

POSTGRADO EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN Trabajos de la V Maestría

El Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción surge como una respuesta a la investigación aplicada en la construcción, tomando en cuenta el carácter marcadamente empírico de dichas actividades de investigación y desarrollo. En 1986 se inició la I Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción; en 1989, la II. En 1992 se inició la III Maestría y 1995 se abrió la IV Maestría. Luego de un riguroso proceso de evaluación de estos estudios de cuarto nivel se procedió a abrir en septiembre de 1999, con nuevo pènsum de estudios, el Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, ofertando para estos momentos la especialización y la maestría en dichas áreas.

Uno de los fines que motoriza la investigación en este campo es que en Venezuela el desarrollo tecnológico de la construcción ha sido restringido por productos y procesos foráneos. Esto ha representado limitaciones en cuanto a la poca adaptabilidad de las necesidades de la construcción edilicia del país. Ello ha conllevado entre algunos aspectos a un alto costo en la construcción, poca adaptabilidad a las necesidades del país, más aún, cuando se trata del sector de bajos recursos. Es urgente estudiar el campo del desarrollo tecnológico y contribuir con innovaciones en los procesos, producción y hasta ensamblajes que ofrezcan soluciones para esta área que tanto lo demanda.

Para la realización de dicho curso se cuenta con el apoyo del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV, así como también con un cuerpo de profesores, de amplia trayectoria. La sede del instituto da cabida a los estudiantes de dicho curso, para que realicen sus actividades, tanto en la cátedra como en los trabajos complementarios que refuerzan los conocimientos. Para las etapas de experimentación, el instituto ofrece su planta experimental "El Laurel", con capacidad para la construcción de modelos a escala real o prototipos.

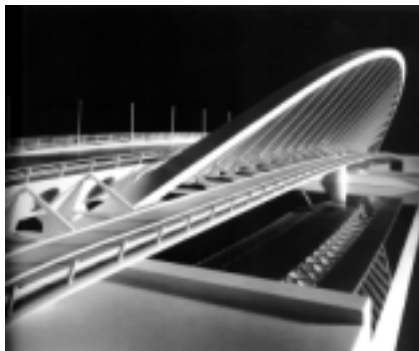
Los trabajos que aquí se presentan se han mantenido en la línea de los fundamentos que ha propuesto el PROMAT, así como se han desarrollado hacia las nuevas vertientes que exige el país en cuanto a la participación local en distintos puntos geográficos. Así mismo, los planteamientos se manejan como desarrollos sustentables dentro de la construcción.

Dentro del propósito que debe desarrollar cada propuesta se encuentra:

- Lograr cambios e innovaciones en la tecnología de la construcción, mediante el estudio sistematizado y metodológico.
- Conocer e identificar aquellos problemas que se presentan en la construcción, del campo edilicio del país.
- Formular un proyecto en desarrollo tecnológico de la construcción, el cual se lleva como un proyecto que reúne los diferentes pasos de una investigación.

A continuación se presentan los trabajos que actualmente se desarrollan en dicho postgrado, encontrándose al inicio del último período de escolaridad. Cada uno de ellos se llevan a cabo como líneas de investigación, a lo cual el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción acoge y que optarán a culminar como trabajos de grado de maestría.

Figura 1
Puente de Austerlitz sobre el río Senna



Calatrava, Santiago. París, Francia (1987-1988)

Figura 2
Fundamentos que rigen el equilibrio estable y la transformabilidad geométrica del arco semielipsoidal

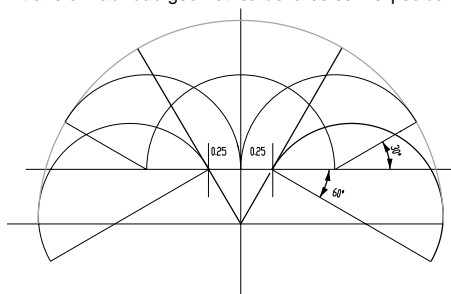


Figura 3
Modelo-prototipo de mampostería de madera



Fundamentos geométricos del arco semielipsoidal triarticulado, manual de aplicaciones

Arquitecto Rafael Gerardo Páez / Tutor: arquitecto Luis Marcano

Esta investigación se refiere a la incidencia de los aspectos geométricos de los arcos, como estructuras sometidas a esfuerzos de flexocompresión, asumiendo como caso particular el análisis del arco triarticulado semielipsoidal. Esta forma curvilínea obedece al campo de estudio de las secciones cónicas, que son: el punto, la recta, las parábolas, las hipérbolas y las elipses (incluyendo a la circunferencia como un caso particular de esta última), que fueron analizadas por primera vez en el año 225 a.C., por el matemático griego Apolonio. Sus postulados fueron desarrollados posteriormente por otros geómetras, como Euclides y Aristóteles, manteniéndose inalterables hasta 1752, cuando se enuncia el primer teorema innovador por Dandelin, después de casi dos mil años.

La geometría de las edificaciones está conformada por el conjunto de principios matemáticos que otorgan una respuesta de carácter estético y/o estructural a la obra arquitectónica, siendo éste, en mucho de los casos, un lenguaje desconocido, o quizás también difícil de aplicar por arquitectos e ingenieros, dentro de los procesos de proyecto y construcción.

Todos los sistemas estáticos presentan en mayor o menor grado esfuerzos de flexión y compresión. Las estructuras curvilíneas poseen un mejor comportamiento estructural, si se les compara con las de columna y viga recta, debido a su analogía con los diagramas de momentos que estas últimas producen; lo que determina el bajo peralte requerido para salvar la separación entre sus apoyos.

El aporte principal radica en la investigación y en la producción de un documento escrito en forma de manual, donde se describirán los fundamentos que rigen el comportamiento estable de los arcos triarticulados de configuración semielipsoidal. El manual servirá para la consulta de otros investigadores en el campo de la innovación tecnológica de la construcción y estudiantes de arquitectura e ingeniería. Se mencionarán también las reglas de la genealogía, transformabilidad y principios geométricos que provocan el equilibrio presente en estos elementos estructurales.

Una propuesta de mampostería estructural con madera de pino caribe para la construcción de paredes portantes

Arquitecto Argenis Lugo R. / Tutor: arquitecto Ana Loreto

El objeto de la presente investigación es explorar un vía de aprovechamiento de la madera de pino caribe para su factible aplicación en el mercado venezolano de la construcción, a través del desarrollo de una tecnología para la construcción de paredes portantes con madera maciza de pino caribe. Su aplicación estaría destinada a construcciones de pequeñas y medianas luces, permitiendo su crecimiento hasta dos plantas de altura.

Las ventajas competitivas del pino caribe le confieren grandes potencialidades para ser aprovechadas en la industria de la construcción, entre las que se pueden mencionar el costo más bajo de todas las maderas comercialmente explotadas en el país, su disponibilidad en grandes volúmenes y lo renovable de las plantaciones con un manejo racional del bosque.

La propuesta parte de la utilización de madera maciza de pino caribe con diámetros inferiores a 15 cm que representan el 60% de la madera que se aprovecha en la industria de aserrío de pino caribe en el país, considerada como de poco valor comercial.

La tecnología a desarrollar pretende constituir una respuesta adecuada al mercado de la construcción de edificaciones, considerando la racionalización de sus procesos de producción, la disminución de desperdicios, la simplificación y agilización de los procesos de construcción, utilizando mano de obra no calificada con herramientas y equipos sencillos. A su vez esta propuesta debe permitir su combinación con tecnologías tradicionalmente utilizadas y considerar la progresividad y consolidación de la edificación.

A lo largo de la investigación se desarrollará esta propuesta bajo los conceptos expuestos, abordando aspectos referidos a diseño de propuestas constructivas, procesos de producción y montaje, así como los aspectos técnicos y económicos que indiquen la factibilidad del desarrollo.

Como resultado se obtendrá una primera aproximación a la tecnología, recomendaciones para su adecuada ejecución, indicaciones pertinentes para su producción y montaje, así como propuestas de futuras investigaciones en esta línea.

**Sistema de cubierta autoportante de rápido montaje:
tecnología de las estructuras transformables
por deformación de una malla**

Arquitecto Nelson Rodríguez / Tutor: arquitecto Carlos Enrique Hernández / arquitecto José Ignacio de Llorens

Este trabajo estudia las potencialidades de los sistemas no convencionales de tecnologías arquitectónicas, ubicándose dentro de las estructuras transformables y de rápido montaje, como método constructivo, utilizando la deformación tensional de una malla para demostrar las posibilidades de variación de formas originalmente planas hasta conseguir una estructura tridimensional, que genera formas autoportantes. Para los fines de la investigación se seleccionó la cúpula de traslación como caso de estudio para aplicar los conceptos de transformabilidad estructural.

Figura 4
Prototipo de la estructura de la cubierta



Figura 5
Detalle de unión del prototipo



**Sistema industrializado de marcos en acero para la
construcción sustentable de vivienda SIMA**

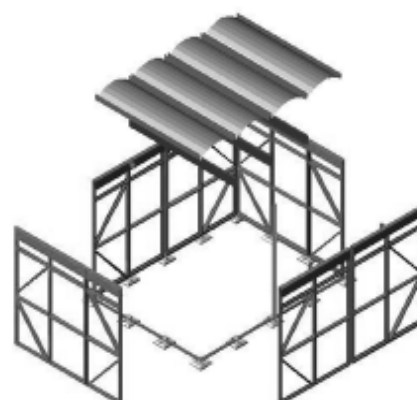
Autor: Arq. Emiliano Zapata / Tutor: ing. Gladys Maggi

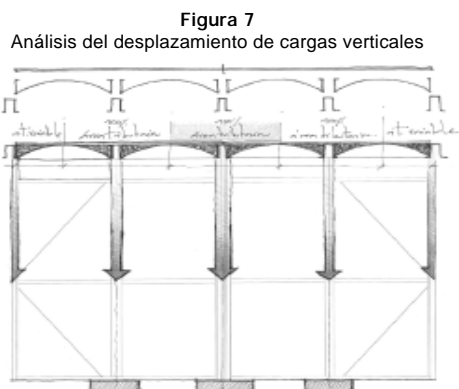
La investigación y el desarrollo de sistemas de construcción basados en el uso del acero revisten un gran interés, debido a las características de relativo poco peso y bajo costo de este material, factor que está íntimamente ligado al gran potencial de producción de insumos metalúrgicos y gran divulgación de sus técnicas de construcción en nuestro país.

La propuesta plantea la generación alternativa de un sistema constructivo metálico adecuado a los criterios de sustentabilidad, como concepto que engloba los aspectos económicos, sociales, tecnológicos y ambientales atados a la elaboración del medio ambiente construido.

El SIMA está conformado por elementos estructurales verticales y horizontales; a saber, los marcos de acero a base de perfiles formados en frío, y entrepiso y cubierta a partir de nervios y láminas de acero rigidizadas por la forma. Asimismo, un conjunto de opciones de envolventes, aplicadas con técnicas de junta seca.

Figura 6
Despiece de componentes estructurales

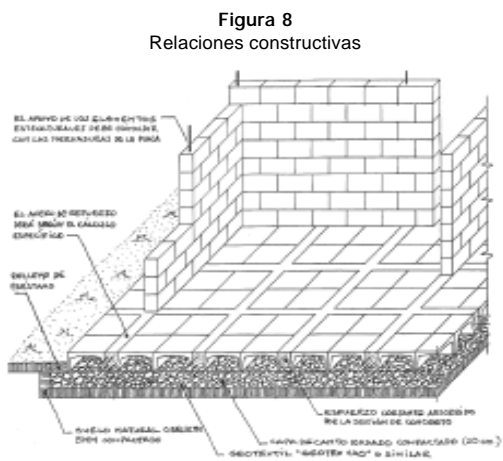




El objetivo principal del sistema estructural, aparte de generar estabilidad, es facilitar los procesos de reciclaje, reutilización y desmantelamiento del sistema, permitiendo la colocación de envolventes compatibles con variadas tecnologías, especialmente láminas planas de fibrocemento reforzado, tableros de fibra de madera, láminas de madera, yeso o metal. En tal sentido se recurre a la técnica de unión seca, como la vía que facilita estas premisas, reduciendo al mínimo la creación de residuos destinados al ambiente, y maximizando la recuperación de los mismos; todo bajo el enfoque de una gestión integral en la generación de desechos de la construcción. Paralelamente el sistema de marcos de acero refuerza su carácter sostenible al contemplar la posibilidad del crecimiento progresivo de viviendas hasta dos niveles.

Sistema modular prefabricado para placa de fundación superficial reticular alveolada. Una opción para la vivienda de bajo costo sobre suelos con amenaza geotécnica

Arquitecto Augusto Márquez / Tutor: arquitecto Alfredo Cilento



En Venezuela se ha generado una gran difusión del empleo de la placa de fundación superficial en los desarrollos de vivienda unifamiliar de bajo costo, particularmente en su variante maciza; esto a pesar de la relativa poca eficiencia de este tipo de cimentación en cuanto a su relación masa-resistencia.

Esta circunstancia ha estado motivada fundamentalmente por su relativa facilidad de construcción, ya que tan sólo requiere de un encofrado perimetral, y por sus ventajas comparativas en cuanto al rendimiento técnico y económico en el caso de losas de fundación continuas para un determinado grupo de viviendas.

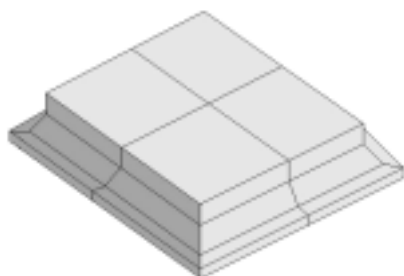
Las nuevas exigencias técnicas contempladas en la reciente norma sismorresistente COVENIN 1756-98, así como la alarmante y recurrente circunstancia de la aparición de prematuros deterioros en los desarrollos de vivienda vinculados, entre otras causas, a la indebida interacción entre la infraestructura y el subsuelo, propician un campo de investigación de las placas de fundación como una alternativa válida a emplearse en ellos, desde el punto de vista de la estructura de costos, los procesos demopatológicos y el aprovechamiento de terrenos con amenaza geotécnica, ya que en nuestro país casi la mitad de los estados presentan suelos de naturaleza retroexpansiva que coinciden en localización geográfica con las zonas de mayor sismicidad.

Esta investigación se orienta al desarrollo de un sistema de placa de fundación superficial basado en un elemento prefabricado que sirva de sustrato para la elaboración de una losa reticular, más rígida y eficiente, facilitando su construcción y ampliando su aplicación a suelos con amenaza geotécnica.

Su hipótesis de solución se fundamenta en la posibilidad de reinterpretar los fundamentos de diseño de la placa de fundación superficial aprovechando las propiedades resistentes de la forma geométrica para un comportamiento más eficiente de su desempeño estructural y su proceso constructivo.

A tales fines, se transitó por el estudio del estado del arte en lo relativo a la mecánica de suelos, las infraestructuras, la prefabricación de componentes, los pro-

Figura 9
Módulo de agrupación



cesos de producción y la vivienda progresiva, vinculándolos con los principios de la sostenibilidad de la construcción que pudieran resultar pertinentes a nuestra realidad socioeconómica.

Del mismo modo, para el desarrollo de la propuesta preliminar se aplicó una vía de aproximación a través del estudio de las relaciones entre la conducción de los flujos de las fuerzas internas y la forma geométrica de los elementos estructurales, así como también, de las relaciones proporcionales de su dimensionamiento en función de principios geométrico-resistentes.

Como producto de lo anterior, y de un prolongado proceso de generación y reducción de variedad, se escogió la alternativa cuyas ventajas comparativas se ajustaban más a los objetivos de la investigación, procediendo luego a pasar a la etapa experimental de la producción manual, lo cual requirió del diseño y fabricación de un juego de moldes con los cuales se fabricaron las primeras piezas, permitiendo esto continuar con el proceso evaluativo de variados aspectos como diseño de mezcla, desmoldado, curado y otros.

Actualmente, la investigación continúa en el desarrollo y evaluación de la etapa experimental de la producción manual, ahondando paralelamente en el estudio de los fundamentos de la producción industrial, con la finalidad de establecer los aspectos concluyentes de la propuesta acerca de su real factibilidad desde el punto de vista técnico, social y económico.

Diseño de un sistema prefabricado de losa de entrepiso, con el uso de poliestireno expandido, como encofrado perdido al nervio de concreto armado
Arquitecto Juan Luis Carrillo / Tutor: arquitecto Alfredo Cilento

La investigación comprende el desarrollo de un sistema constructivo prefabricado con el uso del poliestireno expandido, que simplifique y racionalice los procesos en la construcción de losas de entrepiso.

Inicialmente se estudian los antecedentes del poliestireno expandido (EPS), sus aplicaciones y propiedades como material utilizado en la industria de la construcción, tanto en el extranjero como las experiencias realizadas en Venezuela.

Posteriormente se estudian las principales diferencias entre los sistemas de entrepisos construidos en obra, y los entrepisos construidos a partir de piezas prefabricadas, evaluando sus principales características.

Además se incluye en la investigación una propuesta de diseño, donde se evaluarán principalmente la adherencia del concreto al poliestireno expandido, y las correspondientes pruebas de ensayo requeridas.

Por último se evaluarán las posibilidades en cuanto al proceso constructivo prefabricado del sistema, características de producción, almacenaje, transporte, manipulación e instalación.

Figura 12
 Detalle del nervio en el bloque de poliestireno expandido antes de vaciar el concreto



Figura 10
 Perfil geométrico resistente

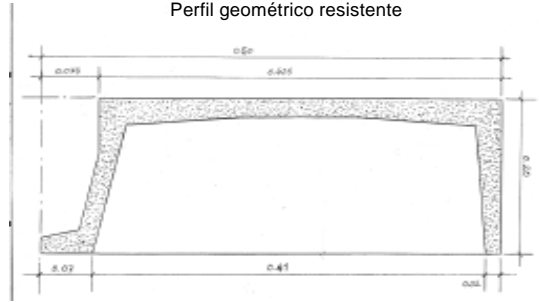


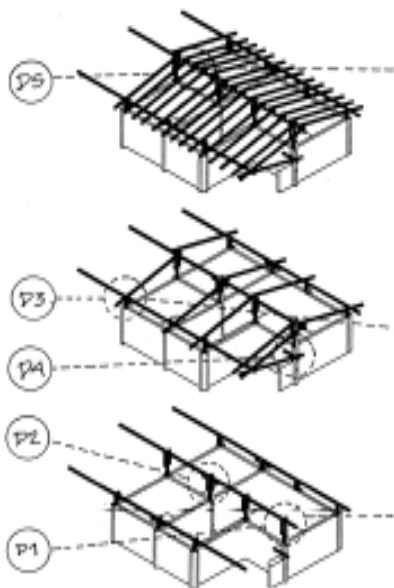
Figura 11
 Uso de bloques de poliestireno expandido como sustitución de bloques de arcilla



Frisoplast. Puerto La Cruz, estado Anzoátegui, edificio Vista Larga, 1999 .

Figura 13
 Sección y geometría del elemento de entrepiso

Figura 14
Proceso de montaje. Sistema de techos en bambú



Sistema de techos en bambú (*Guadua angustifolia*) para la vivienda progresiva de bajo costo
Arquitecto Alonso Barreto / Tutor: arquitecto Domingo Acosta

Esta investigación está dirigida al aprovechamiento de las potencialidades del bambú (*Guadua angustifolia*) como material sustentable para la construcción de techos en la vivienda progresiva de bajo costo, con el objetivo de formular los principios para el desarrollo de un sistema de techos que responda a las características de amenaza sísmica, clima tropical y progresividad de la vivienda.

La razón por la cual se ha decidido utilizar este material como estructura para el techo se debe a sus características físico-mecánicas, donde se destaca su resistencia a la tracción que se promedia entre 2.100 kg/cm², cifras similares a la del concreto pero con menor peso propio. Esto lo hace favorable para resistir los esfuerzos a los que son sometidos los techos de las viviendas.

El aporte innovador al conocimiento tecnológico en el ámbito de estudio se centra en las uniones, las cuales resuelven los problemas más significativos en las construcciones con bambú.

Desarrollo de sistema para el equipamiento espacial de una red de instalaciones modulares médico-ambulatorias, mediante la aplicación de sistemas transformables modulares de rápido montaje.

Arquitecto Mauricio Espina / Tutor: arquitecto Teresa Guevara co-Tutor: arquitecto Beatriz Hernández

En el presente informe se presenta el alcance y la situación actual de la investigación sobre el desarrollo de un sistema modular para ser aplicado inicialmente en la construcción de instalaciones médico-asistenciales, mediante la incorporación de estructuras transformables desplegadas, fabricadas en planta, que permitan ser montadas en sitio de manera rápida, pudiendo ser consolidadas y permitiendo su crecimiento progresivo.

El objetivo principal del desarrollo de este sistema es el de disminuir al mínimo las actividades y tareas a ser desarrolladas en obra durante el proceso de construcción de una unidad de atención ambulatoria, a la vez de permitir la posibilidad de montar y desmontar el sistema con un mínimo de recursos y en situaciones adversas.

Dadas las características de facilidad de transporte y rapidez de montaje de este sistema, se exploran, además, una serie de posibles aplicaciones dentro de otras áreas, entre las que se destaca su aplicación para viviendas de emergencia, módulos de servicios comunales, instalaciones culturales, servicios en la industria petrolera, puestos militares de frontera, etc.

Finalmente y en función de la combinación con el sistema transformable Origami, se plantea el diseño de un sistema de Red de Instalaciones Modulares Médico-Asistenciales, que combine las instalaciones permanentes o semipermanentes realizadas con el sistema de módulos transformables, con las instalaciones móviles del sistema ORIGAMI, permitiendo así adaptar la capacidad de atención y respuesta de las instalaciones de acuerdo con el lugar y momento en que sea requerido. De esta manera se busca poder responder eficientemente ante situaciones de emergencia y de desastres siconaturales.

Figura 15
Secuencia de despliegue del módulo y propuestas de agrupación

