

SISTEMA DE INFORMACIÓN ESPACIAL FUNCIONAL (SIEF). SISTEMA DE INFORMACIÓN CONSTRUCTIVO (SIC)

Diana Bracho de Machado, María Paredes de López

INTRODUCCIÓN

Una gran porción de las investigaciones en el campo del diseño arquitectónico se orienta hacia la innovación en los procesos de producción de edificaciones, lo cual implica, para los arquitectos, en primera instancia, la necesidad de revisar enfoques y métodos de trabajo existentes. Una alternativa han sido las propuestas que giran en torno al uso de técnicas y sistemas de computación, como herramienta de gran ayuda para la simulación y optimización en distintas etapas del proceso de diseño.

El papel del arquitecto en el proceso productivo de edificaciones es de coordinación y sintetizador de un gran número de variables y de distinta índole (culturales, tecnológicas, ambientales, etc.). Para analizarlas y establecer relaciones entre ellas el arquitecto debe establecer criterios cualitativos, cuantitativos y de prioridad entre ellos.

Contar con una información organizada, evaluada y sustentada en un cuerpo de premisas conceptuales, ayuda al diseñador para la toma de decisiones, aligerando el proceso de diseño. Adicionalmente, con el uso de sistemas computarizados es factible lograr aún más optimizar ese proceso para generar y evaluar alternativas de soluciones habitacionales más idóneas a las premisas, acordes con las posibilidades constructivas, transformaciones en el tiempo, los requerimientos de los usuarios y las características ambientales de cada lugar.

De acuerdo con lo anterior, la propuesta consiste en desarrollar un sistema de información organizada para asistir al arquitecto en el proceso de diseño de viviendas para usuarios de bajos ingresos.

Para ello, se requiere emplear los ambientes multimedia, es decir, integrar textos, gráficos y sonido de una manera sencilla que permita su fácil manejo aun cuando no se tenga experiencia previa en el área. Uno de los programas 'amigables' que tienen esas características es el HyperCard para Macintosh, Apple, el cual se propone para los efectos de nuestro estudio.

ABSTRACT

RESUMEN

Este artículo presenta resultados relativos al planteamiento de dos sistemas de información para asistir al arquitecto en la generación de alternativas y toma de decisiones dentro del proceso de diseño de viviendas:

el sistema espacial-funcional (SIEF), que permite generar esquemas de zonificación, para un grupo familiar determinado y el sistema de información constructivo (SIC) para proponer alternativas constructivas en función de costos preestablecidos.

Para cada sistema se organizan variables, conceptos y criterios; se establece el tipo de información y los procesos necesarios para su manejo por computadora empleando el software 'HyperCard', versión Macintosh, programa que permite relacionar y obtener información de manera interactiva e iterativa.

This article presents results related to the proposition of two information systems to assist the architect in the generation of alternatives and decision taking within the designing process. Space-funtional system which allows to generate alternatives for zoning schemes for housing, according to a particular family group and constructive system, which permits to generate constructive alternatives based on established costs. For each system, variables, concepts and criteria are organized, type of information is established and necessary processes for its implementation in the Macintosh HyperCard program, which allows to relate and obtain information in an interactive and iterative way.

DESCRIPTORES:

Sistema de información; Viviendas de bajo costo; Sistemas constructivos; Diseño arquitectónico.

DISEÑO DE VIVIENDAS

En Venezuela el déficit de vivienda existente en el sector de la población de bajos ingresos ha llevado al gobierno a la búsqueda de soluciones efectivas que permiten construir mayor número de unidades en el menor tiempo y al menor costo posible. De esta manera, el diseño de viviendas para usuarios de bajos ingresos generalmente ha estado condicionado por el aspecto económico a expensas de la calidad espacial y satisfacción de relaciones humanas de sus ocupantes. Por su lado, el usuario se ha visto obligado a convivir con diseños estandarizados, productos unificados e impuestos. El hecho es que las viviendas no se corresponden en cuanto a áreas y calidad a las expectativas y evolución del grupo familiar. El tamaño de los espacios es reducido al mínimo en menoscabo de su potencialidad, eficiencia, uso y evolución.

Es posible entonces afirmar que no existe una adecuada interrelación entre lo que se oferta como solución y lo que se necesita como opción; el derecho a la vivienda está mediatizado, la oferta es limitada. No se considera la esencia de la vivienda para el hombre: «Vivienda, necesidad de todos... ilusión de quien inicia una nueva vida... Nace con los sueños de hoy, para cobijar anhelos del mañana... una familia,... un por qué, un para qué» (Diana Bracho de Machado).

La organización de los espacios, sus funciones, formas y modalidades constructivas en la mayoría de los casos, no prevé cambios en el tiempo, a pesar de que el concepto de 'vivienda progresiva' forma parte del proceso constructivo informal de las construcciones de las familias de bajos ingresos, las cuales edifican de acuerdo con las posibilidades económicas de la propia familia.

De manera muy resumida podemos decir que para el diseño de viviendas el arquitecto puede considerar tres aspectos básicos:

- Las características del grupo familiar: número de integrantes, edades, forma de vida, salario, etc.
- Las necesidades espaciales, funcionales, climáticas, así como la factibilidad constructiva (costos, materiales y técnicas).
- Flexibilidad para la progresividad constructiva.

Por otro lado, durante el proceso de diseño el arquitecto maneja una gran cantidad de variables –con las restricciones que el tiempo impone–; debe pasar por etapas sucesivas de generación-reducción de alternativas, toma de decisiones y registro de ideas, generalmente mediante representaciones gráficas.

A manera de ejemplo simplificado, se puede analizar el proceso de diseño de una vivienda, comenzando por las características del grupo familiar con las siguientes metas:

- Determinar el área, el número y tipo de espacios que conformarían la vivienda.
- Establecer relaciones funcionales y espaciales para obtener esquemas de zonificación de los espacios de la vivienda previendo su transformabilidad en el tiempo.
- Establecer las proporciones y relaciones dimensionales de los espacios.

- Determinar los criterios estructurales, tomando en cuenta la posibilidad del empleo de la coordinación modular entre los espacios, su esqueleto resistente, los materiales y técnicas constructivas propuestas.
- Definir los materiales e insumos desde el punto de vista del comportamiento climático.

En cuanto a la localización de la edificación, se adoptan como variables exógenas y determinantes de diseño la ubicación en el terreno, orientación, ventilación, asoleamiento y demás factores ambientales que inciden en el diseño.

La secuencia lineal presentada en el ejemplo es, en realidad, un proceso de interrelaciones y verificación continua que puede comprender al mismo tiempo y para distintas etapas procesos de análisis, síntesis y conclusiones que permiten retroalimentar cada uno de los pasos. Es así como el arquitecto puede considerar varios aspectos al mismo tiempo, revisar y verificar los resultados obtenidos en cada fase del proceso proyectual.

HYPERCARD

Para el desarrollo de los sistemas de información (SIF), se propone el programa HyperCard®, de Apple®, Macintosh®.

Este *software* es una herramienta de información visual que permite procesar, organizar y manejar información. Se caracteriza por ser un programa «amigable», por cuanto la interacción con el usuario es muy sencilla, rápida y de fácil aprendizaje y manejo.¹ Una de sus características más importante es que permite enlazar la información de una tarjeta con cualquier otra a través de botones, lo cual implica moverse de una tarjeta a otra.

Para usar HyperCard® se necesita como *hardware*, un computador Apple Macintosh con 1 megabyte (mínimo) de memoria. Requiere de un sistema operativo versión 6.05 u otro posterior.

En definitiva, todas estas características hacen del HyperCard® una herramienta idónea a los propósitos de nuestra propuesta.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS

Como ya se ha explicado, un sistema de información eficiente, respaldado con técnicas y programas computarizados, puede ser una herramienta valiosa para el arquitecto.

Este artículo se propone presentar dos sistemas de información telemáticos para el diseño y construcción de viviendas de bajo costo:

- El sistema de información funcional-espacial, SIEF, donde se podrán obtener agrupaciones de espacios y alternativas espaciales-funcionales, a partir de información sobre tipos de relaciones espaciales y funcionales, actividades y funciones por espacio.
- Sistema de información constructivo, SIC, que permite obtener agrupaciones de elementos

constructivos a partir de información sobre esos elementos, materiales de construcción y costos. Estos sistemas deben presentar las siguientes características:

- Registrar información organizada mediante variables de tipo cuantitativo y cualitativo satisfaciendo la expectativas de los arquitectos desde los planteamientos iniciales del proceso de diseño: obtención y procesamiento de la información, esquemas conceptuales y alternativas preliminares.
- Incorporar experiencias de otros diseñadores así como la bibliografía existente.
- Ser de fácil operatividad y poseer medios telemáticos adecuados para la transmisión de la información al diseñador.
- Utilizar técnicas de computación para las simulaciones, comprobaciones y ensayos rápidos de propuestas.
- Permitir la actualización e inclusión de información durante el proceso mediante la creación de nuevos archivos, al igual que la rectificación y reorganización de la información existente.
- Proporcionar al usuario reportes y evaluaciones periódicas a lo largo del proceso.

SISTEMA DE INFORMACIÓN FUNCIONAL-ESPACIAL, SIEF.

Aspecto espacial-funcional

Este trabajo pretende estimular el interés para realizar estudios sobre viviendas, específicamente en el aspecto espacial-funcional, entendiéndose éste como la optimización de los espacios donde deben conjugarse armónicamente las actividades y funciones que califican el carácter convivencial de los espacios, del conjunto de ellos y de la vivienda como totalidad.

Usualmente las construcciones presentan esquemas rígidos en cuanto a la disposición espacial-funcional, las cuales no prevén situaciones de cambios mediatos y futuros, tanto de sus ambientes como de la composición de los usuarios.

Elementos que conforman la información espacial-funcional

Entre otros aspectos, para el diseño de viviendas debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- Los diferentes espacios que conforman la vivienda deben ser considerados como hechos tangibles que deben responder a necesidades físicas, funcionales, formales, socioculturales de cada persona y grupo familiar y que todos en su conjunto deben preservar el derecho a la calidad de vida.
- La necesidad de cada espacio, la cantidad de cada uno de ellos, su ubicación y el modo de cómo ellos se organizan en el contexto de la totalidad de la vivienda, deben estar condicionados a los requerimientos socioculturales, funcionales, de

los diferentes grupos familiares y a los requerimientos físico-espaciales del contexto.

- El uso y destino que se le confiera a los espacios (abiertos y/o cerrados) en cuanto a actividad y frecuencia de uso, relacionado con el tamaño y situación de unos con respecto a otros, deben considerar y preservar los criterios de confort ambiental y los costos de una estructura de crecimiento coherente con el diseño en el tiempo.
- La necesidad de fundamentar una organización de requerimientos espaciales, funcionales y formales en el tiempo, debe estar condicionada a un planteamiento estructural de indicadores de costos y del crecimiento total de la vivienda, y debe responder a los planteamientos formulados por los usuarios.

Por lo tanto, es objetivo principal de este trabajo, «Diseñar un sistema de información espacial-funcional», que proporcione información organizada, cuyos contenidos conceptuales y procesos metodológicos interactivos, consideren cualitativa y cuantitativamente las variables que intervienen en la conformación de la vivienda y conduzcan hacia la formulación de alternativas de esquemas de zonificación, para crear nuevos diseños mediante la combinación estratégica de hechos espaciales, formales y funcionales que incidan en el diseño de futuras tipologías de viviendas.

Además, el sistema permitirá durante el proceso, ayudar al arquitecto, estudiantes y otros, en la toma de decisiones, considerando los requerimientos de espacio del grupo familiar, las condiciones socioeconómicas y prever las posibilidades de transformación de la vivienda en el tiempo.

Estructura organizativa de la información

El SIEF se estructura como un proceso interactivo e iterativo, adecuado a las nuevas tecnologías computacionales y se inicia con un orden jerárquico de acciones que se articulan entre sí metodológicamente de acuerdo con el proceso de diseño.

Es así como los criterios, conceptos y recomendaciones se asocian con los principios arquitectónicos del proceso de diseño, definiendo criterios para la selección de espacios, su agrupación y evaluación, y conduciendo a esquemas de alternativas de zonificación, los cuales servirán de plataforma para las propuestas de tipologías de viviendas.

Las variables que estructuran el SIEF son:

- Tipos de espacios, características.
- Tipos de funciones y actividades de cada espacio.
- Subgrupos de espacios, alternativas de organización.
- Criterios y recomendaciones para la toma de decisiones.
- Alternativas de zonificación.
- Alternativas de organización espacial-funcional planialtimétrica de cada espacio.
- Alternativas de viviendas, esquemas conceptuales.

El estudio y propuesta del SIEF se sustenta en investigaciones realizadas; posturas de diferentes autores; viven-

cias personales de trabajos realizados durante años en zonas de barrios y estudios de seguimiento realizados en viviendas tradicionales; recaudo de datos del comportamiento socio-económico-cultural; comportamiento climático; los cambios propios del proceso evolutivo de la vivienda; criterio de calidad espacial-funcional.

Un aspecto importante del estudio ha sido la recolección y manejo de la información. Considerado el SIEF como un sistema abierto, ha permitido admitir e incorporar data adicional para el ajuste y enriquecimiento permanente del mismo sistema.

La información se organiza y agrupa en tres grandes 'bloques':

1. Análisis funcional

Este archivo comprende el análisis funcional de cada espacio, de manera gráfica y un resumen de:

- Tipos de actividades.
- Tipos de funciones.
- Tipos de usos.

2. Análisis espacial

Contiene el análisis espacial de cada ambiente de la vivienda considerando su tamaño, equipamiento, abertura, funcionamiento y ubicación con respecto a otro espacio. Contiene además fundamentos teóricos, resumen e información gráfica relativa a:

- Esquemas conceptuales de organización espacial según el área objeto de estudio.
- Alternativas de módulos planimétricos.

3. Organización espacial-funcional.

Subgrupos de espacios

Comprende criterios, conceptos e información sobre la interacción espacial desde el punto de vista funcional generando un menú de opciones en cuanto a la organización de:

- Alternativas de subgrupos de espacios por áreas.
- Alternativas conceptuales de zonificación espacial-funcional de la vivienda.
- Alternativas de esquemas de zonificación de la vivienda.

Cada uno de estos tres bloques contiene información gráfica, conceptos, criterios y recomendaciones que orientan al usuario del SIEF en las sucesivas tomas de decisiones.

DEFINICIÓN DE PROCESOS

Como hemos visto, el SIEF se puede definir como un proceso metodológico interactivo que permite revisar, obtener información y producir nuevas ideas fácilmente. Pudiéndose ubicar en cualquier fase del proceso, provoca nuevos esquemas de zonificación, comparables y evaluables hasta llegar a seleccionar el más adecuado acorde con los requerimientos de cada usuario.

Los procesos se agrupan en siete (7) módulos y en cada uno está organizada la información básica, los criterios y conceptos, yendo de lo general a lo particular y de acuerdo con las distintas etapas del proceso de diseño. Cada módulo tiene la función de dirigir y orientar al diseñador para

la obtención de objetivos específicos y parciales; el objetivo final es orientarlo en la toma de decisiones para el diseño de nuevas viviendas.

Todo el proceso conduce hacia la producción de alternativas de zonificación, en función de ejes circulatorios jerarquizados que interrelacionan los diferentes espacios de la vivienda, garantizando la evolución y transformabilidad de la misma, a través de un crecimiento coherente en el tiempo.

Módulo 1. Analizar el aspecto funcional. Arroja información relativa al aspecto funcional y permite seleccionar el espacio, para relacionar actividades y funciones con: tipos de usuarios (edades, etc.), usos (tiempos, frecuencias, etc.) y ambientes, desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo.

Módulo 2. Analizar el aspecto espacial. Presenta información del espacio seleccionado para considerar sus características: las relaciones de unos espacios con otros, la forma del espacio en función de la organización del equipamiento, su ubicación en relación con ruidos, iluminación, ventilación y otros.

Módulo 3. Revisar esquemas de organización espacial-funcional de cada espacio. Analiza las alternativas de esquemas de organización espacial-funcional de unos espacios con respecto a otros, considerando criterios de privacidad, funcionalidad, accesibilidad, zonificación y otros, para proporcionar la organización más adecuada a las necesidades o requerimientos de los usuarios y al crecimiento de la vivienda en el tiempo.

Módulo 4. Revisar alternativas de subgrupos espaciales-funcionales. Ofrece al usuario la posibilidad de obtener alternativas de subgrupos de espacios según criterios de afinidad de uso, actividad, forma, función y crecimiento de la vivienda, ordenados con base en la relación entre el análisis funcional y el análisis espacial.

Módulo 5. Revisar y seleccionar alternativas de esquemas de zonificación de la vivienda y su evolución. Presenta esquemas conceptuales y alternativas de zonificación considerando opciones de organización de la vivienda y su evolución.

Módulo 6. Generar nuevos esquemas de zonificación espacial-funcional para la vivienda y su evolución. Permite una vez seleccionado los esquemas conceptuales, diseñar nuevas alternativas de zonificación, estructurados según ejes circulatorios jerarquizados que interrelacionen diferentes espacios y consideren el crecimiento de la vivienda en el tiempo.

Módulo 7. Compara esquemas de zonificación con requerimientos de la vivienda a otorgar y su posible evolución. Compara las alternativas de zonificación seleccionada con los requerimientos de la vivienda a otorgar y su posible evolución; esto permitirá obtener la zonificación definitiva en el diseño de la vivienda.

DESARROLLO DEL SIEF

El sistema de información es un proceso sistematizado y de manejo iterativo de información. Accediendo a archivos principales o particulares se puede obtener información organizada y estructurada.

Mediante el uso de técnicas computarizadas se pretende optimizar el manejo del sistema para el procesamiento rápido y eficiente de la información. Para desarrollar este sistema se generaron programas o *scripts* manipulados por tarjetas y botones. En cada tarjeta se consideró la posibilidad de que el usuario pudiese regresar al menú principal y/o ubicarse en cualquier parte del sistema.

Para el diseño de viviendas se han considerado los siguientes aspectos:

- Lo que se desea investigar de la vivienda.
- El proceso de diseño de la vivienda.
- Los resultados que se desean obtener.

El programa se inicia con la presentación del sistema y un menú con tres opciones básicas que conforman el desarrollo del sistema (figura 1):

- a. Análisis funcional.
- b. Análisis espacial.
- c. Subgrupos espaciales-funcionales.

Al iniciar el análisis de cada uno de los aspectos, se presenta un marco referencial con conceptos, criterios y métodos para analizar la relaciones existentes entre los espacios, así como un esquema conceptual que contiene las variables a manejar.

a. La opción «análisis funcional» introduce a un menú «tipos de espacio» para seleccionar el que se desee analizar: porche, sala, comedor, cocina, lavadero, baños, dormitorios, usos múltiples, etc. (figura 2).

Al seleccionar el espacio se obtiene información sobre (figura 3):

- Tipos de actividades básicas: recrearse, trabajar (faenas, estudiar), asearse, comer, descansar, circular, etc.
- Número y tipo de usuarios: adultos (hombre, mujer), niños(as), jóvenes (hembras, varones).
- Características formales, espaciales y de uso de los espacios en relación con el tiempo: mañana, tarde, noche.
- Función (individual, en grupo): social, social-cultural, social-biológica, biológica-aseo.
- Equipamiento.

Una vez analizado cada espacio, el sistema presenta un resumen parcial de actividades, usos y funciones (figura 4), lo que conduce luego a una aproximación de agrupación de espacios, desde el punto de vista conceptual, que da una idea sobre la organización de los espacios según «afinidad» (figura 5).

b. Si desea continuar, se presenta la opción «aspecto espacial», al cual también se le puede acceder a través del menú principal. Esta opción también presenta un menú con tipos de espacios y al realizar la selección del espacio se obtiene el análisis de las actividades, usuarios (tipo y número), usos, funciones y equipamiento, criterios y conceptos (figura 6). El menú presenta la opción «otro espacio» o «continuar».

Figura 1 Tarjeta de presentación del SIEF

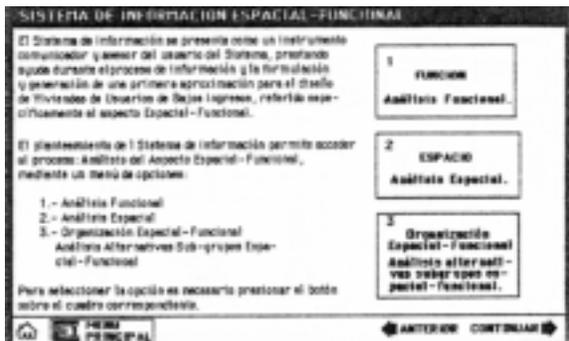


Figura 2 Tarjeta menú «tipos de espacio»



Figura 3 Tarjeta «aspecto funcional»



Figura 4 Tarjeta resumen «aspecto funcional»



Figura 5
Tarjeta «agrupación de espacios»



Figura 6
Tarjeta «aspecto espacial»

ESPACIO		RESTRICIONES ESPACIALES				RELACIONES ESPACIALES	
ESPACIO	Privado	Vivible	Función	Acceso	Ventilación	Conexión	Subdivisión
CUCHARA (E1)	Al centro de la vivienda	Al centro de la vivienda	Relacionado con el comedor y la cocina				
COMEDOR (E2)	Al centro de la vivienda	Al centro de la vivienda	Relacionado con el comedor y la cocina				
COCINA (E3)	Al centro de la vivienda	Al centro de la vivienda	Relacionado con el comedor y la cocina				
BAÑO (E4)	Al centro de la vivienda	Al centro de la vivienda	Relacionado con el comedor y la cocina				
SALA (E5)	Al centro de la vivienda	Al centro de la vivienda	Relacionado con el comedor y la cocina				
TERMINAL (E6)	Al centro de la vivienda	Al centro de la vivienda	Relacionado con el comedor y la cocina				

CARACTERÍSTICAS:
El equipamiento e instalaciones mecánicas y fijas, lo hacen ser espacio único dentro de la vivienda.

RECOMENDACIONES:
Debe estar orientada al sur-este o sur-oeste, de fácil acceso desde la calle, considerando el contorno. Exige tratamiento especial en paredes de piso, paredes y techos. Las ventanas deben ser amplias y dejar reflejarse, con el jardín. Debe tener protección al control de los ruidos.

Si la opción es «continuar», para el espacio objeto de análisis se presentan alternativas de esquemas de organización conceptual espacial-funcional, con módulos planimétricos basados en el proceso de diseño (criterios de organización según áreas afines). Al presionar el botón sobre el área seleccionada, se obtendrá como producto el análisis de interrelación de actividades, función y espacios de la vivienda, generando los esquemas de alternativas de módulos planimétricos (figura 7).

c. La opción «continuar» lo introduce en un menú de opción «alternativas conceptuales de subgrupos de espacios» de la vivienda (figura 8), a las cuales también se le podrá acceder a través del menú principal con la opción «subgrupos espaciales-funcionales»; los esquemas conceptuales deben aportar, como resultado, la relación que existe entre las relaciones y acciones de los usuarios en la vivienda, los espacios que ella contiene y la posible ubicación en relación con el acceso y con la disposición de la parcela.

Una vez revisados los subgrupos, el sistema presenta alternativas conceptuales de zonificación de espacios, considerando grupos de áreas y espacios en relación con sus posibilidades asociativas: área privada, área social, área de trabajo (figura 9). Una vez revisadas las alternativas, la opción «continuar» introduce a los esquemas preliminares de zonificación (figura 10), donde se puede obtener un esquema de zonificación como primera aproximación al diseño de la vivienda (figura 11) y continuar, o generar un nuevo esquema.

Si se selecciona la opción nueva zonificación, aparece un menú que permite la revisión de las alternativas de esquemas preliminares de zonificación, permitiendo seleccionar la deseada y mediante la cual podrá generar esquemas de zonificación espaciales-funcionales a partir de la selección de los módulos planimétricos correspondientes a cada espacio, presentándose para ello una tarjeta que contiene el esquema preliminar seleccionado, los tipos de espacios, desde los cuales podrá acceder a los módulos planimétricos de cada uno de ellos y a un área específica para realizar el esquema deseado a partir de la selección de esos módulos (figura 12).

Si se decide continuar, el usuario podrá revisar criterios y conceptos, comparar el esquema de zonificación propuesto o el generado por el usuario con los de la vivienda diseñada y los criterios de evolución de la misma. Puede realizar una nueva zonificación o salir, aceptando la zonificación como definitiva.

SISTEMA DE INFORMACIÓN CONSTRUCTIVO, SIC. ASPECTO CONSTRUCTIVO

El diseño arquitectónico no sólo se ocupa de la creación de los espacios y su ordenamientos, sino también debe considerar el aspecto resistente y factibilidad constructiva.

En las propuestas de viviendas de bajos ingresos, generalmente de producción masiva, esos parámetros son fundamentales y el arquitecto, al iniciar el estudio, considera desde el inicio qué sistema constructivo utilizar, qué ofrece el mercado en cuanto a técnicas constructivas y a materiales y, por supuesto, cómo obtener construcciones económicas y de calidad. Esto implica mantenerse informado a fin de poder producir soluciones estructurales y constructivas eficientes y que satisfagan las expectativas de usuarios y promotores.

A los efectos del estudio se ha organizado las etapas y fases del proceso constructivo de viviendas, definiendo los objetivos, tareas a realizar, datos o información necesaria y el producto (salida) de cada fase. Se obtiene así información útil para el diseñador para aligerar la toma de decisiones y por tanto el proceso de diseño.

ELEMENTOS Y GRUPOS CONSTRUCTIVOS

Los elementos constructivos son todos los elementos físicos que intervienen en la conformación de una edificación y poseen funciones específicas: delimitar y clasificar el espacio construido, asegurar las condiciones de confort ambiental, garantizar la seguridad estática, por ejemplo, cubiertas, cerramientos verticales o paredes, elementos de soporte o estructura, fundaciones, etc.

Cada elemento constructivo está caracterizado por los materiales, componentes que lo conforman, técnicas constructivas y de organización. Tiene además unidades, parámetros e indicadores técnicos y de costos.

Por otro lado, cada elemento constructivo se relaciona y organiza de una manera específica para responder a los requerimientos formales, espaciales, funcionales y resistentes de la obra. Es lo que hemos llamado «grupo funcional» o agrupaciones constructivas.

Para este estudio se relacionan los elementos de fundaciones, soporte y cerramientos, clasificándolos de la siguiente manera:

ELEMENTO	TIPO	MATERIAL	ESPECIFICACION
Cubierta	Losa nervada	Nervio de concreto	Vaciado en sitio
			Prefabricado
	Losa maciza	Nervio de acero (Losa de tabelón)	
		Lámina ondulada	Concreto
Estructura	Esqueleto	Metálica	Columnas y vigas de carga
		Cemento reforzado	Machones y vigas de corona
	Muro de carga	Acero	
		Madera	
		Ladrillo arcilla	Con refuerzo vertical
Fundaciones	Losa de fundación	Bloque cemento trabado	Con refuerzo vertical y horizontal
	Aislada		
	Corrida		
Cerramiento Verticales o Paredes	Bloque hueco	Arcilla	
		Cemento	
	Tabique	Cemento reforzado	

Figura 7 Tarjeta módulos «planimétricos espacio»



Figura 8 Tarjeta «alternativas de subgrupos de espacios»

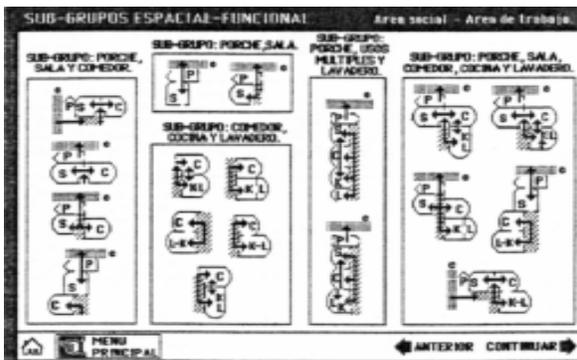


Figura 9 Tarjeta organiz. espac.-funcional

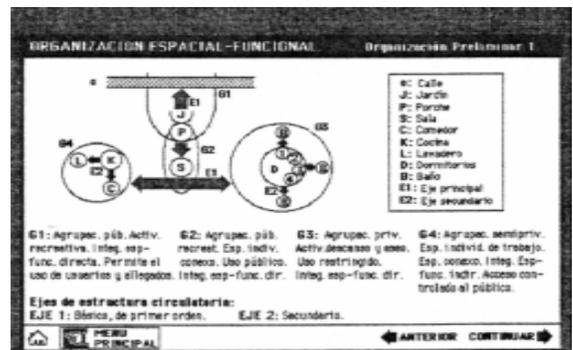


Figura 10 Tarjeta «esquema preliminar de zonificación»

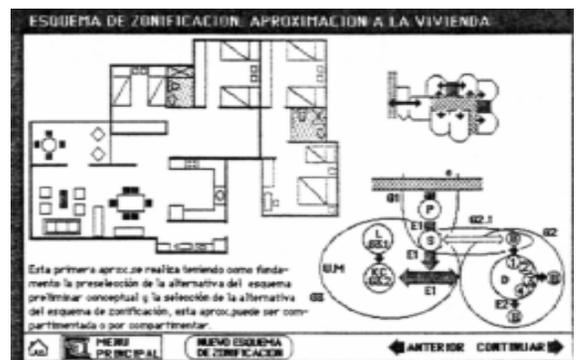


Figura 11
Tarjeta «esquema de zonificación, aproximación vivienda»

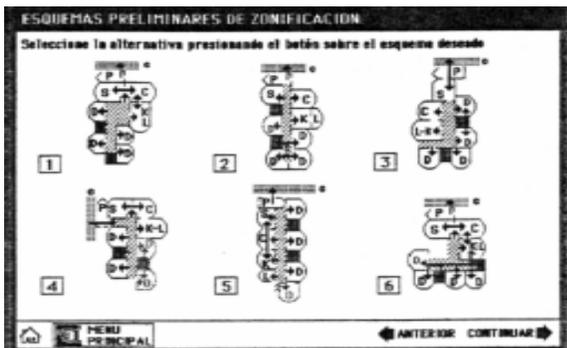


Figura 12
Tarjeta «nueva zonificación»



PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA

El objetivo es plantear un sistema de información constructivo SIEF, que organice información sobre materiales y componentes, de manera que el diseñador pueda explorar y manejar de forma interactiva y sistemática para simular alternativas constructivas de acuerdo con variables y criterios preestablecidos, como es el caso del diseño de viviendas. Esto permite tomar decisiones más acertadas tanto desde el punto de vista técnico-constructivo como con los parámetros de costos iniciales, al igual que la incorporación de las necesidades y expectativas de los usuarios.

El sistema se fundamenta de acuerdo y en concordancia con las etapas de análisis, diseño e implementación. Para cada etapa se establecen una serie de pasos que conforman la metodología a utilizar.

ESTRUCTURA E INFORMACIÓN A SUMINISTRAR

El SIEF permite al arquitecto seleccionar una agrupación definida por: tipo de cubierta, tipo de soporte, tipo de fundación y tipo de cerramientos verticales interiores y exteriores, así como relacionar elementos constructivos para obtener otras agrupaciones que se puedan evaluar y seleccionar en términos de costos, calidad, flexibilidad y progresividad constructiva.

Para ello debe comprender todos los datos referentes a los elementos constructivos primarios (estructura y cerramientos: cubierta y verticales) y de infraestructura (fundaciones), tipificados según el material y la técnica utilizada y la función de dicho elemento dentro de la edificación, así como las posibles combinaciones que pueden darse entre ellos, por lo que se incluyen variables de tipo constructivo tales como:

- Tipo de elemento constructivo.
- Tipo de material para cada elemento.
- Dimensiones de los elementos y luces a cubrir.
- Posibilidades de combinación entre elementos.
- Costo.
- Criterios y recomendaciones generales.

La información empírica se obtiene a partir de experiencias de personas ligadas a la industria de la construc-

ción. También es importante la bibliografía existente en cuanto a normas, especificaciones y manuales de construcción.

El sistema se fundamenta en el sistema constructivo tradicional, el que permite al usuario de la vivienda participar directamente a través de ampliaciones y/o remodelaciones gracias a que es una técnica conocida, con materiales, mano de obra y equipos disponibles en el mercado.

De acuerdo con lo anterior se presentan los elementos constructivos primarios que alimentan el SIEF, sin descartar otros que podrían ser incluidos posteriormente debido a que no son de uso común en la producción de viviendas populares. El sistema así puede ser actualizado y alimentado constantemente y a medida que vayan apareciendo nuevos materiales, componentes y técnicas constructivas innovadoras.

ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información se organiza en archivos donde el arquitecto podrá acceder libremente para actualizar e incluir otros datos. Esos archivos son:

1. Archivo sistema de información constructivo

Contiene los principios básicos adoptados para el desarrollo del sistema, los menús de opciones que presenta el sistema para la selección de los grupos constructivos y actualización de precios.

2. Archivo grupos y elementos constructivos

2.1. Grupos definidos: comprende grupos de componentes constructivos predefinidos, comúnmente utilizados en la construcción de viviendas; cada uno está definido por las siguientes variables:

- Tipo de cubierta,
- Tipo de soporte,
- Tipo de fundación y
- Tipo de cerramientos verticales interiores y exteriores (utilizados en el grupo).
- Costo aproximado del grupo.

2.2. Elementos constructivos: contiene los

tipos de elementos constructivos caracterizados según su función y el tipo de material, organizados por:

- Tipos de cubierta.
- Tipos de soporte o estructura.
- Tipos de fundaciones.

- Tipos de cerramientos verticales interiores y exteriores.

2.3. Costos: contiene los precios unitarios de los materiales y componentes. El usuario puede actualizar periódicamente los datos que automáticamente dan lugar a los nuevos precios.

3. Archivo criterios. Este archivo contiene criterios que facilita al arquitecto la toma de decisiones para la selección del grupo constructivo. Ellos son:

- Criterios de coordinación modular
 - Módulos de diseño y estructurales comúnmente utilizados para viviendas.
 - Posibles combinaciones de módulos.
- Criterios y recomendaciones generales para el diseño de la vivienda, considerando su evolución en el tiempo en función de dos tipos de transformaciones:
 - Intrasector: crecimiento por partición. Consiste en la diferenciación de espacios dentro de una envolvente total.
 - Intersector: crecimiento por incremento de área y compartimentación. Consiste en aumentar el área hasta alcanzar la necesaria y al mismo tiempo diferenciar los espacios.
- Criterios y recomendaciones para ayudar en la selección y verificación de la alternativa de agrupación, organizados en:
 - Criterios de diseño, desde el punto de vista constructivo.
 - Criterios económicos.

DEFINICIÓN DE PROCESOS

El SIEF se apoya en un proceso interactivo e iterativo que le permite al usuario, arquitecto y diseñador, revisar las alternativas predefinidas, definir otras agrupaciones y tomar las decisiones para su diseño.

Los procesos se definen en módulos que se alimentan con la información organizada en los archivos.

Estos módulos son los siguientes:

Módulo 1. Revisar alternativas de grupos de elementos constructivos definidos. Permite seleccionar entre los grupos constructivos predefinidos las alternativas que se corresponden con el costo de la vivienda seleccionada en el subsistema genérico.

Módulo 2. Definir por selección los grupos de elementos constructivos. Ofrece al usuario del sistema la posibilidad de definir sus propias agrupaciones dentro de los parámetros de costos estimados inicialmente para determinada vivienda y evaluar las alternativas en función de sus requerimientos constructivos.

Una vez seleccionados los 4 elementos que componen el grupo, se dispone de las características de dicho grupo y el costo aproximado, el cual podrá compararse con el costo estimado de la vivienda.

Módulo 3. Seleccionar el grupo de elementos constructivos. Permite al usuario del sistema estudiar las alter-

nativas y hacer una selección de la agrupación a utilizar. Cada alternativa de grupos constructivos bien sea definida por el sistema o por selección de elementos, presenta un costo aproximado, el cual podrá compararse con los costos establecidos; así podrá realizarse una selección que cumpla en parte con sus objetivos y que será luego verificada con base en criterios y recomendaciones ofrecidas por el sistema.

Módulo 4. Obtener información sobre el módulo estructural y de diseño. Este módulo facilita al usuario la obtención de información sobre luces estructurales y recomienda posibilidades de módulos a utilizar en el diseño, tomando en cuenta criterios de coordinación modular para viviendas. De esta forma el usuario podrá organizar su diseño desde un principio con base en una modulación.

Módulo 5. Obtener criterios y recomendaciones para la evolución de la vivienda y criterios y recomendaciones para el diseño estructural

- Aporta criterios y recomendaciones constructivas a tomar en cuenta para definir la evolución de la vivienda en su vida útil, en función del número de etapas y del tipo de transformación previsto.
- Aporta criterios y recomendaciones para el diseño o planteamiento estructural inicial, tomando en cuenta su relación con los espacios y aspectos económicos involucrados.

Módulo 6. Verificar el grupo de elementos constructivos seleccionado. Este módulo presenta al usuario la información referente a la agrupación seleccionada a fin de que la verifique con los requerimientos establecidos para el diseño, desde el punto de vista técnico-constructivo. En caso de severas discordancias puede hacer otra selección.

DESARROLLO DEL SIC

El sistema se desarrolla mediante un proceso sistematizado e iterativo a partir de los módulos descritos anteriormente.

Como entrada se presentan los archivos o *stacks* que conforman el sistema (figura 13).

El desarrollo del SIC se realiza en función de dos pasos básicos, que pueden ser procesados en forma individual y para lo cual el menú principal contiene dos opciones básicas (figura 14):

Figura 13
Tarjeta «presentación del SIC»



Figura 14
Tarjeta «menú principal del SIC»



a. Agrupaciones

b. Actualizar precios

a. La opción «agrupaciones» presenta un submenú que le permitirá revisar los grupos definidos o conformar sus propias agrupaciones (figura 15).

a.1. La opción «grupos definidos» presenta un menú de dichos grupos, indicando los elementos que lo conforman y el costo aproximado. Al introducir el área de la vivienda, calcula el costo aproximado de ésta para cada grupo definido (figura 16).

Una vez seleccionado el grupo definido se obtiene información detallada sobre sus características. En este momento el usuario podrá regresar al menú para revisar otro grupo definido o continuar (figura 17).

a.2. Si selecciona «grupos a definir», un menú con los tipos de componentes constructivos: tipos de cubierta, tipos de soporte o estructura, tipos de fundaciones y tipos de cerra-

mientos verticales o paredes, aparecerá en pantalla (figura 18). El usuario puede comenzar a definir su grupo pasando por una serie de menús hasta seleccionar el elemento correspondiente (figuras 19 y 20).

Una vez seleccionado el tipo de elemento, presenta información detallada sobre sus características. El usuario podrá volver al menú anterior y revisar otro elemento dentro del mismo tipo o agrupar, lo que significa que ha seleccionado dicho elemento (figura 21).

Cuando un elemento es seleccionado, éste se va agrupando en una tarjeta llamada «grupo seleccionado» y automáticamente regresa al menú de tipos de elementos constructivos, siguiendo el mismo procedimiento anterior, hasta completar los cuatro elementos que conforman el grupo a definir.

Una vez agrupados los cuatro elementos constructivos se presenta el grupo conformado, calcula el costo aproximado de éste y el costo aproximado de la vivienda en función del área (figura 22). En este momento el usuario puede solicitar que se calcule el costo aproximado de la vivienda en función de otra área; puede definir otro grupo, bien sea completo o cambiando uno de los elementos y obtener nuevos costos o puede continuar, lo que significa que el grupo ha sido aceptado.

La opción «continuar» implica que se ha seleccionado el grupo, bien sea por «grupos definidos» o por «grupos a definir» y se recibe la información contenida en el archivo «criterios» a fin de permitir la evaluación de la alternativa seleccionada y decidir si ésta cumple con los objetivos de diseño planteados desde el punto de vista técnico-constructivo (figuras 23, 24).

Figura 15
Tarjeta «menú agrupaciones»

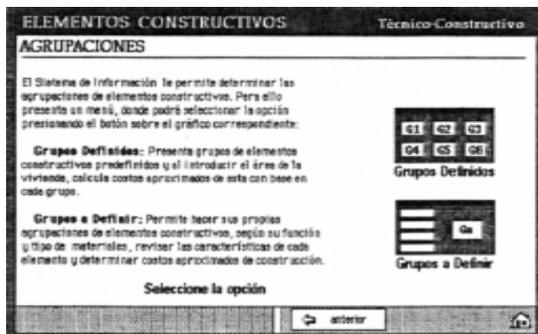


Figura 16
Tarjeta «grupos definidos»

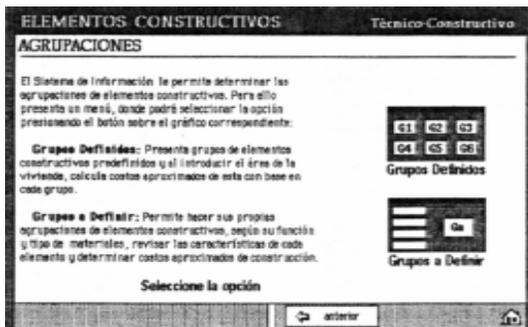


Figura 17
Tarjeta «grupo definido seleccionado»

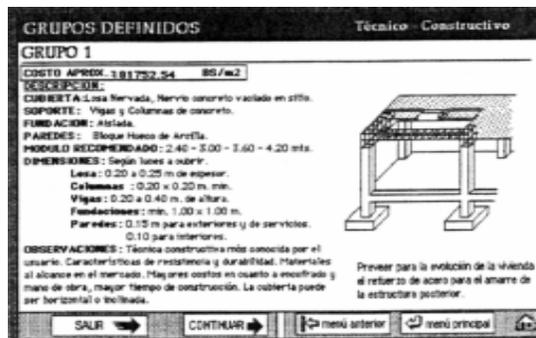


Figura 18
Tarjeta «grupos a definir»

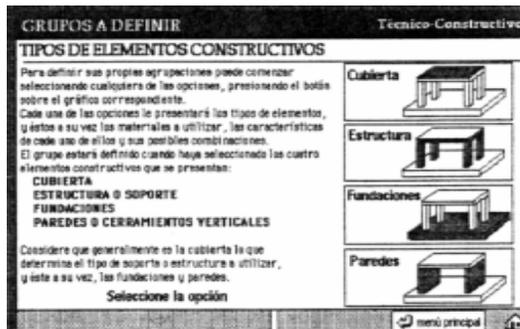


Figura 19
Tarjeta «tipo de elemento constructivo»



Figura 22
Tarjeta «grupo seleccionado»



Figura 20
Tarjeta submenú «elemento constructivo»



Figura 23
Tarjeta «coordinación modular»

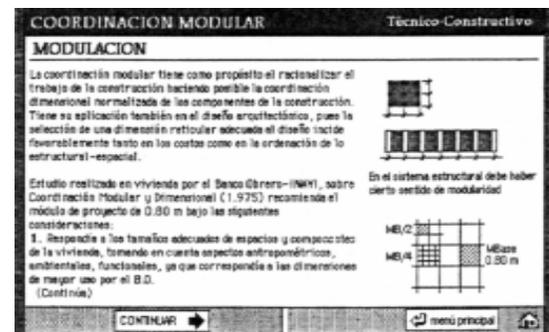
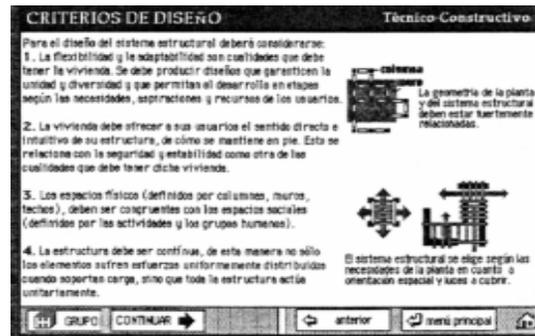


Figura 21
Tarjeta «tipo elemento a agrupar»



Figura 24
Tarjeta «criterios de diseño»



Una vez revisados los criterios se presenta el grupo seleccionado para que verifique la alternativa. A partir de esta verificación el usuario puede salir del sistema o regresar al menú principal para seleccionar otro grupo.

Si selecciona «salir» del sistema, recibe un mensaje y podrá obtener la impresión sobre la información de la alternativa definitiva para luego salir del sistema (figura 25).

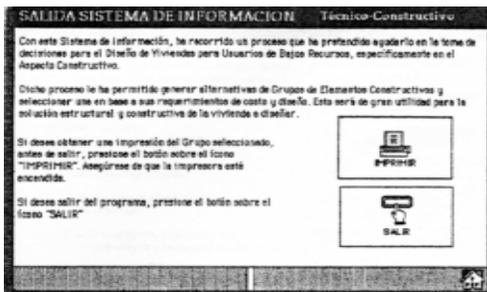
b. Si desde el menú principal se selecciona la opción «actualizar precios» se presentan las tarjetas que contienen los precios unitarios de las partidas correspondientes a los componentes de cada elemento. Éstas contienen el código, la descripción y el precio unitario de cada partida. Se indica además la fecha y la fuente de donde se obtuvieron dichos precios, dando la posibilidad al usuario de actualizar los datos, modificando los anteriores (figura 26). Esta actualización hace que los costos de

los elementos constructivos sean automáticamente recalculados, al mismo tiempo que los costos de los grupos definidos.

En cada uno de los pasos descritos y desde cualquier lugar donde esté ubicado, el usuario puede regresar al menú principal y comenzar de nuevo en el momento que lo considere conveniente ya que todas las tarjetas presentan la opción para regresar al menú principal o a la tarjeta «Home».

Durante el procesamiento del sistema dentro de HyperCard, los archivos o *stacks* se van relacionando hasta llegar a la información requerida, bien sea a través de los botones o a través de los comandos y mensajes incluidos en los programas o *scripts* correspondientes a las tarjetas y a los botones. Es también mediante ellos que se van realizando los cálculos necesarios para obtener los costos aproximados de los grupos y de la vivienda, ubicándolos en el sitio que le corresponde.

Figura 25
Tarjeta «salida del SIC»



CONCLUSIONES

Los sistemas de información planteados constituyen un aporte al diseño de viviendas para usuarios de menores ingresos. Como ayuda sistematizada y automatizada para el arquitecto, aligeran el proceso de diseño ya que pueden manejar información de manera interactiva e iterativa para la toma de decisiones que conducen a una solución. Como proceso interactivo permiten obtener información organizada y relacionarla para generar alternativas que consideren las variables espaciales, funcionales y/o constructivas necesarias para el diseño. Como proceso iterativo, permiten regresar a cualquier parte del sistema en la búsqueda de nueva información y repetir el proceso cuantas veces sea necesario hasta lograr el objetivo deseado.

Mediante el manejo del sistema espacial-funcional el arquitecto podrá obtener y generar alternativas de esquemas de zonificación basados en conceptos y criterios espaciales y funcionales, considerando el tamaño del grupo familiar, sus características y la posible evolución de la vivienda en el tiempo. El sistema de información constructivo le permitirá al arquitecto considerar, desde las primeras etapas del proceso de diseño, una solución técnica constructiva acorde con costos preestablecidos (figura 27) y al mismo tiempo, tener el planteamiento estructural inicial.

BIBLIOGRAFÍA

BRACHO de MACHADO, Diana; FARÍA L., Carmen; GONZÁLEZ de KAUFFMAN, Marina; PAREDES de LÓPEZ, María. 1994. «Hacia la generación de alternativas de diseño de viviendas para usuarios de menores ingresos en la ciudad de Maracaibo. Una aproximación al diseño a través de sistemas de información». Trabajo de Tesis. Maracaibo. División de Estudios para Graduados. Facultad de Arquitectura. Universidad del Zulia.

BRACHO de MACHADO, Diana. 1994. «Planteamiento de una base de información para el diseño de viviendas para usuarios de me-

Figura 26
Tarjeta «precios unitarios»

CODIGO	DESCRIPCION	UN BOLIVIARES
E-323000120	CONCRETO RCC200=200 KG/CM2 EN BASES.	MS 82046.26
E-324000120	CONCRETO RCC200=200 KG/CM2 EN PEDESTALES.	MS 82030.60
E-325000120	CONCRETO RCC200=200 KG/CM2 EN VIGAS REGISTRA Y TERMINES	MS 82030.60
E-326000120	CONCRETO RCC200=150 KG/CM2 EN BASES DE PAVIMENTO.	MS 90332.20
E-329000115	CONCRETO RCC200=200 KG/CM2 EN LOSAS DE FUNDACION.	MS 82290.60
E-331100120	CONCRETO RCC200=200 KG/CM2 PARA ENLUCIR EN COLUMNAS RECT.	MS 100979.04
E-332000120	CONCRETO RCC200=200 KG/CM2 PARA ENLUCIR EN VIGAS DE CARGA.	MS 95994.09
E-333101120	CONCRETO RCC200=200 KG/CM2 EN LOSA MACIZA E. 10 CM.	MS 10613.59
E-333121120	CONCRETO RCC200=200 KG/CM2 EN LOSA MACIZA E. 12 CM.	MS 12425.13
E-333122120	LOSA HERRIADA UN SENTIDO CONC RCC200=200 KG/CM2 E. 20 CM.	MS 12340.59
E-333660008	LOSA TABELONES 6x20x80 CM- 100MM INCLUYE MALLA.	MS 19434.89
E-333680010	LOSA DE TABELONES 6x20x80 CM- 100MM INCLUYE MALLA.	MS 20899.15
E-334000118	MACHONES 160x160x160x160 CM/180 KG/CM2.	MS 92004.95
E-334000120	CONCRETO RCC 200KG/CM2 EN MACHONES, VIGAS DE CORONA.	MS 92004.95
E-334123180	VIGAS DE CORONA RCC=180 KG/CM2	MS 92004.95
E-S/C	LOSA HERRIADA PREFABRICADA A TIPO PLAFAJA E. 20 CM.	MS 11150.00
E-341011100	ENCORFADO DE MADERA TIPO RECTO EN INFRAESTRUCTURA.	MS 8613.60
E-342010111	ENCORFADO DE MADERA TIPO RECTO EN COLUMNAS	MS 8499.57

Figura 27
Tarjeta «costos elementos constructivos»

DESCRIPCION	BOLIVIARES
LOSA HERRIADA, NERVIDO CONCRETO VACIADO EN SITIO.	25489.50
LOSA HERRIADA EN UN SENTIDO, NERVIDO PREFABRICADO.	14877.69
LOSA DE TABELONES, NERVIDO DE ACERO.	23823.85
LOSA MACIZA DE CONCRETO.	13857.22
LAPINA OREJALADA, MET ALCA (CONDO).	13465.49
LAPINA OREJALADA, CEMENTO PORTLAND (PLVCHO).	
COLUMNAS DE CONCRETO.	24772.63
VIGA DE CARGA DE CONCRETO.	10433.39
VIGA DE CORONA ALHABRE.	9647.44
MACHONES DE CONCRETO.	3751.41
VIGAS Y COLUMNAS DE ACERO.	
VIGAS Y COLUMNAS DE MADERA.	
MURO BLOQUE TRABAJADO CON REJERADO VERTICAL.	27789.82
MURO BLOQUE TRABAJADO CON REF. VERT. Y HORIZONTAL.	26379.32
MURO DE LADRILLO.	35496.30
LOSA DE FUNDACION.	16125.62
FUNDACION AISLADA.	19241.74
FUNDACION CORRIDA.	

Los esquemas obtenidos deben constituir un cambio cualitativo y cuantitativo en la vivienda y en la concepción participativa de los usuarios ya que facilitaría la combinación adecuada de sus aspiraciones, la evolución del grupo familiar y sus posibilidades económicas en la consecución de su vivienda.

Uno de los logros manifiestos de este trabajo es la combinación que se establece entre el uso de la herramienta como sistema computarizado y la sensibilidad y creatividad que el arquitecto debe expresar en el diseño de viviendas; es decir, lo sistémico, donde se establecen relaciones entre estructuras, procesos y manejo de criterios y secuencias a través del computador, combinado con el desarrollo intelectual de la idea del diseño, sin perder de vista lo humano, lo cualitativo en lo espacial, funcional, formal y constructivo que requieren las viviendas para los usuarios de menores ingresos.

nores ingresos en la ciudad de Maracaibo. Aspecto espacial-funcional». Trabajo de tesis. División de Estudios para Graduados. Maracaibo. Facultad de Arquitectura. Universidad del Zulia.

PAREDES de LÓPEZ, María. 1994. «Planteamiento de una base de información para el diseño de viviendas para usuarios de menores ingresos en la ciudad de Maracaibo. Aspecto constructivo». Trabajo de tesis. División de Estudios para Graduados. Facultad de Arquitectura. Maracaibo. Universidad del Zulia.

diente. HyperCard(r) utiliza un lenguaje de programación orientado hacia el objeto: HyperTalk(r). Los programas escritos en este lenguaje llamados *script*, son similares a los macros o secuencias de otros lenguajes de alto nivel. El ambiente de programación consiste en 5 recursos: botones (*button*), campos (*field*), tarjetas (*card*), capa base (*background*) y pilas de tarjetas (*stack*). Cada uno puede tener un *script* asociado y pueden comunicarse entre sí creando y enviando mensajes.

NOTAS

¹ En el programa Hypercard(r) la información se organiza en tarjetas de un mismo tamaño, similares a las tarjetas de un índice, pudiéndose incluir en ellas texto, gráficos y sonidos. Estas tarjetas están organizadas en *stacks* o «pilas» de tarjetas, de manera que se puede buscar rápidamente la información requerida. Permite ir fácilmente de una tarjeta a otra mediante botones simples, independientemente del *stack* donde se encuentre la información. En otras palabras, cuando se presiona un botón, «corre» el programa correspon-