

**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES APLICADOS AL
DESARROLLO HABITACIONAL**

YUBELY ALEIDA PEREA RENTERÍA
C.C. 35.896.942

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
MEDELLÍN
2012

**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES APLICADOS AL
DESARROLLO *HABITACIONAL***

YUBELY ALEIDA PEREA RENTERÍA

C.C. 35.896.942

Trabajo de grado como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de la Construcción

Asesor metodológico
JOHN MARIO GARCÍA
Ingeniero Civil

Asesor temático
DIEGO TORRES CALLE
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
MEDELLÍN

2012

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
1. PRELIMINARES	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2 JUSTIFICACIÓN	16
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
1.4 OBJETIVO GENERAL	17
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. MARCO DE REFERENCIA	18
2.1 MARCO TEÓRICO	18
2.2 MARCO CONCEPTUAL	21
3. HIPÓTESIS DEL TRABAJO	24
4. METODOLOGÍA	25
5. LA VIVIENDA Y LA ARQUITECTURA	27
6. LA INDUSTRIA EN LA ARQUITECTURA	29
6.1 LOS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS	32
7. ACTUALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL	34
7.1 HORMIGÓN EN LA CONSTRUCCIÓN	34
7.2 CONSTRUCCIÓN MODULAR	37
7.2.1 Sistemas modulares pesados - sistemas modulares ligeros	39

7.3 OTROS MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN	43
7.3.1 Los nuevos materiales en la construcción	44
7.3.2 Nuevos Materiales, los Más Representativos	45
8. SISTEMA ESTRUCTURAL	49
8.1 CONCEPTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL	49
8.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES	50
8.2.1 Cimientos	50
8.2.2 Columnas	51
8.2.3 Vigas	52
8.2.4 Losas	53
9. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	56
9.1 CONCEPTUALIZACIÓN	56
9.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	56
9.2.1 Clasificación según el tipo Estructural	57
9.2.1.1 Sistema de cajón múltiple	57
9.2.1.2 Sistemas de pórtico espaciales	57
9.2.1.3 Sistemas combinados de pórticos y paredes	57
9.2.1.4 Sistemas combinados de piso flexible	57
9.2.2 Clasificación según la Construcción	58
9.2.2.1 Vaciado en el sitio.	58
9.2.2.2 Sistemas prefabricados	58
9.2.2.3 Sistema constructivo en seco	59
10. NORMATIVIDAD	67
11. PROPUESTA PARA EL USO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS NO CONVENCIONALES EN EL DESARROLLO DE LA VIVIENDA	72
11.1 PLACAS DE FIBROCEMENTO	72
11.2 PLACAS DE YESO	74
11.3 DURAPANEL	75

11.3.1 Fundamentos del sistema constructivo.	75
11.3.2 Aplicaciones y Componentes	77
11.3.3 Ventajas y desventajas	77
11.3.4 Beneficios del sistema	79
11.4 FIBRABLOCK	80
11.5 SIDEPANEL	82
11.6 PANELES DE BAMBU	85
11.7 INBAR: PROYECTO CASA DE BAMBÚ MODELO EN GUAYAQUIL, ECUADOR. SHYAM K PAUDEL, JORGE U. MORAN	86
11.8 PCH (PANEL CONSTRUCTIVO HOPSA)	87
11.8.1 Ventajas	88
11.8.2 Datos Técnicos	88
11.9 PANEL POLIBLOCK REFORZADO	89
11.9.1 Características del panel poliblock reforzado	90
11.9.2 Conexión entre paneles	92
11.9.3 Conclusiones y recomendaciones	93
11.10 PANEL HORMIGÓN ARMADO	93
11.11 PANEL PL10	95
11.12 PROYECTO SPACEBOX.	98
11.12.1 Materialidad de obra	102
11.12.2 Estructura maleable	102
11.12.3 Producción eficaz	102
11.12.4 Superficies y condiciones bioclimáticas de la obra	103
11.13 CASA BOTELLAS	104
11.14 FORMACIÓN DE ACERO DE MEDIDA INDUSTRIALIZADA LIGERA (INDUSTRIALISED LIGHT GAUGE STEEL FRAMING)	106
11.15 RE. HOME: VIVIENDA COMO RESPUESTA RÁPIDA A DESASTRES	108
11.15.1 Proceso y sistema de montaje	109
11.15.2 Descripción de los paneles empleados	110
11.16 LA CASA PREFABRICADA LIVINGHOMES	112
11.17 TECNO BOX: VIVIENDAS PARA EMERGENCIAS	114
11.18 ROYAL BUILDING SYSTEM TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA	116

11.19 ICF PROFORM	124
11.20 SISTEMA DE FERROCEMENTO	130
11.21 ECOBITAT: CASA PREFABRICADA CON FACHADAS VEGETALES	133
11.21 CORAL-INSPIRADO CARBONO NEUTRAL ECO VILLAGE PARA HAITÍ	136
11.22 MÓDULO 10×10, PROPUESTA PREFABRICADA DESDE MÉXICO	139
11.23 CASA SOBRE RUEDAS, DE ATELIER TEKUTO	141
11.24 VIV. SOCIAL MEDIA ALTURA	144
11.25 SIDERCASA	146
12. CONCLUSIONES	148
13. GLOSARIO	150
BIBLIOGRAFÍA	154

TABLA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Casa de hormigón para John White, Swanscombe, Kent, 1835.	35
Imagen 2. Patente de Edward T. Potter	38
Imagen 3. Patente de JOSEPH R. WITZEL	39
Imagen 4. Habitación 67	41
Imagen 5. Nakagin Capsule Tower	41
Imagen 6. Sectores de aplicación de los materiales compuestos	44
Imagen 7. Paneles	73
Imagen 8. Tipos de bordes	73
Imagen 9. Ejemplo de aplicaciones en interiores	74
Imagen 10. Paneles	75
Imagen 11. Transporte del panel	76
Imagen 12. Proceso de acabado	79
Imagen 13. Proceso de revoque	80
Imagen 14. Ensamblaje	81
Imagen 15. Montaje de cubierta	81
Imagen 16. Acabado de cubierta	81
Imagen 17. Panel	83
Imagen 18. Ejemplo de viviendas urbanizadas con el sistema Sidepanel	85
Imagen 19. Detalle estructural	86
Imagen 20. Vista general	86
Imagen 21. Proyecto casa de Bambú	87
Imagen 22. Proceso de montaje	87
Imagen 23. Vista perspectiva del montaje	89
Imagen 24. Vista lateral derecha	89
Imagen 25. Vista lateral izquierda	89
Imagen 26. Ensamblaje	89
Imagen 27. Proceso de construcción	90
Imagen 28. Sistema de amarre	91
Imagen 29. Lanzadora neumática de mortero	91

Imagen 30. Detalle de Muro	92
Imagen 31. Ensayo de Simulación Sísmica	92
Imagen 32. Detalles del Muro	93
Imagen 33. Fachada principal	95
Imagen 34. Montaje	96
Imagen 35. Proceso de armado	98
Imagen 36. Fachada general	99
Imagen 37. Fachada	100
Imagen 38. Fachada	100
Imagen 39. Proceso de Izaje	101
Imagen 40. Transporte de módulos	101
Imagen 41. Espacio interior	103
Imagen 42. Proceso de construcción	104
Imagen 43. Fachada 1	105
Imagen 44. Fachada 2	106
Imagen 45. Viviendas en Nueva York, con sistema I.L.G.S.F	107
Imagen 46. Fachada principal	108
Imagen 47. Proceso de montaje	109
Imagen 48. Transporte de módulos	109
Imagen 49. Sistema de energía por paneles solares	110
Imagen 50. Panel solar en cubierta	111
Imagen 51. Detalle estructural de la vivienda	111
Imagen 52. Fachada	112
Imagen 53. Montaje	113
Imagen 54. Viga Metálica	113
Imagen 55. Viguetas en Doble T	113
Imagen 56. Fachada	114
Imagen 57. Fachada Posterior	115
Imagen 58. Detalles del Sistema y Distribución de La Vivienda	115
Imagen 59. Montaje y Ensamble	116
Imagen 60. Sección de los paneles	118

Imagen 61. Sobre emparrillado metálico	120
Imagen 62. Sobre emparrillado en madera	121
Imagen 63. Colocación de columnas	122
Imagen 64. Detalles del Cerramiento y cubiertas	123
Imagen 65. Relleno y acabado de muros	123
Imagen 66. Detalle de relleno	124
Imagen 67. Ensamblajes	124
Imagen 68. Clasificación	125
Imagen 69. Detalles	126
Imagen 70. Fachada	127
Imagen 71. Montaje	131
Imagen 72. Fachada Principal	134
Imagen 73. Interior	134
Imagen 74. Exterior de la vivienda	135
Imagen 75. Transporte de la vivienda	135
Imagen 76. Fachada principal	136
Imagen 77. Exterior	137
Imagen 78. Vistas externas y superior	138
Imagen 79. Interior de la urbanización	138
Imagen 80. Fachadas	139
Imagen 81. Proceso de construcción	140
Imagen 82. Fachada	141
Imagen 83. Fachadas	141
Imagen 84. Interior de la vivienda	142
Imagen 85. Proceso de construcción y montaje	143
Imagen 86. Diseño arquitectónico	143
Imagen 87. Fachada de la urbanización	144
Imagen 88. Montaje de la vivienda	147

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objeto dar a conocer el uso de diversos sistemas constructivos-estructurales existentes; mostrando la producción masiva de viviendas de bajo costo como un modelo base para el diseño y ejecución de cada uno de ellos con criterios generales para la evaluación y desarrollo de los mismos, basándose en las consideraciones que establece el Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural, como la norma (NSR 10)¹; comprobando así, que la prefabricación y la aplicación de técnicas constructivas no tradicionales o modulares, puede ser una de las soluciones a los problemas habitacionales que se presentan actualmente en el país.

ABSTRACT

This research work aims to make known the use of various existing structural construction systems-which design and execution are based on the mass production of low cost housing, giving general criteria for their evaluation and development. All of this, taking into account the current Colombian construction regulations for structural concrete given in the standard NSR 10 (NORMA NSR-10), in order to show that precasting and nontraditional building techniques, constitute excellent alternatives for the current housing deficit in the country.

INTRODUCCIÓN

Los métodos convencionales son la forma tradicional de construcción de proyectos de vivienda en Colombia. En nuestro país la prefabricación de elementos de hormigón armado para viviendas no ha sido desarrollada en toda su magnitud, existen compañías como RoyalTEL (RoyalTEL. Disponible en <http://www.royaltelinternational.com/>), que han empezado a introducirse en este campo, pero desarrollando viviendas de un tipo sencillo, y con limitaciones para posteriores proyecciones.

Ante el desarrollo de nuevas técnicas de construcción, y la importancia de mejoras habitacionales, es necesario crear sistemas de edificación que cumplan con las exigencias constructivas y que permitan reducir el alto déficit habitacional existente en el país cumpliendo con los siguientes objetivos:

- Reducir el tiempo de edificación de una obra.
- Obtener el mejor rendimiento de los materiales, mano de obra y equipos, con una planificación, de la producción y montaje de los elementos.

De acuerdo con lo anterior, se realiza este proyecto de investigación sobre los diferentes sistemas constructivos, con la intención de ampliar el conocimiento de las diversas opciones existentes en nuestro medio, de manera que sirva como guía de posibles soluciones arquitectónicas y estructurales. La investigación incluye información sobre sistemas prefabricados comúnmente utilizados, sistemas no convencionales y nuevas alternativas habitacionales emergentes y las técnicas aplicables a nuestro mercado entre otros.

La elaboración de este manual se desarrolló por medio de investigación y consulta; en él se muestra los antecedentes de la industrialización que introducen la técnica industrial en la construcción, para enfocarla en el desarrollo y ámbito

nacional, su conceptualización y las pautas para aplicarla en las empresas constructoras, justificando su uso en la producción de vivienda prefabricada como sistema industrializado.

Se presentan los criterios de análisis y diseño estructural que deben cumplir las edificaciones, incluyendo su comportamiento y las condiciones a que están expuestos en el manejo, construcción e izaje. Finalizando con los nuevos métodos de sistemas no convencionales para la construcción de cualquier obra con el objetivo principal de brindar mejor calidad de vida a nivel habitacional

1. PRELIMINARES

1.1 ANTECEDENTES

En el transcurso del tiempo las edificaciones hechas por el hombre han sufrido grandes afectaciones y colapsos parciales o totales, consecuencia del inadecuado diseño sismo resistente, materiales inapropiados o simplemente han sido arrasadas por la capacidad destructiva de sismos de grandes proporciones y los fenómenos naturales (terremotos, invierno, etc.).

En la mitad del siglo XX, la mayoría de los terremotos que sacudieron centros urbanos ocasionaron colapsos de edificaciones de concreto reforzado; En el caso colombiano, diversos sismos han afectado a el país como el del eje cafetero del 25 de enero de 1999, el cual causó graves daños en las ciudades de Armenia, Pereira; cerca de 50.000 edificaciones antiguas en la zona cafetera, se vieron gravemente afectadas, igualmente edificios de mampostería no reforzada y casas diseñadas y construidas sin especificaciones de diseño sismoresistente. En la mayoría de los casos fueron las personas de bajos recursos (estratos 1,2 y 3) las más afectadas por el colapso de sus viviendas. (Naciones Unidas y BID, 2007).

“De igual manera de acuerdo con cálculos preliminares basados en el Censo 2005, en el sector urbano en Colombia hay: 8.2 millones de hogares, 7.8 millones de viviendas; Es decir un déficit cuantitativo de 400.000 viviendas. De acuerdo con los indicadores de NBI1/, existe un déficit habitacional de, como mínimo, 900.000 viviendas más. En conclusión, estimaciones preliminares arrojan, que un déficit aproximado del 16% (1.3 millones) de los hogares urbanos colombianos se encuentran establecidos en asentamientos precarios y en promedio un 24% de las áreas urbanas se encuentran conformadas por asentamientos de estas características. De estos hogares: un 17% habitan viviendas no susceptibles de mejoras, un 63% tienen déficit cualitativo (principalmente hacinamiento y

alcantarillado) y un 20% se encuentran en zonas de riesgo no mitigable. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006 y Asobancaria 2007)

Estudios realizados por la Universidad de Medellín y CAMACOL indican que cerca de un 40% de la demanda efectiva en el Valle de Aburra, Medellín, Colombia, busca viviendas de menos de 40 smmlv, cifra que no es ofertada por el sector formal de construcción lo cual, hace cada vez más inalcanzable a las familias de estratos bajos la posibilidad de acceder a este tipo de viviendas, generándose un alto déficit de vivienda y el aumento del sistema de autoconstrucción de sistemas no convencionales no avalados por la Norma sismo resistente. En Colombia se estima que el 76% del déficit de vivienda se concentra en familias que devengan menos de 2 salarios mínimos mensuales legales vigentes. (Morales Londoño M., 2005)

Por las razones expuestas anteriormente se presentan en esta investigación nuevos métodos y sistemas constructivos enfocándolos a la construcción de edificaciones (viviendas, oficinas y demás) en países en vías de desarrollo, mostrando de manera general las características del sistema constructivo y las necesidades del mismo en los que se utilicen materiales de bajo peso, fácil manejo y bajo precio que cumplan con los estándares nacionales e internacionales, durables, livianos y con costos del sistema no muy elevados; teniendo en cuenta de igual manera, la norma (NTC 2246) que señala que todo elemento destinado a formar parte de una edificación, ya sea que esté formado por un solo material o por diversos materiales, debe clasificarse y someterse a un estudio de sus propiedades físicas y mecánicas con el fin de aceptarlo o no como elemento de la construcción.

Dicha investigación presenta desde el punto de vista técnico y científico, las fortalezas y debilidades de los sistemas ante diferentes solicitaciones dependiendo de la región o del país.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Al referenciar el déficit de vivienda (conjunto de las necesidades insatisfechas de la población en materia habitacional, existentes en un momento y un territorio determinados en el que suele distinguirse entre déficit cuantitativo y déficit cualitativo) no sólo se trata de estudiar a aquellas familias que no cuentan con una vivienda, sino también evaluar las condiciones en las cuales se encuentran las viviendas existentes.

En la actualidad se plantean, se estudian, y se desarrollan diversas técnicas de construcciones estructurales en materia habitacional para cubrir esta deficiencia.

Por otro lado se observa la falta de material didáctico que por sus características resulta de fácil distribución y sea práctico para el conocimiento de las técnicas de construcciones estructurales de sistemas no convencionales, es decir, manuales que expliquen de forma suficientemente los muchos procesos de sistemas constructivos que se ejecutan en la actualidad.

En cierta forma al realizar este trabajo de investigación, se intenta dar a conocer las diferentes alternativas habitacionales con sus respectivas características y se propone diseñar un manual gráfico para que sirvan de apoyo y posibilite una mejor difusión de los conocimientos de estos sistemas constructivos; tomando las fuentes de información ya disponibles y ampliando así sus contenidos; mostrando de manera general el aspecto constructivo enmarcado en la necesidad actual de producir unidades habitables en corto plazo, reduciendo los gastos de ejecución y mitigando el costo de obra causado por la inflación económica del momento. Todo esto, a través de un mayor control en el uso de los materiales y una optimización del consumo energético necesario en el proceso de fabricación y edificación, solucionando así, algunas de las limitaciones de la construcción tradicional, teniendo en cuenta que los sistemas modulares y/o de prefabricación, permiten

controlar más fácilmente los procesos de la construcción y aumentar en cierta forma la calidad de vida habitacional.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los diferentes tipos de sistemas constructivos y estructurales, que se han desarrollado para superar el déficit de viviendas?

1.4 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un manual didáctico, que relacione las distintas alternativas de sistemas constructivos y estructurales no convencionales que se han venido desarrollando, basados en los nuevos avances tecnológicos que ofrecen mejores alternativas para proyectos habitacionales.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una indagación sobre los diversos avances de sistemas constructivos y estructurales en las edificaciones.
- Establecer los beneficios que se generan al construir nuevas edificaciones con sistemas de construcción no convencionales.
- Identificar, los diferentes sistemas constructivos y estructurales que potencien como alternativa habitacional la construcción de dichas edificaciones.
- Generar una herramienta informativa y didáctica para la comunidad universitaria e interesados, con estrategia de fácil comprensión y análisis.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO

Los sistemas modulares representan una alternativa para abordar soluciones a la problemática de la vivienda, de forma rápida y eficiente, como también ofrecen una posibilidad de crecimiento de las edificaciones hasta satisfacer los requerimientos de sus usuarios.

Una de las alternativas a tomar en cuenta para contrarrestar el creciente déficit habitacional en los países en vías de desarrollo, puede dirigirse a través del uso racional y sistemático de los materiales locales (tierra, madera, caña...etc.), intentando mejorar los sistemas tradicionales para llegar, de forma contemporánea, a soluciones técnicas que se integren en proyectos de desarrollo sostenido. La vivienda necesita ser abordada de forma tal que se constituya en un elemento integrador y potenciador de las capacidades dentro de una comunidad.

Para superar progresivamente este problema es necesario contar con tecnologías constructivas apropiadas que permitan la edificación de bajo costo dentro de un marco de desarrollo integral, en especial para las comunidades más necesitadas. (J. L. De Olarte Tristán).

Organismos como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y sus programas “hábitat” y los Objetivos de Desarrollo del Milenio, al igual, que la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), han instado a sus países miembros para que desarrollen indicadores (metodologías) con el fin de dar cuenta de los requerimientos de vivienda, tanto cuantitativos como cualitativos. Además de recomendar el uso de la información censal para determinar y caracterizar el déficit habitacional, pues tal como lo afirma la CEPAL, el censo

“constituye un importante insumo para definir políticas y programas adecuados a la realidad de las regiones”

De igual forma, sostiene que aunque los censos no tienen la periodicidad de las encuestas de hogares, posibilitan el cálculo del indicador de forma exhaustiva para todo el territorio nacional, es decir, a nivel “agregado” total nacional, tanto para la zona urbana como para el área rural, permite establecer cuál es la distribución regional del déficit, cuál es su distribución a nivel de departamento, municipio y para las principales ciudades a nivel de localidad o comuna y qué factores o atributos lo determinan.

Cabe señalar que Colombia suscribió en el año 2000, junto con 189 países miembros de las Naciones Unidas, la Declaración del Milenio, en la cual se trazaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio. En tal sentido, se propone realizar estudios de diferentes sistemas constructivos para soluciones de vivienda, a fin de apoyar las tareas concernientes a la medición y monitoreo de la pobreza y la desigualdad tanto en el nivel nacional como en los niveles regional y local, y apoyo a la formulación y evaluación de políticas sociales. (Organización de las Naciones Unidas (ONU).

El caso de la construcción de viviendas que suplen el déficit habitacional, como lo son las de interés social para los entes privados y públicos radica en, la importancia que puedan construirse en masa, con espacios modulares, servicios y acabados arquitectónicos mínimos; estos aspectos conjugados deben dar como resultado viviendas de bajo costo. En donde ese costo tiene su mayor incremento en el sistema estructural a elegir”. A partir de esta información, se requirió investigar sobre los sistemas constructivos más utilizados en Venezuela de interés social y que han sido exitosos en su entorno. (Rodríguez, Carlos Arq. Miembro activo de la oficina de planeación de Venezuela).

Una vivienda ESTÁTICA, con tipologías poco susceptibles a transformaciones porque no está concebida desde ese punto de vista ni funcional, ni constructivamente, se contrapone desde el mercado a una realidad social DINÁMICA y de DIVERSIDAD.

La vivienda, hoy como en 1927, necesita receptor transformaciones conceptuales, estructurales y de fondo. Necesita la revalorización de las ideas de diseño flexible y adaptabilidad, reinterpretadas desde las nuevas necesidades y posibilidades"... la lucha por la nueva vivienda solo es una escaramuza más de la gran lucha por las nuevas formas de vida. (MIES Van der Rohe Arq.).

He hablado en el principio de este estudio de la necesidad de una arquitectura de urgencia pero con calidad, por tanto, si se requiere una arquitectura digna para una inmensa capa de población que la reclama es bueno proponer soluciones apropiadas a la necesidad de los pobladores-usuarios, creando elementos de fácil construcción y que se puedan "repetir" para crear más viviendas para pobladores pobres con cierta calidad estética y técnica. Es en este campo donde el arquitecto mexicano Carlos González Lobo realiza importantes aportaciones en el campo de la arquitectura de "autor" para pobladores pobres

El enfoque teórico de Carlos González Lobo al proponer sus cubiertas de bajo coste, apunta en esta dirección: "Ante la evidente imposibilidad de atender la satisfacción de las demandas espaciales-habitable de los grupos mayoritarios pobres, empleando tecnologías más eficientes y avanzadas... dirigimos nuestros esfuerzos a la exploración de tecnologías 'alternativas', aplicables al proyecto de arquitectura pobre; Buscando por tanto las que reduzcan el costo, que sean apropiadas a la demanda espacial tanto a la estricta como a la sentida; por lo tanto ser accesibles a las posibilidades reales de los usuarios necesitados, como por ser amplias, perdurables y resistentes ('de material' se dice en nuestras colonias populares), y que además de una buena 'presentación' formal, sean seguras y que

‘garanticen’ la permanencia de la obra y con ello del usuario en el lugar; aportando un modo “otro”, de enfrentar el proyecto arquitectónico, una metodología de trabajo que acerca al poblador pobre a una especie de modernidad apropiada para “sus necesidades” y para “sus recursos. (Ortiz, H. & González. C. G - Julio 2004).

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Con la palabra auto-construcción en el campo de la arquitectura se indican las estrategias dirigidas a sustituir con operadores aficionados las empresas artesanales o industriales que, en una estructura productiva desarrollada, se ocupan normalmente de realizar los edificios para futuros proyectos habitacionales.

La calidad de VIDA de las personas indica el bienestar social general de individuos y sociedades y depende principalmente del cómo y en donde se viva. Siendo fundamento de esta investigación buscar superar el déficit habitacional y mejorar la calidad de vida de las personas optimizando sus recursos.

Las construcciones sostenibles juegan un papel importante en el desarrollo de nuestra sociedad, siendo capaces de satisfacer nuestras necesidades físicas, laborales, incluso espirituales y permitirá que nuestras futuras generaciones sigan disfrutando de estos beneficios.

El Déficit Urbano-Habitacional se comprende como el conjunto integrado de carencias urbanas y habitacionales que afectan significativamente el hábitat residencial y la calidad de vida de la población. Éstas, sin embargo, adquieren una expresión más compleja, abarcando la escasez, calidad insuficiente o inaccesibilidad de bienes materiales, servicios y espacios aptos para satisfacer necesidades de subsistencia y fomentar la calidad de vida de la población ante el desafío de producir un hábitat residencial sustentable. Mientras que el Déficit

Cuantitativo: es el número de unidades habitacionales requeridas en un país, territorio o división política administrativa que resulta de la suma de las demandas por acceder a una solución habitacional digna y exclusiva de hogares y familias allegadas (económica y funcionalmente autónomas) y de hogares y familias residentes en viviendas irrecuperables o inhabitables. Las Estructuras vienen siendo el conjunto de elementos resistentes, convenientemente vinculados entre sí, que accionan y reaccionan bajo los efectos de las cargas. Su finalidad es resistir y transmitir las cargas del edificio a los apoyos manteniendo el espacio arquitectónico, sin sufrir deformaciones incompatibles; Con sus distintos Elementos Estructurales que son cada una de las partes diferenciadas aunque vinculadas en que puede ser dividida una estructura a efectos de su diseño. El diseño y comprobación de estos elementos se hace de acuerdo con los principios de la ingeniería estructural y la resistencia de materiales. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) Nov. 2009).

Los Hacinamientos que se dan al sufrir el déficit habitacional es la relación existente entre el número de personas que habitan regularmente una vivienda y el número de habitaciones exclusivamente usadas como dormitorios en la misma.

Las Mejoras de Viviendas, consisten en renovar un elemento ya existente en la vivienda, por ejemplo mejorar el sistema de tratamiento de las aguas negras, la instalación eléctrica, la estructura de techo o las paredes

Cuando se refiere a estructuras No Convencionales, se habla de aquellas formas de producir estructuras y materiales que no son muy comunes en el mundo y cuyo uso es muy limitado debido, todavía a los costos para su producción y su difícil forma para captarlas y transformarlas.

Los sistemas Prefabricados pueden ser piezas de hormigón que se han moldeado y curado en un lugar al de su puesta en obra. También llamado hormigón pre

moldeado. Se dice de las construcciones o manufacturas cuyas partes principales se fabrican por separado para montarlas posteriormente en el lugar de emplazamiento y en el momento de su utilización. (Diccionario de Arquitectura y Construcción)

Es así como la VIVIENDA Se refiere a los requerimientos de alojamiento o habitación que habilitan el acceso de individuos y colectividades a una solución habitacional adecuada, independiente y bien localizada, de carácter transitorio o permanente.

3. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

Al obtener mayor información sobre los sistemas constructivos no convencionales de las edificaciones, habrá un mejor uso y conocimiento de las distintas metodologías y alternativas habitacionales que se han desarrollado a través de sistemas constructivos y estructurales, en pro del déficit de vivienda y la producción masiva de edificaciones a corto plazo y de bajo costo.

4. METODOLOGÍA

La metodología que se desarrollará en la elaboración de este trabajo de grado será de Investigación Documental; La cual se basará en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos.

Realizar una indagación que permita una recolección completa y conceptual de los diversos avances de sistemas constructivos y estructurales en las edificaciones

- Se hará una revisión bibliográfica, diseño documental existente y propuesta sobre los distintos sistemas constructivos y estructurales; recopilando así, datos de información para crear a su vez archivos documentales tanto escritos como fotográficos de las edificaciones no convencionales.
- Se diseñarán las fichas para realizar un registro de datos en campo y soporte fotográfico.
- Se revisará el estado del arte en cuanto a normativa de ensayos constructivos que cumplen con las necesidades pertinentes habitacionales.

Establecer las ventajas que se generan al construir nuevas edificaciones con sistemas de construcción no convencionales:

- Se realizará una selección de edificaciones que hoy en día se han construido, servido y cumplido con las necesidades habitacionales y con las expectativas de un nuevo sistema estructural no convencional.
- Se observaran los resultados habitacionales no convencionales que hoy existen.

Identificar, los diferentes sistemas constructivos y estructurales que potencien como alternativa habitacional la construcción de dichas edificaciones:

- Se analizaran y estudiarán diversas fuentes que abarcaran temas relacionados con el tema, como revistas, y su diseño editorial, normas y códigos , y las últimas propuestas que hoy en día se ejecutan para el diseño y ejecución de la misma.
- Se cumplirá con las Asesorías profesionales externas, para una correcta organización y ejecución del proyecto.

Generar una herramienta informativa y didáctica para la comunidad universitaria e interesados, con estrategia de fácil comprensión y análisis.

- Elaboración de un informe final.
- Se presentará el resultado final de la investigación a la comunidad universitaria para su servicio.

5. LA VIVIENDA Y LA ARQUITECTURA

Desde las primeras construcciones propiamente humanas, aquellas que implicaron algún grado de estabilidad y sedentarismo, los grupos sociales debieron utilizar materiales locales y depender de las posibilidades ofrecidas en su ambiente, pero a la vez buscar aquellos sitios que ofrecían condiciones mínimas para prolongar su estadía. Pero aún antes, los grupos nómadas, con sencillos cobertizos transportables o basados en lo disponible en los alrededores, debieron localizarse en sitios en que pudieran obtener sus alimentos y cubrir sus mínimas necesidades.

La necesidad de vivienda lleva a una serie de acciones constructivas que incluyen el uso de tierras inadecuadas para habitar, el uso de edificios urbanos en malas condiciones y la generalizada autoconstrucción, entre otras formas de satisfacer una demanda no solvente. Así, con las viviendas se produce diversidad de condiciones de riesgo derivados tanto de los sistemas constructivos como de los procedimientos financieros, los grados de institucionalización y formalización o legalización del uso del suelo.

Tanto la localización en territorios de alto riesgo como la baja calidad de materiales, su uso inadecuado y el desconocimiento de las técnicas, implican la construcción de refugios que se pueden convertir en trampas mortales. Ejemplos de ello son tanto la construcción en adobe o bahareque, alguna muy antigua, pero otra reciente como las aparentemente modernas construcciones en bloques y concreto reforzado, en los que el refuerzo estructural no está bien diseñado en términos de todas las amenazas que deberá enfrentar o en donde los procedimientos constructivos debilitan la capacidad de los materiales sin que esto sea evidente en su apariencia externa.

Sin duda, la gran concentración urbana es la que presenta mayores condiciones de riesgo frente al sismo, pero hay un elemento central en zonas rurales o indígenas: la escasa renovación habitacional. La vivienda rural o indígena en muchos países de América sigue todavía patrones coloniales y cientos de miles de familias continúan residiendo en casas de cientos de años y con escaso o ningún tipo de reparación o adecuación, hasta que llega un sismo y se derrumban.

En el diseño de habitaciones rurales (incluso después de la ocurrencia de desastres) es común encontrar pequeñas casitas sin las mínimas instalaciones de servicios sépticos y abastecimiento de agua, simplemente porque eso lo resuelven los campesinos 'a su manera', o sea no lo resuelven ni desde la perspectiva social ni desde la arquitectónica. (Riesgo, Vivienda y Arquitectura)

La vivienda es un elemento fundamental en la construcción de la ciudad. A través de las formas que adopta el habitar se expresan no sólo los modos de vida de los individuos, sino los rasgos característicos de una sociedad, de una cultura (Rapoport, 1972).

La forma de la vivienda está determinada por dos tipos de fuerzas, en principio contradictorias:

- Una deriva de la tradición, de la necesidad de mantener unas formas de la vivienda que identifican a una cultura, y que responden a los factores específicos (clima, materiales, modos de vida)
- La otra surge del presente, de la necesidad de transformar la vivienda para adaptarla a las cambiantes necesidades de los individuos y de las sociedades en que se integran. (bar_code housing system. 2006)

6. LA INDUSTRIA EN LA ARQUITECTURA

La industrialización en la construcción estalla como consecuencia de la Primera Guerra Mundial, debido a la escasez mundial de materiales y mano de obra que esta trajo consigo, lo que aumento los costos de construcción. Este hecho causo un creciente interés en el desarrollo de la prefabricación de hormigón pre esforzado como un medio de reducir el alto costo de la mano de obra y lo caro de incluir formaletas en las construcciones de hormigón vertido en 'in situ'. (Nova Cabrera, J., 2010).

Muchos constructores pensaron ¿Por qué construir dos veces, una vez en madera y finalmente en hormigo? De 1918 a 1939 la mayor parte del interés y trabajo en prefabricaciones se llevo a cabo en aquellas áreas más severamente atacadas por la guerra, entre ellas, Inglaterra, Europa Occidental y Rusia. Durante la etapa se realizaron investigaciones acerca de la forma de producir piezas prefabricadas estándar, tales como las usadas en edificios, duetos de tubería, puentes, etc. De esta manera hubo un gran progreso en la prefabricación de unidades para casas individuales así como también para condominios.

Más adelante; la escasez de viviendas, mano de obra especializada y material, que existía en Europa, como consecuencia de la segunda querrá mundial, motivo un cambio en la escala de desarrollo de los sistemas de construcción. En algunos países de Europa como Francia, comienza la industrialización cuando se pone de manifiesto la necesidad de 250.00 viviendas anuales en los años posteriores a la guerra. Esto lleva a la realización de los primeros concursos para sistemas, como lo fue la operación Quaide Rotterdam a Estrasbourg de 800 viviendas. La Fabrica Montesson fue la primera en el mundo en ofrecer un sistema industrializado y recibió, en 1952, un contrato de 4.000 viviendas en paneles prefabricados, 2.000 al año. (Nova Cabrera, J., 2010).

En 1953 y 1954 se llevo a cabo la operación Lopofa, cuyo objetivo era el desarrollo una serie de sistemas constructivos con los cuales se podrían proporcionar 36.000 viviendas. Se promovió un concurso a nivel nacional en el que se hicieron 12.000 viviendas anuales en grupos de 10 participantes con 1.200 viviendas cada uno. Esto llevo a que, entre 1952 y 1956, existiera ayuda gubernamental con la cual se promovía la industrialización de viviendas. (Nova Cabrera, J., 2010).

Durante las últimas décadas la industria de la construcción ha ido progresando inexorablemente hacia la estandarización de los diferentes subsistemas constructivos (estructuras, cerramientos, particiones). Sin embargo, además de la estandarización de los subsistemas por separado, hace falta una concepción integral del diseño y la construcción, particularmente en el ámbito de la vivienda construida masivamente. A los sistemas de construcción abiertos deben corresponder sistemas espaciales y formales igualmente abiertos, que permitan la creación de viviendas flexibles, capaces de adaptarse fácilmente a los requisitos cambiantes de los distintos usuarios (bar_code housing system, 2006).

El concepto de sistema industrializado para construcción de vivienda está asociado a los procesos que, mediante una adecuada planeación de actividades y presupuesto y una selección acertada de equipos y materiales, generan elevados rendimientos en obra y un mejor aprovechamiento de los recursos, al crear una especie de producción en serie, similar a los procesos repetitivos empleados en fábricas. (Revista de Ingeniería (2004) Vol.19. p. 60-73).

Con la industrialización se busca:

- En obra:
 - Velocidad de trabajo

- Exactitud en tiempos de construcción
- Terminación perfecta
- Eficiencia en controles de obra
- Precisión dimensional

- Organización y planeación:
 - Planeación financiera
 - Coordinación de actividades

- Costos:
 - Anular los tiempos muertos
 - Mano de obra no especializada
 - Presupuestos más precisos
 - Control de materiales, 100% optimización

Al hablar de la industrialización, se refiere a la producción de cualquier producto con materiales disponibles de una forma tecnificada. Más no a la producción de productos nuevos.

El material no es el que determina si un producto es industrial, es la forma en la que este producto fue fabricado. Dado que la maquina es capaz de utilizar cualquier material en una forma nueva e industrial.

La gran mayoría de la industria se caracteriza por productos de alta calidad, entrega oportuna, costos razonables de servicio y bajos índices de falla, mientras que la industria de la construcción se caracteriza por todo lo contrario (Nova Cabrera, J.A., 2010).

6.1 LOS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS

La industrialización de los procesos constructivos permite construir, mediante el uso de formaleta metálica modulada, una unidad de vivienda tipo, con el principio de rotación diaria de la formaleta que permite una velocidad de construcción con eficiente ocupación de personal. Entre los sistemas industrializados más difundidos se encuentra la construcción de vivienda cuyo sistema estructural está conformado únicamente por placas y muros en concreto.

Dentro de la clasificación de los sistemas industrializados de construcción se encuentran los de formaleta reutilizable que son paneles metálicos en aluminio o acero que unidos forman una estructura temporal autoportante capaz de resistir presiones sin deformarse y cuyo fin es moldear el concreto según el diseño arquitectónico. En general, este tipo de formaletas se agrupan en dos sistemas: formaletería tipo túnel y formaletería manoportable.

Por otro lado debe mencionarse que debido a la rapidez en la construcción, el concreto usado para este tipo de sistemas debe tener características especiales de resistencia a edades tempranas comparadas con las resistencias máximas de los concretos convencionales bombeables, ya que los sistemas estructurales deben ser capaces de soportar cargas sobrepuestas a edades tempranas de su proceso de fraguado.

En principio, el concepto de industrialización ofrecía un único prototipo y no admitía cambios o modificaciones en cuanto a diseño, hoy en día, los procesos de industrialización admiten modificaciones, tanto en dimensiones, formas y materiales de construcción. En la industrialización se puede destacar tres etapas:

- **La primera etapa** corresponde al uso de sistemas de prefabricados de enormes paneles, desarrollados en Europa a principios de los años 50, para solucionar el problema de la vivienda ocasionada por su destrucción masiva durante la guerra. . (Corcuera Sakamoto, M. 2009).
- **La segunda etapa** se enmarca en el desarrollo de sistemas prefabricados semi-pesados y livianos, en los cuales destaca la incorporación de componentes industrializados de tamaño medio, con las facilidades que ello conlleva en cuanto al transporte y montaje.
- **La tercera etapa**, es aquella en la que se elaboran componentes que se procesan en talleres y que poseen una gran flexibilidad de ejecución, sin grandes limitaciones de tamaño y con costes adecuados. La ventaja fundamental en esta etapa es que existen proveedores de piezas básicas industrializadas, que luego son procesados en talleres para finalmente ser montados en obra. (Corcuera Sakamoto, M. 2009).

7. ACTUALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL

7.1 HORMIGÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

En la primera mitad del siglo XIX tuvo lugar una serie de experimentos que contribuyeron a transformar el hormigón en un material de construcción novedoso y apasionante. Aunque incluso antes del Imperio Romano ya se habían utilizado algunos cementos de origen natural, es en las grandes termas y anfiteatros romanos donde se pueden apreciar por primera vez las ventajas de la construcción con hormigón.

Sin embargo, en cuanto al hormigón tal como se conoce hoy en día, la historia comenzó en 1794, cuando Joseph Aspdin llevo a cabo los primeros experimentos para conseguir un cemento artificial por calcinación de mezclas de caliza y arcilla. En 1811, James Frost obtuvo una patente basada en experimentos similares. En 1824, Aspdin registro la decisiva patente el; cemento Portland'. Hay que destacar su elección del calificativo 'Portland', ya que implica la idea de 'Piedra Artificial'.

La primera casa de hormigón se construyo en 1835 para John White en Swanscombe, Kent (imagen 1); de hormigón eran los muros, las tejas, los marcos de las ventanas y los detalles decorativos. Se proyecto para que tuviese el mismo aspecto que cualquier otra casa victoriana, pero se uso el hormigón como sustituto de los materiales convencionales (Los pioneros de la Construcción de Hormigón. 2004).



Imagen 1. Casa de hormigón para John White, Swanscombe, Kent, 1835.

El hormigón reforzado es el más popular y desarrollado entre los materiales de construcción, ya que aprovecha en forma muy eficiente las características de una buena resistencia a compresión, durabilidad, resistencia al fuego y moldeabilidad del hormigón, junto con las de alta resistencia en tensión y ductilidad del acero, para formar un material compuesto que reúne mucha de las ventajas de ambos materiales componentes.

Actualmente se están utilizando el hormigón pres-forzado, que como su nombre lo indica, significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia.

Los principios y técnicas de los pre-forzado se han aplicado a estructuras de muchos tipos y materiales, la aplicación más común ha tenido lugar en el diseño del hormigón estructural.

El pres-forzado se puede aplicar al hormigón de 2 formas:

- Mediante armaduras Pretensadas o Pretesas (generalmente barras o alambres), método utilizado mayoritariamente en elementos prefabricados.
- Mediante armaduras Postensados o Postesas, (generalmente torones, grupos 1. de cables), utilizadas mayoritariamente en piezas hormigonadas in situ.

La principal característica que se busca en las mezclas usadas en las placas de concreto está asociada con la resistencia a edades tempranas sin perder de vista la fisuración plástica. Estas características han evolucionado desde los primeros años de la década de los 90's cuando se introdujo el sistema Outinord y el Contech. En los primeros años de esta década se usaba un único tipo de concreto que cumplía con las características deseables tanto para placas como para los muros.

Sin embargo es claro que el uso de una única mezcla de concreto no garantiza un adecuado aprovechamiento de las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas, dado que un muro no requiere de tanta resistencia inicial como una placa de concreto y una fluidez muy alta puede alargar los tiempos para poder llevar a cabo el allanado de las placas. (Revista de Ingeniería).

El concreto usado en los muros estructurales de sistemas industrializados ha evolucionado desde mezclas fluidas con asentamientos de 7" (17.5) hasta los concretos autocompactantes que no requieren vibrador de inmersión y que garantizan un adecuado llenado en todos los espacios al interior de los muros.

- **Concreto Outinord:** Es un concreto de fluidez media, acelerado de resistencia y fraguado, diseñado especialmente para ser empleado en el sistema túnel, permitiendo una rápida rotación de formaleta y velocidad en la construcción.

- **Concreto Contech placa:** Es un concreto de fluidez media, acelerado de resistencia y fraguado, diseñado para sistemas industrializados de rápida rotación de formaleta y perfectos acabados.
- **Concreto bombeable:** Es un concreto de fluidez media, condición que brinda muy buena manejabilidad, especialmente cohesivo lo cual permite la colocación por medio de un equipo de bombeo. El concreto bombeable es utilizado principalmente en placas aligeradas de estructuras convencionales.

7.2 CONSTRUCCIÓN MODULAR

En 1889 (un año antes de que el primer avión echara a volar), ya aparecía en EEUU la primera patente del edificio prefabricado mediante módulos tridimensionales en forma de “cajón” apilable, ideada por el arquitecto estadounidense Edward T. Potter (Imagen 2.) Para ello, diseñó una estructura paralelepípeda (cubo rectangular) en cuya cara superior se incluía una celosía de sujeción capaz de adosarse y ensamblarse a las vigas de la cara de abajo del módulo inmediatamente superior. Para la estabilidad estructural de los módulos de diferentes niveles, se concibió un sistema de anclaje en base a perfiles angulares acoplados, a modo de pilares, que unían las aristas de esquina de cada célula. Pese a la incierta viabilidad de dicho sistema, lo que sí es cierto es que esta propuesta fue pionera en el campo de la edificación aplicando nuevas técnicas constructivas. (Informe de la Construcción. Vol. 61, No. 513 (Enero-Marzo, 2009); p.33-46).

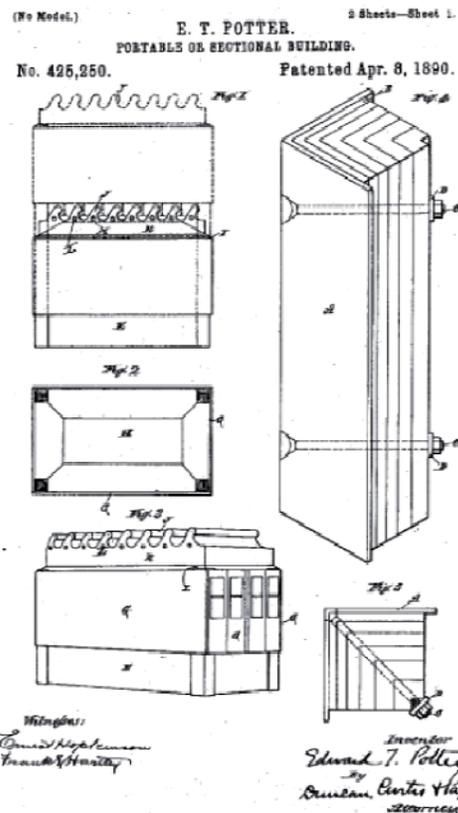


Imagen 2. Patente de Edward T. Potter

Fuente Informe de la Construcción. Vol. 61, No. 513 (Enero-Marzo, 2009); p.33-46).

Siguiendo esta tendencia, en años sucesivos se presentaron nuevas patentes que describían construcciones modulares en base a células espaciales apilables y superponibles.

En 1919, Clark Noble Wisner, presentó una mejora para la construcción de edificios de hormigón, basada en el montaje de un edificio compuesto por el menor número posible de unidades, que serían prefabricadas en hormigón y transportadas a obra para su ensamblaje; curiosamente, en la patente dichos módulos son cilíndricos o al menos con dos de sus caras curvas para poder adosarse a esas unidades de planta circular.

Ese mismo año Joseph R. Witzel patentaba otro sistema de edificios modulares (Imagen 3) en el que módulos de forma cúbica se ensamblaban entre sí para formar bloques de viviendas, factorías u otro tipo de edificios. En este caso, el montaje se realizaba gracias a grandes grúas pórticos y los materiales posibles estaban comprendidos desde el hormigón hasta la madera, pasando por el metal o la arcilla cocida.

Durante estos últimos 90 años se han sucedido muchos avances y la tecnología ha evolucionado descomunalmente. Como dato a tener en cuenta, existen más de 1.200 patentes de módulos de hormigón no integrados en otra estructura, es decir, células espaciales apilables o ensamblables entre sí. (Informe de la Construcción. Vol. 61, No. 513 (Enero-Marzo, 2009); p.33-46).

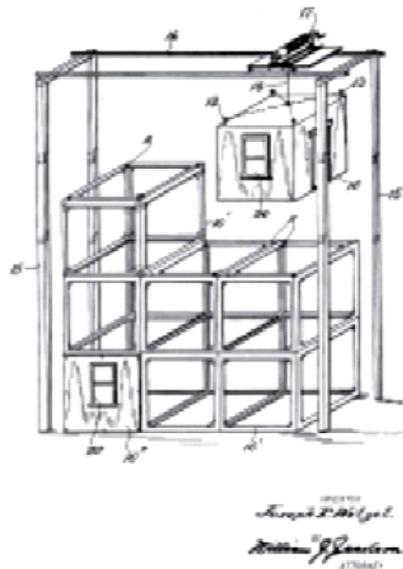


Imagen 3. Patente de JOSEPH R. WITZEL

Fuente: Informe de la Construcción. Vol. 61, No. 513 (Enero-Marzo, 2009); p.33-46).

7.2.1 Sistemas modulares pesados - sistemas modulares ligeros. Hasta ahora, se han seguido desarrollando proyectos y promociones puntuales de edificios residenciales, individuales o colectivos, de carácter modular e integral,

empleando diversidad de materiales como la madera, el acero, el plástico, las fibras de vidrio o de carbono, etc. En definitiva, estas construcciones se podrían clasificar en dos tipos básicos: sistemas modulares ligeros y sistemas modulares pesados, apartado destinado casi en exclusividad al empleo de hormigón.

A este respecto, el de los materiales, cada una de estas dos grandes posibilidades ofrece ventajas e inconvenientes. Los sistemas ligeros, aportan beneficios en lo relativo a la facilidad para su fabricación, sin necesidad de potentes equipos para la manutención de sus componentes, el transporte hasta su ubicación definitiva y la mayor sencillez de su montaje.

El hormigonado de grandes elementos conlleva mayor mano de obra y alguna fase más artesanal, debido al cuidado y precisión que hay que conseguir en algunas fases delicadas, como la de verter el hormigón, evitando fugas, oclusión de burbujas de aire, desplazamiento de las armaduras, pretensado, etc.

En las construcciones modulares de estructura pesada, principalmente hormigón, si bien el peso dificulta las labores de transporte y elevación, al mismo tiempo confiere al conjunto una estabilidad y una resistencia bastante mayores que en los otros casos.

Dadas sus características mecánicas, el empleo de hormigón disminuye los movimientos y deformaciones del conjunto, reduciendo también las deformaciones dinámicas y vibraciones. Por añadidura, también aporta mayor aislamiento térmico y, sobre todo, acústico, confiriendo al edificio de una inercia térmica muy interesante en lo relativo a la eficacia energética. En general, estas construcciones gozan de mayor durabilidad, mejor envejecimiento y vida útil más prolongada en el tiempo. (Informe de la Construcción Vol. 61, No. 513 (Enero-Marzo, 2009); p.33-46)

Ejemplos de edificios modulares:



Imagen 4. Habitad 67

Fuente: Informe de la Construcción. Vol. 61, No. 513 (Enero-Marzo, 2009); p.33-46).



Imagen 5. Nakagin Capsule Towe

Fuente: Informe de la Construcción. Vol. 61, No. 513 (Enero-Marzo, 2009); p.33-46).

Ventajas de la edificación modular industrializada

- *Optimización:* aprovechamiento óptimo de todos los recursos que entran en juego (materiales, tiempo, dinero, energía, etc.) debido a la industrialización de un producto casi artesanal (la vivienda).
- *Rendimiento:* mejora de aprovechamiento de materiales, tiempos de ejecución, plazos de entrega, condiciones de financiación, productividad por reducción de bajas y absentismo laboral, etc.
- *Independencia de la climatología:* ejecución de labores en taller en su 95%, por lo que se reducen los paros debidos a condiciones meteorológicas a diversas y se mejoran las condiciones de trabajo de los empleados.
- *Modulabilidad:* posibilidad de conseguir inacabables tipologías de edificio con unos pocos módulos tipo.
- *Calidad:* empleo de las tecnologías más avanzadas en cuanto a instalaciones, acabados, domótica, confort, etc.
- *Exactitud:* durante el mantenimiento, para acceder a las instalaciones, conductos, tuberías, etc. se tiene la certeza de que están localizados exactamente donde indican los planos de construcción.
- *Limpieza:* producto acabado y limpio desde su origen hasta su puesta en obra.
- *Ahorro de materiales:*
 - Optimización de cantidad de material empleado en cada elemento
 - Disminución radical de escombros y restos
 - Reutilización de productos de desecho
- *Industria:* creación de un nuevo tipo de industria y generación de puestos de empleo en mejores condiciones de trabajo con drástica reducción de riesgos laborales y mayor facilidad para las mujeres en lo que respecta a su incorporación al sector de la construcción.
- *Simultaneidad:* es posible solapar la fase de gestión de suelo con la de la ejecución material de las viviendas.

- *Control del proyecto:* es posible tener un control exhaustivo de los tiempos de ejecución y del coste fi es del proyecto, reduciéndose drásticamente las desviaciones en la fase de construcción.
- *Exportación:* los edificios producidos en fábrica pueden ser comercializados en todo el planeta, por lo que el sector no estaría tan afectado por crisis locales o nacionales gracias a la demanda de producto de mercados exteriores.
- *Minimización del impacto de la obra:* ya que desaparecen las ejecuciones “in situ”, se eliminan los focos contaminantes; se disminuye el impacto acústico en tiempo e intensidad; se reduce el impacto visual de la obra en tiempo y volumen (andamiajes, escombros, vallados, etc.).
- *Menor contaminación:* disminución del tráfico pesado de camiones a la obra, estando éste limitado al transporte de los módulos ya terminados, limpios y perfectamente embalados. Se reduce así la contaminación ambiental y acústica

7.3 OTROS MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN

Es probable que en la segunda mitad del siglo XX y el siglo XXI sean conocidos como la época de los productos sintéticos, es decir, de los plásticos, las fibras artificiales, los cauchos sintéticos, los materiales compuestos y los adhesivos sintéticos. Desde hace aproximadamente 100 años se ha ido creando una industria masiva que simboliza al siglo XX del mismo modo que el hierro y el acero caracterizaron al siglo XIX.

En la industria de la construcción, la fibra de vidrio (o la fibra de carbono o aramida o la combinación de ambas para obtener una fibra híbrida) y el polímero de poliéster (o epoxi) se utilizan para formar un material compuesto fibroso; si las fibras de vidrio y la resina de poliéster se unen para formar un material compuesto, el resultado recibe el nombre de (plástico) poliéster reforzado con vidrio, PRFV, o

más usualmente, polímero reforzado con fibra (PRF). (Los nuevos materiales en la construcción 2002)

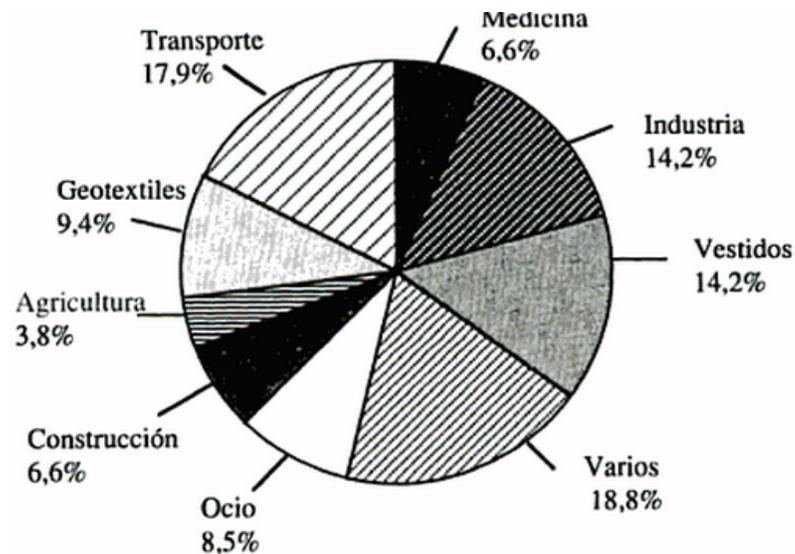


Imagen 6. Sectores de aplicación de los materiales compuestos
Fuente: en los nuevos materiales en la construcción, 2002

7.3.1 Los nuevos materiales en la construcción. Materiales compuestos, constituidos por fibras de refuerzo embebidas en una matriz de resina, presentan una serie de ventajas que los hacen altamente competitivos frente a los materiales se caracterizan por su ligereza, sus densidades oscilan y entre 0.03 y 0.2k/dm³, lo cual aporta enormes ventajas tanto des de el punto de vista de económico y facilidad transporte, como del economía y facilidad de montaje. Sin olvidar la disminución significativa de cargas muertas 13. A continuación se resumen las más importantes.

Características principales:

- Bajo densidad 0.03 y 0.2 K md 3
- Excelente comportamiento frente a la corrosión y ataque de agentes ambientales

- Altas características mecánicas a esfuerzo simples tracción, comprensión, flexión corte e impacto.
- Libertad de diseño, tiempo la posibilidad de moldeo.
- Integración de funcione.
- Acabados diversos.
- Fácil industrialización.
- Color en la masa, existe la posibilidad de pigmentación durante el proceso de fabricación.
- Mantenimiento mínimo pues se consideran auto limpiables con la lluvia.
- Materiales “a la carta”, lo único que limita sus posibilidades de diseño es la creatividad de quien propone los nuevos materiales.
- Autos extingüibles, altamente resistentes al fuego ya que presentan una baja inflamabilidad.
- Translúcidos u opacos, dependiendo del grado de luminosidad de la pieza.
- Resistentes a impacto.
- Resistente a abrasión.
- Durabilidad elevada.
- Usos en medios químicamente agresivos.
- Aislante térmico, la configuración tipo sándwich permite obtener un coeficiente de conductividad térmica muy bajo.
- Aislante eléctrico (excepto con refuerzos de carbono).
- Numerosos procedimientos de fabricación.
- Permeable a las ondas electromagnéticas.

7.3.2 Nuevos Materiales, los Más Representativos. El hombre siempre ha utilizado una gran variedad de materiales. Al principio, los buscaba en la naturaleza y desarrollaba métodos para extraerlos y purificarlos. Actualmente, con el desarrollo tecnológico es posible fabricar materiales a medida, es decir acordes con las necesidades del momento. También se habla de materiales inteligentes,

por ejemplo cementos que incluyen un pegamento que se libera cuando una pieza de este material se quiebra. Todo este desarrollo viene acompañado por algunos problemas ambientales, como por ejemplo la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales. Es por esto que se buscan fuentes renovables de materiales prima y productos biodegradables. Los plásticos son un buen ejemplo de los nuevos materiales.

Clasificación para los nuevos materiales. Sin desconocer otras posibles clasificaciones para lo que se denominan hoy en día nuevos materiales o materiales compuestos, Las fibras se clasifican en función de su naturaleza, composición (aleatoria, unidireccional) y tamaño (largas y cortas).

En la clasificación de las fibras se distinguen:

- Fibras Cerámicas
 - Carburo de Silicio
 - Alúmina

- Fibras Metálicas

- Fibras Inorgánicas
 - Carbono
 - Vidrio A,B,C,D,ERC,R,S y X
 - Boro

- Fibras Orgánicas
 - Aramida
 - Polietileno

De igual manera en las MATRICES se encuentran tres grupos:

- Matrices Inorgánicas

- Cemento
- Geopolímeros
- Yeso

- Matrices Termoestables
 - Epóxi
 - Vinilester
 - Poliéster
 - Fenolica
 - Esteres cianato
 - Bismaleimidas
 - Poliamidas
 - Polieteramida

- Matrices Termoplásticas
 - ABS
 - Polipropileno
 - Policarbonato
 - Acetato
 - PBT
 - Polietirimida
 - PET
 - Nylon
 - Poliamida
 - PEEK-PEKK-PAI-`PAS

Los núcleos pueden ser:

- Nido de abeja
- Aluminio
- Nomexs

- Polipropileno

- Espumas
- Poliuretano
- Poliestireno
- PVC

Otros

- Sándwich tejido 3D
- Madera Balsa

Finalmente los ADHESIVOS empleados son:

- Epoxi
- Poliuretano

Y como complemento encontramos RECUBRIMIENTOS:

- Cerámicos
- Fenólicos
- Epoxi + arena
- Intumescentes
- Mats

8. SISTEMA ESTRUCTURAL

8.1 CONCEPTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL

Se entiende por sistema estructural toda solución estructural válida en un campo de aplicación y con unos determinados procedimientos de análisis y dimensionamiento propios. Una estructura está formada, en general, por subsistemas estructurales para cargas verticales y para cargas laterales, sean estas últimas de viento o sísmicas. Un edificio se puede considerar como bien logrado o eficiente si presenta los mecanismos de transmisión de cargas bien definidos. (Losas reticulares mixtas 2003; p.134-136).

Habitualmente, el desacoplamiento entre los sistemas laterales y los verticales se logra mediante un aumento de rigidez por pantallas o diagonales. Esta solución tiene el inconveniente de aumentar las fuerzas sísmicas pero controla los desplazamientos a niveles acordes con el daño reparable por un sismo severo.

Entre los diversos sistemas posibles se elige de acuerdo al uso, al número de pisos, a aspectos arquitectónicos y a su rapidez de ejecución. Recientemente se ha planteado un sistema óptimo para diseño sismoresistente basado en pantallas rígidas y disipadores de energía que permiten lograr edificios rígidos y al mismo tiempo dúctiles.

Si se considera como afecta la forma en la estructura y como afecta la forma en el costo de la estructura nos damos cuenta porque la elección apropiada del material es un factor muy determinante en el campo de la estructura, pues la estabilidad de una obra se mejora por una acertada selección de los materiales a emplear y de la estructura más favorable a los mismos. Toda estructura debe estar claramente expresada e integrada en la forma, es decir, que la forma expuesta sea la estructura en sí.

Dada la ligereza de este tipo de construcciones, la cimentación necesaria para soportar su empuje es mucho menor que la de las construcciones convencionales, aunque, como es obvio, la tipología del terreno es la que determinará realmente el tipo de cimentación.

“Durante las últimas décadas, la forma estructural y los métodos de construcción han cambiado de manera significativa. Los marcos han llegado a ser mucho más expuestos e irregulares y los sistemas de paredes de mampostería y pisos de hormigón, han sido reemplazados por largos elementos prefabricados con características más flexibles” (Cantillo,1989) (NOVA Cabrera, J. A., 2009).

8.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

“El conocimiento de los sistemas y tipos estructurales es muy importante para la seleccionar la estructura más apropiada, puesto que a través de este conocimiento se comprende el comportamiento de cada sistema y uso correcto en determinadas circunstancias” (Nova Cabrera, J. A, 2009).

De acuerdo a los conocimientos en el área, se identifican los conceptos básicos de los principales elementos estructurales, los cuales se pueden clasificar en:

- Cimientos
- Columnas
- Vigas
- Losas de entrepiso

8.2.1 Cimientos. La cimentación constituye el elemento intermedio que permite transmitir las cargas que soporta una estructura al suelo subyacente, de modo que no rebase la capacidad portante del suelo, y que las deformaciones producidas en éste sean admisibles para la estructura.

Por tanto, para realizar una correcta cimentación habrá que tener en cuenta las características geotécnicas del suelo y además dimensionar el propio cimiento como elemento de hormigón, de modo que sea suficientemente resistente.

8.2.2 Columnas. Las columnas de concreto tienen como tarea fundamental transmitir las cargas de las losas hacia los cimientos, la principal carga que recibe es la de compresión, pero en conjunto estructural la columna soporta esfuerzos flexionantes también, por lo que estos elementos deberán contar con un refuerzo de acero que le ayuden a soportar estos esfuerzos.

Especificaciones de diseño para columnas

Para dimensionar columnas es conveniente seguir las siguientes especificaciones:

- Las columnas deben dimensionarse conforme a todos los momentos flectores relacionados con una condición de carga.
- En el caso de columnas situadas en esquina y de otras cargadas en forma desigual en lados opuestos de direcciones perpendiculares, deben tomarse en consideración los momentos flectores biaxiales.

La columna es un elemento sometido principalmente a compresión, por lo tanto el diseño está basado en la fuerza interna, conjuntamente debido a las condiciones propias de las columnas, también se diseñan para flexión de tal forma que la combinación así generada se denomina flexo compresión.

Según el uso actual de la columna como elemento de un pórtico, no necesariamente es un elemento recto vertical, sino es el elemento donde la compresión es el principal factor que determina el comportamiento del elemento. Es por ello que el pre dimensionado de columnas consiste en determinar las dimensiones que sean capaces de resistir la compresión que se aplica sobre el

elemento así como una flexión que aparece en el diseño debido a diversos factores 1. Cabe destacar que la resistencia de la columna disminuye debido a efectos de geometría, lo cuales influyen en el tipo de falla.

El efecto geométrico de la columna se denominan esbeltez y es un factor importante, ya que la forma de fallar depende de la esbeltez, para la columna poco esbelta la falla es por aplastamiento y este tipo se denomina columna corta, los elemento más esbeltos se denominan columna larga y la falla es por pandeo. La columna intermedia es donde la falla es por una combinación de aplastamiento y pandeo. Además, los momentos flectores que forman parte del diseño de columna disminuyen la resistencia del elemento tipo columna.

8.2.3 Vigas. La viga es un elemento fundamental en la construcción, sea ésta de la índole que fuera. Será el tipo, calidad y fin de la construcción lo que determinará medidas, materiales de la viga, y sobre todo, su capacidad de sostener y contener pesos y tensiones.

Una viga está pensada para soportar no sólo presión y peso, sino también flexión y tensión, según cuál finalidad predomine será el concepto de viga para ingeniería o arquitectura, que predomine. En principio, es importante definir que en la teoría de vigas se contempla aquello que es denominado 'resistencia de los materiales'. Así, es posible calcular la resistencia del material con que está hecha la viga, y además analizar la tensión de una viga, sus desplazamientos y el esfuerzo que puede soportar. A lo largo de la historia de la construcción se han utilizado vigas para innumerables fines y de diferentes materiales.

La viga es un elemento estructural horizontal capaz de soportar una carga entre dos apoyos, sin crear empuje lateral en los mismos. Se emplean en las estructuras de edificios, para soportar los techos, aberturas, como elemento estructural de puentes. En los puentes, transportan las cargas de compresión en la parte

superior del puente, y las de tracción en la parte inferior. Las vigas alveolares permiten aligerar sus líneas y realizar los vanos más grandes. Se construyen con perfiles H, laminados en caliente. Los alvéolos pueden ser de forma circular, hexagonal u octogonal.

8.2.4 Losas. Una losa de cimentación se define como una estructura que puede soportar varias columnas o muros al mismo tiempo. Se emplea cuando la capacidad de carga del suelo es muy baja y las zapatas aisladas resultan demasiado grandes y juntas para ser una opción viable.

Dentro de esta se encuentra una gran variedad, pero usualmente se emplea las siguientes:

- Losa de cimentación con espesor uniforme: se caracteriza por solo tener los refuerzos de acero y el espesor determinado por los cálculos sin ningún tipo de alteración.
- Losa de cimentación aligerada: este tipo de losa se caracteriza por disminuir el volumen de concreto a utilizar, debido a que solo se emplea el espesor determinado en las secciones críticas determinadas en el diseño; el resto se disminuirá hasta donde permita el esfuerzo cortante involucrado en el diseño.
- Losa de cimentación nervadura: a diferencia de la losa aligerada aquí solo se emplean vigas, las cuales corren los ejes x e y generando así los cajones entre las columnas. Con esta forma se disminuye mucho más el volumen de concreto a utilizar.
- Una losa de cimentación es una placa de hormigón apoyada sobre el terreno que sirve de cimentación que reparte el peso y las cargas del edificio sobre toda la superficie de apoyo.

- Las losas son un tipo de cimentación superficial que tiene muy buen comportamiento en terrenos poco homogéneos que con otro tipo de cimentación podrían sufrir asentamientos diferenciales. También en terrenos con muy poca capacidad portante.

Las losas más sencillas son las losas de espesor constante, aunque también existen las losas nervadas que son más gruesas según la dirección de muros o filas de pilares. Su cálculo es similar al de una losa plana de azotea invirtiendo las direcciones de los esfuerzos y aplicando las cargas tanto axiales como uniformes provenientes de todo el edificio. Las trabes de estas losas se invierten para quedar enterradas en el terreno y evitar obstáculos al aprovechamiento de la superficie que queda lista para ocuparse como un firme aunque su superficie aun es rugosa.

Las losas de cimentación constituyen un tipo de cimentación somera que cubre toda el área bajo la estructura; se emplea cuando la resistencia del suelo es baja o cuando es necesario limitar en forma muy estricta los asentamientos diferenciales en construcciones particularmente sensibles de estos.

Existen dos tipos principales de losas de cimentación con diversas variantes.

- La losa plana, en que las columnas apoyan sobre la losa de cimentación, directamente o por intermedio de capiteles, pero sin que existan vigas de unión en los ejes de columnas. La losa plana puede aligerarse con diversos procedimientos y tiene la ventaja de la sencillez constructiva, pero acostada de volúmenes mayores de concreto.
- La losa con contratrabes (vigas de cimentación) se emplea cuando los claros y las cargas son elevados y se convierten frecuentemente en una estructura en cajón con losa en la parte inferior y superior de la contratrase. Otra modalidad

es una losa con contratraves inferiores en la que el lecho superior es plano y constituye un piso utilizable; además es posible evitar el uso de cimbras.

9. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

9.1 CONCEPTUALIZACIÓN

Al referirse al término sistema como a una combinación de partes de diferente naturaleza, que tiene por finalidad principal obtener un resultado determinado, se puede describir la edificación como un conjunto de partes componentes agrupadas en sistemas que definen las funciones necesarias para que ese conjunto tenga razón de ser. Se puede reafirmar y reseñar así el edificio como un sistema constructivo, constituido por otros sistemas constructivos parciales.

De forma similar se define sistema constructivo como el conjunto de materiales y componentes de diversa complejidad, combinados racionalmente y enmarcados bajo ciertas técnicas, que permiten realizar las obras necesarias para construir una edificación, originando por lo tanto un objeto arquitectónico (Tecnología y Construcción. Vol.24, No. 2 (Mayo, 2008).

9.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

La naturaleza de la industria ha convertido la estructura en el centro de cualquier sistema constructivo. La estructura es la base necesaria de donde se desarrollan las instalaciones, el cubrimiento, los acabados y el mobiliario. Es capaz de encerrar el edificio o solamente soportarlo. Por esto, es que el sistema estructural es el que establece el modelo para construir dando lugar a la clasificación de los diferentes sistemas constructivos los cuales se pueden clasificar como:

Los sistemas de construcción se clasifican básicamente según 2 aspectos: el funcionamiento estructural y el tipo de construcción.

9.2.1 Clasificación según el tipo Estructural

Según el tipo estructural los sistemas se clasifican en :

9.2.1.1 Sistema de cajón múltiple: Son sistemas de paredes y placas estructurales que forman células ensambladas monolíticamente en el espacio, conformando un conjunto estructural que basa su funcionamiento en la acción laminar y su interconexión (aristas)

9.2.1.2 Sistemas de pórtico espaciales: Son sistemas de vigas y columnas que forman un conjunto esquelético en el espacio y conforma un sistema estructural que basa su funcionamiento en la acción de elementos esbeltos y su interconexión en nudos rígidos.

9.2.1.3 Sistemas combinados de pórticos y paredes: En algunos tipos de edificios se conforma una estructura dual de sistemas esquelético y laminar, generando en esta forma una estructura espacial más rígida que los pórticos, pero más dúctil que los muros. Se hace un trabajo eficiente en el transporte de carga vertical (pórticos) y sistemas (efecto de pared-pórticos)

9.2.1.4 Sistemas combinados de piso flexible: Se cataloga así a los edificios conformados en los primeros niveles por estructuras esqueléticas abiertas y en los últimos niveles por estructuras cajón. El funcionamiento estructural de conjunto viene a estar afectado por el cambio de rigidez en la zona de transición de sistemas. Por ejemplo. La ductilidad global está controlada por la capacidad y ductilidad de los elementos verticales del primer nivel.

9.2.2 Clasificación según la Construcción

Según la forma constructiva los sistemas se clasifican en:

9.2.2.1 Vaciado en el sitio. Son sistemas en los cuales se utiliza una formaleta y en esta se vacía el hormigón. Son de diversa índole y se dividen en tipos de acuerdo a la estructura que conforman: pórticos cajones o mixtos. Los sistemas vaciados tipo cajón se clasifican a su vez de acuerdo al tipo de formaleta en la siguiente forma;

- **Formaleta deslizante:** los muros se vacían en el interior de bastidores huecos deslizantes, dejando en el proceso de ejecución las conexiones para las placas (prefabricadas o vaciadas).
- **Formaleta removible:** los muros se vacían en forma individual en el interior del encofrado formado por los bastidores. Los bastidores se remueven y forman el tablero para el vaciado de la placa, en proceso independiente al de los muros. La formaleta puede ser de bastidor o de tablero y a su vez de manejo manual o pesado.
- **Formaletas espaciales en túnel:** el encofrado posibilita el vaciado de las paredes y las placas en el mismo proceso. Los sistemas de pórticos vaciados utilizan en general encofrados fijos en madera o lamina.

9.2.2.2 Sistemas prefabricados. Son sistemas ejecutados en taller o en obra y ensamblados mecánicamente. Tienen varios subtítulos:

- **Prefabricación pesada:** aquella que requiere equipo de gran capacidad para su manipuleo y ensamblaje. A su vez pueden ser totales si conforman una o varias células del conjunto y parciales si constituyen solo elementos (paredes, placas,

techos). En general requieren de fabricación en taller y transporte hasta la obra. El peso de la mayor parte de los elementos es superior a 2.000 kgf

- **Prefabricación semipesada:** aquella prefabricación que utiliza elementos de capacidad intermedia y puede ser fabricada en obra. Conforman siempre elementos (paredes, placas, escaleras) en forma total, de peso entre kgf y 2000 kgf.

- **Prefabricación liviana:** es el tipo de prefabricación que produce elementos manejables manualmente o por equipos de baja capacidad. El peso debe ser inferior a 300 kgf. La producción puede ser realizada totalmente en la obra o por razones industriales en un taller. Puede ser entonces

9.2.2.3 Sistema constructivo en seco. (Seminario sobre Mampostería Estructural (libro) Octubre 31 y Noviembre 10 de 1986)

Antecedentes. La historia de los sistemas de construcción liviana en seco (SCLS) se remonta hacia finales del siglo XIX en los Estados Unidos, con la aparición de la placa de yeso, curiosamente no para sustituir un material de construcción existente sino como solución a un problema de empaque. Su inventor fue August Sackett en 1898 a quien USC (United States Gypsum Company) le compro su planta en 1909.

En los años 30, durante la Gran Depresión, se popularizó la construcción con este tipo de productos y algunos edificios construidos en Chicago fueron la mejor propaganda para su conocimiento y masificación. Adicionalmente, se empezaron a desarrollar nuevas líneas de productos como los aislamientos, cintas de juntas y paneles de exteriores, y empezaron a surgir diferentes compañías fabricantes en todo el mundo.

Ya por este tiempo se habían desarrollado diferentes tipos de paneles de yeso, con diferentes espesores y diferentes usos, haciendo énfasis en lo relacionado con la resistencia al fuego. Hacia 1970 se desarrollo un producto específico para construir cerramientos en fosos de ascensores y puntos fijos de escaleras con edificios en Nueva York. En los años 80, USG introdujo el producto Durock para soluciones en zonas sometidas a humedad y como parte de sistemas de fachadas, y hacia finales de los 90 se desarrollo una nueva familia de productos a base de yeso y celulosa llamada Firerock.

El mayor consumo de este tipo de productos es en Estados Unidos, y estadísticas recientes muestran que allí se consumen anualmente más de cinco millones de m² de placas de yeso. A nivel mundial Norteamérica consume el 57.5%, seguida por Europa, Medio Oriente y África con 20%, Asia con 20% y una aun mínima participación de Suramérica del 2.5%.

En Colombia el sistema constructivo en seco llego un poco tarde, comparativamente con la mayoría de los países de la región, pues apenas a mediados de la década pasada llegaron al país las primeras placas de yeso y, casi simultáneamente, también las de Fibrocemento. Las bondades del sistema, unidas a su probada capacidad sismo resistente, le proporcionaron muy buena aceptación y una rápida acogida, a tal punto que su participación dentro del total de la construcción ha venido creciendo a muy buen ritmo, especialmente en las aplicaciones de fachadas, muros divisorios y cielos rasos, estimándose que nuestro consumo es aproximadamente el 10% del de Suramérica, cerca de los 11 millones de m² en el año 2006.

Sin embargo, esta participación está todavía muy por debajo de la que ha alcanzado el sistema en otros países de la región como México, Argentina, Chile o Uruguay, en donde se utiliza de forma generalizada para hacer todo tipo de aplicaciones constructivas y de soluciones integrales, incluyendo vivienda para

estratos altos, medios y bajos (vivienda de interés social). (Revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54).

Características. Los sistemas SCLS se han convertido en la mejor alternativa frente al sistema constructivo tradicional y se proyectan como la tecnología de construcción del futuro por una serie de razones muy importantes:

- La construcción es rápida y fácil
- La construcción es limpia por qué no requiere mezclas de cemento, arena y agua.
- Los desperdicios son mínimos.
- La construcción es ecológica y contribuyen al desarrollo sostenible.

Por otra parte, el hecho de que las paredes tengan una cámara interna libre entre 2 placas de cerramiento facilita enormemente la colocación de los más modernos sistemas de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias; de redes digitales para edificios inteligentes y de sistemas de aislamiento acústico y térmico, así como también de sistemas contra incendio y de climatización.

En la tabla 1 se comparan algunas características adicionales entre diferentes tipos y sistemas de muros.

COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS			
Sistema/Característica	Rendimiento m ² /c.h/dd	Peso kg/m ²	Aislamiento STC
Muro en bloque No.4	6,72	180	42
Muro ladrillo prensado	4,70	250	
Muro en bloque de concreto e= 0.20	7,14	480	44
Muro en SCLS con placa de yeso	18,50	25	
Muro en SCLS con placa de fibrocemento	15,00	30	
Muro SCLS con una cara en placa de yeso y otra en fibrocemento			48

Tabla 1. Comparativa entre diferentes tipos y sistemas de muros
Fuente: Revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54.

En un principio el atractivo de los SCLS radicaba principalmente en lo práctico y económicos que resultaban comparados con la construcción tradicional, pero con el tiempo empezaron a ser usados también en la construcción de importantes obras de vanguardia por parte de arquitectos y diseñadores de reconocido prestigio mundial, dada la versatilidad y las inmensas posibilidades que ofrecen para poder llevar a cabo los más complejos y sofisticados diseños.

Tal es el caso del museo Guggenheim de Bilbao, obra del famoso arquitecto norteamericano Frank Gehry, cuyas formas totalmente “impensadas” pudieron levantarse gracias a la tecnología del sistema constructivo en seco. En nuestro medio un ejemplo muy representativo es la cúpula geodésica de maloka en Bogotá, que fue construida con placas de fibrocemento revestidas de policarbonato.

El crecimiento de estos sistemas en Colombia ha venido acompañado del desarrollo de los distintos productos que lo componen así: (Revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54)

- **Perfiles de acero:** Cuando se empezó a construir con estos sistemas, el concepto de lámina delgada para los entramados de soporte no se había desarrollado en el país.

Sin embargo, por la dificultad de traer estos materiales, se empezaron a doblar perfiles localmente con geometrías similares a las especificadas. La primera planta de “rolado en frío” fue montada por Industrias Ceno de Antioquia, en Medellín y luego empezaron a llegar nuevos jugadores como Steel de Colombia, Perfilamos del Cauca, Acesco, Corpacero, Multibras y Matecsa, entre otras.

Curiosamente, aunque el acero laminado es casi todo importado (Colombia no produce ese material), somos el primer fabricante de perfiles de acero laminado galvanizado en la región.

- **Placas de fibrocemento:** Con las placas de fibrocemento ha ocurrido algo similar. Inicialmente se importaban pero hoy se fabrican con la moderna tecnología del fraguado en autoclave y lideramos su producción en la región para abastecer no solo el mercado interno sino también a Venezuela, Ecuador, Panamá, Centro América y el Caribe.

- **Placas de yeso:** Su utilización en Colombia se remonta a finales de los años 70 y principios de los 80, cuando se utilizó básicamente en cielos rasos falsos en Medellín y Cali. Su uso empezó a generalizarse a partir de 1995, cuando todo el material provenía de los Estados Unidos. Posteriormente, algunas empresas empezaron a traer material de México, y hacia finales de 1998 se empezó a adquirir el material en Chile. Para ese año el consumo nacional de placa de yeso

estaba cercano a 1'300.000 m². en mayo de 2006 se abrió la primera planta de placa de yeso en Cartagena.

- **Masilla:** Es el insumo del sistema que tiene la mayor responsabilidad del acabado. Las hay de secado por evaporación y por secado químico (secado rápido) y su utilización depende de las necesidades del instalador y del proyecto. Hasta el año 2003 la masilla en un 80% era importada de Estados Unidos o de México, pero luego se establecieron algunas plantas nacionales: Gyptec, Panelrock, Elpreca y Corona; lo cual redujo el costo del sistema entre 10% y 15%. (Revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54).

Conceptualización. La construcción liviana en seco consiste en el ensamble de un soporte estructural armado en perfilaría metálica, al cual se fijan placas de yeso o fibrocemento con el fin de generar las divisiones y cerramientos de la edificación. Este sistema tipo sándwich permite la disposición interna de las instalaciones de suministro y desagüe junto con la inserción de aislamientos térmicos y acústicos conformando una obra económica, limpia, rápida, sismoresistente, durable y racional.

La constituida y cada vez más marcada exigencia en cuanto a la estética de las obras ha hecho que los sistemas constructivos tradicionales cedan terreno ante nuevas tecnologías como la construcción liviana en seco, que son capaces de resolver de manera más eficiente formas arquitectónicas muy atrevidas y simultáneamente, cumplen los requisitos impuestos por la norma sismo-resistente. El sistema de construcción liviana en seco es versátil, económico, rápido y seguro, lo cual explica su gran difusión y acogida en la construcción, así como también su incorporación a las nuevas tendencias de la arquitectura y la ingeniería.

Ventajas del sistema

- **Seguridad:**

- Sismo – resistencia: su condición de liviandad (menor efecto masa, menor deriva) y flexibilidad estructural de permiten conservar su estabilidad sin provocar volamiento.
- Alta resistencia al fuego: conforme a la norma ASTM E84 presenta un índice cero de programación de llama y generación de humo.
- Garantía de los materiales: respaldada por diferentes pruebas de calidad efectúales a cada componente del sistema.
- Resistencia a la intemperie y a la humedad: considerando un mantenimiento adecuado garantiza una vida útil sin deterioro.
- Inmunidad: gracias a sus componentes inertes no es afectado por hongos, plagas o roedores. Además no se pudre ni se oxida.

- **Racionalidad**

- Industrialización de la Construcción: en escala y volumen, porque produce grandes cantidades en menos tiempo.
- Rápida Instalación: puede ser hasta la quinta parte de los sistemas tradicionales.
- Fácil manipulación: todos los insumos se transportan, almacenan y manejan a mano.
- Perfecta planeación y control de obra: la precisión en medida y cantidades elimina la generación de escombros y minimiza los desperdicios.
- Bajo Peso: el m² de construcción liviana en seco equivale hasta la décima parte de la construcción en mampostería, reduciendo considerablemente las cargas muertas.

- **Versatilidad**

- Flexibilidad de la Construcción: el sistema permite diversidad de diseños y una disposición ideal de instalaciones.
- Programación del Aislamiento: variado el espesor entre placas se programa el aislamiento térmico y acústico de los espacios de acuerdo con el confort deseado.
- Aplicación de Acabados: siguiendo las recomendaciones de cada fabricante, el sistema permite acabados como pinturas, papel de colgadura, enchapes cerámicos o de piedra.
- Trabajabilidad: el sistema se instala usando las mismas herramientas de la carpintería tradicional y metálica.
- Remodelación y Adecuación de espacios: de manera rápida y sin dañar las construcciones existentes.

- **Sismorresistencia**

Para garantizar la estabilidad de un elemento no estructural en un momento de sismo. La NSR-10 establece 2 estrategias de diseño, cada una con una condición especial y unos requisitos específicos.

La primera alternativa es separarlos de la estructura, opción donde los elementos contruidos en sistemas tradicionales aumentan su costo y presentan un diseño muy complejo, como es el caso de la mampostería. (Revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54).

10. NORMATIVIDAD COLOMBIANA EN LA NSR-10

TÍTULO A: REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

A.1.4 CONSIDERACIONES ESPECIALES

A.1.4.1: POR TAMAÑO Y GRUPO DE USO: En toda edificación del grupo de uso I, como las define A.2.5.1, que tenga más de 3000 m² de área en conjunto, o que forme parte de un programa de quince o más unidades de vivienda, y en todas las edificaciones de los grupos de usos II, III y IV, como las define A.2.5.1, debe tenerse en cuenta la obligatoriedad de la supervisión técnica, profesionalmente calificada, de la construcción, según lo requerido en A.1.3.9.

A.1.4.2: SISTEMAS PREFABRICADOS: De acuerdo con lo establecido en el Artículo 12 de la Ley 400 de 1997, se permite el uso de sistemas de resistencia sísmica que estén compuestos, parcial o totalmente, por elementos prefabricados, que no estén cubiertos por este Reglamento, siempre y cuando cumpla uno de los dos procedimientos siguientes:

- (a) Se utilicen los criterios de diseño sísmico presentados en A.3.1.7, o
- (b) Se obtenga una autorización previa de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, de acuerdo con los requisitos y responsabilidades establecidas en el Artículo 14 de la Ley 400 de 1997.

A.1.6. OBLIGATORIEDAD DE LAS NORMAS TÉCNICAS CITADAS EN EL REGLAMENTO

A.1.6.1. NORMAS NTC: Las Normas Técnicas Colombianas NTC, citadas en el presente Reglamento, hacen parte de él. Las normas NTC son promulgadas por el

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, único organismo nacional de normalización reconocido por el gobierno de Colombia.

A.1.6.2. OTRAS NORMAS: En aquellos casos en los cuales no exista una norma NTC se acepta la utilización de normas de la Sociedad Americana de Ensayo y Materiales (American Society for Testing and Materials — ASTM) o de otras instituciones, las cuales también hacen parte del Reglamento cuando no exista la correspondiente norma NTC.

A.1.6.3. REFERENCIAS: Al lado de las normas NTC se ha colocado entre paréntesis una norma de la ASTM o de otra institución. Esto se hace únicamente como referencia y la norma obligatoria siempre será la norma NTC. Esta norma de referencia corresponde a una norma ASTM, o de otra institución, que es compatible con los requisitos correspondientes del Reglamento, y no necesariamente corresponde a la norma de antecedente de la norma NTC.

Las normas de antecedente de las normas NTC son las que se encuentran consignadas en el texto de la misma norma.

A.3.1. BASES GENERALES DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

A.3.1.7. SISTEMAS ESTRUCTURALES DE RESISTENCIA SÍSMICA PREFABRICADOS: Pueden construirse edificaciones cuyo sistema de resistencia sísmica esté compuesto por elementos prefabricados. El sistema prefabricado debe diseñarse para las fuerzas sísmicas obtenidas de acuerdo con este Reglamento usando un coeficiente de capacidad de disipación de energía básico, tal como lo define el Capítulo A.13 igual a uno y medio . Cuando se demuestre con evidencia experimental y de análisis, que el sistema propuesto tiene una resistencia, capacidad de disipación de energía y capacidad de trabajo en el rango inelástico igual o mayor a las obtenidas con la estructura construida utilizando uno de los materiales prescritos por este Reglamento, deben cumplirse los requisitos

de los Artículos 10 y 12 de la Ley 400 de 1997, pero en ningún caso el valor de R_0 podrá ser mayor que el fijado por el presente Reglamento para sistemas de resistencia sísmica construidos monolíticamente con el mismo material estructural.

A.3.1.8 MATERIALES ESTRUCTURALES DISEÑADOS USANDO EL MÉTODO DE ESFUERZOS DE TRABAJO: Cuando el material estructural se diseña utilizando el método de esfuerzos de trabajo, tal como lo define B.2.3 de este Reglamento, para obtener los efectos de las fuerzas sísmicas reducidas de diseño al nivel de esfuerzos de trabajo que se emplean en el diseño de los elementos estructurales debe utilizarse un coeficiente de carga de 0.7

A.3.2. SISTEMAS ESTRUCTURALES

A.3.2.1. TIPOS DE SISTEMAS ESTRUCTURALES: Se reconocen cuatro tipos generales de sistemas estructurales de resistencia sísmica, los cuales se definen en esta sección. Cada uno de ellos se subdivide según los tipos de elementos verticales utilizados para resistir las fuerzas sísmicas y el grado de capacidad de disipación de energía del material estructural empleado. Los sistemas estructurales de resistencia sísmica que reconoce este Reglamento son los siguientes:

A.3.2.1.1. Sistema de muros de carga: Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales.

A.3.2.1.2. Sistema combinado: Es un sistema estructural, en el cual:

(a) Las cargas verticales son resistidas por un pórtico no resistente a momentos, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales, o

(b) Las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales, y que no cumple los requisitos de un sistema dual.

A.3.2.1.3. Sistema de pórtico: Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.

A.3.2.1.4. Sistema dual: Es un sistema estructural que tiene un pórtico espacial resistente a momentos y sin diagonales, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales. Véase la tabla A.3-4. Para que el sistema estructural se pueda clasificar como sistema dual se deben cumplir los siguientes requisitos:

(a) El pórtico espacial resistente a momentos, sin diagonales, esencialmente completo, debe ser capaz de soportar las cargas verticales.

(b) Las fuerzas horizontales son resistidas por la combinación de muros estructurales o pórticos con diagonales, con el pórtico resistente a momentos, el cual puede ser un pórtico de capacidad especial de disipación de energía (DES), cuando se trata de concreto reforzado o acero estructural, un pórtico con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) de concreto reforzado, o un pórtico con capacidad mínima de disipación de energía (DMI) de acero estructural. El pórtico resistente a momentos, actuando independientemente, debe diseñarse para que sea capaz de resistir como mínimo el 25 por ciento del cortante sísmico en la base.

(c) Los dos sistemas deben diseñarse de tal manera que en conjunto sean capaces de resistir la totalidad del cortante sísmico en la base, en proporción a sus rigideces relativas, considerando la interacción del sistema dual en todos los niveles de la edificación, pero en ningún caso la responsabilidad de los muros

estructurales, o de los pórticos con diagonales, puede ser menor del 75 por ciento del cortante sísmico en la base.

11. PROPUESTA PARA EL USO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS NO CONVENCIONALES EN EL DESARROLLO DE LA VIVIENDA

1.1 PLACAS DE FIBROCEMENTO

La placa plana de fibrocemento se fabrica a base de cemento Portland, sílice, fibras industriales y aditivos, los cuales mediante un proceso de autoclave se someten a elevadas presiones y temperaturas obteniendo un producto con excelente estabilidad dimensional, dureza y resistencia, facilitando su trabajabilidad como la madera y conservando las propiedades del cemento.

La forma como interactúa la fibra con el mortero de cemento, hace posible el comportamiento cohesivo y elástico del material, capaz de recibir cargas continuamente y de recuperar su forma al retiro de la carga aunque este microfrazado. Este mecanismo de interacción entre la fibra de refuerzo y la matriz de cemento, le imprime al material características de flexibilidad y resistencia al impacto que hacen posible recortarlo y perforarlo fácilmente sin fracturarse.

El proceso de fabricación tiene en cuenta las características reológicas del material (viscosidad, elasticidad, plasticidad) para lograr densidades y resistencia homogéneas e isotrópicas. La resistencia y el módulo de elasticidad a la compresión, son similares a los del concreto, así como su respuesta al flujo plástico; por tanto se puede diseñar con los mismos criterios que el concreto reforzado. La resistencia a la flexión es muy superior a la del concreto, lo que permite construir membranas delgadas sin refuerzo.

La duración del material es indefinida, pues el cemento se endurece con el tiempo, y las fibras tienen en su composición elementos antioxidantes para impedir la acción oxidante del ozono y de los rayos ultravioletas, lo que garantiza la

permanencia indefinida de las fracturas. (Revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54).



Imagen 7. Paneles

Fuente: en revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54.

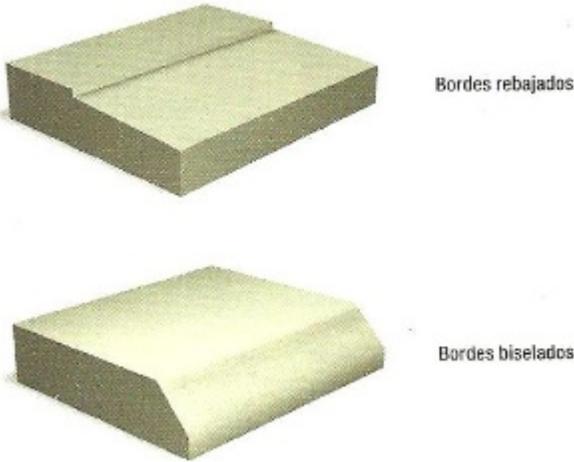


Imagen 8. Tipos de bordes

Fuente: Revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54

11.2 PLACAS DE YESO

La placa plana de yeso consta de un núcleo en yeso procesado entre 2 cartones lisos y altamente resistentes, presentando una cara aparente para acabados y la otra protegida con papel. La unión del yeso y la celulosa se produce cuando el sulfato de calcio desarrolla sus cristales entre las fibras del papel y de esta combinación surgen las singulares propiedades de la placa, especiales para detalles arquitectónicos.

El yeso es resistente a la deformación, incombustible, químicamente neutro y libre de sustancias nocivas, inocuo, fácil de trabajar y aplicar. Además mantiene un equilibrio hidrométrico respecto a la humedad ambiente, contribuyendo a crear una atmósfera sana y agradable.

En su forma más conocida o combinado con otros materiales, el yeso es estético, es saludable y proporciona confort a los espacios habitables, bien sea utilizado de forma tradicional, guarnecido, enlucido o mecánicamente proyectado. La placa de yeso laminado contribuye a ahorrar energía en combinación con los materiales aislantes clásicos. (Revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54).



Imagen 9. Ejemplo de aplicaciones en interiores
Fuente: Revista Construdata Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54.

11.3 DURAPANEL

En la construcción de muros y fachadas el sistema Durapanel, consta de una gran historia ya que su tecnología es de “origen italiano, tiene una antigüedad de por lo menos 20 años, y es producida en 27 plantas industriales en diferentes países de todos los continentes. Los países más relevantes son: México, Guatemala, Costa Rica, Venezuela, Chile, Argentina, Italia, Rusia, Egipto, Nigeria, Mozambique, Arabia Saudita, Turquía, Filipinas, Malasia y Australia.

Es el sistema constructivo que reúne en un solo elemento todas las funciones necesarias para realizar una obra de arquitectura, desde una vivienda familiar hasta un edificio de gran altura, abarcando con máxima eficiencia todo tipo de construcciones y destinos.



Imagen 10. Paneles

Fuente: Durapanel. Medellín, 2009, 67p. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas.

11.3.1 Fundamentos del sistema constructivo. El sistema constructivo Durapanel, se ha desarrollado a partir de la utilización de paneles de poliestireno

expandido y dos mallas de acero galvanizado, cuya morfología está diseñada para recibir revoque estructural en obra.

La finalidad es proveer un sistema de paneles modulares prefabricados, que además de ahorrar tiempo de construcción y mano de obra, logra resolver en un solo elemento las funciones estructurales y autoportantes, simplificando su ejecución, entregando elevados coeficientes termo-acústicos y gran versatilidad de formas y acabados en obra.

Durapanel es un sistema constructivo integral, sismo resistente, económico, rápido, ligero y aislante termo acústico de última generación. Se integra por una amplia gama de paneles preindustrializados que permiten materializar todos y cada uno de los elementos estructurales, de cerramiento y ornamentación necesarios para ejecutar totalmente una obra. (Durapanel. Medellín, 2009, 67p. Tesis)



Imagen 11. Transporte del panel

Fuente: Durapanel. Medellín, 2009, 67p. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas.

11.3.2 Aplicaciones y Componentes

Aplicaciones del producto: De esta forma podemos obtener un sistema constructivo de paneles aligerados que nos permite desde la construcción de muros divisorios hasta muros estructurales para la construcción de casas en cuyos otros elementos tales como muros, losas, cubiertas, escaleras...etc. Se pueden construir también de manera rápida y eficiente.

Además de brindar un sistema liviano y rápido de construir por su composición de poliestireno obtenemos también grandes beneficios termo-acústicos y nos sugiere elementos de gran versatilidad en sus formas y acabados.

11.3.3 Ventajas y desventajas

- **Sistema liviano:** lo cual nos proporciona la facilidad de manipular los paneles, esto conlleva a tener ahorros en mano de obra y transporte, es decir, mientras que se transporta en un camión sencillo 1500 ladrillos de 10 que equivalen a 120 m² en durapanel se transporta 180 paneles de 60 mm y con una altura de 3.30m que equivalen a 712.8 m². Una ventaja adicional que proporciona que el sistema es liviano, es la disminución de las cargas verticales.
- **Sistema rápido:** Se puede lograr un ahorro de tiempo en obra hasta del 50%, lo que ayuda en tiempos de entrega óptimos y que en el sistema tradicional no se podrían alcanzar, solo si se incrementa la mano de obra y es ahí donde el espacio de trabajo no se optimiza ya que el número de personas en el mismo espacio no pueden trabajar por ende perturban el buen desarrollo de la obra. Para el constructor y el dueño de un proyecto tener un sistema que le ayude a optimizar el tiempo con una menor mano de obra es traer beneficios económicos. El constructor en administración y el dueño en ingresos por ventas en menor tiempo.

- **Sistema versátil:** Adaptable a muchas de las necesidades de los clientes, lo que en otros sistemas son de difícil ejecución o en algunas circunstancias constructiva y estructuralmente imposible. Tiene varias aplicaciones, en muros divisorios, muros portantes, fachadas, cuelgas de gran altura sin necesidad de pórticos adicionales, losas, etc.
- **Sistema de gran resistencia:** Por su malla galvanizada integrada de gran resistencia, y el mortero estructural que lo compone. Esto lo caracteriza como un muro que está compuesto por micro-columnas y adicional los muros en el sistema durapanel no son independientes antes por el contrario se complementa uno con otro formando un sistema completo que distribuye todas sus cargas en mayores áreas.
- **Sistema que proporciona ahorro energético:** El poliestireno es un aislante térmico, proporcionando en los muros construidos en el sistema durapanel una reducción de costos de calefacción o enfriamiento de por lo menos 40%. Se disminuye la condensación entre ambientes, se disminuye el choque térmico y genera mayor confort.
- **Sistema ignífugo:** Es un sistema que no propaga el fuego cuando está expuesto a él, por lo tanto garantiza seguridad y tiempo de evacuación a la hora de una emergencia.
- **Sistema que ayuda a la gran variedad de acabados:** Proporciona una gama de acabados según las necesidades.
- **Sistesismoresistente:** En vista que el conjunto de muros trabajan en un sistema monolítico, disipan la carga en todo el sistema. También influye que los muros se encuentran totalmente anclados a la estructura, lo cual a la hora de un

sismo los muros se mueven al mismo ritmo que la estructura por lo tanto no falla hasta que la estructura no colapse.

- **Sistema resistente a huracanes:** La capacidad de resistencia a grandes magnitudes de cargas de vientos, es una de las ventajas que le proporcionan a los usuarios gran seguridad.

11.3.4 Beneficios del sistema

- Menores sitios para almacenamiento.
- Menor generación de escombros
- Menor transporte vertical por generación de escombros
- Menores cantidades de mortero (pega y revitado)
- Menor congestión en áreas de apartamentos
- Menores consumos de agua por cortes y por morteros de pega y revitado
- Menores consumos de dovelas y grouting
- No se requiere fundir dinteles ni antepechos



Imagen 12. Proceso de acabado

Fuente: Durapanel. Medellín, 2009, 67p. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas.



Imagen 13. Proceso de revoque

Fuente: Durapanel. Medellín, 2009, 67p. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas

11.4 FIBRABLOCK

Los paneles aglomerados de fibra de madera y cemento, son muy utilizados en Perú en tabiquerías, mobiliario fijo, entresijos y sobre todo coberturas (techos), utilizando usualmente madera para estructurarlo.

Su origen se remonta a las mineras en Radenthein, Austria a inicio del siglo pasado y en el resto del mundo existen más de 150 plantas dedicadas a su producción bajo la norma DIN 1104.

Como Sistema Constructivo, es 25% más económico que la albañilería confinada, 50% más rápido en ejecución de trabajo y puede pesar hasta un tercio del equivalente en concreto. Es también conocida su gran capacidad de absorción acústica, llegando a mitigar hasta en 24% la acústica de un ambiente. Cada día son más utilizados en ampliaciones de vivienda, viviendas de playa y campo, naves industriales. Su conformación mixta en base a fibra de madera y cemento permite un mayor aislamiento térmico comparativamente al concreto y el ladrillo de arcilla.

En coberturas cumple la función de tabique en muros, no es por tanto un elemento portante. Las planchas se asientan de forma horizontal, con mortero en base a cemento y arena fina en proporción 1:4 (se trabaja con arena fina pues le da mayor adherencia a la mezcla). De ser necesario, las planchas de fibra se pueden cortar con serrucho o sierra circular. (Arquonauta.com, 2011)



Imagen 14. Ensamblaje
Fuente: Arquonauta.com, 2011

Como cubierta o techo cumple la función de encofrado perdido, es decir es un elemento que no tiene compromiso estructural se recomienda utilizar planchas de 2" de espesor las cuales se instalaran a lo largo de las viguetas, de manera que la unión entre ellas se dé en el eje de las viguetas.



Imagen 15. Montaje de cubierta



Imagen 16. Acabado de cubierta

Fuente: Arquonauta.com, 2011

Otra forma de colocarlos es transversal a los ejes de las viguetas, sin embargo no es lo más aconsejable porque en el cielo raso tendríamos mayor cantidad de juntas visibles.

El acabado típico de las planchas FIBRABLOCK en el caso de techos es un contrapiso de 3cm de espesor de preferencia impermeabilizado, la mezcla es de 1:2:2 en base a cemento, arena fina y arena gruesa, siendo también posible asentar pastelero o teja de arcillar. En el caso de los entrepisos se recomienda reforzar al contrapiso con una malla de fierro de 1/4" de 0.25m x 0.25m. (Arquonauta.com. 2011)

11.5 SIDEPANEL

Es la solución más moderna, rápida y resistente a la hora de construir, que satisface todos los requisitos de calidad y economía que demanda la industria de la construcción moderna.

Consiste en la utilización de paneles autoportantes de alta resistencia para la construcción de todo tipo de viviendas y diversidad de edificios destinados a cualquier uso. Los paneles están constituidos por paneles formados por una placa de poliestireno expandido de densidad 25 kg/m³, entre una malla electrosoldada espacial. Esta malla está compuesta por dos mallas de acero galvanizado de diámetro de 3,4 mm, interconectadas entre sí por conectores perpendiculares de acero de $\varphi = 3,0$ mm, constituyendo de esta manera la malla tipo celosía que conforma el panel. La importancia de esto es que los alambres tensores cumplen las funciones de transferir las cargas hacia las caras exteriores, obteniendo así una estructura tridimensional, que permite una alta resistencia y rigidez.

El panel sin hormigonar tiene un peso aproximado de 3,0 kg/m², lo que permite que pueda ser trasladado por una o dos personas, aun cuando los elementos a

colocar sean de dimensiones considerables. Estas características le proporcionan al sistema un excelente comportamiento en los diferentes aspectos que se toman en cuenta al construir: gran resistencia en muros de carga, mayores luces en entresijos y/o techos, disminución en las cargas de la edificación, resistencia a vientos (zonas costeras), construcción sismoresistente, adecuación al medio físico por sus excelentes características como aislante térmico, acústico y versátil, ofreciendo al arquitecto o proyectista la posibilidad de contar con muros de diversos espesores y formas, tanto planos.



Imagen 17. Panel

Fuente: <http://www.sidepanel.com.ve/>, 2011

En Venezuela es un sistema innovador y por su bajo costo y su posible construcción en masa ha logrado abrirse cabida para el desarrollo de viviendas de cualquier tipo. Los paneles están formados por 2 caras de malla de acero electro soldada, entre las cuales se coloca una placa de poliestireno expandido de alta densidad. Ambas caras se conectan con alambres tensores galvanizados, que, electro soldado a las mallas, traspasan la placa de poliestireno.) (<http://www.sidepanel.com.ve/>, 2011)

El sistema constructivo Sidepanel ofrece importantes ventajas en cuanto a:

- Ahorro de tiempo: de hasta 60% en tiempos de ejecución de la estructura del sistema.

- Reducción de costos, ya que ahorra los costos tradicionales de encofrados, estructuras independientes de concreto u otras maquinarias especiales para la elevación, colocación, etc., y lo más importante: reduce los tiempos de ejecución.
- Calidad de construcción (solidez, durabilidad, aislamiento termo acústico)
- Facilidad de usos, siendo todo esto aplicable a distintos tipos de construcción.
- Versátil: se adapta fácilmente a cualquier diseño de arquitectura.
- Utilizado en el mundo, para la construcción de viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares de hasta 4 pisos (sin estructura de concreto independiente) y se adapta fácilmente a cualquier diseño de arquitectura.
- Alta seguridad y resistencia sísmica, debido a que se trata de muros dobles de concreto armado con una estructura interior de acero formada por mallas electro soldadas y los alambres de unión.
- resistencia ignifuga: la carga de fuego es de 90 minutos de exposición constante con caras recubiertas con 4 cm de mortero, lo que supera al de una pared de ladrillos macizos de 30 cm de espesor.
- Seguridad Debido a que se convierte en un muro de concreto de alta resistencia que no puede ser perforado en caso de vandalismo o robo.
- Limpiezas Reduce sustancialmente los desperdicios y generación de basura en obra.
- Variedad de dimensiones: las medidas convencionales de los paneles son de 1,20 m x 2,40 m. Pero en el caso de proyectos con demandas de medidas especiales, se puede contemplar la fabricación de largos específicos de acuerdo a las necesidades del proyecto hasta un máximo de 12 m de largo.
- Mayor productividad: Aumento de rendimiento del personal contratado en la obra. Reducción de personal especializado.
- Facilidad de transporte: este material es muy liviano, su peso promedio es de 6 Kg/m², esto permite fácil traslado a sitios remotos y de difícil acceso vial.

- El aislamiento que surge efecto debido a la combinación de elementos estructurales como el mortero que sería la primera capa que recorrer el calor y el segundo el panel de poliestireno expandido que por naturaleza es un aislante. Estos elementos que conforman el Sidepanel provocan una variante según el espesor del mismo.

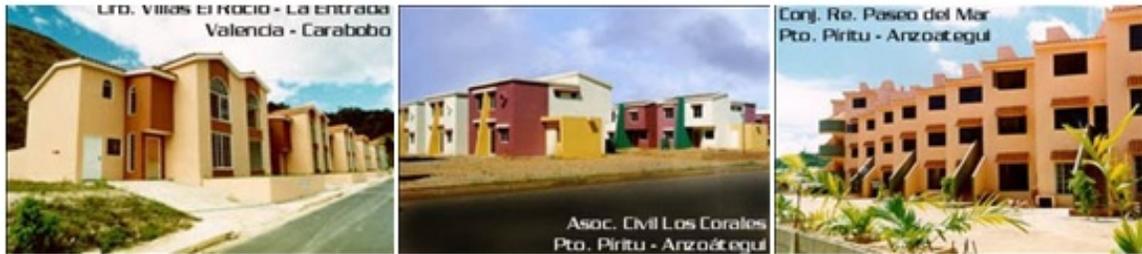


Imagen 18. Ejemplo de viviendas urbanizadas con el sistema Sidepanel

Fuente: <http://www.sidepanel.com.ve/>, 2011

11.6 PANELES DE BAMBU

Es una solución económica como componente estructural de las viviendas de bajo costo, para la conformación del sistema constructivo de Paneles Modulares, se utiliza madera, reglillas de bambú, e incluye el revestimiento del panel con mortero de: cemento, cal, grava y arena para el complemento de su fabricación. Constituyen una respuesta efectiva para la configuración de la vivienda, ilustra las posibilidades de aplicación para la concepción de crecimiento progresivo y la versatilidad de su organización enriquece el patrón inicial de área mínima.

Un ejemplo es el **Proyecto de Vivienda de Emergencia en Bambú, Edo. Mérida – Venezuela** después de los desastres naturales; consiste en el diseño de un campamento conformado por Módulos habitacionales de 32 mts² c/u. y Áreas de servicios adicionales en eventos de desastre.

Posee cualidades y características especiales: ligero, económico, resistente, propio de la zona afectada y brinda seguridad tanto física como emocional a los usuarios. (IDEC digital 2011) <http://red.fau.ucv.ve:8080/static/tymd/files/abriceno-formulacion03.pdf>

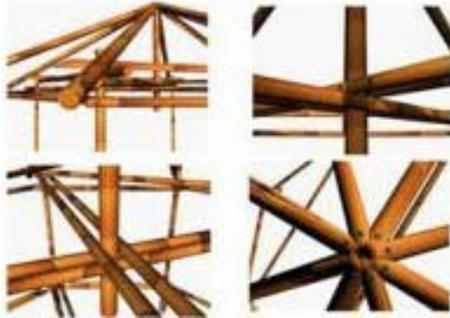


Imagen 19. Detalle estructural



Imagen 20. Vista general

Fuente: IDEC digital, 2011

<http://red.fau.ucv.ve:8080/static/tymd/files/abriceno-formulacion03.pdf>

11.7 INBAR: PROYECTO CASA DE BAMBÚ MODELO EN GUAYAQUIL, ECUADOR. SHYAM K PAUDEL, JORGE U. MORAN

Los sistemas de construcción tradicional varían dependiendo del lugar. Las diferencias principales y visibles se encuentran generalmente en los sistemas de la pared. Cada sistema tiene ventajas y desventajas. Para traer todos los sistemas de vivienda juntos, INBAR ha iniciado un complejo de viviendas en Guayaquil, Ecuador. Los objetivos principales del proyecto fueron: intercambiar conocimiento en sistemas de vivienda en Asia y América latina, documentar todos los sistemas de vivienda para permitir su transferencia a otras partes del mundo, y determinar y comparar las diversas variables de cada sistema de paredes con otros, particularmente en términos de costos, tiempo y eficacia.

Una casa modelo fue construida en Guayaquil para alcanzar estos objetivos. El proyecto fue financiado y manejado en común por la oficina regional de INBAR

América Latina (LARO) y la Universidad Católica, Guayaquil. (IDEC digital 2011)
<http://red.fau.ucv.ve:8080/static/tymd/files/abriceno-formulacion03.pdf>



Imagen 21. Proyecto casa de Bambú

Fuente: IDEC digital, 2011,

<http://red.fau.ucv.ve:8080/static/tymd/files/abriceno-formulacion03.pdf>

11.8 PCH (PANEL CONSTRUCTIVO HOPSA)

Es un sistema de paredes estructurales y de cerramiento con aislante termoacústico integrado. Los paneles están compuestos por un núcleo de poliestireno expandido (EPS), con mallas electrosoldadas de acero galvanizado de alta resistencia en cada una de sus caras. El resultado es un material de construcción mucho más resistente, rápido y económico que el bloque tradicional.



Imagen 22. Proceso de montaje

Fuente: ECOTEC. 2010, <http://www.ecotecpanama.com/?p=59>

11.8.1 Ventajas

- Gran confort debido al alto grado de aislamiento térmico y acústico de la pared terminada
- Gran resistencia estructural y sísmica
- Rapidez en la instalación. Fácil manejo y transporte con menos desperdicio en la obra.
- Ahorro en la energía eléctrica requerida para acondicionar los ambientes construidos
- Ahorro en cimientos y estructuras, por ser más liviana la obra terminada.

11.8.2 Datos Técnicos

- Ancho útil: 1.2 metros
- Largo: En función del diseño de la obra, transporte y manipulación
- Malla de acero galvanizado:
- Alambre longitudinal: $\varnothing 2.4\text{mm}$ a cada 75mm de separación
- Alambre transversal: $\varnothing 2.4\text{mm}$ a cada 65mm (panel estructural) o 130mm (panel de cerramiento)
- Alambre conector entre mallas: $\varnothing 3.0\text{mm}$
- Densidad de la lámina de EPS: 13 a 15kg/m³
- Espesor de la lámina de EPS: de 45mm hasta 200mm
- Espesor de la pared terminada: de 95mm hasta 250mm (ECOTEC. 2010)
<http://www.ecotecpanama.com/?p=59>



Imagen 23. Vista perspectiva del montaje



Imagen 24. Vista lateral derecha

Fuente: ECOTEC. 2010, <http://www.ecotecpanama.com/?p=59>



Imagen 25. Vista lateral izquierda



Imagen 26. Ensamblaje

Fuente: ECOTEC. 2010, <http://www.ecotecpanama.com/?p=59>

11.9 PANEL POLIBLOCK REFORZADO

Las viviendas tradicionales de dos pisos usualmente son estructuradas con muros de albañilería confinada y techos aligerados, elementos que por su gran peso generan fuerzas de inercia elevadas durante los terremotos; de esta manera , se pretende reducir estas fuerzas empleando paneles Poliblock reforzados, tanto en los muros como en los techos.

11.9.1 Características del panel poliblock reforzado. El panel presenta dos modalidades: el utilizado para muros y el empleado para techos. Las dimensiones nominales del panel para muro son: 1.20 x 2.40 m con espesores de 5 y 10 cm (sin incluir tarrajeo)

Este panel está compuesto por un alma de poliestireno expandido (tecnopor de 3 u 8 cm de espesor), cuyas superficies están adheridas a una capa de fibra de madera prensada y aglomerada con cemento, sobre las cuales va una malla electrosoldada de 4 mm de diámetro con cocada de 15x15 cm, conectadas transversalmente por alambres de 6 mm de diámetro, estas mallas se encuentran recubiertas de mortero de 1 pulgada de espesor. (SAN BARTOLOME, Ángel: Sistemas constructivos no Convencionales, 2011)



Imagen 27. Proceso de construcción

Fuente: Sistemas constructivos no Convencionales, 2011,
<http://dl.dropbox.com/u/23914391/Cursos/Alba-PUCP/741.pdf>

El panel empleado para techos presenta las mismas características del utilizado para muros con la diferencia que sus dimensiones son: 0.50 x 3.55 m con un espesor bruto de 10 cm (sin tarrajeo).



Imagen 28. Sistema de amarre

Fuente: Sistemas constructivos no Convencionales, 2011,
<http://dl.dropbox.com/u/23914391/Cursos/Alba-PUCP/741.pdf>

La capa de mortero de 4 cm de grosor, es la que proporciona rigidez y resistencia al conjunto. Antes de desencofrar el techo, debe esperarse que seque el tarrajeo.



Imagen 29. Lanzadora neumática de mortero

Fuente: Sistemas constructivos no Convencionales, 2011,
<http://dl.dropbox.com/u/23914391/Cursos/Alba-PUCP/741.pdf>

11.9.2 Conexión entre paneles. Comportamiento sísmico de viviendas construidas con paneles poliblock reforzado

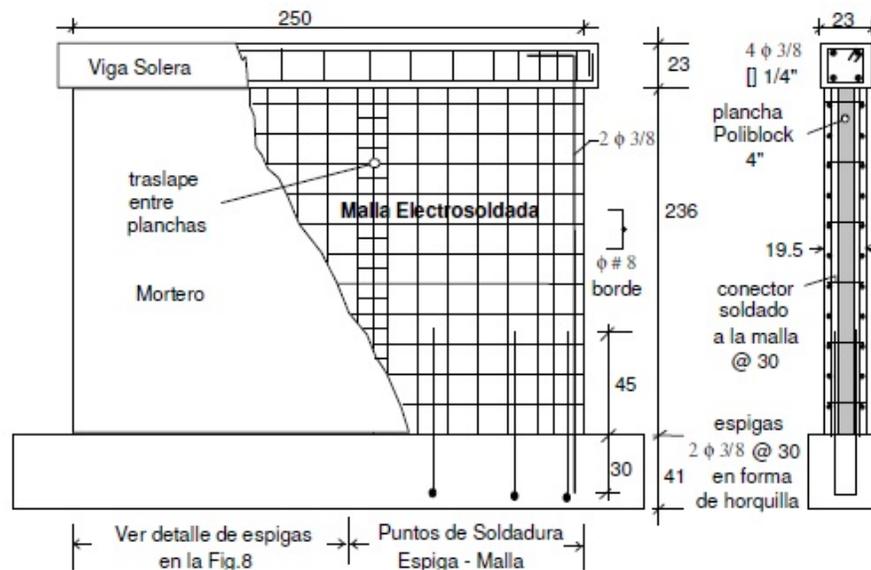


Imagen 30. Detalle de Muro

Fuente: Sistemas constructivos no Convencionales, 2011,
<http://dl.dropbox.com/u/23914391/Cursos/Alba-PUCP/741.pdf>



Imagen 31. Ensayo de Simulación Sísmica

Fuente: Sistemas constructivos no Convencionales, 2011-
<http://dl.dropbox.com/u/23914391/Cursos/Alba-PUCP/741.pdf>

11.9.3 Conclusiones y recomendaciones. Con los resultados obtenidos puede concluirse que las viviendas de hasta dos pisos construidas con paneles Poliblock reforzados presentan una adecuada rigidez y resistencia contra las solicitaciones sísmicas y de gravedad, cumpliendo satisfactoriamente los requisitos especificados en la Norma Sismorresistente (NSR-10, 2010), con excepción del techo del segundo nivel que carecía de soleras y viguetas.

Se sugiere las siguientes recomendaciones: Para que la losa del segundo nivel funcione como diafragma rígido y pueda soportar la sobrecarga reglamentaria, se debe añadir viguetas y vigas soleras (SAN BARTOLOME, Ángel: Sistemas constructivos no Convencionales. 2011)

11.10 PANEL HORMIGÓN ARMADO

Perdurable en el tiempo, rápida de construir, sísmo-resistente, amable con el medio ambiente y acorde al patrimonio arquitectónico, son algunas características de estas casas. Ya no es sólo una alternativa constructiva para sectores acomodados, actualmente las viviendas sociales pueden ser construidas con hormigón armado y obtener todos los beneficios de este tipo de material.

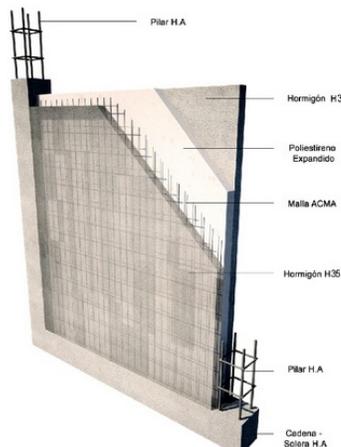


Imagen 32. Detalles del Muro

Fuente:

ICH,

2011

http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=429:icf-insulating-concrete-forms&catid=178:construccion-de-albanileria&Itemid=348

El sistema de construcción de estas viviendas consiste en paneles prefabricados de hormigón armado y tienen poliestireno expandido en el centro, los cuales son montados posteriormente en la obra. Además la tabiquería también es de hormigón, lo que lo hace 100% sólido. De esta forma, en su conjunto, las casas poseen una alta eficiencia térmica, cero mantenciones y excelente comportamiento sísmico.

Para los tabiques se utiliza una tecnología australiana, se trata de hormigón liviano anclado sobre soleras de madera, estas soleras también cumplen la función de guardapolvo en la parte inferior y cornisa en la superior. Entregando alta aislación acústica, resistencia y durabilidad.

Este panel interior está compuesto por dos caras en planchas de fibrocemento y una mezcla interna de cemento y perlas de poliestireno expandido y otros componentes, que aseguran, una homogénea distribución de los elementos y correcta adherencia entre ellos. Otra de las ventajas de este sistema constructivo se encuentra su rápida construcción, pues su armado es rápido y se pueden montar hasta tres casas por día.

El proyecto permite la industrialización de la vivienda, entregando mayor eficiencia, prevención y coordinación de riesgos, programación de la obra, producción en serie, reducción de tiempos de entrega, reducción de mano de obra, rentabilidad de la inversión y reducción de impacto ambiental. (ICH. 2011)

11.11 PANEL PL10



Imagen 33. Fachada principal

Fuente: ICH. 2011,
http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=429:icf-insulating-concrete-forms&catid=178:construccion-de-albanileria&Itemid=348

Este sistema que incorpora la aislación térmica dentro del muro y que posee múltiples beneficios, consiste en construir viviendas con paneles prefabricados y complementados con elementos estructurales de hormigón.

Producir tecnología PL 10 es el principal objetivo de INDEPA LTDA, Industria Nacional de Paneles, empresa que inicia sus actividades el 2007. Este sistema fue desarrollado a través del trabajo de investigación iniciado el 2004 por Constructora Colombo y Cía. Ltda., empresa contratista de obras públicas del MOP, la Universidad de Chile, Municipalidades, entre otras, durante 25 años.

Esta innovación posee múltiples ventajas, tanto en el proceso constructivo como para los usuarios finales. Se entrega alta calidad a un menor costo y no sólo permite realizar construcciones nuevas sino también desarrollar ampliaciones o modificaciones a una obra ya construida. “Se diferencia de otros sistemas prefabricados pues consiste solamente en elementos de hormigón armado y presenta una terminación final en muros interiores y exteriores. La mayoría de los sistemas recurren a materiales mixtos para resolver los aspectos estructurales,

como elementos metálicos o un grado de terminación que exige ejecutar en obra. Actualmente en el país no existe un sistema similar al que hemos desarrollado, que ha sido certificado por el Ministerio de la Vivienda como construcción de hormigón armado” destaca Jaime Imilan, Socio Gerente de INDEPA Ltda.



Imagen 34. Montaje

Fuente: ICH. 2011,
http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=429:icf-insulating-concrete-forms&catid=178:construccion-de-albanileria&Itemid=348

Este sistema constructivo está conformado por elementos estructurales prefabricados de hormigón: paneles, vigas de fundación, vigas superiores y pilares, elaborados en planta, procediendo en obra a realizar su montaje, mediante una grúa móvil, donde todos los elementos presentan sus caras machihembradas que facilitan el montaje de precisión. Posteriormente sólo se realizan la unión de enfierraduras y hormigonado en los puntos de encuentro.

Cada panel está formado por doble malla de enfierradura y aislación de poliestireno de 50 mm incorporado y los paneles de muro son llenos, con vano de ventana o vano de puerta, tanto para la construcción en sí como para los usuarios finales. El montaje de una vivienda de 36 m² se logra en 6 horas continuas, con todos sus elementos estructurales. El sistema cumple holgadamente la nueva norma de aislación térmica exigida en el país a contar del 2007. Los revestimientos exteriores pueden ser a elección, Marcelina, enchape en ladrillos, piedra, etc.

Este sistema tiene múltiples ventajas, algunas de ellas es que al industrializar los procesos de enfierradura, moldaje y hormigonado, se genera una óptima utilización de materiales, control de calidad y alta productividad de la mano de obra empleada. Además se logra excelente calificación de los trabajadores en la ejecución de los procesos productivos, un ahorro de tiempo de construcción y se evitan trabajos innecesarios en obra, como corregir vanos, generar faenas húmedas interiores o corregir estucos mal ejecutados.

Otra de sus características relevantes es que incorpora aislación térmica en los muros generando un ahorro significativo de energía. También permite ejecutar sin trabajo preparatorio la pintura de terminaciones, toda la tabaquería de baños y dormitorios considera paneles de hormigón armado, se realiza con facilidad y economía trabajos posteriores de ampliaciones o remodelaciones de los proyectos. Existe además un menor costo producido por la óptima utilización de materiales y mano de obra y el menos tiempo empleado y al obtener construcciones antisísmicas, demostrado por su comportamiento óptimo en los proyectos ante el sismo del 27 de Febrero.

Dentro de los beneficios que pueden percibir los usuarios finales de este tipo de construcciones se encuentra: un menor costo final, menor tiempo empleado en la construcción, calidad de construcción, aislación térmica incorporada, ampliaciones

o remo-delaciones a menor costo y diseño del proyecto según solicitado por el usuario. ICH. 2011,

http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=429:icf-insulating-concrete-forms&catid=178:construccion-de-albanileria&Itemid=348



Imagen 35. Proceso de armado

Fuente: ICH. 2011,
http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=429:icf-insulating-concrete-forms&catid=178:construccion-de-albanileria&Itemid=348

11.12 PROYECTO SPACEBOX.

El concepto SPACEBOX “cajas de dormir” es creado en 2003 por Mart de Jong, de diseño de la oficina de De Vijf en Rotterdam en los Países Bajos. El desarrollo constructivo empieza en el 2004 por la empresa Holanda Compuestos Industriales en Lelystad con sede en los Países Bajos.

Los propósitos del proyecto se usaron, por primera vez en el 2004, en el campus universitario de Utrecht y ya se instalaron más de 800 en los barrios estudiantiles de Amersfoort y Delft. Consisten en una vivienda de un ambiente, tipo estudio,

capaz de ser transportada, agrupada y combinada de las maneras más convenientes. Estas disponibles en dimensiones de 18 y 22 m², equipadas con elementos de la vivienda mínima como cocina y baño.

Con poco sueldo disponible y con la demanda de viviendas en aumento, el Gobierno de Holanda apuesta por los Space Box. Estos containers casa de 18 metros cuadrados se alquilan por menos de 200 euros y apuntan a los solteros, inmigrantes y personas que viven en las calles de las grandes ciudades. (Casiopea http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box,_Holanda)



Imagen 36. Fachada general

Fuente: Casiopea 2011,
Casiopea http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box,_Holanda

Este proyecto está conformado con pequeños cubos de acrílico de distintos colores que representan 637 albergues para los “sin techo” de Holanda.



Imagen 37. Fachada

Fuente: Casiopea, 2011

(Casiopea http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box, Holanda

Hay una ventana grande en un extremo y la vía de acceso en el otro. Las unidades se equipan con una caldera, una ventilación mecánica y una calefacción eléctrica. Las unidades de Spacebox se hacen de los mismos compuestos ligeros de alto grado que se utilizan en la construcción naval y la fabricación de aviones.



Imagen 38. Fachada

Fuente: Casiopea, 2011-

(Casiopea http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box, Holanda

Para instalar estos módulos es necesaria una estructura portante, de fácil montaje, y una grúa para apilarlos. El objetivo es instalarlos en zonas altamente pobladas y permiten el uso temporal del espacio. Gracias al diseño, ahorran energía con

fachadas ventiladas. La circulación pública está asegurada por pasillos y escaleras externas.



Imagen 39. Proceso de Izaje

Fuente: Casiopea, 2011,

(Casiopea http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box,_Holanda

Holanda tiene una política de vivienda social modelo en todo el mundo. Este proyecto dá respuesta a un sector específico del déficit, pero la gestión es muy heterogénea. El sistema se caracteriza por una fuerte inversión estatal, con una oferta de alquiler que llega al 51% del total de las casas. (Casiopea 2011)
(Casiopea http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box,_Holanda



Imagen 40. Transporte de módulos

Fuente: Casiopea 2011, (Casiopea

http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box,_Holanda

11.12.1 Materialidad de obra. Cada unidad se construye con 5 paneles de material compuesto. Cada panel consta de un material resistente al fuego, un núcleo de espuma Resol y un acabado exterior de poliéster muy suave. El grosor del panel total es de 88 mm para las paredes y el espesor total del panel para el piso y el techo es de 110 mm. Ambos grupos especiales y el sistema total del edificio se han probado a fondo de acuerdo con la normativa de la construcción (Bouwbesluit) de los Países Bajos. (Casiopea 2011) (Casiopea [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space Box](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box), Holanda)

11.12.2 Estructura maleable. Una de las ventajas de las viviendas es la posibilidad de crear unidades armónicas y conjuntos a través de la agrupación. Se necesita conformar una estructura portante para instalar módulos y luego disponerlos cuantas veces sea necesario. Estos se van apilando hasta alcanzar un máximo de 3 módulos, construyendo en ciudad una fachada continua y baja, una mirada moderna de construcción del espacio

El método de producción del sistema, ofrece una gran libertad de diseño. En principio, es posible realizar un encargo según los deseos del contratista. Aparte de esto, es posible conectar las unidades de manera horizontal o vertical en cualquier combinación deseada. Asimismo, todos los interiores constan de cocina y baños que pueden ser diseñados de acuerdo al contratista, el color también es de total libertad del cliente

11.12.3 Producción eficaz. Se producen en su totalidad a mano en una fábrica preestablecida y ensamblados en el lugar para formar edificios completos. Desplazando unos de otros haciendo un juego con el pasillo de acceso y con la fachada principal traslapando uno de otros. En fábrica se oscila de 6 a 10 módulos construidos por día. Estos son transportados al lugar de emplazamiento vía terrestre, aérea o marítima según la distancia en que estos estén de la fábrica.

El interior de estos módulos y la organización que estos tengan es según como lo requiera el cliente, bajo la tipología de colocar elementos que transformen el espacio, de manera que cuando no se requiera de sus servicios estos se puedan plegarse para la optimización del espacio.



Imagen 41. Espacio interior

Fuente: (Casiopea 2011)

(Casiopea http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box, Holanda

11.12.4 Superficies y condiciones bioclimáticas de la obra. El espacio de todo modulo es un rectángulo con dimensiones de 6,5m² x 3 m² por lo general el baño y la cocina no ocupan más de 3 m² teniendo un vacío de casi 15 m² disponibles para el habitar del hogar. Disponer de un mesón (escritorio-comedor), la cama y repisas y estantes, todos estos siempre con la virtud de ser acoplados a la mayor escala posible a una pared aladaña (Casiopea 2011)

(Casiopea http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box, Holanda

11.13 CASA BOTELLAS



Imagen 42. Proceso de construcción

Fuente: Casas de Botellas, 2011

<file:///C:/Users/usuario/Documents/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/INFORMACION/SISTEMAS/casa%20de%20botella/Casas%20de%20botellas,%20reciclaje%20extremo%20-%20El%20Ma%C3%B1ana%20de%20Reynosa,%20Tamaulipas.htm>

El proyecto Embotellando al Mundo, de la agrupación Liderazgo Joven, se desarrolló en un terreno de 92 metros cuadrados, con base en una técnica creada por la abogada boliviana Ingrid Vaca Diez, que consiste en rellenar botellas con arena para convertirlas en “ladribotellas”.

Desde 2002, Ingrid Vaca Diez se dedica a construir ecocasas sociales de botellas, primero en su natal provincia de Warnes, Bolivia, y después en Argentina, Uruguay y México. La casa de botellas es 100% ecológica y es mucho más atractiva que una vivienda de interés social, ya que es más económica y de mayor tamaño. Una de las ventajas de las casas de botellas es que son térmicas, ya que guarda la temperatura: cuando hace mucho frío, adentro el clima es templado, y cuando hace mucho calor, la vivienda se siente fresca.

Ingrid Vaca Díez de Casal se ha distinguido por construir casas de botellas para gente de escasos recursos. Su proyecto fue difundido por CNN y Univisión de

Estados Unidos a todo el mundo. Llamó la atención, los bomberos voluntarios de Roldán, Santa Fe, Argentina la invitaron a que les enseñe cómo hacerlas.



Imagen 43. Fachada 1

Fuente: Casas de Botellas, 2011

<file:///C:/Users/usuario/Documents/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/INFORMACION/SISTEMAS/casa%20de%20botella/Casas%20de%20botellas.%20reciclaje%20extremo%20-%20El%20Ma%C3%B1ana%20de%20Reynosa,%20Tamaulipas.htm>

Descripción de la mezcla: Es una gran masa de engrudo, sal, cal, azúcar, tierra roja, aceite de linaza, hasta sangre de vaca y poco cemento, de esta manera es impermeable. La receta se desarrollo poco a poco, con la experiencia. Necesitaron 81 botellas de dos litros, hacen una pared de 40 centímetros, por cada metro cuadrado, rellenas con tierra.

La idea es darle salida y reutilizar los 60 millones de botellas de plástico y vidrio que a diario se desechan y que, en el mejor de los casos, terminan en tiraderos o rellenos sanitarios. (Casas de Botellas. 2011)



Imagen 44. Fachada 2

Fuente: Casas de Botellas, 2011

<file:///C:/Users/usuario/Documents/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/INFORMACION/SISTEMAS/casa%20de%20botella/Casas%20de%20botellas,%20reciclaje%20extremo%20-%20El%20Ma%C3%B1ana%20de%20Reynosa,%20Tamaulipas.htm>

11.14 FORMACIÓN DE ACERO DE MEDIDA INDUSTRIALIZADA LIGERA (INDUSTRIALISED LIGHT GAUGE STEEL FRAMING)

El Balloon frame, así como el posterior Platform frame, se basa en una estructura de listones y cerramiento de tableros de madera, estandarizados y modulados. Se sustituyen los listones y los tableros de madera por perfiles de acero galvanizado ligero y un cerramiento multicapa, por lo que se puede afirmar que este estilo es, en lo esencial, una evolución natural de aquél. En el fondo, ambos responden a la utilización, empleando la misma filosofía constructiva, de los materiales disponibles en cada momento.

La implantación del I.L.G.S.F se produce a mediados del siglo XX en los EE.UU., cuando se empieza a utilizar en la construcción de edificios comerciales, para extenderse, posteriormente, a la construcción residencial. El sistema se difunde rápidamente y, tras la II Guerra Mundial, comienza a ser empleado en Japón para la reconstrucción de miles de viviendas destruidas por los bombardeos.

A finales del siglo XX, el 25% de la edificación residencial en los EE.UU. estaba basado en este Sistema (Bateman 1998). En algunas zonas del país, incluso, se llega a superar esa cifra: así, en Hawái su utilización alcanza el 40%, según datos de la Steel Framing Alliance. Durante los cuatro primeros años del siglo XXI la demanda de este tipo de viviendas experimenta en los EE.UU. un aumento del 300% (Hewlett 2003). En las imágenes 2 y 3 se puede ver un ejemplo de promociones de viviendas en Nueva York realizadas con este sistema.

Por su parte, en otras zonas de influencia de los EE.UU., el empleo de esta tecnología parece estar afianzándose. En algunas zonas del norte de Europa la mayoría de las viviendas unifamiliares se construyen con este sistema. En España, en cambio, no es hasta los años 90 cuando se introduce en el mercado, y siguió siendo un sistema poco utilizado en la actualidad, basándose en la construcción tradicional, principalmente por la falta de especialización en sistemas de ingeniería que ofrecieran un resultado totalmente aceptable. (Sistema convencional y sistema de acero. (EPSEB 2009)



Imagen 45. Viviendas en Nueva York, con sistema I.L.G.S.F
Fuente: Sistema convencional y sistema de acero. (EPSEB, 2009)

11.15 RE. HOME: VIVIENDA COMO RESPUESTA RÁPIDA A DESASTRES



Imagen 46. Fachada principal

Fuente: is ARQuitectura_Prefab. 2011

http://blog.is-arquitectura.es/2011/09/22/re_home-casa-de-la-universidad-de-illinois-para-el-sd-2011/

RE-home es la propuesta del equipo de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign para el Solar Decathlon 2011, una casa prefabricada que se distingue por ofrecer una solución práctica y rápida para una familia afectada por un desastre natural. Este es el motivo por el que su diseño se compone de dos módulos fácilmente transportables por camión tráiler, pero sin olvidar los compromisos de sostenibilidad, y facilidad en su construcción.

La instalación de paneles solares puede viajar ya montada en la cubierta plana de cada módulo, luego en el sitio solo será necesario levantarlos hasta el ángulo óptimo. Además, en la fachada más expuesta al sol, la casa dispone de una marquesina formada por paneles fotovoltaicos con una eficacia del 16.1% (18.5% en los de la cubierta). El interior de la vivienda se calienta o enfría con una bomba de calor, y un sistema de ventiladores se encarga del intercambio de aire entre el interior y el exterior. Tanto la climatización, como los recursos energéticos, son

monitorizados mediante una aplicación para iOS (ipad). (is ARQuitectura_Prefab. 2011)

11.15.1 Proceso y sistema de montaje

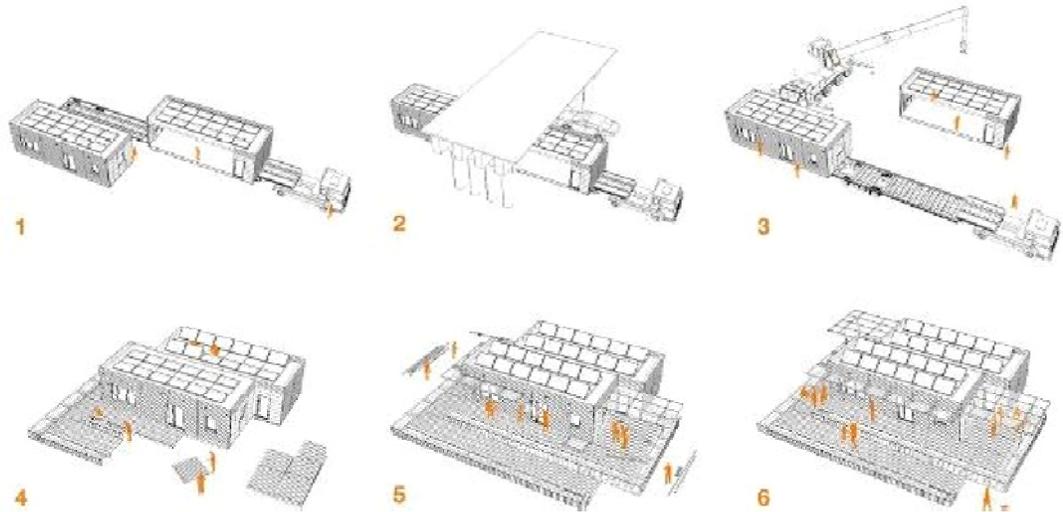


Imagen 47. Proceso de montaje

Fuente: is ARQuitectura_Prefab, 2011

http://blog.is-arquitectura.es/2011/09/22/re_home-casa-de-la-universidad-de-illinois-para-el-sd-2011/



Imagen 48. Transporte de módulos

Fuente: is ARQuitectura_Prefab. 2011

http://blog.is-arquitectura.es/2011/09/22/re_home-casa-de-la-universidad-de-illinois-para-el-sd-2011/

La vivienda RE-home es un modelo de casa prefabricada que también está muy bien aislado, algo fundamental para disminuir los requerimientos energéticos de la misma, por eso sus cerramientos cuentan con una doble capa de material aislante; para el piso y la cubierta se ha optado por grosores de aislante de 24cm como mínimo. En el revestimiento exterior se han utilizado paneles que están hechos a partir de cáscaras de arroz (60%), sal común (22%) y aceite mineral (18%), personalizables con diferentes acabados.

Este modelo de vivienda es mucho más que una casa para situaciones de emergencia, tal vez hubiera sido mejor haber hecho hincapié exclusivamente en su facilidad de transporte, ya que esta propuesta está resuelta para servir con vivienda permanente. (is ARQuitectura_Prefab. 2011)

11.15.2 Descripción de los paneles empleados



Imagen 49. Sistema de energía por paneles solares

Fuente: is ARQuitectura_Prefab. 2011)

http://blog.is-arquitectura.es/2011/09/22/re_home-casa-de-la-universidad-de-illinois-para-el-sd-2011/



Imagen 50. Panel solar en cubierta

Fuente: is ARQuitectura_Prefab, 2011,

http://blog.is-arquitectura.es/2011/09/22/re_home-casa-de-la-universidad-de-illinois-para-el-sd-2011/

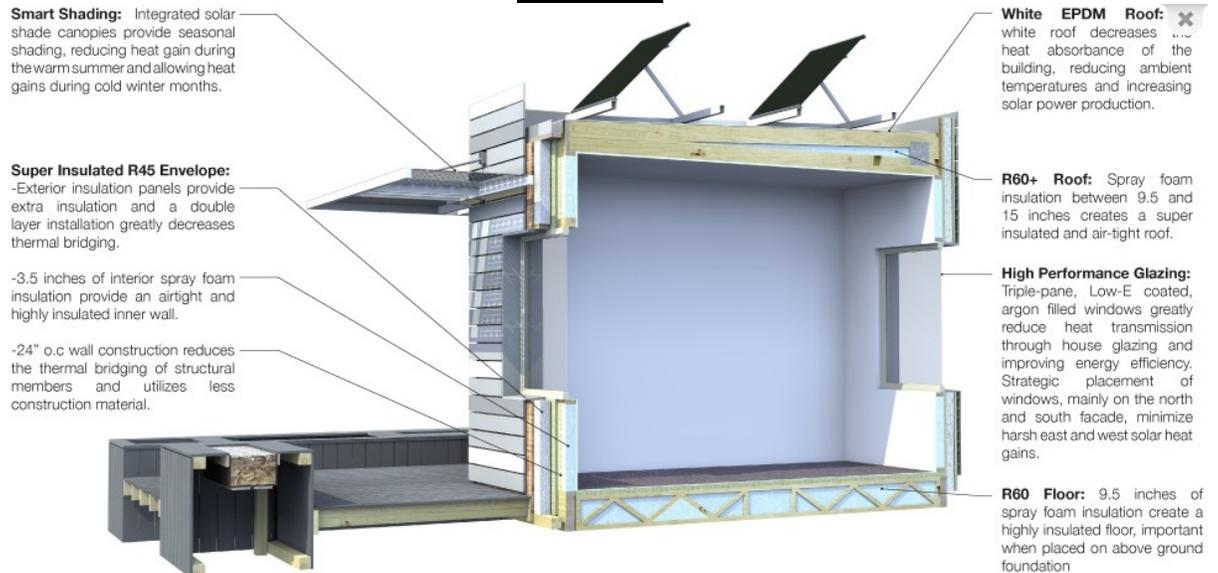


Imagen 51. Detalle estructural de la vivienda

Fuente: is ARQuitectura_Prefab, 2011

http://blog.is-arquitectura.es/2011/09/22/re_home-casa-de-la-universidad-de-illinois-para-el-sd-2011/

11.16 LA CASA PREFABRICADA LIVINGHOMES

Casa prefabricada LivingHomes, diseñada por Kieran Timberlake, donde la vivienda fue montada en sólo 3 días, más concretamente el modelo KT1.5. (se trata de una construcción sostenible pensada para satisfacer una calificación LEED Platino).



Imagen 52. Fachada

Fuente: is ARQuitectura_Prefab. 2011)

<http://blog.is-arquitectura.es/2009/02/04/la-casa-prefabricada-livinghomes-por-dentro/>

Este modelo de casa prefabricada permite una construcción rápida y con menos residuos, a un costo ajustado, a partir de cuatro módulos básicos fabricados en taller, en acero y madera, y luego montados en el sitio. La estructura de esta vivienda encaja perfectamente con una viga tipo (metálica) y el diseño de sus viguetas en “doble T”: dos alas de madera unidas por una delgada alma de panel de madera prensada.

Montaje de todos sus paneles pre-cortados para formar los cerramientos y tabiques



Imagen
Montaje



53. Imagen 54. Viga Metálica



Imagen 55. Viguetas en
Doble T

Fuente: is ARQuitectura_Prefab, 2011

<http://blog.is-arquitectura.es/2009/02/04/la-casa-prefabricada-livinghomes-por-dentro/>

Esta vivienda ecológica una vez montada presenta una superficie de 222m², 3 dormitorios y 2.5 baños, cuenta con instalaciones para perseguir cero emisiones de CO₂, revestimientos de paneles EcoClad en su fachada, pinturas de bajo VOC (compuestos orgánicos volátiles), materiales reciclados.

EcoClad: Poco a poco van aumentando el número de materiales arquitectónicos respetuosos con el medio ambiente procedente de escombros, residuos reciclables, que sustituyen el consumo de materias primas escasas y/o lejanas, reduciendo así el coste en su producción, y que no requieren de gran energía para su elaboración.

El panel ecológico EcoClad está hecho de un material innovador fabricado con papel reciclado y fibras de madera y bambú ligadas con una resina. El resultado es un panel resistente y duradero ideal para el revestimiento de fachadas, con un estupendo comportamiento frente a los arañazos y a los rayos UV, y con una baja absorción del agua (0.75%). (is ARQuitectura_Prefab. 2011)

11.17 TECNO BOX: VIVIENDAS PARA EMERGENCIAS



Imagen 56. Fachada

Fuente: is ARQuitectura_Prefab, 2011

<http://blog.is-arquitectura.es/2011/03/30/techno-box-prefabricadas-para-emergencias/>

Esta idea de vivienda prefabricada nació para servir como alojamiento de emergencias en situaciones de desastre, pero hay que reconocer que se trata de un diseño muy elaborado y bastante atractivo, incluso para tener un desempeño más allá de la temporalidad. Es un sistema modular formado por diferentes elementos, que se transporta desmontado y que, una vez en el sitio, se ensambla con cierta facilidad y rapidez.

Con Techno BOX se puede montar alojamientos para una o hasta seis personas, con un alto grado de confort (térmico, acústico, humedad...). Según las necesidades, las unidades se pueden acoplar horizontal o verticalmente, creando viviendas de mayor o menor tamaño.

Este sistema incorpora instalaciones de electricidad, agua, calefacción refrigeración; conectadas fácilmente a la red de emergencia exterior, que estaría alimentada por energías renovables. Hay tanques en la parte inferior para recoger los residuos de la cocina y el baño. Como se puede ver, se trata de una idea bastante sólida de casa prefabricada para situaciones especiales. (is ARQuitectura_Prefab, 2011).



Imagen 57. Fachada Posterior

Fuente: is ARQuitectura_Prefab, 2011.
<http://blog.is-arquitectura.es/2011/03/30/techno-box-prefabricadas-para-emergencias/>

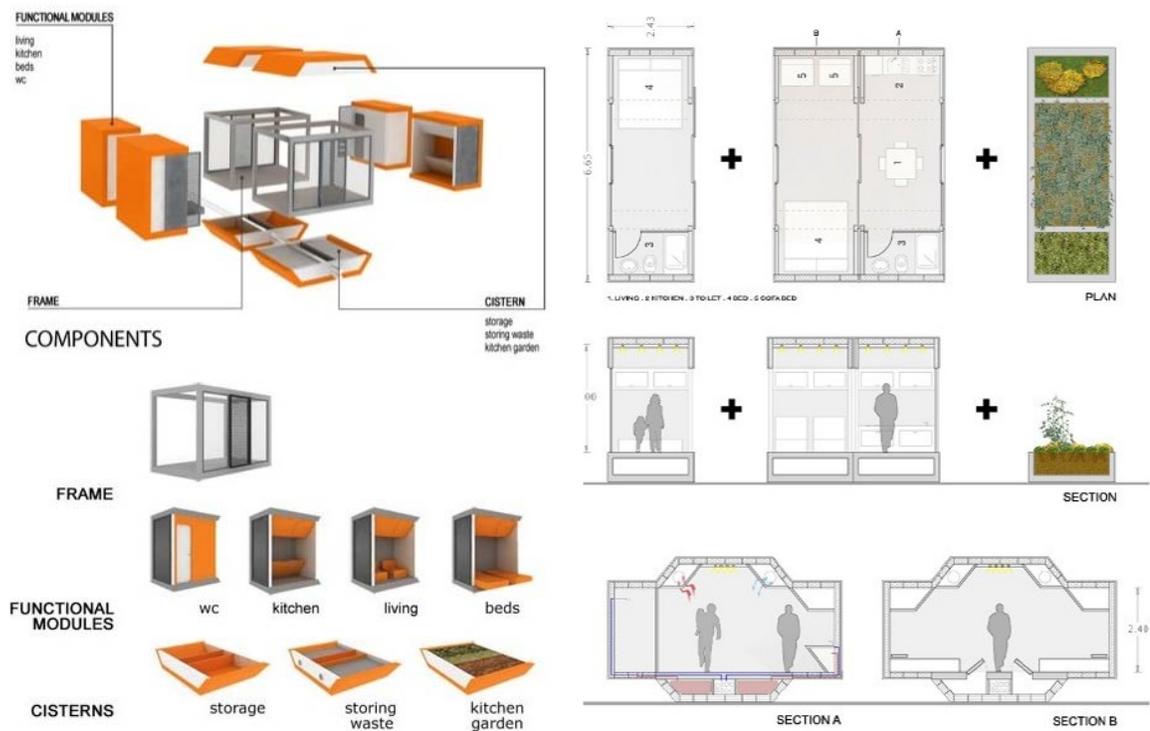


Imagen 58. Detalles del Sistema y Distribución de La Vivienda

Fuente: is ARQuitectura_Prefab, 2011.
<http://blog.is-arquitectura.es/2011/03/30/techno-box-prefabricadas-para-emergencias/>

11.18 ROYAL BUILDING SYSTEM TECNOLOGÌA CONSTRUCTIVA



Imagen 59. Montaje y Ensamble

Fuente: slideshare. 2009

<http://www.slideshare.net/NACKKIO/royaltel-internacional-tecnologia-constructiva-2308633>

Royal Tel International posee la tecnología y licencias Canadiense para producir el sistema constructivo denominado ROYAL BUILDING SYSTEM que ha sido introducido y comercializado en el mundo desde 1971. Emplea perfiles de PVC rígido, piezas de anclaje, vigas de cumbrera y entrepiso, concreto y barras de refuerzo. Conforman además, un sistema industrializado y prefabricado; Manejando muros de carga con perfiles de PVC (como material básico de construcción) rígido que ensamblados permiten obtener paredes que se llenan con concreto fluido, obteniendo así, una construcción muy resistente.

La modulación del sistema permite que el diseño sea sencillo con una construcción rápida que la pueden adelantar obreros que con un poco de entrenamiento adquieren la experiencia necesaria, obteniendo viviendas de buena apariencia; favoreciendo la productividad y minimizando el uso de herramientas rudimentarias, con el objeto principal de aumentar el rendimiento y disminuir el plazo de realización de las obras, reduciendo sus costos.

El sistema Royal Building System a la fecha ha sido empleado en más de 60 países en la construcción de: viviendas, campamentos, escuelas, albergues estudiantiles, obradores, shelters de comunicaciones, locales comerciales, cabinas de transporte de carga, infraestructura en servicios públicos, etc. y está certificado frente a la NSR-98.

El sistema estructural de muro de la empresa ROYALCO (Royal Colombia) está conformado por paneles de 64 mm de espesor, los módulos de 64mm son de un piso de altura (2.0m) y se ensamblan lateralmente hasta alcanzar la longitud deseada de muro. Igualmente los módulos pueden ensamblarse en esquina para conformar espacios rectangulares de las dimensiones deseadas. Existentes, dicho material de relleno fluye lateralmente para rellenar en su totalidad el panel correspondiente.

El sistema está anclado a una viga de cimentación en concreto reforzado mediante anclajes en barra de refuerzo corriente los cuales quedan embebidos en el panel mismo. En general se proponen disposiciones de anclajes de 3/8" de diámetro espaciados cada 16 cm aproximadamente.

El sistema es susceptible de reforzarse internamente y se recomienda en general la utilización de barras de refuerzo 3/8" tanto verticales como horizontalmente. Es importante que el refuerzo horizontal sea continuo de muro a muro en las esquinas con el fin de aumentar la capacidad de la unión.

Los espesores totales utilizados son de 64 mm. Considerando el espesor del PVC que funciona como formaleta que es de aproximadamente 1.8 a 2.0 mm, los espesores efectivos de los muros de concreto serian de aproximadamente de 60 mm para el caso del panel de 64 mm. (slideshow.Oct. 21 2009)

El sistema RBS consiste básicamente en un simple proceso de ensamble de tres piezas:

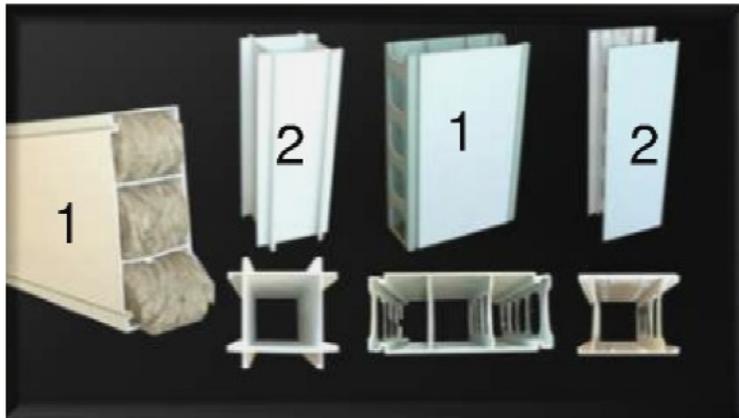


Imagen 60. Sección de los paneles

Fuente: slideshade, 2009

<http://www.slideshare.net/NACKKIO/royaltel-internacional-tecnologia-constructiva-2308633>

1. Panel: sección rectangular de 232 mm x 100 mm, que se fabrica con una longitud (altura) específica para cada proyecto.

2. Conector: de 100 mm (espesor) x 140 mm, (cara vista) que se desliza y también se fabrica con una longitud (altura) específica para cada proyecto.

Adaptadores: son piezas accesorias que se utilizan para hacer ajustes de medida. Estas piezas son similares para el caso de muros de 150 mm y varían en el caso de 64 mm, en donde se mantiene igual el sistema de ensamblaje.

Certificados:

- **CAT** (Certificado de Aptitud Técnica) otorgado por la Subsecretaría de Vivienda de la Nación.

- **INPRES** (Certificado de Aptitud Sismo-resistente), otorgado por el Instituto Nacional de Prevención Sísmica de San Juan.
- **ISO 9002** Certificado de Calidad constructiva, y próximamente ISO 14000(protección del medio ambiente). Aprobado por el National Building Code de Canadá.
- **IGNIFUGO** (Certificado contra fuego y auto extinción de la llama) otorgado por el INTI.
- **SENASA:** apto para el almacenaje y transporte de alimentos.

Ventajas:

- Durabilidad y resistencia
- A prueba de huracanes, terremotos e inundaciones.
- No se oxida, enmohece, decolora o corroe.
- Ningún insecto lo afecta.
- No requiere impermeabilización ni pintura.
- Ahorro de energía en calefacción o aire acondicionado.
- Fácil de limpiar.
- No requiere acabados o terminaciones.
- Viable a la expansión (crecimiento lateral o hacia arriba).
- Puede recibir pintura, azulejo, proyectados etc.
- Flexibilidad en estructura y diseño.
- Aislante térmico y acústico.
- Rapidez en construcción.
- Filtra los rayos UV.
- Libre de Mantenimiento.

- Construcción Limpia
- Relleno variable según necesidades.
- Hermético a la entrada de aire y agua.
- Material libre de plomo, reciclable.
- Ignífugo y autoextinguible.

Pasos del sistema constructivo:

Primer Paso:

1: Sobre platea de hormigón: De acuerdo a las características del terreno se construye una platea de hormigón como una fundación. Se dejan previstas las instalaciones sanitarias y cloacales.

2: Sobre emparrillado metálico: Esta opción se utiliza en lugares de difícil acceso para la maquinaria y materiales. Se compone de un sistema de perfiles metálicos según calculo, ensamblados mediante bulones y nivelado con patas de apoyo regulable en altura. Con esta opción se tiene la posibilidad de recuperar la base.



Imagen 61. Sobre emparrillado metálico

Fuente: Slideshow, 2009

<http://www.slideshare.net/NACKKIO/royaltel-internacional-tecnologia-constructiva-2308633>

3: Sobre emparrillado de madera: Esta opción se utiliza en lugares de difícil acceso para la maquinaria y materiales. Se compone de un sistema de ensamblado de tirantearía de madera apta para este tipo de estructura y de montaje simple, y sin maquinaria eléctrica.



Imagen 62. Sobre emparrillado en madera

Fuente: slideshare. 2009

<http://www.slideshare.net/NACKKIO/royaltel-internacional-tecnologia-constructiva-2308633>

Segundo Paso: Colocación de columnas y cabreado sobre platea de hormigón:

1. Culminada la platea, se procede al montaje de los pórticos, compuestos de columnas.
2. vigas, los cuales se pre arman en el suelo para luego ser elevados y fijados al piso mediante brocas.
3. Se completa la estructura con la colocación de las correas de techo.



Imagen 63. Colocación de columnas

Fuente: slideshare. 2009)

<http://www.slideshare.net/NACKKIO/royaltel-internacional-tecnologia-construccion-2308633>

Tercer paso: el cerramiento

1: Muros rellenos con lana mineral para construcciones desmontables: Con paneles rellenos con lana mineral ignífuga, pre armados a pie de obra, conformando módulos de fácil manipuleo. Se agiliza el proceso de montaje logrando un conjunto de alta aislación térmica y rápido montaje.





Imagen 64. Detalles del Cerramiento y cubiertas

Fuente: slideshare. 2009)

<http://www.slideshare.net/NACKKIO/royaltel-internacional-tecnologia-constructiva-2308633>

2: Muros rellenos con hormigón para construcciones fijas: De acuerdo a la documentación adjunta se arma rápidamente la panelería. Se apuntalan los muros y las aberturas para su posterior llenado con hormigón. Se puede realizar con bomba como en forma manual. El hormigón será formulado de acuerdo a las necesidades portantes de cada muro en particular.



Imagen 65. Relleno y acabado de muros

Fuente: slideshare, 2009

<http://www.slideshare.net/NACKKIO/royaltel-internacional-tecnologia-constructiva-2308633>

3: Otras alternativas de relleno: Dependiendo del tipo de requerimiento podrá ser relleno con distintos tipos de materiales como ser: poliuretano (para cabinas de frío), polietileno (aislante más económico), arena para un obrador temporal o simplemente vacío para hacer cerramientos. (slideshow.Oct 21 2009)



Imagen 66. Detalle de relleno

Fuente: slideshow. 2009

<http://www.slideshare.net/NACKKIO/royaltel-internacional-tecnologia-constructiva-2308633>

Cuarto Paso: Terminación

11.19 ICF PROFORM



Imagen 67. Ensamblajes

Fuente: slideshow, 2010

<http://www.ecotecpanama.com/?p=59>

Es un sistema industrializado para la construcción verde y sostenible. Puede ser utilizado en todo tipo de obras, desde viviendas hasta hospitales, edificios y centros comerciales. Con este sistema se obtienen obras energéticamente eficientes, aislantes al ruido y estructuralmente resistentes; Basándose en un bloques, el cual se interconectan entre sí de la misma manera que se conectan los bloques infantiles *lego*, formando el espacio en donde se coloca el acero de refuerzo y se vacía el concreto para formar las paredes. Los bloques quedan como parte integral de la pared, aportando un alto grado de aislamiento térmico y acústico.

Es un sistema industrializado para la construcción, que utiliza una de las tecnologías más avanzadas en esta materia. Puede ser usado para todo tipo de obras, desde casas de vivienda hasta construcciones de hospitales, edificios, oficinas, comercios etc.

Los bloques vienen en distintos espesores, lo que permite cubrir una amplia gama de requerimientos estructurales dándole al arquitecto y al constructor libertad absoluta a la hora de diseñar. (slideshow.2010)

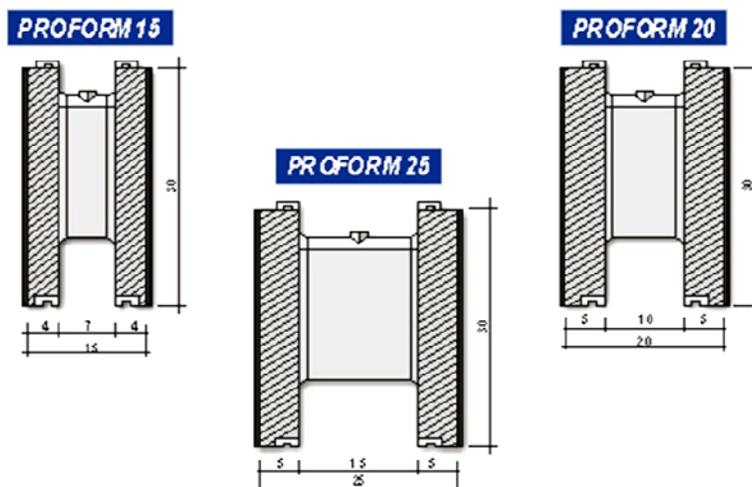


Imagen 68. Clasificación

Fuente: slideshow, 2010 <http://www.ecotecpanama.com/?p=59>

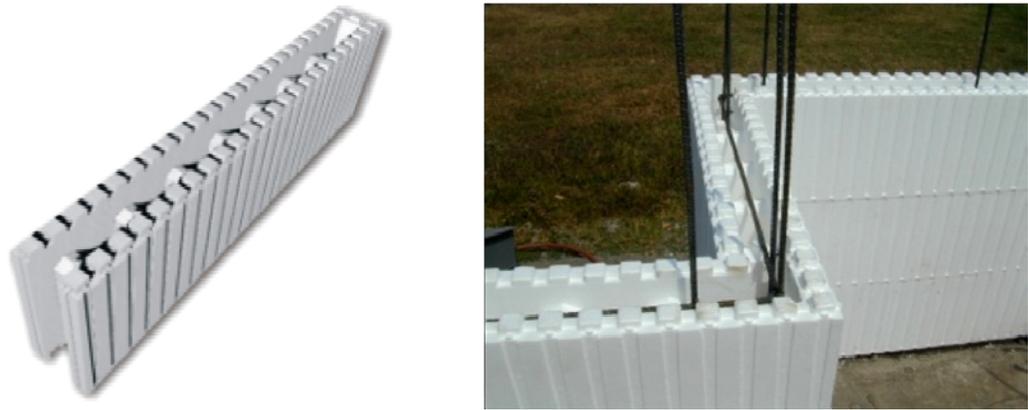


Imagen 69. Detalles

Fuente: slideshade, 2010, <http://www.ecotecpanama.com/?p=59>

Ventajas:

- Insuperable confort dentro de las edificaciones gracias al alto grado de aislamiento térmico y acústico.
- Disminución de la capacidad de los equipos de acondicionamiento de aire requeridos y ahorros de hasta 50-65% en el costo de la energía necesaria para acondicionar los ambientes construidos.
- Gran resistencia estructural debido a que las paredes son muros de concreto autoportantes.
- Versatilidad total de diseño y arquitectura.
- Recibe cualquier tipo de acabado tradicional en base a cemento.
- Se puede combinar con otros sistemas constructivos convencionales.
- No requiere de equipos especiales.
- la facilidad y rapidez de construcción, la limpieza en la obra, el bajo costo, el ahorro energético a largo plazo, su gran resistencia al fuego y movimientos telúricos.
- El sistema de hormigón armado aislado es una solución 3 en 1: albañilería, estructura y aislamiento, por lo que la obra queda aislada al mismo tiempo en que se arma la albañilería estructural.

- Su velocidad de montaje es entre 50 y 70% más rápido, su logística es sencilla, fácil de manipular y transportar debido a los materiales livianos.
- Esta solución no necesita mano de obra especializada, la construcción se puede desarrollar en cualquier condición climática y se obtiene hasta un 70% de ahorro en el consumo energético. (slideshow. 2010)



Imagen 70. Fachada

Fuente: slideshow, 2010 <http://www.ecotecpanama.com/?p=59>

Debido a experiencias en el extranjero y en Chile, se ha podido establecer que este sistema es de fácil y rápida construcción. En la actualidad, información que surge de algunas investigaciones, permite caracterizar el comportamiento sísmico del sistema, con el objetivo de impulsar edificaciones de media altura, de cuatro o cinco pisos.

Poco a poco, el sistema constructivo ICF (Insulating Concrete Form,) comienza a cobrar notoriedad. Los países del norte del continente han sido testigos de esta expansión, como Estados Unidos, donde el ICF se ha desarrollado ampliamente, gracias al esfuerzo del U.S. Department of Housing and Urban Development

(HUD), que se ha esmerado en proveer información sobre sistemas innovativos en construcción.

Los moldes permiten la colocación de barras de refuerzo continuo, tanto en dirección vertical como horizontal, materializando sistemas de tipo muro sólidos o emparrillado de hormigón armado, cuyo ensamble mediante sistemas de anclaje apropiados posibilita materializar cualquier arquitectura en planta, además de garantizar la asismicidad del conjunto, sin necesidad de recurrir a elementos adicionales de refuerzo convencional, como marcos o muros de hormigón armado.

De esta manera, entrega beneficios como el hecho de no requerir moldajes, ya que los bloques de poliestireno cumplen con este rol, o como la rapidez en la construcción que se traduce en bajos costos, buenas propiedades de aislamiento acústica y térmica y buena resistencia al fuego. (ICH.2010)

Beneficios:

Aislación térmica: Como ya hemos mencionado, el principal beneficio de esta tecnología radica en que permite una alta aislación térmica y, por ende, un ahorro en el consumo de energía, con niveles de espesor muchísimo menores que otros métodos constructivos; en una relación extrema de 25 centímetros para las termo paredes.

Además, los edificios construidos con este tipo de técnica presentan una temperatura más uniforme tanto en el día como en la noche, con menos puntos fríos y puntos calientes, y una temperatura mucho más estable desde el suelo al techo. Diferentes mediciones han mostrado diferencias de temperatura de sólo 2 y 3 grados entre el punto más frío y el más caliente. Junto con esto, los termos paredes están expuestos a cambios de temperatura más lentos, con cerca de 3 y 5 veces mayor masa térmica que una pared de madera convencional.

Eficiencia Energética: Se estima que entre un 20 y un 40% de la calefacción y la refrigeración de una construcción está destinada a corregir la temperatura del aire generada por fugas e infiltraciones desde el exterior. En el caso de las termoparedes, estas filtraciones se reducen en menos de la mitad, lo que provoca que una construcción diseñada con este sistema alcance ahorros del orden del 60% al 100%, dependiendo de factores como la zona climática donde se aplique. Esto, gracias a que el sistema provee un envolvente térmico continuo, sin puentes térmicos, que requiere mucho menos energía para calefaccionar o enfriar un recinto.

Aislamiento acústico: Se estima que los termos paredes ofrecen una reducción en la transmisión del sonido de poco más dos tercios en comparación con las paredes tradicionales.

Resistencia: Las termo paredes presentan un excelente historial de comportamiento frente a desastres naturales, como terremotos, aluviones y huracanes, reduciendo además el nivel de vibraciones que perciben sus ocupantes. Distintas experiencias demuestran que los edificios construidos con termo paredes han resistido terremotos de entre 5 y 7 puntos en la escala de Richter sin daños significativos.

Durabilidad: El hormigón es un material de gran estabilidad en el tiempo, dada su resistencia frente a la humedad, el fuego, la luz, la oxidación y las plagas. De esta forma, las termo paredes requieren de un muy bajo nivel de mantenimiento y reparación.

Facilidad en la construcción: La termo pared destaca por contar con un sistema de montaje sencillo, que se articula a partir de las dos caras del moldaje (macho y hembra) que se ensamblan, para luego encastrar y dimensionar el ladrillo,

apuntalar la pared y colocar el hormigón. Esto le permite reducir en cerca de un 50% los tiempos de obra gruesa respecto de la construcción tradicional, gracias a que trabaja con moldajes muy livianos y procesos constructivos más simples.

Flexibilidad en el diseño: Por último, cabe destacar que las termo paredes de hormigón son adaptables a cualquier forma y diseño, y compatibles con cualquier acabado, ya sea estuco, revestimiento, piedra, ladrillo o madera. Además, los bloques son resistentes a agentes externos como agua dulce, agua de mar, ácidos, álcalis, alcoholes y amoníacos. (ICH. 2010)

11.20 SISTEMA DE FERROCEMENTO

En la actualidad, existen diversos casos del uso de ferrocemento donde se masifica esta tecnología en construcciones habitacionales, cuya aplicación ha arrojado óptimos resultados desde un punto de vista estructural, de su habitabilidad y durabilidad.

En el mundo, la construcción de obras en ferrocemento no es una novedad. De hecho, la primera referencia publicada es de 1845, cuando Joseph Lambot patentó un material llamado *ferciment*, un compuesto de pasta de mortero de cemento y varillas delgadas de acero arregladas de forma especial.

Con el paso del tiempo y hasta la actualidad, aunque con las adaptaciones correspondientes, éste ha tenido múltiples usos. Por ejemplo, está presente en la construcción de barcos y botes, balsas y bodegas flotantes, equipamiento urbano diverso, obras artísticas y habitacionales, entre otras. En tanto, desde un comienzo, la empresa *Cementos Bío-Bío de Chile*, ha estado relacionada con esta tecnología, a la que le han dedicado muchos esfuerzos, por considerar que es

“una de las mejores que se pueden tener para una vivienda”, como señala Víctor Carrasco, también investigador del CITEC y jefe Técnico de CBB. (ICH.2010)



Imagen 71. Montaje

Fuente: ICH.2010,
http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=424:ferrocemento&catid=177:soluciones-prefabricadas&Itemid=346

El sistema puede ser definido como un paquete tecnológico, ya que consiste en una serie de paneles estandarizados y sus especificaciones de fabricación, transporte y armado. “Son parte integrante de este paquete las especificaciones de control y aseguramiento de calidad, las normas y certificaciones de calidad que lo respaldan.

Importantes ventajas

Debido a que los componentes del ferrocemento se basan en paneles estandarizados factibles de industrializar, como sistema entrega varias ventajas

competitivas. En primer lugar, las partes, piezas y módulos livianos son fáciles de transportar y armar, lo que favorece la calidad y los tiempos de construcción. Características que lo destacan respecto de toda la construcción que se practica en Chile, la que es predominante actualmente.

Esto permite hacer un aprovechamiento solar pasivo y, por ende, reducir la demanda de energía para acondicionar térmicamente los espacios habitables. De esta manera, si bien las viviendas de ferrocemento cuentan con una aislación térmica comparable a las de madera, consumen menos energía, tanto en calefacción como en refrigeración.

Respuesta sísmica

La respuesta de esta solución constructiva frente al terremoto y las posteriores réplicas se puede calificar como excelente. En todo caso, el equipo de investigadores esperaba desde antes un buen comportamiento del sistema, ya que, entre las pruebas a las que fue sometido en su fase de ensayos, destacan pruebas a escala real de una vivienda prototipo sometida a esfuerzos por sismo. Estas permitieron definir las especificaciones técnicas precisas para mitigar los efectos de estos fenómenos.

Se inspeccionaron después del terremoto del 27 de febrero más de 200 soluciones habitacionales construidas con el sistema constructivo ferrocemento en las Regiones del Maule y el Bío-Bío. Y su comportamiento puede ser catalogado de excepcionalmente bueno, la muestra observada no registra daños de ningún tipo”, destaca Bobadilla.

Gran versatilidad. El material ferrocemento que se definió para uso en construcciones habitacionales de Chile consiste en un micro hormigón de cemento armado laminar. Esta es una forma especial de hormigón armado confeccionado

con mortero de cemento en delgadas láminas y refuerzos metálicos. En tanto, el refuerzo corresponde a una malla de acero electrosoldada de pequeño diámetro como armadura difusa, más una malla de alambre flexible como armadura discreta en algunos casos”, explica Ariel Bobadilla.

Con esta composición se consigue un material de excelentes propiedades. Y desde un punto de vista técnico, destaca por su elevada resistencia mecánica, junto a una alta elasticidad, características que quedaron plenamente demostradas por su excelente comportamiento frente al sismo del 27 de febrero, plantea el investigador. A ello se suma una alta resistencia a la acción de agentes degradantes, lo que permite que éste sea un material eterno y de gran versatilidad.

“Como se ha demostrado, con este material se pueden fabricar paneles, partes y piezas, con los que es posible conformar muros, losas y otros elementos de obras de edificación muy bien adaptados a las funciones que se le exigen a éstos”, afirma Bobadilla.

El sistema constructivo ferrocemento puede ser utilizado en soluciones habitacionales de hasta dos pisos con mesanine. Su versatilidad hace posible su aplicación en un amplio espectro de soluciones funcionales y arquitectónicas, por lo que también permite la construcción de equipamiento comunitario, como colegios, postas, retenes, oficinas, sedes sociales, entre otros espacios. (ICH. 2010)

11.21 ECOBITAT: CASA PREFABRICADA CON FACHADAS VEGETALES

Es un proyecto de Felipe Campolina.



Imagen 72. Fachada Principal

Fuente: <http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

ECObitat está construido con hojas estándar de OSB, y todo lo que se escala con 1,22 mx 2,44 m dimensiones. Un marco de acero para formar la estructura, mientras que los paneles SIP se utilizan para las paredes y el suelo para definir las habitaciones y proporcionar apoyo y aislamiento. El sistema resultante modular tiene unas dimensiones de 2,44 mx 3,10 mx 12,20 - aproximadamente del tamaño de un estándar de 40 ' contenedor de envío. El dormitorio se encuentra en un extremo, el baño está en el centro, y las áreas de cocina y salón están en el otro extremo. Largo ranuras verticales en la pared verde actúan como ventanas, y los dos extremos se pliegan como un puente levadizo para proporcionar más espacio al aire libre.



Imagen 73. Interior

Fuente: <http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

Todo el sistema se sienta en las piernas telescópicas, que hacen más fácil de colocar en un terreno variado, sin necesidad de nivelar una superficie plana. Un techo metálico tiene una serie de paneles solares, así como una turbina de viento a pequeña escala, que producen energía suficiente para la pequeña casa. Cajas modulares de la planta se montan en el exterior y están plantados con vegetación, que proporciona un aislamiento adicional. Dependiendo de los tipos de plantas utilizadas, las paredes de la casa prefabricada podría incluso producir alimentos. Cada sistema modular se puede entregar en un camión de cama plana estándar para una fácil implementación. (inhabitat. Jul.23, 2010)



Imagen 74. Exterior de la vivienda

Fuente: inhabitat. Jul.23, 2010,
<http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>



Imagen 75. Transporte de la vivienda

Fuente: inhabitat. Jul.23, 2010
<http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

11.21 CORAL-INSPIRADO CARBONO NEUTRAL ECO VILLAGE PARA HAITÍ



Imagen 76. Fachada principal

Fuente: inhabitat. Feb.15,2011)

<http://inhabitat.com/vincent-callebaut-unveils-coral-inspired-carbon-neutral-eco-village-for-haiti/>

Desde la catástrofe por el terremoto, hemos venido presentando proyectos para la reconstrucción de Haití, algunos de ellos en forma de construcciones efímeras con contenedores, y otras más ambiciosas, como la que ha desarrollado Vincent Callebaut: todo un “arrecife de viviendas prefabricadas”.

Esta vez la inspiración viene de la forma orgánica de los corales, para crear un complejo de módulos prefabricados apilados que daría cabida a unas mil familias, construido sobre pilotes en la costa firme. Cada uno de estos módulos tiene la altura de un pequeño edificio pasivo de tres plantas, que se va a agrupando siguiendo una organización sinuosa, formando una urbanización de reducido consumo de energía y alimentada por fuentes renovables, que la convertiría en un proyecto de huella de carbono cero.



Imagen 77. Exterior

Fuente: inhabitat. Feb.15, 2011

<http://inhabitat.com/vincent-callebaut-unveils-coral-inspired-carbon-neutral-eco-village-for-haiti/>

Se emplearían fuentes provenientes de corrientes marinas, turbinas eólicas y solar fotovoltaica. Además, las aguas residuales estarían tratadas por granjas acuícolas antes de enviarlas al mar, y las grises serían filtradas y recicladas.

Como Haití, en adelante las marchas hacia la reconstrucción, Vincent Callebaut sigue bombeando a cabo conceptos increíble para los pueblos eco utópico para los haitianos. Inspirado por la forma orgánica de coral, Callebaut propone los arrecifes de coral, un plug-in de la matriz de 1.000 familias haitianas. Construida sobre pilares de sísmica en la costa de la península, el prefabricado, unidades modulares se pueden encajar en una matriz como una ola en el espacio que se necesita. Cada familia tiene una parcela de tierra para cultivar sus propios alimentos, y su casa pasiva sería minimizar el uso de energía, mientras que las fuentes renovables de energía haría que el proyecto en su totalidad de carbono neutral. (inhabitat. Feb.15,2011)



Imagen 78. Vistas externas y superior

Fuente: inhabitat. Feb.15, 2011

<http://inhabitat.com/vincent-callebaut-unveils-coral-inspired-carbon-neutral-eco-village-for-haiti/>

Arrecifes de Coral Callebaut propone la construcción de un muelle artificial sobre pilotes sísmica en el Mar Caribe. Duplex modular construido de acuerdo a las normas de la casa pasiva se sumaría a la matriz de la vivienda como los fondos y el tiempo lo permitan y, finalmente, se extienden sobre el muelle entero. Configuración de las unidades modulares "permite a cada familia tiene una parcela de tierra para cultivar sus propios alimentos. Un cañón fluye entre dos hileras de viviendas y está lleno de un ecosistema tropical para la fauna y la flora.



Imagen 79. Interior de la urbanización

Fuente: inhabitat. Feb.15,2011)

<http://inhabitat.com/vincent-callebaut-unveils-coral-inspired-carbon-neutral-eco-village-for-haiti/>

Las granjas acuícolas y las plantas de reciclaje de aguas grises y el proceso de filtro del agua antes de enviarla al mar. Todo el complejo es neutro en carbono y alimentado a través de una serie de diferentes fuentes de energía renovables. De energía se generaría a partir de la conversión de energía térmica en el muelle, las corrientes marinas, las turbinas de viento verticales del eje, y la energía solar fotovoltaica. (inhabitat)

11.22 MÓDULO 10x10, PROPUESTA PREFABRICADA DESDE MÉXICO

El diseño de esta casa prefabricada ha sido realizado por Stación-ARquitectura Arquitectos.



Imagen 80. Fachadas

Fuente: is ARQuitectura, 2011

<http://blog.is-arquitectura.es/2011/11/14/modulo-10x10-casa-prefabricada-monterrey-mexico/>

Esta pequeña construcción prefabricada llega desde México, está pensada para familias pobres, aunque debido a su sencillo montaje y tamaño, también podría servir como refugio para situaciones de emergencia. Es Módulo 10 x 10, está construido reutilizando muchos materiales y desarrollado en colaboración con el programa “10 Casas para 10 familias” del ITESM Tecnológico de Monterrey.

El tamaño de esta propuesta de bajo presupuesto es modificable, pudiéndose construir para dar cabida a familias de más miembros. Dada la climatología del lugar, y con el fin de ayudar a reducir la temperatura interior, la vivienda permite una refrigeración pasiva dejando que el aire fresco entre por las rendijas inferiores y salga por otras superiores. Su cubierta fue diseñada para disminuir la ganancia solar.



Imagen 81. Proceso de construcción

Fuente: is ARQuitectura, 2011

<http://blog.is-arquitectura.es/2011/11/14/modulo-10x10-casa-prefabricada-monterrey-mexico/>

El revestimiento exterior está realizado con grandes paneles reciclados de fibra de vidrio, y material procedente de andamios empleados en la construcción de otros edificios, mientras que el acabado de sus paredes interiores es de yeso, el suelo está formado por tabloncillos de madera recuperada, y el techo de bambú. Esta casa prefabricada se apoya sobre una base hecha con neumáticos reciclados y hormigón, dejando que el aire fluya por su parte inferior. Se ha incluido una secuencia de fotos realizadas durante su construcción. (is ARQuitectura.2011)

11.23 CASA SOBRE RUEDAS, DE ATELIER TEKUTO



Imagen 82. Fachada

Fuente: is ARQuitectura, 2011

<http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

La idea principal de este proyecto (Mobile Smile Project) ha sido la de crear una vivienda que cuando sale del taller de fabricación es una casa-trailer, fácilmente transportable por carretera hasta el lugar donde tenga que ser ubicada, por ahora para las víctimas del terremoto y tsunami de 2011 en Tohoku (Japón). Esta casa móvil está permitiendo alojar a familias en zonas más seguras, facilitando una reubicación temporal, al tiempo que favorece que los vecinos puedan agruparse y conservar la comunidad anterior. También hace posible la ubicación permanente sobre unos cimientos de hormigón. (is ARQuitectura. 2011)



Imagen 83. Fachadas

Fuente: is ARQuitectura. 2011

<http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

Esta vivienda sobre es amplia, tiene una superficie construida de 32,98m² y dentro está organizada con un espacio multifuncional que es cocina, comedor y salón a la vez. En un extremo hay dos pequeños dormitorios idénticos, con armario empotrado, con las dimensiones justas para una cama individual y el espacio lateral mínimo. En el lado opuesto de la casa está el cuarto de baño, y un cuarto para la lavadora, mientras que en la zona central, y debajo de la cubierta a dos aguas, hay un altillo para que otras dos personas puedan dormir, o para utilizarse como espacio de almacenamiento.



Imagen 84. Interior de la vivienda

Fuente: is ARQuitectura, 2011

<http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

Como se puede ver en las imágenes durante su construcción, la estructura es toda de madera, al igual que parte del revestimiento exterior; el interior tiene un acabado de paneles de yeso, y todas las puertas son correderas, incluyendo las acristaladas que dan acceso a la casa. Otro aspecto a destacar, es su buena ventilación e iluminación, con amplias ventanas en todas las habitaciones, pero en general, se trata de una construcción prefabricada estupenda, siendo una de las mejores casas móviles.



Imagen 85. Proceso de construcción y montaje

Fuente: is ARQuitectura. 2011

<http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

La catástrofe provocada por el terremoto y tsunami de Japón en el 2011 hizo que las autoridades y arquitectos de aquel país se enfocaran en diseños de casas prefabricadas que sirvieran para acoger a los afectados.

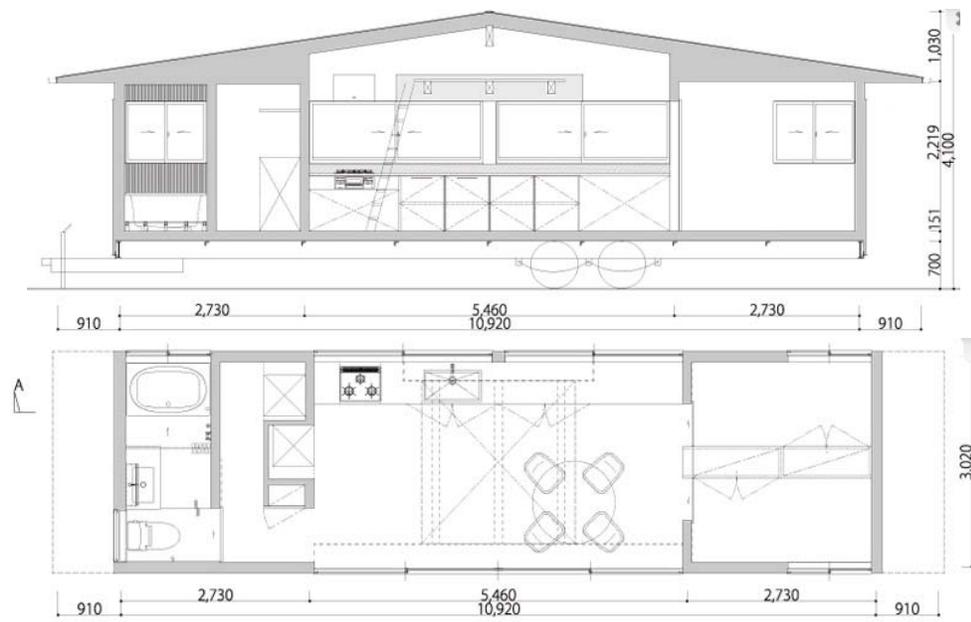


Imagen 86. Diseño arquitectónico

Fuente: is ARQuitectura, 2011

<http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

De todas ellas, la casa móvil de Atelier Tekuto es una de las mejores en su tipología que hayamos visto jamás, tanto por su amplitud, como por su

organización y acabados, con una estructura de madera y un estilo bastante sencillo. (is ARQuitectura. 2011)

11.24 VIV. SOCIAL MEDIA ALTURA



Imagen 87. Fachada de la urbanización

Fuente: ICH, 2011

http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=429:icf-insulating-concrete-forms&catid=178:construccion-de-albanileria&Itemid=348

Con el objetivo de conocer la experiencia y los importantes avances que ha alcanzado Colombia en el tema de la construcción acelerada de la vivienda social de media altura, el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile – ICH- realizó una misión tecnológica a ese país, en la cual participaron profesionales del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y de empresas privadas.

Esta misión surge debido a “la gran demanda habitacional en Chile, cerca de 600 mil viviendas, y se acrecienta luego del terremoto del 27 de febrero. Cabe recordar que en ciudades cada día más densas y con terrenos cada vez más escasos, de forma natural, se ha ido desplazando la vivienda social a la periferia.

Esto ha generado externalidades negativas en la congestión vial y por cierto ha traído consigo una merma en la calidad de vida en las familias, que se ven alejadas de sus trabajos, hospitales, comercio y equipamiento urbano. Por este motivo, la vivienda social en altura se presenta como una solución para que las familias accedan a una en mejores ubicaciones con el mismo subsidio. Sin duda, la construcción en hormigón armado de viviendas sociales presenta grandes ventajas del punto de vista de la calidad de la vivienda y en la disminución de tiempos de ejecución” destaca Leonardo Gálvez, Jefe del Área de Edificación del ICH.

Conocer proyectos industrializados de vivienda social en media altura (5 pisos), de modo de estudiar las claves para que la construcción de viviendas pueda alcanzar altos estándares de calidad en tiempos muy reducidos (alta velocidad de construcción), fue la principal finalidad de esta misión. De esta forma se conoció la experiencia de empresas constructoras de Colombia, con vasta experiencia en la industrialización de la vivienda social.

Los profesionales quedaron capacitados para capitalizar en Chile las experiencias vistas en esta Misión Tecnológica, entregando a la industria y a las empresas nuevas técnicas para mejorar la construcción de la vivienda económica, con ello se espera construir en un menor tiempo, con una mejor calidad y a un menor costo para el usuario final.

Los participantes de esta misión fueron las empresas Archibaldo Tunami K-M y Cía Ltda., Implemet Ltda., PM Ingeniería y Construcción Ltda., la Constructora Santa Beatriz, Acma S.A., Constructora Concreta S.A., Constructora Loga Ltda., el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y FORSA.

Los asistentes se reunieron con las más destacadas constructoras especializadas en el desarrollo de viviendas sociales industrializadas de hormigón armado en media altura y visitaron conjuntos habitacionales de interés social en distintas etapas de la construcción y obras con un alto estándar de industrialización en sus procesos, calidad y control de calidad. Se vieron obras que usan distintos tipos de moldajes como herramienta para lograr la industrialización, entre ellos moldajes manoportables, semiportables o moldajes tipo túnel.

Si bien la aplicación de estos sistemas de moldajes, son técnicas conocidas y utilizadas en nuestro país, no se ha masificado su uso, en especial en el desarrollo de viviendas sociales, lo que resulta interesante que se evaluara de replicar, por cuanto y no obstante que el uso de estos sistemas no implica que se incorpore necesariamente industrialización en los procesos constructivos, es posible lograr sistematización en dichos procesos, lo que sin lugar a dudas permitiría minimizar los tiempos de ejecución con procesos claramente estandarizados y facilitaría el control de calidad de las obras. En particular hoy día resulta de la mayor relevancia, para nuestro sector construcción, que se introduzcan métodos que mejoren los tiempos de construcción, en el desarrollo de los sistemas constructivos en todas las materialidades. . (ICH. 2011)
http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=429:icf-insulating-concrete-forms&catid=178:construccion-de-albanileria&Itemid=348

11.25 SIDERCASA

El Sistema de Construcción No Convencional denominado SIDERCASA, está constituido por una estructura en base de perfiles metálicos (columnas y vigas) que se confinan con placas metálicas formando un cerramiento que constituye el sistema estructural.

Los perfiles y las planchas forman módulo, a manera de paneles que se conectan entre sí formando una estructura metálica de paredes livianas que remitirán las fuerzas solicitantes.

El sistema toma la forma de un módulo básico, cuyo sistema estructural está constituido por una viga de piso de 4" x 4" x 1.5mm, sobre la cual se fijan secciones cajón de 2" x 2" x 1.5 mm que actúan como columnas conectoras a paneles de lámina galvanizada de 2300 x 1070 x 1 mm, que en su parte superior son fijados a una viga collar de 2" x 2" x 3 mm, que ocupa una área de 3.3 m de frente por 6.5 m de fondo Los acabados son estrictamente necesarios, siendo la expresión general de acero, con paneles pintados. (Sencico.Abril 20, 2004)

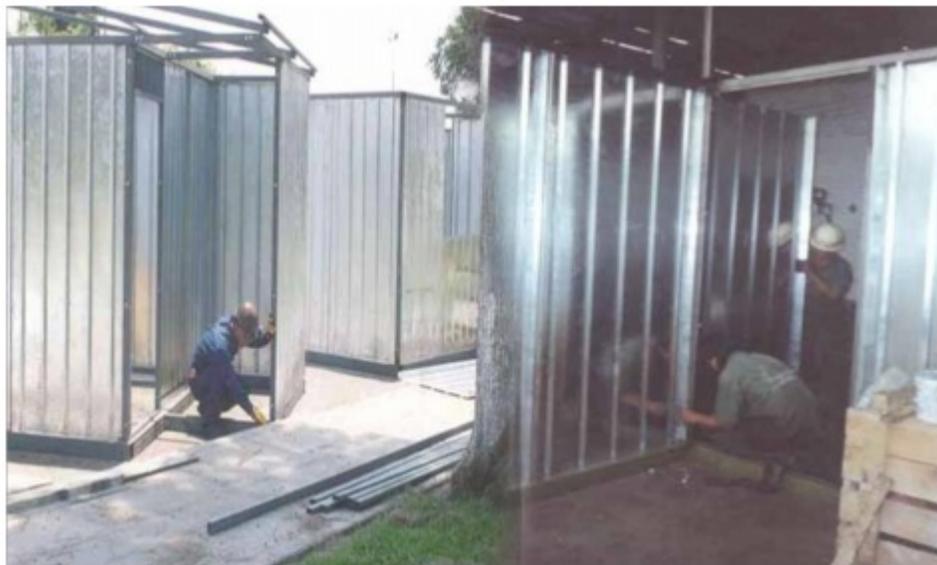


Imagen 88. Montaje de la vivienda

Fuente: Sencico.Abril 20, 2004

<http://www.sencico.gob.pe/gin/NORMAS%20PDF/normas%20Act/3.%20SCNC/4.4.%20SCNC%20Vigentes/SCNC%20VIGENTES%202010.pdf>

12. CONCLUSIONES

- Hay dos conceptos que van de la mano: La industrialización y la prefabricación, ya que para que existan elementos prefabricados o sistemas no convencionales, debe existir de por medio un proceso industrializado de fabricación en serie, que logre hacer eficiente el uso de los prefabricados y de los nuevos sistemas.
- Al tener en cuenta factores determinantes como los materiales, la mano de obra, el tiempo de ejecución el costo y la disponibilidad de los equipos se puede lograr la correcta selección del sistema y los procesos constructivos a utilizar en determinado proyecto habitacional que enmarque las necesidades del mismo.
- Los nuevos sistemas de edificación de viviendas prefabricadas no convencionales son muy variados y abarcan un amplio campo dentro de la construcción.
- La gran demanda actual de la vivienda, el déficit habitacional, los altos costos de la construcción, la calidad cuestionable de las obras destinadas a personas de escasos recursos, son razones por las cuales se hace necesario generar soluciones constructivas a corto plazo forzando a las grandes empresas a crear diferentes elementos constructivos con materiales nuevos e innovadores, los cuales se ven reflejados en su duración, costo final y en la utilización de estructuras prefabricadas no convencionales. Este progreso en la construcción es alcanzado gracias al paso de la construcción convencional a los sistemas más avanzados y más limpios, con mayor planificación, control y organización.
- Cada uno de los estudios de métodos y alternativas de construcción, diferentes a las conocidas tradicionalmente, debe impulsar el desarrollo de una nueva etapa en la construcción del país, permitiendo así, incorporar y adaptar

nuevas tecnologías que mejoren la calidad de vida de los colombianos, esto como punto central y prioritario que busca la solución del problema de déficit de vivienda.

13. GLOSARIO

Alineamiento: es la demarcación del paramento ó línea que determina el límite entre la propiedad privada y las zonas de uso público (vías, quebradas, retiros, áreas verdes, colectivas etc.)

Autoconstrucción: es una estructura productiva desarrollada, se ocupa normalmente de realizar los edificios para futuros.

Certificados: Asegurar algo por documento público.

Calidad de vida: la calidad de vida es lo que puede vivir una persona dependiendo en donde viva, utilizado para el bienestar social general de individuos y sociedades

Construcción: arte de construir. Obra construida o edificada.

Concreto reforzado: combinación de concreto simple con refuerzo.

Colapso: destrucción, ruina de una institución, sistema, estructura, etc. Deformación o destrucción bruscas de un cuerpo por la acción de una fuerza.

Déficit: falta o escasez de algo que se juzga necesario

Didáctico, ca: adecuada para enseñar o instruir.

Diseño: traza o delineación de un edificio o de una figura. Concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie.

Estabilidad: se relaciona con el peligro de movimientos inaceptables del edificio en su totalidad, debe estar bien equilibrado.

Edificación: edificio o conjunto de edificios.

Edificar: fabricar, hacer un edificio o mandarlo construir.

Estructuras: es el conjunto de elementos resistentes, convenientemente vinculados entre sí, que accionan y reaccionan bajo los efectos de las cargas. Su finalidad es resistir y transmitir las cargas del edificio a los apoyos manteniendo el espacio arquitectónico, sin sufrir deformaciones incompatibles.

Liviano: de poco peso.

Manual: Documento que recoge de manera secuencial y práctica todos los pasos para hacer alguna actividad en particular, sirve como herramienta para documentar procesos de una manera didáctica y sencilla.

Mitigar: moderar, aplacar, disminuir o suavizar algo

Normatividad: conjunto de normas aplicables a una determinada materia o actividad.

Norma: regla que se debe seguir o a que se deben ajustar las conductas, tareas, actividades, etc. Conjunto de criterios lingüísticos que regulan el uso considerado correcto.

No convencional: se refiere aquellas formas de producir que no son muy comunes en el mundo y cuyo uso es muy limitado debido, todavía a los costos para su producción y su difícil forma para captarlas y transformarlas.

Optimizar: buscar la mejor manera de realizar una actividad.

Precario: de poca estabilidad o duración. Que no posee los medios o recursos suficientes.

Prefabricado: pieza de hormigón que se ha moldeado y curado en un lugar al de su puesta en obra. También llamado hormigón pre moldeado. Se dice de las construcciones o manufacturas cuyas partes principales se fabrican por separado para montarlas posteriormente en el lugar de emplazamiento y en el momento de su utilización.

Preliminar: sirve de preámbulo o proemio para tratar sólidamente una materia.

Permisos: Consentimiento por parte de las autoridades establecidas para realizar una actividad determinada.

Plan Maestro: Es el resultado de la compilación de un diagnóstico y de la formulación de proyectos, en una zona específica de intervención, teniendo en cuenta un planteamiento urbano, arquitectónico y técnico y su proyección en tiempo y costos.

POT: Plan de Ordenamiento Territorial. Manual normativo de intervención urbana sobre la ciudad. Define de manera concertada, las reglas para el desarrollo del territorio, regulando usos, aprovechamientos, ocupaciones y definiendo las zonas de conservación, protección, consolidación, desarrollo, renovación y redesarrollo.

Procesos: Conjunto de acciones lógicas y ordenadas, cuyo fin es la obtención de unos resultados determinados.

Proyecto: Todo aquello que forma parte para lograr la ejecución de una obra de construcción.

Requisitos: Condiciones necesarias que deben cumplirse para lograr la aprobación de alguna actividad que se está realizando.

Riesgo: contingencia o proximidad de un daño.

Sistema estructural: modelo físico que sirve de marco para los elementos estructurales, y que refleja un modo de trabajo. Pueden clasificarse por su campo de actuación (informática, molecular...), sistema de trabajo (de vector activo, de compresión, de tracción...) y material (fibra natural, piedra natural, cerámica...).

sismo resistente: se dice que una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes.

Técnico: Habilidad para ejecutar cualquier cosa, o para conseguir algo.

Terremoto: sacudida del terreno, ocasionada por fuerzas que actúan en lo interior del globo.

Trámites: Diligencias necesarias para resolver y dar vía libre a un asunto.

Vivienda: lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas como género de vida o modo de vivir

BIBLIOGRAFÍA

Arquonauta.com: Comunidad de Arquitectura. (Junio 26, 2011) [En línea]. [Consultado el 11 de Noviembre 2011]. Disponible en <http://www.arquonauta.com/foros/showthread.php/19001-sistema-constructivo-fibrablock> <http://fibrablock.com/constructivo.pdf>

AVELLANEDA, Jaume; González, Josep María; Madrazo, Leandro. BAR_CODE HOUSING SYSTEM: la creación de un espacio de investigación interdisciplinar en torno al proyecto de arquitectura. Revista (2006). [En línea]. [Consultado 30 May. 2011]. Disponible en <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/2223/1/IAU-00068-36.pdf>

BAUTISTA, Luisa; DIAZ, Jorge C; RUIZ, Daniel; SANCHEZ, Adrian. Caracterización de Mezclas de Concreto Utilizadas en Sistemas Industrializados de Construcción de Edificaciones. EN: Revista de Ingeniería de la Universidad de Los Andes. Vol.19, (2004); p. 60-73.

BOZZO Ch, Miguel; Bozzo R, Luis. Sistemas estructurales. En: Losas reticulares mixtas: Proyecto, análisis y dimensionamiento. Libro [En línea]. (2003); p. 134-136. [Consultado 21 Dic. 2011]. Disponible en http://books.google.com.co/books?id=XoMGIqoLGU8C&pg=PA134&lpg=PA134&dq=Se+entiende+por+sistema+estructural+toda+soluci%C3%B3n+estructural+valida+en+un+campo+de+aplicaci%C3%B3n+y+con+unos+determinados+procedimientos+de+an%C3%A1lisis+y+dimensionamiento+propios.&source=bl&ots=smCwspDnCf&sig=bbLWo6kgQ4J6L3OSOC4zwr9ERFU&hl=es&sa=X&ei=IH1FT_XMLIqAgwfSlumYBA&ved=0CB0Q6AEwAA#v=onepage&q=Se%20entiende%20por%20sistema%20estructural%20toda%20soluci%C3%B3n%20estructural%20valida%20en%20un%20campo%20de%20aplicaci%C3%B3n%20y%20con%20unos%20determ

[inados%20procedimientos%20de%20an%C3%A1lisis%20y%20dimensionamiento%20propios.&f=false](#)

Casa sobre ruedas, de Atelier Tekuto. En: is ARQuitectura_Prefab: Casa móvil de madera. (09 Oct, 2011). [En línea]. [Consultado 09 Oct, 2012]. Disponible en <http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

Casas de Botellas, reciclaje extremo. EN: UTRA: La Universidad de Texas Pan American.(30 de Marzo 2011). [En línea]. [Consultado el 21 Ene. 2012]. Disponible en <file:///C:/Users/usuario/Documents/FORMULACION%20DE%20PROYECTO/INFORMACION/SISTEMAS/casa%20de%20botella/Casas%20de%20botellas,%20reciclaje%20extremo%20-%20EI%20Ma%C3%B1ana%20de%20Reynosa,%20Tamaulipas.htm>

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CORCUERA SAKAMOTO, Mónica. Estudio de Investigación para el Desarrollo de Viviendas Sociales de Bajo Coste en la Ciudad de Lima-Perú. Perú. [En línea] 45 p. (2009). Tesis (Máster Oficial: Tecnología en a la Arquitectura). [Consultado 30 mayo 2011]. Disponible en <http://mastersuniversitaris.upc.edu/tecnologiaarquitectura/tesis/Corcuera.pdf>

Diccionario de Arquitectura y Construcción: Definiciones y traducciones. Disponible en <http://www.parro.com.ar/index.php>

ECObitat: una casa prefabricada modular con Lush Green Living Paredes. En: Inhabitat - Green Design Will Save the World. (09 Oct, 2011) [En línea].

[Consultado 09 Oct, 2011]. Disponible en <http://blog.is-arquitectura.es/2011/10/09/casa-prefabricada-movil-con-ruedas-de-atelier-tekuto/>

ECOTEC: EPS Construcción Technologies. (2010). [En línea]. [Consultado el 13 Dic. 2011]. Disponible en <http://www.ecotecpanama.com/?p=46>

Estudio de Promociones de viviendas: Sistema convencional y sistema industrializado de acero ligero. En: EPSEB: Escola Politecnica Superior de Edificacio de Barcelona (Junio de 2009); [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en <http://casasconstructiontrade.com/documentos/upc.pdf>

EVG-SIDEpanel [En línea]. [Consultado el 11 de Noviembre 2011]. Disponible en <http://www.sidepanel.com.ve/>

Ferrocemento. En: ICH: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=424:ferrocemento&catid=177:soluciones-prefabricadas&Itemid=346

GONZÁLES, Juan Camilo; MARTINEZ LEMA, Carlos Alberto. Sistema Constructivo en Seco: Razones de Peso. EN: Revista Construdata: Informe Especial. Ed. 144 (12, Mar, 2010); p.1-54.

GONZALES MADRID, Jaime Alberto. Construcción de Muros Internos y Fachadas en el Sistema Durapanel: Sistemas Constructivo Avanzado – Durapanel. Medellín, 2009, 67p. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas.

ICF PROFORM. En: ECOTEC: EPS Construction Technologies. (2010). [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en <http://www.ecotecpanama.com/?p=59>

ICF (Insulating Concrete Forms) En: ICH: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=429:icf-insulating-concrete-forms&catid=178:construccion-de-albanileria&Itemid=348

Ing. MORALES, Londoño Marcela y otros Sistemas de gestión de las reclamaciones en empresas constructoras U de Medellín 2008.

J. L. De Olarte Tristán: el Sistema CET: Investigación para una Vivienda Sana. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsasv/e/fulltext/ceetydes/ceetydes.pdf>

La casa prefabricada LivingHomes por dentro En: is ARQuitectura_Prefab: Interior de una casa Livinghomes. (04 Feb, 2009). [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en <http://blog.is-arquitectura.es/2009/02/04/la-casa-prefabricada-livinghomes-por-dentro/>

Los Pioneros de la Construcción de Hormigón 1820 -1900. En: De la construcción a los proyectos: la influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico. Libro [En línea]. (2004). [Consultado 21 Dic. 2011]. Disponible en http://books.google.com.co/books?id=EoKt31xU6EcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

MIES Van der Rohe Arq. En Revista Arquitecto.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006 y Asobancaria 2007. Disponobel en <http://www.asobancaria.com/portal/page/portal/Asobancaria/inicio>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). Comisión de Estudios Habitacionales y Urbanos (CEHU). EN: Déficit Urbano-Habitacional: una mirada integral a la calidad de vida y el hábitat residencial en Chile. [En línea]. (Nov, 2009). [Consultado 13 Feb. 2012]. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/39707652/Deficit-Urbano-Habitacional01>

MIRAVETE, Antonio. Los nuevos materiales en la Construcción. Libro [En línea]. Segunda edición (2002). [Consultado 21 Dic. 2011]. Disponible en http://books.google.com.co/books?id=utfov_vfPkMC&printsec=frontcover&dq=materiales+en+la+construcci%C3%B3n&hl=es&sa=X&ei=1tryTvWiAsectwfxojRBg&ved=0CD0Q6AEwAA#v=onepage&q=materiales%20en%20la%20construcci%C3%B3n&f=false

Módulo 10×10, propuesta prefabricada desde México). En: is ARQuitectura_Prefab: Casa prefabricada para familias pobres. (14 Nov, 2011). [En línea]. [Consultado 21 Ene, 2012]. Disponible en <http://blog.is-arquitectura.es/2011/11/14/modulo-10x10-casa-prefabricada-monterrey-mexico/>

Naciones Unidas y BID (Banco Internacional de Desarrollo), Diciembre de 2007.

NORMA NSR-10: Reglamento Colombiano de construcción Sismo-resistente.

NOVA CABRERA, Joel A. Sistemas Constructivos Prefabricados Aplicables a la Construcción de Edificaciones en Países en Desarrollo. Madrid, 2010,62 p. Tesis (Proyecto Fin de Máster). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. (2010). [En línea]. [Consultado 9 Oct. 2011]. Disponible en http://oa.upm.es/4514/1/TESIS_MASTER_JOEL_NOVAS_CABRERA.pdf

NTC 2246: Norma Técnica Colombiana.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

OROZCO, Enrique. Notas sobre materiales, técnicas y sistemas constructivos. En: Tecnología y Construcción. Vol.24, No. 2 (Mayo, 2008); [En línea]. [Consultado 21 Dic. 2011]. Disponible en http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-96012008000200002&lng=es&nrm=is

ORTIZ, Humberto González. Arquitectura y indiferencia. Carlos González Lobo: búsqueda de una arquitectura apropiada. En: Vitruvius: Arquitectos (Jul, 2004). [En línea]. [Consultado 13 Feb. 2012]. Disponible en <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/05.050/568>

Panel Hormigón Armado) En: ICH: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=427:panel-hormigon-armado&catid=177:soluciones-prefabricadas&Itemid=346

Panel 10. En: ICH: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=428:panel-pl10&catid=177:soluciones-prefabricadas&Itemid=346

RE_home: respuesta rápida frente a desastres (SD 2011). En: is ARQuitectura_Prefab: Casa de la Universidad Illinois para el Solar Decathlon 2011. (22 Sep, 2011). [En línea]. [Consultado 21 Ene, 2011]. Disponible en http://blog.is-arquitectura.es/2011/09/22/re_home-casa-de-la-universidad-de-illinois-para-el-sd-2011/

RODRÍGUEZ, Carlos Arq. Miembro activo de la oficina de planeación de Venezuela).

RoyalTEL. Disponible en <http://www.royaltelinternational.com/>

Royal Tel International: Tecnología Constructiva. En: slideshare. (Oct 21, 2009) [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en <http://www.slideshare.net/NACKKIO/royaltel-internacional-tecnologia-constructiva-2308633>

SAN BARTOLOME, Ángel. Sistemas Constructivos no Convencionales. [En línea]. [Consultado el 14 de Diciembre 2011]. Disponible en <http://dl.dropbox.com/u/23914391/Cursos/Alba-PUCP/741.pdf>

Sistemas constructivos no convencionales. En: Sencico: Servicio nacional de capacitación para la industria de la construcción. (Abril 20, 2004). [En línea]. [Consultado 13 de Feb. 2012] Disponible en <http://www.sencico.gob.pe/gin/NORMAS%20PDF/normas%20Act/3.%20SCNC/4.4.%20SCNC%20Vigentes/SCNC%20VIGENTES%202010.pdf>

Space Box, Holanda. EN: CASIOPEA. [En línea]. [Consultado el 21 Ene. 2011]. Disponible en http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box,_Holanda

Tableros OSB ideales para construcción y remodelaciones. En: ElMercadoDeLaVivienda.com [En línea]. [Consultado 13 Febr. 2012]. Disponible en http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Space_Box,_Holanda

Techno Box: prefabricadas para emergencias. En: is ARQuitectura Prefab. (30 Marzo, 2011). [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en <http://blog.is-arquitectura.es/2011/03/30/techno-box-prefabricadas-para-emergencias/>

Universidad Nacional. Facultad Nacional de Minas. Ing. Civil. Libro: Seminario Sobre Mampostería Estructural: Sistemas Constructivos No Convencionales .Octubre 31 y Noviembre 10 de 1986.

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Arquitectura y Urbanismo: VIII Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción Teoría y Método de Diseño. EN: IDEC digital: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. (06 Enero2011). [En línea]. [Consultado el 11 de Diciembre 2011]. Disponible en <http://red.fau.ucv.ve:8080/static/tymd/files/abriceno-formulacion03.pdf>

V. GÓMEZ, Jáuregui. Habidite: Viviendas modulares industrializadas. En: Informes de la Construcción. Vol. 61, No. 513 (Enero-Marzo, 2009); p.33-46.

Vincent Callebaut presenta Coral inspirado en Pueblo de Carbono Neutral Eco para Haití. En: Inhabitat - Green Design Will Save the World. (Feb. 15, 2011). [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en <http://inhabitat.com/vincent-callebaut-unveils-coral-inspired-carbon-neutral-eco-village-for-haiti/>

VIV Social Media Altura. En: ICH: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. [En línea]. [Consultado 21 Ene. 2012]. Disponible en http://www.ich.cl/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=179&Itemid=349