. Vivienda en clima cálido.

Vivienda en clima cálido y húmedo

Se caracteriza por tener elevadas temperaturas anuales y una pequeña variación entre estaciones. Se localizan en zonas tropicales y subtropicales, debido a una incidencia mayor de los rayos solares. El cuerpo para refrigerarse ante el calor produce sudor que al evaporarse absorbe calor produciendo una disminución de la temperatura corporal. Cuando la humedad es elevada se tienen mayores dificultades para evaporar el sudor, que el viento puede favorecer. Es por esto, por lo que, en este tipo de clima, lo que se viene buscando son los vientos dominantes, y los huecos se orientan de forma que se establezca una ventilación cruzada. Las casas se dotan además de amplios aleros para protegerse tanto del sol como de la lluvia. Las instalaciones de climatización propias de este tipo de clima, son, por tanto, aquellas cuyo objetivo sea mantener el aire en movimiento, como los ventiladores. El urbanismo también se adapta para no obstaculizar la brisa en las casas colindantes. (Lirola, 2020)



Ilustración 5. Vivienda de clima cálido y húmedo

Fuente: Auto promotores

Viviendas en clima templado.

El clima templado se caracteriza por tener temperaturas medias y cuatro estaciones bien marcadas, calor en verano y frío en invierno, además de variaciones de temperatura entre el día y la noche.



Ilustración 6. Vivienda en clima templado. Ocaña norte de Santander.

Fuente: Portal inmobiliario.

Vivienda en clima templado. La arquitectura bioclimática resuelve perfectamente las diferencias de temperatura estacionales, huyendo del sol en verano y captándolo en invierno. Así como una buena inercia térmica se hace necesaria para almacenar el calor del día para utilizarlo durante la noche. El urbanismo debe tomar las características del clima frío permitiendo el soleamiento en invierno y bloqueándolo en verano. La mejor forma de permitirlo es con la ayuda de árboles de hoja caduca en las calles, donde el follaje bloquea el sol en verano y al perder la hoja en invierno, permite la entrada de sol. (Lirola, 2020)

2.6 Sistema constructivo tradicional actual de vivienda de interés social.

Para la construcción de viviendas de este tipo la única norma que rige es el código sismo resistente por lo que la única regulación vigente solo tiene en cuenta aspectos de resistencia y estabilidad, sin ningún control ni intervención sobre aspectos de salubridad, calidad espacial, confort, acústica y comportamiento térmico de la residencia. Estas faltas de exigencia en la calidad de construcción han llevado a que en todas estas décadas la solución al déficit de vivienda sea crear soluciones básicas con condiciones de habitabilidad mínima que no generan apropiación por los usuarios y son unidades de difícil intervención ya que no son construcciones con procesos de ensamblaje o elementos prefabricados. (Salas, 2016)

El papel más importante en la vivienda de interés social. En vez de buscar nuevas técnicas e innovar el mercado, constructores y promotores se enfocaron en especializarse en el método constructivo que ya se utilizaba sin intentar optimizar los recursos y procesos tecnológicos que fueron surgiendo con los años.



Ilustración 7. Vivienda de interés social convencional.

Fuente: *geoportal dane.*

Sistema constructivo

Sistema constructivo La norma NSR-10 regula las construcciones de VIS de uno o dos niveles en los sistemas más tradicionales para la construcción de VIS que son en concreto estructural y en mampostería estructural con muros de carga en aspectos estructurales y de durabilidad. Esta norma también aplica para construcciones en madera y estructuras metálicas, pero no son comunes en VIS.

La norma especifica las características y dimensiones de elementos estructurales y su cimentación. El control de obra se hace ya sea por parte de una entidad o empresa interventora exterior a la organización del constructor o por organismos de control de construcción de cada respectivo municipio.

Los controles realizados siempre verifican la calidad y resistencia de los elementos estructurales y cerramientos, en cuanto a acabados no hay mayor exigencia ya que no hay una preocupación por las condiciones espaciales de acústica, habitabilidad o condiciones térmicas. La cimentación empieza por una excavación hasta encontrar una capa de suelo estable donde apoyar las zapatas.

Por lo que esa actividad es de las que más requiere recursos y gastos, lo que se utiliza por lo general son zapatas aisladas ya que la carga de una vivienda social por su pequeña altura tiene una baja carga sobre el suelo. (Salas, 2016)



Ilustración 8. Losa de base de vivienda de interés social.

Fuente: Geo portal DANE.

La estructura al igual que la cimentación se conforma con un armazón de varillas de acero seguido por una formaleta que por lo general en madera y posteriormente al vaciado del hormigón. Todos estos son procesos requieren mucha mano de obra y con actividades que se hacen en su totalidad en el lugar de la construcción. Esto hace que los tiempos de construcción sean largos y que se generen muchos desperdicios en obra generando pérdidas de recursos y contaminación al ambiente. La formaleta se arma a partir de tablas con un promedio de anchura de 20cm esto significa que hay que ajustar y cortar los elementos de madera hasta completar las dimensiones de los elementos estructurales, después se debe ajustar y asegurar elemento por elemento en un proceso muy manual, que toma mucho tiempo y que es muy susceptible a errores humanos. El hormigón se mezcla en obra con materiales que no tienen las adecuadas condiciones de almacenamiento y al momento de mezclar las cantidades no son precisas por lo que los resultados de resistencias no son homogéneos. Así se consolida una estructura con diferentes condiciones de construcción en cada uno de sus elementos estructurales. Los cerramientos

siempre se hacen en fábrica de ladrillo, un método que también requiere mucha mano de obra y tiempo, este proceso de colocar elemento por elemento con mezcla de mortero no es nada práctico además que no es compatible con los diversos tipos instalaciones. En todos los casos de construcción de vivienda de interés social se obvian los tratamientos térmicos y acústicos.

La cubierta por lo general en fibrocemento con la única función de protección y cerramiento del exterior, sus ejecuciones no tienen un detalle específico en cambio es un elemento de una sola capa que la única función que cumple es generar el cerramiento de cubierta sin ningún efecto sobre la habitabilidad. (Salas, 2016)



Ilustración 9. Proceso de construcción de muros.

Fuente: en-obra.com.co.

Los equipos y herramientas son básicos en la construcción de viviendas, una ventaja del sistema es la fácil adquisición de estas herramientas básicas sin ninguna especialidad para la mano de obra, una de las tareas más complicadas es la mezcla del hormigón y su posterior

fundición en la formaleta. Fig. xx. Mezcladora de mortero y hormigón. Fuente: Revista portafolio. (Salas, 2016)



Ilustración 10. Mezcladora de mortero y hormigón.

Fuente: Revista portafolio.

Las instalaciones no son compatibles con los sistemas constructivos, los ductos de instalaciones van por dentro de las capas estructurales y de cerramiento, en las losas se ubican los ductos para instalaciones eléctricas y de agua lo que dificulta su supervisión y mantenimiento ya que en algunos casos para hacer mantenimiento o modificaciones se debe demoler parte de losa o de algún elemento estructural para intervenir. En los muros se hace una regata demoliendo una pequeña franja para dar espacio dentro del muro a la tubería de agua o de diversas instalaciones, esto implica mucha mano de obra y también conlleva a deteriorar una parte construida recientemente. (Salas, 2016)

Capítulo 3. Déficit De Vivienda En Los Municipios Del Catatumbo

El DANE en la metodología de déficit de vivienda en su actualización del 2009 define:

3.1 El Déficit Habitacional

El déficit habitacional está compuesto por el Déficit Cuantitativo y el Déficit Cualitativo. Cada una de estas dimensiones tiene sus propios componentes, los cuales identifican a los hogares que habitan en viviendas que tienen deficiencias y para las cuales se requiere adicionar nuevas viviendas al stock de viviendas adecuadas, o hacer intervenciones para que las viviendas se encuentran en las condiciones necesarias para garantizar la habitabilidad por parte de los hogares.

3.1.1 Déficit Cuantitativo: El resultado para cada una de estas dimensiones también puede analizarse a nivel de municipios y para cada uno de sus componentes. El Déficit Cuantitativo identifica a los hogares que habitan en viviendas con deficiencias estructurales, y para los cuales es necesario que se adicione una vivienda adicional al stock de viviendas adecuadas para que puedan habitarla en condiciones estructurales adecuadas. Los componentes de este déficit son el tipo de vivienda, el material de las paredes exteriores de la vivienda, las condiciones de cohabitación y el hacinamiento no mitigable.

3.1.2 Déficit Cualitativo: El Déficit Cualitativo de vivienda identifica a los hogares que habitan en viviendas que tienen deficiencias no estructurales, en las cuales es posible hacer intervenciones que corrijan los problemas asociados con el hacinamiento mitigable, el material

de los pisos de la vivienda, el lugar en donde se preparan los alimentos del hogar, el agua que se utiliza para prepararlos, el alcantarillado, la conexión a energía eléctrica y la recolección de basuras.

A continuación, veremos en la tabla 3, los municipios del Catatumbo y sus respectivos déficits.

Tabla 3. *Déficit habitacional municipios del Catatumbo.*

MUNICIPIOS	Total de Hogares	Déficit Cuantitativo	Hogares en Déficit Cuantitativo	Déficit Cualitativo	Hogares en Déficit Cualitativo	Déficit Habitacional	Total Hogares en Déficit
ABREGO	8,455	3.32%	281	49.02%	4,145	52.34%	4425
CONVENCIÓN	5,181	13.74%	712	58.58%	3,035	72.32%	3747
EL CARMEN	3,630	21.14%	767	67.03%	2,433	88.17%	3201
EL TARRA	5,510	45.61%	2513	40.00%	2,204	85.61%	4717
HACARI	2,624	14.98%	393	75.27%	1,975	90.25%	2368
LA PLAYA	1,954	1.28%	25	80.45%	1,572	81.73%	1597
OCAÑA	33,197	4.13%	1371	26.65%	8,847	30.78%	10218
SAN CALIXTO	2,901	14.93%	433	65.63%	1,904	80.56%	2337
SARDINATA	6,281	5.70%	358	40.97%	2,573	46.67%	2931
TEORAMA	3,919	20.27%	794	65.27%	2,558	85.54%	3352
TIBÚ	14,750	48.81%	7199	28.31%	4,176	77.12%	11375
Total Catatumbo	88,402		14,847		35,422		50,269

Nota Fuente (DANE) censo poblacional 2018.

Conociendo el déficit habitacional de cada municipio, según el censo poblacional 2018 (DANE); con 50.269 viviendas en déficit habitacional, dividiéndose en un déficit cuantitativo de

14,847 viviendas y un déficit cualitativo con 35,422 viviendas, teniendo Ocaña, El Tarra y Tibú un porcentaje mucho más alto de déficit habitacional.

En la siguiente tabla se muestra el déficit habitacional por cabecera y resto del municipio, esto nos permitirá saber, donde se requieren más viviendas, si en la parte urbana o rural de cada municipio de la región

Tabla 4. *Déficit habitacional por zona rural y urbana:*

MUNICIPIO	Hogares			Hogares en Déficit					
	Total	Cabecera	Resto	total	%	Cabecera	%	Resto	%
ABREGO	8,455	4,511	3,944	281	3.32%	150	3.32%	131	3.32%
CONVENCIÓN	5,181	2,163	3,018	712	13.74%	297	13.74%	415	13.74%
EL CARMEN	3,630	750	2,880	767	21.14%	159	21.14%	609	21.14%
EL TARRA	5,510	2,462	3,048	2,513	45.61%	1,123	45.61%	1,390	45.61%
HACARI	2,624	363	2,261	393	14.98%	54	14.98%	339	14.98%
LA PLAYA	1,954	254	1,700	25	1.28%	3	1.28%	22	1.28%
OCAÑA	33,197	29,935	3,262	1,371	4.13%	1,236	4.13%	135	4.13%
SAN CALIXTO	2,901	579	2,322	433	14.93%	86	14.93%	347	14.93%
SARDINATA	6,281	2,697	3,584	358	5.70%	154	5.70%	204	5.70%
TEORAMA	3,919	798	3,121	794	20.27%	162	20.27%	633	20.27%
TIBU	14,750	5,716	9,034	7,199	48.81%	2,790	48.81%	4,409	48.81%
Total	88,402	50,228	38,174	14,847	17%	6,214	12%	86,333	23%

Nota Fuente: Autor de la Investigación basado en el Censo del DANE.

Capítulo 4. Construcción Modular.

Este capítulo, se introduce con un artículo, además del concepto modular desde el cual partimos en esta investigación, como también el marco legal, ventajas y desventajas de la prefabricación y sus beneficios. (Revista de la construcción sostenible)

La encuesta mundial de construcción internacional de turner & town-send, afirma que 23 de los 43 mercados encuestados padecen de aumento en los costos de producción y tienen escasez de capital humano debido a su productividad deficiente, sin embargo, detalla casos innovadores de alta calidad donde la fusión de fabricación y construcción ha abierto nuevos mercados y flujos de ingresos con soluciones de construcción creativas.

La construcción modular surge como una de esas soluciones, Desde hace años los materiales y sistemas de construcción son usualmente los mismos, pero ahora que la demanda de viviendas, centros comerciales, hospitales, oficinas y todo tipo de edificios crece en forma exponencial, en ocasiones es difícil construir con métodos tradicionales de forma rápida y eficiente.

Como lo argumenta el director del programa Líderes Globales en la Gestión de la Construcción de la Universidad de Columbia, Ibrahim Odeh "esta tecnología promete mejorar la productividad en el sector.

Este sistema constructivo basado en el ensamblaje de unidades modulares prefabricadas permite crear desde pequeños espacios arquitectónicos hasta edificios para múltiples usos y

aplicaciones. Permite la flexibilidad y personalización de la edificación, y es una solución a la situación actual de edificación masiva a costos elevados y tiempos muy dilatados que impiden que las construcciones se puedan personalizar a gusto del cliente final.

La construcción mediante módulos tiene varias ventajas para el medio ambiente, ya que optimiza los recursos y usa en mayor parte materiales sostenibles y de bajo impacto ambiental. Además, su fácil montaje y desmontaje permite construir sin dejar huella en el entorno, lo que aporta al compromiso y responsabilidad medioambiental de los constructores. Asimismo, se usan productos de baja energía y la aplicación de medidas de ahorro energético, entre las que se sitúan un correcto aislamiento, captación de energía y reutilización del agua.

En cuanto a la eficiencia, el sistema constructivo es más eficiente y sostenible, ya que requiere una menor movilización de recursos permitiendo un mayor control de todos los procesos y residuos. Desde la fase de diseño se procura pensar en todos los detalles, para que la construcción final deje la menor huella posible y se convierta en la más eficiente.

En este tipo de construcciones se emplean perfiles de acero de alta resistencia, aislamientos con mejores prestaciones, envolventes técnicas con alta eficiencia energética y solidez estructural, se aleja de los 'gruesos muros', además existen grandes e importantes innovaciones, como son las instalaciones de agua, calefacción, entre otras que hoy se hacen posibles gracias al uso de materiales plásticos que han desplazado las soluciones tradicionales, como eran el cobre o el plomo, mejorando al tiempo la salud de sus usuarios.

El uso racional de materias primas y energía, la eliminación de los desechos al finalizar la obra, la reducción del impacto acústico y la oportunidad de reciclar hasta el 60% de los

materiales para otro diseño, son algunas de las contribuciones que este tipo de construcción puede aportar a una economía circular responsable con los residuos. Además, son fuertes y versátiles y no tiene casi restricciones arquitectónicas, lo que da la posibilidad de incorporar futuras ampliaciones si es necesario.

Masificar la construcción modular representara un cambio en la mentalidad y en los procesos tanto del constructor como del cliente. Esto implicara, además, trabajo diferente para las empresas, ya que los controles de calidad y los procesos constructivos son distintos desde el punto de vista de diseño arquitectónico, el cálculo estructural, la logística, la construcción, la calidad, entre otros.

Este modelo de construcción se caracteriza por ser uno de los que mayor proyección puede tener, a pesar de la conocida coyuntura del mercado inmobiliario.

Esta proyección puede también serlo para los sectores afines como: materiales de construcción, estudios de arquitectura y sector inmobiliario, entre otros.

Como lo menciona Steve McGuckin, director global de Turner & Townsend, "el crecimiento económico Jobal constante, la creciente demanda de construcción y la escasez de habilidades y mano de obra, se combinan para proporcionar a los gobiernos, clientes y la industria motivos para que se comprometan a invertir en la mejora de la productividad".

Hasta ahora la construcción modular no se ha implementado de forma tan generalizada, quizás por desconocimiento por parte del usuario final de las posibilidades y ventajas que este tipo de edificación ofrece. En Colombia, en el entorno de la edificación, la modular como opción de vivienda habitual no ha sido uno de los recursos demanda dos por los ciudadanos, a diferencia

de otros países. Por ejemplo, algunos expertos citan que en Japón cerca del 40% de las edificaciones corresponden a construcciones modulares, también en Estados Unidos o los Países Nórdicos son muy habituales.

Por tal razón Odeh argumenta que "se debe cambiar la cultura a nivel empresarial, sectorial y gubernamental. Es muy importante para el sector constructor la transformación de las personas y la adopción de tecnologías y herramientas para desarrollar mejores prácticas (Revista de la construcción sostenible)

4.1 ¿Qué es un módulo?

Definimos módulo como una unidad constructiva. Ampliando la definición podemos decir que un MODULO; es una pieza o conjunto unitario de piezas que, en una construcción, se repiten para hacerla más sencilla, regular y económica. El módulo, por lo tanto, forma parte de un sistema y mantiene algún tipo de relación o vínculo con el resto de los componentes. Lo repetitivo (modular) es fácil de ensamblar y suele ofrecer una amplia flexibilidad (no en sus componentes sino en la manera de armado o montaje). (Matos, 2012)

Se conoce como modularidad a la capacidad de un sistema para ser entendido como la unión de varios componentes que interactúan entre sí y que son solidarios (cada uno cumple con una tarea en pos de un objetivo común). La arquitectura denomina módulo a la medida que se utiliza para calcular las proporciones de los cuerpos arquitectónicos. Es que, a nivel general, se conoce como módulo a la dimensión que convencionalmente se toma como unidad de medida. Para la geometría, el módulo es la longitud del segmento que define un vector. La matemática,

por su parte, señala que el módulo es el valor absoluto de una cantidad o la cantidad que sirve como medida de comparación en ciertos cálculos. (Matos, 2012)

Módulos: Serie de componentes empleados en el montaje de unidades de diferentes tamaños. Debe existir entonces una correspondencia entre las dimensiones de una estructura y los tamaños de sus componentes, para ello se emplea una retícula que se basa en un módulo cúbico de, por ejemplo, un metro por un metro en adelante. (Matos, 2012)

¿Un ladrillo es un módulo? Cuando hablamos de construcciones modulares a menudo surge la pregunta acerca de si un ladrillo o un bloque de cemento de medidas estándares constituye en sí mismo un módulo, ya que es utilizado en obra de manera sistemática y repetitiva. Para responder esta cuestión se debe comprender que la denominación “módulo” hace referencia a una unidad; por el contrario “modular” se refiere a un sistema de construcción o montaje que viene dado desde el mismo concepto del anteproyecto, del producto o de la edificación final. Siguiendo esta línea de pensamiento podemos afirmar que un ladrillo es un módulo, pero no todas las construcciones que utilizan ladrillos son modulares. Sólo lo son aquellas que han sido concebidas desde su proyecto inicial con todas las características afines a la construcción modular, esto es: realización de estructuras mayores en ambientes controlados diferentes a la locación final de la obra, construcción en seco, flexibilidad de montaje, facilidad de armado, economía en tiempos de ejecución, fácil reemplazo de las partes, posibilidad de crecimiento, transporte a obra acorde a un plan de logística y montaje, etc. (Matos, 2012)

4.2 Casas modulares en Colombia: Todo lo que querías saber

Las casas prefabricadas o modulares van ganando terreno y pisando fuerte en el ámbito de la construcción en seco. Esto se debe a que cada vez las posibilidades son más variadas y las soluciones mejor pensadas para adaptarse a distintas necesidades de los interesados en estos tipos de vivienda. Las casas prefabricadas en sus inicios no ofrecían suficientes opciones, eran todas prácticamente iguales y se diferenciaban en su aspecto de las construcciones tradicionales y no precisamente por sus ventajas. Hoy en día en cambio, arquitectos en todo el mundo han creado diseños y estructuras que nada tienen que envidiarle a las casas construidas in situ y esto sumado a las claras ventajas que ofrecen las casas prefabricadas a contribuido a este boom de popularidad. (Belisario, 2019)

No se puede negar que las casas prefabricadas son más amigables en términos de presupuesto y por diferentes razones. La primera y más evidente es porque sencillamente son más económicas que sus pares tradicionales por sus materiales, técnicas de construcción y mano de obra. Pero esto no es todo, existe una variable vital a la hora de comparar gastos con una construcción realizada directamente en el terreno: el tiempo de obra. Un proyecto que se extiende varios meses e incluso años, acarrea muchísimos gastos. Si estamos construyendo una casa con fines residenciales, necesitaremos un lugar dónde vivir mientras se construye, entonces nos enfrentamos a dos opciones: o no podremos vender aún nuestra casa actual o si tuvimos que venderla para obtener el capital para la compra habrá que alquilar algo mientras tanto. Luego está la compra de los materiales y dónde almacenarlos en la medida que se van usando. Y finalmente el proteger de las inclemencias del tiempo las estructuras que se van levantando. La casa prefabricada construye sus módulos en la fábrica directamente y en el terreno sólo ocurre el proceso de ensamblaje, haciendo el proceso mucho más simple y breve. (Belisario, 2019)

Acompáñennos a conocer algunas casas prefabricadas disponibles en Colombia.

¿Qué son casas prefabricadas?

Las casas prefabricadas son aquellas viviendas cuyas construcciones se realizan a partir de módulos o secciones estandarizadas y que se fabrican de antemano, en una locación distinta al terreno de construcción en sí, generalmente fábricas o galpones. Una vez terminadas, estas piezas se envían al lugar de emplazamiento donde finalmente se ensamblan. Las casas prefabricadas presentan ventajas significativas a la hora de optar por una vivienda propia por diferentes razones: económicas, temporales y hasta ecológicas, lo cual explica el alza en su popularidad. (Belisario, 2019)

Diseño de casas prefabricadas

El diseño de casas prefabricadas ha evolucionado de tal forma, que ya no es posible distinguirlas de las casas de construcción tradicional. Los arquitectos y fabricantes le ofrecen a sus compradores una gama de opciones tan amplia, que les permite elegir una casa que llene todas sus expectativas. Varios tipos de fachadas, revestimientos, estilos arquitectónicos e infinidad de modelos se intercambian entre sí, haciendo que el cliente sienta que optó por una casa que refleja su personalidad y sus gustos, en vez de una vivienda fabricada en serie. Una vez que el dueño potencial se da cuenta de esto, los pros de la casa prefabricada se hacen más y más atractivos y los contras se difuminan, ya que la mayor crítica que se les hacía a este tipo de construcciones en el pasado era justamente que se vean “prefabricadas”. (Belisario, 2019)

Presupuestos mucho más económicos

Desde el punto de vista del capital y presupuesto que supone una inversión en este tipo de vivienda, las casas prefabricadas resultan una gran elección, ya que son muchísimo más económicas que las construcciones tradicionales. El ahorro viene dado por el tipo de materiales, la construcción en una locación remota, los procesos estandarizados y mucho menos gastos asociados a la mano de obra y al tiempo que durará la construcción. Una casa prefabricada en Colombia para una familia tipo puede costar desde \$19.000.000 en adelante, dependiendo de la complejidad del diseño y el tamaño de la superficie. (Belisario, 2019)

Impacto ambiental de las casas prefabricadas

Por su tipo de construcción y la limpieza y celeridad del proceso, ya que la obra no genera prácticamente residuos ni contaminación sónica, el impacto ambiental de las casas prefabricadas es muchísimo más bajo que el de una vivienda convencional. Con una casa prefabricadas nos ahorraríamos los ruidos molestos que provoca una obra, así como los gases y polvo que despiden distintos procesos de construcción. Por todo esto, las casas prefabricadas se consideran como un tipo de edificación mucho más “verde”. (Belisario, 2019)

¿Cuánto tiempo toma el proceso de construcción de una casa prefabricada?

En promedio, la construcción de casas prefabricadas demora entre 40 a 60 días. Al abreviar los tiempos de obra, factores como el clima, la inflación reflejada en el costo de los materiales y sobretodo la posibilidad de mudarse en un período de tiempo corto son beneficios enormes. Una obra realizada durante la época de lluvias retrasaría una construcción tradicional, ya que se realiza en el terreno. Cuanto más tiempo demande el proceso, más probabilidades de que la inflación influya en el precio de los materiales y herramientas. Finalmente, si necesitamos vender

otra vivienda para construir la nueva, cuanto antes podamos mudarnos y ahorrarnos alquileres u otros gastos de alojamiento mejor. (Belisario, 2019)

Casas container

Las casas container son una opción de vivienda prefabricada que se ha puesto muy de moda. Los contenedores pueden revestirse en el exterior dándoles el aspecto a estas estructuras de casas de construcción tradicional, o pueden dejarse tal y como se compraron, con esa impronta industrial tan cool. Existen containers de diferentes tamaños y la posibilidad de colorarlos de forma superpuesta o adyacente, para viviendas más grandes. (Belisario, 2019)

Los interiores de casas prefabricadas

Especialmente en los interiores, las casas prefabricadas son exactamente iguales a las viviendas tradicionales. Basta con frisar o estucar las paredes y elegir los revestimientos de los pisos y techos, para camuflar cualquier tipo de vestigio estructural que pudiera delatar que se trata de una casa prefabricada. (Belisario, 2019)

Construcción en seco

La construcción en seco, más allá de la fabricación de casas prefabricadas, ofrece muchísimas opciones para quienes estén pensando en construir su nueva casa. Hoy en día sistemas constructivos como el steel framing, los armazones de madera, los revestimientos de planchas OSB, paneles SIP y pare usted de contar, han hecho que la construcción tradicional caiga cada vez más en el desuso. (Belisario, 2019)

4.3 ¿Qué es un Diseño Modular?

Es el diseño basado en la modulación reticular de espacios que permiten optimizar el tiempo de construcción. Debido a que las estructuras modulares son transportables, desarmables y reorganizables permiten su reutilización al generarles un nuevo uso diferente para el que fueron fabricados. El proceso de industrialización y la producción bajo techo, a salvo de factores climatológicos, permiten un importante ahorro de recursos y tiempo que repercuten en el bolsillo del promotor. La estandarización también es un factor importante a la hora de abaratar costes, sin pretender que todas las casas modulares tienen que ser iguales. (Matos, 2012)

Calidad: A diferencia de viviendas convencionales, las casas prefabricadas se hacen en fábricas, esto se traduce en materiales de construcción capaces de ser controlados e inspeccionados apropiadamente y con poco margen de error y a la vez se garantiza la calidad de construcción mucho más a fondo que en una construcción convencional. Además, los materiales utilizados para construir una casa modular no están expuestos a las inclemencias del tiempo sino que se mantienen en un ambiente de temperatura controlada eliminando así el riesgo de materiales desgastados, fallados y/o arruinados. (Matos, 2012)

Eficiencia de energía y costo: Las casas modulares o prefabricadas son construidas también para ser más eficientes energéticamente que una vivienda convencional. Sus diseños con mayor aislamiento, y en muchos casos materiales de mejor calidad, redundan en un hogar sustentable que permite ahorrar dinero en costos de calefacción y aire acondicionado, costos que son cada vez más elevados en estos días. Y si el ahorro de dinero es un tema importante a la hora de la evaluación, entonces se debe mencionar que el costo promedio por metro cuadrado de una

casa prefabricada es significativamente más barato que otras casas no prefabricadas y usualmente implican un menor mantenimiento. Estos ahorros se producen por varias razones, empezando por la forma en que estas viviendas están construidas y montadas. Solo por ser construida en fábrica el costo es bajo ya que los materiales pueden ser comprados a granel, se disminuyen los costos laborales, se aprovechan mejor los tiempos de producción, se evita cualquier tipo de accidente en la construcción y no se desperdician materiales sobrantes, es decir se disminuyen muchos riesgos y en suma estos beneficios resultan en un mejor precio. (Matos, 2012)

Montaje en vez de construcción

Al igual que los entretenimientos infantiles con juegos de piezas que se arman como mecanos y legos, en la construcción de viviendas se están utilizando de manera creciente componentes fabricados en plantas de producción, que se ensamblan sobre el terreno. Algunos defienden que esta es una solución que acelera dramáticamente el proceso de construcción, reduciendo a la vez costes e impacto ambiental. Sin embargo, este último punto resulta especialmente controvertido. (Matos, 2012)

4.4 Ventajas de los prefabricados Algunos de los factores que en este tipo de construcción apuntan como beneficios son los siguientes:

A) La construcción se convierte en una actividad continua, al menos en la planta de producción, en la que durante todo el año se fabrican los componentes de las futuras edificaciones. Esto permite que los trabajadores del sector de la construcción, o una parte de ellos, tengan un empleo fijo, menos sujeto a las variaciones climáticas o relativas al sector de la construcción. Ligado a esto, encontramos lo que muchos promotores definen como una clara

ventaja: el hecho de que la mano de obra que trabaja en estas cadenas de montaje no necesita una formación especializada. Esto resulta interesante a los promotores de viviendas en países en los que, por ejemplo, se construye habitualmente un gran número de viviendas de madera, como en Estados Unidos. Este sistema de construcción permitiría prescindir de un carpintero profesional y emplear a un obrero no especializado en la cadena de montaje. Por supuesto, este obrero percibiría un salario más bajo. (Matos, 2012)

B) La rapidez de montaje, tanto en el caso de viviendas modulares como en edificios con parte de sus componentes prefabricados, se acorta el tiempo de ejecución de la obra, en algunos casos a la mitad, aunque resulta más espectacular en el caso de viviendas totalmente construidas en fábrica. Tras su transporte al sitio de la construcción o emplazamiento definitivo, una vivienda totalmente prefabricada puede ser montada, cerrada y ocupada en cuestión de días. (Matos, 2012)

C) Importante ahorro de materiales utilizados en obra. Con los elementos prefabricados, ya se trate de edificios o de viviendas modulares, es posible la construcción o montaje en seco, es decir, se puede prescindir del mortero. (Matos, 2012)

D) Reducción de los residuos de la construcción, al llegar los componentes prefabricados a obra, se reduciría la cantidad de residuos generados en el terreno donde se realiza la construcción (embalajes, rotura de piezas...). (Matos, 2012)

E) Existen productos de última generación que han comenzado a utilizarse en la industria de la construcción como producto final que permiten el ahorro de energía. Por ejemplo, se

construyen paneles para viviendas con un mayor aislamiento térmico y acústico que el que se suele aplicar en la mayoría de las obras. (Matos, 2012)

F) Los componentes prefabricados se construyen con materiales de la misma calidad que en la obra o incluso de calidad superior, puesto que los componentes y proceso de producción están sujetos a un mayor control en la planta productora (condiciones ambientales, controles de calidad...). Además, los materiales están menos expuestos a inclemencias meteorológicas, ya que el montaje se realiza en un breve período de tiempo y por tanto no están expuestos a condiciones climáticas adversas durante meses. También poseen una mayor fortaleza para resistir durante el transporte y montaje debido a que luego de ser fabricados se han dejado reposar tras su construcción o montaje definitivo. (Matos, 2012)

G) La prefabricación de elementos constructivos abre el camino hacia la creación de edificios y construcciones donde es más sencillo desensamblar o de-construir cuando estos llegan al final de su vida útil y poder así utilizar los materiales en otro lugar. También es posible un mayor control sobre los procesos y materiales, tanto en la gestión de residuos generados (más sencilla en planta que en obra) como en la eliminación de productos tóxicos. Otras ventajas que se apuntan son que la vivienda puede ser totalmente desmontada y llevada a otro emplazamiento elegido si los habitantes así lo decidieran. Por lo que respecta a la estética, el resultado final no permite diferenciar la vivienda prefabricada de una construida sobre el terreno. Para el cliente final es un modo de economizar tiempo y dinero. La construcción industrializada es un proceso más intensivo en energía fósil y menos en energía humana. La reducción del tiempo de trabajo, la menor energía utilizada en la producción, la cantidad de trabajadores necesarios, etc. Se

consigue una casa de las que actualmente llamamos “de diseño” de manera más asequible. Se ahorran algunos materiales, tiempo de ejecución y mano de obra que a su vez redundan en un ahorro económico y ambiental. Incluso los beneficios ambientales de la construcción con prefabricados tienen actualmente defensores por doquier y merecen una reflexión más detenida. (Matos, 2012)

4.5 ¿Beneficios o daños ambientales?

Materiales ecológicos: Salvo en contadas ocasiones, las viviendas prefabricadas están producidas con materiales ecológicos. Muchas veces se trabaja con productos similares a la edificación convencional. A menudo son materiales ecológicos tan solo por ser inertes o no tóxicos. Se disminuye la presión y contaminación del medio ambiente que hasta hoy esos materiales han llevado asociada. Las casas prefabricadas utilizan aislantes de lana de roca, acero o madera. (Matos, 2012)

Demasiadas veces se confunden términos o se utilizan de manera ambigua. El medio ambiente está en boca de todos y a menudo se cuelga la etiqueta de ecológico a un producto demasiado pronto. Desde el punto de vista medioambiental, está claro que los prefabricados son una solución de bajo impacto y, por tanto, un sistema de construcción más ecológico. (Matos, 2012)

Transporte: Los elementos o viviendas prefabricadas requieren un desplazamiento desde la planta de producción al destino final de implantación. Las materias primas se transportan hasta la planta, allí se cortan y escuadran, transformándose en piezas acabadas que posteriormente a su vez se transportan hasta la parcela del cliente para ser ensambladas. Es muy importante en este

proceso la eficiencia necesaria para armonizar la logística y organización de los diferentes pasos a efectos de economizar al máximo en el coste final del producto, (casa ya montada) elemento crucial en todo el procedimiento relativo a la construcción de unidades habitables con el sistema de prefabricación. Esta eficiencia final se basa en que el tiempo y la energía consumidos en el proceso industrial y fabricación de los componentes en planta se ven reducidos notablemente. (Matos, 2012)

Residuos generados: Que se produzcan menos residuos en planta que en obra no significa que no se generen. Materiales defectuosos y embalajes de materias primas se convierten en residuos en la planta de fabricación, aunque no se hagan visibles inmediatamente o sobre un terreno. Su gestión, afortunadamente, está sometida a un mayor control y urgencia que en una obra tradicional y es más racional. (Matos, 2012)

Casas modulares y ecológicas Algunas de las viviendas modulares que podemos encontrar en nuestro país se presentan como ecológicas, aunque, de hecho, estén realizadas con materiales convencionales que, sin ser tóxicos, no destacan por ser especialmente respetuosos desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, también hay experiencias de casas modulares prefabricadas conformadas totalmente por materiales ecológicos y con prestaciones para el ahorro de energía. Estas viviendas están pensadas incluso para que al final de su vida útil puedan ser desmontadas y transportadas. Las viviendas que construyen un puñado de buenos y dedicados estudios de arquitectura presentan buenas características en cuanto a bioclimatismo (como su nivel de aislamiento térmico y acústico) y están conformadas por materiales naturales y renovables de baja energía incorporada. Por ejemplo, incluyen materiales como piedra, madera,

acero, corcho, cristal y aluminio, evitan el uso del PVC e incorporan acabados en forma de pinturas y barnices de poro abierto en cuya composición solo figuran ingredientes naturales. Su diseño permite la incorporación de sistemas accesorios como la recogida de aguas pluviales o la inclusión de sistemas de energía solar y eólica, paneles fotovoltaicos, iluminación por leds, suelo radiante y aire acondicionado por sistema fan-coil. El consumo de energía puede ser comprobado y ajustado permanentemente desde una pantalla central desde donde se controla toda la vivienda. (Matos, 2012)

4.6 Marco legal construcción modular.

NSR-10 – título G – estructuras de madera y estructuras de guadua Capítulo G.11 – preparación, fabricación, construcción, montaje y mantenimiento Capítulo G.8 – armaduras G.8.1.10 – dimensiones mínimas Capítulo G.9 – sistemas estructurales G.9.4 – sistemas estructurales combinados G-89 G.9.5 – madera laminada G-89 G.9.5.1 – método de diseño estructural Esta norma y el título G, es un referente para la aplicación de las especificaciones técnicas referente a las estructuras con madera y también de conocimiento de las características y clasificación.

♣ NSR 10 - Capítulo F – Estructuras Metálicas Capítulo F.2 – Estructuras de acero Con Perfiles Laminados Esta norma y el título F, es un referente para la aplicación de las especificaciones técnicas referente a las estructuras con acero, así mismo para conocimiento de las características y clasificación.

♣ Norma Técnica Colombiana NTC 5832 - prácticas normalizadas para fabricación y montaje de estructuras en acero.

♣ Norma Técnica Colombiana NTC 2332 - construcción de edificaciones. Coordinación modular. Principios y reglas Esta norma especifica los objetivos de la coordinación modular y establece los principios generales y reglas por aplicar al determinar las dimensiones de las construcciones y el posicionamiento y dimensiones de los componentes, equipo y ensamble.

♣ Norma Técnica Colombiana NTC 2500 - Ingeniería civil y arquitectura uso de la madera en la construcción Esta norma tiene por objeto optimizar el empleo de la madera y sus productos derivados en la construcción y el mantenimiento de las edificaciones de la misma. Los requisitos obligatorios de diseño estructural de madera están contenidos en la correspondiente norma de Construcciones Sismo resistentes. La presente norma se aplica a construcciones hechas totalmente de madera y a elementos componentes de madera.

♣ Norma Técnica Colombiana NTC 2446 – Paneles prefabricados. Clasificación y Requisitos. Esta norma tiene por objeto establecer la clasificación y los requisitos físicos y mecánicos que deben cumplir los paneles prefabricados. Asimismo, esta norma se aplica a los paneles prefabricados destinados a formar parte de una edificación, ya sea que estén formados por un solo material o por diversos materiales unidos. (Matos, 2012)

Capítulo 5. Recopilación De Sistemas Constructivos Modulares.

En este capítulo se recopilan trece sistemas de la construcción modular de vivienda de la actualidad; se intentó exponer el mayor número de sistemas, para darle contexto a la investigación con diferentes tipos de construcción modular, se muestra la construcción 3D mediante impresoras en concreto, una nueva tecnología que revolucionara la construcción de vivienda de interés social en un futuro, también se incluyeron algunos sistemas de otras regiones, como el sistema constructivo en contenedores marítimos, el sistema en guadua y sistemas tridimensionales ligeros o pesados , también sistemas aplicados en otro país como Tecnofast y Sismoha implementados en España y finalmente, se enfatiza en las alternativas de solución de construcciones más relevantes y aplicables para la región, como lo es la construcción en paneles prefabricados por su economía, facilidad de transporte y duración en su ejecución.

5.1 Sistemas De Construcción Modular Tridimensional.

5.1.1 Módulos tridimensionales ligeros. Buscando la disminución del peso en función de un mejor rendimiento industrial, estos módulos se caracterizan por el uso de materiales livianos como el acero, el aluminio, el amianto-cemento, la madera y los plásticos. Con respecto a la producción, estas tipologías son más susceptibles a la automatización y robotización del ensamblaje de sus componentes (soldaduras, anclajes mecánicos, encolados, etc.) asemejándose

en mayor medida a la fabricación de componentes del sector automotriz. 4 A estos módulos se le atribuyen algunas ventajas como la facilidad de fabricación, la sencillez del montaje y la viabilidad del transporte, una vez que el peso actúa como factor importante en los procesos citados. En este sentido, son las instalaciones más fácilmente reparables, considerando que el acceso se hace por partes desmontables y no embebidas en hormigón. Otro punto importante a ser considerado, es la posibilidad de reutilización o reciclaje de elementos, debido a la facilidad para desacoplar estos componentes. (Matos, 2012)



Ilustración 11. Construcción tridimensional en modulos ligeros 1945.

Fuente (Goodman & Chant,1,999)

5.1.2 Módulos tridimensionales pesados.

Tienen como principal componente el hormigón. Como en todo proceso de hormigonado, se ejercen, en la producción de los módulos pesados, prácticas más artesanales, cuando comparadas a otros procesos industriales, debido a las técnicas aplicadas al manejo de este

material. Responsables por la rigidización del módulo, los elementos de hormigón requieren cierto cuidado durante la fabricación. El vertido es una etapa en que deben ser tomadas precauciones a fin de evitar errores, como fugas, oclusión de burbujas de aire o desplazamiento de las armaduras, los cuales pueden comprometer el desempeño de la estructura. Aunque el peso dificulte factores como el transporte y la elevación, esta tipología presenta considerable durabilidad y resistencia frente a la acción de intemperies. Los módulos pesados, cuando combinados por adición y sin la interferencia de una estructura auxiliar, aportan al conjunto mejores prestaciones térmicas y acústicas, obtenidas a partir del doble grosor de cada pared, una vez que las unidades están superpuestas. El uso del hormigón como material principal en la fabricación de estos módulos, provoca una reducción de las posibilidades, a lo que se refiere al tema de la sostenibilidad. Es decir, se hace más difícil la adopción de procesos como el reciclaje, la reutilización e incluso el desplazamiento de los mismos. En cuanto al mantenimiento y acceso a las instalaciones, hay que buscar en otros materiales, recursos compatibles a la estructura del módulo, que permitan la adaptación de estos mecanismos. (Matos, 2012)



Ilustración 12. . Construcción tridimensional en modulos de concreto.

Fuente wordmeter

5.2 Construcción En 3d.

Según la definición del Comité Internacional F42 (ASTM), la manufactura aditiva hace referencia al proceso de producción en el que los componentes son creados capa por capa partiendo de un diseño en 3D.

Pero más allá de su definición técnica, la impresión en 3D o manufactura aditiva es una innovación revolucionaria para el sector de la construcción que hace posible fabricar piezas con geometrías complejas, con un menor desperdicio de materiales y mejores tiempos de construcción.

Estas ventajas resultan atractivas para la industria de la construcción y de hecho, hoy en algunos países del mundo ya hay ejemplos reales de edificaciones, paraderos de buses, mobiliario urbano y hasta viviendas fabricadas en menos de 24 horas hechas con esta tecnología.

Parte de la solución a estos retos puede estar en la manufactura aditiva o impresión 3D. Los primeros pasos en Colombia en este campo los está dando Conconcreto, firma de construcción colombiana que desarrolló la primera impresora 3D de gran formato, con la visión de imprimir viviendas de interés social de forma masiva y a un costo asequible para un mayor número de personas en Colombia.



Ilustración 13. .360 en concreto argos.

Fuente: Concreto.

Aunque se trate de una tecnología que permitiría acelerar la construcción de viviendas de interés social, con ahorro de materia prima y menos desperdicio de materiales, la impresión 3D todavía se encuentra en fase experimental en nuestro país.

Tomado de vivienda con impresión 3d en Colombia.

5.3 Sistemas de estructura metálica con cualquier tipo de cerramiento

5.3.1 Corpacasa

Este sistema de construcción de vivienda es industrializado. Está compuesto por una serie de pórticos metálicos y una losa de entrepiso lo que hace que este sistema provea toda la estructura tanto horizontal como vertical de la vivienda. La cimentación, instalaciones y cerramiento deben ser incorporadas en obra al sistema. De esta manera, la vivienda Corpacasa está conformada por una estructura liviana de vigas y columnas elaboradas en perlines, placas de entrepiso construidas con lámina colaborante y una cubierta metálica. Constructivamente el sistema implementa accesorios adosados a las columnas de tal manera que en obra se encajen las

vigas en los accesorios y luego son apernados por lo tanto no se requiere de mano de obra especializada para su montaje. Está formado por una estructura liviana de vigas y columnas elaboradas en perlines, placas de entrepiso constituidas con lámina colaborante y una cubierta metálica y Muros de Cerramiento y divisiones hechas en mampostería y paneles. Se puede usar para hacer construcciones de hasta 5 pisos.



Ilustración 14. Viviendas modulares Corpacasa.

Fuente: corpacero.

5.4 Sistemas Modulares En Paneles Prefabricados.

5.4.1 SISTEMA SIP PANEL.

SIP es la sigla en inglés que corresponde a Structural Insulated Panels o Paneles Estructurales Isotérmicos. Se trata de una de las más nuevas tecnologías de construcción desarrollada en Estados Unidos para construir todo tipo de diseño arquitectónico (habitacional, industrial y comercial). El sistema constructivo SIP implica una evolución respecto del sistema tradicional de frame o estructura de pies derechos y soleras, ya que permite construir muros con una sobresaliente resistencia estructural, fáciles de montar, empalmar, clavar, cortar y cablear.

Estos paneles están conformados por dos placas que pueden ser de OSB, contrachapado u otro material similar con centro de poliestireno expandido de alta densidad como núcleo, el cual otorga una gran protección térmica. Todo esto va pegado bajo presión con adhesivo de última generación con base de poliuretano, el que da una resistencia mecánica. Todos los elementos que forman este material deben cumplir con toda la normativa y especificaciones, donde luego de haber pasado por el proceso de certificación se transforman en un elemento de alta resistencia mecánica y aislante.



Ilustración 15. Construcción en sip panel

Fuente: sip panel. Derecho de autor: Sergei Finko

5.4.2 VIVIENDA CELULAR ETERNIT.

Con el auge de la construcción de soluciones de vivienda para los más necesitados en el país, adelantado como una política pública diferenciadora del actual gobierno; las compañías proveedoras de sistemas integrales de construcción de vivienda como ETERNIT® en el segmento de las VIP y/o VIS no es ajena a esta iniciativa ambiciosa; y hace posible y una realidad el pensar en un techo digno para la familia colombiana con productos y sistemas

constructivos de gran calidad, cumplidores de normas de calidad obligatorias que convierten estas soluciones de vivienda en la respuesta ideal no sólo de vida sino de hogar para una amplia franja de la población en áreas urbanas y rurales del país. En adición, desde hace años la innovación en materiales especialmente en la construcción de vivienda no se había venido dando con mucha frecuencia debido principalmente a causas culturales y de percepción con respecto a la construcción tradicional, la cual siempre estuvo asociada a calidad y seguridad por su robustez en el uso de sistemas y materiales y pesados. Sin embargo, paulatinamente estos modelos constructivos están siendo superados, por costos, rendimiento y resistencia, dando paso a nuevas tecnologías que propenden por una mayor eficiencia, rendimiento y calidad en las construcciones. Los sistemas de construcción liviana como los que ofrece actualmente ETERNIT®, se basan en una moderna tecnología de producción y montaje para beneficio de sus clientes y usuarios. ETERNIT® como empresa del grupo ELEMENTIA, cuenta con la mayor cobertura de distribución del país, sus 3 plantas ubicadas estratégicamente en las regiones Atlántica, Andina y Pacífica, nos permite respaldar el futuro de la construcción en Colombia. El grupo ELEMENTIA cuenta con más de 70 años de historia y una capacidad de producción superior a 1.800.000 toneladas por año en la fabricación de productos de fibrocemento, polietileno y concreto para la industria de la construcción. El grupo ELEMENTIA en el mundo está conformado por un extenso conjunto de empresas líderes en su área que proporcionan más de 3.500 fuentes de empleo permanente. LOS SISTEMAS ETERNIT® Estos sistemas están diferenciados en tres categorías según su uso. El Sistema Constructivo Liviano especializado en el montaje de estructuras livianas ampliamente usadas en soluciones industriales, educativas y comerciales; el Sistema Constructivo Celular especializado en la construcción de soluciones de vivienda tipo VIP y VIS; y, las Cabinas Sanitarias especializadas en la construcción rápida de

baterías de servicios sanitarios con diferentes fines como para uso en Centros Comerciales, Colegios, Residenciales, entre otros. (Perez, 2020)

SISTEMA CELULAR ETERNIT®, LA SOLUCIÓN DE VIVIENDA RÁPIDA Y ECONÓMICA La construcción en serie con el SISTEMA CELULAR ETERNIT® normaliza medidas, estandariza procesos, elimina desperdicios y reduce la mano de obra, así como los tiempos de instalación, gracias al uso de elementos livianos y modulares. Debido a su naturaleza requiere mínimo mantenimiento en los terminados y en los acabados de la construcción, otorgando una mayor facilidad de manejo, movilización y montaje. Se recomienda pintar periódicamente los paneles y esquineros curvos estructurales. Los materiales ETERNIT®: resistentes a la intemperie y agentes atmosféricos como el sol, el agua y el viento, no se corroen ante la acción de agentes químicos oxidantes, de la lluvia u otros; son incombustibles, resistentes a la humedad y a las plagas. Diseño climatizado: permiten el aislamiento térmico como resultante de la cámara de aire que se forma con los elementos constructivos de los paneles y el diseño de sus componentes, que permiten modificar los flujos de aire proporcionando un mayor confort térmico. El coeficiente global de transferencia de calor es de 1.193 Kilocal/m²h°C, lo que disminuye los costos de aislación termoacústica. (Perez, 2020)

SISTEMA CELULAR Consiste en una moderna tecnología que permite construir módulos tridimensionales, utilizando elementos laminares planos (ETERBOARD®), ondulados y esquineros curvos de cemento reforzado, ensamblados entre sí, mediante elementos de fijación y cintas de amarre verticales y horizontales. Aplicaciones: Los Sistemas Constructivos www.construyemetal.com 22 TECNOLOGÍA Fuente foto: Eternit. Artículo suministrado por: Gerencia Corporativa de Vivienda y Nuevos Negocios - Eternit Colombiana S.A. Editado y

corregido por: Olga Pérez, Editor ConstruyeMETAL ETERNIT® son idóneos para la construcción de vivienda en todas sus posibilidades, desde módulos básicos de habitación temporal, vivienda tipo VIP, VIS, rurales, casas de recreo y descanso, etc. Además el sistema celular ETERNIT® tiene amplia utilización en otras aplicaciones como asistencia humanitaria (Refugios, albergues temporales, viviendas de emergencia, comedores comunitarios etc.); Sector Educativo e Institucional (Aulas, puestos de salud, policía, bibliotecas, etc.); Saneamiento básico rural, cabinas sanitarias multipropósito que pueden ser complementadas con tanques de reserva, sistemas de tratamiento de agua residual, recolección y aprovechamiento de aguas lluvias, entre otras. Especificaciones Técnicas: El módulo básico, cuya dimensión en planta es de 3.00 x 3.00 m, se denomina célula, la cual se logra mediante el ensamble de paneles, culatas, esquineros curvos y elementos de unión como tornillos, remaches y pegantes epóxicos, complementándola con la utilización de cintas internas de amarre vertical y horizontal. Dentro del diseño arquitectónico se pueden generar células de varias dimensiones de acuerdo con la necesidad del proyecto. (Perez, 2020)

El cierre estructural se logra con la fundición de la losa, el sobre piso y el arrostramiento superior con las correas, generando un sistema de tipo diafragma con características monolíticas. El conjunto en general es de bajo peso, primordialmente de forma ortogonal, el cual tiene gran desempeño constructivo y cuenta con óptimas condiciones de sismo resistencia logrando así una respuesta arquitectónica eficiente. (Perez, 2020)

El SISTEMA CELULAR ETERNIT® es un sistema simplificado de construcción a partir de una unidad básica que consta de: paneles de fibrocemento conformados por 2 placas planas de

1.22 m x 2.44 m x 6 mm, los cuales llevan en su interior una estructura a base de Dónde se puede implementar?

- Proyectos de VIS y VIP
- Municipios y regiones con déficit de unidades de vivienda
- Reubicación de zonas de alto riesgo
- Desplazamiento y reinserción
- Vivienda de emergencia
- Mejoramiento de vivienda
- Institucionales relacionadas con el manejo de: Emergencias, Desplazamiento y Reubicación, Asentamientos ¿Por qué construir con Sistema Celular ETERNIT®?
- Sistema homologado por la Comisión Nacional de Sismorresistencia
- Cumple norma NSR 10
- Suministro en kit o paquete industrial
- Construcción rápida y de fácil instalación
- Alto rendimiento en el desarrollo de proyectos masivos
- Adaptable a condiciones regionales de clima y temperatura
- Alta resistencia mecánica
- Excelente relación costo – beneficio
- Posibilidad de vinculación de la comunidad en el proceso constructivo cintas de tablas náutica a manera de alma, fijadas con pegantes epóxicos industriales. (Perez, 2020)

Existe la posibilidad de armar paneles de diferentes tamaños, pero básicamente se ensamblan de la misma forma, con placas planas cortadas según los requerimientos previos.

Tipología de las viviendas: El área superficial de los muros, ocupada por el sistema celular ETERNIT® es 3 veces menor que en los sistemas tradicionales de mampostería. Significa mayor aprovechamiento del espacio interior. El SISTEMA CELULAR ETERNIT® permite caracterizar y regionalizar los diseños de las viviendas en tipo urbano y rural, para climas cálidos o fríos, aislados o pareados, de acuerdo a las necesidades y requerimientos del proyecto. (Perez, 2020)

Diseño estructural:

- Las fuerzas inerciales que se generan con el sismo son mínimas debido a su poca masa: aproximadamente de 1.200 kg incluyendo la cubierta. El área de la célula es igual a 9.00 m²
- Los muros están dispuestos en dos direcciones ortogonales en planta
- Tiene

una planta simétrica para evitar torsiones en la edificación • Los esquineros curvos, son los elementos que proveen rigidez a la célula. Igualmente, los muros y culatas ensamblados, se comportan monolíticamente con la ayuda de las cintas de amarre, verticales y horizontales.

Requisitos de terreno y otros: Por sus características de bajo peso, el SISTEMA CELULAR ETERNIT® se puede implementar en la mayoría de terrenos estables y planos. Para algunos terrenos de características especiales, debe realizarse un estudio previo de capacidad portante de acuerdo con las normas vigentes. En las áreas de inundación existe la opción de instalar el SISTEMA CELULAR ETERNIT® sobre una base o estructura de tipo palafítico. Una vez ubicada el área que va a ocupar la construcción, se reemplaza la capa vegetal existente con rebebo compactado con un espesor mínimo de 15 cm. Luego se realiza el replanteo de la losa, se colocan las redes hidráulicas sanitarias y eléctricas, el hierro de la losa, seguido la ménsula de borde y se funde una primera losa de 8 cm de espesor. En algunos casos se puede proteger esta sub-base con un polietileno No.6 para que actúe como barrera de vapor entre la base y la edificación.

Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas: El tendido de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas se hace previamente a la fundición de la losa de piso y se desplaza a lo largo del emparrillado hasta los puntos de contacto con las paredes y de acuerdo con planos técnicos de instalación eléctrica (tomas, interruptores y lámparas). Se aprovechan las cámaras de aire de los paneles, conectadas al piso mediante codos a las tuberías y por allí se tienden las redes. Adicionalmente, se cuenta con muro drywall a la entrada principal de la vivienda para la instalación de la acometida eléctrica y colocación del contador. La instalación eléctrica se debe diseñar cumpliendo con la norma RETIE (Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas). Para instalaciones hidrosanitarias y de reventilación del baño se aprovecha muro drywall de servicio; para la ducha se utiliza una placa plana fijada con remaches al esquinero curvo. La

instalación hidrosanitaria del lavaplatos va sobrepuesta en el panel. Igualmente, en la parte inferior del muro drywall del acceso principal se instala el contador de acueducto. Con la tecnología en la fabricación de los materiales, los SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ETERNIT®, son la opción más rentable para los proyectos de vivienda VIP y VIS en las zonas más apartadas del país, gracias a su facilidad de traslado, con cerca de más de 600 distribuidores a nivel nacional y por su fácil montaje. Es una realidad en Colombia contar con vivienda digna y que cumple con las normas de construcción vigentes. (Perez, 2020)



Ilustración 16. Construcción modular con ETERNIT

Fuente ETERNIT.

5.4.3 SISTEMA CONSTRUCTIVO DURAPANEL.

Es un sistema innovador de construcción que consiste en paredes portantes, sísmo resistente y de aislamiento térmico - acústico que permite construir edificios hasta 4 plantas, de

cualquier tipo de construcción o estructura arquitectónica; desde las más sencillas hasta las más complejas.

Este sistema ofrece una gama completa de elementos constructivos: paredes portantes, placas, techos, escaleras, y cerramientos. De esta forma los edificios se pueden realizar integralmente con nuestro sistema de construcción, permitiendo optimizar el suministro de materiales, los tiempos de ejecución y la mano de obra.



Ilustración 17. Construcción modular en Durapanel.

Fuente: Durapanel.

5.4.4 Sistema royal building system de azembla.

El Royal Building System (en adelante RBS) es un sistema constructivo Canadiense que combina materiales de polímeros reforzados (PVC). El sistema RBS se conforma de procesos de extrusionado en base a una producción enteramente industrializada con el fin de obtener paneles de diferentes secciones que a través de su ensamble (machihembrado) conforman los muros de cerramiento exteriores e interiores, los cuales posteriormente se rellenan de hormigón liviano o estructural según la función del mismo y de esta manera permiten la solidez estructural y monolítica necesaria. Completan el “Kit” revestimientos exteriores de vinilo y aislación de poli

estireno expandido, marcos de puertas, ventanas y accesorios adicionales de terminación como contramarcos, zócalos y otros, todos ellos fabricados en PVC reforzado. Teniendo en cuenta los componentes del sistema RBS, estos representan entre un 40 a 60% de la construcción total, por lo cual se completa la misma en forma tradicional o combinando otros sub-sistemas en los rubros restantes como fundaciones, cubierta (si es tradicional), instalaciones, equipamiento y terminaciones en pisos y revestimientos. El sistema RBS es utilizado en edificaciones como vivienda, educación, salud, industria, comercio, y otros.



Ilustración 18. Vivienda en PVC por Azembla.

Fuente: Luis Ángel

5.4.5 Sistema Prefabricado en placas de concreto.

Emplea una tecnología de construcción basada en la utilización de módulos prefabricados a escala industrial con equipos convencionales. Los módulos son fabricados con materiales de corriente utilización en diversos medios. Para la fabricación de los módulos se utiliza una formaletería sencilla, láminas y ángulos. El equipo es corriente para la fabricación del concreto,

mezcladora, boquillera, carretillas, etc. Los elementos complementarios del sistema, pueden ser fabricados en diversos materiales y adquiridos con diferentes proveedores según especificaciones determinadas previamente.

Este es un sistema constructivo completo, pues incluye todos los componentes requeridos. Se basa en la prefabricación de elementos de concreto liviano (1 ¼ pulgada de espesor), coordinados modularmente y de fácil manejo. La construcción de la estructura comprende el ensamble rápido de los módulos de concreto dentro de perfiles de lámina galvanizada (calibre 26), conformando así los cerramientos y distribuciones de la vivienda. Sobre esta estructura vertical, se descarga la cubierta o la losa del segundo piso según sea el caso. Se debe incorporar en obra la cimentación, la cual puede ser una retícula de vigas de fundación, que también se puede construir con elementos prefabricados incluidos en el costo de la vivienda, o una losa vaciada sobre el terreno, dejando algunos elementos para facilitar las instalaciones complementarias. También es aplicable el sistema a terrazas ya existentes, donde generalmente se funde un sobre espesor del piso para colocar la tubería de las instalaciones. (Metrovivienda)



Ilustración 19. Construcción en placas de concreto.

Fuente casas prefabricadas precol.

5.5 Otros Sistemas De Construcción Modular En Colombia Y El Mundo.

5.5.1 Casa Sismoha desplegable

En España estos sistemas modulares habitables para la instalación de dos viviendas de 42 m², compuesto por dos habitaciones de 10 y 8 metros cuadrados, baño y salón – comedor – cocina. Realizada con estructura de acero galvanizado, panel sándwich y columnas de polipropileno.

Tipo de construcción: Instalación plegable, necesaria una pequeña grúa para su instalación
Instalación de cada vivienda 8 horas.



Ilustración 20. Vivienda Sismoha.

Fuente; SISMOHA

5.5.2 Construcción Modular En Contenedores Marítimos.

El contenedor marítimo es uno de estos materiales, que en la actualidad se han integrado siendo ocupados para la construcción de hoteles, oficinas, viviendas, entre otras, gracias a su característica modular y de carga, que nos ofrecen soluciones de bajo costo adaptables para cualquier necesidad. También tiene buena resistencia sísmica y su forma modular optimiza y reduce los tiempos de construcción, así disminuyendo proporcionalmente el gasto energético y, además, al disminuir los tiempos de construcción se ahorra dinero que sin duda en la

construcción de una vivienda es algo importante para la empresa encargada y para el dueño de la vivienda. Todas estas características hacen que la construcción de viviendas con contenedores marítimos sea una buena opción “con las 3 b” bueno, bonito y barato. (Vega, 2019)



Ilustración 21. vivienda en contenedores marítimos.

Fuente: HABBITISIMO.

5.5.3 Sistema Modular En Bambú.

La construcción en bambú —conocido localmente como guadua— es, sin duda, una de las técnicas locales que representa la arquitectura colombiana hoy día. Siendo amigable con su entorno, es un material que funciona como elemento constructivo útil, práctico y gracias a su rápido crecimiento lo podemos adquirir fácilmente en Colombia.

Campesinos, arquitectos y constructores han adoptado el denominado “acero vegetal” en muchos de sus proyectos que se funden con el paisaje, ya que con un manejo adecuado sirve en los diferentes pisos térmicos que posee el país sudamericano. Asimismo, brinda diferentes

variaciones en tanto a su textura y sus tonos de color, dando un sentido estético simplemente brillante y muy sutil a sus edificaciones.

Durante los últimos 35 años las técnicas de manejo de bambú se han perfeccionado de manera que ha permitido su utilización en sistemas estructurales, cerramientos, muebles e incluso lencería, despertando la curiosidad de muchos guadueros tanto a nivel nacional como mundial. "No es un material para pobres o ricos, es para seres humanos" ha dicho Simón Vélez, uno de los arquitectos pioneros en construcciones con guadua en Colombia, y es por ello que se debe aprovechar este material renovable, resistente, duradero, ecológico y sostenible. (Herrera & Sanchez)



Ilustración 22. Habitación de cabaña en guadua,

Fuente Triángulo del Café, Colombia. Image © Mario Carvajal [Flickr], bajo licencia CC BY 2.0

5.5.4 TECNOFAST HOME.

La construcción modular logra optimizar en un 50% los plazos de entrega gracias al proceso de fabricación en línea. La construcción modular, por su grado de automatización y

velocidad, permite reducir significativamente los costos de un proyecto los cuales vienen dados por el ahorro del recurso tiempo. Lo que se traduce en mayores utilidades y menores costos financieros para la empresa o según sea el caso, mayor productividad o beneficio social.

Los módulos deben ser construidos de forma muy robusta para soportar los movimientos de la grúa y traslados. Cada traslado equivale a someter el módulo a un terremoto grado 5 por todo el tiempo que dure el traslado.

- La construcción modular tiene una mejor aislación térmica y acústica debido a que debe duplicar muros y techos al generar uniones verticales u horizontales entre dos o más unidades.

- La construcción modular no cuenta con problemas de humedades y quiebres como sí ocurre con el concreto.

En la zona de construcción por menor cantidad de desperdicios, contaminación del aire, agua, ruido y costos de energía.

- Mayor seguridad para el personal al no estar expuestos a condiciones extremas de clima y temperatura por un largo periodo de tiempo.



Ilustración 23. Construcción en contenedores desarmables.

Fuente: Tecnofast.

Capítulo 6. Evaluación De Alternativas De Solución De Vivienda Modular.

El presente capítulo recopila y desarrolla una evaluación funcional, técnica y económica de 3 sistemas de construcción modular aplicables a la vivienda de interés social para la región del Catatumbo, estas evaluaciones se tomaron de inventario de sistemas constructivos de interés social (2000), y se hicieron algunas modificaciones para la región, más que todo por la adquisición de materiales y su transporte.

Para esto, y estableciendo cada sistema constructivo analiza, los procesos constructivos exigencias funcionales, y económicas que se pueden plantear a cualquier sistema, y propone unas tablas donde se van recogiendo las respuestas del sistema a estas exigencias, de modo que se puedan medir y evaluar, en cualquier caso. (Metrovivienda)

Descripción de sistemas constructivos

Superestructura de VIS es el criterio de integralidad del sistema. Esto significa simplemente que existen algunos sistemas que involucran todos los subsistemas necesarios para entregar una solución de VIS completa (muros interiores, muros exteriores, cubierta, acabados, etc.); estos sistemas son los sistemas denominados en este estudio completos. (Metrovivienda)

Para cada sistema constructivo analiza y describe algunos factores y consideraciones siguientes.

Introducción al sistema: breve mención de orígenes y naturaleza esencial de cada sistema, además de su proceso constructivo.

Elementos del sistema: se plantean unas tablas donde se resume los elementos, consideraciones estructurales y arquitectónicas de cada sistema para una solución de vis completa.

Balance del sistema: evaluación de cada sistema de acuerdo con un modelo adaptado en [Caiza 98]. Este modelo se ocupa de una evaluación funcional de cada sistema, observando características de integridad, seguridad, flexibilidad, confort ambiental y composición. (Metrovivienda)

También se realiza una evaluación técnica en donde se observan características de industrialización del sistema, de uso de formaleta, de mano de obra y montaje, de mantenimiento, y de construcción en altura. Se observan también aspectos de facilidad de consecución, aceptación por el mercado, requisitos y generación de desperdicios de los diferentes materiales. (Metrovivienda)

La mano de obra, La cantidad de personas que se necesitan, la facilidad para conseguirla, los equipos requeridos y su calificación.

Además, se describe que elementos que se incluyen y que componentes se excluyen en cada uno de los sistemas constructivo analizados. Por último, el balance del sistema presenta una

tabla de ventajas del mismo; esto consiste en relacionar ventajas y desventajas de cada sistema modular.

6.1 Elementos de los sistemas de construcción modular.

A continuación, se presenta una tabla con los sistemas relevantes para la región y sus elementos; los sistemas de construcción modular que se escogieron fueron los más asequibles y de tipo industrializado, puesto que los aspectos más tenidos en cuenta son el económico, la rapidez de ejecución, su funcionalidad y que sus procesos sean amigables con el medio ambiente, en cuanto a la optimización de recursos.

Tabla 5. *Elementos de los sistemas de construcción modular.*

SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN	CIMENTACIÓN	MUROS	CUBIERTA	ACABADOS
CORPACASA	No se necesita de cimentaciones especiales por su bajo peso. Pórticos: Corpacero suministra los Perlines, debidamente cortados y listos para su izaje e instalación. Zapatillas aisladas: en concreto con vigas metálicas	cerramientos y divisiones en cualquier tipo de panel con correas y elementos de fijación para la cubierta	La cubierta estructural Corpatecho en lámina de perfil trapezoidal de acero galvanizado, se fija a la estructura con tornillos auto perforantes o ganchos.	se les puede dar cualquier tipo de acabado, dependiendo el panel utilizado

SISTEMA CELULAR DE ETERNIT	No se necesita de cimentaciones especiales por su bajo peso (losa de cimentación).	Elementos de fibrocemento: placas planas, elementos curvos y cintas.	La cubierta utilizada está construida en teja ondulada de fibrocemento y se apoya sobre correas metálicas de perfiles laminares ensamblados mediante ángulos metálicos.	Selladores para las uniones de juntas, y cualquier acabado que se requiera.
SISTEMA RBS AZEMBLA	No se necesita de cimentaciones especiales por su bajo peso (losa de cimentación).	Ensamble de paneles (machihembrado) en PVC, rellenos de concreto y refuerzo metálico.	cubierta trapezoidal con estructura y caballete en PVC	marcos de puertas, ventanas y accesorios adicionales de terminación como contramarcos, zócalos y otros, todos ellos fabricados en PVC reforzado

Nota Fuente: Metro vivienda.

6.2 CORPACASA.

El sistema de construcción de vivienda CORPACASA es industrializado, ya que el proceso de fabricación de sus elementos componentes es realizado en planta, en línea, por la Corporación de Acero Corpacero, los pórticos metálicos y la losa de entrepiso hacen que el sistema provea toda la estructura vertical y horizontal de la vivienda. Corpacero ha incorporado un conjunto de nuevas tecnologías para elaborar elementos estructurales de alta eficiencia como:

- Lámina colaborante Corpalosa para la construcción de entrepisos.
- Perlínes estructurales de lámina delgada.
- Cubierta estructural Corpatecho.

En este orden de ideas, Corpacero ha diseñado el sistema de construcción de vivienda Corpacasa que fusiona estos tres elementos (Corpalosa + Perlínes + Corpatecho), para conformar la estructura vertical y horizontal requerida para edificar casas con especificaciones sísmo resistentes que cumplen con las exigencias de la Norma NSR-98. Así, la vivienda Corpacasa está conformada por una estructura liviana de vigas y columnas elaboradas en perlínes, placas de entepiso construidas con lámina colaborante y una cubierta metálica. Elementos que dan rapidez al proceso de construcción.

Constructivamente el sistema implementa accesorios adosados a las columnas, de tal manera que en obra se encajan las vigas en los accesorios y luego simplemente son apernados, por lo tanto, no se requiere de mano de obra especializada y no se necesitan equipos especializados para el izaje y montaje individual de los elementos. El sistema de construcción da libertad en el manejo de los materiales para los muros exteriores y divisores. (Metrovivienda)

6.2.1 Sistema Constructivo.

Cimentación.

Las características del sistema hacen que no se necesite de cimentaciones especiales por las bajas cargas gravitacionales provenientes de la estructura. De acuerdo con las propiedades portantes del suelo y el tipo de estructura a cimentar se pueden utilizar dos métodos de cimentación que usan en su solución elementos del sistema Corpacasa, zapatas aisladas o placa de cimentación.

Las zapatas en concreto utilizan vigas metálicas como elementos de amarre de las columnas en cimentación. Las zapatas aisladas utilizadas en cada columna se unen al resto de la estructura por medio de una platina de transferencia anclada con pernos expansivos. Todos estos componentes de la cimentación son debidamente diseñados para resistir las cargas provenientes de la construcción. (Metrovivienda)

Izaje y colocación de estructura metálica.

Corpacasa suministra los planos que identifican y ubican cada elemento en los pórticos de la estructura. Además, proporciona la dirección técnica del montaje. La colocación de la estructura metálica conformada por vigas y columnas sigue un procedimiento sencillo y repetitivo. El proceso se realiza siguiendo una rutina de armado por cuadrantes desde la cimentación. Una vez construida la cimentación se levantan las columnas y se anclan a la fundación por medio de una platina metálica de transferencia. (Los elementos asignados para columnas son de un solo tramo cortados a la altura total de la casa.) Posteriormente se encajan las vigas de cimentación una a una con el ritmo de izaje de las columnas hasta terminar el cuadrante, y repetitivamente cada cuadrante hasta terminar la cimentación. Los elementos

ensamblados son de fácil manejo ya que pueden ser transportados por una persona e izados entre dos. Las vigas de cimentación se encajan sobre los accesorios metálicos adosados en las columnas y luego son apernados. (Metrovivienda)

6.2.2 Mano de obra y equipo. Debido al manejo de los elementos cortados a la medida y por su bajo peso, la construcción de una unidad de vivienda puede ser llevada a cabo con eficiencia por tres personas que están bajo la asesoría técnica de otra que conozca el sistema de construcción Corpacasa. El equipo especial requerido en este sistema se limita a herramientas como taladros y llaves para pernos. Las demás herramientas utilizadas son las que se emplean comúnmente en la construcción de vivienda. No se necesita equipo especial para el izaje de los elementos individuales dados sus características geométricas y su bajo peso. Aunque si se disponen pórticos pre-ensamblados se deben usar poleas diferenciales para el levantamiento de la estructura.

6.2.3 Balance del sistema

En las siguientes tablas se realizan cada evaluación mencionadas al principio del capítulo.

Tabla 6. Evaluación funcional Corpacasa.

CONDICIONANTE	INTEGRIDAD DEL SISTEMA			JUSTIFICACIÓN
	Alta	Medi a	Baja	
INTEGRIDA D	Ante acciones mecánicas		X	pórticos en ambas direcciones
	agua		X	en función del cerramiento
	sol	X		lamina corpa techo sin traslapos
	Ante acciones climáticas		X	resistencias de fuerza a los laterales
	viento			

	Ante animales y plantas	X		todos los materiales son inertes
SEGURIDAD	Contaminación		X	materiales requieren mantenimiento
	Acciones indirectas	Fuego	X	estructura metálica incombustible
FLEXIBILIDAD	Posibilidades arquitectónicas			X el diseños se integra al sistema con la planeación inicial
	Progresividad		X	
	Autoconstrucción		X	bajo dirección técnica
CONFORT AMBIENTAL	Constructiva			X en función del cerramiento
	Higrotermico			X materiales competentes
	Higiénico		X	
COMPOSICIÓN	Acústico			X en función del cerramiento
	Visual		X	según diseño arquitectónico
	Geometría			X adecuación de espacios
	Color		X	según diseño arquitectónico

Nota Fuente: Metrovivienda

Tabla 7. Evaluación técnica Corpacasa.

EVALUACIÓN TÉCNICA	Alta	Media	Baja	JUSTIFICACIÓN
Industrializado	X			elementos pre cortados en fabrica
Prefabricado	X			fabricación de elementos a la medida
Necesita formaleta				No aplica
Posibilidad de reutilizar				No aplica
Facilidad de transporte	X			Elementos de bajo peso sin utilizar equipo
Facilidad de almacenamiento		X		Elementos de acero con corrosión
Cuidados de manipulación			X	Resistencia de elementos metálicos
Cantidad de mano de obra			X	Accesos técnico y 3 instaladores
Calidad de mano de obra		X		Instaladores entrenados en obra
Rendimiento del montaje		X		elementos cortados a la medida
Cuidados en el montaje			X	Resistencia de los elementos metálicos
Control de calidad		X		procesos repetitivos de montaje
Elementos que necesitan mantenimiento			X	Elementos de protección anticorrosiva
Frecuencia de mantenimiento			X	Reparaciones fortuitas
Necesidad de técnicas especiales		X		Lamina colaborante y perfiles apernados

Control de calidad en el mantenimiento	X	Actividades no tradicionales
Construcción en altura	X	Hasta 3 pisos

Nota Fuente: Metrovivienda

Tabla 8. *Materiales básicos corpacasa.*

MATERIALES BÁSICOS	FACILIDAD ADQUISICIÓN EN LA REGIÓN			ACEPTACIÓN SOCIO ECONÓMICA			REQUISITOS			GENERACIÓN DE DESPERDICIOS		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Perlines		X			X		X					X
Laminas corpalosa		X			X			X				X
Cubierta corpalosa		X			X		X					X

Nota Fuente: Metrovivienda

Tabla 9. *Mano de obra Corpacasa.*

PARÁMETRO A EVALUAR	EVALUACIÓN			JUSTIFICACIÓN
	Alta	Media	Baja	
Mano de obra calificada			X	Operador que conozca el sistema
Necesidad de entrenamiento		X		Propia del sistema celular
Facilidades para conseguir las	X			Disponibilidad en el mercado
No.de personas necesarias			X	Operador y dos ayudantes

Nota Fuente: Metrovivienda

Tabla 10. *Maquinaria y equipo Corpacasa.*

MAQUINARIA Y EQUIPO	ESPEC TÉCNICAS (RENDIMIENTO.CAPACIDAD)			FACILIDAD DE ADQUISICIÓN		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Taladro		X		X		
llave para pernos			X	X		

cortadora	X	X
Vibrador de concreto		X

Nota Fuente: Metrovivienda

Tabla 11. Inclusión de subsistemas Corpacasa.

SUBSISTEMA	ELEMENTO	PERTENECE AL SISTEMA	INCORPORADO EN OBRA
Estructural	Cimentación	x	
	Estructura vertical	x	
	Estructura horizontal	x	
Cerramientos	Fachadas	x	
	Cubierta	x	
	Tabiquería	x	
	Puertas	x	
	Ventanas	x	
Acabados	Pisos		x
	Paredes		x
Instalaciones	Techos		x
	Exteriores		x
	Hidráulica		x
	Sanitaria		x
	Eléctrica		x
	Gas natural		x

Nota Fuente: Metrovivienda

6.3 Vivienda Celular De ETERNIT

La vivienda celular ETERNIT es una nueva alternativa conformada por muros estructurales de fibrocemento. Las células de fibrocemento que conforman el sistema son prefabricadas en planta y transportadas al sitio de destino final para ser ensambladas de acuerdo con el diseño arquitectónico. (Metrovivienda)

Las células conformadas en las viviendas están formadas por el sistema de paredes y cubierta, todos los demás subsistemas deben ser incorporados a la construcción. Es por lo tanto un sistema parcial.

El sistema de vivienda celular es una técnica para construir módulos tridimensionales, utilizando elementos laminares planos y esquineras curvas de cemento reforzado, ensamblados entre sí mediante uniones mecánicas como: tornillos, remaches y pegantes epóxicos; y reforzados por medio de cintas de amarre verticales y horizontales. Las cintas de refuerzo pueden ir a la vista, ocultarse con pañete, o con otras placas. Dentro del sistema, es el módulo básico, cuyas dimensiones en planta son 3.00m x 3.00m. La distribución arquitectónica de las viviendas está sujeta a la disposición de los paquetes industriales (kits), que ofrece la empresa productora. (Metrovivienda)

6.3.1 Sistema constructivo ETERNIT. La construcción de la vivienda empieza con el izaje de las láminas hasta llegar a armar el cascarón de la célula, una vez verificada la coordinación de todos los planos del proyecto e identificado el plano de colocación de las láminas, con los vanos de puertas y ventanas. (**Metrovivienda**)

Ubicaciones de los elementos de la cubierta.

Una vez conformada la célula continua la ubicación de las correas metálicas que soportan la cubierta y cierran el sistema laminar en la parte superior. La colocación de redes internas de

servicios domiciliarios debe seguir las especificaciones arquitectónicas propuestas por el diseñador. (Metrovivienda)

Colocación de ductos y acabados.

Los elementos de fibrocemento, aunque tienen acabado propio son pintados para dar un mejor aspecto al interior de la vivienda. Estas láminas tienen propiedades impermeables por lo cual no presentan humedad y pueden ser tratadas por medio de recubrimientos, para evitar que se manchen con facilidad. Además, las paredes con doble lámina garantizan el aislamiento térmico y acústico y permiten la colocación en su interior de las instalaciones. (Metrovivienda)

La cubierta utilizada está construida en teja ondulada y se apoya sobre correas metálicas de perfiles laminares que se fijan a los muros mediante platinas formadas por ángulos metálicos. Por lo tanto, para la construcción de esta parte de la vivienda deben tenerse a disposición todos los todos los materiales que hacen parte de la cubierta.

6.3.2 Balance del sistema

En las siguientes tablas se realizan cada evaluación mencionadas al principio del capítulo.

Tabla 12. Evaluación funcional ETERNIT.

CONDICIONANTE	INTEGRIDAD DEL SISTEMA			JUSTIFICACIÓN
	Alta	Media	Baja	
INTEGRIDAD	Ante acciones mecánicas		X	sistema en estudio
	Ante	agua	X	aplicar impermeabilización a

	acciones climáticas			las laminas
		sol	X	laminas larga vida a la intemperie
		viento	X	diseño para fuerzas eólicas laterales
	Ante animales y plantas		X	inmunidad del fibrocemento
SEGURIDAD	Acciones directas del hombre		X	adecuado uso y mantenimiento
	Acciones indirectas	Contaminación	X	reemplazo del asbesto por celulosa
		Fuego	X	materiales no inflamables
FLEXIBILIDAD	Posibilidades arquitectónicas			X poca flexibilidad en las células
		Progresividad	X	con planeación inicial
	Constructiva	Autoconstrucción	X	con un operador conocedor del sistema
CONFORT AMBIENTAL		Higrotermico		X consideración de las laminas
		Higiénico	X	aplicaciones de capas protectoras
		Acústico		X laminas delgadas de fibrocemento
		Visual	X	espacios reducidos
COMPOSICIÓN		Geometría		X células repetitivas
		Color	X	acabado superficial de las laminas

Nota Fuente: Metrovivenda

Tabla 13. Evaluación técnica ETERNIT.

EVALUACIÓN TÉCNICA	Alta	Media	Baja	JUSTIFICACIÓN
Industrializado		X		Empresa productora de elementos
Prefabricado	X			Láminas de fibrocemento células
Necesita formaleta				No aplica
Posibilidad de reutilizar				No aplica
Facilidad de transporte	X			Elementos de fácil transporte
Facilidad de almacenamiento	X			A la intemperie
Cuidados de manipulación			X	Facilidad de manejo
Cantidad de mano de obra			X	Puede construirse con personas
Calidad de mano de obra		X		Mínimo un conocedor del sistema
Rendimiento del montaje	X			Procedimientos repetitivos

Cuidados en el montaje	X	Secuencia de instalación estricta
Control de calidad	X	Revisión de los procedimientos constructivos
Elementos que necesitan mantenimiento	X	materiales inertes con alta durabilidad
Frecuencia de mantenimiento	X	Sellado de fisuras y tratamientos de mancha
Necesidad de técnicas especiales	X	De acuerdo al manual de mantenimiento
Control de calidad en el mantenimiento	X	mantenimiento apropiado del sistema
Construcción en altura	X	restricción de un piso con el sistema celular

Nota Fuente: (Metrovivienda)

Tabla 14. *Materiales básicos de construcción ETERNIT.*

MATERIALES BÁSICOS	FACILIDAD ADQUISICIÓN EN LA REGIÓN			ACEPTACIÓN SOCIO ECONÓMICA			REQUISITOS			GENERACIÓN DE DESPERDICIOS		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Kit vivienda celular		X			X		X					X
Materiales de cimentación		X		X			X				X	
Acero de refuerzo		X		X			X					X
Concreto		X		X			X				X	

Nota Fuente: (Metrovivienda)

Tabla 15. *Mano de obra ETERNIT.*

PARÁMETRO A EVALUAR	EVALUACIÓN			JUSTIFICACIÓN
	Alta	Media	Baja	
Mano de obra calificada		X		Operador que conozca el sistema
Necesidad de entrenamiento	X			Propia del sistema celular
Facilidades para conseguirlas	X			Disponibilidad en el mercado
No.de personas necesarias			X	Operador y dos ayudantes

Nota Fuente: (Metrovivienda)

Tabla 16. *Maquinaria y equipo ETERNIT.*

MAQUINARIA Y EQUIPO	ESPEC TECNICAS(RENDIMIENTO.CAPACIDAD)			FACILIDAD DE adquisición		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Mano de obra calificada		X		X		
Necesidad de entrenamiento		X		X		

Facilidades para conseguirlas	X	X
No.de personas necesarias	X	X

Nota Fuente: (Metrovivienda)

Tabla 17. *Inclusión de subsistemas ETERNIT.*

SUBSISTEMA	ELEMENTO	PERTENECE AL SISTEMA	INCORPORADO EN OBRA
Estructural	Cimentación		X
	Estructura vertical	X	
	Estructura horizontal	X	
Cerramientos	Fachadas	X	
	Cubierta	X	
	Tabiquería	X	
	Puertas	X	
	Ventanas	X	
Acabados	Pisos		X
	Paredes		X
	Techos		X
	Exteriores		X
Instalaciones	Hidráulica		X
	Sanitaria		X
	Eléctrica		X
	Gas natural		X

Nota Fuente: (Metrovivienda)

6.4 SISTEMA ROYAL BUILDING SYSTEMS DE AZEMBLA.

El Royal Building System (en adelante RBS) es un sistema constructivo canadiense que combina materiales de polímeros reforzados (PVC). El sistema RBS se conforma de procesos de extrusionado en base a una producción enteramente industrializada con el fin de obtener paneles de diferentes secciones que a través de su ensamble (machihembrado) conforman los muros de cerramiento exteriores e interiores, los cuales posteriormente se rellenan de hormigón liviano o estructural según la función del mismo y de esta manera permiten la solidez estructural y monolítica necesaria. (Metrovivienda)

Completan el “Kit” revestimientos exteriores de vinilo y aislación de poli estireno expandido, marcos de puertas, ventanas y accesorios adicionales de terminación como contramarcos, zócalos y otros, todos ellos fabricados en PVC reforzado. Teniendo en cuenta los componentes del sistema RBS, estos representan entre un 40 a 60% de la construcción total. (Metrovivienda)

6.4.1 Proceso constructivo Azembla. El desarrollo de este proceso se da con la construcción de una cimentación tradicional, dependiendo del módulo habitacional que se quiere construir, es decir, si es para vivienda unifamiliar o vivienda multifamiliar. Este proceso de cimentación puede ser zapatas o placas flotante en concreto, adicional esto se realiza la construcción de una losa maciza la cual puede ser de un espesor de $e = 0,12$ a $0,15$ Mt., en las vigas de cimentación se realiza la ubicación de acero de refuerzo vertical el cual va a ser complemento para los muros de la construcción. (**Metrovivienda**)

A la realización de la actividad de cimentación, se realiza el replanteo de muros y la ubicación de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas. Culminado este paso se procede a la colocación de guía e instalación de los módulos (muros) en PVC hasta la altura especificada en los diseños. Seguido de este paso se procede a llenar las celdas en las cuales se encuentra instalado el refuerzo vertical. (Metrovivienda)

6.4.2 Balance del sistema Azembla.

Tabla 18. Evaluación funcional Azembla

CONDICIONANTE	INTEGRIDAD DEL SISTEMA			JUSTIFICACIÓN
	Alta	Media	Baja	
INTEGRIDAD	Ante acciones mecánicas	X		sistema en estudio
	agua	X		PVC no se filtra el agua
	sol	X		paneles resistentes
	Ante acciones climáticas	X		diseño para fuerzas eólicas laterales
	viento	X		
Ante animales y plantas	X		inmunidad con el concreto	
SEGURIDAD	Acciones directas del hombre		X	adecuado uso y mantenimiento
	Contaminación		X	materiales reciclables
	Acciones indirectas	Fuego		X
FLEXIBILIDAD	Posibilidades arquitectónicas		X	flexibilidad aceptable
	Progresividad		X	con planeación inicial
	Constructiva	Autoconstrucción		X
CONFORT AMBIENTAL	Higrotermico		X	sobresale por el concreto
	Higiénico	X		se deja limpiar fácil
	Acústico		X	por el concreto
	Visual		X	paneles terminados
COMPOSICIÓN	Geometría		X	repetitiva
	Color			X

Nota Fuente: Metrovivienda

Tabla 19. Evaluación técnica Azembla.

EVALUACIÓN TÉCNICA	Alta	Media	Baja	JUSTIFICACIÓN
Industrializado	X			Empresa productora de elementos
Prefabricado	X			muros en PVC

Necesita formaleta		No aplica
Posibilidad de reutilizar		No aplica
Facilidad de transporte	X	Elementos de fácil transporte
Facilidad de almacenamiento	X	se debe almacenar en bodega
Cuidados de manipulación	X	Facilidad de manejo
Cantidad de mano de obra	X	Puede construirse 3 personas
Calidad de mano de obra	X	Mínimo 1 Persona que conozca el sistema
Rendimiento del montaje	X	Procedimientos repetitivos
Cuidados en el montaje	X	Secuencia de instalación rígida
Control de calidad	X	Revisión de los procedimientos constructivos
Elementos que necesitan mantenimiento	X	materiales con alta durabilidad
Frecuencia de mantenimiento	X	no necesita mantenimiento
Necesidad de técnicas especiales	X	De acuerdo al manual de instalación
Control de calidad en el mantenimiento	X	limpieza a los paneles
Construcción en altura	X	hasta edificación de 4 pisos

Nota fuente: Metrovivienda

Tabla 20. *Materiales básicos Azembla.*

MATERIALES BÁSICOS	FACILIDAD ADQUISICIÓN EN LA REGIÓN			ACEPTACIÓN SOCIO ECONÓMICA			REQUISITOS			GENERACIÓN DE DESPERDICIOS		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Estructura metálica.	X				X			X			X	
Paneles PVC		X		X			X					X
Concreto tremí		X			X		X				X	
Acero	X			X			X				x	

Nota fuente: Metrovivienda

Tabla 21. *Mano de obra Azembla./*

PARÁMETRO A EVALUAR	EVALUACIÓN			JUSTIFICACIÓN
	Alta	Media	Baja	
Mano de obra calificada		X		Operador que conozca el sistema
Necesidad de entrenamiento	X			Propia del sistema
Facilidades para conseguir las	X			Disponibilidad en el mercado
No.de personas necesarias		X		Maestros y dos ayudantes

Nota fuente: Metrovivienda

Tabla 22. *Maquinaria y equipo Azembla.*

MAQUINARIA Y EQUIPO	ESPEC TECNICAS(RENDIMIENTO.CAPACIDAD)			FACILIDAD DE ADQUISICIÓN		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
herramienta menor	X			X		
bomba para concreto	X				X	

Nota fuente: Metrovivienda

Tabla 23. *Inclusión de subsistemas Azembla.*

SUBSISTEMA	ELEMENTO	PERTENECE AL SISTEMA	INCORPORADO EN OBRA
	Cimentación		X
Estructural	Estructura vertical	X	
	Estructura horizontal	X	
Cerramientos	Fachadas	X	
	Cubierta	X	
	Tabiquería	X	
	Puertas	x	
	Ventanas	x	
Acabados	Pisos		X
	Paredes	X	
	Techos	X	
	Exteriores	X	
Instalaciones	Hidráulica	X	
	Sanitaria		X
	Eléctrica	X	
	Gas natural		X

Nota fuente: Metrovivienda

6.5 Consideraciones Estructurales Y Arquitectónicas De Los Sistemas De Construcción Modular.

Tabla 24. *Consideraciones estructurales y arquitectónicas de los sistemas de construcción modular*

SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN	CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES	CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS
-------------------------	----------------------------------	------------------------------------

CORPACASA	Es una estructura liviana conformada por pórticos estructurales metálicos, Cumple con la norma de Sismo resistencia NSR 10.	Está limitado a alturas de hasta 3 pisos. El sistema se adapta fácilmente a cualquier diseño arquitectónico.
SISTEMA CELULAR DE ETERNIT	Las fuerzas inerciales que se generan con el sismo se atenúan debido a su poca masa. El diseño contempla una planta simétrica para evitar torsiones en la edificación. Los muros están dispuestos en dos direcciones ortogonales en planta. Los esquineros curvos, son los elementos que proveen rigidez a la célula. Igualmente, los muros y culatas ensamblados, se comportan monolíticamente con la ayuda de las cintas de amarre verticales y horizontales. Cumple con la norma de Sismo resistencia NSR 10.	El sistema está conformado por celdas cuya unidad básica tiene 3x3m. Por esta razón el diseño arquitectónico está limitado y es un diseño celular.
SISTEMA RBS AZEMBLA	El sistema permite la colocación de refuerzo vertical y horizontal y estructuralmente se comporta como un muro de concreto.	La modulación del sistema facilita su aplicación en diferentes tipos de diseño arquitectónico. No es estrictamente necesario aplicar acabados sobre la superficie, pero si se desea se puede hacer utilizando productos especiales.

Nota fuente: Metrovivienda

6.6 Tabla De Ventajas Y Desventajas De Cada Proceso Constructivo

SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN	CORPACASA	SISTEMA CELULAR DE ETERNIT	SISTEMA RBS AZEMBLA
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Es más costoso que las otras alternativas del mercado. • Hay restricciones de tipo arquitectónico y dificultad • El sistema de construcción es industrializado y se fabrica en línea • No se requiere de mano de obra especializada tampoco equipos especializados montaje • El sistema de construcción Corpacasa da libertad en el manejo de los materiales de cerramiento • la estructura es liviana y no necesita cimentación especial • Este sistema de construcción de vivienda es en esencia un sistema estructural, por lo cual no tiene requerimientos arquitectónicos especiales que limiten el desarrollo de los espacios • Corpacero ofrece los elementos cortados a la medida, por lo cual se garantiza el ajuste perfecto de los componentes del sistema. Lo anterior proporciona una obra limpia con un nivel de desperdicio nulo • El sistema Corpacasa no requiere la capacitación de personal para la construcción • Los Perlines formados en lamina delgada fabricados por Corpacero tienen las siguientes ventajas: Se pueden fabricar estructuras sencillas de muy bajo peso con características adecuadas de resistencia, por su bajo peso se presenta una gran facilidad de manipulación en obra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por las características físicas, como el peso y cantidad de material empleado para la fabricación de los elementos que conforman las células, el sistema de construcción es ágil, versátil y económico. • Los procedimientos de aseguramiento de calidad, norma NTC-ISO 9002/94, implantados por Eternit garantizan las propiedades de los elementos que conforman el sistema. • Fuerzas inerciales, generadas por sismo, mínimas, debido al bajo peso de la célula (aprox. 1200 kg), y su área total de acción (9.00 m2). Además, la disposición ortogonal de los muros en las dos direcciones en planta permite que exista simetría que evita torsiones en la edificación ante sismos. Además, la conformación curva de sus esquinas ayuda a la orientación de las fuerzas horizontales originadas por viento. • El sistema permite la aplicación de diferentes tipos de acabados tanto en muros exteriores como en los interiores, al igual que en los pisos. • El sistema tiene una ocupación espacial de solo el 2 % en muros, lo cual hace que se aprovechen al máximo los espacios de la vivienda, y se pierda la sensación del espacio reducido de las células. • El equipo especial requerido en este sistema se limita a herramientas como taladros y remachadoras. Las demás herramientas utilizadas son las que se emplean comúnmente en la construcción de vivienda. No se necesita equipo especial para el izaje de los elementos dadas sus características geométricas y su bajo peso. • Los elementos de fibrocemento utilizados para la construcción de la vivienda celular Eternit (placas y tejas), no requieren espacios de depósito cubierto, ya que pueden ser almacenados al aire libre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de construcción ágil debido a su sencillez y poco equipo requerido. • Acabado muy pulcro que elimina la necesidad de tratamientos posteriores. Desventajas • Tiempo de construcción ágil debido a su sencillez y poco equipo requerido. • Acabado muy pulcro que elimina la necesidad de tratamientos posteriores. Desventajas • Es más costoso que las otras alternativas del mercado. • Hay restricciones de tipo arquitectónico y dificultad de reparación para instalaciones que se encuentran embebidas en concreto.
DESVANTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • El comportamiento dúctil de la estructura 	<ul style="list-style-type: none"> • La distribución arquitectónica de las viviendas está 	

metálica debe ser manejado con los materiales y elementos de cerramiento a través de dilataciones que permitan el desplazamiento libre de la estructura.

- La placa de entrepiso Corpalosa hace parte integral del sistema estructural de la vivienda.
- Las edificaciones construidas por este sistema tienen apariencia pesada, debido a la conformación estructural de sus elementos de lámina delgada, por lo cual las columnas pueden quedar por fuera de la superficie de los muros divisorios formando aristas que sobresalen.
- Para que el sistema de construcción Corpacasa sea competitivo se requieren proyectos con un volumen considerable de viviendas.

• Los elementos Corpacero hacen parte integral del sistema Corpacasa. La ausencia de alguno de estos componentes en la construcción disminuye los rendimientos característicos del método industrializado Corpacasa.

- La inclusión de componentes diferentes o de alternativas arquitectónicas especiales ofrecidas por la flexibilidad del sistema eleva los costos finales de la vivienda.

sujeta a la disposición de los paquetes industriales (kits), que ofrece la empresa productora. Soluciones arquitectónicas diferentes deben ser objeto de estudio por parte del productor.

- El bajo peso de la celda (aprox. 1200 kg) y el espesor de sus muros (12 mm), generan una inercia despreciable con relación a la inercia del suelo. Por lo cual se requiere un elemento de transición que absorba los esfuerzos inerciales producidos por el sismo.
- En terrenos con alto grado de permeabilidad, se debe impermeabilizar la base construida con láminas de polietileno, que además funcionen como una barrera de vapor entre capas.
- Para casas de dos pisos el sistema de vivienda celular debe utilizar una estructura metálica que soporte las cargas del segundo piso (paredes y placa).
- Debe aplicarse una capa para evitar las manchas y la condensación de las láminas.
- El aislamiento térmico y acústico sólo se garantiza con paredes de doble lámina.
- Reacción cultural a los acabados y textura finales de las paredes con poco espesor.
- La configuración de las células hace que se pierda espacio en las esquinas debido a la geometría de los elementos.

• El primero de estos es la precaria prestación que presenta el material para la ventilación al interior de los recintos construidos con este sistema. Esto se debe principalmente a que la configuración del material impide la libre circulación de aire o agua a - 75 - través de él, por lo que la única comunicación del muro con el exterior está dada por el acceso que brindan tanto puertas como ventanas. Es por este motivo que la obtención de una buena circulación de aire o humedad y por ende la solución a este problema, dependerá de las costumbres que tengan las personas que habiten en estos recintos, es decir que el simple hecho de ventilar las habitaciones mediante la abertura de ventanas en forma diaria, resolvería esta condición

• Con respecto al segundo punto, este se refiere al hecho de que este producto una vez producido el llenado con hormigón, el muro no podrá ser modificado ni reparado en ningún caso, como, por ejemplo: la disgregación de material pétreo, la generación de nidos, desaplome de estructuras, mal diseño de instalaciones, mala colocación de armaduras, etc. Todo esto tendrá como única solución la demolición del panel, ya que cualquier intento de reparación afectará de manera irreversible la prestación del panel. Además, el hecho de que el hormigón se encuentre cercado por el panel, impedirá el detectar la ubicación de cualquier tipo de falla respectiva a la ejecución del llenado. La única - 76 - forma de detectar, de manera tentativa, la ubicación de fallas de este tipo será a través de golpes realizados al muro por medio de "combos de goma", detectando la falla a través de una diferencia de tonos entre los diferentes sectores. Otra falencia que presenta el hecho de no poder intervenir al muro luego de su llenado, es la imposibilidad de obtener testigos de hormigón que indiquen la resistencia de éste una vez colocado, por lo que esta condición deberá ser ratificada por los ensayos de hormigón fresco.

Capítulo 7. Evaluación Económica

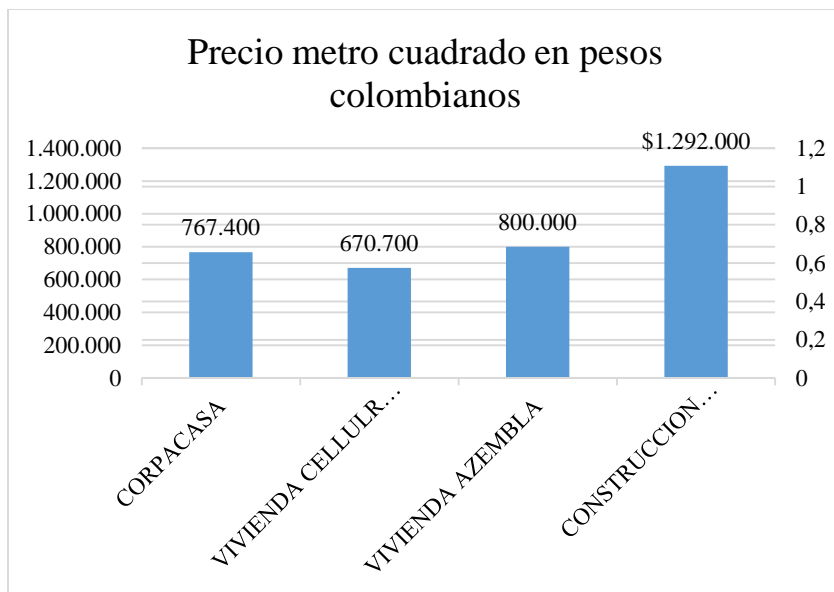
Para esta evaluación se realizó una comparación con base al costo por m² para cada Sistema de construcción, se obtuvo tres presupuestos de construcción modular, donde cada empresa facilitó una cotización de un modelo similar al propuesto, además se realizó el presupuesto de construcción convencional. La evaluación es muy exacta, ya que hay similitud en el área construida de estos y la distribución arquitectónica similar (Cuenta con 3 habitaciones, baño y cocina conectada a sala comedor. En base a los presupuestos de cada obra, se ha dividido los costos directos de cada sistema, entre el área total construida y se ha comparado el costo directo por m² de cada uno.

Tabla 26. Área de modelos de vivienda propuestos.

VIVIENDA	AREA CONSTRUIDA
Modelo vivienda Corpacero	50 m ²
Modelo vivienda Eternit	50 m ²
Modelo de vivienda Azembla	45 m ²
Convencional	45m ²

Nota Fuente: Autor de la Investigación

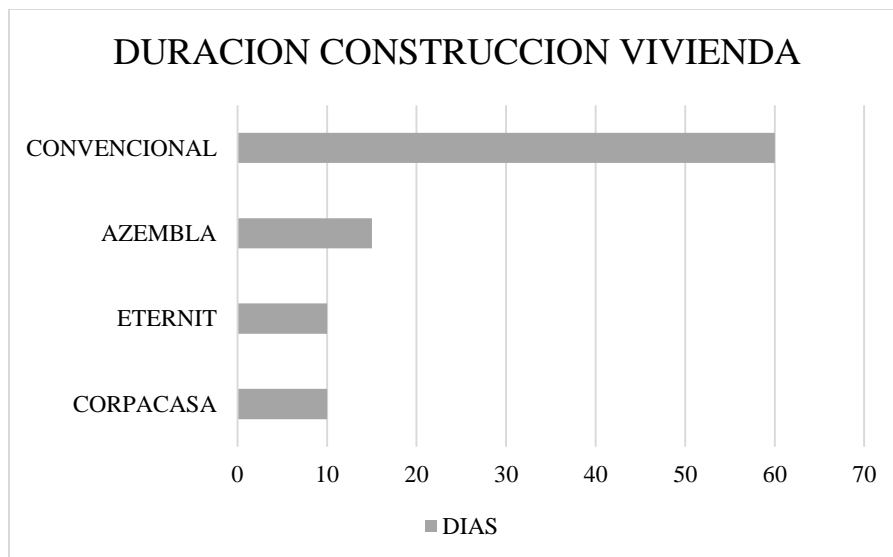
La información de presupuestos obtenida para cada sistema se encuentra en los anexos de este documento. En cada caso, los costos obtenidos rigen para el segundo semestre del año 2020.



Grafica 2. Precio por metro cuadrado.

Fuente: autor de la investigación

El plazo de cada sistema constructivo varía, en el caso de una obra convencional surgen retrasos, poco control de obra que genera demoras y pérdidas de recursos y demás. Mientras los procesos constructivos sean industrializados, tendrá menos duración el proyecto y habrá una mejor organización del cronograma de actividades. El siguiente grafica comparativa detalla la duración de cada sistema constructivo que se utiliza.



Grafica 3. Duración de construcción de viviendas.

Fuente: Autor de la investigación

Tabla 27. Comparativa De Sistemas De Construcción

(investigacion.)	CORPACASA	ETERNIT	AZEMBLA	CONVENCIONAL
VALOR METRO CUADRADO(costos directos)	\$ 767,400.00	\$ 670,700	\$700,000-\$800,000	\$ 1,292,000
TIEMPO DE EJECUCIÓN	7 días en su totalidad, grupo de 6 personas especializadas por labor.	3 hombres construyen una vivienda de 45 metros cuadrados en 5 días, teniendo losa de cimentación.	se estima que la construcción, tenga una ejecución en su totalidad de 12 a 15 días.	Dos a tres meses, dependiendo del cronograma.
MANO DE OBRA	Se utiliza mano de obra de la región que es capacitada directamente en obra.	La mano de obra debe ser entrenada por los proveedores del sistema y relativamente fácil de conseguir.	La mano de obra no es especializada pero es necesario que tenga una capacitación.	Mano de obra calificada que no necesita mucho entrenamiento y que por lo tanto es fácil de conseguir.
MAQUINARIA Y EQUIPO	El único equipo requerido son llaves para pernos y un taladro, además Corpacasa no requiere formaleta, ni andamios para la construcción en de su estructura.	Taladros y Remachadoras.	Bomba de concreto y herramienta menor.	Cortadora de ladrillo, Vibrador (vigas y columnas). Herramienta menor.
CONSIDERACIONES ECONÓMICAS	El sistema no tiene costos representativos en equipos especializados que afecten la estructura económica del proyecto.	El sistema no tiene costos representativos, porque manejan el sistema completo.	Como es un sistema parcial los costos se incrementan con las inclusiones de actividades.(concreto refuerzo)	Por su duración y complejidad en sus procesos se hace relativamente costoso.
TRANSPORTE A LA REGIÓN	\$350,000 por cada casa, se transportan en mula x 50 unidades	\$ 300,000-\$400,000 por vivienda	No se tiene un costo aproximado, pero se calcula que es más costoso que los demás sistemas.	todos los materiales se consiguen en la región

Fuente: Autor de la investigación

Capítulo 8. Propuesta

En cada momento se piensa en la reducción de impacto ambiental, por eso es importante la eficiencia de los procesos constructivos, así como la correcta selección de los materiales que requieren sean eco amigables con el entorno, esto conlleva a utilizar una solución sostenible de vivienda y un proceso amigable con el ambiente, que minimice el uso del agua, cemento, acero y agregados, así como también que no requiera de maquinaria pesada.

La vivienda de interés social que se plantea, se basa en uno los sistemas ya evaluados, una solución que permite acelerar el tiempo de construcción, como también optimizar recursos, Además, a partir de las evaluaciones anteriores se analizó: el proceso de armado, la calidad, la modulación, facilidad en la construcción y sobre todo la parte económica, donde el Sistema escogido no solo por el costo si no por lo confortable; Es un sistema completo industrializado, que ha prevalecido en el tiempo y ha sido implementado en algunas regiones, mejorando la calidad de vida de las familias de estas regiones.

La alternativa de solución que se propone, es el SISTEMA CELULAR ETERNIT®, porque permite caracterizar y regionalizar los diseños de las viviendas en tipo urbano y rural, para climas cálidos o fríos, aislados, de acuerdo a las necesidades y requerimientos del proyecto; Además de que es el sistema de construcción más económico evaluado anteriormente.



Ilustración 24. Imagen vivienda celular de ETERNIT.

Fuente: ETERNIT.

La alternativa de propuesta es la vivienda celular de ETERNIT, por su concepto modular; El módulo básico, cuya dimensión en planta es de 3.00 x 3.00 m, se adapta a cualquier diseño arquitectónico donde se pueden generar células de varias dimensiones de acuerdo con la necesidad del proyecto (ver ilustración 25).

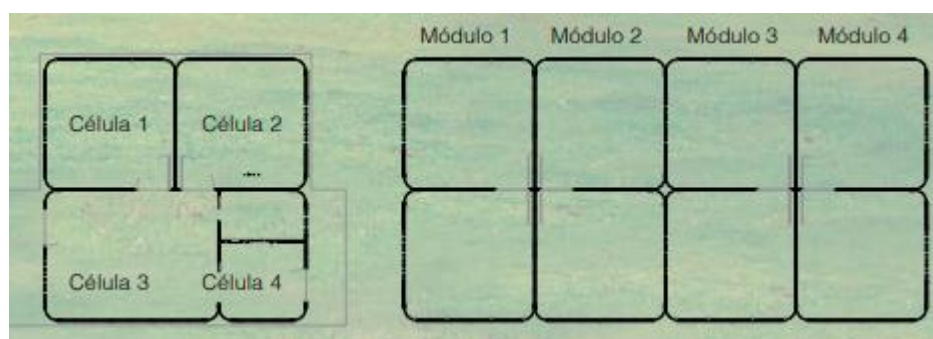


Ilustración 25. Modulaci3n de celular ETERNIT.

Fuente: ETERNIT.

Adaptables A Diferentes Tipos De Diseños

1 SISTEMA CELULAR ETERNIT® está conformado por los siguientes elementos:

Paneles ETERNIT® 1.22 m x 2.44 m x 33 mm (Paredes) o módulos intermedios. Esquineros Celulares r = 28cm Long. de 2.60 m hasta 4.50 m. Teja ETERNIT® ondulada color (P7, P10). Estructura de cubierta correa tipo tubular de 3" x 11/2". calibre:18. Tornillos, remaches y pegantes

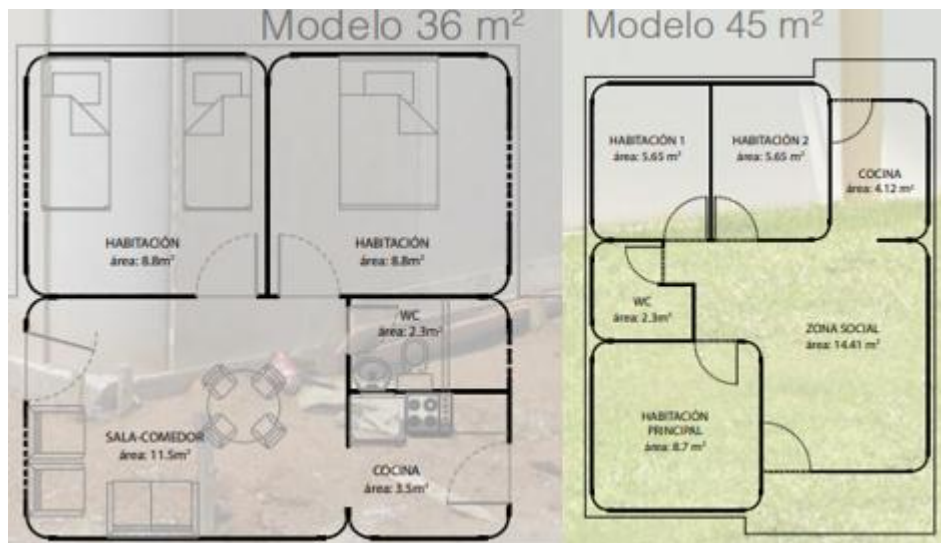


Ilustración 26. Imagen diseños arquitectónicos posibles ETERNIT.

Fuente: ETERNIT.

¿Porque construir con sistema celular de ETERNIT?

- Sistema homologado por la Comisión Nacional de Sismo resistencia.
- Suministro en kit o paquete industrial.
- Construcción rápida y de fácil instalación.
- Alto rendimiento en el desarrollo de proyectos masivos.
- Adaptable a condiciones regionales de clima y temperatura.
- Alta resistencia mecánica.
- Excelente relación costo – beneficio.

- Posibilidad de vinculación de la comunidad en el proceso constructivo. (Eternit)

8.1 Proceso constructivo

El proceso constructivo fue tomado del manual de bolsillo de vivienda celular de Eternit.

1. fundición losa de piso en concreto

La fundición de la losa se realiza en dos pasos:

1. Una vez compactado el terreno y colocadas las instalaciones Hidro Sanitarias y Eléctricas, se instala la parrilla, ya sea armada en sitio o malla electro soldada y se funde la losa en concreto con un espesor de 8 cm. La losa debe ser diseñada y avalada por un Ingeniero Calculista y de acuerdo con el estudio de suelos o apiques permitidos. Eternit suministra información sobre el esquema estructural pero no el cálculo.

2. Una vez colocadas la guía de piso y ensamblado el Kit Básico, colocando previamente en toda el área de la vivienda una malla de gallinero, se funde un sobre piso en mortero impermeabilizado de 3 a 4 cm de espesor, con esto se logra el cierre estructural y el amarre de la vivienda embebida en la losa.



Figura 3. Fundición losa en concreto.

Fuente: ETERNIT.

2. La conformación de la Base para Palafito tiene las siguientes etapas:

1. Demarcación de la zona donde se construirá la vivienda y replanteo de la ubicación de las zapatas y columnas. Luego se construyen las canastas de las columnas y se procede a la función de las mismas. La estructura de zapatas, columnas y plataforma metálica deben ser diseñadas y calculadas por un Ingeniero Calculista responsable y acorde con el estudio de suelos o apiques permitidos.

PASO 2. Una vez se tienen las columnas fundidas y fraguadas, se procede a la colocación de la plataforma metálica base para el piso de la vivienda. Sobre esta base se colocan las Placas Eterboard de 17 mm o 20 mm que hacen las veces de piso. Sobre estas se colocan las guías de piso y se procede al ensamble de la panelería. 3. Una vez se ensambla el Kit, se procede a la fundición del sobre piso colocando malla de gallinero en toda el área de la vivienda y luego se funde una capa de mortero de 3 a 4 cm de espesor, con esto se logra el cierre estructural de la vivienda, quedando la vivienda embebida en el sobre piso.



Figura 4. Cimentación base en palafitos

Fuente ETERNIT.



Figura 5. Instalaciones.

Fuente ETERNIT.

3. Replanteo.

Posteriormente a la fundición de placa de cimentación o plataforma de piso y la instalación de las redes hidráulicas y sanitarias necesarias, se debe realizar el replanteo para el montaje y ensamblaje de muros. Para la ejecución del replanteo se deben marcar los Ejes en

ambos sentidos teniendo en cuenta los planos denominados “de armado”. El replanteo consiste en trazar o marcar con cimbra o lápiz sobre la placa de cimentación o sobre la plataforma, según sea el caso, todos los Ejes especificados en los planos. El procedimiento del anclaje de la vivienda a la plataforma debe hacerse de acuerdo con lo estipulado en los cálculos estructurales, se puede anclar dentro de la losa de concreto de la plataforma o deberá construirse una losa de anclaje sobre la plataforma.

4. Instalaciones de guía de piso.

Sobre el replanteo ejecutado anteriormente y teniendo en cuenta las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, instalados anclamos mecánicamente con clavo de acero cada 30 cm, ángulos galvanizados de 3” x 4” (no suministrados en el Kit) los cuales nos servirán de guía para la instalación de los paneles.

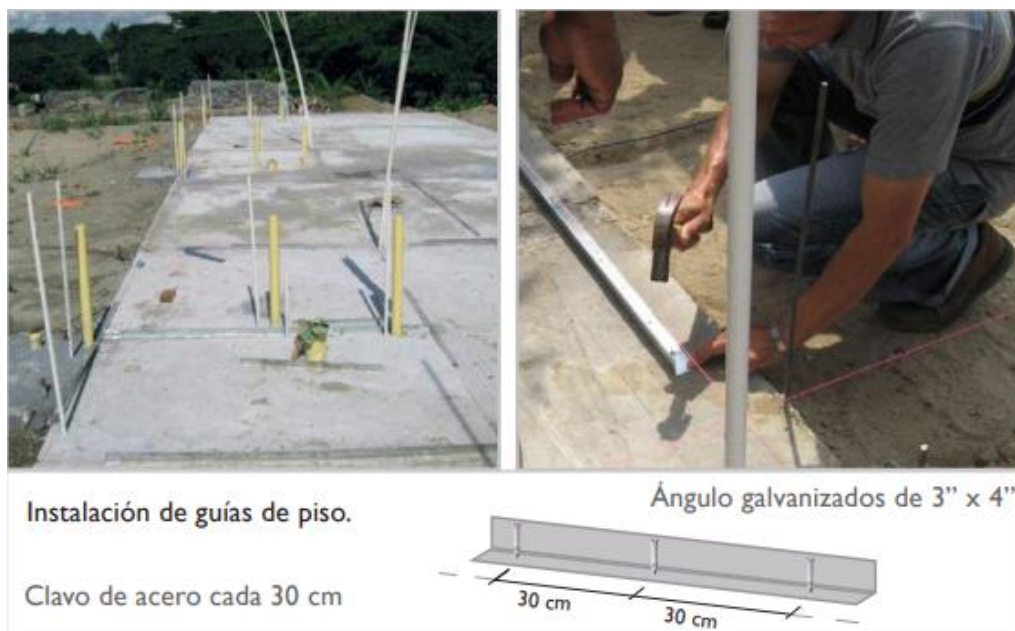


Figura 6. Instalaciones de guías

Fuente: ETERNIT.

5. Alistamiento de esquineros.

Con el objetivo de agilizar el proceso de izado y anclaje entre esquineros y paneles, se deben pre perforar y avellanar los esquineros cada 30 cm, estas actividades se hacen por la cara interna, con taladro y con el esquinero aun sobre el suelo.



Figura 7. Alistamiento de esquineros

Fuente: ETERNIT.

6. Alistamiento y clasificación de la panelería del kit básico para su ensamble

SOPORTE EN MADERA. APOYO DE PANELERIA POR TAMAÑOS. Para facilitar en proceso de ensamble, previamente se deben proveer de 4 o seis soportes de madera similares al que se muestra en la gráfica, esto con el fin de clasificar por tamaños y geometrías los paneles al momento de desarrumarlos. Esta labor optimiza el proceso de ensamble y protege las condiciones estructurales de los paneles.



Figura 8. Alistamiento de paneles

Fuente: ETERNIT.

7. Izado esquinero iniciación

Posterior al replanteo de los muros de la vivienda de acuerdo a los planos “de armado”, ubicamos el esquinero de iniciación el cual será el arranque del armado de la vivienda. El primer esquinero puede ser cualquiera de los necesarios para el sistema, se recomienda que esté ubicado donde tenga longitudes largas de panel a armar, esto se determina en obra y según el diseño de la vivienda, posterior al izado se aplica el pegante (incluido en el kit) sobre las aletas con ayuda de

una espátula o un palustre, donde posteriormente se instalaran los paneles fijándolos mecánicamente con los tornillos contenidos en el Kit.



Figura 9. Izado de esquineros

Fuente: ETERNIT.

8. Ensamble de paneles de la vivienda

En adelante los paneles deben ser ensamblados teniendo en cuenta los planos de armado, siguiendo un sentido de instalación, arrancando desde el esquinero de iniciación ya instalado anteriormente. Los empalmes o uniones entre paneles además que es unión machihembrada, se debe asegurar con tornillo 6 x 3/4" avellanante, instalando al menos 8 por cada unión. Paralela a la instalación de los paneles y de acuerdo al avance de muros, se instalan los marcos anclados mecánicamente a los vanos ya dispuestos en el diseño.

9. Instalación de la cubierta

La instalación de la teja de cubierta está determinada por el diseño de la casa, esta instalación debe realizarse teniendo en cuenta los siguientes pasos. La primera correa a instalar es la correa estructural de borde a ubicar en las fachadas frontal y posterior la cual puede ser interna o externa, la instalación y distancias entre correas dependen del tamaño de la teja a utilizar, se deben instalar de acuerdo con la pendiente de la cubierta y alineadas entre sí para evitar salientes y posteriores apoyos puntuales. Para instalar las correas se deben hacer cortes en "U" a los paneles para formar una caja donde se apoyara la correa.



Figura 10. Instalación de cubierta.

Fuente: ETERNIT.

10. Instalación hidro sanitaria.

APARATOS SANITARIOS DE BAÑO Y COCINA

El esquema Hidrosanitario suministrado por ETERNIT en los Planos de Construcción, deben ser aprobados por el constructor responsable, con el propósito de que se cumpla con la Reglamentación vigente del RAS 2000. Previo a la fundición de la losa se debe realizar el tendido de las tuberías que conformaran la red hidráulica y la sanitaria, con la ubicación y distancias determinadas en los planos. Luego se instalan los hierros de la losa ya sea en varilla o malla electro soldada, según el cálculo y especificaciones aprobadas por el constructor. Se funde el concreto y queda lista la losa para la colocación de las guías de piso y el izaje de la panelería y luego confinar el sistema estructural con la colocación de una malla de gallinero sobre toda el área de la vivienda y fundir el sobrepiso de 4 cm de espesor con una capa de mortero 1:2 o 1:3.

Para el caso de las plataformas en palafitos, la red hidráulica y sanitaria van suspendidas de la plataforma base procurando en todos los casos dar los desniveles necesarios que garanticen el desague por gravedad de la instalación sanitaria.



Figura 11. Instalación hidrosanitaria

Fuente. ETERNIT.

La instalación hidráulica de agua potable y de aguas servidas del lavamanos va encofradas en un ducto que se construye con canales y parales en acero galvanizado (no incluidas en el Kit) y posteriormente se protege con lámina de Eterboard de 6 mm tal como se evidencia a continuación:



Figura 12. Instalaciones hidrosanitarias.

Fuente. ETERNIT.

11. Instalaciones eléctricas

En las viviendas bajo techo la construcción de las Instalaciones Eléctricas externas a los muros denominadas aéreas, que según el reglamento Técnico Colombiano de Instalaciones Eléctricas (RETIE) son permitidas. Esto contempla la correcta disposición de las tuberías, cajas y registros, así como la adecuada conexión de la tubería a los muros. Para el caso del SISTEMA CELULAR, la conexión de la red al PANEL se logra a través de una curva Conduit y de allí en adelante, dentro del panel no se coloca tubería en razón a que el espacio interior que se genera dentro de este, dada la conformación del PANEL CELULAR, es de condición AISLANTE, no

CONDUCTOR ELÉCTRICO y adicional con características de HERMETICIDAD frente a la humedad, certificándose esto como un DUCTO para conducir el cableado que alimenta las TOMAS, los INTERRUPTORES y las LÁMPARAS.



Figura 13. Instalaciones eléctricas

Fuente. ETERNIT.

HISTORIAS DE ARQUITECTURA CON FUNCION SOCIAL. Noviembre 21 de 2017

Hola amigos, después de un buen tiempo sin publicar sobre mi trabajo, les cuento que era debido a una gran cantidad de compromisos que me tenían la cabeza ocupada y eso me impedía escribir sin pena de cometer errores o contenido inútil. Hoy les presente este desarrollo habitacional de alta densidad construido en base a uno de mis diseños de viviendas de interés prioritario de 40,5 M2, y que utilizo terrenos anexos al nuevo hospital de la población de Bocas de Satinga del

Municipio Olaya Herrera del Departamento de Nariño, Sur de Colombia zona costera al Océano Pacífico. Este centro poblado se encuentra a orillas del río Sanquianga y con una población de 8000 habitantes mayoritariamente Afrodescendiente. (ARTICULOS DE EXPERIENCIAS DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONSTRUCCION CELULAR DE ETERNIT)

Rodeada de manglares Accesible únicamente por vía fluvial Formalismo urbano; Esta población se moviliza principalmente a pie, a lomo de burro, en carretas de tracción humana, canoas de remo, lanchas a motor, en motocicletas y bicicletas, no hay automóviles. Caños intraurbanos y cloaca permanente Sirven como vía navegable Como la mayoría de poblaciones retiradas de principales centros urbanos, Satinga tiene deficientes o inexistentes servicios públicos que ocasionan muchas enfermedades entre sus pobladores, especialmente en la infancia y adolescencia. Inexplicable que esta población fue blanco de tomas guerrilleras, aun hoy de vez en cuando se habla de grupos paramilitares que prohíben salir de noche con un supuesto toque de queda incluso causando víctimas y opresión. Traficantes de estupefacientes, comercio ilegal de madera y Oro son principalmente causantes de esta inseguridad y problemas de orden público. Otra tragedia que en un inicio parecía un bien, fue la construcción de un canal entre el río Patía y una afluyente cercana a Satinga, que mejoro las comunicaciones y trajo progreso, el cual se debilito debido a la constante erosión de las riveras de su río principal el Sanquianga ademas de las constantes inundaciones de cultivos y viviendas, fenómeno de desplazamiento de la zona rural a la cabecera municipal aumentando su población y consecuentes problemas de habitabilidad. (ARTICULOS DE EXPERIENCIAS DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONSTRUCCION CELULAR DE ETERNIT)

La falta de una cultura de protección y manejo medioambiental y de salubridad por parte de los habitantes de este Centro Poblado, más aquí donde a diario un fenómeno migratorio

aumenta su población residente, donde la generación de residuos sólidos y orgánicos se multiplica y debido a que no tienen una correcta forma de manejo y disposición la generación de vectores perjudiciales para la salud es inevitable, disminuyendo notablemente su calidad de vida. La falta de una conciencia colectiva en estos aspectos hace pensar que el uso de razón y sentido común, no son herramientas de habitual uso en estas comunidades. Antes de la existencia de adecuadas vías de comunicación fluvial, las construcciones dependían en su totalidad de la madera, con lo que se generó una deforestación aumentada con el afán comercial de ese producto a escala Nacional e Internacional Construcciones tradicionales en madera El gusto para las formas curvas es notorio Pero no todo es malo, la alegría y esperanza de estas personas es inimaginable, prácticamente todas las noches se prende la fiesta, los sitios que expende licores, se llenan desde las 6 PM y colocan sus equipos de sonido a alto volumen y sus mentes vuelan a la felicidad. Ropas y calzados de última moda, Smartphone de alta gama y prendas de oro son del común de esta población. (ARTICULOS DE EXPERIENCIAS DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONSTRUCCION CELULAR DE ETERNIT)

Con estas determinantes sociales y urbanas y con los diagnósticos consecuentes, La empresa del Dr. Canal y Eternit, crearon una unión temporal para desarrollar un proyecto de vivienda de interés prioritario que subsane o mitigue el déficit de casas para esta creciente y necesitada población. El modelo de casa escogido para cumplir con los entandares de tamaño y gusto de esa comunidad fue el modelo 40.5 M2 y a una planta apoyada sobre un piso de concreto, proyecto que desarrolle siguiendo lineamientos y recomendaciones de la UT y de los futuros usuarios. (ARTICULOS DE EXPERIENCIAS DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONSTRUCCION CELULAR DE ETERNIT)

Se estableció en el cronograma de ejecución que yo dictara una capacitación técnica del sistema constructivo a unos trabajadores que jamás lo habían conocido, se realizó esta actividad con todo éxito, primero una explicación del sistema, sus componentes, procesos de instalación y acabado y posteriormente una capacitación con prácticas en obra en donde se conformaron varios equipos según las capacidades y competencias que presentaban los diferentes estudiantes. La Capacitación teórica trata los siguientes temas: Definición, Componentes del sistema, Sistema constructivo del Kit básico de una célula, 1a etapa, preparación del suelo y elaboración de la plantilla base de concreto, 2a etapa, replanteo y trazado de ejes constructivos, 3a etapa, colocación de los ángulos de fijación, 4a etapa, Izaje de la primera esquinera de inicio 5a etapa, colocación de los primeros paneles y conformación del ángulo constructivo, 6a etapa, colocación de paneles consecutivos y armado de muros continuos Además se expresan las tipologías de aristas y uniones, tipos de paneles, tipos y colocación de carpinteras metálicas, PVC o madera, armado de la cubierta y diferentes posibilidades, sobre piso estructural de empotramiento y explicación de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias con el conocimiento de los diferentes tipos de acabados y métodos de mantenimiento, reparaciones y reposición de partes del sistema. (ARTICULOS DE EXPERIENCIAS DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONSTRUCCION CELULAR DE ETERNIT)



URBANIZACIÓN NUEVA ESPERANZA 396 unidades de Vivienda de interés prioritario Aglomeración de alta densidad en un piso para un total de ocupación máxima de 1980 habitantes. Vista aérea, a la derecha se aprecia el nuevo hospital municipal. El terreno se preparo con tratamientos de secado hidráulico y plataforma elevada con muros impermeables de cerramiento perimetral a +/- 1 MT sobre el nivel freático.



Se espera terminar la construcción a mediados de 2018 con un tiempo total de obra de 18 meses. Una vía central en concreto que permite la circulación de peatones, bicicletas y motos, asegurando una convivencia en armonía y accesibilidad respetando las normas de un buen

convivir con participación asociativa en la recolección de residuos y su posterior clasificación para reciclar, sistemas de alarma y pronto aviso en control de seguridad, cultura, programas de capacitación, asesoramiento, acompañamiento y financiamiento de actividades productivas para mujeres cabeza de hogar, personas discapacitadas y desplazados por la violencia. Inicialmente serán los beneficiarios iniciales. Una gran felicitación a promotores, productores, proveedores, autoridades municipales y profesionales participantes de esta obra social de casas subsidiadas.. (Domínguez)

SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN LIVIANOS

11 MAYO, 2016

Esta moderna alternativa permite durabilidad, confort, flexibilidad en el diseño y buena calidad.

La raíz de la necesidad de ahorrar tiempo en la ejecución de una obra; facilitar la movilización, instalación y montaje de materiales e incluir eficiencia en las edificaciones, surgen nuevos sistemas de construcción.

El método tradicional, fundamentado en el uso del cemento, arena y ladrillo, dejó de ser el único recurso para la construcción de viviendas y con la ayuda de la tecnología se suman nuevas opciones.

AHORRO DE TIEMPO

A medida que evoluciona la tecnología, se desarrollan modernos sistemas que permiten ahorrar tiempo y dinero, y además se optimizan los recursos.

Álvaro Torres Álvarez, jefe de sistemas de vivienda de Eternit, asegura que el diseño, la utilización adecuada de los materiales y la disposición a usar estos procesos son los que permiten ser vigentes y estar actualizados.

El costo, explica que tal vez puede ser igual, “la diferencia es la facilidad de llevar, de construir y el beneficio del tiempo”, especifica.

Como experto en vivienda, innovación y construcción precisa que en estos procesos los desperdicios son controlables y solo se utiliza lo que se necesita.

“En menores tiempos de construcción, se hace el montaje de algo que ya viene prediseñado, pre dimensionado y simplemente se arma, lo que representa una reducción en los costos y en el tiempo que se utilizan para terminar un proyecto”, aclara.

Torres dice además que se pueden hacer viviendas con un nivel de economía, que no tienen nada que demeritarle a otras construcciones. Y resalta que los usos de estos materiales livianos permiten realizar construcciones con un mayor estándar. (Cano, 2016)



Con este sistema celular el área ocupada permite mayor aprovechamiento del espacio interior.

GARANTÍA

Con relación a la garantía del producto, el arquitecto afirma que existen de dos tipos para estas obras. Por un lado, hace énfasis en la garantía por parte del constructor con el cumplimiento de la estabilidad y calidad del proyecto. Y por otro lado la garantía del producto, que va muy relacionada a la correcta utilización de los materiales para que la construcción no se vea afectada. En fin, el uso de elementos livianos y modulares, además de eliminar desperdicios y reducir la mano de obra, también permite una mayor facilidad de manejo, movilización y montaje. Estas placas resisten temperaturas de hasta de 200°C y los materiales son resistentes a la intemperie y a agentes como el sol, agua y viento, y no se corroen ante la lluvia. (Cano, 2016)

VENTAJAS

- Tiempos cortos para la ejecución de una construcción
- Reducción de costos en materiales y mano de obra

- No requiere de maquinaria pesada
- Fácil y liviano acarreo de materiales
- La obra se realiza de manera limpia, seca y rápida
- Reducción de riesgos en obra por su facilidad de acopio y manipulación
- Para la construcción se rige de normativas que determinan una sólida y resistente

edificación

- El aislamiento térmico y acústico eficaz le brinda ahorro de energía y autonomía sonora
- Permite reparaciones limpias y rápidas
- Facilita el confort y la comodidad total

15 días tarda la construcción de una casa de 45 m con el sistema celular Eternit. El costo de una lámina de 1,22 x 2,44 m, va desde \$29.000 hasta \$98.000, dependiendo del espesor.

Placas planas de 1.22 m x 2.44 m x 6 mm conforman los paneles de fibrocemento que se utilizan en el montaje de un sistema celular de construcción liviana. (Cano, 2016)



PROYECTO VRISSA

El grupo Vrissa, integrado por 42 aprendices y 18 instructores-asesores del Sena regional Valle, recibió en Cali, en el Solar Decathlon, la competencia internacional de edificación sostenible más importante del mundo, el primer premio en las categorías ‘Funcionamiento de la casa’ y ‘Balance energético’. (Cano, 2016)

En el proyecto utilizaron placas planas de fibrocemento de Eternit, destacadas por su eco eficiencia.

El arquitecto Luis Fernando Rodríguez, gerente del Proyecto del grupo Vrissa, destaca del mismo que además de tener un área de 72 m², mayor que la mayoría de los proyectos de Vivienda de Interés Social, está alimentado por un sistema fotovoltaico que permite generar la energía que consume la casa, cuenta con un sistema Steel Framing, (cerramiento), tiene un

sistema de climatización pasivo, uno constructivo modular y prefabricado que permite el desarrollo en seco. (Cano, 2016)

El experto en arquitectura bioclimática considera que “es un proyecto diferenciador porque propone cerramientos en fibrocemento al exterior y panel yeso al interior, soportados en perfiles tubulares de acero, que lo hacen innovador con relación a los materiales de la vivienda social en Colombia”. (Cano, 2016)

El especialista en gerencia de construcciones resalta que las estructuras metálicas son el sistema portante y la base de cerramientos del edificio, por lo que califica a estos materiales como la base de la tecnología constructiva. (Cano, 2016)

“La garantía del producto va relacionada a cómo se construyó. Si se construye bien, los materiales no se tienen por qué afectar”. (Cano, 2016)



NARIÑO. Ubicado a una altura de 1950 msnm. Clima frio, pero más caliente que Pasto la Capital Nariñense Como dato curioso comenta el Arq. Juan José, que él llegó a Buesaco con cuatro oficiales de construcción de la costa y contrataron más o menos 24 nariñenses para hacer las labores de ayudantes y oficiales los cuales recibieron la capacitación para trabajar en el proceso de montaje, pero el cabo de dos semanas los trabajadores del Arquitecto que vinieron de la costa se aburrieron del clima y se regresaron para Sincelejo, lo dejaron solo. Solo no, porque los que habían entrenado (CUIYIJAN CELULARES) ya eran más duchos en el montaje de ensamble y en manejo de las herramientas eléctricas, razón por la cual unos ascendieron de ayudantes a oficiales y otros a maestros de obra, por eso, hoy ya tienen listas 40 de las cien casas a construir en Buesaco. (Torres, 2020)



Esta imagen presenta la creatividad y responsabilidad del arquitecto OYOLA y de sus colaboradores los Cuyijan, que protegen sus áreas de trabajo de las incidencias climatológicas,

para no ver afectadas sus faenas de trabajo. Increíblemente, estas viviendas han estado expuestas ya a dos fenómenos naturales: 1.- Un fuerte vendaval con vientos huracanados, ante el cual, las viviendas que se encontraban en pleno proceso de construcción, no se afectaron, gracias a la ubicación en la parte alta de una loma impermeable de protección, donde el viento llega pleno, en prevención a estas situaciones climáticas, se determinó instalar las tejas con doble fijación: gancho y tornillo bastón. Quedó demostrado, lo que en laboratorios de prueba se había realizado: Que Las ESQUINERAS CURVAS, componente fundamental del Sistema, actúa como disipador de la fuerza del viento sobre los planos de los muros 2.- Un sismo superior a 7° en la escala de Richter, donde igualmente las viviendas asimilaron y disiparon este movimiento y no presentaron secuelas por agrietamientos o fisuras. Ante estos dos fenómenos la Comunidad está permanentemente evidenciando el comportamiento Sismo resistente de las viviendas y hoy dan fe de la calidad y estabilidad de las mismas. El reporte definitivo de Ingeominas señaló que la magnitud fue de 7.1 grados Richter y con una profundidad de 168 kilómetros con epicentro en La Vega, Cauca. (Torres, 2020)



Al principio esta misma comunidad se mostró escéptica por el proyecto y por las “casa de papel” que les iban a entregar. Hoy en día comentan, que están sorprendidos por las viviendas y

por el nivel de acabados con que se entregan, siempre los proyectos de “INTERES SOCIAL” habían sido de “DESINTERÉS SOCIAL” es decir casas en ladrillo a la vista y en obra negra. Precisamente uno de los factores que queremos erradicar de los proyectos de vivienda que se construyan con el SISTEMA CELULAR ETERNIT, es el “CONCEPTO DE OBRA NEGRA”. (Torres, 2020)

CUY YA COMIO, YA SE ADAPTO A LA COMIDA NARIÑENSE EL ARQUITECTO JUAN JOSE se ha involucrado tanto con la cultura nariñense que ya en su mesa no puede faltar el CUY, comida típica por excelencia de la región Nariñense, y dice que ya muy poco pescado come. Foto tomada de AMAUTA. El Cuy, una especie de roedor, de exquisito sabor y fina. (Torres, 2020)

CASAS EN LAS MONTAÑAS



HAY PROYECTOS DE VIVIENDA PRIVADA, DONDE ESTÁN CONTEMPLANDO LA POSIBILIDAD DE HACERLAS CON EL SISTEMA CELULAR, HAN PERCIBIDO LAS VENTAJAS DE LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA, MENOS DESPERDICIÓN, MENORES TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN Y CALIDAD DE LAS VIVIENDAS MENOR PESO Y MEJOR COMPORTAMIENTO EN TERRENOS DE PENDIENTE FUERTE. El proyecto ha sido muy visita por muchas personas que van especialmente de PASTO a BUESACO en plan de fin de semana y ya hay buen un run run en la zona aledaña al proyecto de las VIVIENDAS EN SISTEMA CELULAR ETERNIT. (Torres, 2020)

Conclusiones

A partir del diagnóstico hecho, se concluye que los factores mencionados que sumergen la región del Catatumbo a esta problemática del déficit habitacional, son la barrera que imposibilitan una mejor calidad de vida en esta región, estos obstáculos impiden el desarrollo de esta zona, lo cual implica un desarrollo negativo, que no deja avanzar al departamento, además que si prevalecen estos factores como lo es el conflicto armado, que provoca muchos desplazamientos de familias enteras, el narcotráfico que provoca más violencia, y mientras no mejore la economía de Venezuela y la migración no reduzca, no abran avances para mitigar el déficit habitacional que afecta esta región, no dejara fluir mejores condiciones de calidad de vida .

Realizando esta recopilación se veían muchos sistemas que al fin y al cabo podrían ser la solución para esta gran problemática, pero analizando estos, por sus costos y sus procesos e implicación de industrialización que permitía cada uno de ellos, además de ciertas llamadas a distintas empresas, donde algunas no respondieron, se filtraron los más relevantes, concluyendo así el sistema de Eternit por su reducción en el impacto ambiental, porque es una solución sostenible que reduce tiempos costos y residuos.

Partiendo de la evaluación de aspectos funcionales técnicos y económicos para cada uno de los sistemas, uno de los factores más decisivos fue el precio del metro cuadrado para cada sistema modular, puesto que el sistema de Corpacasa, ofrece también una buena alternativa similar en cuanto aspectos técnicos y funcionales, inclusive hasta viéndose más comfortable, por su estructura metálica y justamente a un precio cercano al sistema celular de Eternit, además se

descartó el sistema de PVC de Azembla por ser un sistema parcial, y por la inclusión de concreto y acero que aumentan los costos, mano de obra y tiempos en la construcción.

En la región del Catatumbo, ninguna de las alternativas investigadas en este proyecto han sido implementadas, ni se han creado políticas ni condiciones para desarrollar otras soluciones diferentes a la construcción convencional de viviendas, no obstante se concluye que el sistema modular de ETERNIT ; es elegido en este estudio y puede ser empleado exitosamente en esta región, por su sistema celular de fácil ensamblaje, que no requiere tanto equipo y mano de obra, que posibilita hasta que la comunidad, participe de ella y se logre una construcción rápida de fácil instalación y eficiente con los recursos y medio ambiente. Porque es un sistema completo donde la empresa se encarga de entregar la vivienda completa, además de la excelente relación costo beneficio, la adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y regionales como también un alto rendimiento en los proyectos masivos.

Referencias Bibliográficas

ARTICULOS DE EXPERIENCIAS DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONSTRUCCION CELULAR DE ETERNIT. (s.f.). Obtenido de [file:///D:/Downloads/Urbanizacio%CC%81n-Nueva-Esperanza.-7%20\(2\).pdf](file:///D:/Downloads/Urbanizacio%CC%81n-Nueva-Esperanza.-7%20(2).pdf)

BEJARANO, S. M., PEÑARETE, S. ., & RIOS, M. . (2017). *PROPUESTA DE UN MODELO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL (VIS) PARA POBLACIÓN DESPLAZADA EN LA CIUDAD DE BOGOTA, D.C.* UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15400/1/PROPUESTA%20DE%20UN%20MODELO%20DE%20VIVIENDA%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20%28VIS%29%20PARA%20POBLACI%C3%93N%20DESPLAZADA%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20B~1.pdf>

Belisario, M. (2019). *Casas prefabricadas en Colombia: ¡todo lo que querías saber!* . Recuperado el Septiembre de 2020, de https://www.homify.com.co/libros_de_ideas/6804667/casas-prefabricadas-en-colombia-todo-lo-que-querias-saber

Cano, A. (11 de Mayo de 2016). SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN LIVIANOS. Recuperado el Septiembre de 2020, de <https://anyicano.wordpress.com/tag/eternit/>

Constitucion Politica de 1991. Recuperado el 27 de Setpeimbre de 2020, de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html

Dane (censo 2018). (s.f.).

Díaz, R. C., & Ramírez, L. J. (2011). *Calidad en la vivienda de interés social*. Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Domínguez, E. A. (s.f.). Un tranquilo atardecer y un vuelo sobre el delta del Patía y Océano pacífico de mi bella Colombia. Recuperado el Septiembre de 2020, de file:///D:/Downloads/Urbanizacio%CC%81n-Nueva-Esperanza.-7%20(2).pdf

Eternit. (s.f.). *Vivienda Social Sistemas Industrializados* . Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de <https://www.eternit.com.co/documents/32456/195667/Cartilla-VIVIENDAS.pdf/b8a6ab30-75b6-4789-94ad-99362b7e555a>

Forero, S. (2020). La Vivienda de Interés Social: tres realidades, un desafío. *La Republica* . Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de <https://www.larepublica.co/analisis/sandra-forero-2735592/la-vivienda-de-interes-social-tres-realidades-un-desafio-2970665>

Gobernacion de Norte de Santander . (2018). *Briefing Departamental De Norte De Santander 2020*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de <https://www.refworld.org/es/pdfid/5d0a761d4.pdf>

Gobierno de Colombia . (2004). *ALGUNOS INDICADORES SOBRE LA SITUACIÓN DE LOS DERECHOS HUMANOS EN LA REGIÓN DEL CATATUMBO*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/09283A00DE2FA24DC1256F3C004A6818-govcol-col-21oct4.pdf>

Herrera, H. L., & Sanchez, P. K. (s.f.). *PROTOTIPO DE VIVIENDA MODULAR IMPLEMENTANDO LA GUADUA COMO SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA ZONA RURAL DE MANIZALES*. Bogota: UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA. Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de

<https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5602/Prototipo%20de%20vivienda%20modular.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

investigacion., A. d. (s.f.).

Ley 1450 de 2011, Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014. (Congreso de Colombia). Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1450_2011.html

Ley 3 de 1991, por la cual se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el subsidio familiar de (Congreso de Colombia). Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de <http://www.minvivienda.gov.co/LeyesMinvivienda/0003%20-%201991.pdf>

Ley 387 de 1997 (, por la cual se adoptan medidas para la prevención del desplazamiento forzado; la atención, (Congreso de Colombia). Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de

[https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2002/7401.pdf?file=fileadmin/Documentos/BDL/2002/7401#:~:text=LEY%20387%20DE%201997&text=\(julio%2018\)-,por%20la%20cual%20se%20adoptan%20medidas%20para%20la%20prevenci%C3%B3n%20del,en%20la%20Rep%C3%ABblica%20d](https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2002/7401.pdf?file=fileadmin/Documentos/BDL/2002/7401#:~:text=LEY%20387%20DE%201997&text=(julio%2018)-,por%20la%20cual%20se%20adoptan%20medidas%20para%20la%20prevenci%C3%B3n%20del,en%20la%20Rep%C3%ABblica%20d)

Ley 388 de 1997, Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia). Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0388_1997.html

Ley 546 de 1999, Por la cual se dictan normas en materia de vivienda, se señalan los objetivos y criterios generales a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular un sistema especializado para su financiación, se crean instrumentos de ahorro destinado a di

(Congreso de Colombia). Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0546_1999.html

Lirola, C. (2020). *Viviendas Bioclimaticas. Tipos de casa segun el clima* . Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de <https://www.autopromotores.com/viviendas-bioclimaticas/>.

Matos, H. A. (2012). *LA EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MÓDULOS*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de http://eraikal.blog.euskadi.eus/wp-content/uploads/2013/01/Construcci_n-Modular-y-Arquitectura-2.pdf

Perez, O. (2020). *CONSTRUIR VIVIENDAS DURABLES, ECONÓMICAS Y MODERNAS YA ES POSIBLE*. Recuperado el Septiembre de 2020, de <https://www.eternit.com.co/documents/32456/162832/Arti%CC%81culo+-+Construir+viviendas+durables%2C+econo%CC%81micas+y+modernas+ya+es+posible-Construyemetal.pdf/51442b39-54eb-4b91-8ac0-98c58220f2e3>

Periodico Digital Estoy en la frontera. (s.f.). Norte de Santander tiene 206.415 migrantes. *Estoy en la frontera*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de <https://estoyenlafrontera.com/regularizacion-migratoria/norte-de-santander-tiene-206415-migrantes>

RESIDENTE PROYECTO: 100 VIVIENDAS DE 36 m2. SISTEMA CELULAR ETERNIT
MUNICIPIO: BUESACO . (s.f.).

Revista de la construccion sostenible . (s.f.). Construccion Modular. tendencia que marca el sector . *Revista de la construccion sostenible* . Recuperado el Septiembre de 2020, de <https://camacol.co/revista-urbana/78/mobile/index.html#p=56>

Salas, P. J. (2016). *PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA VIVIENDA SOCIAL PARA LAS ZONAS ANDINAS DE COLOMBIA*. Recuperado el 27 de septiembre

de 2020, de
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/102623/TFM%20JOHN%20SALAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres, A. A. (2020). RESIDENTE PROYECTO: 100 VIVIENDAS DE 36 m2. SISTEMA CELULAR ETERNIT MUNICIPIO: BUESACO. Recuperado el Septiembre de 2020, de [file:///D:/Downloads/Articulo_Buesaco_Narinho%20\(1\)%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/Articulo_Buesaco_Narinho%20(1)%20(1).pdf)

Vega, M. S. (2019). *CONSTRUCCION MODULAR CON CONTENEDORES MARITIMOS*. UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA. Recuperado el 27 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48859/3560901064881UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Apéndices

Apéndice A. Información Académica y Presupuesto CORPACASA

(Documento adjunto)

Apéndice B. Propuesta vivienda celular ETERNIT

(Documento adjunto)

Apéndice C. Presupuesto AZEMBLA

(Documento adjunto)

Apéndice D. Presupuesto construcción convencional

(Documento adjunto)