

**IDEC**

---

**TECNOLOGIA**

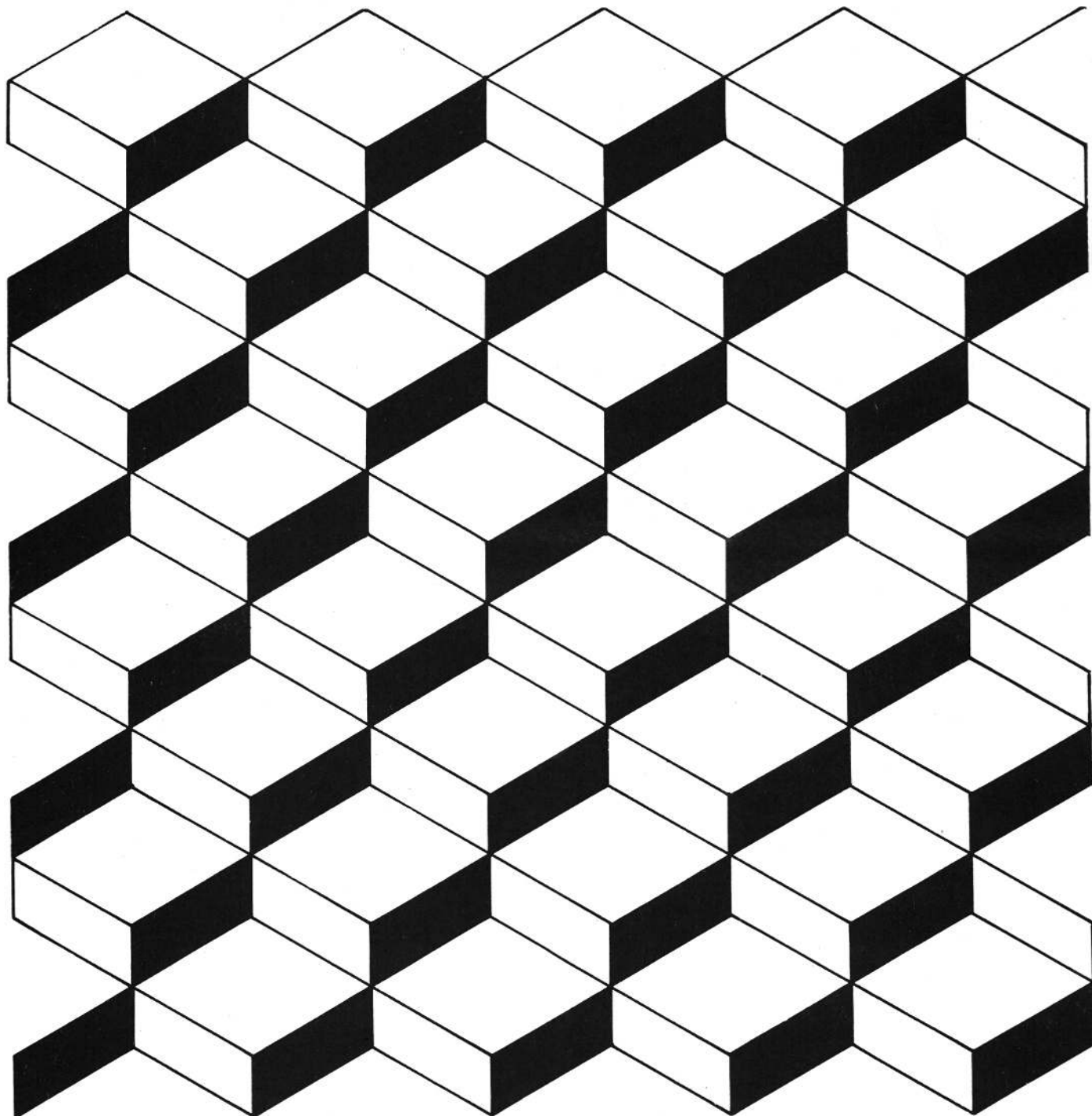
---

**Y**

---

**CONSTRUCCION**

---



**4**

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

**Rector**

Dr. Luis Fuenmayor Toro

**Vice-Rector Académico**

Dr. Roberto Ruiz Torrealba

**Vice-Rector Administrativo**

Dr. Trino Alcides Díaz

**Secretario**

Dr. Alexis Ramos

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**Decano**

Pablo Lasala F.

**Director de la Escuela de Arquitectura**

Alvaro Rodríguez M.

**Directora Adjunta de la Escuela de Arquitectura**

Dyna Guitian

**Director del Instituto de Urbanismo**

Hugo Manzanilla

**Director del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción**

Luis F. Marcano González

**Presidenta de la Comisión de Estudios Para Graduados**

Marta Vallmitjana

**Coordinadora General**

Carmen Leonor Alvarez de Itriago

**Coordinador del Centro de Información y Documentación**

Odoardo Rodríguez

**INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCION**

**Director**

Luis F. Marcano González

**Coordinadora de Investigación**

María Elena Hobaica

**Coordinadora Docente**

Ute Wertheim de Romero

**Coordinadora de Extensión**

Ana María Floreani

**Consejo Técnico Miembros Principales**

Henrique Hernández O.

Alfredo Cilento S.

Federico Villanueva

Alejandro Calvo

José Manuel Martínez

Ildemaro León Morales

**Miembros Suplentes**

Gladys Maggi V.

Ute W. de Romero

Antonio Conti

Gustavo Flores

Armando Azpúrua

Enrique Herrera

**IDEC**

**TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION**

**Nº 4**

Diciembre, 1988

**Director**

Luis F. Marcano González

**Director-Editor**

Ana Loreto

**Comité Editorial**

Alberto Lovera

Luis F. Marcano González

Alfredo Roffe

Ute Wertheim de Romero

Gemma Yáñez

Ana Loreto

**Diseño de Portada**

Martha Sanabria

**Diseño, diagramación y montaje**

Compulaser Tamanaco s.a.

**Impresión:**

Tip. Guanarteme C.A.

**IDEC**

Apartado Postal 47.169

Caracas 1041-A

Venezuela

Teléfonos: 662.96.32

61.98.11 al 30 Ext 3032 y 3138

Depósito Legal: pp 85.0252

Suscripciones (un número anual):

Venezuela: Bs. 200,00

Extranjero: US\$ 10,00

Ejemplares atrasados Nº 1, 2 y 3 Venezuela: Bs. 100,00

Extranjero: US\$ 5,00

Enviar cheque a nombre del IDEC.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV

Esta publicación contó con el  
apoyo financiero  
del Consejo de Desarrollo Científico  
y Humanístico de la  
Universidad Central de Venezuela

---

# **IDEC**

## **TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION**

### **Nº 4**

### **1988**

#### **CONTENIDO:**

##### **Construcción y calidad de la vivienda de los Barrios**

Iris Rosas Meza

7

##### **Autogestión de la producción de viviendas con financiamiento de corto plazo, un programa a largo plazo**

Alfredo Cilento Sarli

15

##### **La rehabilitación de barrios existentes como experiencia docente en la Escuela de Arquitectura de la FAU**

Federico Villanueva

21

##### **Componentes constructivos de la producción informal de viviendas. Caso Maracaibo**

Ignacio Oteiza, Andrés Echeverría, Federico Arribas

65

##### **Mampostería Estructural. Reflexiones sobre la viabilidad de su utilización en la construcción de viviendas**

Baudilio González

85

##### **Aspectos técnicos-económicos de los aglomerados de fibras de bagazo**

Milena Sosà G.

93

##### **Estructura de Barras transformables de configuración cuadrada STRAN 1**

Carlos Henrique Hernández M.

##### **La forma heterogénea de desarrollo tecnológico de la construcción**

INCOVEN

119

# CONSTRUCCION Y CALIDAD DE LAS VIVIENDAS DE LOS BARRIOS (\*)

Iris Rosas Meza (\*\*)

(\*) Ponencia presentada en el Seminario: "Las soluciones habitacionales desarrolladas por la población de bajos ingresos en el Tercer Mundo" (Caracas del 6 al 10 de abril, 1987)

(\*\*) Profesora Investigadora del Sector de Estudios Urbanos, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

## INTRODUCCION

Esta ponencia recoge los aspectos fundamentales que en el avance de los conocimientos sobre la producción de los barrios de ranchos presentamos en el informe final del "Estudio de Indicadores de producción y calidad de la Habitación Popular", elaborado por Iris Rosas, Teolinda Bolívar y Carlos Romero, con la participación de Mildred Guerrero y Rubén Revoredo.

Dicho estudio fue realizado con un convenio suscrito entre el Sector de Estudios Urbanos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo y el Ministerio de Desarrollo Urbano quien financió gran parte de la investigación. Sin embargo, estos avances han sido posible gracias a los diversos estudios que realizamos paralelamente en otras investigaciones de casos de construcción de viviendas en diversos barrios del Area Metropolitana de Caracas.

Los aspectos presentados aquí, recojen a título de conclusiones y recomendaciones los resultados obtenidos del estudio antes mencionado.

Pensamos que su discusión permitirá abrir el abanico de posibles soluciones para resolver las enormes dificultades que enfrentan las familias de más bajos recursos para obtener sus viviendas.



## **LA FORMA DE CONSTRUCCION ACTUAL DE LAS VIVIENDAS EN LOS BARRIOS DE RANCHOS DE CARACAS**

Los resultados del censo, que realizamos recientemente en seis barrios del Area Metropolitana de Caracas (1) demostraron que el 70% de las viviendas son construídas con participación directa de los diversos miembros de las familias usuarias propietarias. Esto significa que en el conjunto de la producción de los barrios de ranchos se mantiene el peso del trabajo de los pobladores, que recurren a sus propios recursos y energía humana para procurarse el alojamiento necesario.

Dichos resultados también nos indican que un 30% de las viviendas son construídas con la incorporación de mano de obra contratada, lo que sucede cuando las familias disponen de dinero para pagar y sus miembros no pueden o no saben realizar el trabajo constructivo.

En estudios más detallados sobre el proceso de construcción de las viviendas (2) se demuestra que la contratación de mano de obra ocurre en momentos donde las viviendas en los barrios son mejoradas y ampliadas. Aún así, la modalidad de la contratación aparece en la mayoría de los casos combinada con la autoconstrucción.

Podemos decir entonces que hasta ahora la autoconstrucción es la modalidad dominante en la construcción de las viviendas en los barrios.

Pero nos preguntamos, ¿bajo que condiciones han participado las familias en la construcción de sus propias viviendas y cuanto llega a ser ese esfuerzo invertido en la casa?

Ante estas interrogantes, analizamos las particularidades del proceso de construcción de las viviendas en los barrios.

## **LA PARTICIPACION DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LAS VIVIENDAS**

En el análisis realizado al respecto se consideraron tres aspectos fundamentales:

- La participación de la mano de obra en la construcción de las viviendas.

- La adquisición y utilización de los materiales de construcción, el equipo y la maquinaria.

- Las formas de financiamiento de la vivienda en los barrios.

## **EN CUANTO A LA PARTICIPACION DE LA MANO DE OBRA**

El análisis demuestra lo siguiente:

a) La ejecución de las viviendas por autoconstrucción (3) presenta una serie de dificultades que inciden en la realización de la construcción.

Por una parte, la construcción depende de la disponibilidad económica de las familias, en un momento dado, para comprar las herramientas y los materiales de construcción. Por otra parte, la cuadrilla conformadas por los miembros de las familias, realiza el trabajo constructivo sin la pericia o los conocimientos para efectuar las diversas operaciones de la construcción de una casa. Siendo el padre, quien en la mayoría de los casos funge de jefe de la cuadrilla, pudiendo sólo intervenir en la construcción en etapas de cesantía laboral y en su tiempo libre. Esta situación conduce a que el proceso de construcción sea muy lento y sin garantía para una adecuada realización del trabajo.

b) Aún cuando la familia usuaria participa en todos los trabajos según sus posibilidades y capacidades, se ven en la necesidad de pagar la ayuda técnica de personas especializadas (compadres, amigos y otras personas que si saben del oficio).

De esta manera tratan de asegurar la calidad de sus viviendas, superar las dificultades técnicas y garantizar la ejecución de algunos trabajos, aligerar el proceso de construcción o tal vez mitigar un poco el esfuerzo invertido directamente en la construcción.

Hemos encontrado en los casos estudiados, que las familias ejecutan lo más accesible a sus conocimientos y de manejo sencillo como son: el movimiento de tierra y la colocación de techos de láminas. Pero cuando se trata de las operaciones concernientes a la estructura (vigas, columnas, entresijos), fundaciones y cerramientos lo hacen con el concurso de oficiales albañiles, carpinteros y maestros de obras.

c) Las formas de contratación varían de acuerdo con la disponibilidad de las familias, para pagar sólo ayudantes en la ejecución de los trabajos o pagar un maestro de obra que dirija técnicamente la obra. En cualquiera de los casos se observa que las personas contratadas aceptan formas de pago muy particulares y los salarios no se ciñen a los establecidos en el tabulador de salarios del contrato colectivo de la rama de la construcción.

d) Aún cuando la presencia de obreros constructores ayuda a resolver las dificultades del dominio y manejo técnico que se le presentan a los autoconstructores usuarios, no obstante se mantienen otros problemas intrínsecos a la construcción de la vivienda en los barrios como son:

- El uso limitado de mejores equipos y casi ausencia de una maquinaria de construcción. A esto se añaden las dificultades para su traslado en zonas de difícil acceso.

- Los prolongados lapsos de inversión para mejorar o ampliar las viviendas, lo que hace de la construcción de la casa un proceso muy largo.

- La débil calificación, unida en general al bajo rendimiento de la mano de obra que interviene.

### **EN CUANTO A LA UTILIZACION Y ADQUISICION DE LOS MATERIALES, HERRAMIENTAS, MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION**

Los resultados de la investigación realizada nos demuestra lo siguiente:

a) La frecuencia de utilización de ciertos materiales en piso, paredes y techo definen hoy una tecnología como tipo de construcción estable en los barrios, que podemos describir así:

- Estructura de concreto armado (columnas o machones y vitas)
- Paredes de bloques de arcilla
- Entrepisos de tablonés
- Techo de láminas
- Piso de cemento pulido.

En el gráfico N° 1, se observa el uso de los materiales durante el desarrollo progresivo de la vivienda en los barrios.

b) La lógica de las familias en sus inversiones demuestran que estas realizan los acabados interiores de la vivienda antes que los exteriores,

por esto el bloque queda sin revestimiento durante lapsos indeterminados. Esto también pudiera estar ligado a razones culturales que muestran las prioridades en la terminación de las viviendas.

c) Hay una serie de factores entorno a la utilización de los materiales que inciden negativamente en el costo de las viviendas como son:

- La compra de materiales de desecho o provisionales y su posterior sustitución por otros más duraderos y seguros, lo cual significa una doble inversión.

- Un manejo de las proporciones de los materiales que no son las óptimas, por ejemplo: la mezcla para el piso, el techo o entrepiso que no resultan con la resistencia adecuada al fin para el cual se construyen. Esto conduce que al cabo de dos o tres años hay que reponerlos.

- Un uso irracional de los elementos estructurales (fundaciones, vigas, columnas), que por razones de seguridad y desconocimiento se sobredimensionan, al tratar de adaptarlos a la pendiente en el momento de mejorar o ampliar la vivienda. Muchas veces después que se han hecho las paredes completas sin columnas, hay que picar para darle estabilidad a la casa. En otros casos, se rehacen las estructuras colocando columnas y fundaciones más anchas. Pensamos que este aspecto sobre el diseño estructural es clave y deben emprenderse estudios sobre lo que han sido las soluciones adoptadas y cuales pueden ser las más convenientes y asimilables para la vivienda en pendiente que se construye en los barrios.

d) Los recursos económicos de las familias sólo les permiten adquirir los materiales por parte y a precios de mercado de compra al detal. Esto conduce a que las familias no puedan realizar la construcción de una sola vez y al mismo tiempo ahorrarse los sobreprecios de venta al detal.

e) El acarreo de los materiales de construcción desde el sitio donde llega el transporte hasta la obra, hace que las familias tengan que pagar más por cada unidad de material. Estos constituye un valor adicional que se añade al costo de construcción de las viviendas en los barrios. Sucede con la mayoría de las viviendas en los barrios caraqueños (4), donde el acarreo de los materiales es indispensable, debido a que no tienen acceso directo a la vialidad donde puede llegar el transporte

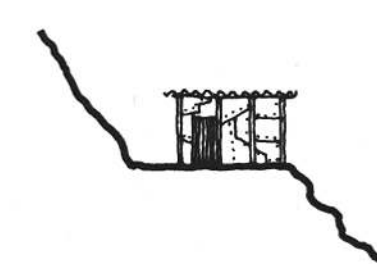
# GRAFICO 1

## USO DE MATERIALES EN EL PROCESO DE SUSTITUCION Y CRECIMIENTO DE LA VIVIENDA EN LOS BARRIOS DE RANCHOS

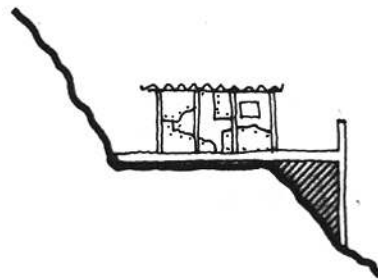
### 1 RANCHOS

#### 1.1 MEJORA DE RANCHO CON BASE ESTRUCTURAL DE CONCRETO

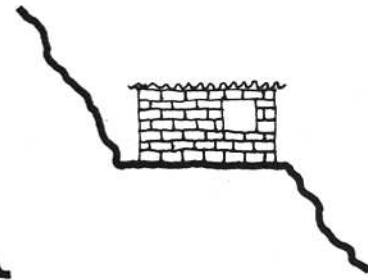
#### 1.2 MEJORA DE RANCHO CON CERRAMIENTOS DE BLOQUES DE CONCRETO



PAREDES: LATON  
PISO: TIERRA  
TECHO: ZINC



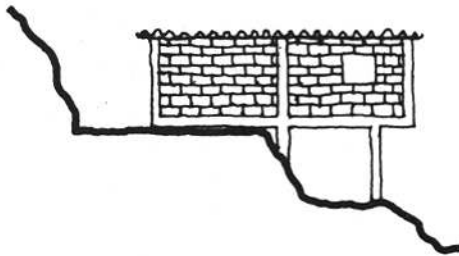
PAREDES: LATON Y CARTON  
PISO: CEMENTO BASE  
TECHO: ZINC MALO O BUENO



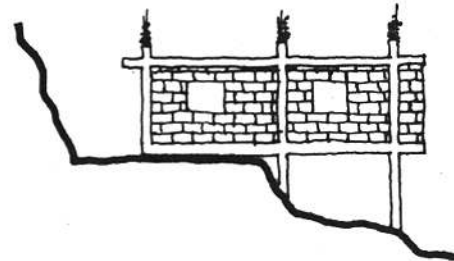
PAREDES: BLOQUES ARCILLA  
PISO: CEMENTO BASE Y TIERRA  
TECHO: ZINC MALO O BUENO

### 2 MEJORA DE VIVIENDA

#### 2.1 VIVIENDA MEJORADA CON MURO DE CONCRETO Y TECHO DE ZINC.

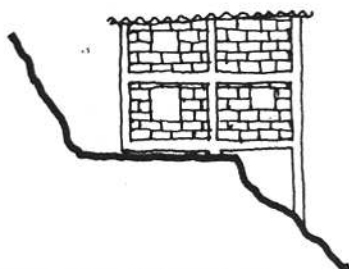


#### 2.2 VIVIENDA MEJORADA CON PILOTES DE CONCRETO Y TECHO DE TABELON.

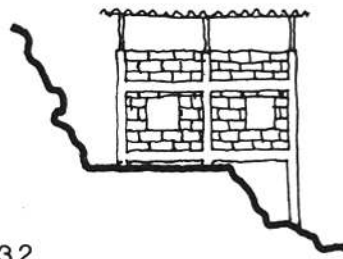


### 3 AMPLIACION DE VIVIENDA

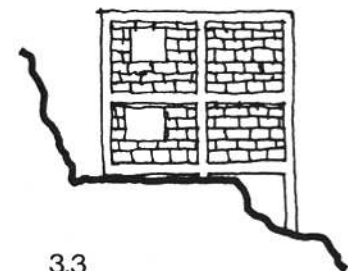
#### 3.1 AMPLIACION CON ENTREPISO DE TABELON, ESTRUCTURA DE CONCRETO Y TECHO DE ZINC.



#### 3.2 AMPLIACION CON SEGUNDA PLANTA SIN ESTRUCTURA, CON ANTEPECHO DE BLOQUES Y TECHO DE ZINC SOSTENIDO CON TUBOS METALICOS.



#### 3.3 AMPLIACION CON ENTREPISO DE TABELON, ESTRUCTURA DE CONCRETO Y TECHO DE PLATABANDA.



especializada por varias razones: superar las dificultades técnicas, garantizar la ejecución de ciertas operaciones y aligerar el proceso de construcción.

3. Las familias en los barrios realizan fuertes inversiones de materiales debido a:

- Que se construye primero con materiales provisionales, que son comprados y luego son sustituidos por otros más resistentes y permanentes.

- Se compran materiales por partes cuyos precios se elevan cada vez más en el mercado.

- En la mayoría de los casos se paga un sobreprecio por acarreo para su traslado al sitio de la obra.

4. El financiamiento proviene básicamente del ahorro familiar y mecanismos de préstamos establecidos entre ellos mismos que cargan altos intereses.

5. La insuficiencia de los recursos disponibles por las familias para autofinanciarse la vivienda conduce a largos procesos de construcción, dilatados lapsos para completar las inversiones necesarias para mejorar y ampliar las viviendas, e impide un mayor aprovechamiento de los recursos ya invertidos.

Con miras a mejorar la construcción de la vivienda en los barrios de ranchos, creemos conveniente superar las dificultades que se presentan. A tal fin señalamos algunas recomendaciones cuyos contenidos hacen referencia a lo planteado en el proyecto PROMAT (7).

## RECOMENDACIONES

**a) Intervención en el uso y comercialización de materiales de construcción:** Insumos con mayor facilidad para su traslado e instalación, materiales sustitutos que permitan abaratar los costos y mejorar la calidad de las construcciones, subsidios dirigidos a la adquisición de materiales de uso más frecuente y cuya inversión pesa en el conjunto de los costos de construcción (cemento, arena, piedra, cabillas, ladrillos, herrería y equipos sanitarios).

**b) Difusión de criterios técnicos que coadyuden el mejoramiento de los procesos constructivos:** Bien sean los asumidos directamente por las familias o aquellos contratados a los obreros de construcción y/o constructores de barrios. Sugerimos se estudien formas de elevar el nivel técnico de los constructores de barrios. La elevación del nivel de esos agentes constructores incidirá en el mejoramiento de la calidad de la construcción.

**c) Introducir mecanismos de financiamiento hipotecario que permitan a algunas familias que viven en los barrios construir una vivienda completa y pagarla en lapsos adecuados de sus posibilidades:**

Estos podrían contribuir también a que muchas de las iniciativas en las inversiones ya realizadas por las familias no se pierdan.

**d)** Consideramos indispensable un estudio en profundidad sobre los mecanismos de financiamiento para las familias autoconstructoras no solventes, tomando en cuenta los criterios económicos del financiamiento hipotecario con los patrones culturales de las familias interesadas. Así mismo buscar vías diversas para resolver las dificultades que presentan por: la falta de recursos para la compra o alquiler de equipos, la ausencia de vialidad vehicular, el desconocimiento de la estabilidad de los terrenos y criterios estructurales para la implantación de las viviendas.

Así mismo, creemos que es indispensable incidir en la organización de los procesos de construcción, de las operaciones que lo componen y la obra en su conjunto. Muchas veces la calidad y los costos de las viviendas están íntimamente ligados a una conveniente organización de la mano de obra, materiales y equipos.

## CITAS

(1) Al respecto ver Iris Rosas. Estudios de indicadores de producción y calidad de la habitación popular. Primer informe de avance. SEU, FAU, UCV/MINDUR. Mimeo, Caracas Noviembre de 1985, Anexo N° 1. Informe Final del mismo Estudio.

(2) Rosas Iris. Producción de Viviendas y Acondicionamiento Urbano en los Barrios de Ranchos. Proyecto CDCH/A-02.87.85. FAU-UCV. Caracas 1986.



(3) Se considera el término autoconstrucción como la modalidad en la cual los miembros de las familias acometen directamente el trabajo constructivo.

(4) Hay barrios, como el caso de Brisas del Paraiso, donde la mayoría de las viviendas no tienen acceso directo a una vía vehicular y el 60% de las mismas están a distancias mayores de los 50 metros de recorrido. Al respecto, ver trabajo presentado por Rosas Iris; Guerrero Mildred y Revoredo Rubén. "Accesibilidad, Mejora y Crecimiento de la Vivienda en los Barrios". SEU/FA/UCV Caracas, Julio, 1986.

(5) Ello no deja de lado el problema geológico que representan los terrenos, asiento de los barrios y el desconocimiento de los pobladores frente a la estabilidad del banqueo realizado.

(6) Al respecto ver las estimaciones realizadas por el Ing. Carlos Romero presentadas en el informe final del "Estudio de Indicadores de producción y calidad de la habitación popular". Caracas, Diciembre, 1986.

(7) MINDUR. Oficina de Estudios para el Desarrollo Habitacional. "Programa de Incentivos de la Innovación de la Producción y Comercialización de Materiales y Componentes para la Habitación Popular". PROMAT.Mimeo. Caracas, 1986.

# **AUTOGESTION DE LA PRODUCCION DE VIVIENDAS CON FINANCIAMIENTO DE CORTO PLAZO UN PROGRAMA A LARGO PLAZO (\*)**

**Alfredo Cilento (\*\*)**

(\*) Ponencia presentada en la XX Convención UP ADI-88: Primer Congreso Panamericano de Vivienda. La Habana, Cuba. Octubre 23 al 27 de 1988.

(\*\*) Profesor Asociado-Investigador del IDEC-FAV-UCV. Ex-Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo UCV.

En esta ponencia se trata de plantear en una forma directa, sin exagerados tecnicismos, una fórmula financiera y productiva, destinada al desarrollo de un Programa de autogestión en la producción de viviendas, contrapuesto al esquema tradicional del financiamiento habitacional. En lugar de construir en el menor plazo y financiar a largo plazo la adquisición de la vivienda, la propuesta se dirige a "construir en el largo plazo con financiamientos sucesivos de corto plazo", con lo cual se elimina el crédito de largo plazo, se economizan intereses y se aumenta la velocidad de rotación de los capitales de préstamo. Esta posibilidad reduce la vulnerabilidad de las instituciones financieras que deben financiar a largo plazo con captaciones de corto plazo. Las familias envueltas en los programas reducen a un 35% el pago de intereses, e inclusive, a pesar de los préstamos a corto plazo, cancelarán cuotas mensuales menores. El sacrificio está en que la vivienda debe ser desarrollada en forma progresiva en un período de 8 a 15 años. Se trata pues de un Programa dirigido fundamentalmente a las parejas jóvenes que crecen en Venezuela en más de 80.000 parejas nuevas por año, con edades entre 15 y 30 años, constituyendo más del 30% de la población.

Se parte de la entrega de una parcela mínima de terreno con la "célula base" de la vivienda que constituyen el crédito inicial de corto plazo. La vivienda se completará progresivamente, mediante créditos adicionales también de corto plazo, una vez cancelado el anterior. La "célula base" puede ser el núcleo inicial de la vivienda, la estructura portante, la vivienda "en piernas", o cualquier otra forma de diseño y sistema constructivo que se adopte, siempre en función de la idea de urbanización y construcción progresiva. El programa se complementa con la creación del Ahorro Habitacional Obligatorio, un Servicio Nacional de Asistencia Técnica y el desarrollo de un Programa de Incentivos a la Producción y Comercialización de Materiales y Componentes para el Habitat Popular (PRO-MAT) (1)

1.- La Política Tradicional de Financiamiento Habitacional se basa en las siguientes permisivas:

- Se financia una vivienda terminada (completa) contruida sobre un terreno de propiedad del deudor ya sea el futuro ocupante de la vivienda o un promotor inmobiliario (persona o empresa).

- La vivienda en proceso de construcción o contruida y el terreno, constituyen la garantía hipotecaria.

- Se propicia que la construcción se realice en el menor tiempo posible.

- Se procura alargar el plazo del crédito para la venta de las viviendas hasta el máximo factible.

- Se trata de reducir la cuota inicial al mínimo.

- Como consecuencia se logra "extraer" al deudor la mayor cuota mensual (capital e intereses), comprometiéndolo con la mayor obligación que pueda soportar.

- Como se trata de financiamiento a largo plazo, en situación inflacionaria las tasas de interés deben fluctuar y generalmente se debe recurrir a la corrección monetaria.

2.- A partir de 1979 Venezuela comenzó a conocer la inflación de dos dígitos, hasta llegar a una tasa del 40% en 1987. En los últimos diez años la política tradicional no ha conducido a parte alguna. La progresiva reducción de las cuotas iniciales y el alargamiento de los plazos de amortización, con tasas de interés variables, superiores al 12% anual y generalmente crecientes en el tiempo, ha creado más problemas de los que

ha resuelto. Sólo los propietarios, que compraron viviendas en épocas de estabilidad monetaria y tasas fijas de interés, se beneficiaron cuando, a partir de 1978, la inflación inmobiliaria hizo crecer abruptamente los precios. Luego de ese momento los mecanismos del sistema financiero habitacional dejaron -cesaron- de tener pertinencia y racionalidad.

- Los bancos hipotecarios y entidades de ahorro y préstamo, no pueden prestar - ni podrán más adelante - a plazos mayores de 15 años. Los que sufren la penuria habitacional no pueden adquirir las viviendas que existen en el mercado o las que pudieran ser ofrecidas a los precios de mercado.

- Los promotores o constructores no pueden ampliar la oferta porque, al nivel de los precios vigentes, no existen compradores (demanda solvente). La oferta tiende a desaparecer, la necesidad persiste y por lo tanto los precios continúan subiendo.

- Al crecer los precios la demanda solvente disminuye progresivamente, lo cual a su vez cercena la posibilidad de incrementar la oferta del mercado. El círculo se cierra... el juego se "tranca".

- En esta situación las familias de ingresos bajos y medios no tienen acceso sino a las viviendas contruidas directamente por el Estado y sólo si son fuertemente subsidiadas. Pero la producción del Estado será siempre limitada si tiene que producir viviendas completas para los sectores necesitados. Aún más problemático es el financiamiento a veinte o más años que se ven obligados a otorgar los entes públicos en las operaciones de venta de las viviendas. El retorno lento y con alta morosidad de los capitales termina paralizando progresivamente los programas oficiales. Los crecientes costos de construcción harán cada vez más pequeñas y de menor calidad las viviendas ofrecidas. Las instituciones públicas de viviendas pierden así su efectividad, su eficiencia y lo que es peor la mística institucional.

Es necesario entonces desarrollar otros enfoques que permitan garantizar, a las familias de ingresos bajos y medios, el acceso a un habitat adecuado.

3.- La contrapropuesta es sencilla y fácil de entender e instrumentar. Es también conocida en su enfoque general.



-Las familias que construyen sus propias viviendas o sus "ranchos", no esperan obtener un crédito por el valor total de la vivienda, o disponer del valor total en efectivo para iniciar la construcción.

-La construcción se realiza una vez obtenido u ocupado el terreno, en un plazo que generalmente toma de 10 a 15 años (o más) que son los plazos normales del crédito hipotecario tradicional.

-La vivienda autogestionada por la familia se construye a medida que se consume, en cambio con el financiamiento tradicional se consume a medida que se paga.

-Las etapas de construcción se realizan según la secuencia o coyunturas de ahorro o ingreso adicionales de las familias. Incluso quienes compran una vivienda terminada, de las ofrecidas en el mercado, continúan por largos años haciendo cambios y modificaciones.

-La vivienda se adapta estrechamente, con las limitaciones obvias, al crecimiento y modificación de la estructura y hábitos familiares, cuando es la familia la que decide acerca del proceso de construcción.

-Las familias pagan una mínima cantidad de dinero (o nada) en interés: no "evaporan" parte de sus ahorros o la totalidad de ellos.

4.- Se trata entonces de encontrar un mecanismo que permita reducir el monto y el plazo de los préstamos y de alargar el período de construcción de las viviendas. Es decir, lo contrario de lo que plantean todas las políticas oficiales, los organismos internacionales y el sistema financiero actual. Se trata de contraponer los siguientes planteamientos:

-La construcción de viviendas para familias de bajos ingresos se realizará sobre la base de un plan, concertado políticamente, a realizarse en un mínimo de 15 años (3 planes quinquenales).

-Se definirá el número de familias a atender en ese período (que iniciarán y terminarán sus viviendas); por ejemplo 100.000 familias por año.

-En el primer quinquenio 500.000 familias recibirán una parcela de terreno y una célula básica bajo la forma de un crédito pagadero en cinco años, con una tasa de interés subsidiada directamente por el Estado (por ejemplo: cuatro por ciento anual).

-Al cabo de cinco años, la familia automáticamente recibe otro crédito similar (actualizado a la fecha) para ampliar o mejorar su

vivienda. El crédito puede ser mayor si la familia ha mejorado su ingreso. El crédito se cancelará también en un plazo máximo de cinco años.

-Al cabo de los 10 años la misma familia puede obtener un nuevo crédito, pagadero también en cinco años. Para este momento la familia probablemente habrá completado su vivienda.

-Este programa permite un retorno total cada cinco años de los capitales invertidos, lo cual permitirá su reproducción ampliada con nuevas familias anualmente. Al final del décimo quinto año se podrá haber asistido a un universo de 1.500.000 familias.

-La administración del financiamiento es sencilla y desburocratizada, pues al tratarse de créditos de corto plazo (máximo cinco años) la recuperación es rápida, y los préstamos pueden ser otorgados también a través de la banca comercial pública y privada.

-Pero lo más importante es que al cabo de quince años la familia tiene una vivienda terminada, ha recibido créditos por el valor total de la misma, pero ha pagado en intereses una cantidad correspondiente al 35% de los intereses causados por un crédito equivalente a la suma de los tres préstamos a la misma tasa en interés de 4% anual. Es decir, suponiendo que se pudiera mantener la tasa del 4% fijo, en el préstamo a 15 años de plazo, se pagaría en interés una cantidad 283,5% mayor que si el préstamo se fraccionara en tres préstamos iguales (o equivalentes, a precios constantes del primer año) con plazo de amortización de cinco años. Quiere esto decir que la familia habrá ahorrado en interés una cantidad cercana al 70% del primer crédito a cinco años, cantidad ésta que habrá podido reinvertir en la vivienda o en su equipamiento (ver anexo).

5.- Se trata pues de un programa de desarrollo continuo que implica la habilitación de tierras y la construcción progresiva de las viviendas. El programa requiere:

-Desarrollar 100.000 parcelas al año y construir en ellas 100.000 células básicas de vivienda, entregadas al precio de Bs. 45.000 cada una, pagaderas en cinco años al 4% de interés. Esto demanda una inversión anual de 4.500 millones de bolívares por año. Al sexto año debe disponer de los mismos 4.500 millones adicionales para garantizar los segundos créditos de las primeras 100.000 familias, pero para ese momento se habrán

recuperado los primeros 4.500 millones, más los intereses, menos los saldos en mora.

Al cabo de 15 años, con una inversión nueva de 4.500 millones de bolívares anuales (a precios de 1988) se habrá atendido una población de 1.500.000 familias, las cuales habrán dejado de pagar intereses por alrededor de 3.150 millones de bolívares, que probablemente habrán reinvertido en sus propias viviendas y equipamientos.

6.- Las parcelas y unidades base serán desarrolladas por los entes correspondientes del Sector Público. Podrán también ser sometidas a concurso público simple: se compran todas las unidades construidas (no proyectos) que cumplan con características preestablecidas de precio, tamaño, calidad y localización. Se adquirirán de contado y en la medida que vayan terminándose. La parcela y unidad básica constituyen el primer crédito. Empresas privadas, cooperativas, gremios, podrán participar en el programa aportando los fondos para construir. Una vez terminadas las viviendas el ente público adquirirá la parcela y la otorgará a la familia.

7.- El ente público podrá también adquirir componentes para ensamblar las unidades base y para los créditos siguientes destinados a la ampliación. Las contrataciones seriales de componentes (es decir, compras anticipadas o a futuro) se efectuarán mediante precios preestablecidos anualmente. Los suplidores deberán cumplir con la calidad y precios acordados y si no lo hacen quedan fuera del Programa. Esta competencia incentiva la producción y la calidad. También se podrían incluir algunos equipos del hogar indispensables, que las familias adquieran normalmente a crédito en el comercio; con esto se lograrían precios más bajos y mejoras en algunos diseños dadas las economías de escala que se generarían.

Se establecerán plantas productoras de componentes diseñados al efecto, administradas por empresas cooperativas o sociedades civiles con participación de ingenieros y arquitectos (Inserción profesional en los programas). También participarán las empresas productoras existentes, como ha sido señalado antes.

8.- Los créditos serán manejados por la banca comercial pública o privada, a través de un programa especial de créditos supervisados. Los

fondos que el Estado destine para tales efectos serán colocados en fideicomiso en los bancos respectivos. No se trata de un Programa destinado a auxiliar financieramente a la banca hipotecaria o a las entidades de ahorro y préstamo, las cuales pueden sumarse o no a la política planteada.

Si así lo desean, lo harán con sus propios recursos y el Estado podrá decidir si subsidia intereses directamente a los adquirentes.

9.- El Programa está dirigido a aquellas familias que puedan pagar un crédito de Bs. 45.000 o más en cinco años, al 4% anual. Es decir, a las familias que puedan cancelar al menos Bs. 845,00 mensual. También podría establecerse la cuota como porcentaje fijo del ingreso familiar.

Si se establece que el porcentaje del ingreso que puedan destinar las familias al pago del servicio habitacional es el 20%, el ingreso familiar mínimo para acceder al programa sería de alrededor de Bs. 4.225,00, lo que actualmente equivale en Venezuela, aproximadamente a 1,5 veces el salario urbano mínimo.

Se puede decidir también que el monto del préstamo que pueda recibir la familia no debe superar a 10 veces el ingreso familiar mensual, poniendo como límite a las familias que devengan hasta 3 veces el salario mínimo urbano.

10.- El Programa se plantea inicialmente sobre la base de viviendas unifamiliares, pero no tengo ninguna duda acerca de la posibilidad de ampliarlo a viviendas multifamiliares de baja altura, de desarrollo progresivo. Para ello debe iniciarse una investigación específica que abarque los siguientes aspectos:

- Estructuras de soporte de viviendas multifamiliares de crecimiento progresivo.

- Instalaciones sanitarias y eléctricas básicas y formas simples de extensión.

- Componentes constructivos livianos de fácil transporte y montaje.

- Equipamiento complementario modular de fácil comercialización.

Un concurso a nivel nacional o latinoamericano pudiera realizarse, a fin de recoger proposiciones e ideas al respecto.

11.- Este es un Programa dirigido a un sector de la población actualmente excluido del mercado por su limitada capacidad de endeudamiento. No está

dirigido a las familias sin capacidad de pago, tampoco es un Programa destinado a damnificados o desalojados desempleados. Como programa de inversión recuperable o de retorno confiable, puede ser concertado adicionalmente a través de la contratación colectiva o mediante convenios con Instituciones, Empresas, Gremios y otras organizaciones sociales o comunitarias.

12.- Los fondos para el Programa se pueden obtener a través de un mecanismo similar al ahorro obligatorio.

Para ello se establecerá la obligación de todo patrono de aportar, depositando en cuentas individuales de cada trabajador, un porcentaje de la nómina de sus empleados y trabajadores que puede fijarse entre el 3% y el 5% del salario. Este aporte debe ser entendido como parte de una compensación general de salarios, destinado a reducir el deterioro real del salario de los trabajadores. Se puede establecer como límite el universo de trabajadores que debengan sueldos y salarios inferiores a 8 salarios mínimos urbanos.

Las cantidades abonadas en la cuenta de los trabajadores sólo podrían ser movilizadas para la adquisición o mejoramiento de la vivienda de la familia, o en caso de fallecimiento, incapacidad total o pérdida de la relación laboral.

13.- Para el manejo del Programa se puede crear una institución Ad-Hoc, como el INFONAVIT de México, o asignarlo como un Programa Especial o un Servicio Autónomo del Ministerio o Ente Público respectivo. Las cantidades abonadas en las cuentas de los trabajadores, serán depositadas en cuentas del Ente del Programa, con cuyos fondos se desarrollarán las urbanizaciones y se otorgarán los créditos respectivos.

El Ente del Programa administrará también un Servicio Nacional de Asistencia Técnica (SENAT) el cual tendrá como objetivo fundamental prestar asesoramiento técnico integral para la autogestión de los programas de desarrollo progresivo, mejoramiento de las viviendas existentes y desarrollo de cooperativas y sociedades civiles que se han mencionado. Este servicio operará mediante concesiones, convenios o contratos con universidades o instituciones y organizaciones públicas y privadas no lucrativas para promover, dirigir, administrar o coordinar los programas específicos de ayuda técnica y supervisión de los desarrollos amparados por el Servicio.

14.- El SENAT implementará adicionalmente un Programa de incentivos a la innovación en la producción y comercialización de materiales y componentes para el habitat popular (PRO-MAT), destinado a la racionalización, producción y distribución de materiales y componentes, así como en los campos de innovación tecnológica, información y difusión acerca de materiales, componentes, sistemas constructivos, tecnología, etc..

PRO-MAT plantea las siguientes acciones:

A.- Racionalización del inventario de insumos para la habitación popular, a fin de definir el mercado de materiales y componentes y desarrollar la logística industrial más efectiva.

B.- Racionalización de la distribución de los materiales y componentes para el habitat popular, a fin de poner en funcionamiento mecanismos que mejoren los procesos de comercialización y logren efectos dinamizadores y de reducción de precios en el mercado.

C.- Promoción industrial que estimule un cambio tecnológico en la producción del habitat popular.

- Promover la producción de materiales y componentes que abaraten y racionalicen los procesos productivos.

- Promover la innovación tecnológica, en materiales y componentes, orientada a mejorar la calidad y facilidad de participación de las familias en la construcción de sus viviendas.

- Promover la organización de la mano de obra local a fin de racionalizar los procesos constructivos.

- Incentivar la constitución de pequeñas y medianas empresas para la producción de materiales y componentes.

- Normalización e intercambiabilidad de componentes constructivos.

D.- Innovación tecnológica y promoción a la producción con el fin de incorporar el aparato productivo al Programa.

- Utilización del Programa para la introducción de nuevos productos.

- Desarrollo de nuevas líneas de producción en industrias existentes.

- Incentivos y desgravámenes para estimular la producción de materiales y componentes de interés para el Programa.



- Apoyo crediticio con intereses mínimos a las pequeñas empresas de producción a nivel local.
- Estímulo a la producción de componentes manufacturados (puertas, ventanas, piezas sanitarias, herrajes, etc.) facilitando los procesos de exportación mediante la creación, dentro del SELA, de una Empresa Multinacional de Comercialización de Materiales y Componentes Innovados.

E.-Difusión y adiestramiento como canales fundamentales para la introducción de materiales, componentes y técnicas en los procesos de producción de la habitación popular.

#### CITAS

(1) Hernandez Osuna, H. PRO-MAT. Revista Tecnología y Construcción N° 1986. IDEC-FAU-UCV. Caracas.

### ANEXO

A.- Monto de cada crédito de corto plazo: Bs. 45.000

Primer crédito: Bs 45.000 a cinco años plazo con 4% de interés.

Cuota mensual: Bs.842,36

Total capital e intereses en 5 años: Bs. 50.541,30

Total Intereses: Bs. 5.541,30

Segundo y Tercer Crédito: iguales o equivalentes al primero (a precios del primer año de Programa)

Total intereses causados:  $2 \times 5.541,30$ : Bs. 10.082,60

Total intereses causados por los tres créditos: Bs. 16.623,90

B.- Monto de un crédito a largo plazo, equivalente a los tres de corto plazo: Bs 135.000,00

Plazo: 15 años. Tasa = 4% anual.

Cuota Mensual: Bs. 1.011,82

Total Capital e interés en 15 años: Bs. 182.128,11

Total interés: Bs. 47.128,11

Rel. 1:  $16.623,90 / 47.128,11 = 0,35$

Rel. 2:  $(47.128,11 - 16.623,90) / 45.000 = 0,678$

Obsérvese que además de la reducción en el monto de los intereses causados la cuota mensual correspondiente al crédito a quince años es un 20% mayor, lo cual excluye a un número importante de familias del Programa.

# LA REHABILITACION DE BARRIOS EXISTENTES COMO EXPERIENCIA DOCENTE EN LA ESCUELA DE ARQUITECTURA DE LA FAU (\*)

Federico Villanueva (\*\*)

(\*) El presente trabajo constituye la versión en castellano de la primera parte del informe "Etude preliminaire sur la restructuration d'un ensemble de BARRIOS DE LAS ADJUNTAS Caracas-Venezuela", por Teolinda Bolívar y Federico Villanueva. Sector de Estudios Urbanos, Escuela de Arquitectura FAU-UCV. Association de Recherche Cooperative Internationale Transformations Socio-Economiques et Dynamique Culturelle, Division de la Population et des Etablissements Humains UNESCO.

El Taller Vivienda fué una experiencia conjunta de los Sectores de Estudios Urbanos y de Diseño de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV, en el mismo participaron los profesores: Federico Villanueva, coordinador y Josefina Baldó, Teolinda Bolívar, Henrique Hernández, Alejandro López, Juan José Martín, además de asesores en diversas especialidades: Alfredo Cilento, Roberto Pérez Lecuna, Rodolfo Sancio, Guillermo Mac Quhae, Enrique Arnal y 26 estudiantes, muchos de ellos graduados en Julio próximo pasado.

(\*\*) Profesor Agregado-Investigador del Sector de Estudios Urbanos FAU-UCV. Coordinador de los Talleres Vivienda I y II dictados en la Escuela entre 1986 y 1989.

La primera parte del trabajo del Taller Vivienda del Sector de Estudios Urbanos y del Sector Diseño de la Escuela de Arquitectura de la FAU-UCV, se concentró en el desarrollo de los aspectos técnicos, de arquitectura e ingeniería del diseño urbano de rehabilitación de áreas ocupadas por pobladores de bajos ingresos en asentamientos no controlados existentes. Entendemos que esta política no puede adelantarse sino en gran escala y vinculada a una política de nuevas urbanizaciones de desarrollo progresivo para los pobladores urbanos de los mismos menores ingresos. También que los aspectos técnicos sólo cristalizan una parte de la política, que debe cubrir además aspectos financieros, de organización y gestión estatal y de la organización de los pobladores.

Este enfoque sobre las políticas de vivienda apropiadas para cubrir las necesidades de los pobladores urbanos de bajos ingresos en países de Africa, Asia y América Latina, se encuentra recogido en documentos de organismos internacionales como el del Banco Mundial "Proyectos de Lotes y Servicios" (Washington, 1974), las mismas bases documentales del "Año Internacional de la Vivienda para Personas sin Hogar (1987)" del Centro de Asentamientos Humanos de las Naciones Unidas, y en importantes investigaciones internacionales como la de Aprodiso A. Laquian, publicada como "Vivienda básica, políticas sobre lotes urbanos, servicios y vivienda en los países en desarrollo" (CIID, Ottawa, 1985).

Para la primera parte del Trabajo del Taller Vivienda nos basamos en este tipo de orientaciones generales, en la experiencia profesional en diseño de urbanizaciones de algunos de nuestros profesores y en los elementos provenientes de muchos años de indagaciones sobre los barrios y los ranchos venezolanos que han adelantado diversos investigadores, entre los que se destaca la Dra. Teolinda Bolívar, profesora de nuestro Taller. Ya en una fase anterior del Taller Vivienda nos habíamos ocupado del diseño de anteproyectos de urbanización y de viviendas en nuevas urbanizaciones de desarrollo progresivo.

Como en aquella oportunidad, el Taller Vivienda acotó su actuación al campo más directo de nuestra competencia profesional como arquitectos, en los aspectos técnicos de diseño urbano, arquitectura e ingeniería, muchas veces poco considerados en las políticas para los asentamientos existentes de los pobladores urbanos de menores ingresos.

La política característica del Estado venezolano sobre este problema, fundamentada ideológicamente en la ilusión de que se trata de asentamientos provisionales, cuyos habitantes podrían ser trasladados a conjuntos de nuevas viviendas adecuadas y de construcción instantánea, incluye el obviar la necesidad de proyectos generales de diseño urbano e ir efectuando a lo largo de muchos años, inversiones en obras desordenadas entre sí, que no alteran ni mejoran la estructura fundamental del barrio, pero que sumadas alcanzan grandes cifras que sólo han servido para introducir redes deficientes de algunos servicios en ciertas zonas de los barrios, para reparaciones recurrentes de algunas obras o para el maquillaje monocromático de las fachadas de los ranchos en algunas ocasiones especiales.

Pero la ideología dominante sobre el futuro de los barrios de ranchos venezolanos ha venido cambiando y en la recientemente aprobada Ley Orgánica de Ordenamiento Urbanístico puede leerse, como parte del contenido de los Planes de Desarrollo Urbano Local (Artículo 34):

*"8. La identificación de las áreas de desarrollo urbano no controlado, con la indicación de las características a corregir con el fin de incorporarlas a las estructuras urbanas".*

De allí la importancia de la demostración de las

posibilidades técnicas de rehabilitación e "incorporación a la estructura urbana" de los barrios existentes, tarea fundamental asumida por el Taller Vivienda.

La primera parte del trabajo comenzó con la evaluación del trazado urbano general y del trazado de servicios de infraestructura de una zona de barrios situada en la periferia de la ciudad de Caracas, en Macarao, con una buena accesibilidad general al sistema urbano de transporte y a las redes generales de servicios de infraestructura (ver Plano 1 de localización de la zona dentro de la ciudad).

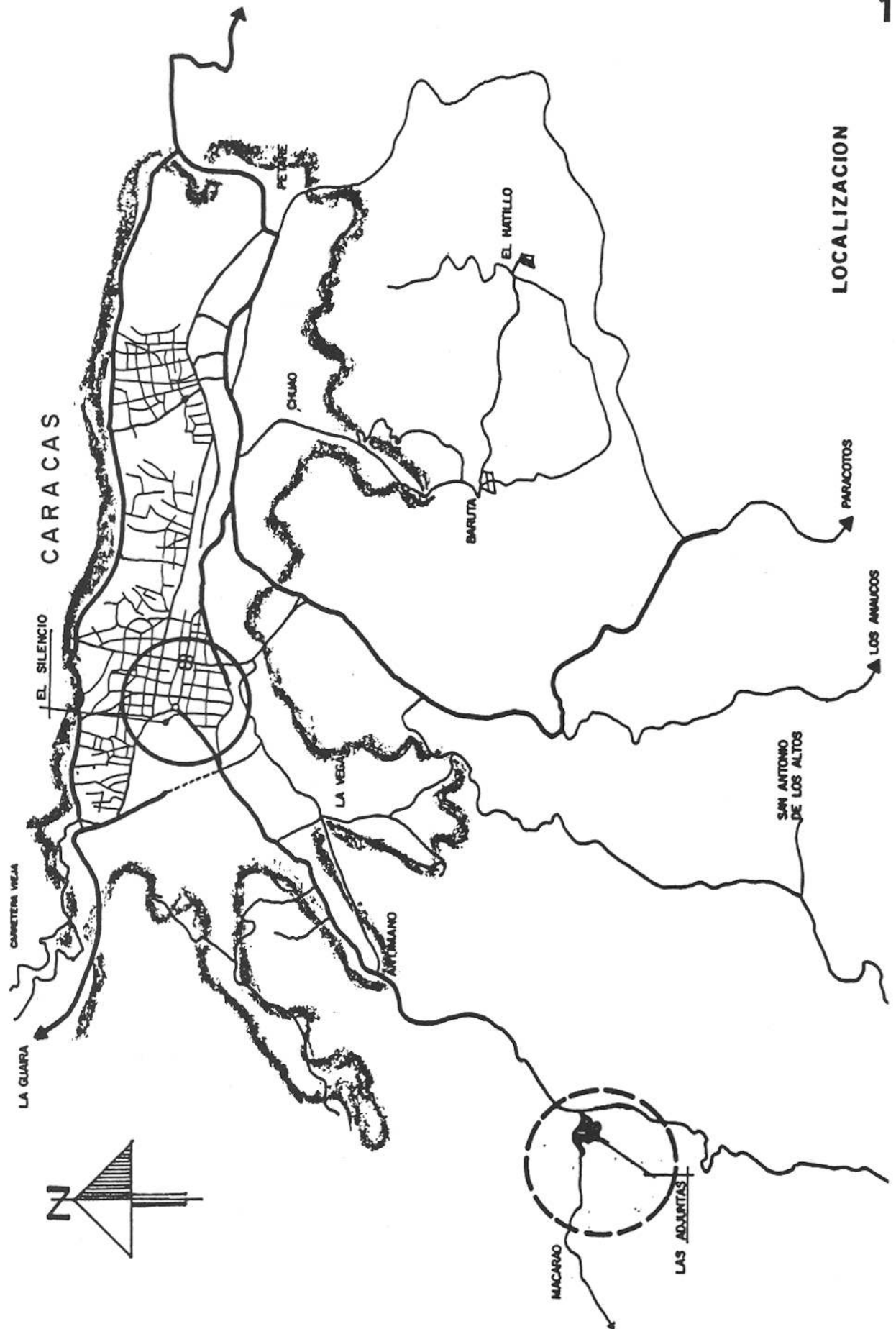
El asentamiento no controlado corresponde a tres barrios principales: Santa Cruz, Los Pinos y parte de Corral de Piedra. Internamente se presentan otros sectores diferenciados como el Mamón, Alta Santa Cruz y Nueva Era (ver Plano 2 de barrios dentro de la zona). El área total de la zona es de 31.4 Has., con un número estimado de 11.507 habitantes ocupando 1798 unidades de vivienda. Estas últimas, equivalentes al número de familias, se estimaron presumiendo que cada construcción de una planta (1.319 en total) servía a una familia, que las de 2 plantas (199 en total) servían a dos familias y que las de tres plantas (27 en total) correspondían a tres familias.

En cuanto al número de personas por familia (6.4) nos basamos en un censo efectuado con anterioridad en la zona, bajo la coordinación de la profesora Bolívar (1).

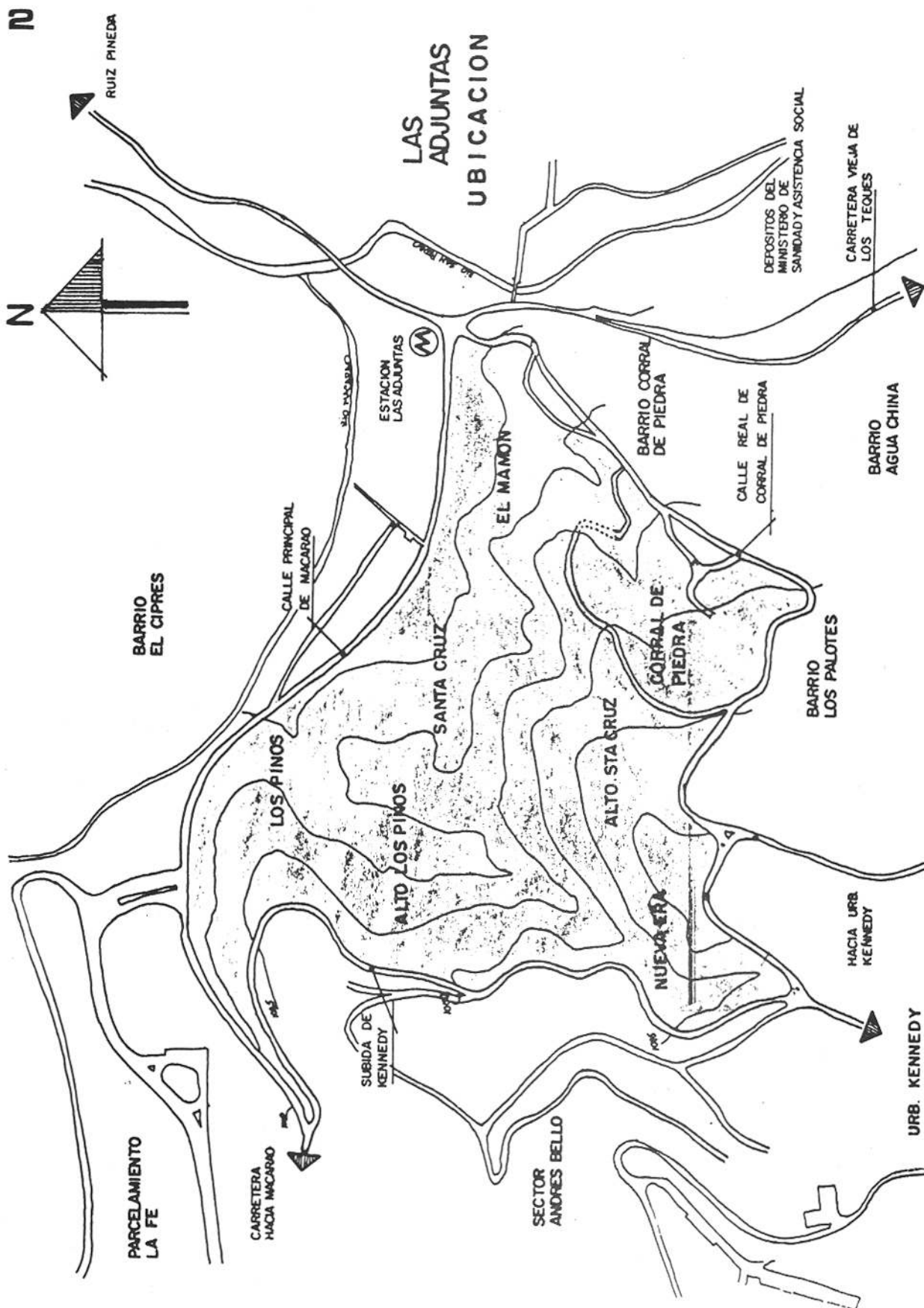
El terreno presenta fuertes pendientes, con un promedio del orden del 44%, como puede apreciarse en el siguiente cuadro 1 (ver Plano No 3).

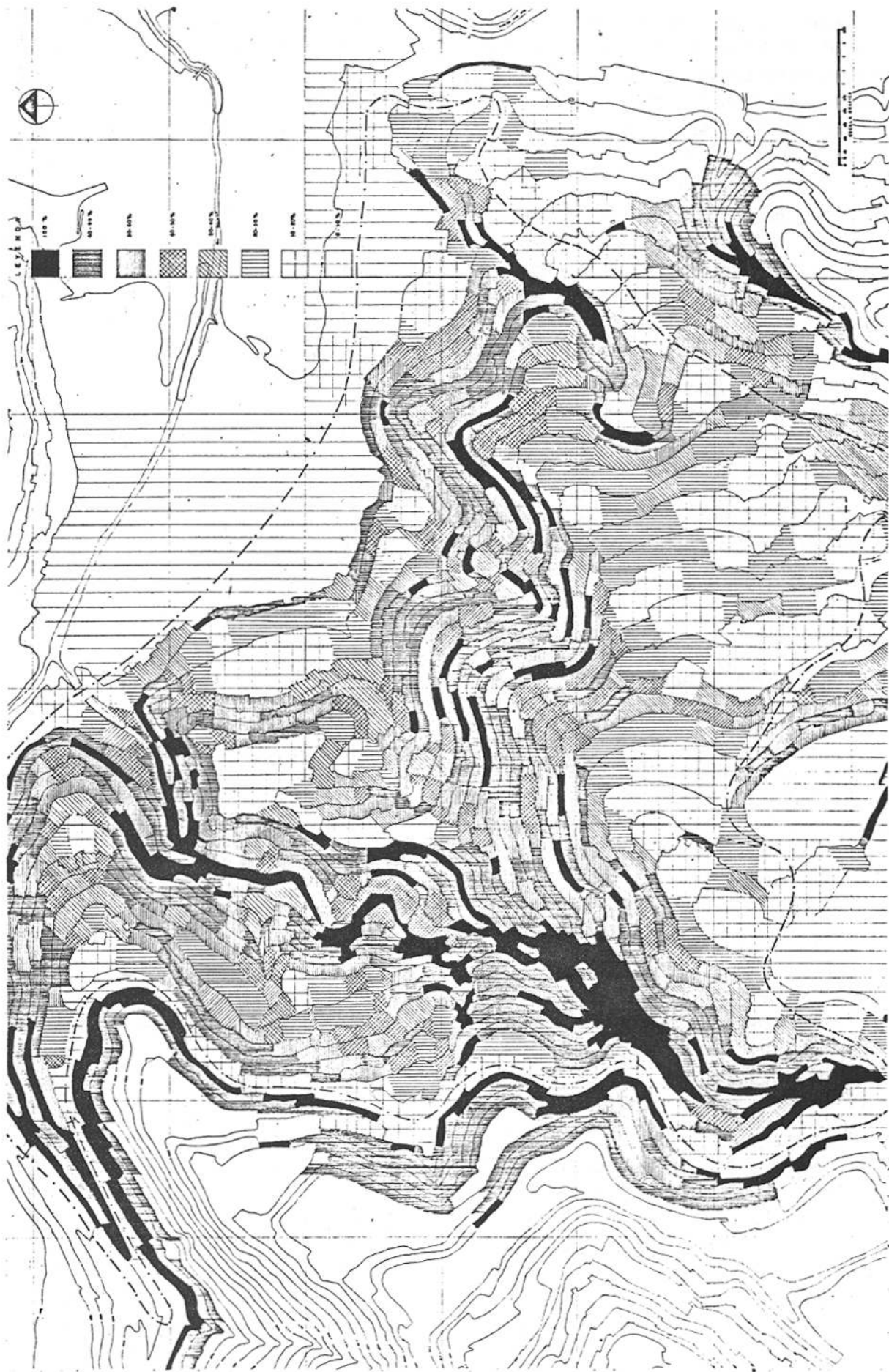
CUADRO 1  
PORCENTAJES  
DE RANGOS DE PENDIENTES

RANGO	AREA	% DEL TOTAL
0 - 20%	8.00 Ha	25.40%
20 - 40%	7.09 Ha	22.52%
40 - 60%	7.46 Ha	23.70%
> 60%	8.87 Ha	28.20%









Este tipo de topografía corresponde a la dominante en las zonas de barrios de la ciudad de Caracas, donde apenas un 3% de los desarrollos no controlados se encuentran en áreas intersticiales dentro del tejido de la ciudad y el resto se encuentra en colinas, bordeando el valle.

La densidad bruta promedio en el área de estudio es de 360 Hab/Ha. También en este sentido es altamente representativa de los barrios caraqueños, cuya densidad promedio general se ha estimado en 366 Hab/Ha (2).

Además, los asentamientos en la zona se han desarrollado a lo largo de 30 años (ver Plano N° 4, de evolución de las construcciones en el área), lo que la califica como una zona de barrios consolidados, donde existen desde construcciones precarias con materiales de desecho, hasta edificaciones consolidadas de dos y tres plantas "macizadas" sobre las vías vehiculares (ver Plano N° 5, de construcciones existentes y Plano N° 6, de fotografías o dibujos de tipologías edificatorias)(3). Este tipo de barrios consolidados con una edad superior a los 20 años constituyen más de la mitad de los barrios caraqueños.

Un equipo de tesis de pregrado de Arquitectura, con varios profesores de la Universidad Central de Venezuela y con asesores especializados de muy alto nivel, realizó el análisis físico del sitio seleccionado, empleando la metodología desarrollada en el Urban Settlement Design Program del Instituto Tecnológico de Massachusetts (M.I.T.) por los Profesores Horacio Caminos y Reinhard Goethert.

Se analizaron diversos aspectos, agrupados en tres grandes renglones: condiciones naturales y ambientales, servicios y equipamientos colectivos y formas de desarrollo.

Fuimos particularmente cuidadosos en la evaluación de las condiciones geológicas del sitio, bajo la supervisión de ingenieros geotécnicos especializados en rocas blandas. Por este lado llegamos a la conclusión de que el asentamiento podía mantenerse en el sitio y que las intervenciones de rehabilitación son perfectamente posibles, empleando las técnicas adecuadas (ver Plano N° 7, de condiciones geológicas).

Las conclusiones fundamentales de la evaluación del trazado urbano general y de los trazados de servicios de infraestructura ya existentes en el sitio fueron las siguientes:

Por una parte el área pública, es decir, las redes viales vehiculares y peatonales representan apenas la mitad del área mínima necesaria para alcanzar condiciones de accesibilidad, de integración urbana, de control de densidad y de calidad espacial suficientes y comparables a las de cualquier urbanización proyectada con criterios de optimización de resultados y minimización de costos de inversión y de mantenimiento.

El déficit de áreas públicas es particularmente agudo en vías vehiculares, lo que en las condiciones topográficas prevalecientes significa un ascenso o descenso de más de 29 pisos para los pobladores localizados más desfavorablemente cada vez que salgan de sus casas, con las consecuentes dificultades de vida, sobre todo si consideramos los viajes con cargas, la disposición de desechos, las situaciones de emergencia y las condiciones para los pobladores enfermos o de avanzada edad.

Por otra parte, el tejido laberíntico de la red de estrechas y precarias veredas y escalinatas peatonales lleva la longitud de las áreas públicas hasta un índice de casi 400 metros por hectárea, inaceptable por exceso para su adecuada construcción y mantenimiento por parte del Estado.

Es decir, que nos encontramos con muy poca área vial, especialmente vehicular, combinada con un exceso de longitud de la misma red (ver cifras de desarrollo existente y de normas en Cuadro 2 de Redes Viales anexo. Ver también Plano N° 8, de Esquema de Red Vial Existente).

En cuanto a las áreas semi-públicas, destinadas a servicios comunales de diversa índole, éstas son prácticamente inexistentes aparte de algunos pequeños servicios informales y una escuela formal localizada dentro del terreno. Por tanto, se requiere la liberación de áreas o la creación de terrenos con un mínimo de 2.36 Ha. para servicios educacionales, de casas comunales, recreacionales y deportivos, según el Programa que aparece en el Cuadro 3 anexo.

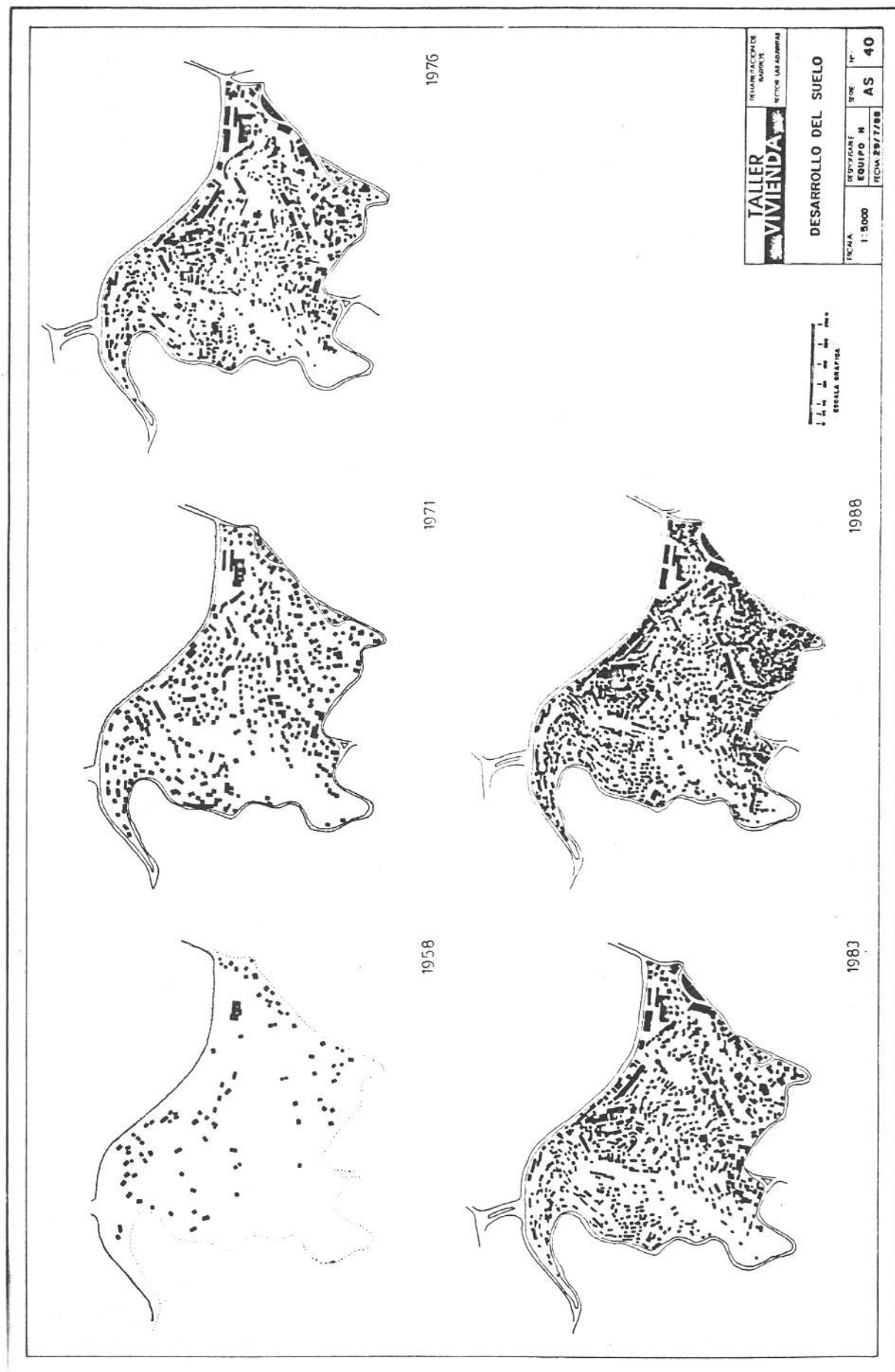
CUADRO 2  
CUADRO DE REDES VIALES

	VIALIDAD PEATONAL				VIALIDAD VEHICULAR				TOTAL			
	TOTAL M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup> /Ha.	TOTAL ML/Ha.	ML/Ha.	TOTAL M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup> /Ha.	TOTAL ML/Ha.	ML/Ha.	TOTAL M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup> /Ha.	TOTAL ML/Ha.	ML/Ha.
Desarrollo Existente	15.800	503.19	9.905	315.44	15.400	490	2.490	79.30	31.200	993.63	12.395	394.74
Normas Límite										1.800 3.000		150 230
Caso Proyecto A	10.700	340.76	2239.5	71.32	38.900	1238.85	4674.9	148.88	49.600	1579.6	6914.4	220.20
Caso Proyecto B	11.100	353.5	3.413	108.69	29.700	945.86	3926.5	125.05	40.800	1299.36	7339.5	233.74

CUADRO 3

	AREAS SEMI-PUBLICAS	EXISTENTE m <sup>2</sup>	PROPUESTO DE ADECUADO A NORMAS MINIMAS m <sup>2</sup>	TOTAL m <sup>2</sup>
<b>Educacional</b>				
1 Escuela Básica		6.200		
1 Ciclo Básico			4.788	
3 Pre-escolares de 720 m <sup>2</sup> /cu.			2.160	
SUB-TOTAL		6.200	6.848	13.048
<b>Recreacional y Deportivo</b>				
Area juego niños 1-5 años			3.700	
Area juego niños 6-10 años			3.800	
Areas deportivas			6.500	
SUB-TOTAL		-----	14.000	14.000
2 Casas Comunales		2.700		
SUB-TOTAL		-----	2.700	2.700
TOTAL		6.200	23.648	29.848

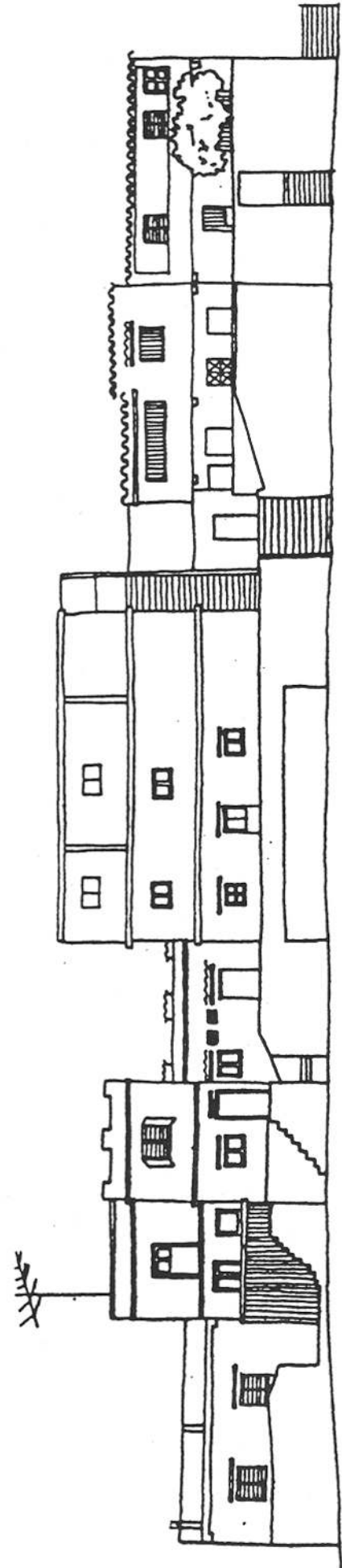
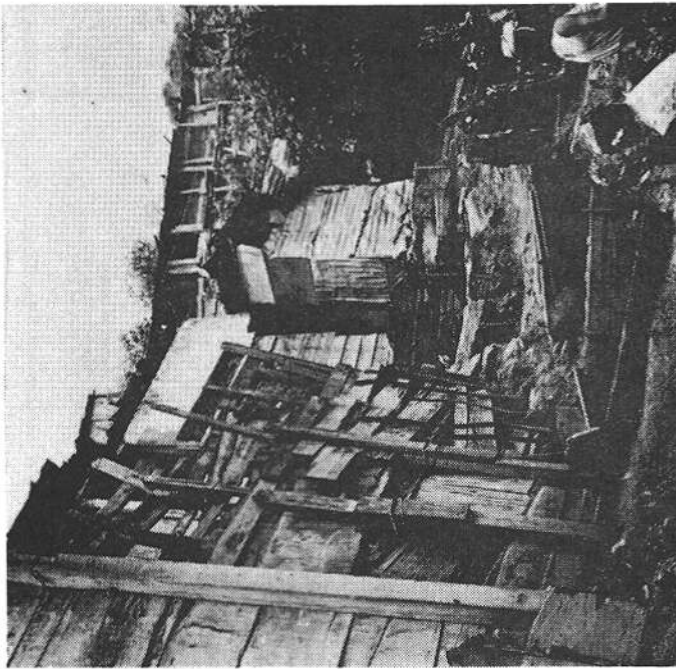
4





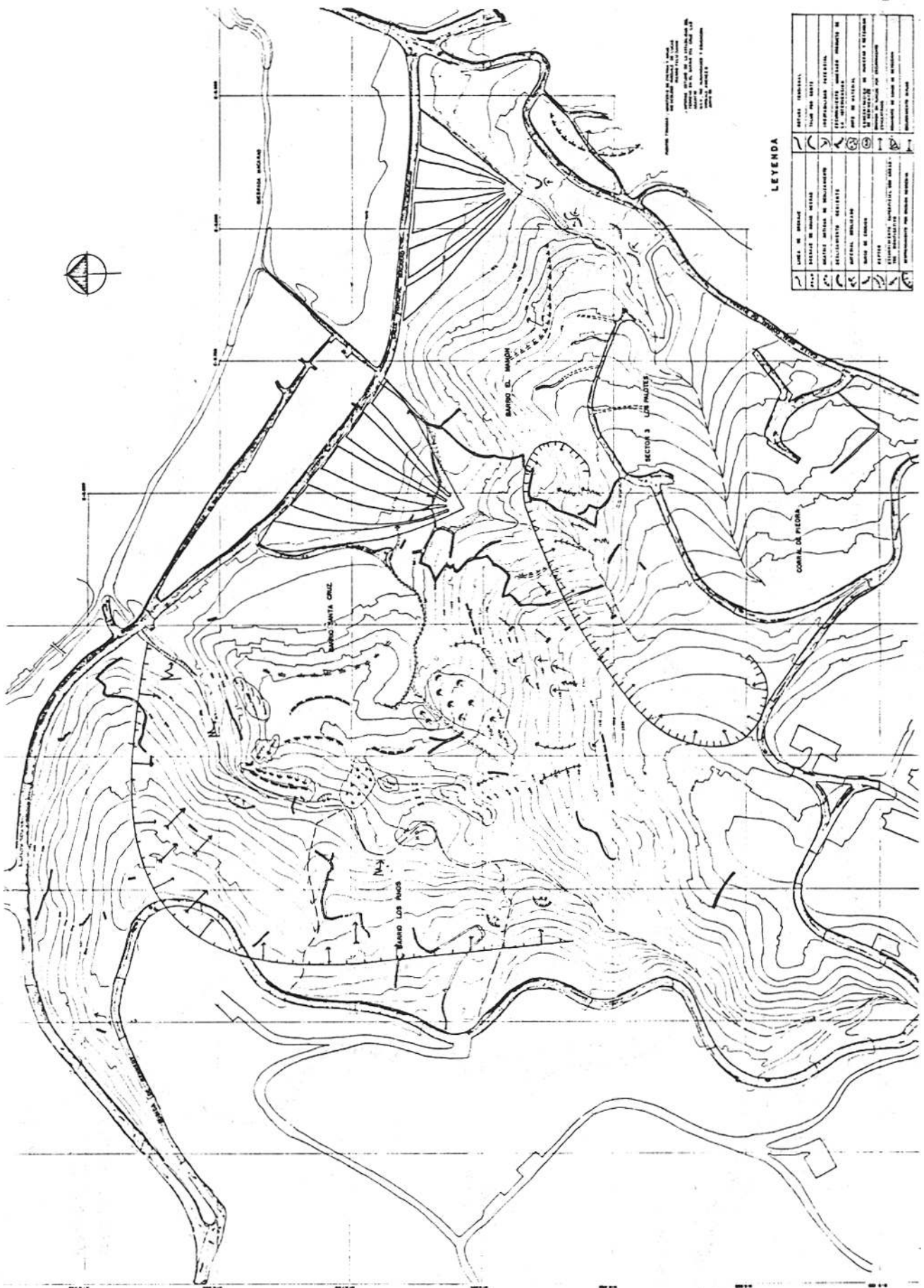


# 6



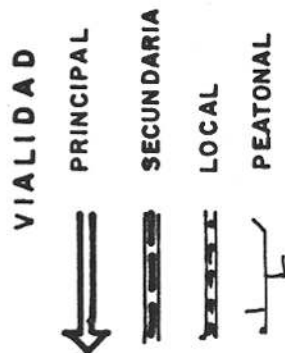
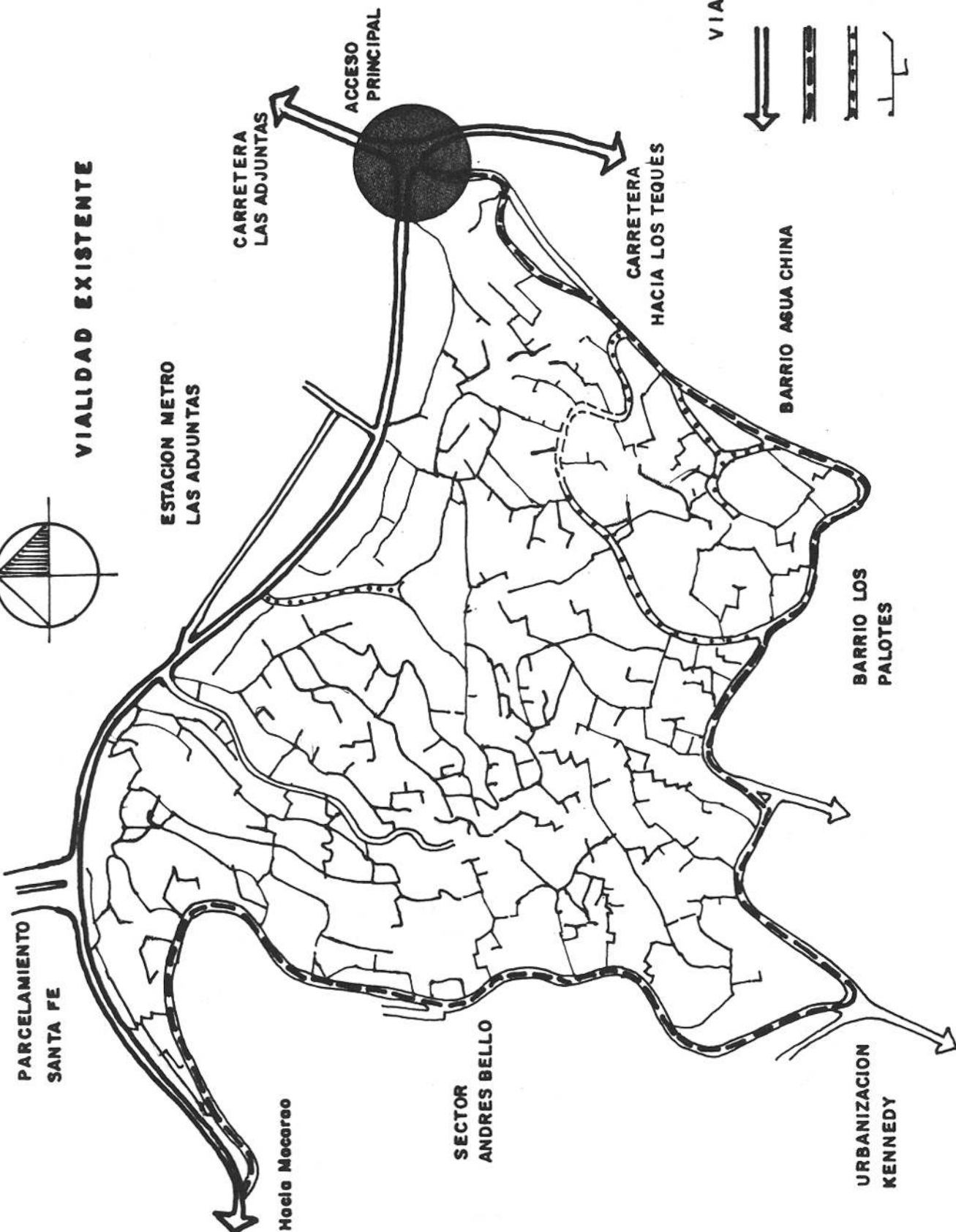


7



8

# VIALIDAD EXISTENTE



Las condiciones de las áreas públicas, así como el tipo de intervenciones puntuales y limitadas que ha venido haciendo el Estado en los últimos treinta años, hacen que el trazado de redes de infraestructura, particularmente drenaje, acueducto, cloacas y servicio eléctrico, sea altamente insuficiente e inadecuado y poco aprovechable para la rehabilitación de la zona, aunque la mayor parte de las viviendas precariamente servidas no vayan a ser afectadas por la rehabilitación urbana. Las redes de servicios de infraestructura no sirven por igual a todas las viviendas de los tres barrios, pasan en parte a través de áreas de posesión privada, están sub o sobre-dimensionadas y no constituyen sistemas técnicamente proyectados que permitan un funcionamiento eficiente y continuo y un mantenimiento y reparación adecuados.

Partiendo de los problemas esenciales detectados con el análisis del sitio, en el Taller Vivienda se desarrollaron más de veinte pruebas de diseño de anteproyectos individuales de rehabilitación urbana, para corregirlos.

El aspecto fundamental en la rehabilitación urbana de asentamientos existentes es la creación de nuevas vías vehiculares, que permitan disminuir el número de "pisos" que deberán subir o bajar los pobladores desde o hacia el transporte motor de personas y objetos. En este sentido, los diseños del Taller debían crear un trazado vial que incorporase a lo existente desde un mínimo de 1.5 Km. hasta un máximo de 3 Km. de nuevas vías para vehículos, tratando en cada caso de minimizar el número de pisos de ascenso o descenso peatonal de los pobladores.

Todos los anteproyectos de diseño urbano de rehabilitación debían reducir sensiblemente la longitud de la red pública peatonal, permitiendo así la reconstrucción adecuada de esta y su mantenimiento y reparación a costos razonables a cargo de los entes estatales.

Así mismo, cada uno de los anteproyectos de diseño urbano debía liberar o crear áreas suficientes para los servicios comunales, con las condiciones topográficas, formales y de ubicación y agrupación adecuadas para cada uno de ellos, distribuidos adecuadamente en toda la extensión del área de estudio.

Además, las familias que fuesen afectadas por la rehabilitación y la creación de nuevas áreas públicas y semi-públicas debían ser reubicadas dentro de los mismos barrios, en viviendas con condiciones superiores a las de las viviendas demolidas, y cuyos costos se computarían como parte de los costos generales de urbanización a cargo del agente rehabilitador, impidiendo así los desplazamientos de población actualmente residente en los barrios en estudio.

También cada anteproyecto de diseño urbano debía presentar esquemáticamente los nuevos trazados de redes de infraestructura, a través de las áreas públicas y prestando el servicio, ahora sí, a toda la comunidad residente en condiciones técnicas adecuadas.

Después de algunos meses de trabajo, cada uno de los tesisistas del Taller Vivienda presentó una solución individual capaz de resolver estos problemas, con una estimación de los costos de la intervención propuesta.

Los diversos anteproyectos de diseño urbano de rehabilitación fueron concebidos para guiar una intervención, en escala sólo manejable por el Estado, tanto en término de inversiones como en términos de tecnologías aplicables y tipos de contratos de construcción necesarios. Esto en referencia al aspecto técnico, arquitectónico e ingenieril del diseño urbano. Pero desde luego supone también la intervención estatal en términos de la política de organización y de trabajo social, así como la presencia de la comunidad organizada como interlocutor válido para permitir la rehabilitación y sensible mejoramiento de su hábitat.

Por otra parte, la rehabilitación urbana supone también ciertos trabajos que pueden ser ejecutados por grupos de familias, con asistencia del Estado, en las áreas que delimitaron los anteproyectos como semi-privadas, compartidas en condominio entre esos grupos de familias.

Por último, la base del mejoramiento de las áreas privadas, individuales de cada familia y al alcance de su propia gestión, es por una parte el mejoramiento de las condiciones materiales generales del barrio,

entre ellas la accesibilidad, y por otra parte la evaluación de la cuestión de propiedad, es decir, de la legalización de la posesión existente, luego de que se produzca la intervención de rehabilitación urbana, y vinculada a que esta se realice. Este último factor es decisivo, por cuanto, la inexistencia de propiedad o posesión legalizada previa, permite operar al Estado sin costos especulativos de expropiación y la entrega de los terrenos en posesión legalizada luego de la rehabilitación, permite estimular la participación y el interés de los pobladores ya asentados en el sitio.

Del conjunto de anteproyectos de diseño de rehabilitación pueden extraerse algunas conclusiones importantes:

Es técnicamente factible introducir vías públicas vehiculares en áreas de barrios con fuertes pendientes y con una ocupación previa densa, minimizando costos y minimizando la afectación de viviendas existentes.

Estos últimos factores dependen por una parte del nivel de intervención adoptado. Por otra parte, y en cierta medida relacionado con el nivel de intervención, está la selección de la tecnología a emplear para la construcción de las vías que tiene implicación en los costos pero que puede operar en sentido contrario en cuanto a la afectación de viviendas, que termina a su vez afectando a los costos.

Es también técnicamente factible en las mismas zonas, obtener parcelas semi-públicas suficientes para los servicios comunales necesarios.

Para obtener estos resultados, así como para obtener las áreas privadas y semi-privadas necesarias para la reubicación de las viviendas afectadas por la adecuación del trazado general de urbanización, se producen afectaciones variables, de acuerdo al grado de servicios, obtenido, sobre todo en vías vehiculares. Las viviendas afectadas representan, en los distintos anteproyectos, entre el 15% y el 25% de las viviendas previamente existentes en la zona.

Sin embargo, en cada anteproyecto las viviendas afectadas pudieron sustituirse en su totalidad por nuevas viviendas en la misma zona de intervención, con un área y una calidad superior a la de las viviendas que ha ofrecido el Estado Venezolano a los pobladores de bajos ingresos, y respetando el patrón cultural básico deseado por los pobladores de barrios, de no vivir en

apartamentos, sino en casas. Como ya dijimos, los costos de estas nuevas viviendas fueron considerados como costos generales de urbanización a ser desembolsados por el agente estatal rehabilitador.

Por otra parte, y sin afectar viviendas existentes, cada anteproyecto logró ordenar y jerarquizar la intrincada red de vías peatonales existentes. Una parte de las veredas y escalinatas peatonales pueden seguir siendo áreas públicas, cuya reconstrucción ampliada y mejorada, así como su reparación, mantenimiento y vigilancia futuras, quedarían a cargo del Estado. Otra buena parte de las veredas y escalinatas pueden ser privatizadas quedando como espacios semi-privados en condominio definidos por los conjuntos de viviendas que las rodean y se sirven de ellas, controladas y en propiedad común de sus residentes. Esto permite reducir la longitud de la red vial pública peatonal y vehicular, a menos de 230 m/Ha., índice aceptable y sensiblemente inferior al previamente existente de casi 400 m/Ha.

Una estructura de retículo de este tipo permite optimizar el funcionamiento urbano de área, construir redes de infraestructura de servicios eficientes y adecuados que sirvan a todos los pobladores y adicionalmente lograr buenos resultados en términos de la calidad de los espacios urbanos de distinta escala donde vivirían los pobladores de más bajos ingresos. Es decir, que permite incorporarlos efectivamente a la estructura urbana, sin destruir sus condiciones materiales acumuladas.

Los costos de la rehabilitación urbana se han estimado desde un mínimo de Bs. 80.000 hasta un máximo de Bs. 120.000 por familia existente en la zona. Aunque relativamente elevados representan apenas una porción de la inversión previamente acumulada en ranchos y en el barrio por los esfuerzos personales y colectivos de más de treinta años de ocupación ilegal pero consecutiva, y son mucho menores que los costos de desalojo total y reubicación de las familias en nuevas viviendas en otras zonas, que además implican la ruptura del complejo de relaciones establecidas en la actual ocupación plenamente urbana e integrante de la ciudad capital.

La conclusión general es que, bajo una guía adecuada y formando parte de un equipo con el apoyo de especialistas en diversas ramas de la ingeniería, cualquier profesional de la arquitectura no especializado



puede producir un aceptable diseño urbano de rehabilitación de barrios, cuya aplicación conllevaría importantes efectos en el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores urbanos de más bajos ingresos, con costos relativamente razonables. Es decir, que el reconocimiento de los barrios urbanos y su incorporación a la morfología urbana general dentro de estándares razonables, es una operación técnicamente factible. Esto no se sabía "a priori" y es un valioso producto del ejercicio académico del Taller Vivienda.

Los veinte anteproyectos de diseño urbano de rehabilitación producidos en la primera parte del Taller Vivienda pueden ser agrupados de acuerdo al grado de intervención sobre el trazado existente, a los costos de esa intervención y al grado consecuente de mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.

Tomaremos el anteproyecto "A" como representativo del grado de intervención máxima en la zona, mientras el anteproyecto "B" es representativo de la mínima intervención, dentro del mejoramiento estructural del trazado general y del trazado de infraestructura(4).

Las cifras de las redes viales correspondientes a los ejemplos del anteproyecto A y el anteproyecto B, aparecen en el Cuadro de Redes Viales. De esta manera, el promedio de pisos a ascender o descender peatonalmente para los pobladores con viviendas en las localizaciones menos favorables, desciende a 13.5 en el anteproyecto B y a 7 en el anteproyecto A (ver Plano N° 9, de Esquema de Red Vial del Anteproyecto B y Plano N° 10 de Esquema de Red Vial del Anteproyecto A).

Debido a la magnitud de la intervención en el anteproyecto A, se utilizó ampliamente la tecnología de muros de "tierra armada", a fin de minimizar la afectación de viviendas que debían reponerse con costos superiores a los de los muros. En cambio, en el ejemplo del anteproyecto B se utilizó predominantemente la técnica de banqueo de taludes, más económica en sí misma, pero con una mayor área de afectación de viviendas.

En ambos ejemplos de anteproyectos, como en el resto de los producidos en el Taller, la reducción de las vías públicas peatonales existentes se obtuvo proponiendo la constitución de áreas semi-privadas

bajo el control de condominios de viviendas. Así en el Ejemplo A, se proponen 55 condominios en el área de estudio, con un promedio de 16 unidades de vivienda por condominio (ver Plano 11, de Condominios y parcelas privadas sobre Áreas Públicas, en el Anteproyecto A).

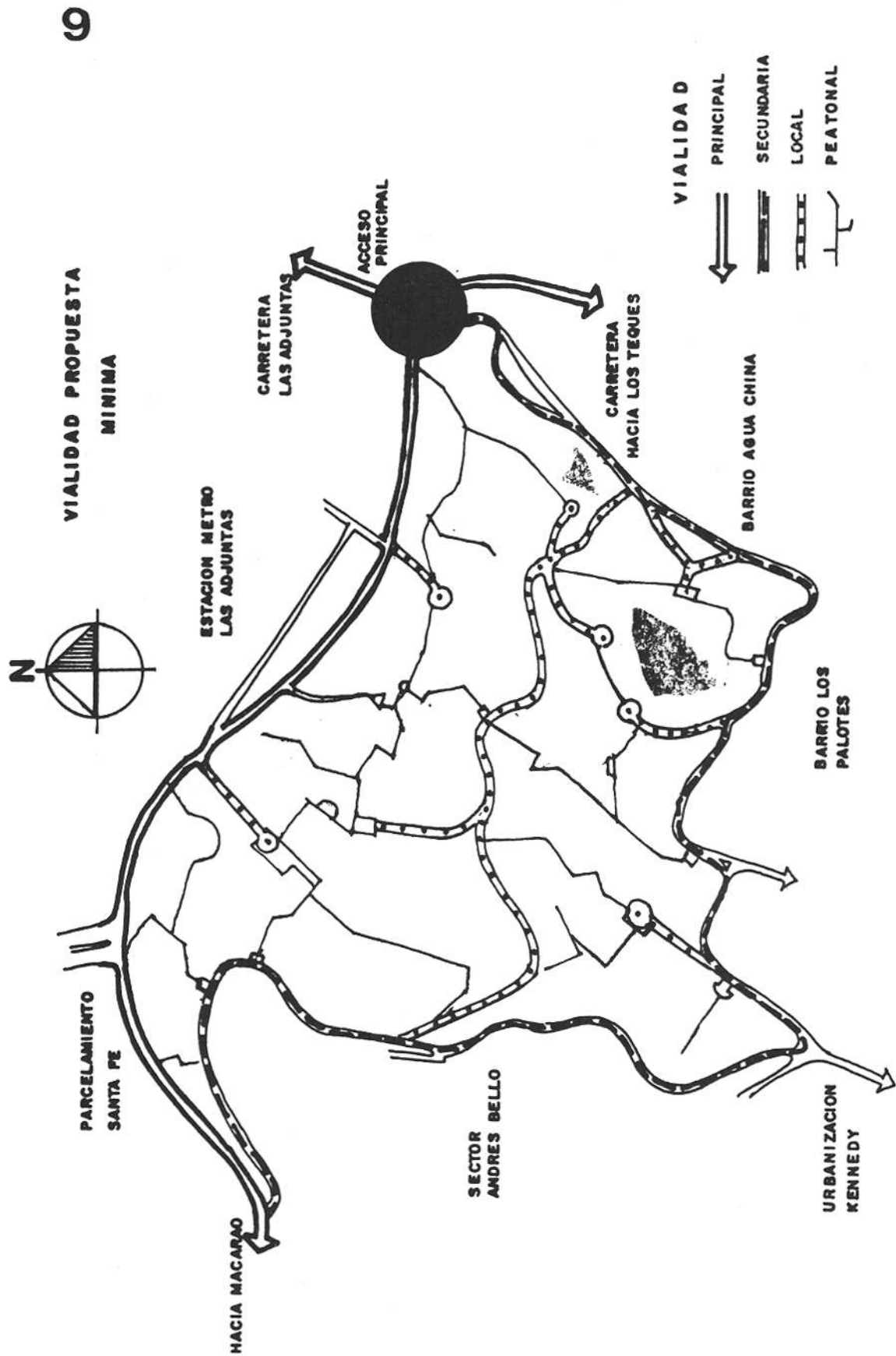
En los anteproyectos tomados como ejemplos, como en todos los anteproyectos desarrollados en el Taller Vivienda, se habilitaron las áreas de terreno semi-público requeridas por el programa mínimo de servicios comunales (Cuadro 4).

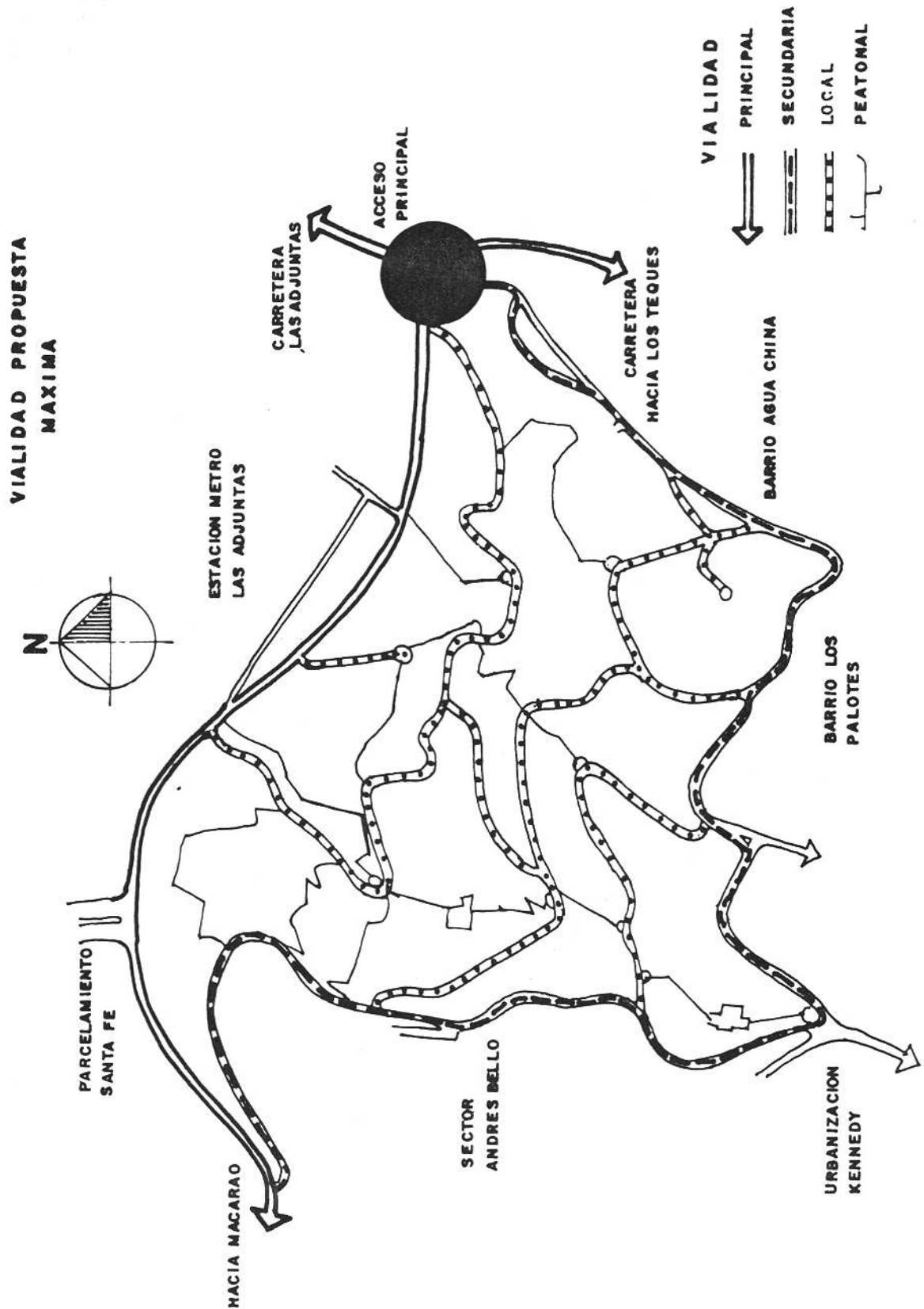
CUADRO 4  
RESUMEN DE LAS ÁREAS SEMIPÚBLICAS PARA  
SERVICIOS COMUNALES EN ANTEPROYECTOS  
A Y B

USO	ÁREA BRUTA POR PARCELA		
	EXISTENTE	CASO A	CASO B
Educacional	6.000	7.615	7.977
Recreacional		9.467	6.925
Deportivo	200	6.565	7.200
Casas			
Comunales		2.761	3.240
SUB-TOTAL	6.200	26.408	25.342
TOTAL		32.608	31.542

La obtención de estas áreas para servicios comunales, así como de las áreas necesarias para la construcción de las nuevas vías para vehículos afectaron a una cierta cantidad de las viviendas existentes, cuya reposición en la zona formaba parte de cada anteproyecto y de los costos estimados para su ejecución (ver Plano 12, de Viviendas Afectadas por el Anteproyecto B y Plano 13 de Viviendas Afectadas por el Anteproyecto A). El número de viviendas afectadas y respuestas, en los dos casos tomados como ejemplo es el siguiente:

	VIVIENDAS EXISTENTES	VIVIENDAS AFECTADAS	%
PROYECTO A	1.798	451	25.08%
PROYECTO B		387	21.52%



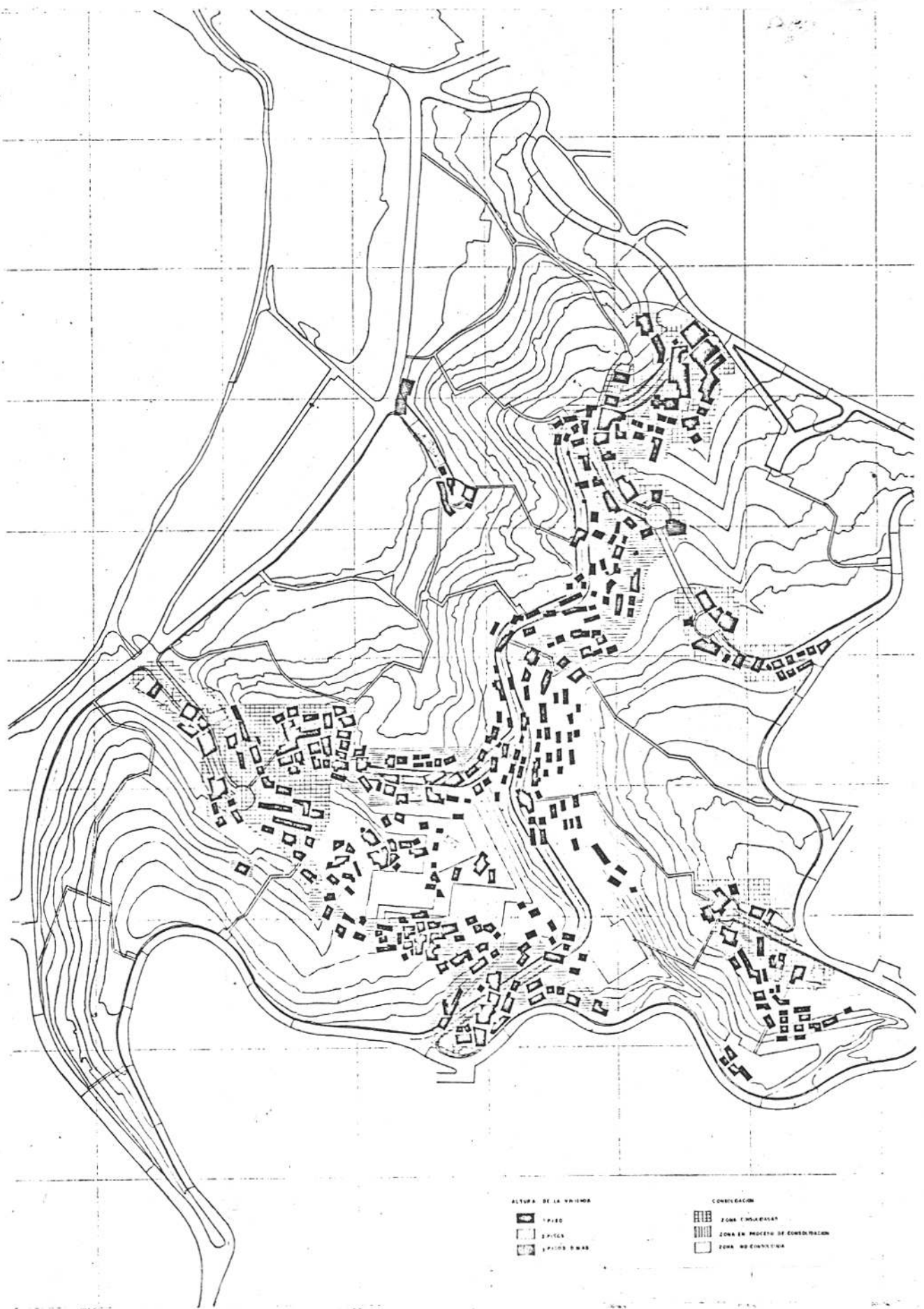




PARCELAS SEMIPUBLICAS	
1	CLUB BASQUET
2	PARQUE
3	RECREACIONAL
4	DEPORTIVO
5	CASA COMUNAL

CONDOMINIOS	
Nº	PARCELAS
1	10
2	15
3	20
4	25
5	30
6	35
7	40
8	45
9	50
10	55
11	60
12	65
13	70
14	75
15	80
16	85
17	90
18	95
19	100
20	105
21	110
22	115
23	120
24	125
25	130
26	135
27	140
28	145
29	150
30	155
31	160
32	165
33	170
34	175
35	180
36	185
37	190
38	195
39	200
40	205
41	210
42	215
43	220
44	225
45	230
46	235
47	240
48	245
49	250
50	255
51	260
52	265
53	270
54	275
55	280
56	285
57	290
58	295
59	300
60	305
61	310
62	315
63	320
64	325
65	330
66	335
67	340
68	345
69	350
70	355
71	360
72	365
73	370
74	375
75	380
76	385
77	390
78	395
79	400
80	405
81	410
82	415
83	420
84	425
85	430
86	435
87	440
88	445
89	450
90	455
91	460
92	465
93	470
94	475
95	480
96	485
97	490
98	495
99	500
100	505
101	510
102	515
103	520
104	525
105	530
106	535
107	540
108	545
109	550
110	555
111	560
112	565
113	570
114	575
115	580
116	585
117	590
118	595
119	600
120	605
121	610
122	615
123	620
124	625
125	630
126	635
127	640
128	645
129	650
130	655
131	660
132	665
133	670
134	675
135	680
136	685
137	690
138	695
139	700
140	705
141	710
142	715
143	720
144	725
145	730
146	735
147	740
148	745
149	750
150	755
151	760
152	765
153	770
154	775
155	780
156	785
157	790
158	795
159	800
160	805
161	810
162	815
163	820
164	825
165	830
166	835
167	840
168	845
169	850
170	855
171	860
172	865
173	870
174	875
175	880
176	885
177	890
178	895
179	900
180	905
181	910
182	915
183	920
184	925
185	930
186	935
187	940
188	945
189	950
190	955
191	960
192	965
193	970
194	975
195	980
196	985
197	990
198	995
199	1000
200	1005
201	1010
202	1015
203	1020
204	1025
205	1030
206	1035
207	1040
208	1045
209	1050
210	1055
211	1060
212	1065
213	1070
214	1075
215	1080
216	1085
217	1090
218	1095
219	1100
220	1105
221	1110
222	1115
223	1120
224	1125
225	1130
226	1135
227	1140
228	1145
229	1150
230	1155
231	1160
232	1165
233	1170
234	1175
235	1180
236	1185
237	1190
238	1195
239	1200
240	1205
241	1210
242	1215
243	1220
244	1225
245	1230
246	1235
247	1240
248	1245
249	1250
250	1255
251	1260
252	1265
253	1270
254	1275
255	1280
256	1285
257	1290
258	1295
259	1300
260	1305
261	1310
262	1315
263	1320
264	1325
265	1330
266	1335
267	1340
268	1345
269	1350
270	1355
271	1360
272	1365
273	1370
274	1375
275	1380
276	1385
277	1390
278	1395
279	1400
280	1405
281	1410
282	1415
283	1420
284	1425
285	1430
286	1435
287	1440
288	1445
289	1450
290	1455
291	1460
292	1465
293	1470
294	1475
295	1480
296	1485
297	1490
298	1495
299	1500
300	1505
301	1510
302	1515
303	1520
304	1525
305	1530
306	1535
307	1540
308	1545
309	1550
310	1555
311	1560
312	1565
313	1570
314	1575
315	1580
316	1585
317	1590
318	1595
319	1600
320	1605
321	1610
322	1615
323	1620
324	1625
325	1630
326	1635
327	1640
328	1645
329	1650
330	1655
331	1660
332	1665
333	1670
334	1675
335	1680
336	1685
337	1690
338	1695
339	1700
340	1705
341	1710
342	1715
343	1720
344	1725
345	1730
346	1735
347	1740
348	1745
349	1750
350	1755
351	1760
352	1765
353	1770
354	1775
355	1780
356	1785
357	1790
358	1795
359	1800
360	1805
361	1810
362	1815
363	1820
364	1825
365	1830
366	1835
367	1840
368	1845
369	1850
370	1855
371	1860
372	1865
373	1870
374	1875
375	1880
376	1885
377	1890
378	1895
379	1900
380	1905
381	1910
382	1915
383	1920
384	1925
385	1930
386	1935
387	1940
388	1945
389	1950
390	1955
391	1960
392	1965
393	1970
394	1975
395	1980
396	1985
397	1990
398	1995
399	2000
400	2005
401	2010
402	2015
403	2020
404	2025
405	2030
406	2035
407	2040
408	2045
409	2050
410	2055
411	2060
412	2065
413	2070
414	2075
415	2080
416	2085
417	2090
418	2095
419	2100
420	2105
421	2110
422	2115
423	2120
424	2125
425	2130
426	2135
427	2140
428	2145
429	2150
430	2155
431	2160
432	2165
433	2170
434	2175
435	2180
436	2185
437	2190
438	2195
439	2200
440	2205
441	2210
442	2215
443	2220
444	2225
445	2230
446	2235
447	2240
448	2245
449	2250
450	2255
451	2260
452	2265
453	2270
454	2275
455	2280
456	2285
457	2290
458	2295
459	2300
460	2305
461	2310
462	2315
463	2320
464	2325
465	2330
466	2335
467	2340
468	2345
469	2350
470	2355
471	2360
472	2365
473	2370
474	2375
475	2380
476	2385
477	2390
478	2395
479	2400
480	2405
481	2410
482	2415
483	2420
484	2425
485	2430
486	2435
487	2440
488	2445
489	2450
490	2455
491	2460
492	2465
493	2470
494	2475
495	2480
496	2485
497	2490
498	2495
499	2500
500	2505
501	2510
502	2515
503	2520
504	2525
505	2530
506	2535
507	2540
508	2545
509	2550
510	2555
511	2560
512	2565
513	2570
514	2575
515	2580
516	2585
517	2590
518	2595
519	2600
520	2605
521	2610
522	2615
523	2620
524	2625
525	2630
526	2635
527	2640
528	2645
529	2650
530	2655
531	2660
532	2665
533	2670
534	2675
535	2680
536	2685
537	2690
538	2695
539	2700



13

CUADRO DE AFECTACIONES			
AFECTACIONES	ÁREAS		ÁREAS RESERVADAS
	PÚBLICA		
PARCELA 1 77 1/2 ACRES	290	51	
PARCELA 2 ACETALDES	87	"	
PARCELA 3 CONSTRUCCION	171	80	
PARCELA 4	303	67	
PARCELA 5 F. 1910	345	75	
PARCELA 6 F. 1910	40	5	
PARCELA 7 F. 1910	8	1	
PARCELA 8 CONSTRUCCION	104	20	
PARCELA 9 CONSTRUCCION	118	15	
PARCELA 10 CONSTRUCCION	90	10	
TOTAL AFECTACIONES	417	PARCELAS	
TOTAL CONSTRUCCIONES	450	CONSTRUCCIONES	
TOTAL	468	FAMILIAS	

LEYENDA	
	CONSTRUCCIONES
	PARCELAS DE CONSTRUCCION
	CONSTRUCCIONES
	PARCELAS DE CONSTRUCCION



Los costos generales de rehabilitación urbana, estimados en bolívares de Septiembre de 1988, son los siguientes:

	ANTEPROYECTO A	ANTEPROYECTO B
TOTAL Bs.	211.396.855,00	174.954.000,00
COSTOS POR Ha.	6.732.383,00	5.571.783,00
COSTOS POR FAMILIA	117.573,00	97.000,00

Recordando que el Anteproyecto "A" ejemplifica una intervención máxima (ver Planos 14, 15), mientras que el Anteproyecto B, ejemplifica una intervención estructural mínima (ver Plano 16).

La segunda parte del Taller Vivienda se concentró en la elaboración de propuestas tecnológicas constructivas capaces de dar respuesta a las necesidades de las viviendas existentes en los barrios y a las necesidades de las viviendas de sustitución en la propia zona, de aquellas desalojadas y demolidas de acuerdo a los anteproyectos de diseño urbano desarrollados en la primera parte del taller.

En nuestra concepción las viviendas de sustitución como hemos dicho, forman parte del proyecto de diseño urbano y de los costos de éste debiendo ser ejecutadas completa e instantáneamente por el Estado con el resto de las obras públicas de rehabilitación urbana. Por otra parte, las viviendas existentes no afectadas por la rehabilitación urbana quedan organizadas de acuerdo a los anteproyectos de urbanización en viviendas con acceso directo a los espacios públicos y viviendas agrupadas en condominios que comparten un espacio semi-privado, todas ellas continuando su desarrollo progresivo como lo han hecho de manera no controlada ni asistida técnicamente hasta el presente.

Como las viviendas existentes de desarrollo progresivo no afectadas por el diseño urbano constituirían la mayoría dentro de cualquier sector de barrios a rehabilitar, la decisión del Taller en su segunda parte, fue que cada tesista participante formulara una propuesta tecnológica individual, adaptada a las características del desarrollo progresivo y a las condiciones técnicas de ejecución de obra en el caso de viviendas existentes, y que al mismo tiempo pudiese ser utilizada por un contratista con otras facilidades al acceso de transporte vehicular, de empleo de

maquinaria, de escala de trabajo y de empleo de mano de obra calificada, para construir las viviendas instantáneas de sustitución, como un "efecto de demostración" de las características de la propuesta en cuestión. Sabemos que este enfoque asumido en el Taller Vivienda es uno de muchos que pudieran presentarse para la solución real del problema de las viviendas en los barrios. Lo mismo puede decirse de otras condiciones fijadas a los ejercicios académicos de la Segunda Parte del Taller, como explicaremos más adelante.

Sin embargo, el enfoque de los trabajos desarrollados no se limitaba a resolver algunos problemas específicos de algunas viviendas de la zona en estudio. Todo lo contrario. De acuerdo a los resultados de investigación acumulados, la idea fue resolver problemas comunes de las viviendas con procedimientos generalizables al menos para el conjunto de los ranchos existentes en barrios consolidados en fuertes pendientes de Caracas y para las viviendas de sustitución que debieran construirse como parte de la rehabilitación urbana de ese mismo conjunto de barrios, que como hemos dicho representan el sitio de vida de la mayor parte de la población de bajos ingresos de la ciudad.

Es por ello que preferimos extendernos en la explicación de los conceptos generales que guiaron la Segunda parte del Taller Vivienda, más que en la descripción de las diversas soluciones individuales planteadas en los trabajos realizados por los cursantes del Taller.

Estas concepciones generales para enfrentar el problema técnico de las viviendas de los pobladores urbanos de más bajos ingresos, compartidas por buena parte de los investigadores del tema, son básicamente tres: la del Sistema Nacional de Asistencia Técnica, la del Programa de Incentivos en la Producción y Comercialización de Materiales y Componentes para el Habitat Popular (PRO-MAT) y la de la reformulación de las características asumidas para los proyectos de viviendas, en base a los parámetros obtenidos en las investigaciones sobre las viviendas no controladas.

Las ideas preliminares sobre el Sistema Nacional de Asistencia Técnica han sido esbozadas por el arquitecto Alfredo Cilento, investigador del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la FAU-UCV. A grandes rasgos, se trata de crear un sistema que cubra todas las ciudades del país para,

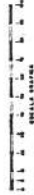


14





TALLER VIVIENDA	REPARACIÓN DE MOTOR DE		REPARACIÓN DE MOTOR DE	
	FACHADA		FACHADA	
PRECIO	\$ 1800	REPARACIÓN DE MOTOR DE	\$ 13	REPARACIÓN DE MOTOR DE



TALLER VAMENIDA	ORIENTAL - ZULETA CARRERA 15 CALLE LAS ROSAS 44A	
	FACHADA	
ESCALA 1:1000	NO. DE PLANTA VERA M. ALFREDO	SEMA U
SEMA 8-10	FECHA 1968	U 13

16



entre otros objetivos, apoyar y optimizar el esfuerzo de autopromoción de la construcción progresiva de sus viviendas y de sus áreas semi-privadas, que realizan los pobladores urbanos de más bajos ingresos, tanto en asentamientos existentes como en nuevas urbanizaciones de desarrollo progresivo.

La constitución de tal servicio sería de responsabilidad estatal, probablemente con el apoyo de un sistema de pasantías académicas de los estudiantes de los años finales de las carreras de Arquitectura e Ingeniería en las Universidades Nacionales.

Las oficinas locales de asistencia técnica podrían coordinar el mantenimiento y reparación de las áreas públicas en los barrios y urbanizaciones de desarrollo progresivo. También podrían actuar de centros facilitadores de equipos y herramientas a los pobladores urbanos organizados de menores ingresos. Así mismo, pudiera evaluarse su idoneidad como centros de acopio y distribución de algunos materiales, frente a los circuitos comerciales hoy existentes.

Por otra parte, las oficinas locales integrantes de la red de asistencia técnica podrían dictar cursos de construcción para pequeños constructores locales y pobladores interesados en calificarse para tal tipo de trabajo, similares al curso realizado en la zona escogida por el Taller Vivienda, por la profesora Teolinda Bolívar, con la colaboración del Instituto Nacional de Cooperación Educativa para la Construcción (INCE-CONSTRUCCION).

Pero el aspecto de la idea del Sistema Nacional de Asistencia Técnica que hemos asumido como dominante, tanto para la segunda parte del actual Taller Vivienda, como para un Taller anterior de similares características enfocado sobre nuevas urbanizaciones y viviendas de desarrollo progresivo, es el basado en la imposibilidad de que cada familia pueda financiarse individualmente un proyecto de arquitectura e ingeniería para la construcción progresiva de su propia vivienda. Para subsanar esta carencia las oficinas locales de asistencia técnica contarían con cartillas técnicas y manuales de procedimientos para la aplicación de distintas tecnologías disponibles a la resolución de los diferentes problemas individuales, en base a una asistencia profesional racionalizada, aplicable a cada caso individual. La contribución del Taller Vivienda en este sentido ha sido continuar el desarrollo de instructivos y formatos para el levantamiento de

viviendas existentes y fundamentalmente la construcción con una metodología común, de los que denominamos cuadros de desarrollo progresivo para cada caso de vivienda estudiado. Estos cuadros son unas matrices de doble entrada, con el crecimiento de la vivienda en un sentido y el mejoramiento y consolidación de la misma en el otro sentido, descritos en casillas que corresponden a pequeñas unidades de inversión, iguales o menores a los créditos populares del orden de Bs. 40.000,00 que otorgan algunas agencias privadas o del Estado, como el INAVI. Estos cuadros permiten al propietario de la vivienda conocer las opciones de resultados que puede obtener con inversiones de distintas magnitudes, incluyendo resultados en términos de crecimiento de su vivienda y resultados en términos del mejoramiento y consolidación de los distintos espacios que la integran.

En cuanto al Programa de Incentivos a la Innovación en la Producción y Comercialización de Materiales y Componentes para el Hábitat Popular (PROMAT), éste ha sido concebido y promocionado por el Arquitecto Henrique Hernández, también investigador del IDEC, quien es uno de los profesionales con mayor conocimiento y experiencia en el campo de la vivienda de interés social y en los sistemas de proyecto, construcción y gestión de edificaciones residenciales y de servicios comunales a ser producidas masivamente. El aporte básico de la proposición PROMAT es focalizar el estímulo para la racionalización de la construcción en las industrias y manufacturas productoras de componentes y materiales que van a ser utilizados por la industria de la construcción. De esta manera las nuevas tecnologías y la racionalización de las existentes, vendrían previamente contenidas en el uso de ciertos materiales y componentes, reduciéndose el esfuerzo de promoción de la racionalización y el desarrollo tecnológico dentro del universo disperso y de poca concentración de capital de las empresas constructoras, así como dentro del sector de promotores o gestores del negocio de la construcción, cuyo enfoque ante la industria es más mercantil que tecnológico. Con la idea del PROMAT como referencia y con la asesoría directa del Prof. Hernández, el Taller Vivienda desarrolló durante su segunda parte, las propuestas tecnológicas individuales para la construcción de viviendas, a través de componentes, hipotéticos en su mayoría, que pudieran ser obtenidos en mercado abierto y combinados parcialmente con componentes de otras propuestas tecnológicas individuales, así como con los elementos ya construídos en tecnologías



convencionales dominantes en las viviendas de desarrollo no controlado o "ranchos" caraqueños.

Respecto a las características de las viviendas a obtener con el desarrollo progresivo a partir de las existentes o instantáneamente por el proceso de sustitución, el Taller Vivienda intentó recoger la extensa labor de investigación sobre las viviendas no controladas o "ranchos", que han venido desarrollando un grupo de profesores y particularmente la Dra. Teolinda Bolívar, del Sector de Estudios Urbanos de la Escuela de Arquitectura de la FAU-UCV.

De estas y otras investigaciones y sus estudios de casos, así como de los estudios de casos efectuados en el propio Taller pudieron extraerse los problemas principales, de diversa índole, que afectan a las viviendas no controladas existentes. Por una parte, la falta de asistencia técnica a su construcción, trae como consecuencia el frecuente sobredimensionamiento de algunos elementos estructurales, como las fundaciones o las tramas que soportan los techos livianos y el subdimensionamiento de otros, como los machones y coronas de los muros de carga. También la solución deficiente de las uniones entre elementos estructurales, como fundaciones con muros o muros con losas de entrepiso, que en parte debido a la progresividad en la construcción de la vivienda y en parte por desconocimiento, pueden afectar a la estabilidad. Aquí también podría incluirse las deficiencias en la dosificación del concreto y de la pega para bloques, así como del aparejo y el uso de la pega en las paredes, comunmente portantes, entre otras deficiencias constructivas en lo estructural. Pero una de las deficiencias más generales de la construcción convencional de los ranchos cuando se consolidan es el empleo generalizado de materiales muy pesados, en las sucesivas plantas que van incorporándose sobre la vivienda. Por ello, dentro del Taller, buena parte de las propuestas tecnológicas fueron orientadas hacia materiales y componentes más livianos que los convencionales.

Otro tipo de problemas fundamentales detectados en los ranchos consolidados se refiere a la precariedad de las instalaciones sanitarias dentro de la propia área privada de la vivienda, que puede traer graves consecuencias de filtraciones en el subsuelo y afectar no sólo a la estabilidad de la vivienda aislada, sino también a sus alrededores. Por ello en los proyectos

del taller para el desarrollo progresivo de viviendas existentes se consideró, en casi todos los casos, la reconstrucción de dichas instalaciones.

Además, suele ser común en los casos estudiados, la existencia de espacios con insuficiente ventilación e iluminación, así como viviendas con insuficiencia de espacio o aprovechamiento deficiente de los espacios existentes. Por ello, en el Taller se procuró, conservando la mayor parte del valor patrimonial acumulado en las construcciones existentes, resolver este tipo de problemas a lo largo del proceso de consolidación y crecimiento propuesto para las viviendas existentes.

Esto, en cuanto a algunos problemas claves generalizados a resolver en las viviendas existentes, considerando siempre que, de acuerdo a los resultados de investigación, los costos unitarios del largo proceso de construcción no asistido técnicamente de las viviendas, suelen ser más altos que los costos de una vivienda equivalente proyectada. De allí la justificación para desarrollar la parte de nuestro Taller referida específicamente a las viviendas.

Por otro lado, a partir de los resultados de investigación se han ido elaborando algunos criterios tentativos sobre las preferencias de los pobladores urbanos de bajos ingresos en cuanto al área, el tipo de espacios, la tipología, la organización funcional y los órdenes de ampliación y consolidación de sus viviendas. A través de una revisión crítica, desde el punto de vista técnico, de estos criterios tentativos de preferencias, en el Taller se establecieron algunos criterios preliminares para el diseño de viviendas. Ya en una etapa anterior del Taller Vivienda, referida a nuevas viviendas de desarrollo progresivo, habíamos establecido una serie de parámetros para acotar los diseños de viviendas para pobladores urbanos de muy bajos ingresos. Estos fueron adoptados y complementados para el caso de barrios existentes, con densidades mayores. Estos parámetros, en ocasiones contradictorios y con un grado de definición aún experimental, vendrían a constituir los requerimientos de una especie de "cliente genérico".

Por ejemplo, como ya hemos mencionado en la parte referente al diseño urbano, uno de los parámetros más generales, aplicable dentro de las densidades a

obtener en nuestra área de estudio, es la preferencia de casas sobre apartamentos. A los efectos de diseño de las nuevas viviendas de construcción instantánea para sustitución de las afectadas por el diseño urbano de rehabilitación, esto se tradujo en el requerimiento de que cada unidad de vivienda tuviese acceso a la tierra, o en todo caso a terrazas o patios elevados que permitiesen la expansión de actividades a áreas privadas exteriores, tal como suele ocurrir en los ranchos de los barrios caraqueños. Esto, aunque los nuevos conjuntos de vivienda presentan la apariencia de edificios, sobre todo en las zonas de máxima utilización, sobre las nuevas vías vehiculares.

Otro parámetro, particularmente en las zonas de alta densidad relativa, es el cuidadoso control de la privacidad de los espacios pertenecientes a cada familia, incluyendo los espacios no techados que, por definición, deben ser plenamente utilizables en las actividades familiares. Por otra parte, en la organización de espacios de la propia vivienda, hay que considerar un sistema jerarquizado de gradientes de intimidad progresiva y de sitios de estar diferenciados para individuos de distintas edades y sexos, con diferentes intereses, en familias numerosas.

Hay otros muchos parámetros de este tipo como la flexibilidad en los arreglos espaciales internos; la circulación simplificada, incluyendo circulación vertical; la utilización de baños múltiples; el "cuarto" como combinación de verdadero dormitorio y sitio de estar, entre otros.

Todos ellos aplicables tanto a las nuevas viviendas instantáneas de sustitución como al desarrollo progresivo de viviendas existentes.

También se establecieron parámetros de diseño específicos para la asistencia técnica al desarrollo progresivo de viviendas existentes. Entre ellos, procurar el mayor aprovechamiento del patrimonio ya construido; racionalizar las opciones de crecimiento y consolidación progresiva, de manera tal que cada inversión requerida produzca un efecto útil inmediato; mejorar la calidad espacial de la vivienda en cada una de las distintas etapas de crecimiento y de arreglo interno; entre otros.

La aplicación de los parámetros al diseño debería

arrojar algunos avances en la tipología formal de la vivienda al alcance de los pobladores urbanos de bajos ingresos.

Además de las concepciones generales descritas para enfrentar el problema técnico de las viviendas y del enfoque asumido, de propuestas tecnológicas aplicables a las viviendas existentes, que pudieran demostrarse a través de las nuevas viviendas de sustitución, el Taller Vivienda asumió que las tecnologías propuestas fuesen diferentes a la predominantemente utilizada hoy en día en los ranchos caraqueños: Paredes de bloques de arcilla, con machones y coronas de concreto, entresijos de tableros de arcilla con perfiles normales de acero y techos de lámina metálica acanalada. Esto, por cuanto el ejercicio académico requería demostrar la capacidad de formulación de una propuesta tecnológica relativamente innovadora en cuanto a los elementos principales de la vivienda. Pero también porque el equipo de investigación ha venido detectando que la tecnología convencional empleada en la consolidación de los ranchos ha sufrido un significativo encarecimiento al mismo tiempo que el salario real de los trabajadores ha venido disminuyendo, afectando la capacidad de seguir utilizando estos elementos. En ese sentido, se justifica la exploración de materiales y tecnologías sustitutivas cuyo precio pueda mantenerse menor al de las técnicas convencionales.

Todas las premisas anteriores, así como los conceptos básicos de vivienda progresiva, como la conveniencia de la forma de financiamiento ajustada a las posibilidades y prioridades familiares frente a la hipoteca de una vivienda instantánea usualmente insuficiente e insatisfactoria, fueron ampliamente discutidos por los profesores y estudiantes del Taller Vivienda y a partir de ellos se comenzaron a trabajar las propuestas de diseño individuales en tres frentes de desarrollo más o menos simultáneos: La propuesta tecnológica, las pruebas de diseño sobre viviendas existentes y las pruebas de diseño en nuevas viviendas.

Para la propuesta tecnológica asumimos que esta se refiere a los elementos fundamentales (estructura, cerramientos, losas de entresijo, techo) de la vivienda, aunque entendemos que en un enfoque más amplio, la propuesta de cualquier elemento, aún aparentemente secundario, como una ventana, un

extractor de aire, o una pieza sanitaria de alto rendimiento, puede ser un aporte para el mejoramiento de las viviendas.

También se asumió en el Taller que cada propuesta de un tipo de tecnología debía intentar cubrir con ella la mayor parte de los elementos fundamentales, aunque entendemos que en la práctica es muy posible que sólo se adopten ciertas tecnologías para aquellos elementos donde presenten ventajas comparativas mayores y que lo más probable sea que las tecnologías y componentes disponibles se mezclen. Por ello en el Taller se insistió en la compatibilidad con otro tipo de propuestas y con las técnicas convencionales.

Se trataba entonces de que cada tesista del Taller formulara o asumiera una propuesta tecnológica capaz de resolver o simplificar problemas de las técnicas convencionales empleadas en la consolidación de ranchos y que pudiese aplicarse en la construcción de viviendas de manera progresiva, cumpliendo sus componentes con las condiciones de facilidad de transporte y manipulación que corresponden a viviendas de barrio de acceso exclusivamente peatonal y que pudiesen ensamblarse sin mano de obra especialmente calificada ni equipos mayores.

Las propuestas podían utilizar tecnologías experimentales en desarrollo por centros de investigación como el IDEC. De hecho, se seleccionó un campo restringido de posibilidades tecnológicas para las que el taller podría prestar o delegar la guitura técnica: láminas metálicas dobladas, entramados metálicos de perfiles livianos, mampostería estructural, pequeños componentes de concreto y malla metálica frizada.

La estrategia docente para la propuesta tecnológica incluyó la realización de ejercicios, la discusión de métodos de diseño, la organización de seminarios donde se dieran a conocer ejemplos de aplicación y el estado del arte nacional en las tecnologías de mampostería estructural, metálicas de distintos tipos y de pequeños elementos de concreto. Sobre esta base los tesistas seleccionaron y desarrollaron su propuesta con el sistema de correcciones por tipo de tecnología e individuales. Se anexan algunos ejemplos

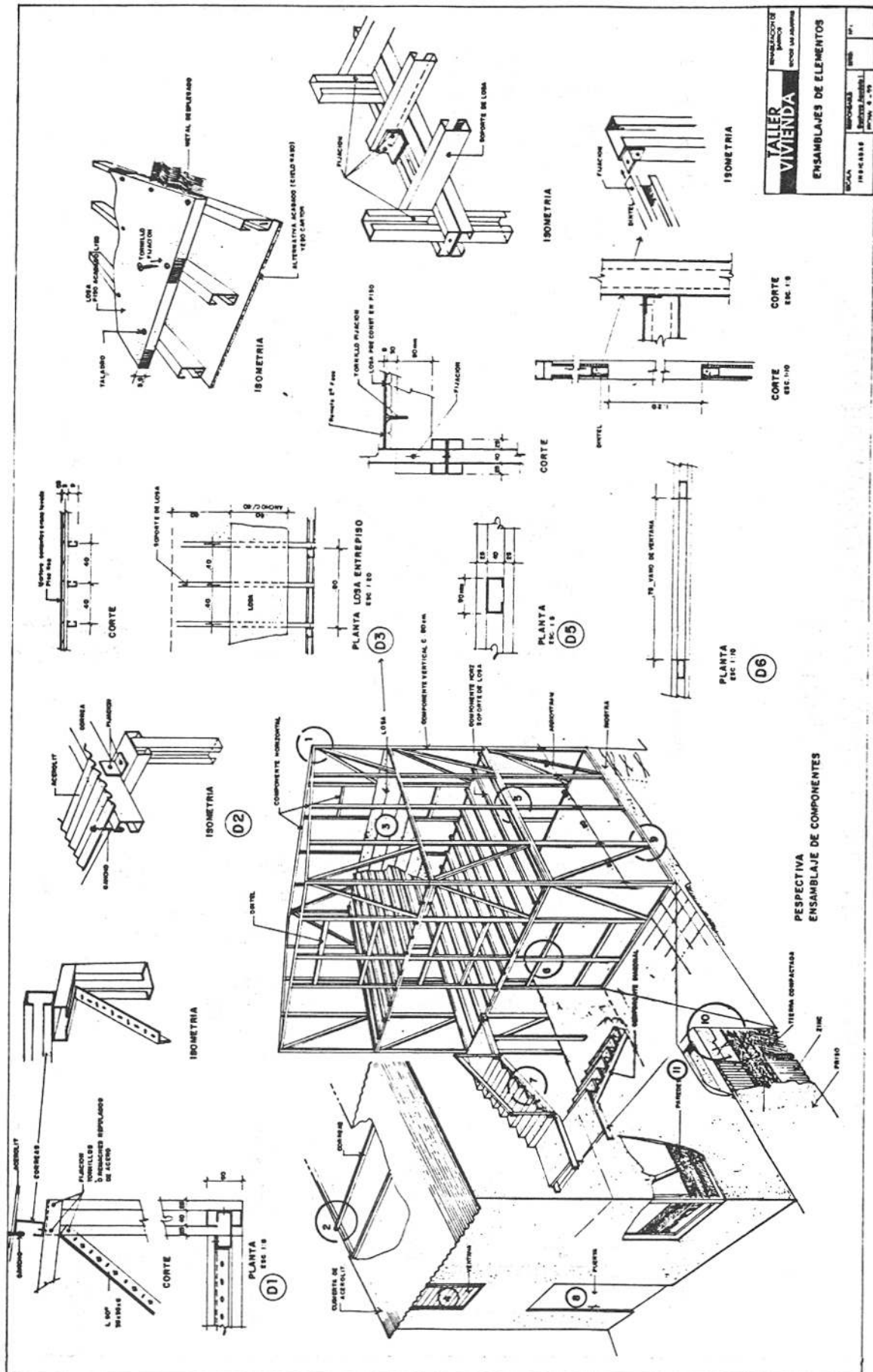
de isometrías de elementos principales en propuestas tecnológicas individuales (ver Planos N° 17, 18, 19 y 20) (5).

Para la prueba de diseño sobre viviendas existentes se constituyeron cinco grupos, que levantaron en detalle, casa por casa y el conjunto, cinco distintos condominios propuestos en anteproyectos correspondientes a la primera parte del Taller (ver Planos N° 21 y 22). Luego, cada tesista hizo una propuesta individual general para el mejoramiento de todo el condominio, con la política posible para cada vivienda (ver Plano N° 23) (6). De estas viviendas se seleccionaron dos para cada estudiante, que fueron desarrolladas como pruebas de diseño de la propuesta tecnológica, con sus opciones de evolución progresiva, tanto de crecimiento como de consolidación, cumpliendo con los parámetros anteriormente descritos. Se anexan un ejemplo de un cuadro de desarrollo progresivo y de la evolución de una vivienda cualquiera (ver Planos N° 24 y 25), así como una casa consolidada (ver Planos N° 26) (7).

Para la prueba de diseño de nuevas viviendas instantáneas de sustitución se seleccionó para cada estudiante alguno de los conjuntos o condominios definidos en los anteproyectos de diseño urbano de la parte anterior del Taller. Muchos de estos conjuntos o condominios eran en fuertes pendientes, adyacentes a nuevas vialidades vehiculares y presentaban una densidad superior a la promedio en la zona, de manera tal que no sólo pudieran reponerse en un área de terreno menor todas las viviendas afectadas y demolidas por el diseño urbano, sino que incluso pudieran ofrecerse viviendas adicionales.

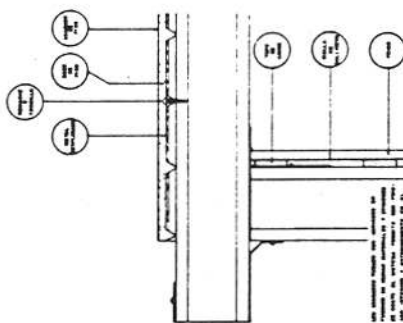
Estos conjuntos, con sus distintos tipos de viviendas fueron desarrollados como pruebas de diseño de la propuesta tecnológica, considerando los parámetros definidos a partir de la investigación sobre ranchos en barrios, anteriormente explicados. Se anexan tres ejemplos de conjunto (ver Planos N° 27, 28 y 29), uno con sus distintos tipos de viviendas y un ejemplo de la organización espacial de una vivienda (ver Planos N° 30) de las múltiples propuestas individuales que produjo el Taller (ver Planos N° 31 y 32) (8).



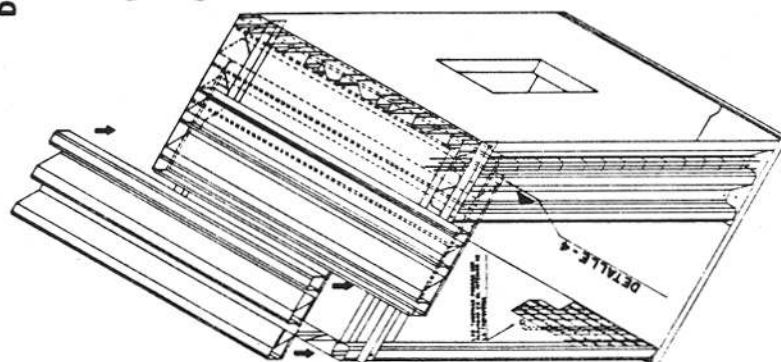




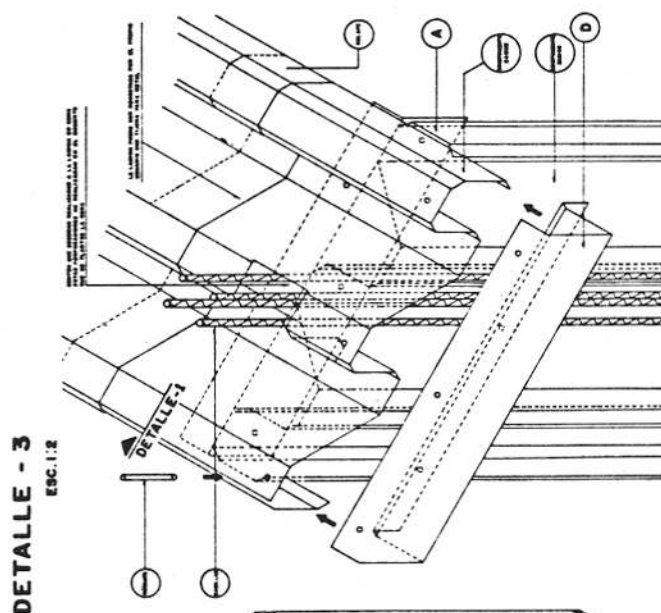
**DETALLE - 1**



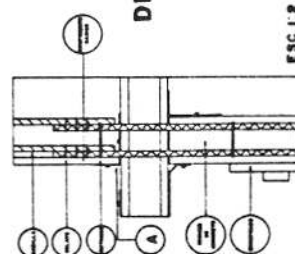
**DETALLE - 2**



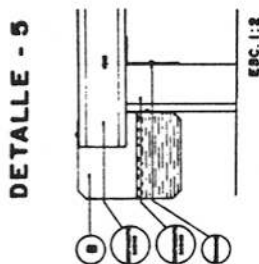
## ISOMETRIA



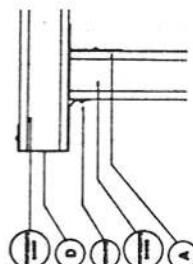
**DETALLE - 3**  
**ESC. 1:2**



**DETALLE - 4**



**DETALLE - 3**

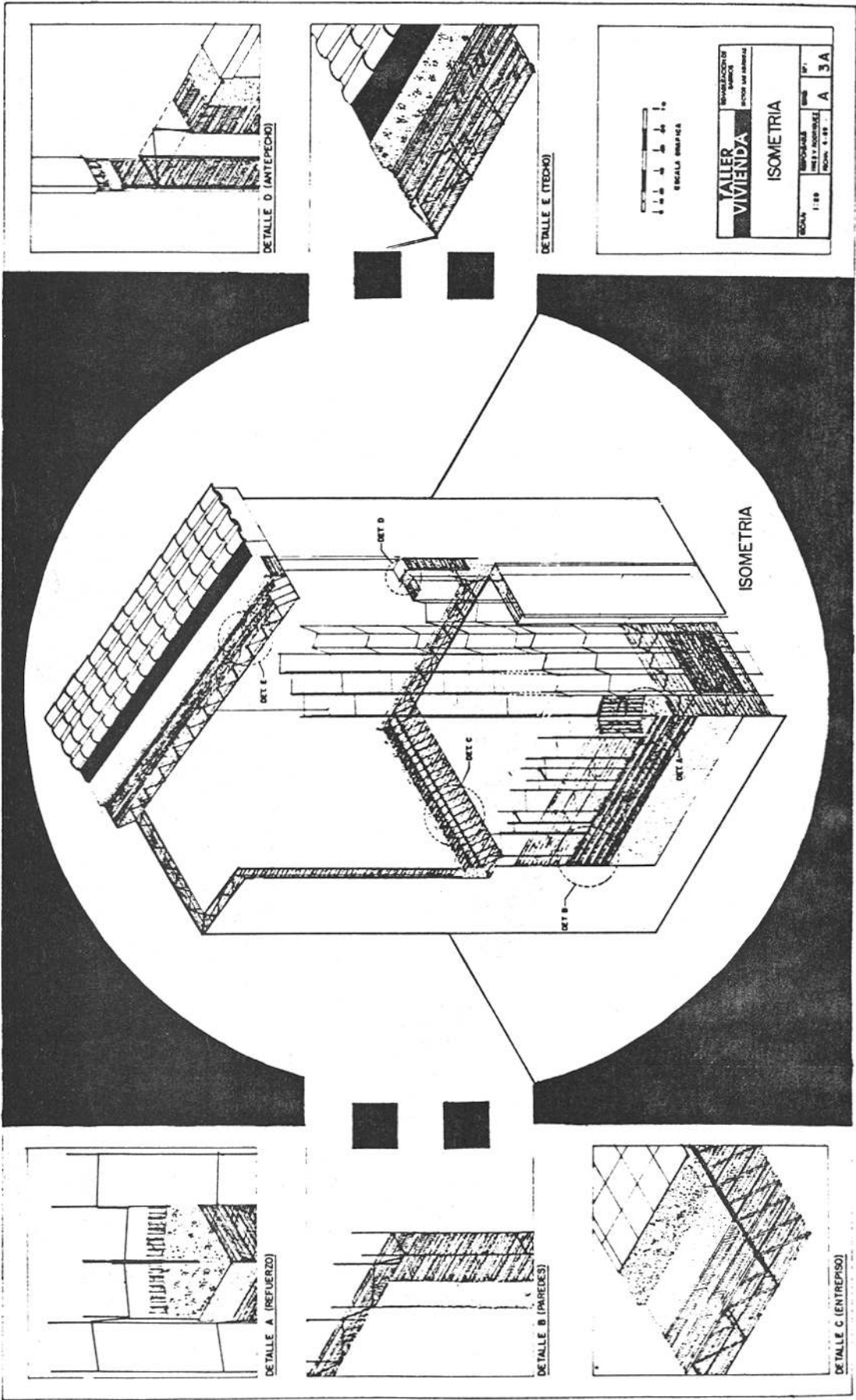


**DETALLE - 6**

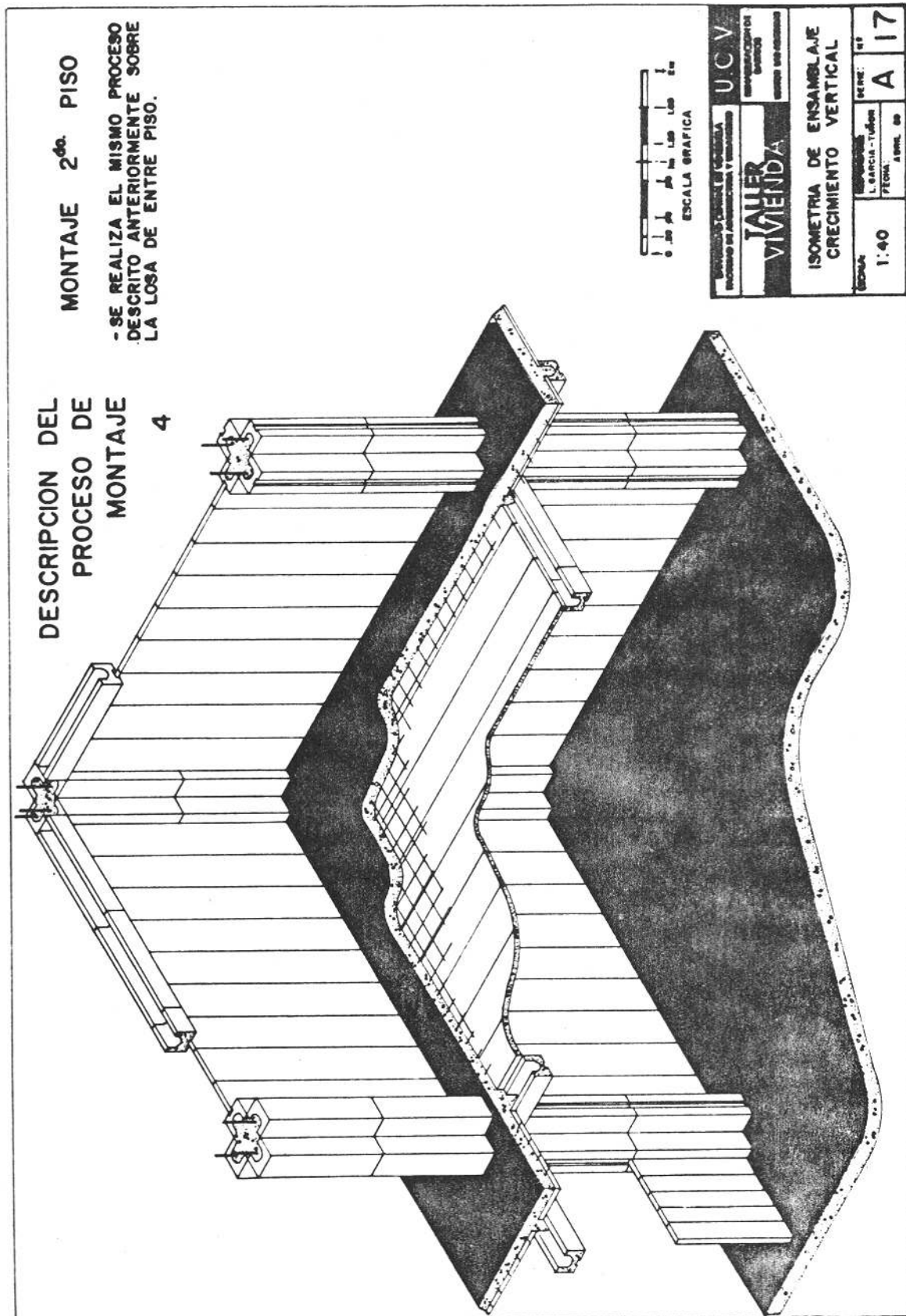
## CONCEPTO GENERADOR

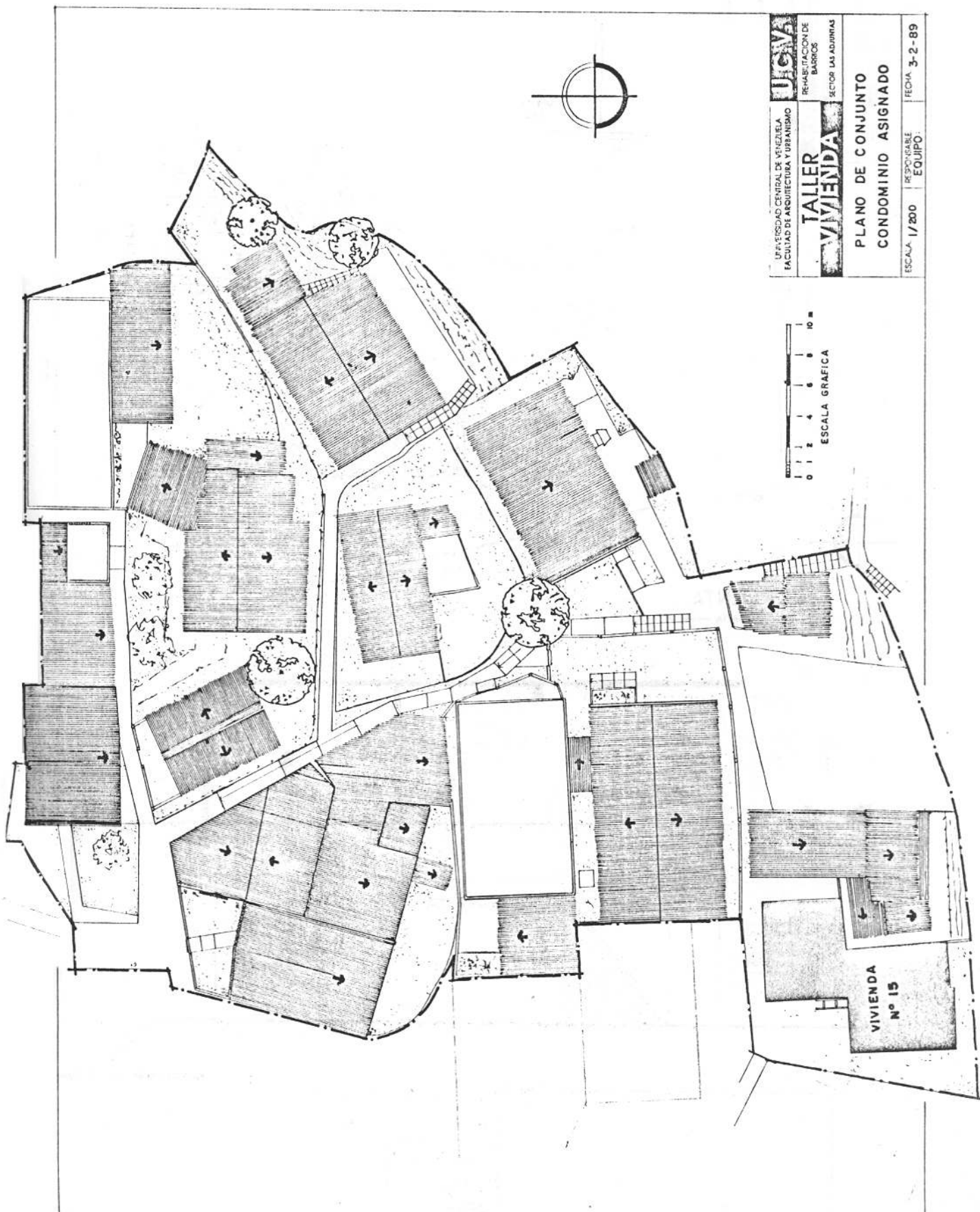


REPARACIÓN DE SERVICIO	REPARACIÓN DE SERVICIO
SECCION LAS COLUMNAS	
TALLER VIVIENDA	
UNION ENTRE ELEMENTOS y COMPONENTES	
ESCALA	S/E
RESPONSABLE ADRIANA LAFRANCA	NOVELLINO ADRIANA
SERIE:	I
Nº:	5



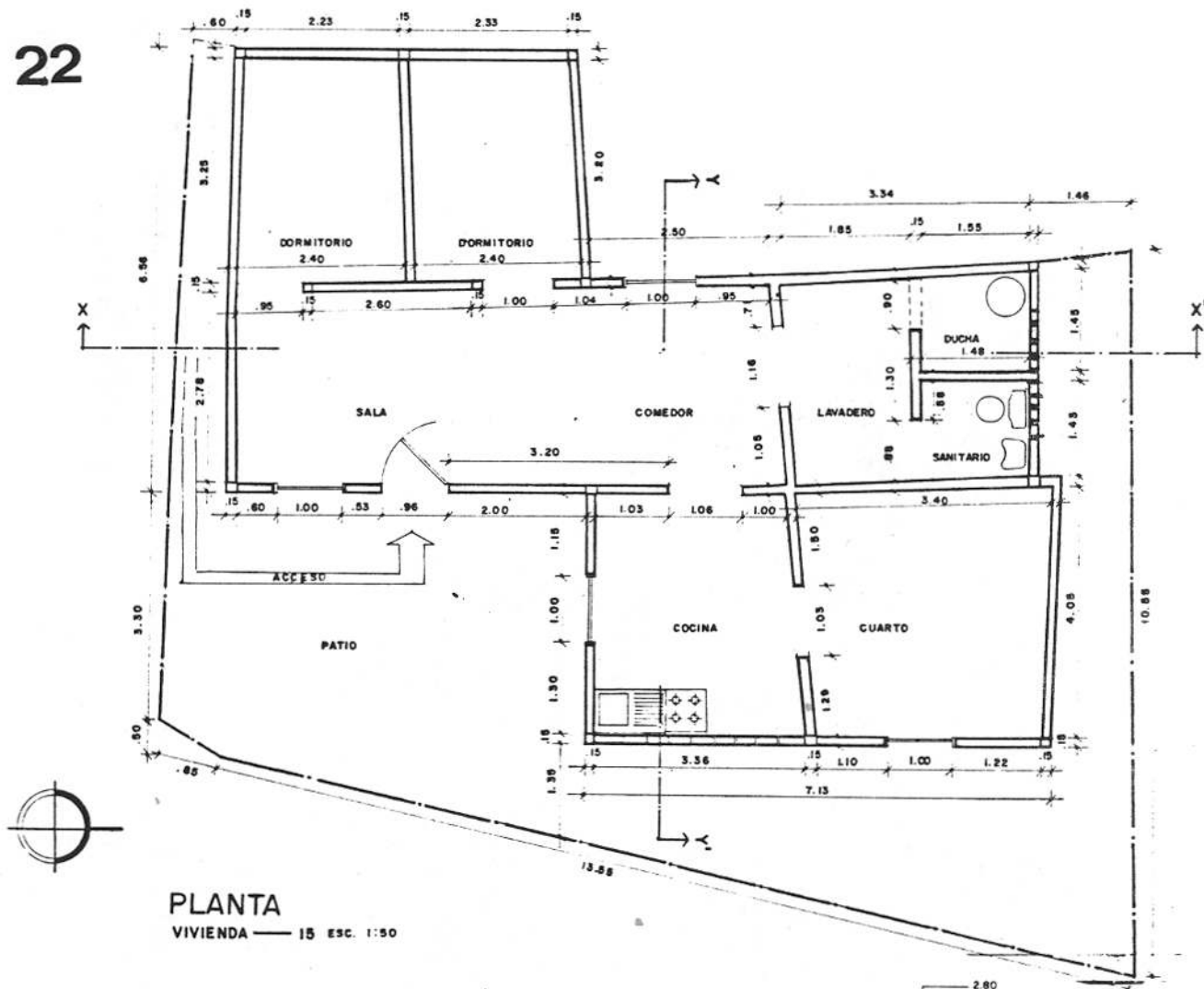
20





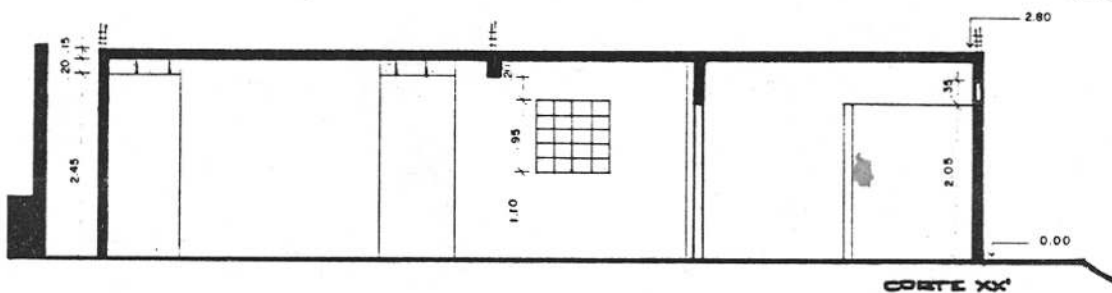
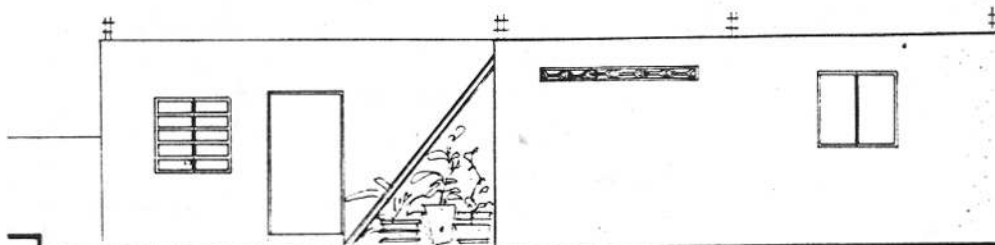


22

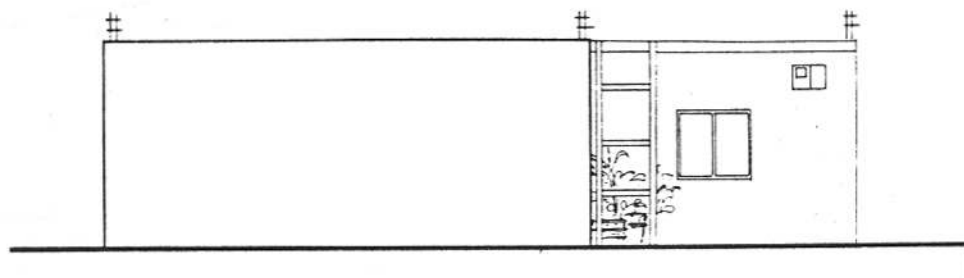


## PLANTA

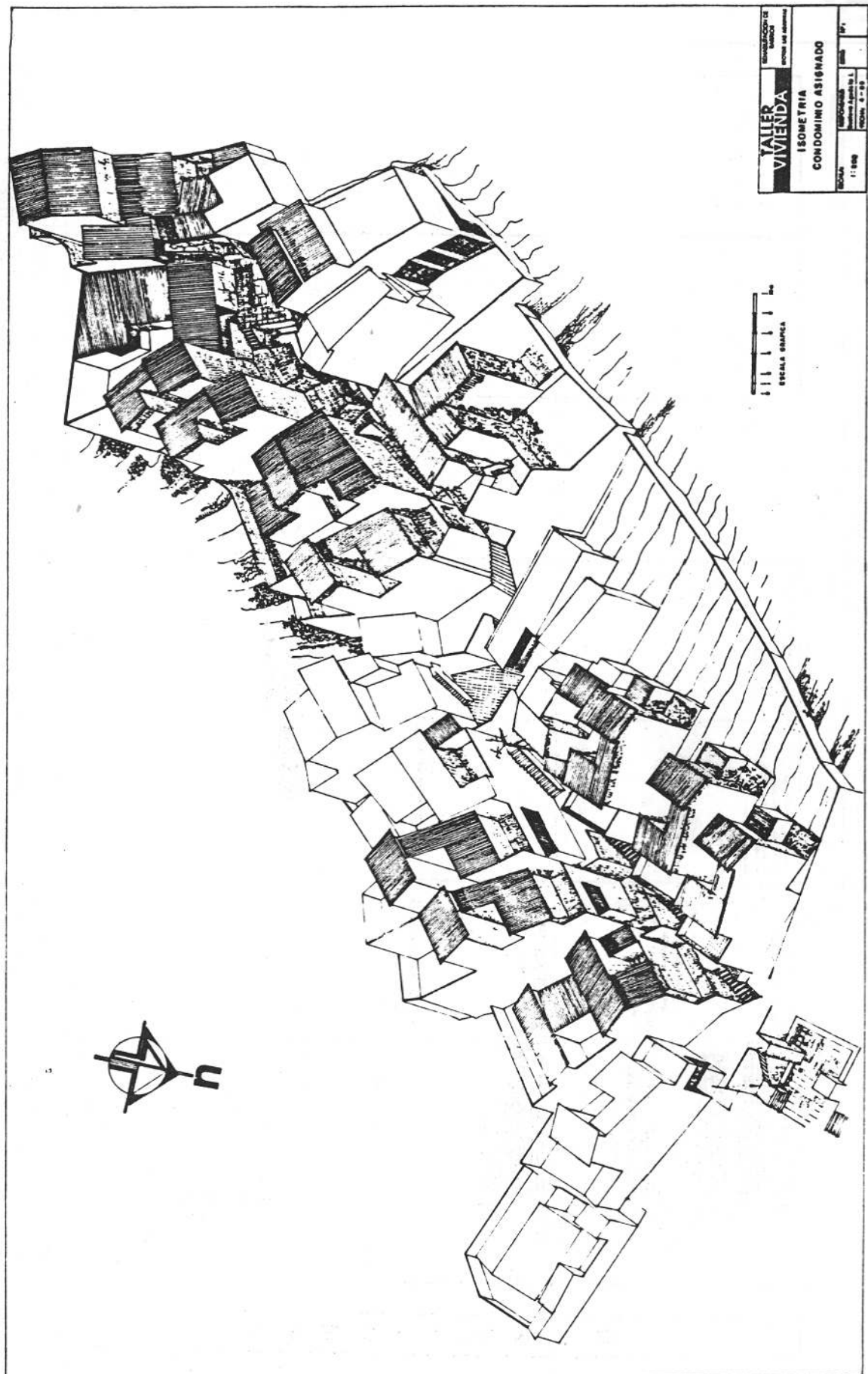
VIVIENDA — 15 ESC. 1:50

CORTE XXX<sup>o</sup>

FACHADA LATERAL DZ.



**FACHADA PRINCIPAL**



Z  
O  
-  
O  
A  
D  
-  
J  
O  
S  
Z  
O  
O

C R E C I M I E N T O

[illegible]

NOTA - EL SISTEMA SIN CONSULTAR TIENE UN APROXIMADO DE 14.00 EN EL DECIMANIENTO PORTANTE, VENTIMILAS, TRESCIENTOS Y NOventa. LA CONSULTACION DEL SISTEMA TIENE UN CORTO APROXIMADO DE 800 EN EL MILLAR LA, SETECIENTOS, VENTIMILAS Y NOventa.

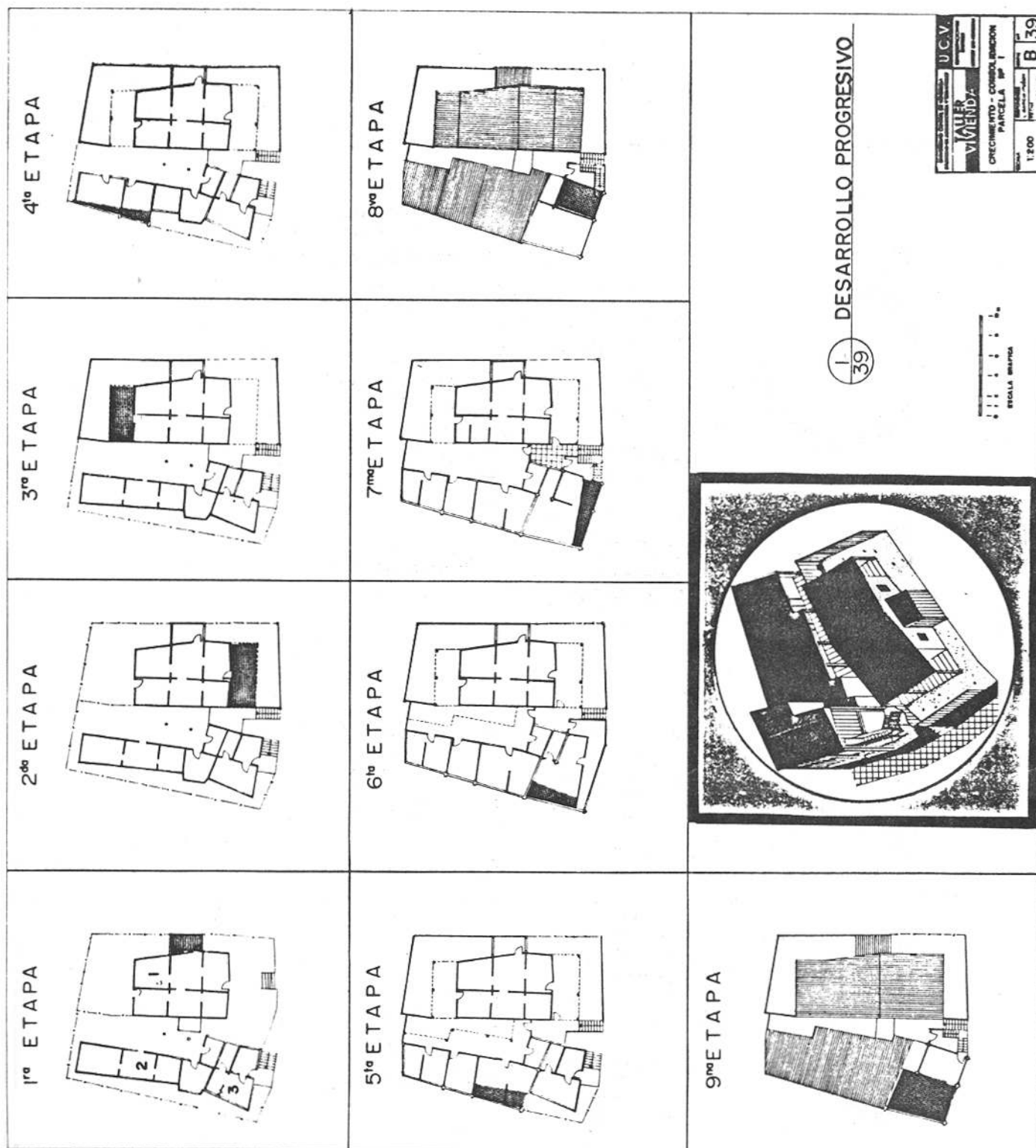
1.  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

C:\BOL\WB-180\_05\F4 -> C:\BOL\WB-180\_05\F4

PA309 GPC-KW-115-01 C-400-000000

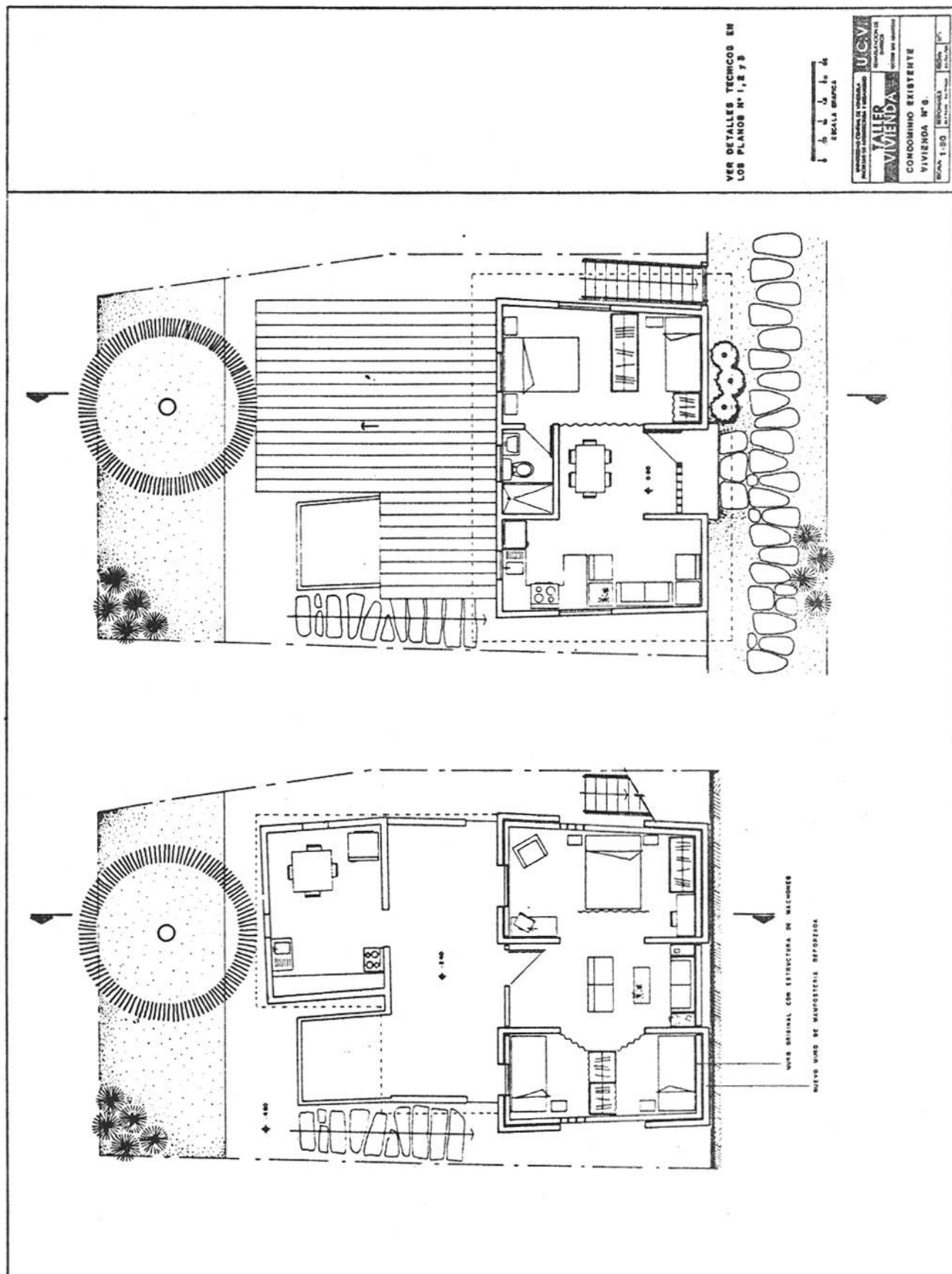
TALLER VIVIENDA	RESEÑA DE MAYORES SINTE LAS RELACIONES	TABLA DE DESARROLLO PROGRESIVO I										
		<table border="1"> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>S/E</td> <td>RESPONSABLE: ADRIANA NOVILLAS</td> <td>REDES:</td> <td>2</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>REDACTA:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	ESCALA:	S/E	RESPONSABLE: ADRIANA NOVILLAS	REDES:	2	16			REDACTA:	
ESCALA:	S/E	RESPONSABLE: ADRIANA NOVILLAS	REDES:	2	16							
		REDACTA:										

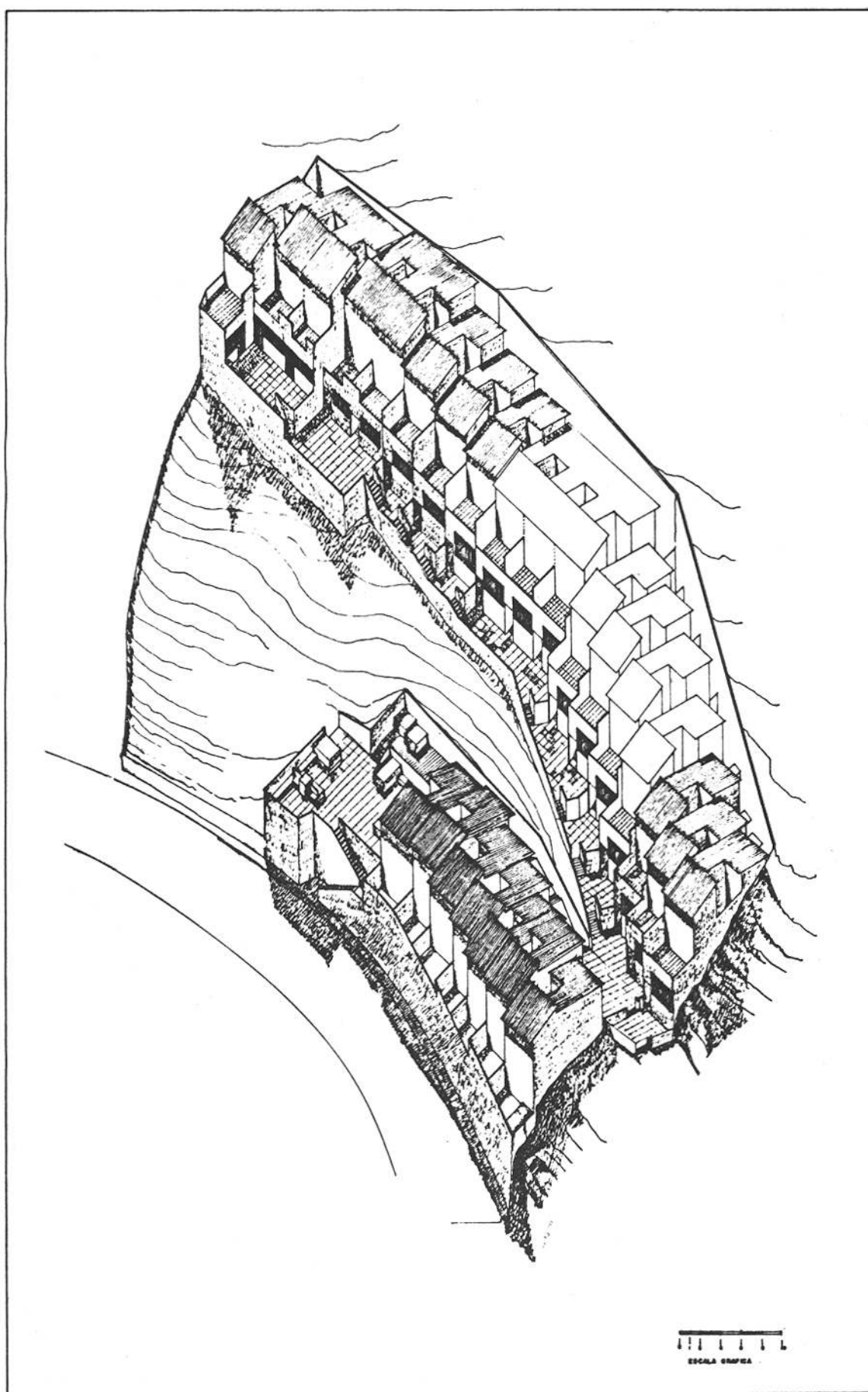
**TABLA DE DESARROLLO  
PROGRESIVO I**



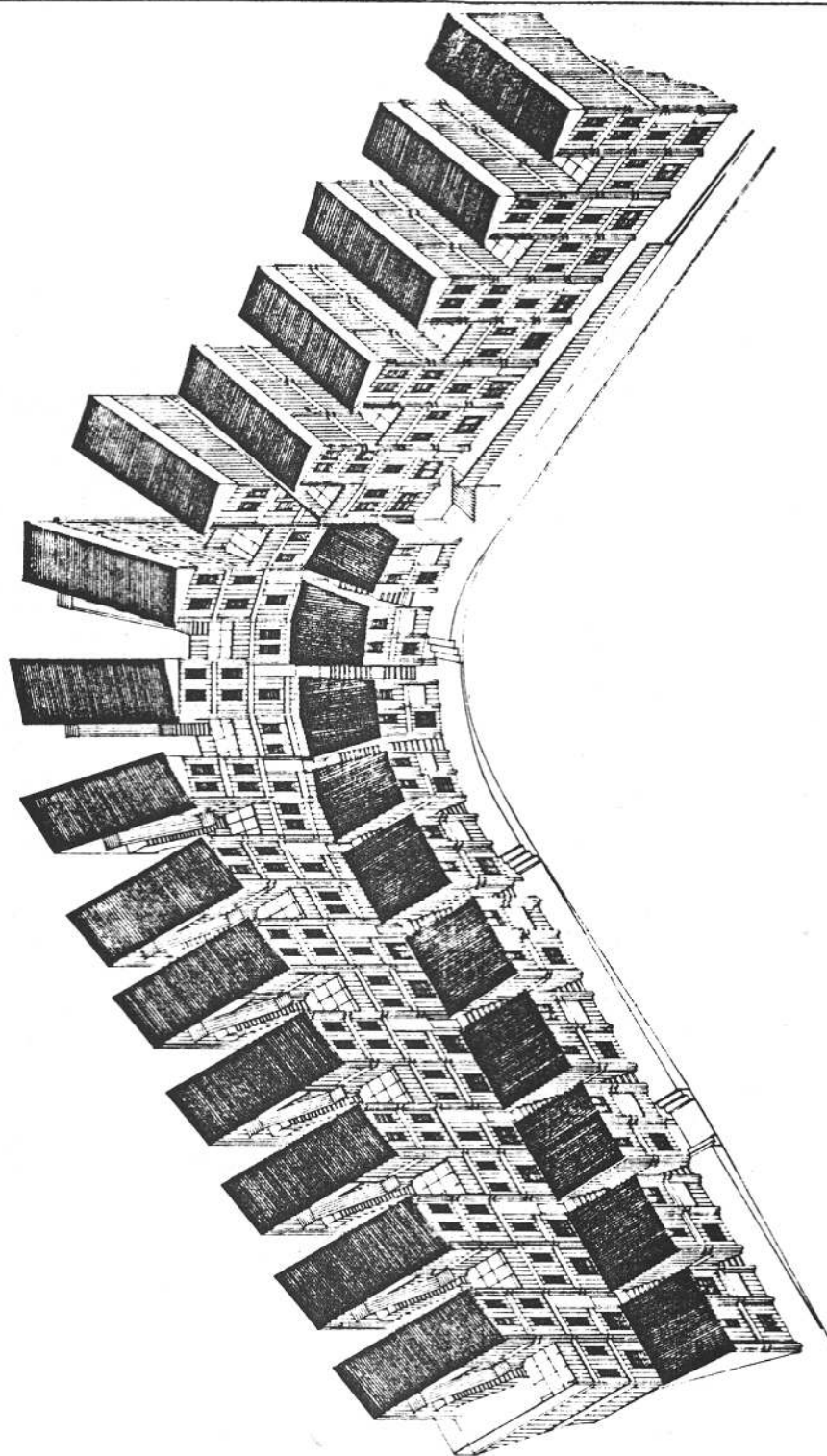


26







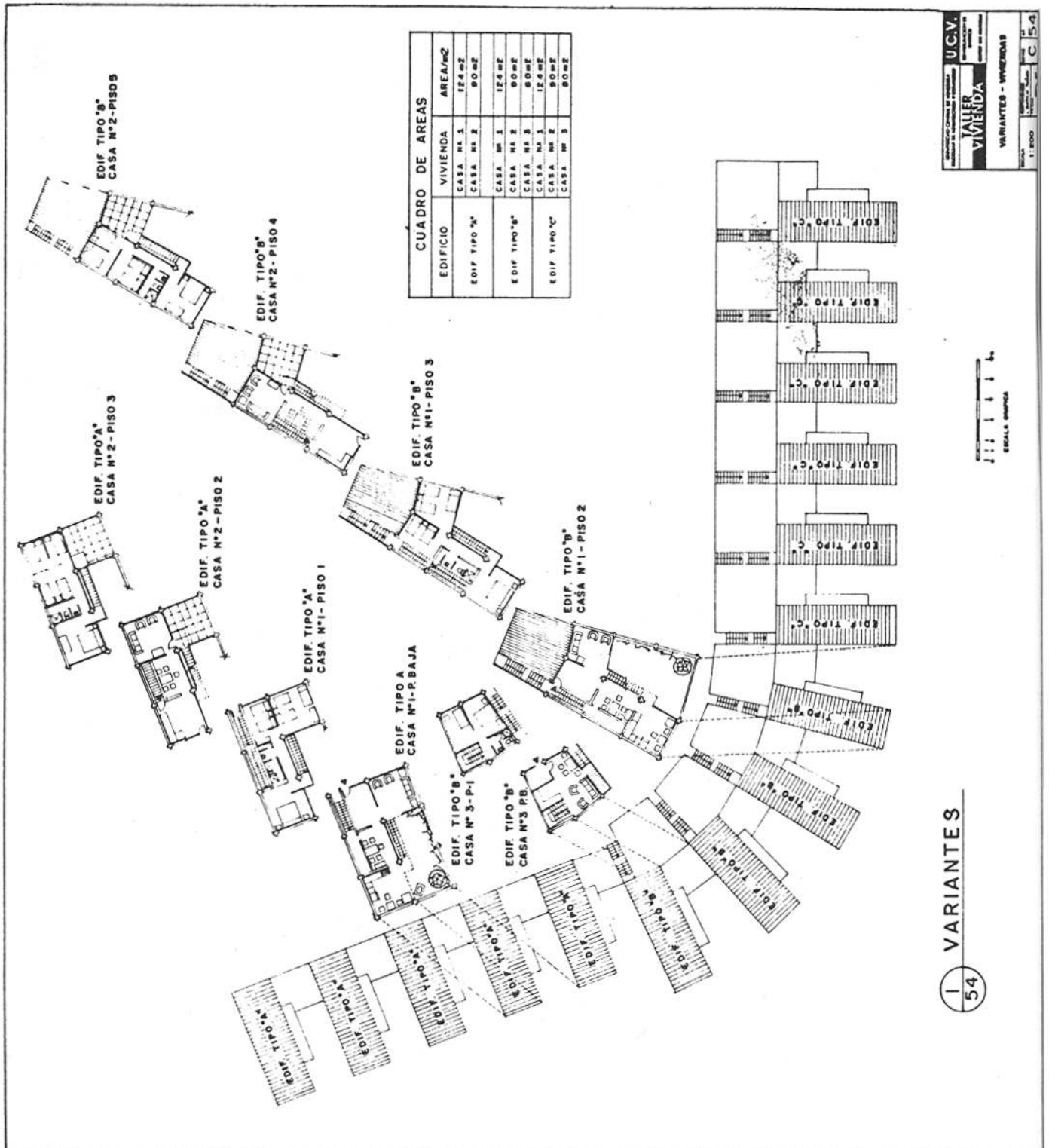


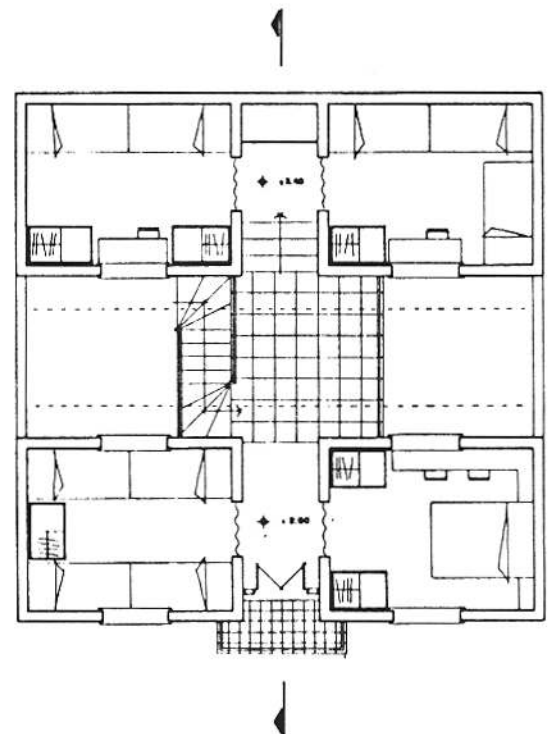
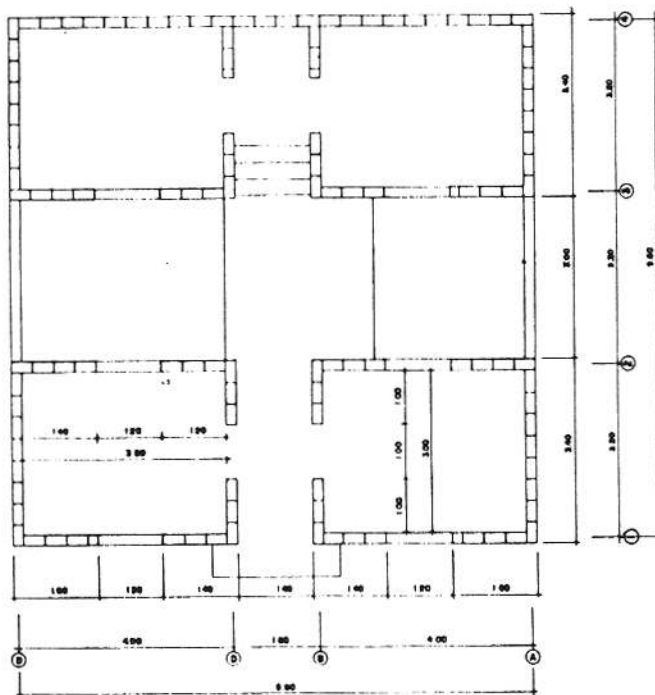
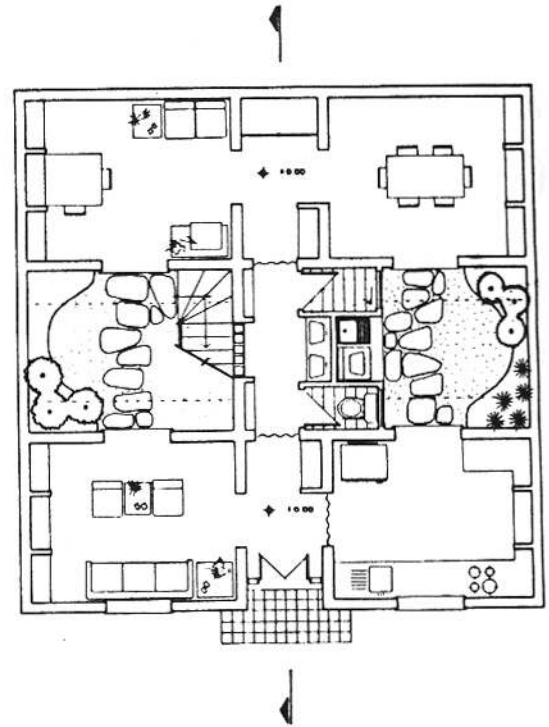
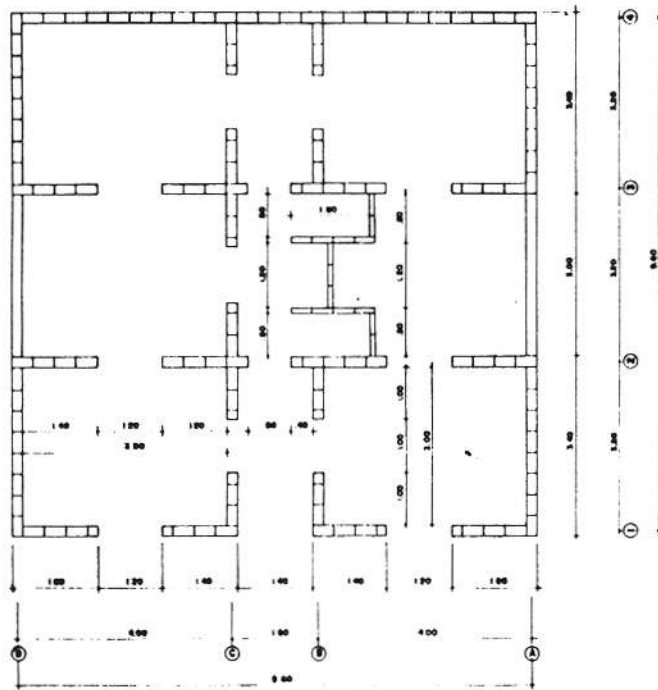
1 ISOMETRIA DEL CONJUNTO



1:200  
 C 52  
 ISOMETRIA DEL COMPLESSO  
 VALER VIANDA  
 C.V.







## NOTAS

- (1) Centro de Estudios Urbanos (CEU). Investigación Barrio La Cruz. Caracas. 1980.
- (2) FUNDACOMUN. Inventario de los Barrios pobres del Área Metropolitana de Caracas. Caracas, 1978, p. 7.
- (3) Para la morfología de los Barrios de Ranchos ver: Teolinda Bolívar "La Production du cadre Bâti dans les BARRIOS A CARACAS... un chantier permanent". París. 1987
- (4) El anteproyecto "A" fue realizado por Alfredo Vera y el otro "B" por Inés Rodríguez, estudiantes del Taller Vivienda.
- (5) Las propuestas tecnológicas corresponden a los siguientes estudiantes del Taller Vivienda: G. Agudelo, A. Novellino, I. Rodríguez y L. García Tuñón.
- (6) Proyecto de G. Agudelo.
- (7) Correspondientes a los proyectos de los siguientes estudiantes del Taller: A. Novellino, L. García Tuñón, A. Rafalli.
- (8) Los ejemplos corresponden a los proyectos de los siguientes estudiantes: G. Agudelo, M.A. Padrón, L. García Tuñón y A. Rafalli.

# COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE LA PRODUCCION INFORMAL DE VIVIENDAS. CASO MARACAIBO(\*)

Ignacio de Oteiza(\*\*)

Andrés Echeverría(\*\*\*)

Federico Arribas(\*\*\*)

(\*) Ponencia Presentada en VIVIENDA 88, Caracas 1988.  
Premio Nacional de Investigación.

(\*\*) Profesor investigador de la Facultad de Arquitectura de la Universidad del Zulia.  
Coordinador de la Investigación.

(\*\*\*) Coinvestigadores.

## INTRODUCCION

En la producción de viviendas en Venezuela y específicamente en Maracaibo, se observan dos grandes sectores: el Sector Formal se refiere a la producción de la empresa privada más la producción Estatal, y el Sector Informal que es la producción de viviendas en las áreas de barrios o áreas no controladas de la ciudad. La producción de este sector llega a ser mayor que la del formal, observándose en Maracaibo que más del 60% de la población está ubicada en dichas áreas. Población que ha resuelto su necesidad de vivienda de acuerdo a sus bajos ingresos y fuera de la oferta del sector de producción formal.

Este trabajo analiza la vivienda desde el punto de vista físico, a través de sus componentes constructivos relacionados con los aspectos socioeconómicos de las familias, los aspectos sobre la participación en la construcción y el financiamiento de la vivienda.

Se llevaron a cabo encuestas y levantamientos de las viviendas en una muestra del total de Maracaibo, realizando un análisis para el momento actual de la vivienda y de la familia que la habita.

Se determinaron cuatro etapas de consolidación física para la vivienda de los barrios; estas etapas son: EI (VIVIENDA FORMATIVA), EII (VIVIENDA EN DESARROLLO), EIII (VIVIENDA EN



CONSOLIDACION) y EIV (VIVIENDA TERMINADA). A través del intercambio de las diferentes variables obtenidas en la encuesta, y por medio de un programa de procesamiento de datos, se establecieron las características propias para cada una de las etapas de consolidación, de acuerdo a los promedios y porcentajes de las mismas.

Como trabajo analítico descriptivo, se llega a conclusiones generales en cuanto a la caracterización de las viviendas, para realizar recomendaciones para el proceso y producción de la vivienda de producción informal en Maracaibo.

### MARACAIBO Y LAS AREAS DE BARRIOS.

Maracaibo como segunda ciudad del país, no escapa al problema general de la vivienda. Una de sus características físicas es la gran proporción de áreas marginales en su periferia, siendo esta periferia más grande que la ciudad "formal". Sin embargo, tiene una característica espacial diferente a lo que se observa en Caracas, ya que su geografía es principalmente plana, con una gran extensión, y llama la atención cómo estas zonas tienen una abundante vegetación, tapando en muchos casos las viviendas de los barrios, por lo que este problema pareciera de menor envergadura que el de la capital.

Podemos decir que los factores que agudizan el problema de la vivienda a nivel nacional están presentes en el problema habitacional de Maracaibo. Factores de tipo demográfico, junto a las migraciones y los factores político-económicos son los determinantes de esta problemática.

Maracaibo ha tenido un crecimiento poblacional sumamente alto, pasando de 252.573 habitantes en el año 1950 a 1.179.595 habitantes para el año 1988, lo que ha representado en los últimos 20 años un crecimiento poblacional interanual promedio del 3.7%.

Por supuesto, este incremento poblacional ha sido también determinado por las migraciones del campo a la ciudad, ya que en ella se dió una gran concentración de inversiones, actuando no sólo como centro de atracción para las migraciones rurales; su auge económico de los años 60 y 70 fué un polo de atracción para los diferentes países del Caribe y de América del Sur (en especial Colombia), quienes por la cercanía de la frontera se establecieron en muchos casos de un modo ilegal, a veces transitorio, buscando una mayor

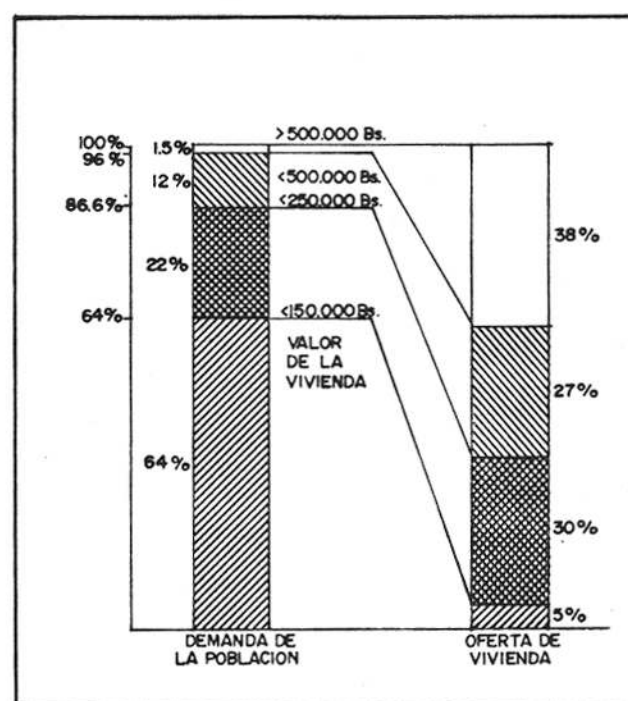
estabilidad política y económica, y ubicándose en las áreas marginales, creando nuevos barrios o integrándose a los existentes.

Por esta razón, las áreas marginales de Maracaibo han sido engrosadas, no sólo por las migraciones nacionales (campo-ciudad), sino también por las migraciones extranjeras.

De los factores político-económicos podemos señalar que la política habitacional ha sido dirigida desde la capital con características semejantes, pero con menor nivel de actuación en la inversión que en el centro de poder, lo que en muchos casos de políticas de remodelación y consolidación de barrios por parte del Estado significó una menor atención a la población marginal que la realizada en Caracas.

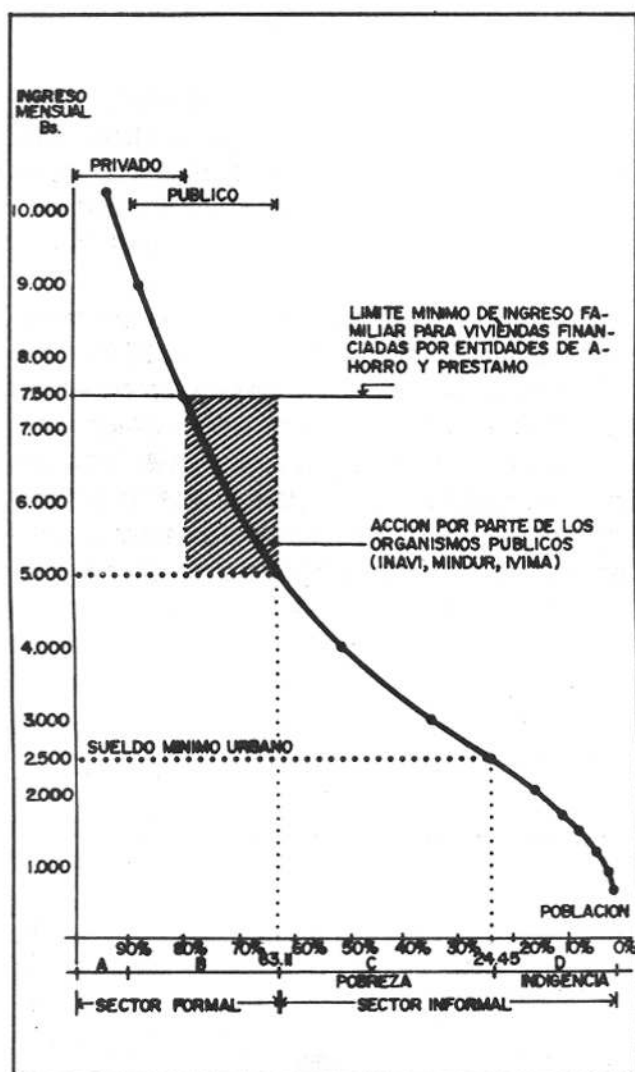
En cuanto a lo económico podemos observar incompatibilidad entre la oferta y la demanda de vivienda, debido a la escasa capacidad de pago de la mayoría de la población, ubicada en la periferia, produciendo ellos mismos las viviendas que el sector formal no era capaz de ofrecer.

### DEMANDA Y OFERTA DE VIVIENDA SEGUN SU VALOR



Analizando el gráfico siguiente de ingresos mensual de la población urbana en el Zulia, observamos los dos sectores ya señalados de la producción de viviendas.

#### CURVA DE INGRESOS PARA LA REGION ZULIANA AREAS URBANAS (2º SEMESTRE 1987)



FUENTE: OCEI INDICADORES DE LA FUERZA DE TRABAJO. 1987.

#### EL SECTOR DE PRODUCCION FORMAL.

Aquel cuya población puede tener acceso a la vivienda terminada. En éste observamos dos subsectores:

El subsector "A", donde incluimos la producción del sector privado, cuya oferta de vivienda esta dirigida a la población de mayores ingresos. Actualmente podemos ver en Maracaibo que la oferta mayoritaria de vivienda de este subsector está conformada por

viviendas unifamiliares o apartamentos con costos sobre el millón de bolívares, lo que representa en muchos casos un valor sobre los 10.000 Bs./m<sup>2</sup> para una población con la menor demanda real de vivienda, siendo la vivienda una inversión.

El subsector "B", que representa aproximadamente un 30% de la población, que según su nivel de ingreso podría tener acceso a las ofertas de viviendas producidas por el Estado, a las soluciones del INAVI, MINDUR y otros organismos estatales o municipales. Sin embargo, en estos momentos este subsector "B" se encuentra prácticamente paralizado, ya que hay muy poca oferta de viviendas de este tipo en Maracaibo.

#### EL SECTOR DE PRODUCCION INFORMAL

Comprende más del 60% de la población de Maracaibo, la de menores recursos, en situación de pobreza o indigencia. Es el sector que ha ido resolviendo el problema de la vivienda en correspondencia con la irregularidad de su ingreso, haciéndola a la medida de sus posibilidades; una construcción progresiva ocupando gran parte de las áreas de la ciudad.

#### CRECIMIENTO DE LOS BARRIOS EN LA CIUDAD DE MARACAIBO

Aunque los primeros asentamientos no controlados o barrios de Maracaibo los podemos ubicar a principios de este siglo (Paraiso y El Bajo en San Francisco 1904, Santa Lucia, etc.), este trabajo comprende solamente aquellos que fueron fundados dentro de los últimos treinta años (que corresponde al período democrático), por considerar que ha sido en estas últimas décadas cuando Maracaibo ha experimentado su mayor crecimiento y ha sufrido las mayores transformaciones a causa de estos asentamientos.

El análisis se basa en la información suministrada principalmente por FUNDACOMUN, Concejo Municipal de Maracaibo, OMPU (Oficina Municipal de Planeamiento Urbano) y ENELVEN.

Observamos como Maracaibo en el inicio de la democracia sufrió un incremento muy grande de los barrios, ya que, como se señaló anteriormente, se pasó de una política de tipo represivo a un dejar hacer con respecto a las áreas de los barrios. Durante los tres primeros períodos presidenciales democráticos (15 años) se duplicó el número de barrios de 69 a 139. Las políticas habitacionales fueron similares a las señaladas

a nivel nacional: acciones en algunos casos de remodelación y equipamiento de barrios, sobre todo a los más consolidados (que correspondían generalmente a los de mayor tiempo de fundados). A finales de este período hubo una política agresiva de producción de viviendas de bajo costo (urbanizaciones populares) llegando a producir el sector oficial, 10.442 viviendas entre 1969-1973, en los desarrollos habitacionales de San Francisco (2.066 viviendas), Cuatricentenario (1.786 viviendas) y San Jacinto (4.419 viviendas) como los más importantes.

Del año 1973 al 1978 aparecen 21 nuevos barrios. La política habitacional ahora se caracteriza por la producción de viviendas terminadas con sistemas prefabricados importados, experimentando una baja considerable la producción de viviendas por el sector público totalizando tan sólo 2.478 viviendas, muchas de las cuales fueron desarrollos mixtos (sectores públicos y privados conjuntamente).

En 1978 el I Inventario Nacional de Barrios, establece para Maracaibo la cantidad de 134 barrios, que equivale a una población de 318.345 habitantes, es decir, el 40.1% del total de ese año.

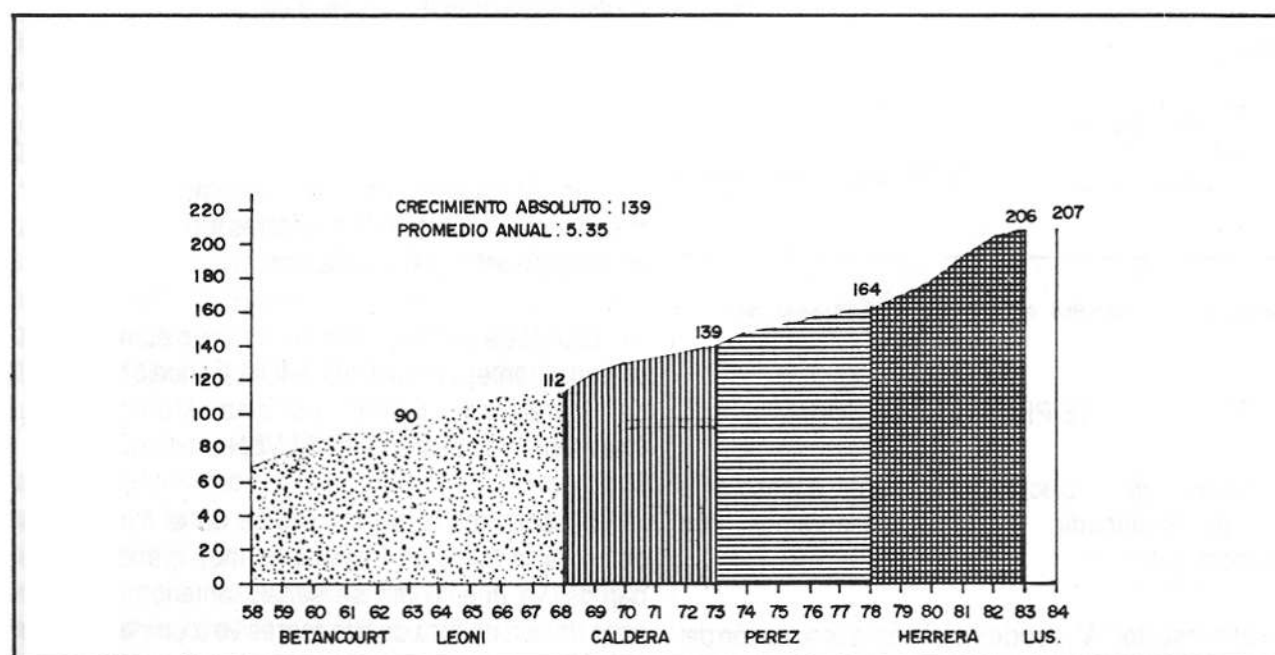
El crecimiento de la cantidad de barrios en este quinquenio fue superior al anterior, llegando a 206 el total en Maracaibo.

En 1985 FUNDACOMUN realiza el II Inventario Nacional de Barrios, determinando un número total de 168 barrios, con una población asentada en estas áreas de 579.362 habitantes que equivale al 54.16% de la población total de Maracaibo.

La mayoría de los barrios en Maracaibo están concentrados en los municipios Coquivacoa, San Francisco, Cacique Mara y Cristo de Aranza. Son también los municipios más grandes de la ciudad y en los que hemos hecho énfasis para nuestro estudio.

La superficie total de Maracaibo dentro del perímetro urbano, que incluye la expansión de 8.052 Has. en 1985, es de 22.545 Has. El 41% de esta superficie está ocupada por barrios en diferentes estados de consolidación. Si no tomamos en cuenta las 7.411,30 Has<sup>2</sup>. de área desocupada, esta cifra alcanza el 60%. Esto significa que las viviendas ubicadas en el 60% del área ocupada de Maracaibo han sido producidas, por el sector informal.

NUMERO TOTAL DE BARRIOS - CRECIMIENTO ANUAL 1958-1984





Antes del año 1985, cuando entra en vigencia el nuevo Plan Rector de la ciudad de Maracaibo, el perímetro urbano encerraba aproximadamente 11.000 Has. y el área de barrios, para esa época, representaba el 70% del área ocupada.

### **PATRONES DE DESARROLLO DE LA VIVIENDA INFORMAL EN MARACAIBO**

El objetivo principal de la investigación es identificar las tipologías de organización espacial y los componentes constructivos de la vivienda de producción informal, analizando las mismas y determinando diferentes etapas de consolidación.

Cada vivienda es respuesta a una necesidad y a las posibilidades de los miembros que la ocupan. Entendemos que cada una de ellas responde a un proceso evolutivo propio y dinámico, de acuerdo a los procesos mismos de la familia, a su crecimiento, a sus posibilidades económicas en el tiempo y a sus intereses en general. Por estas razones, la variable de años de fundación de la vivienda es determinante. Sin embargo, consideramos que analizando todas las variables que se indican en la encuesta y relacionándolas entre sí podemos determinar patrones comunes para grupos de viviendas que nos indican la etapa de consolidación en que se encuentra cada una de ellas, así como algunas de las características comunes de sus habitantes. Estos patrones que describen cada etapa deben tomarse como una generalización, ya que pormenorizan las características de la mayoría de las viviendas, encontrándose algunos casos, que presentan algún aspecto diferente al grupo al que, a nuestro juicio pertenecen.

En general, se establecen los patrones según cada uno de los aspectos de la encuesta. En la primera parte de este capítulo analizamos y comparamos los aspectos en todas las etapas, dando una visión global de la vivienda de producción informal en Maracaibo. En la segunda parte, señalamos los patrones que determinan cada una de las etapas.

### **TIPOLOGIAS DE VIVIENDA**

Una vez realizadas las 207 encuestas, nos encontramos con una gran variedad de soluciones de vivienda en los barrios donde se realizó la encuesta. Se trata, en esta etapa de la investigación, de determinar tipologías de vivienda con énfasis en las características de los componentes constructivos.

En un principio identificamos tres grandes grupos según el estado de consolidación de la vivienda. En los extremos teníamos un grupo de viviendas encuestadas que se caracterizaba, en líneas generales, por la utilización de materiales de desecho para los cerramientos y la cubierta, a la que denominamos VIVIENDA FORMATIVA, y otro grupo que presentaba materiales perdurables en cerramientos, piso y cubierta, con acabados internos y externos, a la que denominamos VIVIENDA TERMINADA. El que una vivienda perteneciera a la clasificación de terminada no significaba necesariamente que la vivienda no podía experimentar futuras transformaciones o crecimiento, sino que su estado de consolidación física (calidad de los materiales, acabados y sistemas constructivos) había alcanzado un nivel que consideramos satisfactorio para este tipo de viviendas.

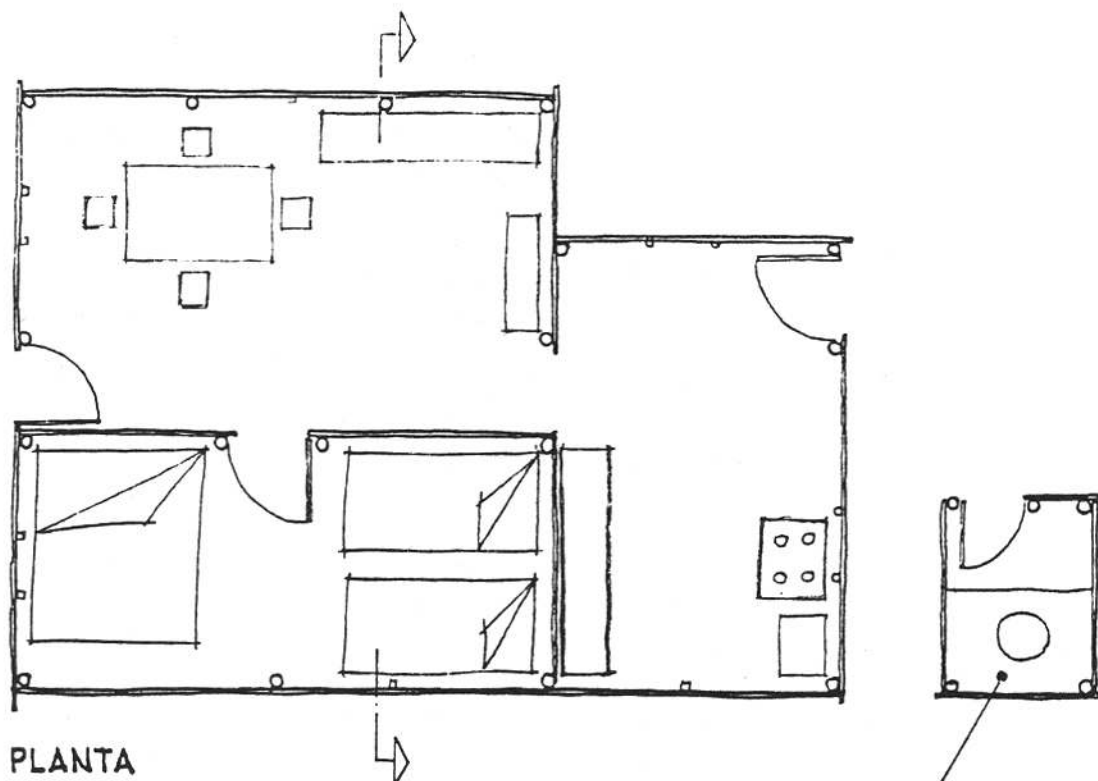
En el medio estaba un grupo que representaba la transición entre los dos grupos anteriores, mostrando una amplia gama de posibilidades. En este grupo central, el más vasto de todos, se podían encontrar desde viviendas con un porcentaje bajo de utilización de materiales de desecho hasta casos con materiales perdurables en su totalidad y una baja presencia de acabados, es decir, muy cercano a un extremo y muy alejado del otro. Por esta razón se decidió subdividirlo en dos, cuyas viviendas representaban las etapas que dimos en llamar DE DESARROLLO (posterior a la FORMATIVA) y DE CONSOLIDACION (anterior a la TERMINADA).

De esta manera nuestra clasificación de las etapas de consolidación física de la vivienda quedó establecida así:

- I. Vivienda en etapa FORMATIVA
- II. Vivienda en etapa DE DESARROLLO
- III. Vivienda en etapa DE CONSOLIDACION
- IV. Vivienda TERMINADA

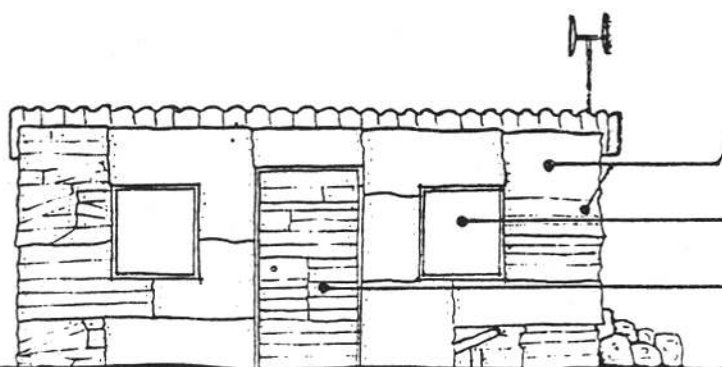
Para esta clasificación se tomaron en cuenta únicamente criterios constructivos, y sólo aquellos que sirvieran para mostrar lo más objetivamente posible las características físicas de la vivienda. Todas las variables que intervienen en la definición de las etapas de consolidación se indagarían en la encuesta, y una vez determinada la etapa a la que pertenecen las viviendas, se procedería a cruzar variables para encontrar una caracterización de cada etapa en los otros aspectos (socio-económicos, de financiamiento, de construcción) e identificar una línea evolutiva.





PLANTA

EXCUSADO DE HOYO  
(BAÑO SEPARADO)

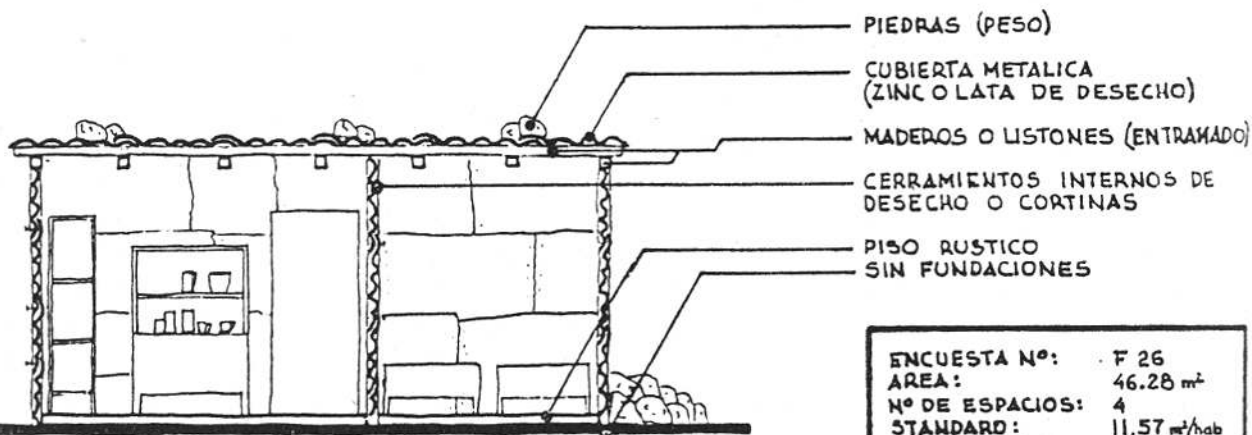


FACHADA PRINCIPAL

LAMINAS Y TABLAS DE DESECHO  
CLAVADAS

VENTANA PROVISIONAL  
(DESECHO)

PUERTA PROVISIONAL  
(DESECHO)



CORTE

PIEDRAS (PESO)

CUBIERTA METALICA  
(ZINC O LATA DE DESECHO)

MADEROS O LISTONES (ENTRAMADO)

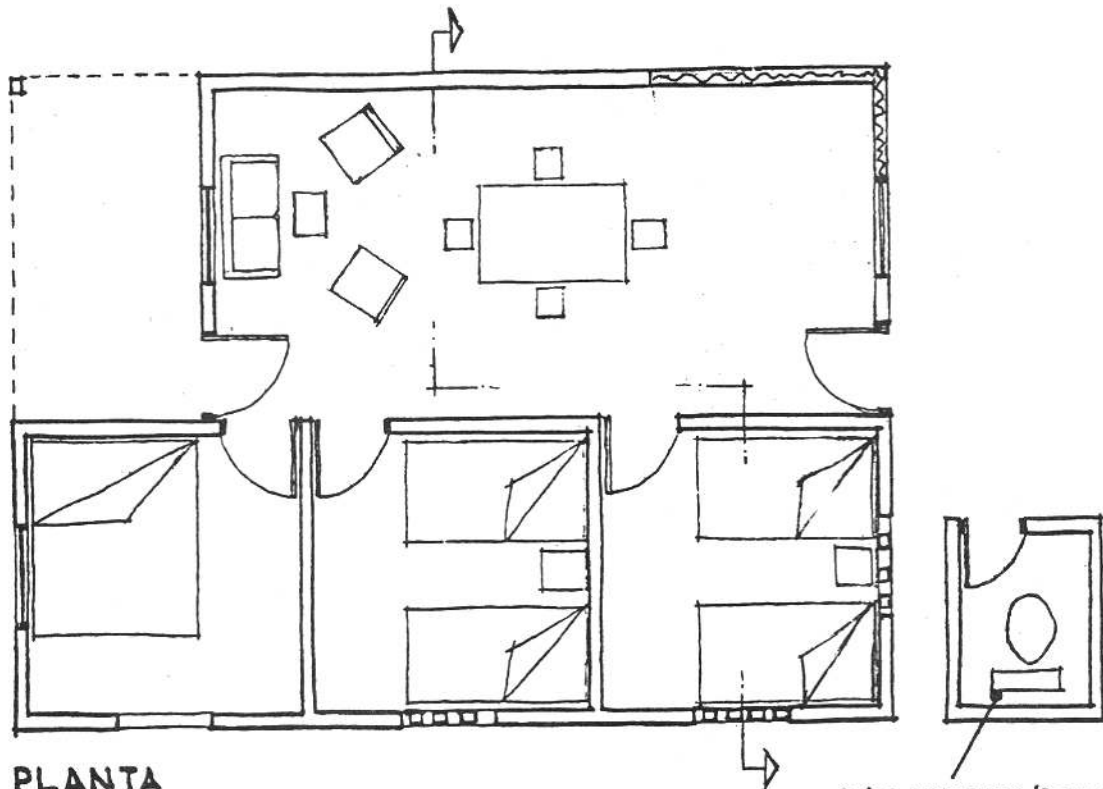
CERRAMIENTOS INTERNOS DE  
DESECHO O CORTINAS

PISO RUSTICO  
SIN FUNDACIONES

ENCUESTA N°:	F 26
AREA:	46.28 m <sup>2</sup>
N° DE ESPACIOS:	4
STANDARD:	11.57 m <sup>2</sup> /hab
SUP. OCUPADA:	15,4 %

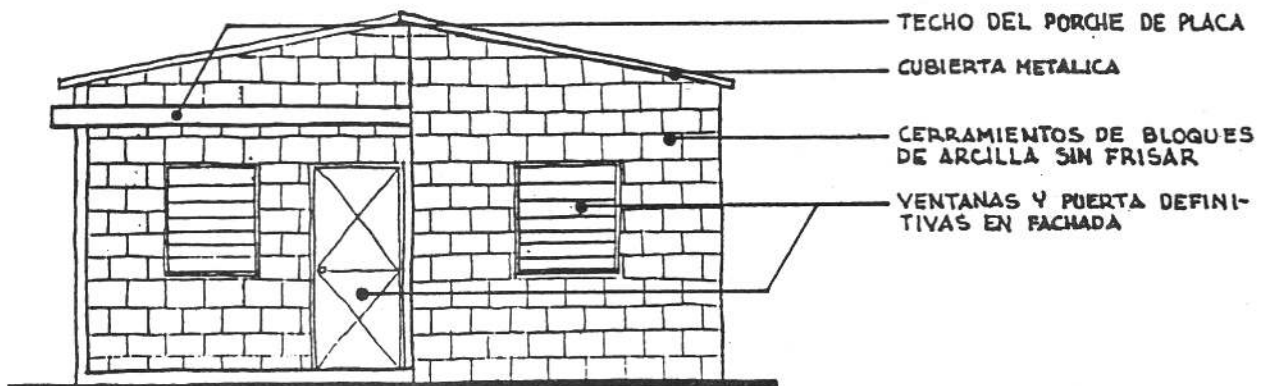
ESCALA GRAFICA



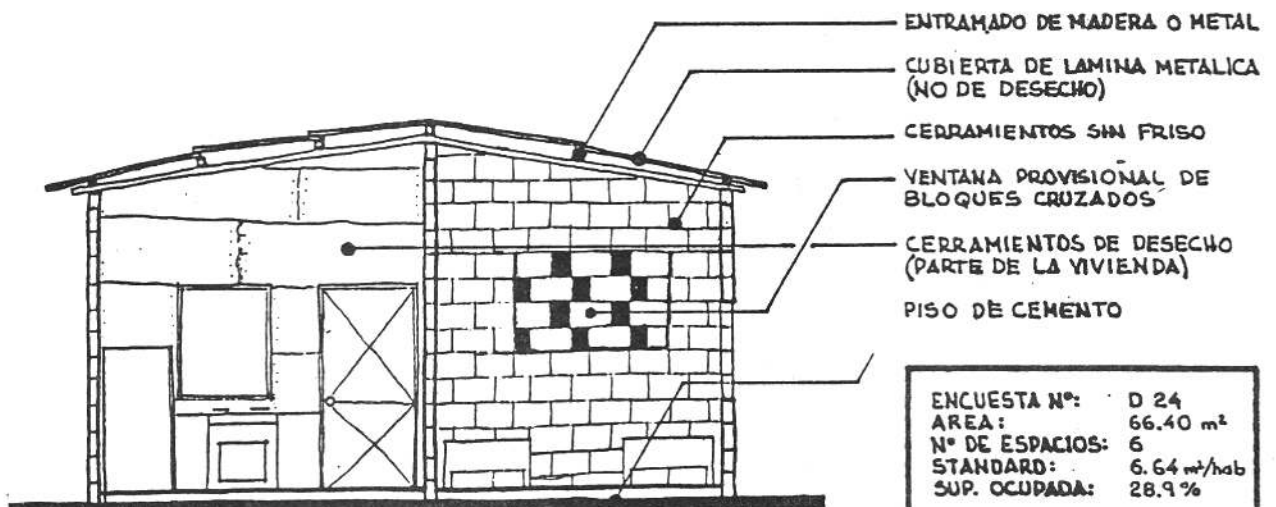


PLANTA

BAÑO SEPARADO (DE BLOQUES)



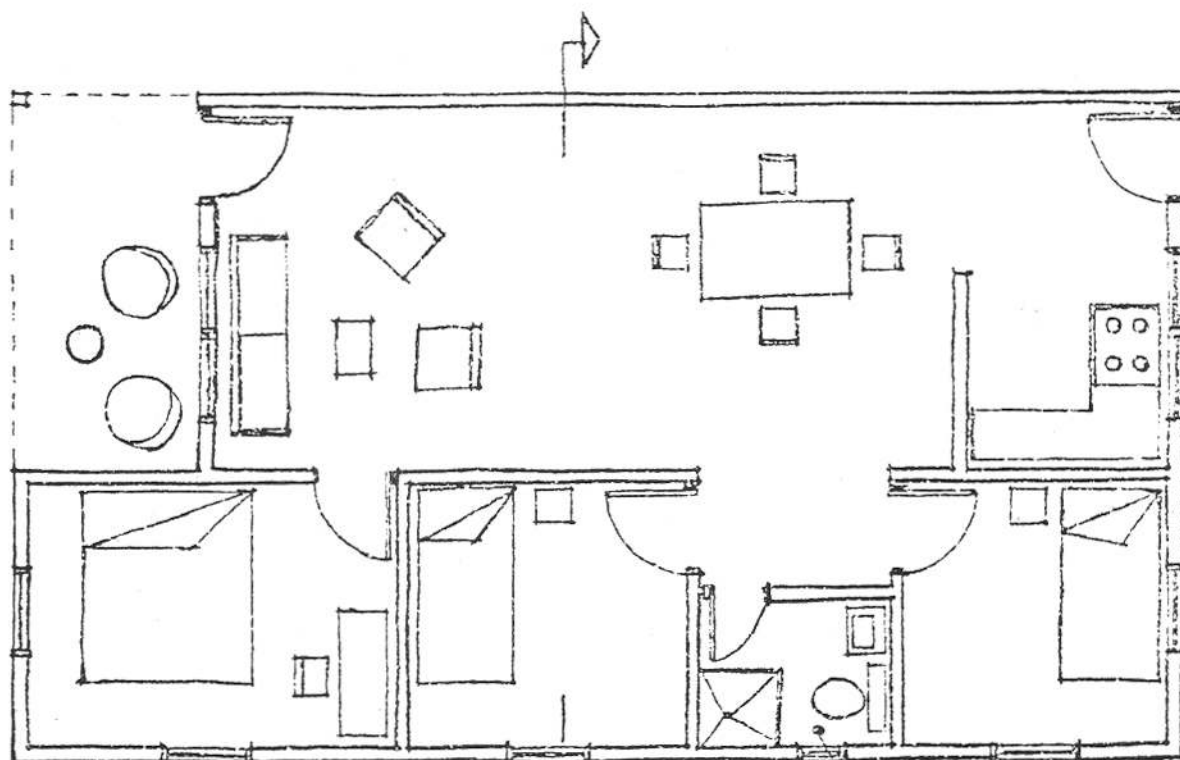
FACHADA PRINCIPAL



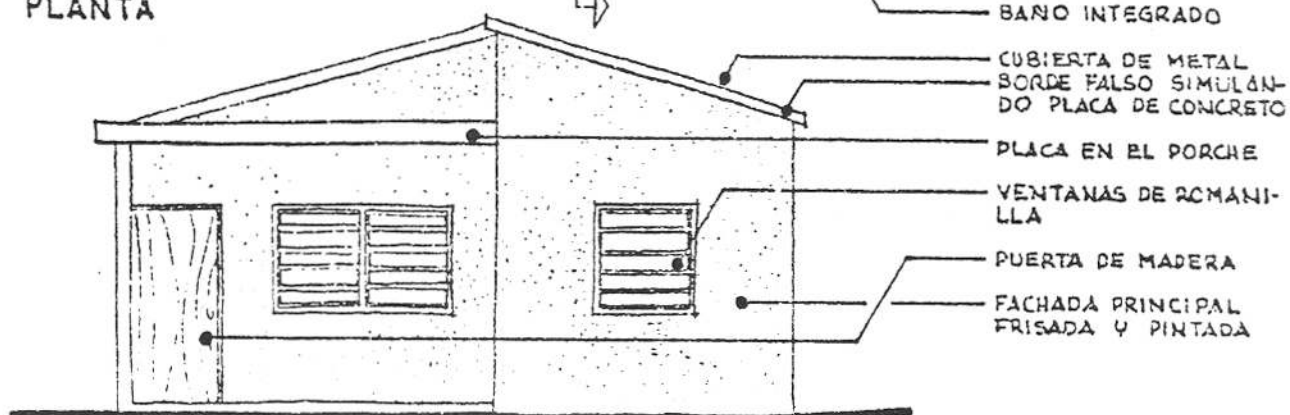
CORTE

ESCALA GRAFICA

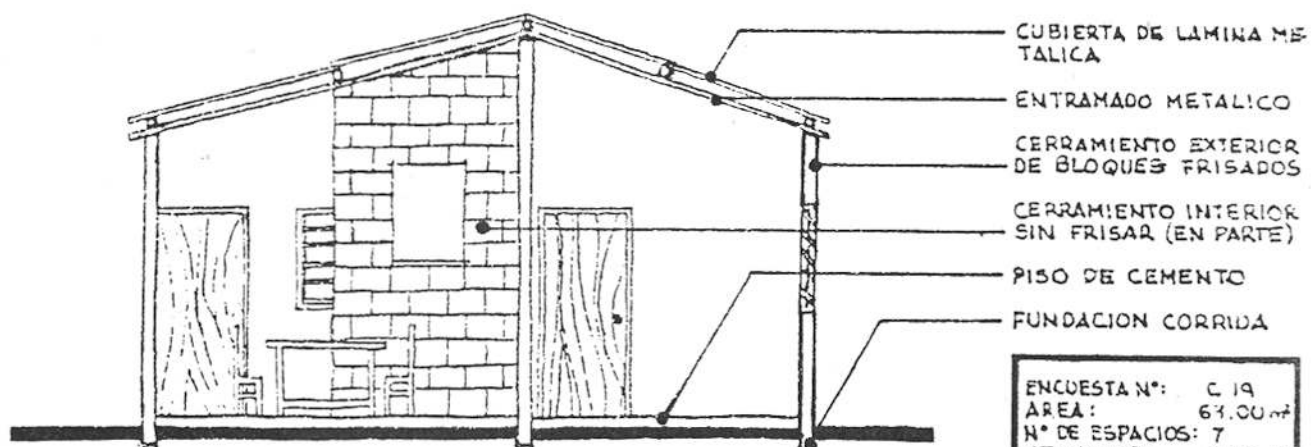
0 1 2 3m



PLANTA



FACHADA PRINCIPAL

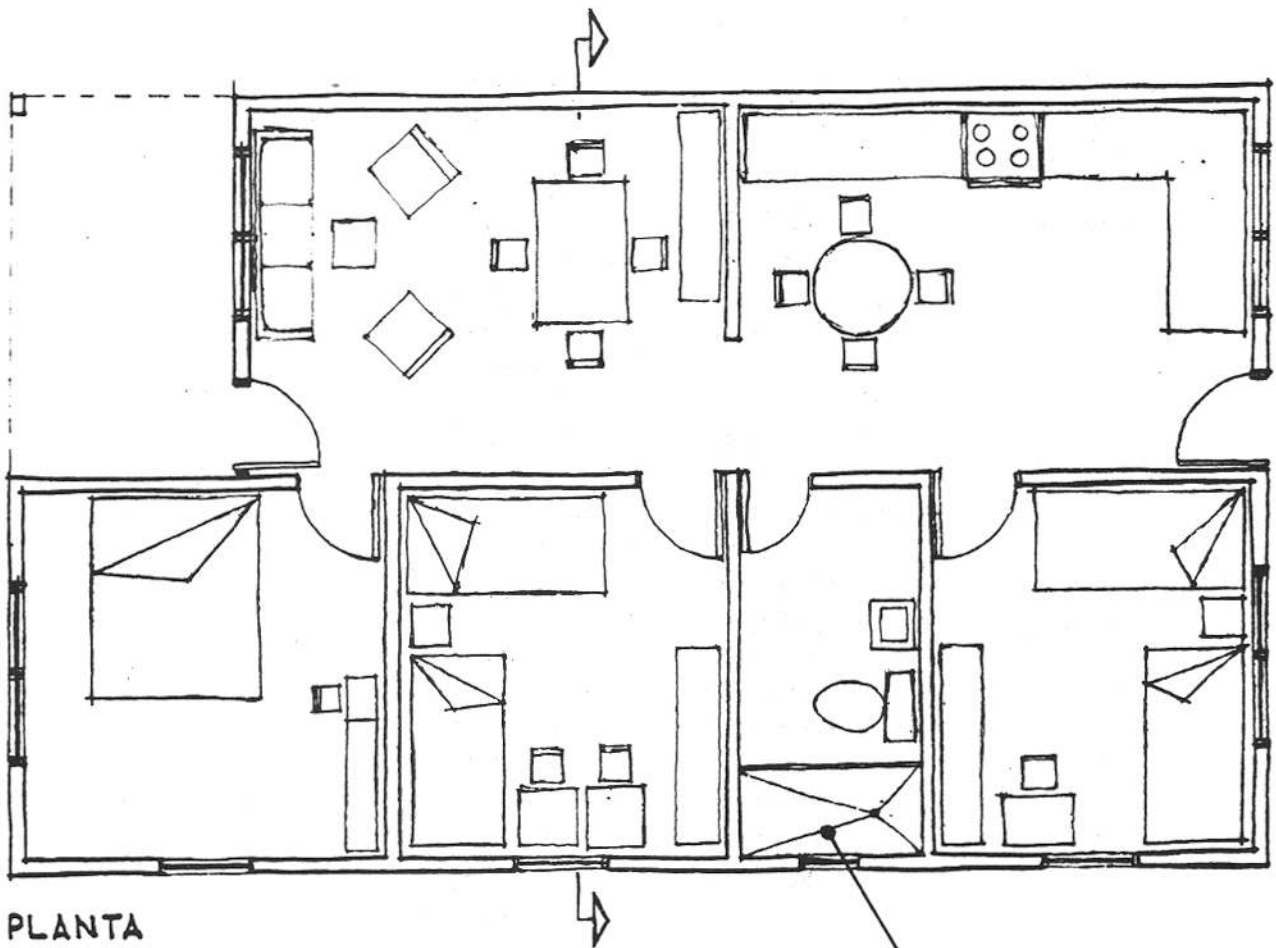


CORTE

ENCUESTA N°:	C. 19
AREA:	63.00 m <sup>2</sup>
N° DE ESPACIOS:	7
STANDARD:	9.00 m <sup>2</sup> /h
SUP. OCUPADA:	23.1%

ESCALA GRAFICA





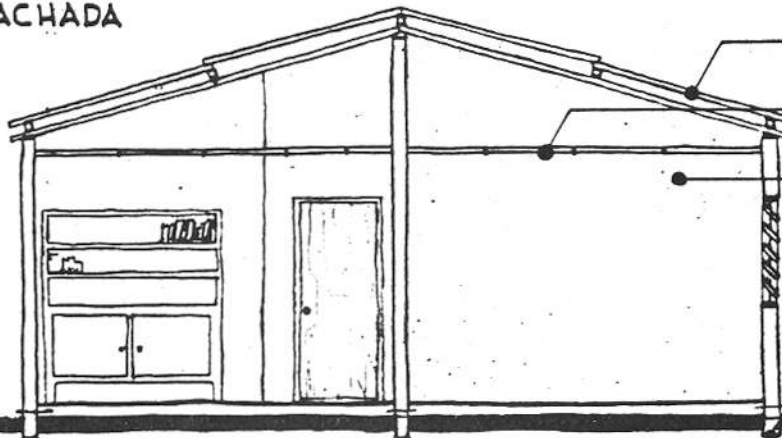
PLANTA

- BANO INTEGRADO, CON TODAS LAS PIEZAS
- BORDE FALSO SIMULANDO TECHO DE PLACA
- PORCHE CON TECHO DE PLACA
- CERRAMIENTOS EXTERIORES CON FRISO
- VENTANAS DE ROMANILLA
- PUERTA DE MADERA



FACHADA

- CUBIERTA DE LAMINA METALICA
- CIELO RASO
- CERRAMIENTOS INTERNOS CON FRISO
- FUNDACION CORRIDA



CORTE

ENCUESTA N°:	T 52
AREA:	104.00 m <sup>2</sup>
N° DE ESPACIOS:	7
STANDARD:	14.86 m <sup>2</sup> /hab
SUP. OCUPADA:	31.5 %

ESCALA GRAFICA



A continuación se enumeran las características que deben presentar las viviendas de cada etapa para ser clasificadas como tales.

## I. ETAPA FORMATIVA.

### A. Estructura:

- Columnas (tipo horcones) y vigas de madera o de metal reciclados.

- No existen muros de carga.

- No hay fundaciones; las columnas apoyan directamente en el piso. Puede haber un piso de concreto que ayuda a apoyar las columnas.

- La cubierta está sostenida por un entramado de madera o de metal con las mismas características de las columnas (material reciclado) unidos entre sí de forma provisional (clavos, amarres de alambre, etc.).

- La cubierta puede presentar piedras y cauchos sobre ella como pesos para ayudar a fijarla contra los vientos fuertes.

- La cubierta se apoya en los cerramientos directamente. Las luces de las vigas y entramados son pequeñas (no mayor de 2.44 m., el ancho standard de una lámina).

### B. Cerramientos y Cubierta:

- Los cerramientos exteriores son de material de desecho (cartón, cartón piedra, madera reciclada de encofrados y/o embalajes, chapas, latas extendidas, avisos, plásticos, etc.).

- Los cerramientos interiores, de haberlos, han de ser telas o de materiales similares a los exteriores.

### C. Acabados:

- No hay acabados. El piso puede ser de tierra, de suelo cemento o una base de piso muy rudimentaria.

## II. ETAPA DE DESARROLLO

### A. Estructura:

- Columnas de madera, concreto o metálicas o en ausencia de éstas, muros de carga de bloques de arcilla o cemento.

- Pueden existir o no elementos de refuerzo vertical y horizontal para los muros de carga.

- Fundaciones o base de pavimento donde se apoyan los muros o las columnas.

- Combinación de materiales perdurables o definitivos en algunas partes de la vivienda con otros de desecho propios de la etapa anterior.

### B. Cerramientos y cubierta:

- Bloques de arcilla o cemento en los cerramientos exteriores e interiores.

- Cubierta de láminas metálicas.

- Combinación de materiales de desecho y definitivos.

### C. Acabados:

- Ausencia de frisos exteriores e interiores a excepción (no necesaria) de la fachada principal.

- Parte interna de la cubierta a la vista.

- Pisos de cemento rústico o requemado.

### D. Otras consideraciones:

- Pertenecerán a este grupo todas aquellas viviendas que presenten combinación de sistemas constructivos y materiales transitorios y de desecho con otros perdurables y definitivos a menos que uno de ambos esté presente en una proporción tan baja (se estableció como referencia un 10%) o tan alta (se estableció un 90%) que amerite pertenecer a clasificación de consolidación mayor o menor, según sea el caso.

- El estado de consolidación de los servicios exentos se tomará en cuenta igualmente, debiendo existir ya alguna pieza sanitaria en esta etapa.

- Los vanos para las ventanas deben estar definidos, así estén provisionalmente tapados (con bloques cruzados u otro material).

## III. ETAPA DE CONSOLIDACION

### A. Estructura

- Columnas de madera, acero (no reciclados) o concreto.

- Pueden existir muros de carga de bloques, adobes o concreto en vez o a la vez de las columnas (combinado).

- Los muros de carga pueden presentar refuerzos.

- Entramado de acero, madera o ambos (no reciclados) para sostener la cubierta, si esta es de láminas.

- Pueden existir otros tipos de cubiertas, como losas macizas, nervadas, de tablerones u otras en partes o toda la casa.

### B. Cerramientos

- Los cerramientos exteriores e interiores pueden ser de bloques de arcilla o cemento, u otros materiales perdurables.

- Deben prevalecer en general los materiales perdurables, y en caso de existir algunos de desecho, no deberán exceder el 10% de la vivienda.

### C. Acabados

- Ausencia de frisos en los cerramientos exteriores, a excepción tal vez de la fachada principal, porche y alguna que otra pared.



- Presencia de frisos u otros acabados en los cerramientos interiores en gran proporción.

- Piso de cemento requemado como mínimo. Puede tener algún tipo de acabado (vinil, mosaico, granito, cerámica, etc.).

- La parte interna de la cubierta está a la vista, por lo general.

D. Otras consideraciones

- Deben existir las piezas sanitarias (W.C., lavamanos y ducha.

- Pueden estar presentes los acabados en piso, cerramientos y techo, siempre y cuando éstos no alcancen la totalidad.

#### IV. ETAPA TERMINADA

A. Estructura

(igual a la ETAPA DE CONSOLIDACION)

B. Cerramientos

(igual a la ETAPA DE CONSOLIDACION)

C. Acabados

- Los cerramientos exteriores e interiores deben presentar acabados en su totalidad (friso, cerámica o lo que sea).

- En el caso de viviendas con cerramientos de bloques de cemento, se considerará acabado la pintura sobre bloque.

- El techo puede quedar a la vista, si es de láminas, o bien presentar cielo raso. Si es de placa, deberá estar debidamente frisada.

- Piso de cemento requemado en buen estado o con algún tipo de acabado sobre él (vinil, cerámica, mosaico, granito).

D. Otras consideraciones

- Presencia de acabados en puertas y ventanas con materiales definitivos.

- Todas las piezas sanitarias presentes.

- Instalaciones embutidas en las paredes.

#### COMPARACION DESCRIPTIVA DE LOS DIFERENTES ASPECTOS EN LAS ETAPAS DE CONSOLIDACION

Se trata de mostrar en esta parte las características generales de las viviendas de los barrios según la etapa de consolidación en que se encuentren, comparando de una manera descriptiva cada uno de los aspectos.

#### INFORMACION GENERAL

En la relación entre las etapas de consolidación y la ubicación en los diferentes Municipios, observamos cómo en el Municipio Coquivacoa (norte de Maracaibo) está el mayor porcentaje de viviendas en ETAPA FORMATIVA (invasiones recientes) y por el contrario, en el Municipio San Francisco (sur de la ciudad) el porcentaje de viviendas en las etapas más consolidadas (ENCONSOLIDACION Y TERMINADA) se hace mayor (invasiones más antiguas).

DISTRIBUCION DE TIPO DE VIVIENDAS POR MUNICIPIO

MUNICIPIO ETAPAS	TOTAL	COQUIVACOA		CACIQUE MARA		J. E. LOSSADA		C. DE ARANZA		SAN FRANCISCO	
		ENCUEST. /	%	ENCUEST. /	%	ENCUEST. /	%	ENCUEST. /	%	ENCUEST. /	%
FORMATIVA	53	29	54.7	9	17	1	10	12	32.8	2	3.77
DESARROLLO	53	27	51	5	9	7	12	9	13	4	7.35
CONSOLIDADA	36	12	36	2	5.6	4	11	10	44	1	2.75
TERMINADA	65	11	17	14	22	9	12	31	47	-	0
TOTALES	207	80	38.85	30	14.49	21	10.14	71	34.20	5	14.10

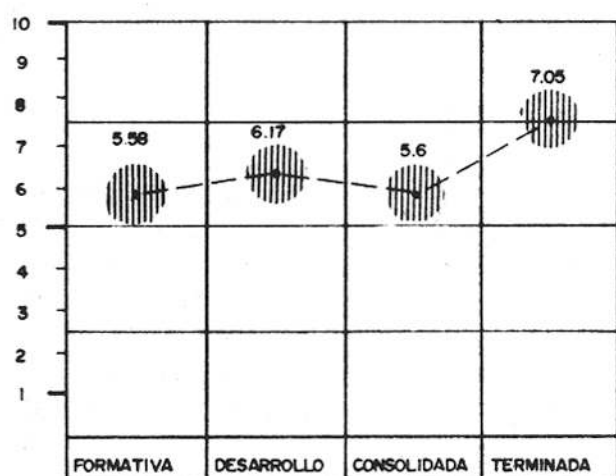
## ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DE LAS FAMILIAS

### Tamaño de la familia

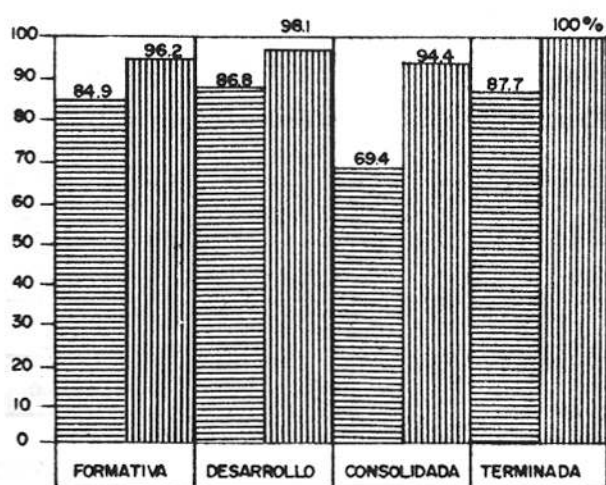
El número de habitantes de las viviendas de los barrios va creciendo a medida que la vivienda aumenta su grado de consolidación.

En la mayoría de los casos (90.02%) una sola familia habita en cada vivienda, registrándose sin embargo algunos casos poco frecuentes de dos o más familias por Unidad. Estos casos son más frecuentes en la última etapa de VIVIENDA TERMINADA (12.31%).

### NUMERO DE HABITANTES DE LA VIVIENDA POR ETAPA



### PRESENCIA DE PADRE Y MADRE POR ETAPA



LEYENDA. MADRE  
 PADRE

### Composición familiar

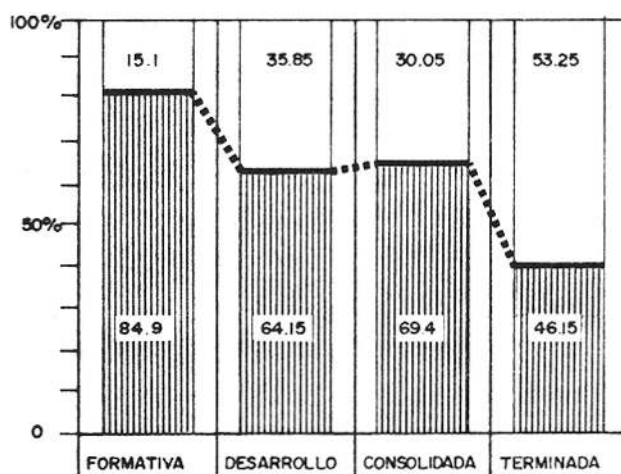
En general se observa la presencia del padre y la madre en las diferentes etapas de la vivienda, siendo la presencia de la madre mayor en todas las etapas y en la casi totalidad (97.17%) de las viviendas encuestadas.

El promedio de hijos en las familias va aumentando con la consolidación de la vivienda, pasando de 3.26 hijos en la primera etapa a 3.71 en la cuarta.

### Tipo de familia

Además de la familia básica (padres e hijos), se observa como en la primera etapa en la mayoría de las viviendas no habitan otros miembros; sin embargo, a medida que la consolidación avanza, se incorporan otros miembros a la familia, como nietos, hijos políticos, abuelos y otros parientes. Significa esto que la familia en la primera etapa es mayoritariamente nuclear (familia básica: padres e hijos); en la segunda y tercera etapas siguen predominando las familias de tipo nuclear, aunque en menor proporción y en la última etapa predominan las familias extendidas (familia básica más otros parientes).

### TIPO DE FAMILIA POR ETAPA



LEYENDA. NUCLEADA  
 EXTENDIDA

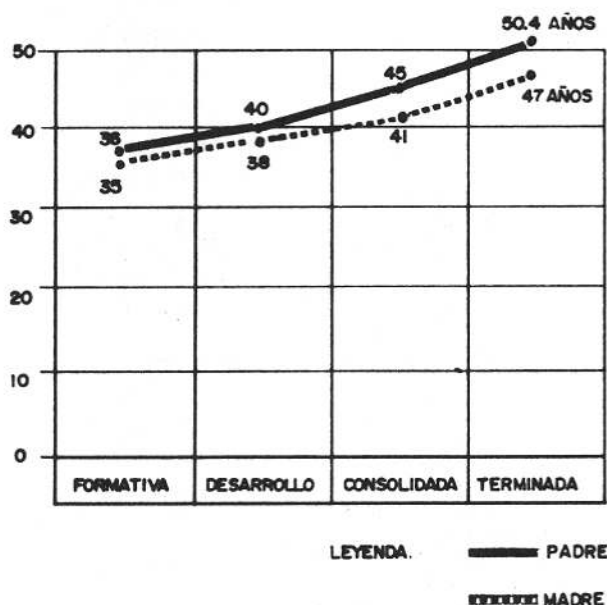
### Edad de los miembros de la familia

El promedio de edad de los padres va aumentando a medida que la etapa de consolidación es más avanzada.

En la ETAPA FORMATIVA la mayoría de los hijos (70%) es menor de 12 años y está en edad escolar; en

la última etapa (TERMINADA) la mayor parte de los hijos tiene más de 12 años (73%), predominando los mayores de 18 años (54.4%).

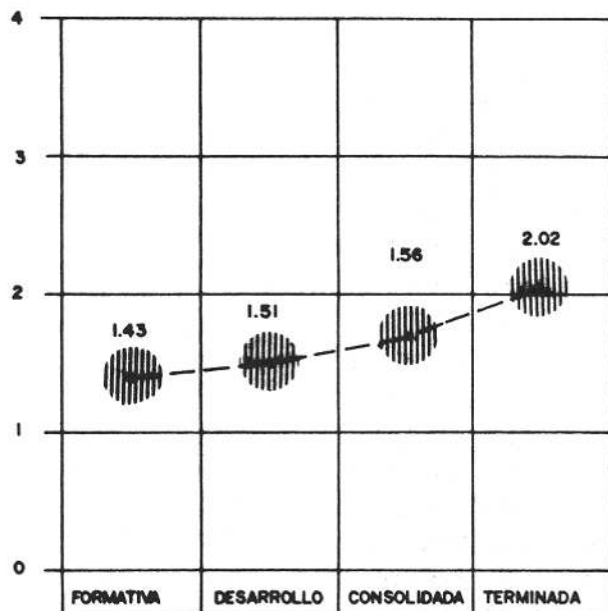
EDAD DE LOS PADRES POR ETAPAS



### Número de miembros del hogar que trabajan

A medida que la etapa de consolidación es mayor el número de miembros que trabaja y aportan al hogar también es mayor. Esto es razonable ya que tanto el número de miembros en la familia como la edad de los hijos va aumentando según la etapa de consolidación.

PROMEDIO DE MIEMBROS QUE TRABAJAN POR ETAPAS



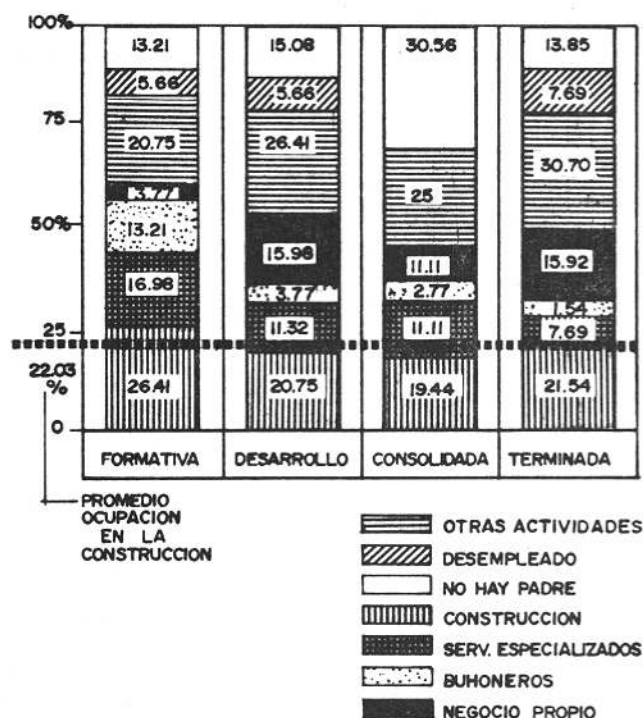
### Actividades de los miembros de la vivienda que trabajan

La actividad de los miembros que habitan las viviendas de los barrios es muy variada, por lo cual, además de diferenciar las ocupaciones se hizo necesario analizar las de cada uno de los integrantes de la familia.

Padre: se determinó como actividad más frecuente la construcción, observándose que en la ETAPA FORMATIVA más de una cuarta parte de los encuestados (26.41%) se dedica a esta actividad. En las etapas posteriores de consolidación, la cantidad de padres dedicados a la construcción se reduce, aunque sigue siendo la actividad primordial (prom. 22.03%).

En la primera etapa se observa un alto porcentaje de buhoneros (13.21%) y de padres dedicados a servicios especializados diferentes a la actividad de la construcción (16.98%). En la última etapa, cabe destacar el aumento de los padres con negocio propio (16.92%). El desempleo se mantiene relativamente uniforme en las diferentes etapas y en todas menor al 8%.

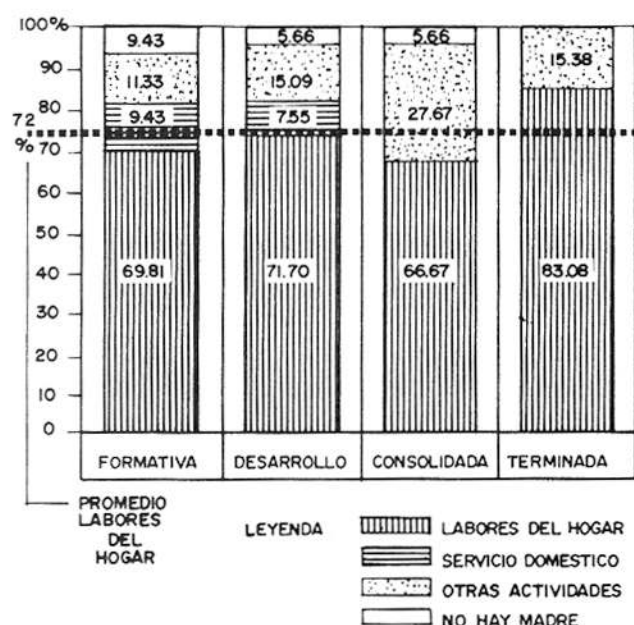
OCUPACION DEL PADRE POR ETAPAS DE CONSOLIDACION



Madre: en general se dedica a labores del hogar en todas las etapas de consolidación, siendo en la primera

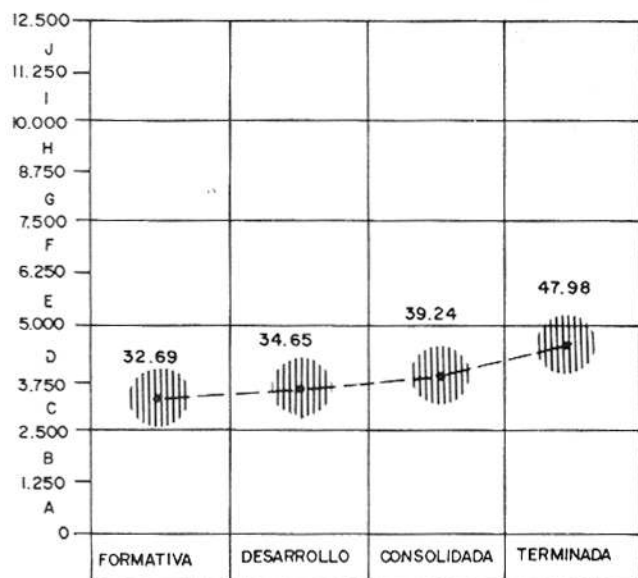
etapa donde se encuentra el mayor porcentaje de madres con otra ocupación fuera del hogar (20.76%), trabajando la mayoría de estas como servicio doméstico (9.43%).

OCUPACION DE LA MADRE POR ETAPAS DE CONSOLIDACION



Hijos: en la primera etapa son, en su mayoría, menores de edad y no se tomó en cuenta su ocupación. En las etapas de mayor consolidación aumenta la cantidad de hijos con alguna ocupación, y en algunos casos se integran parientes con algún tipo de trabajo.

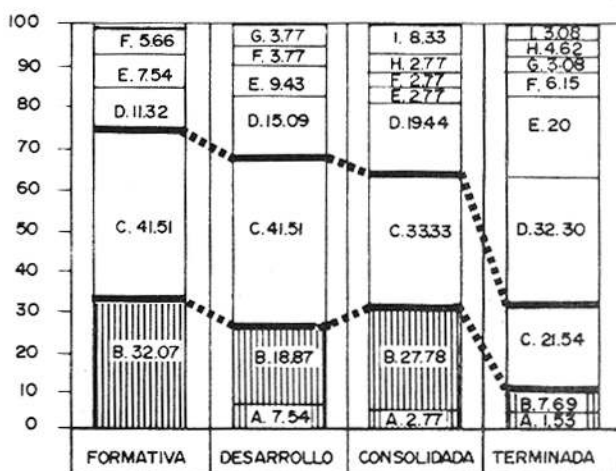
INGRESO MENSUAL FAMILIAR  
Promedio por Etapas



### Ingreso mensual familiar

Durante las tres primeras etapas de la vivienda los ingresos familiares no sobrepasan los niveles mínimos, lo que significa que estas familias están dentro del nivel de pobreza, observándose un incremento poco sustancial de los ingresos aún entre las etapas de consolidación más alejadas. Solo en la última etapa la mayoría de estas familias (70%) sobrepasa los niveles de pobreza.

INGRESO FAMILIAR



LEYENDA:  
INDIGENCIA < DE 2.500 Bs./MES

A: DE 0 A 1.250 Bs./MES  
B: DE 1.250 A 2.500  
C: DE 2.500 A 3.750  
D: DE 3.750 A 5.000  
E: DE 5.000 A 6.250  
F: DE 6.250 A 7.500  
G: DE 7.500 A 8.750  
H: DE 8.750 A 10.000  
I: DE 10.000 O MAS

### ASPECTOS FISICOS

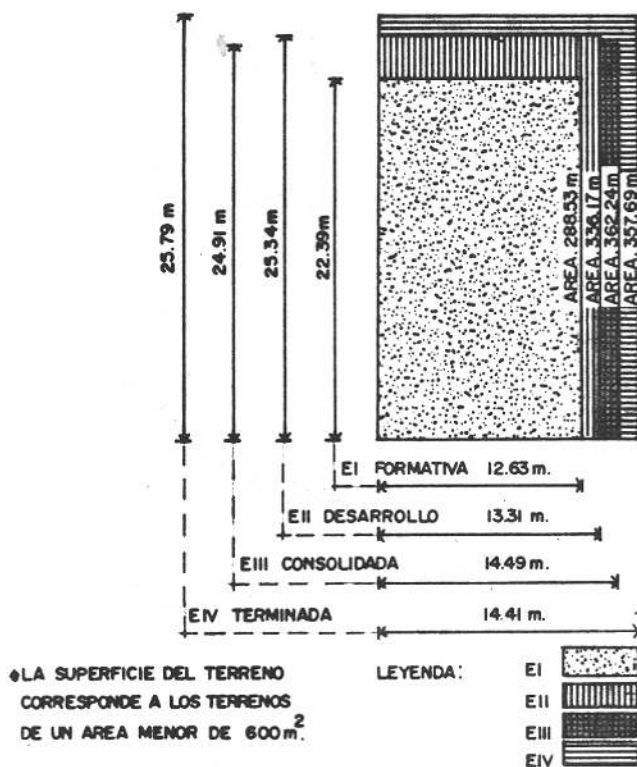
#### Características del lote

Más del 90% de las viviendas encuestadas en cada una de las etapas se encuentran ubicadas en terrenos planos y en general aptos para la construcción de viviendas. En la ETAPA FORMATIVA casi el 6% se encuentra ubicado en cauces de quebradas o terrenos anegadizos; este porcentaje va disminuyendo a medida que la consolidación aumenta, existiendo sin embargo un 3% de las viviendas terminadas en terrenos no recomendables para la construcción. No se realizaron estudios geofísicos del terreno, solamente se tomaron en cuenta los aspectos hidrológicos (cauces de quebradas o terrenos anegadizos) y morfológicos (en pendientes o planos) para determinar si los terrenos son aptos o no.



El promedio de las dimensiones del terreno nos muestra que en las etapas de mayor consolidación el terreno es más grande; esto no significa que aumenten las dimensiones del lote a medida que el proceso avanza, sino que en las invasiones de terrenos más antiguas el lote era generalmente mayor. Debemos señalar que hay casos excepcionales en los que el tamaño de la parcela se aleja mucho del promedio general. En algunos casos tienen características de terrenos de tipo rural, es decir, muy grande y fuera del límite urbano, por lo menos hasta hace tres años (la nueva delimitación urbana data de 1985).

**SUPERFICIE DEL TERRENO**  
Area y dimensiones\* - Promedio por etapas

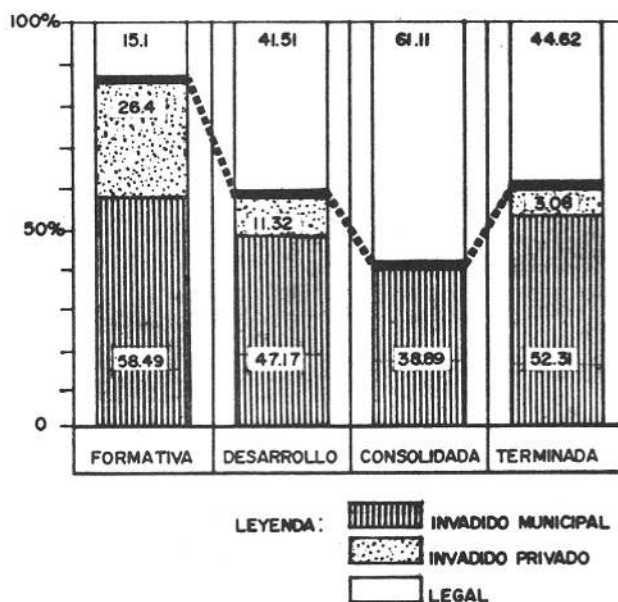


El porcentaje de área ocupada de terreno por la construcción es muy bajo en la generalidad de los casos (32.4% promedio en la etapa TERMINADA), aún cuando se observa un ascenso del mismo con la consolidación de la vivienda. Este ascenso debería ser mayor debido a que las viviendas crecen en tamaño con la consolidación (como veremos más adelante), pero no es así porque los terrenos también son mayores, como acabamos de señalar.

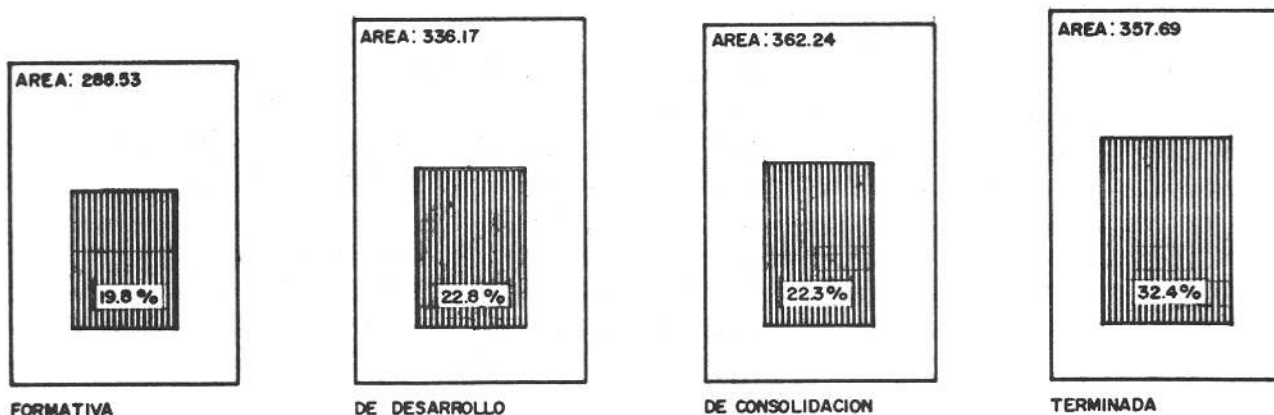
### Tenencia del terreno

El terreno en la mayoría de las etapas es invadido (característica típica de la vivienda de producción informal) predominando la invasión a terrenos municipales o de la nación. Esto parece indicar que la situación de ilegalidad no es un impedimento para que se consolide la vivienda.

**PROPIEDAD DEL TERRENO POR ETAPA DE CONSOLIDACION**



**SUPERFICIE OCUPADA DEL TERRENO POR ETAPAS**





En el gráfico de propiedad del terreno por etapas de consolidación se observa como aún en la ETAPA TERMINADA más de la mitad de las viviendas siguen estando en terrenos invadidos.

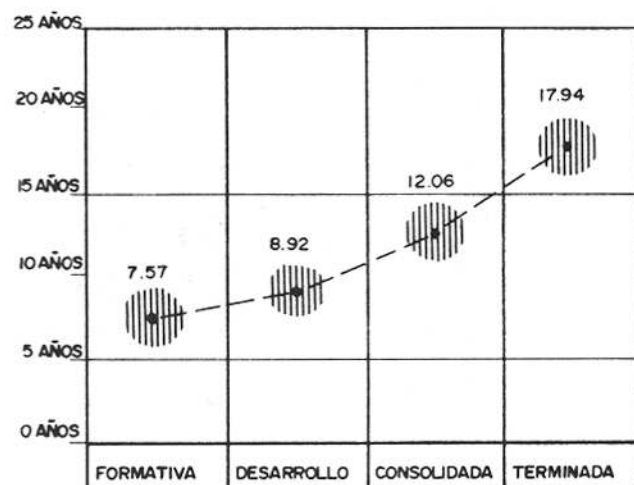
### Número de pisos

La totalidad menos una (206) de las viviendas encuestadas son de un solo piso. Esto indica que la consolidación no está asociada al crecimiento vertical, tal vez por el gran espacio libre de terreno para crecer de que se dispone (promedio de un 75.7% libre).

### Años de la vivienda

Este es el aspecto más importante de la consolidación de la vivienda; a medida que la vivienda tiene más años el grado de consolidación es mayor. La consolidación es un proceso evolutivo, por tanto se va dando a través del tiempo.

PROMEDIO DE AÑOS POR ETAPA EN LA CONSOLIDACION DE LA VIVIENDA



El promedio pasa de siete años y medio para la ETAPA FORMATIVA a casi dieciocho para alcanzar su terminación. Por supuesto, estas son cifras promedio, pero se pueden encontrar algunas viviendas TERMINADAS con sólo 5 años de fundadas así como otras con 20 años que aún permanecen en la primera etapa. Para comprender este fenómeno, probablemente haya que estudiar las variables socioeconómicas de la familia y hasta la situación del país, pues muchas de las respuestas están allí. Es importante volver a indicar que el análisis que hacemos es un corte en el tiempo y no un seguimiento del proceso evolutivo de cada caso.

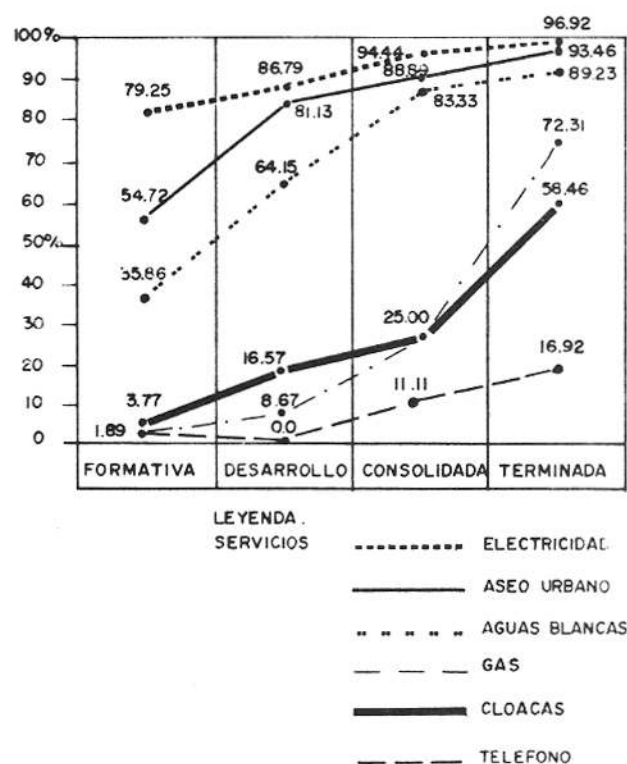
### Propiedad de la vivienda

Es una característica común en todas y cada una de las etapas, que la vivienda sea propia y pagada. Alrededor del 90% de las viviendas están en esta situación. Un porcentaje que no sobrepasa el 10% -a excepción de la ETAPA DE CONSOLIDACION con un 14% -son viviendas propias que aún se están pagando, y un porcentaje aún menor (despreciable) corresponde a las viviendas alquiladas.

### Servicios disponibles

En este punto haremos referencia solamente a los servicios infraestructurales que brinda el sector oficial y su presencia en las viviendas, y no a las formas de servicio improvisadas para suplir la falta de alguno.

SERVICIOS PUBLICOS DISPONIBLES POR ETAPA DE CONSOLIDACION



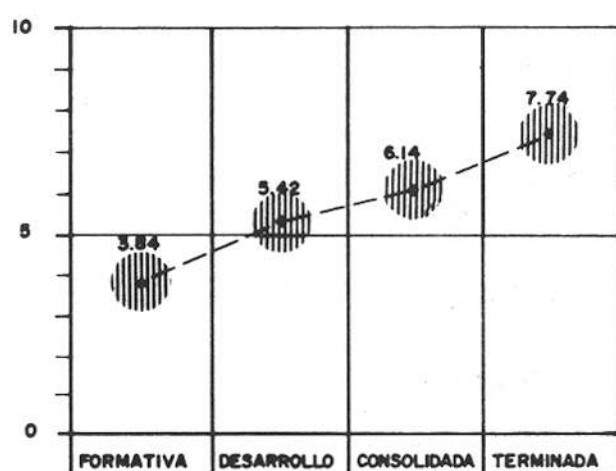
La gráfica muestra como el servicio de electricidad está presente desde la primera etapa en un 80%, el de aseo urbano en un 54%, y el de aguas blancas el 36% mientras que el gas público, el teléfono y las cloacas prácticamente no existen. El porcentaje de viviendas servidas aumenta con la consolidación en todos los casos, llegando a disponer de electricidad, aseo y agua la casi totalidad para la última etapa, y alcanzando un 70% la dotación de gas público, un 50% las viviendas

conectadas a la red de cloacas y un pobre 17% con servicios telefónico.

### Composición de la vivienda

En este punto se analizará el tamaño de la vivienda medido en número de espacios a través de las etapas de consolidación. Aunque suponemos que las familias al invadir un terreno comienzan por tener un sólo espacio donde realizan todas las actividades, con excepción de las necesidades fisiológicas para las que construyen un pequeño espacio adicional, observamos los promedios por etapa para concluir a este respecto.

### PROMEDIO POR ETAPA DE ESPACIOS EN LA VIVIENDA



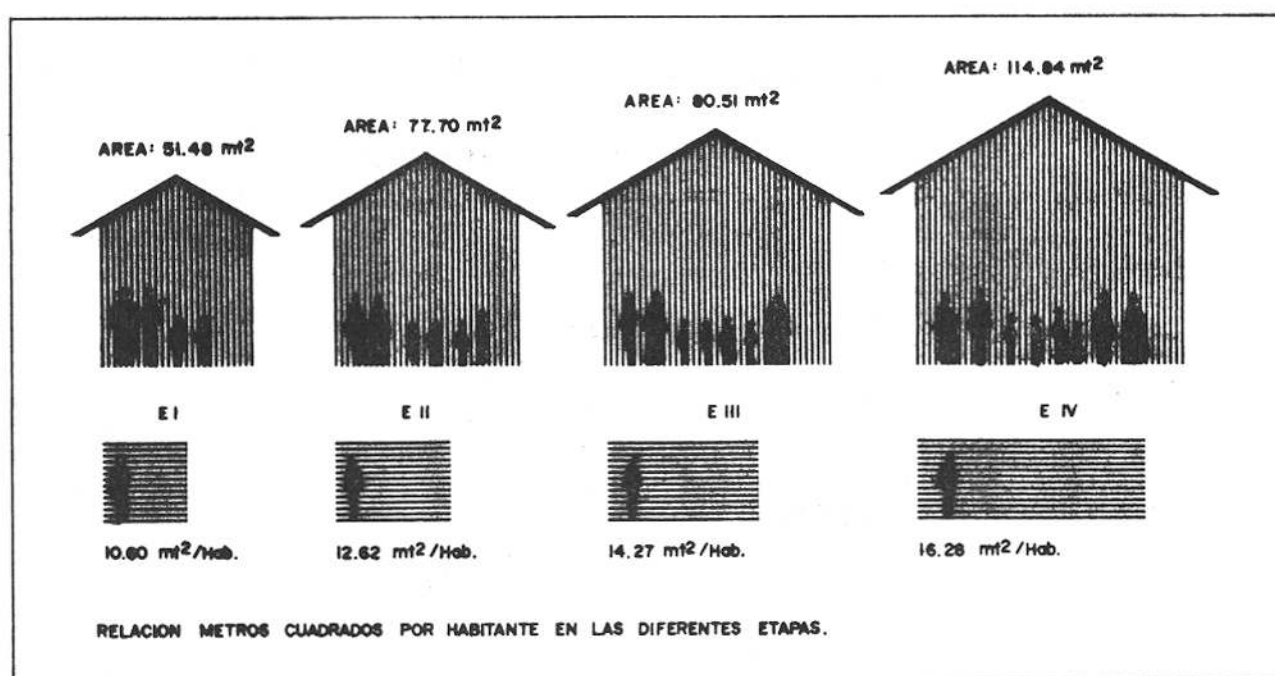
En la primera etapa, a pesar de ser caracterizada por la provisionalidad de los materiales, aparecen diferenciados cuatro espacios (ver planta de VIVIENDA FORMATIVA TIPICA), y va creciendo hasta alcanzar casi los ocho espacios en la última etapa. El baño está separado de la vivienda en la mayoría de los casos de las 3 primeras etapas. (EI: 98%, EII: 83%, EIII: 56%). En la última etapa ya el 80% tienen los servicios sanitarios integrados a la vivienda y con todas las piezas sanitarias. Esto está directamente relacionado con la existencia o no de cloacas en el sector donde está ubicada.

### Area de la vivienda

El tamaño de la vivienda crece con el tiempo. La vivienda de producción informal es de crecimiento progresivo. El promedio del área de la vivienda va desde 51.48 m<sup>2</sup> en la primera etapa hasta 114.84 m<sup>2</sup> en la última etapa.

Resulta interesante relacionar el crecimiento de la vivienda con el aumento del número total de personas que la habitan que señalábamos anteriormente. A pesar de que ambos crecen, el índice o standard de metros cuadrados por persona no se mantiene, sino que crece también con ellos, pasando de 10.60 m<sup>2</sup>/hab a 16.29 m<sup>2</sup>/hab.

### AREA PROMEDIO DE LA VIVIENDA POR ETAPA DE CONSOLIDACION



### Componentes constructivos

Esta parte hace referencia a los componentes y sistemas constructivos utilizados. Se consideraron aquí la cimentación, la estructura vertical, la estructura de la cubierta y del entrepiso si lo hubiera, y los materiales y acabados de los cerramientos, piso y cubierta. Estos componentes sirvieron para determinar las cuatro etapas de consolidación física de la vivienda que se han establecido en este trabajo. En el análisis pormenorizado de cada una de las etapas se señalarán los componentes constructivos de las mismas y los niveles de presencia de los mismos, cuya variación deberá estar dentro de los límites establecidos para cada etapa. Como se podrá suponer, esta parte es la base a partir de la cual se hicieron todas las relaciones y cruces de variables.

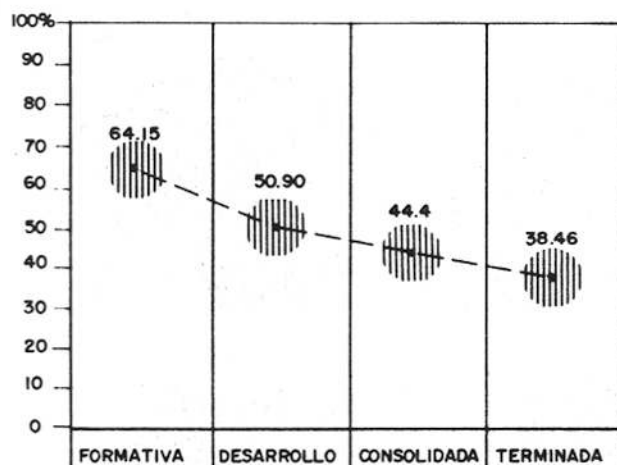
### ASPECTOS DE LA CONSTRUCCION

#### Miembros de la familia que construyen

Aquí se analiza la participación de los miembros que habitan una vivienda en su construcción. El análisis se hace para el momento actual de la vivienda, que contempla un tiempo que abarca hasta un año atrás, para determinar la participación en la construcción para cada etapa sin mostrar el proceso mismo de la construcción en su totalidad.

#### PARTICIPACION DE LA FAMILIA EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

Padres



De acuerdo al gráfico, la participación es mayor en las etapas iniciales (sobre todo en la FORMATIVA), siendo el padre el miembro de la familia o grupo que más aporta en la construcción. La participación va disminuyendo a medida que la vivienda se consolida para ser sustituida por contratación de ayuda externa (albañiles, herreros y hasta contratos totales). Esto es posible en las últimas etapas debido a la mejora que experimentan en su situación económica, a la edad avanzada de los jefes de la casa para ese entonces y a la complejidad de los procedimientos constructivos de las viviendas TERMINADAS (más especializados).

#### Obtención de los materiales

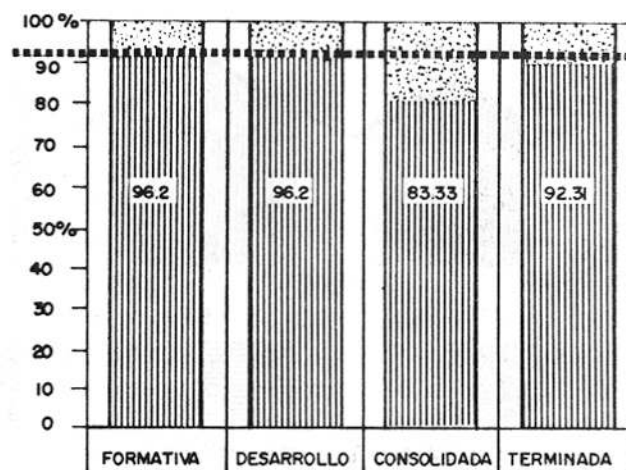
En general, predomina la compra de los materiales de construcción al detal (60.39%), y en muy pocos casos se compran al por mayor (8.70%). En la etapa FORMATIVA, donde predominan los materiales de desecho o reciclados, se observan casos en los que los materiales se obtuvieron de otras maneras (de una demolición, donados o extraídos).

### ASPECTOS DEL FINANCIAMIENTO

#### Tipo de financiamiento

En casi la totalidad de las viviendas encuestadas, sus ampliaciones y mejoras son autofinanciadas por los miembros de la familia (92.75%), y solamente una pequeña cantidad (7.25%) reciben algún tipo de préstamo, incluyendo los de los organismos oficiales (ej: créditos populares de INAVI) y los de particulares y parientes.

#### TIPO DE FINANCIAMIENTO DE LA VIVIENDA



LEYENDA: AUTOFINANCIADA  
 PRESTAMO

## CONCLUSIONES

La consolidación física de la vivienda es un proceso evolutivo, por lo cual está íntimamente relacionada con el paso del tiempo. A más tiempo más consolidación física. Por esta misma razón conserva una relación directa con otras variables relacionadas con el tiempo, con la edad de los miembros de la familia o la edad de la vivienda, y con otras variables indirectamente relacionadas con el tiempo, como el aumento del ingreso familiar, la dotación de servicios públicos, el adquirir la propiedad del terreno o el aumento del tamaño de la vivienda (decimos que conservan una relación indirecta porque de aumentar o mejorar lo harán con el paso del tiempo, aún cuando no estén obligadas, ya que en realidad su variación depende de otros factores).

En el caso de las primeras, se da una evolución paralela de ambas; pero en el caso de las segundas hay dos grupos uno que evoluciona independientemente de la consolidación y otro que influye determinantemente en ella.

Sin embargo, una vivienda puede llegar a tener 15 años, como se observa en algunos casos y aún pertenecer a la ETAPA FORMATIVA, o bien alcanzar la ETAPA TERMINADA en 2 años. Esto obedece al juego combinado de estas variables, cuya influencia concluiremos aquí particularmente para cada una de ellas.

Para aquellos casos en que no se cite explícitamente, las conclusiones están referidas a la vivienda de producción informal y a la ciudad de Maracaibo.

1. La ciudad de Maracaibo está conformada en más de la mitad de sus áreas por barrios o asentamientos no controlados. La mayor parte de las viviendas de los barrios están ubicadas en zonas planas, no inundables.

2. Las viviendas de los barrios son producidas de una manera informal, por la ausencia total de la intervención de créditos financieros y de permisos de construcción, por la baja composición de capital en la construcción (gran inversión de mano de obra y tiempo y baja inversión de capital y tecnología).

3. Las viviendas de los barrios siguen un proceso

de transformación en el tiempo hacia su consolidación física, pasando de ser una vivienda precaria o rancho a una vivienda de buenas condiciones en lo que a construcción se refiere, comparable a una producida por el sector formal de características comparables.

4. En la transformación o línea evolutiva de la vivienda de producción informal se distinguen etapas de consolidación que presentan características similares en toda la ciudad, sin importar la ubicación de la misma.

5. La consolidación física está asociada al aumento del ingreso mensual familiar, es decir, a la mejoría de la situación económica de la familia, aún cuando no se registra un aumento sustancial y la cifra no alcanza al doble del salario mínimo.

6. La situación de ilegalidad en la propiedad del terreno no es un impedimento para el proceso de consolidación, siempre y cuando el terreno sea de propiedad municipal. Sobre terrenos de propiedad privada no se consolida; esta forma de tenencia desaparece con la consolidación.

7. La dotación de servicios públicos es un factor determinante de la consolidación física sólo para algunos de ellos. La ausencia del servicio telefónico, la red de gas y la red de cloacas no influyen en absoluto; pero la dotación de agua y electricidad son determinantes. La segunda de ellas porque en principio parece que hasta no se llega a edificar sin su presencia.

8. El tiempo promedio que tarda una vivienda de producción informal en culminar su consolidación física está alrededor de los 18 años, y los promedios para alcanzar cada una de las etapas son los siguientes:

ETAPA I: VIVIENDA FORMATIVA	7.57 años
ETAPA II: VIVIENDA EN DESARROLLO	8.92 años
ETAPA III: VIVIENDA EN CONSOLIDACION	12.06 años
ETAPA IV: VIVIENDA TERMINADA	17.94 años

9. La vivienda de producción informal va creciendo en superficie y cantidad de espacios conforme se va consolidando.

10. El aumento de superficie y cantidad de espacios de la vivienda se realiza en un solo piso. El crecimiento vertical de la vivienda es un excepción en Maracaibo.



11. La construcción de la vivienda de los barrios es autofinanciada por los miembros de la familia que la habitan.

12. La participación de los miembros de la familia en la construcción de la vivienda pasa de la autoconstrucción (en buena medida, aunque no totalmente) en las etapas iniciales a la administración de la obra con la contratación de ayuda externa en las etapas finales; sin embargo, a lo largo de todas las etapas el proceso es de autogestión.

Esta característica está relacionada con el aumento del ingreso familiar (que permite la contratación) y con la edad del padre para la última etapa (que es el que más participa en la construcción de la vivienda).

## **BIBLIOGRAFIA**

ANDRADE, R. Y ARAGOT DIAZ, J.; **Las formas que asume la producción informal de viviendas en Mérida**. Centro de Investigaciones de la vivienda (CINVI); FAULA, Merida, Venezuela, 1987.

BAZANT, JAN; **Vivienda autoconstruida en México** (copia parcial). Editorial Trillas, México, 1986.

BAZANT, J. y otros; **Investigaciones en autoconstrucción**. Memoria de la Primera Reunión Nacional sobre Investigaciones en Autoconstrucción; Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, 1979.

BOLIVAR, T; **Foro sobre vivienda en los barrios**. Seminario Vivienda 86; Fundación de la Vivienda Popular, Caracas, Venezuela, Marzo de 1982.

DE SOTO, H.; **La economía informal**. Centro de Divulgación de Conocimientos Económicos (CEDICE); Caracas, Venezuela, 1986.

LOVERA, A; MARCANO, L.; **De la autoconstrucción a la promoción inmobiliaria. Realidades y proposiciones para un plan nacional de vivienda**. Revista IDEC, Tecnología y Construcción N° 2, UCV, Caracas, Venezuela, 1986.

MARCANO, E.; **¿Que soluciones habitacionales?**. Seminario internacional "Soluciones habitacionales desarrolladas en la población de los bajos ingresos en el tercer mundo". FAU, UCV, Caracas, Venezuela, Abril de 1987.



# MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL.

## Reflexiones sobre la viabilidad de su utilización en la construcción de viviendas

Baudilio González (\*)

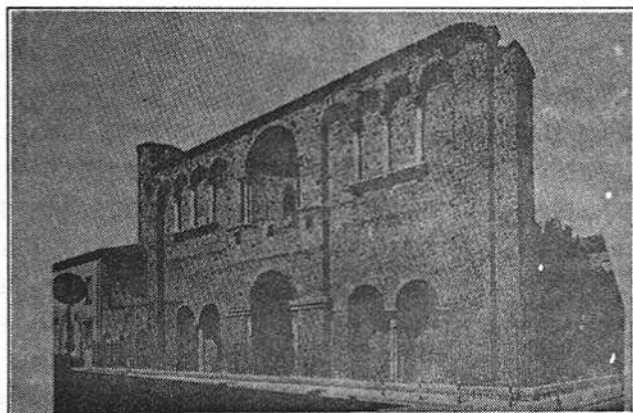
\* Profesor agregado-Investigador de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV.

Se corre el riesgo de ser calificado de elemental, al incluir en una revista orientada hacia las innovaciones y desarrollo tecnológico, un artículo sobre la utilización de la Mampostería, dada la naturaleza convencional de esta técnica cuyos orígenes se remontan en el tiempo hasta varios años antes de la era cristiana. Sin embargo nuestra preocupación por la optimización de los procesos de construcción y la utilización adecuada de los materiales, en estos momentos de dificultad financiera, en una Escuela de Arquitectura de indudable responsabilidad en la formación de profesionales en el campo de la construcción, han motivado estas reflexiones cuyo objetivo básico es replantear el tema como medio para optimizar los procesos de construcción de edificaciones en el campo residencial.

El artículo se fundamenta en nuestra experiencia de los últimos tres (3) años en el ejercicio profesional utilizando el Sistema; las indagaciones para justificar su viabilidad y su estructura, con base al establecimiento de las hipótesis sobre el desuso de la técnica de Mampostería en Europa y nuestro País, y por otra parte, el establecimiento de las bases que nos permiten pronosticar, la divulgación que en los próximos años tendrá dicha técnica.

Desde el Medio Oriente la tecnología del ladrillo se transfiere a Italia, según algunos estudiosos de la materia, a los Etruscos y de allí a los Romanos. El

Medioevo se construye totalmente en ladrillo y los juicios históricos negativos, sobre este período han influenciado las críticas sobre su Arquitectura; recientemente se han revalorizado estos juicios, básicamente en sus aspectos: compositivo; formales; espaciales; pero no hacia los materiales con que fueron ejecutadas estas obras. El Gótico italiano que es de ladrillo, plantea la simbiosis entre los elementos arquitectónicos de una cultura y la concepción del espacio de otra, en este caso se trata de dos culturas contemporáneas y lejanas geográficamente, en contraposición con el renacimiento italiano, cuyas culturas coinciden geográficamente, sin embargo, son lejanas en el tiempo. En el caso del Gótico la síntesis es, entre la arquitectura y la construcción en el renacimiento y entre los elementos arquitectónicos y la composición.



En el renacimiento italiano comienza la separación entre aspectos arquitectónicos y aspectos constructivos, lo cual aún pesa en la actualidad, en la manera de concebir la arquitectura y condiciona negativamente la práctica profesional y la formación de nuestros futuros arquitectos.

La inestabilidad política del Medioevo conspira con la producción de ladrillos, las consideraciones sobre la necesaria estabilidad de los medios de producción para obtener el material, en contraposición con los cambios de poder de los señores feudales parecen atentar contra el desarrollo de esta incipiente actividad, todavía artesanal. El ladrillo se ejecuta mediante un proceso largo, que va desde la búsqueda y transporte de la materia prima, hasta el moldeado y horneado de las piezas, las cuales, una vez producidas deben ser

usadas como tal. En consecuencia, no son en ningún modo reciclables, por lo cual la inestabilidad política y económica provoca, inevitablemente, la declinación de la producción.

Durante el facismo el ladrillo es subestimado, la orientación del régimen hacia la monumentalidad, consigue en la piedra y el mármol su principal vehículo de propaganda; sin embargo, el pueblo sobrevive construyendo sus casas en ladrillo y comienza a utilizarlo como elemento estructural.

Se inicia posteriormente la era del concreto armado, sin embargo, conviene citar a Pernet en su "Contribución a una teoría de la Arquitectura" "La armadura está al edificio como el esqueleto a los animales; como el esqueleto del animal, rítmico, equilibrado, simétrico, contiene y sostiene los órganos más variados y diferentemente situados, así la estructura del edificio debe ser compuesta rítmica, equilibrada y también simétrica". Era natural que la armadura portante se desarrollara en el siglo pasado con el uso del acero y transferida posteriormente a la tecnología del concreto armado en la solución de edificaciones de varios pisos, la libertad organizativa de los espacios no obstaculizada por paredes de carga, sino por delgadas columnas, y la libertad compositiva derivada de la posibilidad de ejecutar volados, es decir "dar movimiento" a la volumetría del edificio hizo presa fácil de proyectistas porque daban "libertad a sus inventivas". Esta situación coincide con las peticiones laborales de mejoras en las condiciones de trabajo, y la posibilidad de dar cobertura rápidamente a los edificios, permitía trabajar en condiciones de control climático y atmosférico.

Estos dos aspectos contribuyeron aún más a separar la función Estructural de la función de cerramiento. El movimiento moderno hace propio los cinco principios de Corbusier: estructura autónoma; planos libres; pilotes; ventanas en hilera; y, techo-terraza; los cuatro primeros puntos, definitivamente, conducen al entierro definitivo de la Mampostería Estructural. Se opinaba además que sobre la Mampostería estructural, no se podría decir nada que no fuese ya dicho y por ese motivo

no presentaba un interés, bajo el perfil de la capacidad de cálculo de los ingenieros o calculista. En el campo formativo casi todos los textos, y manuales de construcción en la mayoría de los casos, se refieren al ladrillo brevemente, dedicados al proceso de producción y no a las posibilidades de utilización; muchos estudiantes, superado el examen de construcción, quedaron convencidos que en el difícil mundo del ejercicio profesional, nunca habrían de considerar la hipótesis de un intenso uso del ladrillo, por cuanto desarrollarían sus propuestas arquitectónicas fundamentalmente en tecnologías mas avanzadas, sin embargo, el tiempo ha demostrado que este tipo de construcción no limitó la fantasía del proyectista para afrontar diversas situaciones arquitectónicas, en efecto: arcos rampantes y contrafuertes; representaron la técnica de constructores para absorber esfuerzos y reforzar la capacidad portante de la Mampostería manifestando para la posteridad un sólido conocimiento de las técnicas de construcción.

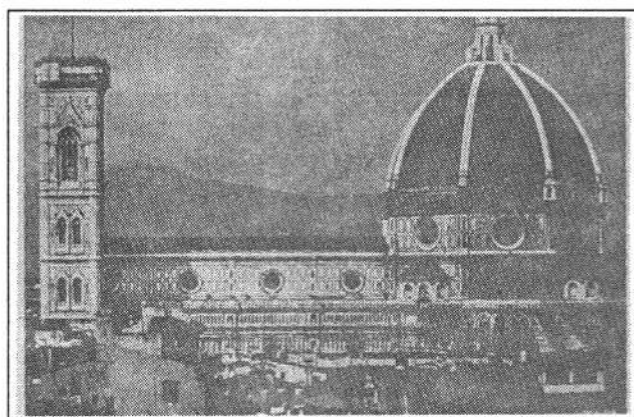
El uso de la Mampostería de ladrillo se cubre de una apariencia de bajo nivel profesional; sin embargo, las consideraciones posteriores demuestran que esta técnica puede estar cargada de significado en el lenguaje arquitectónico y en el campo de las grandes realizaciones.

Seguidamente exponemos un listado de ejemplos que aseveran este planteamiento:

Seguramente el edificio más atrevido estructuralmente, construido en Mampostería es la Catedral de Santa Sofía en Estambul; en el Bizantino el uso de la mampostería presenta niveles de calidad nunca antes visto.

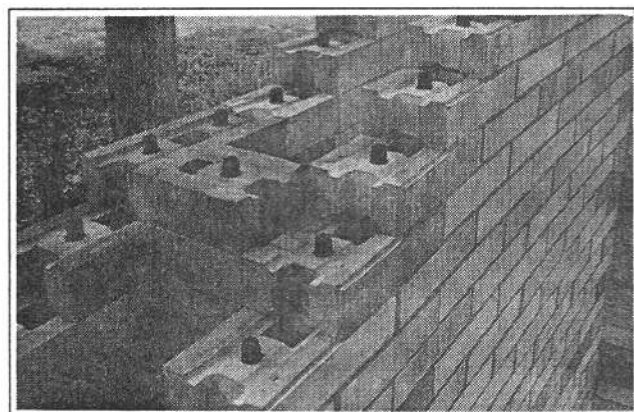
La cúpula de Santa María de Fiore de Brunelleschi representa uno de los casos que aún se estudia, para deducir teorías que permitan profundizar sobre lo osado de esta técnica, que permitió la construcción de este edificio en el año 1420, y que en los dieciseis años que duró su construcción, fué duramente criticado por especialistas quienes aseguraban que la cúpula se caería en poco tiempo. Actualmente, el Instituto de

Materiales y Modelos de Florencia, estudia las 597 grietas que se abren y cierran misteriosamente; al efecto se han colocado "deformómetros" y "nivelómetros" para establecer los movimientos, los cuales eran recogidos en una computadora para registrar los datos y de esta manera se podrá seguir la "respiración" de la cúpula, para establecer si estas grietas han nacido con la cúpula, o si obedecen a situaciones posteriores a su construcción.



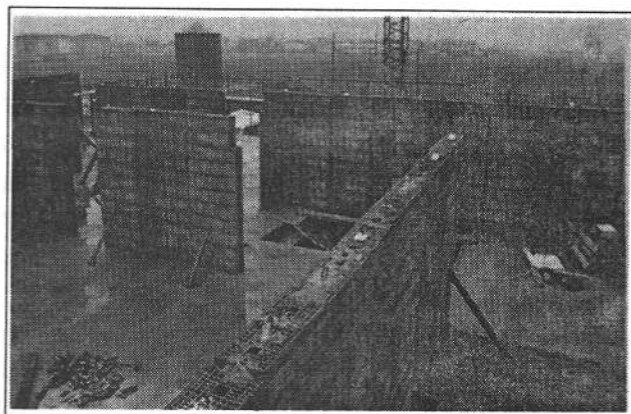
Los estudios efectuados por los arquitectos del London Country Council, sobre las paredes cruzadas en bloque, han permitido perfeccionar técnicas constructivas que han contribuido a la reconstrucción de ese país en la postguerra.

En Italia, al inicio de los años sesenta, el trabajo sobre optimización de los tabiques portantes de mampostería y la realización de un edificio, el Cavedone en Boloña, obra de Benevolo y Victoriani, representa uno de los ejemplos más completos en Mampostería Estructural.

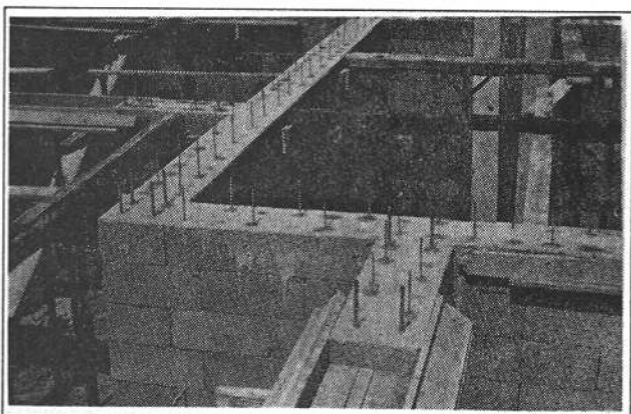


SISTEMA DE PAREDES KEYBRICK

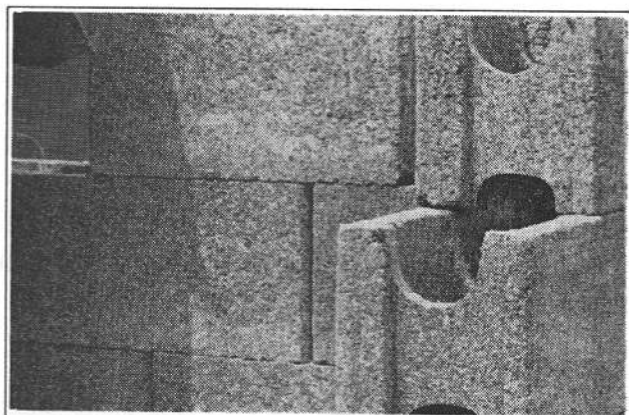




SISTEMAS DE PANELES ESTRUCTURTALES  
ARMADOS CON BLOQUES POROTON



SISTEMAS DE PANELES DE BLOQUES DE  
BLOQUES DE DESECHO



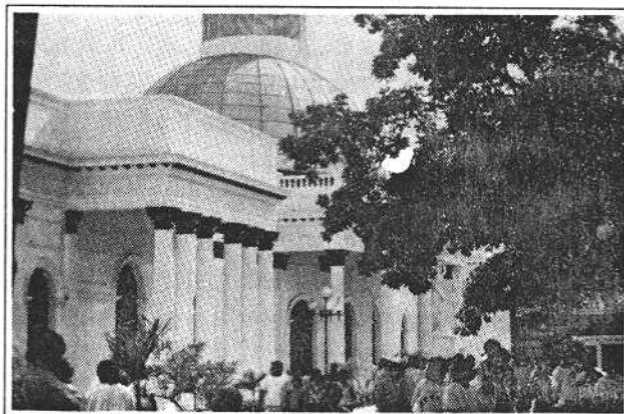
SISTEMAS DE PANELES ESTRUCTURTALES  
AZ-AMPEL

Este alto desarrollo de la mampostería estructural, en Italia, lo colocan como País a la vanguardia en la utilización de este sistema de construcción, al efecto las gráficas de los distintos sistemas utilizados en este País así lo demuestran.

Sin embargo la aparición del Sistema Túnel, de concreto armado, y los grandes paneles

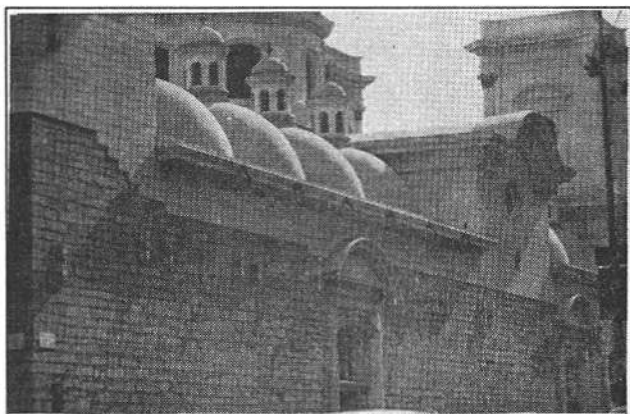
prefabricados, sin proponérselo, plantea la vieja discusión sobre la flexibilidad, de los cuales uno de los más fervorosos defensores fué Alexander con su teoría de "cada casa debe ser personal en función de las individualidades de sus habitantes". En oposición a esta teoría no es la concepción de estructura continua o muro portante la que limita la flexibilidad de diseño sino el material con el que se ejecuta; se "descubre" que sólo unas pocas áreas de las viviendas son requeridas para modificaciones posteriores, y los arquitectos empiezan a plantearse la idea que los problemas distributivos deben resolverse no obstante la presencia obstaculizante de las paredes estructurales. Parodiando a Alexander, no sería ese material que se pudiera: cortar, modificar, pintar, taladrar y sustituir, intensamente buscado para apoyar su teoría, precisamente EL LADRILLO?

No escapa nuestro País a estas situaciones en el campo de la construcción; si leemos la obra del Profesor Leszek Zawisza "Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela siglo XIX", toda la construcción en esta época se realiza con la técnica de Mampostería; como ejemplo de edificio público construido en el año 1871 "El Capitolio", es de lo más representativo.



Alrededor de 1874 se ejecuta el primer desarrollo masivo de viviendas (500) con la técnica de Tapía y Rafa, que no es más que un sistema de muro de tapial reforzado con machones construidos en mampostería. En 1912, con la construcción del Archivo General de la República se da inicio a la era del Concreto Armado. En esta fecha se inicia, a nuestro juicio, otro momento de declinación en el

uso de la Mampostería. Si revisamos el cambio de los planes de estudio de la Academia de Matemáticas, génesis de la Escuela de Ingeniería, observaremos una tendencia a minimizar las asignaturas de construcción y un incremento en las relativas al cálculo.



Entonces, la gran pregunta es: ¿En qué apoyamos nuestra hipótesis del uso intensivo que tendrá la Mampostería Estructural en los próximos años?

Una primera línea se refiere a nuestras actividad de la Construcción, y conduce a la estructura de las empresas, las cuales cada día se apoyan más en el subcontratista para ejecutar las obras; la falta de perspectiva de grandes obras favorece el traslado de la mano de obra hacia pequeñas empresas individualizadas que, mediante el uso de técnicas "tradicionales" requieran de materiales y componentes de fácil obtención y de sencilla manipulación. No más a los grandes talleres grúas y gatos hidráulicos, el cementerio de estas plantas se pueden observar en cualquier región del País. Se trata entonces de lograr autonomía empresarial mediante la formación de unidades de trabajadores disponibles para el destajo y el subcontrato.

Una segunda línea corresponde a las demandas de los usuarios, las solicitudes de viviendas en hilera, de baja altura, y marcada tendencia hacia lo individual, la calidad del habitat. Las exigencias hacia los tipos constructivos de pequeñas dimensiones con posibilidades de crecimiento, y formas tradicionales, parecen apuntar a la Mampostería como factible de participar en el proceso. Las áreas de viviendas "informales" que

rodean nuestras ciudades constituidas en Mampostería, pareciera reforzar esta hipótesis.

La tercera línea comprende la resistencia de nuestros calculistas hacia una técnica con gran número de ejemplos "prácticos" pero con poco apoyo "científico". Con esta técnica, la preocupación por el Sistema Aporticado ha llevado a nuestros constructores a descuidar el proceso de ejecución de paredes, la única norma existente en el país, a estos efectos, no ha sido revisada desde el año 1987; esta situación ha determinado incrementos en la subutilización de materiales en la ejecución de muros de Mampostería, por el desperdicio de la capacidad portante de las paredes. Un ejemplo que ilustra gráficamente este planteamiento, se refiere al peso del techo de una vivienda unifamiliar de un planta, el cual es tres veces menor que el peso de las paredes; sin embargo, todas las previsiones de cálculo se establecen para la estructura del techo y ninguna para la de las paredes. Estas consideraciones han motivado al IMME de la UCV., a adelantar un proyecto de investigación sobre el uso de la Mampostería, con lo cual se podrá contar en breve tiempo con los parámetros que permita a nuestros calculistas afrontar el reto de proponer soluciones estructurales para muros portantes de Mampostería que responden a la naturaleza del material y no a la reutilización de criterios de estructura puntiformes, adaptadas al uso de elementos disímiles como son: el bloque y el mortero, componentes básicos de la técnica de ejecución de paredes.

Finalmente, resumiremos nuestra experiencia profesional en el campo como ilustración de uno de los caminos a seguir.

Las investigaciones que comenzamos en el Estado Lara fueron posibles por el apoyo de la empresa BYCA, la cual se dedica a la promoción y construcción de viviendas de interés social; dicha empresa, motivada por el incremento de costos de las viviendas y la existencia de un techo de financiamiento establecido en Decretos Presidenciales, decidió apoyar los estudios, ensayos y construcción de Prototipos, con el objetivo de disminuir costos y, de esta manera, no alterar el precio final de las viviendas.

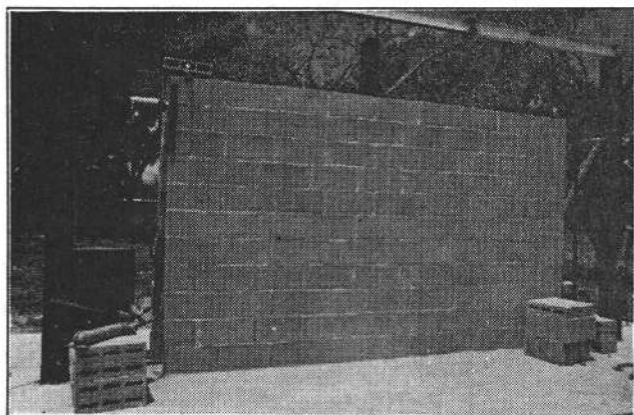


Por otra parte, la participación de las Universidades como la UCOLA y la UCAB permitió adelantar trabajos de grado de estudiantes preocupados por el tema. Estos trabajos fueron: "MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL COMO PARTE INTEGRAL DE LOS ELEMENTOS PORTANTES PARA EDIFICACIONES DE VIVIENDA DE UNA PLANTA", autora: Yelitza Sierralta, 1985. "ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE MAMPOSTERIA POSTENSADA CON LA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS DE UN SOLO NIVEL", autores: Walter Fioretti y Claudio Rasetta, 1986. "MAMPOSTERIA POSTENSADA CON BLOQUES DE ARCILLA COMO SISTEMA ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS DE UN SOLO NIVEL", autores: Angela Birardi y José Requena, 1988; y "PROPUESTA DE UNA METODOLOGIA DE ANALISIS Y DISEÑO PARA EDIFICACIONES SISMO RESISTENTES DE MAS DE UN NIVEL UTILIZANDO EL SISTEMA DE MAMPOSTERIA", autores: Nedy Ortet y Pedro Cerdá, 1988.

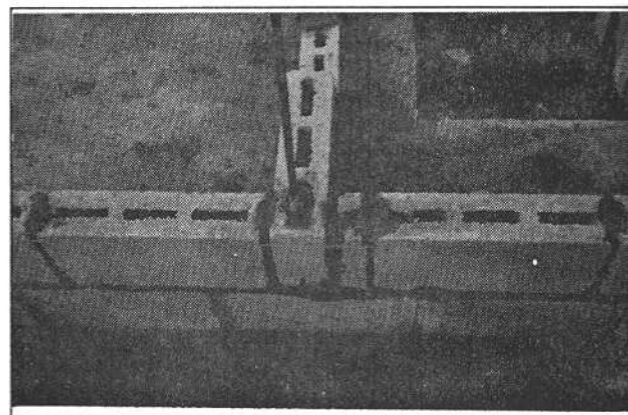
y materiales. Esta evaluación permitió al promotor decidir sobre la utilización del Sistema en forma masiva, actualmente se han ejecutado setecientos cincuenta (750) viviendas con el sistema de Mampostería Estructural en viviendas de una planta y se han iniciado ciento cincuenta (150) viviendas de dos plantas con el sistema de Mampostería Confinada, lo cual permite asegurar que Cabudare es el Distrito del País PIONERO en el uso de este sistema constructivo.



EJECUCION DE PAREDES  
SE OBSERVA EL ESFUERZO METALICO

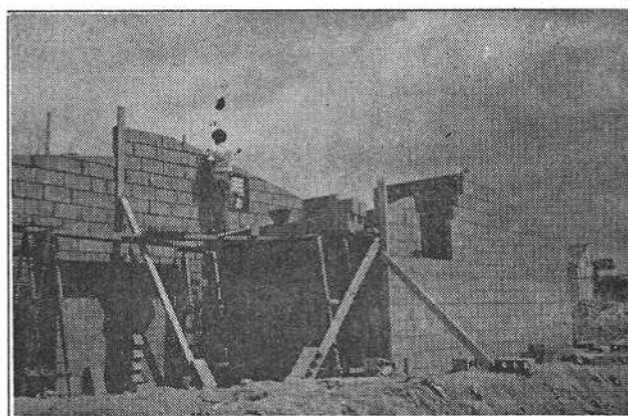


ENSAYO DE MURO A ESCALA NATURAL

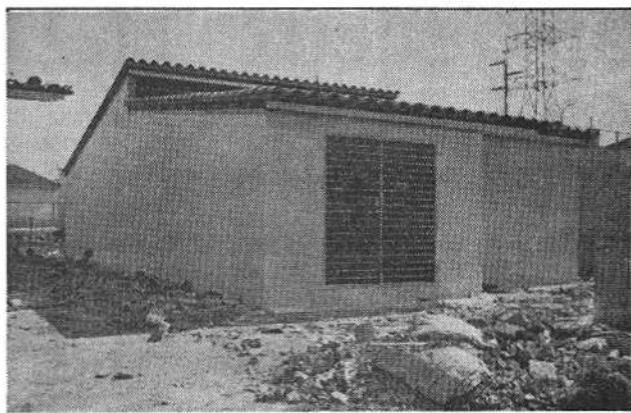


DETALLE DE TRABA

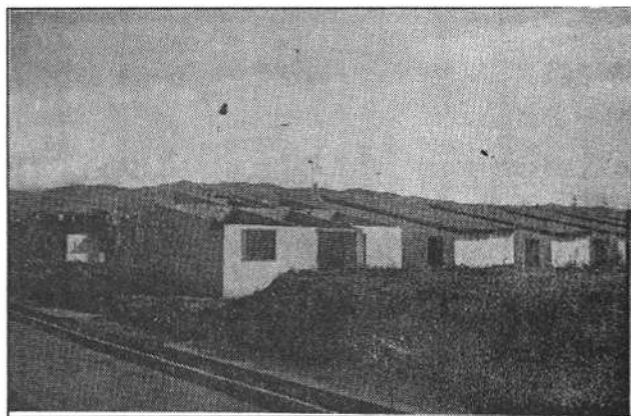
Los resultados de estas tesis de grado representan el elemento teórico más importante de esta investigación. La metodología empleada fué la de evaluación del Modelo representada por una vivienda de una planta construída bajo el sistema aporticado metálico y de concreto. Esta evaluación, básicamente, se orientó a la cuantificación de materiales utilizados, luego de establecer la factibilidad de utilización del sistema de Mampostería reforzada, se procedió a ejecutar veinticinco (25) viviendas, las cuales fueron evaluadas, comparativamente, con el Modelo, para luego establecer los aspectos de ahorro en tiempo



TERMINACION DE ETAPA DE CONSTRUCCION  
DE MUROS



VIVIENDA TERMINADA



CONJUNTO

La evaluación más importante se refiere a la aceptación del usuario: el procesamiento de encuestas realizadas confirman esta aseveración, la posibilidad de flexibilidad en las modificaciones de las viviendas que permite el Sistema, uno de los elementos relevantes de estas encuestas. Actualmente se continúa esta investigación explorando nuevas técnicas de ejecución de paredes entre las cuales las principales son: utilización de pego como mortero sin utilizar armadura de acero; utilización de friso armado como revestimiento con propiedades estructurales; utilización de materiales de desecho, como bagazo de caña, en la fabricación de bloques para un sistema de Mampostería sin armar. Los resultados de estas investigaciones persiguen como objetivo el establecimiento de nuevos enfoques en el diseño estructural, utilizando paredes de Mampostería a fin de optimizar, aún más, el Sistema y establecer un cuerpo de conocimientos estructurales que puedan ser incluidos en los Programas de Estudio de Pregrado.

## BIBLIOGRAFIA

- Architettura Gótica 1. Grodecki.
- Historia de la Arquitectura Vol. I. L. Benevolo.
- Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela Siglo XIX. L. Zawisza.
- Estudios en Mampostería Estructural. O. López, E. Castilla, C. Genatios, M. LaFuente, O. Carvajal. IMME.
- In Laterizio. Revista, 1984.
- Murature Oggi. Revista, 1984.
- Tesis de Grado UCOLA.
- Tesis de Grado UCAB.
- Ensayos sobre Mampostería en Mérida y alrededores. R. Sarmiento, A. Espinoza, G. Yarbouh 1986.
- Evaluación de Edificaciones en Mampostería. I. Uzcátegui, R. Sarmiento 1986.
- La Academia de Matemáticas. L. Zawisza.

**ANEXO**

17-Jun-88

**CUADRO COMPARATIVO OPCIONES ESTRUCTURALES**

90 M2 de Construcción

OPCIONES	UN	P/UNIT	APORT. CONCRETO CANT.	TOTAL	APORT. METALICO CANT.	TOTAL	MAMPOST. ARMADA CANT.	TOTAL	MAMPOST. SIN ARMAR CANT.	TOTAL	PER - TAB CANT.	TOTAL
<b>FUNDACION</b>												
Losa	M3	900.00	11.17	10,053.00	9.50	8,550.00	8.03	7,227.00	8.03	7,227.00	6.00	5,400.00
Malla	M2	10.00	119.00	1,190.00	98.50	985.00	119.00	1,190.00	104.00	1,040.00	98.00	980.00
Cabilla				0.00		0.00		0.00	0.00	0.00		0.00
	3/8"	Kg.	10.00	50.00	500.00	28.00	280.00	71.00	710.00	0.00		0.00
	1/4"	Kg.	10.00	25.00	250.00	0.00	10.00	100.00		0.00		0.00
MANO DE OBRA				0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
Losa	M3	350.00	11.17	3,909.50	9.50	3,325.00	8.03	2,810.50	8.03	2,810.50	6.00	2,100.00
Cabilla	Kg.	7.00	75.00	525.00		0.00	81.00	567.00		0.00		0.00
<b>SUB-TOTAL</b>				16,427.50		13,140.00		12,604.50		11,077.50		8,480.00
<b>COLUMNAS</b>												
Concreto	M3	900.00	1.50	1,350.00		0.00	2.12	1,908.00		0.00		0.00
Cabilla				0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
	3/8"	Kg.	10.00	87.00	870.00	0.00	100.00	1,000.00		0.00		0.00
	1/4"	Kg.	10.00	45.00	450.00	0.00		0.00		0.00		0.00
Tubos 4x10	Kg	10.00		0.00	195.00	1,950.00	195.00	1,950.00		0.00		0.00
Perfiles IPN	Kg.	10.00		0.00		0.00		0.00		0.00	794.00	7,940.00
Encofrado	M3	950.00	1.50	1,425.00		0.00		0.00		0.00		0.00
Andajes	Un	25.00		0.00	18.00	450.00		0.00		0.00	43.00	1,075.00
MANO DE OBRA				0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
Cabilla	Kg.	7.00	132.00	924.00		0.00	100.00	700.00		0.00		0.00
Tubos 4x10	Kg.	7.00		0.00	195.00	1,365.00		0.00		0.00		0.00
Perfiles	Kg.	7.00		0.00		0.00		0.00		0.00	794.00	5,558.00
<b>SUB-TOTAL</b>				5,019.00		3,765.00		5,558.00		0.00		14,573.00
<b>VIGAS</b>												
Corona	MI	84.00		0.00		0.00	74.00	6,216.00		0.00		0.00
Tubos 4x10	Kg.	17.00		0.00	159.00	2,703.00		0.00		0.00		0.00
IPN 10	Kg.	17.00	354.00	6,018.00		0.00		0.00		0.00		0.00
IPN 8	Kg.	10.00		0.00		0.00		0.00		0.00	342.00	3,420.00
<b>SUB-TOTAL</b>				6,018.00		2,703.00		6,216.00		0.00		3,420.00
<b>PAREDES</b>												
Bloques arcilla	Un	3.00	3,000.00	9,000.00		0.00		0.00		0.00		0.00
Bloques concreto	Un	3.00		0.00	2,400.00	7,200.00	2,300.00	6,900.00	2,300.00	6,900.00		0.00
Metal desplegado	M2	35.00		0.00		0.00		0.00		0.00	300.00	10,500.00
Mortero cemento	M3	1,200.00	3.00	3,600.00	3.00	3,600.00	3.00	3,600.00		0.00		0.00
Pego	SC	50.00		0.00		0.00		0.00	100.00	5,000.00		0.00
Fleje Plástico	MI	6.00		0.00	100.00	600.00		0.00		0.00		0.00
Friso Exterior	MI	25.00	125.00	3,125.00	125.00	3,125.00		0.00		0.00	125.00	3,125.00
Friso Interior	M2	25.00	252.00	6,300.00	252.00	6,300.00	252.00	6,300.00	252.00	6,300.00	252.00	6,300.00
Esponjado	M2	15.00		0.00		0.00	125.00	1,875.00	125.00	1,875.00		0.00
Texturizado	M2	37.00		0.00		0.00	125.00	4,625.00	125.00	4,625.00		0.00
Pintura Exterior	M2	15.00	125.00	1,875.00	125.00	1,875.00		0.00		0.00	125.00	1,875.00
MANO DE OBRA	M2	21.00	153.00	3,213.00	153.00	3,213.00	153.00	3,213.00	153.00	3,213.00		0.00
<b>SUB-TOTAL</b>				27,113.00		25,913.00		26,513.00		27,913.00		21,800.00
				54,577.50		45,521.00		50,891.50		38,990.50		48,273.00
<b>LAPSO DE EJECUCION</b>												
			3 semanas		2 1/2 semanas		2 semanas		1 semana		1 1/2 semana	

# ASPECTOS TECNICOS-ECONOMICOS DE LOS AGLOMERADOS DE FIBRAS DE BAGAZO(\*).

Milena Sosa G.(\*\*)

(\*) Tesis de Doctorado presentada en la Universidad de Pierre et Marie Curie (Paris VI) el 18-2-88.

(\*\*) Profesora-Investigadora del IDEC-FAU-UCV.

## INTRODUCCION

Como resultado de una investigación bibliográfica, sobre la utilización de productos y subproductos vegetales como materia prima para la producción de materiales de construcción para la vivienda de bajo costo(1) se evidenció, que la información existente sobre el tema corresponde a experimentos teóricos-prácticos en laboratorios de Investigación y Desarrollo. También se constató que los objetivos iniciales de estas investigaciones no se cumplieron a cabalidad, la mayoría de ellas no alcanzaron un nivel de desarrollo industrial, y aquellas empresas que lograron pasar ése nivel fracasaron al poco tiempo de sus inicios, funcionan en el mínimo de sus capacidades de producción, por lo tanto con una rentabilidad bastante reducida.

Apesar de ello, numerosos estudiosos de la vivienda de bajo costo han manifestado su confianza en que el desarrollo de este tipo de producto debido a su bajo valor agregado, podría reducir el costo de los materiales contribuyendo de ésta manera a la reducción del grave déficit existente de viviendas para la población de menores ingresos. Es por ello que sabiendo que una empresa de láminas de fibras de bagazo funcionaba con éxito en Venezuela, se decidió estudiar este caso concreto dentro de un contexto industrial bien definido, de seguir un material vegetal local desde su transformación inicial hasta su utilización final.



La reflexión sobre el rol de esta industria y de las instituciones encargadas de estimular su crecimiento debe permitirnos poner en manifiesto las razones de éxito o de fracaso de los semi-productos, componentes y procedimientos a base de una materia prima vegetal, de definir los instrumentos de una política de desarrollo industrial adaptada y en consecuencia de orientar las diferentes formas de cooperación.

### **CONSIDERACIONES METODOLOGICAS:**

#### **a.- Tema de la tesis:**

Aspectos Técnicos-Económicos de los aglomerados de fibras de bagazo.

#### **b.- Objetivo de la Investigación:**

Se trata de estudiar un material local desde su transformación inicial hasta su utilización final con el objeto de definir las posibilidades de desarrollo del material, las condiciones en las cuales ese desarrollo podría lograrse, y en consecuencia definir las razones de éxito o de fracaso de materiales similares dentro del mercado de la construcción de un país en vías de desarrollo.

#### **c.- Interés del tema:**

El interés sobre el tema se basa en la necesidad de una utilización más racional de los recursos locales naturales para la producción de bienes de consumo. Entre ellos, la falta de materiales de construcción para la población de más bajos ingresos ha contribuido al déficit de viviendas adecuadas y en consecuencia a la agravación de las desigualdades sociales.

#### **d.- Enfoque del estudio:**

El estudio de un material específico exige el análisis de diversos factores, él puede ser estudiado en función de sus respuestas técnicas (Ej. su resistencia mecánica), al igual que de acuerdo a las respuestas del material a las solicitudes del ambiente o del uso.

Igualmente la evolución puede basarse en sus aspectos formales o funcionales: dimensiones, formas, etc. o referirse a su proceso de producción. Para ello es necesario tomar en cuenta los recursos y la tecnología implementada, así como los aspectos socio-económicos pertinentes.

También, el estudio puede orientarse en la definición de los parámetros del contexto socio-cultural responsables de la configuración particular del material, o bien retratar la evolución de la morfología que hizo

posible que la forma estudiada surgiera en un momento determinado.

Es entonces evidente que en un estudio de éste tipo es sumamente complejo, tan complejo como lo son las numerosas disciplinas que se inter-relacionan, de manera estrecha, para su completo análisis. Por lo cual el éxito del estudio de materiales depende largamente del análisis detallado de todos los aspectos significativos de manera global.

Una de las mayores dificultades de éste enfoque reside en que la escogencia de prioridades sea dictada por una evaluación lo más próxima posible de las consecuencias de dicha escogencia, y que esté en la medida de apreciar el peso real de las obligaciones nacionales e internacionales con el fin de determinar con precisión la naturaleza de las relaciones entre los diferentes actores que intervienen en el proceso.

Visto desde ese ángulo, esta problemática permite comprender que el proceso y el desarrollo de la producción no son posibles sino en la medida en que cada protagonista sea capaz de comprender, de manera global, el conjunto de variables y cada una de ellas independiente.

Todos estos parámetros determinan la naturaleza del proceso total, desde sus primeros niveles hasta la obtención del producto, su distribución y comercialización, y es precisamente esta óptica global la que se tomó para enfocar el estudio.

#### **e.- Límites geográficos del estudio:**

Con el fin de poder tomar en cuenta las relaciones e interdependencias técnico-económicas, las especificidades socio-culturales, las relaciones entre los actores del proceso, etc.; fué necesario limitar el estudio a un país determinado (Venezuela).

#### **f.- Encuadre y límite del tema:**

Se estudió la inter-relación de los factores técnicos-económicos con respecto al estado de una tecnología: los aglomerados de fibras de bagazo. También se analizó el comportamiento del producto dentro de la industria de la construcción venezolana así como sus respuestas a las diversas exigencias.

#### **g.- Fuentes de Información:**

La información y estadísticas existentes con respecto a la industria de la construcción venezolana son bastantes escasas y limitadas por lo cual el estudio

de la fluctuación de ella, como factor estratégico dentro de la economía nacional, se hizo a base de deducciones sobre la evolución histórica de la actividad.

Para el estudio del producto en sí, se procedió de la manera siguiente:

- Investigación de la bibliografía existente;
- Contacto con los organismos semi-públicos y organizaciones profesionales;
- Entrevistas con el fabricante del producto;
- Entrevistas con los prescriptores y utilizadores del producto (promotores, arquitectos, constructores, usuarios, etc.)

#### **h.- Plan de estudio**

En este trabajo se analiza el desarrollo de los Productos Aglomerados (2) a partir del bagazo, también se exponen las cualidades de esta materia prima para la industria, evidenciándose que los países que disponen de este recurso pueden desarrollar una fuente de producción de bienes de consumo importante y económicamente ventajosa. Se presentan las características fundamentales de las tecnologías más conocidas para la producción de tableros de fibras y se dan elementos acerca de la posibilidad de obtener productos moldeados y tableros con aglutinantes inorgánicos a partir del bagazo, para su uso en el hogar, en la industria de la construcción y en diversos tipos de envases.

Para el desarrollo de la investigación se adoptó un método explicativo consistente en destacar las razones que están en el origen de las evoluciones observadas. La aplicación de este método en el análisis de lo ocurrido en el curso del desarrollo, en la observación de los fenómenos retenidos y de las tendencias futuras nos permitió dividir el estudio en cinco capítulos.

En el primero de ellos son analizados los materiales de base (caña de azúcar-bagazo-resina) así como sus inter-relaciones técnicas y económicas. Este capítulo permite establecer la compatibilidad de los materiales con el fin de establecer una lista analítica de los principales sub-productos.

El segundo trata de los diferentes métodos de producción de láminas aglomeradas, allí son descritos los procedimientos más conocidos y técnicamente comprobados así como las soluciones industrializadas.

Esta enumeración permite demostrar la variedad de procedimientos y de productos posibles de obtener así como la importancia de la escogencia del método de producción que más se adapte a las condiciones locales.

El tercer capítulo describe el contexto escogido, se analizan las diferentes industrias (azucarera, forestal y de la construcción) que tienen relación directa con el desarrollo de las láminas de fibras de bagazo aglomeradas. Cada industria es analizada individualmente con el fin de establecer un diagnóstico lo más preciso posible de ella; luego estos diagnósticos son inter-relacionados con el fin de establecer los factores generales que han permitido la implantación de una fábrica asociando fibras de bagazo y resinas.

El cuarto se dedica al análisis de un caso concreto de producción de láminas aglomeradas. Para ello se seleccionó y estudió una empresa, el rol de las instituciones relacionadas con su desarrollo así como las respuestas técnicas de los diferentes productos; una reflexión sobre las posibilidades de utilización de los mismos como materiales de construcción es desarrollada. Para ello se definen con el máximo de precisión las respuestas del producto ante las diferentes exigencias (térmicas, acústicas, de comportamiento al fuego, de aspecto, etc.), las referencias son establecidas en función de los reglamentos y normas correspondientes. De ésta manera se establece un marco dentro del cual deberá inscribirse toda nueva proposición.

El quinto capítulo se consagra a la interpretación de los fenómenos retenidos, éste culmina en las conclusiones y recomendaciones sobre las exploraciones hechas en los capítulos precedentes. Así mismo, y en base a los puntos de vistas expresados por los diferentes utilizadores tanto a nivel del diseño como de la colocación del producto en obra, se presenta una clasificación de las posibilidades de éxito para la inserción de un material de construcción a base de materias primas de origen vegetal. En ellas se distinguen aquellas relacionadas con los precios de los productos, con las cualidades y defectos (medibles o no), así como otras razones.

En el presente artículo se presenta un resumen de los aspectos generales de la investigación así como parte de los resultados obtenidos al término de la misma.

## ASPECTOS TECNICOS-ECONOMICOS DE LOS AGLOMERADOS DE FIBRAS DE BAGAZO

### 1.- Aspectos generales

El desarrollo de la producción de láminas aglomeradas, a base de fibras de bagazo de caña de azúcar, es de fecha relativamente reciente. La primera fábrica de este tipo de producto (Celotex, Corp.) fue puesta en marcha en 1921 en Louisiana, U.S.A.. En Venezuela, la 1era. y hasta hoy día única fábrica (Tablopan de Venezuela) fue creada en 1960. Entre éstas dos fechas se solucionaron numerosos problemas, entre ellos, la aplicación de esquemas tecnológicos concebidos para la madera (materia química y estructuralmente muy diferente al bagazo).

El desarrollo de las tecnologías de tableros responde a la necesidad de incrementar los niveles de aprovechamiento de las explotaciones forestales en países que aunque disponen de abundantes recursos madereros, tienen grandes pérdidas de materia en el bosque, en forma de ramas y desechos, así como durante la transformación de la madera en los aserraderos, en formas de astillas y recortes. Los procesos de producción de tableros constituyen una excelente vía de aprovechamiento de estos desechos y a la vez permiten el desarrollo de nuevos productos.

Las materias primas fundamentales para la producción de tableros lo constituyen los materiales fibrosos lignocelulósicos, así como diferentes tipos de maderas coníferas y frondosas. Después de la madera, las materias primas más utilizadas mundialmente son el bagazo de la caña de azúcar y el lino, siendo el primero de ellos el más desarrollado, debido a sus propiedades morfológicas que lo hacen una excelente fibra para esta industria.

Según el tipo de tecnología que les da origen, los tableros han sido clasificados en dos grandes grupos: **tableros de partículas y tableros de fibras**. La diferencia fundamental estriba en que para la obtención de los tableros de partículas, la materia prima es tratada de forma tal que se obtienen pequeñas partículas que posteriormente son aglutinadas entre sí, para formar el tablero, mediante el uso de un adhesivo orgánico (por ejemplo, resina fenólica o úrea-formaldehído), con la ayuda de presión y de temperatura; mientras que en producción de tableros de fibras, el tratamiento de la materia prima consiste en la separación de los haces naturales de las fibras, reordenándolas posteriormente de manera que el

enlace o unión entre las mismas para formar el tablero, se establezca a partir de las propiedades adhesivas de sus propios componentes al ser comprimidas a elevadas temperaturas, y no por medio de un adhesivo externo, como ocurre con los tableros de partículas. En ambos casos se utiliza la adición de diferentes agentes químicos para modificar o mejorar determinadas propiedades de los productos.

El hecho que las fibras de bagazo muestren una tendencia natural a agruparse entre sí, así como las características granulométricas del mismo a la salida central prosesadora, hacen que sea un material de más fácil elaboración para la industria de tableros que la madera, pues en la fase de preparación de las partículas o fibras, el proceso con el bagazo se simplifica. Sin embargo, durante la preparación y almacenamiento del bagazo hay que cuidar que la separación del meollo o médula se haga completamente ya que ella es portadora de azúcar residual lo cual acelera los procesos fermentativos y de degradación de las fibras inhibe el endurecimiento de los aglutinantes empleados.

Estas tecnologías condicionan la producción de productos que, en general, no son materiales sustitutivos entre sí, sino que se complementan en sus utilizaciones.

Así, durante la década de los años 1920 se desarrolló industrialmente la producción de tableros de fibras en países de Europa y Norte América, mientras que el proceso de producción de tableros de partículas se estableció sobre una base industrial, a finales de la década de los años 40, y en Alemania, Reino Unido, Norteamérica y otros países de Europa.

Durante los años 50, se consolida tecnológicamente la actividad, con la fabricación de máquinas y equipos especialmente concebidos para la preparación de las fibras de bagazo, así como la elaboración y prensado de las láminas, todo lo cual facilitó, la obtención de productos de mejor calidad con el consiguiente aumento de sus rangos de aplicaciones.

Si aún en países que disponen de elevados recursos forestales, los tableros han logrado un desarrollo acelerado, este tipo de industria aumenta su importancia relativa en los que no poseen una industria forestal desarrollada, pero que tienen fuentes alternas capaces de ser convertidas en tableros. Tal es el caso de los países productores de azúcar a partir de la caña, los cuales pueden disponer de cantidades de bagazo industrializables para estos fines.



Las condiciones específicas de Venezuela contribuyeron al empleo del bagazo como materia prima para la fabricación de láminas aglomeradas. El hecho de ser un país productor de petróleo permitió la sustitución de ésta materia como combustible lógico del central azucarero. De igual manera, el Producto Territorial Bruto (P.T.B.)<sup>2</sup> ha aumentado en los últimos años provocando un desarrollo importante de los principales mercados consumidores de este material: el mercado del mueble (90% de la producción) y el mercado de la construcción (10% de la producción). Esta demanda no pudo ser satisfecha por la Industria Forestal nacional, ya que Venezuela sufre una organización deficiente de este sector industrial.

Estos factores coyunturales, agregados a los factores ligados a la calidad y al precio de los productos, han contribuido a la aceptación del material por parte del mercado.

Sin embargo los productores de láminas aglomeradas confrontan actualmente serios problemas basados en la disminución y cambio de la demanda. En efecto, la crisis de la construcción, la banalización de la utilización tradicional de los tableros, la introducción de nuevos materiales son los factores que frenan el desarrollo de la actividad y que obligan a la industria de tableros a diversificar su producción para poder garantizar su posición en el mercado. Esta situación exige a la empresa utilizar nuevas técnicas y ser lo suficientemente adaptable para crearse nuevos campos de intervención, en particular en la producción de componentes para la edificación que tengan una buena relación calidad/precio.

## 2.- Niveles de análisis

El sector construcción a nivel mundial atraviesa por momentos difíciles sin embargo los Organismos Internacionales anuncian un resurgimiento del sector que tendrá efectos positivos sobre la producción de materiales y de componentes para la edificación, sobretudo para la vivienda de bajo costo. Es en este campo que las láminas aglomeradas, gracias a sus buenas condiciones físico-económicas, podrían contribuir de manera importante. Sin embargo para acceder a este mercado, los industriales del sector necesitarán de un cuestionamiento de los procesos de producción que les permita la producción de componentes para la edificación que respondan a demandas específicas.

El desarrollo de componentes, a base de materiales

no tradicionales, exige un análisis exhaustivo con el fin de detectar los factores generales de penetración del producto en el mercado, los aspectos problemáticos así como las vías para resolver éstos. Este análisis debe basarse en tres niveles fundamentales: técnico, económico y sociológico; para ello es necesario determinar quien es el utilizador, las causas de su escogencia, así como los aspectos técnicos-económicos del producto. Esta metodología permitirá una inter-relación de los resultados obtenidos para luego establecerse las acciones prioritarias que permitan un equilibrio entre los diversos factores.

### 2.1.- Factores generales de penetración de la láminas aglomeradas.

El estudio de los aspectos técnicos (características de las materias primas, la composición y fabricación de las láminas, las características físico-mecánicas del material), de los aspectos económicos (la estructura de los costos de producción, el precio a la salida de la fábrica y su evolución, los costos de instalación) y de los aspectos sociológicos (apreciación de los usuarios y de los que deciden la escogencia del producto, así como los argumentos comerciales de la empresa), nos han permitido establecer algunos factores que han contribuido a la penetración de las láminas aglomeradas sobre el mercado venezolano. Estos se clasifican en tres grupos: factores ligados a la calidad, factores relacionados con los precios y otros factores.

#### 2.1.1.- Factores ligados a la calidad del producto.

Entre las principales cualidades que han contribuido al empleo de las láminas aglomeradas, es necesario citar las siguientes:

- Dimensiones estandarizadas, precisión y estabilidad dimensional;
- Facilidad de instalación debido a su bajo peso;
- Capacidad de aislamiento térmico

#### 2.1.2.- Factores relacionados con el precio del producto

Con respecto al precio de las láminas, a la salida de la fábrica, éste es ligeramente menor que el precio de los Tableros de la competencia (todos de fibras de madera); la diferencia parece ser el precio mas bajo de la principal materia prima: el bagazo.

Debido a la precisión de las dimensiones de las láminas y al menor número de elementos a colocar, también se lograría una reducción en el costo de la construcción. Sin embargo, el factor precio no ha sido



determinante en el desarrollo de la actividad ya que la escogencia del producto se ha basado en las dificultades de aprovisionamiento de los materiales corrientes lo cual ha obligado a recurrirse al empleo de otros materiales entre ellos a las láminas de fibras aglomeradas.

### 2.1.3.- Otros factores.

El éxito del producto puede también ser explicado por el factor "OFERTA" representado por la importancia de la producción de la empresa; así como por el factor "DEMANDA", la empresa encontró un mercado totalmente abierto, esto debido a dificultades de aprovisionamiento de los productos concurrentes.

## 2.2.- Problemas para la introducción de las láminas aglomeradas como material de construcción

En esta parte del estudio, se analizan los principales problemas que nos han sido expuestos por las diferentes personas entrevistadas durante el desarrollo de la investigación. Es un análisis de carácter empírico, pero el puede servir como indicador de los resultados que se obtendrían con un método más científico.

El estudio nos permitió definir dos tipos de problemas que van a ser brevementes descritos a continuación: los problemas relacionados con el uso de los productos y los problemas "técnicos" relacionados con la producción así como con el sector construcción.

### 2.2.1.- Problemas relacionados con el uso

El campo de experimentación de las láminas aglomeradas en la construcción, es bastante limitado sin embargo se definieron algunos problemas relacionados con la introducción de estas como material de construcción. La frecuencia así como el carácter repetitivo de los argumentos emitidos nos indica que el problema más frecuentemente temido es la degradación del material debido a las condiciones climáticas, así como la falta de mantenimiento de los locales.

#### a.- Condiciones Climáticas

El problema más frecuentemente expuesto es la absorción de humedad que se presenta en las láminas después de su colocación, si esta no ha sido bien cuidada.

Los interlocutores temen que las láminas no puedan soportar las condiciones ambientales, y que a la larga, se degraden. Otro tema que fué bastante citado es el

temor que el material se deteriore o se fisure como consecuencia de las vibraciones.

#### b.- Mantenimiento de los locales.

El mantenimiento normal periódico de las viviendas no es una práctica establecida por lo cual las láminas aglomeradas asustan ya que ellas parecen más vulnerables que un cerramiento en ladrillos frisados.

#### c.- Problemas de Apropiación.

Algunas personas manifiestan dudas sobre las posibilidades que tendrán de personalizar sus viviendas (Ej: dificultad para fijar cuadros), así como de la calidad estética de los materiales.

### 2.2.2.- Problemas técnicos.

En este punto se tratará únicamente los principales problemas que se detectan desde la salida de las láminas de la unidad de producción hasta la obra.

- Inexistencia de normas que permitan a las empresas de eficientemente controlar la calidad de los productos.
- El almacenaje del material en la obra no se realiza de la manera más apropiada.
- Dificultades en la construcción con este material ya que exige el desarrollo de otro "know-how" así como una organización diferente del trabajo en la obra.

## 3.- Obstáculos a la difusión de componentes - edificación a base de láminas aglomeradas.

El análisis nos permitió igualmente definir los principales obstáculos a la difusión de componentes, a base de láminas aglomeradas para la vivienda de bajo costo. Estos son los siguientes:

#### - Obstáculos Reglamentarios.

En las especificaciones de los principales agentes de la vivienda de interés social, la utilización de materiales locales no es admitida.

#### - Obstáculos Sociológicos.

Además de una dificultad concreta se identifica una resistencia social a la utilización de un material nuevo poseedor de cualidades diferentes a los materiales corrientes.

#### - Obstáculos de Formación.

Existen pocos obreros conocedores de las técnicas de colocación de materiales diferentes, las cuales normalmente difieren de aquellas utilizadas por los materiales corrientes o tradicionales.

En resumen la utilización de láminas aglomeradas a base de fibras de bagazo para la construcción de viviendas de bajo costo se ha encontrado con numerosos obstáculos. Los principales son los siguientes:

- respuesta técnica de los productos como materiales de construcción bastante deficiente;
- desconocimiento del mercado y actitud comercial poco eficiente de los productores.

#### 4.- Posibles vías para la utilización de los aglomerados como material de construcción.

Con respecto al diseño del componente, hemos detectado la necesidad o el interés de:

- emplear láminas de media y alta densidad;
- utilizar espesores más grandes;
- rigidizar las láminas con el fin de evitar las deformaciones;
- evitar los cantos abiertos;
- no someter al material a esfuerzos permanentes;
- desarrollar juntas específicas al material, especialmente a nivel del suelo.

La utilización de paneles-sandwiches, de marcos o de rebordes, de láminas templadas; la combinación con otros productos o materiales podrían ser respuestas a las necesidades antes definidas, contribuyendo de

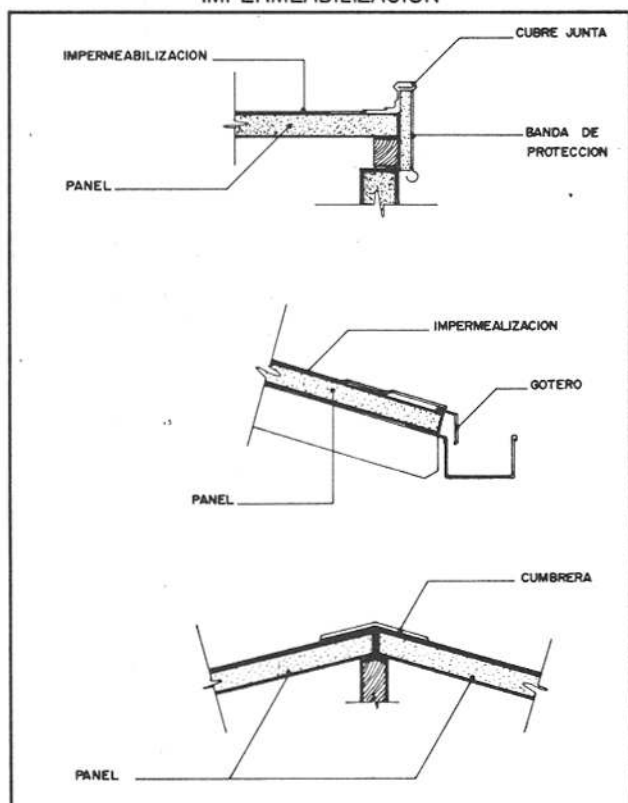
esta manera a reducir el rechazo del utilizador del producto, así como a minimizar el comportamiento de las láminas a los cambios de temperatura y de humedad.

El tamaño de los elementos es otro factor importante para la aceptación de los mismos. A este respecto, la producción de componentes de pequeñas dimensiones, debido a su facilidad de manipulación, presentan numerosas ventajas en el momento de la construcción, pudiendo de esta manera, intervenir, más fácilmente en el sector no estructurado de la construcción en los países en vías de desarrollo P.E.D.

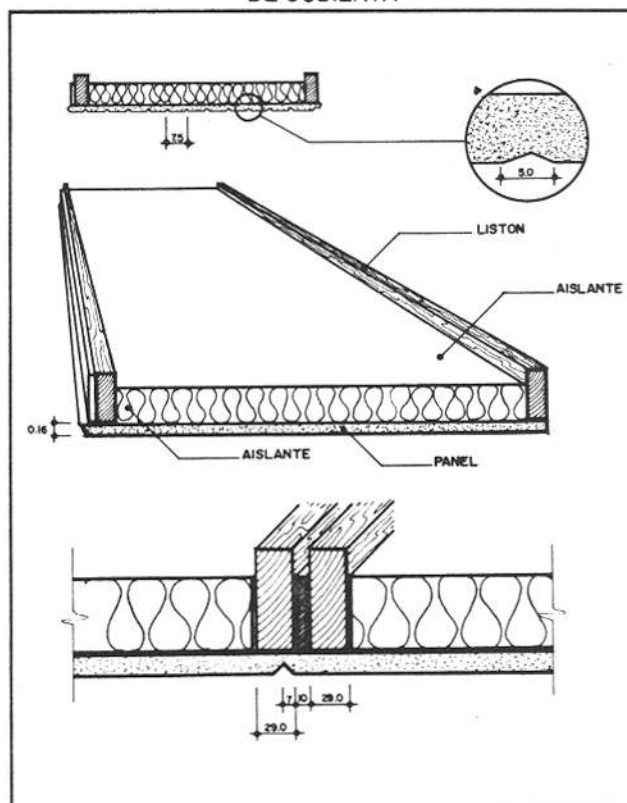
La respuesta del material al uso normal o la agresión de agentes exteriores, puede ser mejorada con el empleo de acabados sobre las láminas. Estos productos complementarios pueden ser aplicados durante o después del proceso de producción. El objetivo a lograr es que el material salga de la fábrica bajo su forma definitiva de empleo.

Así mismo, las características de colocación de los componentes deben ser bastantes simples y no exigir la utilización de equipos complicados o sofisticados, ya que la aceptación del producto no depende solamente de las características propias del material si no también de las condiciones de empleo del mismo.

PANEL DE PARTICULAS PORTANTE SOPORTE DE IMPERMEABILIZACION



PANEL COMPUESTO AISLANTE SOPORTE DE CUBIERTA



## CONCLUSION.

La interrelación de los resultados obtenidos en el estudio, nos ha permitido establecer que además de los esfuerzos para reducir los costos de producción de los materiales, los industriales tienen dos vías posibles para penetrar en el mercado de los materiales de construcción.

Una de ellas se dirige a la organización de una actividad industrial para la producción de una gama de componentes adaptados a diversas exigencias de mercados también diversos. Para ello es necesario bien definir las cualidades (máximas así como las mínimas), las características de los productos y el margen dentro del cual los precios de los productos varían. Esto conducirá a los industriales a ofrecer una serie de productos con cualidades técnicas y precios definidos con exactitud. A cada prescripción o sumatoria de ellas corresponderá un producto de la gama: las propiedades de resistencias al fuego, de protección térmica o acústica, de durabilidad, así como la escogencia del acabado, encontrarán su respuesta en uno o varios de los productos ofrecidos.

Esta tendencia es favorable desde el punto de vista de la relación calidad/precio, pero exige una información precisa al usuario para evitar malas referencias.

La otra vía que se le abre a los productores es la especialización en la construcción con sus propios productos. Esta doble orientación se observa actualmente en los países industrializados, y revela una actitud particular de las empresas a adaptarse en función de la demanda.

Luego de estas dos acciones y bajo reserva que el resultado de la primera sea favorable al desarrollo, un estudio económico-financiero es esencial para definir completamente las posibilidades del material. Este estudio se basaría en un análisis del mercado que permitan precisar las posibilidades de difusión de los productos, y de juzgar la oportunidad de crear unidades de transformación, definiéndose el tamaño de las mismas, la localización, la tecnología a emplear, etc.

Estos son pasos, de índole industrial, a realizarse antes de la creación de la unidad de producción. Ellos estarían todos completos cuando los aspectos de mercado y las oportunidades económicas que

evidencien el crecimiento del P.I.B., la creación de empleos, el impacto sobre la balanza comercial, sobre las finanzas públicas, etc.

Su objeto sería el definir las condiciones necesarias para la producción de componentes, a base de fibras de bagazo, a un costo compatible con los productos competitivos. Para estos productos, tanto sus condiciones de difusión como sus modos de distribución, nos parecen esenciales en función de cómo los productores tomen en cuenta las exigencias, a veces complementarios y otras veces opuestas, de los diferentes agentes relacionados con su desarrollo, especialmente del comportamiento de las empresas constructoras. Estas relaciones deben ser tomadas en cuenta desde el diseño del componente, en el momento de la elaboración del contenido técnico-económico de estos nuevos productos.

En resumen, los industriales deben tomar en consideración los objetivos siguientes: capacidad de diversificación, buena calidad de los productos, reducción de los costos, apertura a otras empresas o industriales que quisieran emplear sus productos, aptitud favorable a la exportación, y presentar, cuando hayan alcanzado el nivel de la difusión, las características siguientes:

- Compatibilidad indudable del nivel de la calidad ofrecida con respecto al precio exigido;
- Ofrecer una gran flexibilidad arquitectónica;
- Posibilidad de asociarse con otros industriales (para ello se debe cumplir con la coordinación modular).

Se definirá igualmente los límites de la responsabilidad de los principales actores: fabricantes y empresas constructoras. Los utilizadores deben estar bien informados sobre las características de los componentes. Los cuales conllevan dos aspectos, uno sobre la información relativa del componente en sí, y otro sobre la conformidad de uso de los productos.

En definitiva, el desarrollo de nuevos productos para acceder a nuevos mercados es la vía para garantizar a los aglomerados su verdadera inserción en la industria de la construcción. De esta manera se podrá aprovechar las buenas condiciones físico-mecánicas de las láminas, así como de la capacidad instalada de producción de una industria sub-valorada actualmente.

**NOTAS**

(1) SOSA (M), Utilisation des Végétaux dans l'habitat a faible coût-Travail de fin d'études D.E.A.- Sciences et Technoques du bâtiment, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Paris, Juin, 1984.

(2) Productos aglomerados "son aquellos productos que se elaboran a partir de fibras o partículas de materiales lignocelulósicos (madera, bagazo de la caña de azúcar, etc.) por compactación de las mismas, con adición de aglutinantes externos o aprovechando las propiedades autoaglutinantes de algunos de los componentes del material lignocelulósico, logrando así materiales de gran superficie".

**C.F. PRODUCTOS AGLOMERADOS A PARTIR DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.** Instituto Cubano de Investigaciones sobre los derivados de la Caña de Azúcar. Editorial Científico-Técnica, Ciudad de la Habana, 1982.

(3) La F.A.O. estableció que "en la mayoría de los países estudiados existe una correlación entre el logaritmo del consumo por habitante y el logaritmo del P.T.B. por habitante".

**C.F. INDUSTRIES DES MATERIAUX DE CONSTRUCCION.** 3 éme. monografie de l'ONUDI sur le développement Industriel. Nations Unies, 1969. Pag.21

**BIBLIOGRAFIA:**

C.S.T.B. (Centre Scientifique et Technique de la Construction), Plan Construcción, E.N.P.C. (Ecole Nationale des Ponts et Chaussées). MTEC 86: **MATERIAUX, TECHNIQUES ET ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION DANS LES PAYS EN VOIES DE DEVELOPPEMENT.**- Paris: CSTB, ENPC, Plan Construcción, 1986.

- CHEMILLIER (P), CHABREL (L).- **LES EVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES DANS LE BATIMENT: Bilan et Perspectives.**- Paris: Ed. CTSB, 1982.

- COLOMBART - PROUST (M).- **LES TRANSFORMATIONS DU BATIMENT. La distribution, une caisse de résonance. Analyse des rapport entre producteurs, négociants et entreprises du bâtiment.**- Paris: Plan Construction, Ministère de l'Environnement et du cadre de vie. Centre Experimental du Bâtiment et des Travaux Publics, juin 1979.

- Groupes d'études "Matériaux Composites" de l'Association Nationale de la Recherche Technique.- **LES MATERIAUX COMPOSITES D'AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN, MATERIAUX NOUVEAUX ET INDUSTRIE TRADITIONNELLES.**- Paris: Ed. Eyrolles/ Gauthier - Villars, 1970.



# ESTRUCTURAS TRANSFORMABLES

## ESTRAN 1

### Estructura de barras transformable de configuración cuadrada



Carlos H. Hernández(\*)

(\*) Profesor-Investigador del IDEC-FAU-UCV.

#### INTRODUCCION

Hay muchos ejemplos de ideas (conceptos) de ensamblajes estructurales que poseen la capacidad de ser plegados, de tal manera que pueden ser desplegados cuando se desea y plegados nuevamente a una forma compacta para su almacenamiento y/o transporte. El ejemplo mas popular y conocido de tales sistemas plegables/ desplegados, es la estructura de una sombrilla ordinaria (fig.1) o los equipos para camping (fig.2).



FIG. 1 PARAGUAS

Todos estos ensamblajes estructurales con capacidad de transformación pueden agruparse en dos grandes grupos :

#### A- Estructuras de barras

#### B- Estructuras de superficie

Dentro del primer grupo se encuentran las estructuras con mecanismo de tijeras, las tensiles, las de mecanismos deslizantes, etc. Su característica común es la presencia de elementos lineales rígidos o barras que trabajan comúnmente como elementos de compresión, tensión, o flexión conectados por nodos o bisagras. Podemos mencionar como ejemplo de este grupo los paraguas. En la segunda categoría los esfuerzos son soportados por superficies continuas en algunos casos, como en las estructuras inflables o presurizadas, o por planos unidos por algún medio flexible que le da continuidad a la estructura. Entre ellas tenemos las estructuras neumáticas ó inflables, elaboradas normalmente con una membrana muy resistente y liviana que es estabilizada total ó parcialmente por una diferencia de presión entre el exterior y el interior. El ejemplo mas común es el globo, otras estructuras de este grupo están basadas en elementos tubulares que pueden penetrar uno dentro del otro formando un paquete compacto que es luego extendido y estabilizado, este es un concepto utilizado mucho en artefactos mecánicos, como mástiles y grúas; su aplicación en arquitectura esta poco desarrollada. Un ejemplo de este grupo mas estudiado en su aplicación para viviendas son las estructuras tipo acordeón.

Las estructuras transformables pueden ser utilizadas en una variedad de situaciones tales como:

**a-** Situaciones en las que se requiere de un espacio cerrado o protegido por periodos cortos de tiempo, y que luego deba trasladarse a otra localidad para almacenarlo ó erigirlo nuevamente. Ejemplos:

- Exposiciones móviles
- Ferias
- Infraestructura para Exposiciones en general
- Refugios provisionales
- Hospitales móviles

**b-** Lugares de difícil acceso o con falta de mano de obra. Ejemplos:

- Unidades remotas de retransmisión
- Mástiles de antenas
- Estaciones remotas, meteorológicas o de investigación

- Instalaciones Militares.
- Instalaciones de emergencia en localidades lejanas tales como puentes, refugios, hospitales, etc.

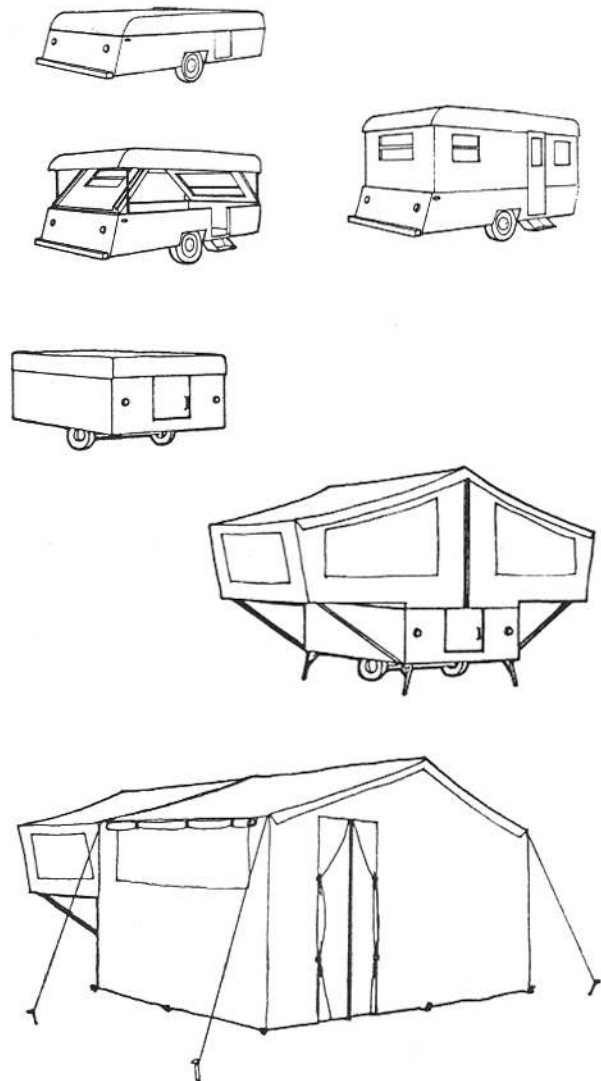


FIG.2 EQUIPOS PARA CAMPING

**c-** Equipos para aplicaciones especiales o cubiertas protectoras de equipos especiales que no pueden ser transportados totalmente ensamblados y requieren ser armados muy rápidamente. Ejemplos:

- Radares y antenas portátiles
- Hangares portátiles
- Puentes portátiles
- Protección y camuflaje de equipo militar

**d-** Protección de un espacio debido a condiciones climáticas variables. Ejemplos:

- Cubiertas para estadios
- Cubiertas para plazas

e- Condiciones de alto riesgo con elevado costo de mano de obra, ambientes hostiles, transporte costoso.

Ejemplos:

- Exploración terrestre
- Exploración Espacial
- Estaciones Espaciales

La exploración espacial ha sido una de las áreas en la cual la transformabilidad de las estructuras es de gran interés, muchos artefactos curiosos han sido desarrollados bajo los auspicios de NASA.

f- Como un auxiliar de construcción. Ejemplos:

- Encofrados reusables para formas complejas
- Plataformas de altura variable

g- Como método constructivo.

La visión tradicional de construcción ha sido la de una acreción simple. Una piedra se coloca sobre otra piedra, ladrillo sobre ladrillo, acero sobre acero y así sucesivamente hasta que la forma final aparece. En la construcción moderna la acreción se hace en grandes módulos en la forma de paredes, pisos o cuartos completos. Un nuevo método consiste en traer al sitio la estructura completa en forma compacta y desplegarla allí para su uso permanente.

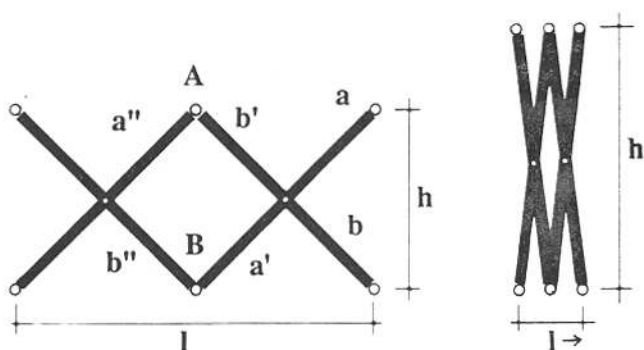


FIG.3

Las estructuras transformables son competitivas con otros sistemas de erección en situaciones donde la velocidad es esencial, la mano de obra muy costosa y escasa, ó, cuando se requiere erigir y re-erigir frecuentemente la misma estructura. Las estructuras transformables necesitan menos mano de obra, menos especializada, y la erección se realiza en una fracción del tiempo requerido en las estructuras convencionales.

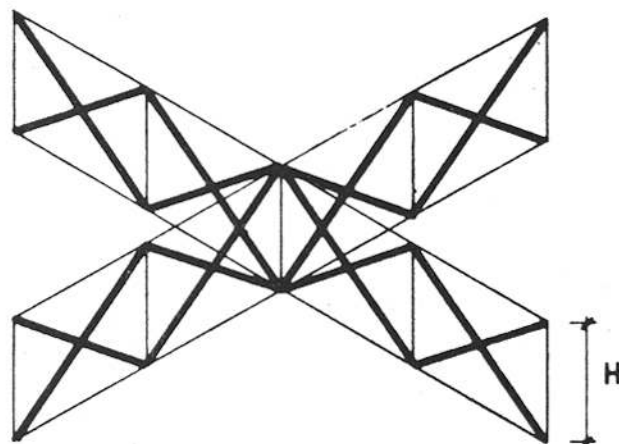


FIG.4

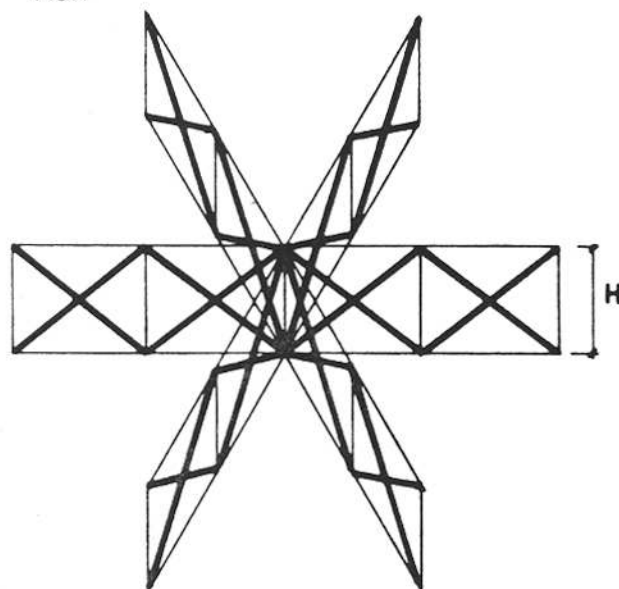


FIG.5

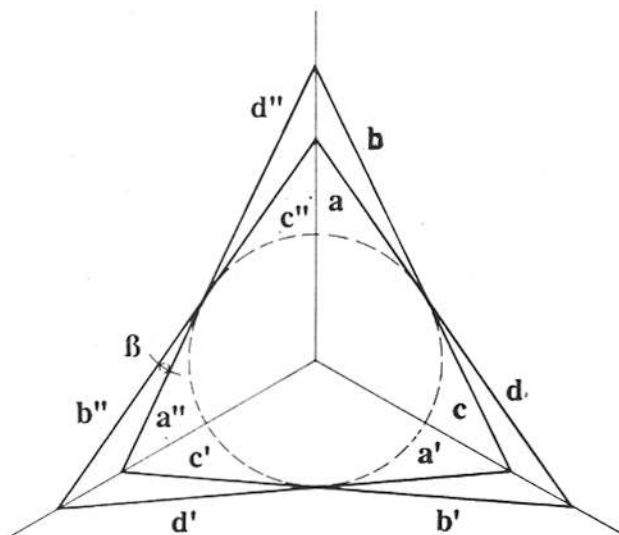


FIG.6 TRISSOR

La transformabilidad de una estructura implica un costo mayor con relación a estructuras ensamblables debido a sus conexiones móviles que resultan costosas, a los mecanismos de trabado y mecanismos de desplegado. Sin embargo, este costo extra se balancea por el gran potencial de adaptabilidad, movilidad y ahorro de mano de obra.

Hay otras circunstancias donde las dificultades de transporte, la hostilidad de medio, etc, hacen de estas estructuras la única alternativa.

### ESTRUCTURAS TRANSFORMABLES DE BARRAS, REQUISITOS DE DISEÑO

En este trabajo nos referiremos principalmente a estructuras de barras con bisagra de tijera. En el diseño y construcción de este tipo de estructuras deben seguirse los siguientes criterios:

#### REQUISITOS GEOMETRICOS

El elemento básico de las estructuras transformables de tijera es el que se ilustra en la fig.3

Este elemento deformable, tiene como peculiaridad que la variación de la posición espacial de cualquiera de las barras que forman el conjunto producirá un cambio en las dimensiones de este y de la posición de todos sus componentes. Si su altura "H" es modificada, la dimensión "L" cambiará en proporción a la variación de "H" de acuerdo al número de cruces y el largo de las barras. Cuando "H" es igual a  $b=a$  el conjunto se encuentra en su configuración cerrada, y cuando "H" se aproxime a altura cero, el conjunto se aproximará teóricamente a una línea recta y "L" será máxima. Para que este conjunto llegue a una configuración cerrada la única relación que debe cumplirse es la de que alrededor de cualquier par de nodos A, B,  $a+b' = a'+b$ . Manteniendo esta relación se hacen posibles nuevas combinaciones con nuestro elemento básico. Si intersectamos dos de estos conjuntos perpendicularmente se crea un conjunto tridimensional (fig.4); intersectando tres planos (fig.5) se obtiene otra configuración espacial cuyo elemento básico es el triscissor (fig.6), el cual es un ensamblaje móvil de seis barras, seis nodos y tres bisagras de tijera, en el cual todas las barras están sobre un mismo plano para un valor dado del ángulo  $\beta$ ; a medida que  $\beta$  aumenta el ensamblaje sale fuera del plano pasando por una forma tridimensional alcanzando un estado límite unidimensional para  $\beta=180$  grados. Esta acción crea restricciones en los valores relativos de a, b, c, d. Es

condición suficiente y necesaria para la movilidad del triscissor que las seis barras en el plano sean tangentes a un círculo. El triscissor es una unidad básica importante para algunas formas tridimensionales como cúpulas. Hasta ahora hemos tratado solo con estructuras planas en las cuales  $a=a'$  y  $b=b'$ ; pero ¿qué sucede si el eje de rotación es desplazado del centro? Haciendo  $a < a'$  y  $b' > b$ , el conjunto básico comienza a doblarse (fig.7), a mayor diferencia de  $a, a'$  y  $b', b$  menor es el radio de la curva. El radio de la curva y el número de tijeras definirán el largo  $a+a'$  y  $b'+b$ . El largo de las barras y la posición del eje de rotación pueden ser calculados de acuerdo al radio de la curva deseada y el número de divisiones. Escogamos un arco de radio R dividido en seis partes iguales (fig.8), el largo  $L = a+a'$  es igual a  $R \tan \theta = L$  donde  $\theta = 180 / 6(\# \text{ de partes}) = 30$ , y  $a = R \tan \theta / 2$ ,  $a' = L - a$ , y debido a que cada tijera es simétrica  $a=b, b'=a$ .

Con el mecanismo de bisagra de tijera es posible construir una gran variedad de estructuras transformables de barras, estructuras planas, estructuras con curvatura simple o doble, positiva o negativa, siguiendo el método descrito. Una estructura abovedada se obtiene por repetición de un arco, si el arco es rotado se obtiene un domo. Las mismas geometrías pueden obtenerse utilizando el triscissor como unidad básica.

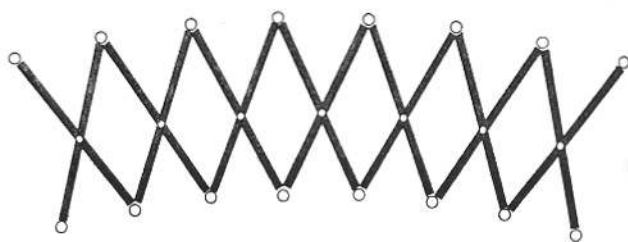


FIG.7

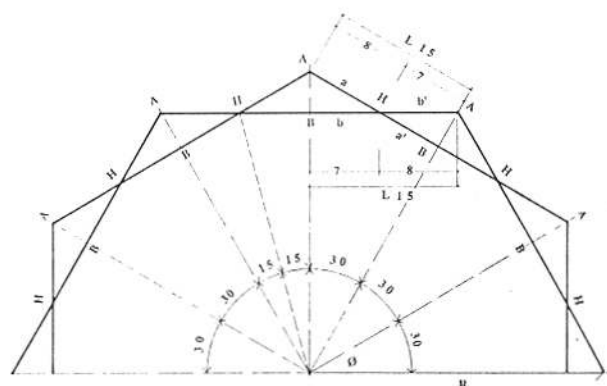


FIG.8



El elemento básico puede también intersectarse oblicuamente en vez de hacerlo sobre planos verticales, así mismo se pueden crear nuevas configuraciones utilizando barras de dimensiones diferentes o superponiendo varios planos de tijeras.

### REQUISITOS ESTRUCTURALES

Obviamente un requisito estructural esencial para todas las formas que nos interesan es que ellas deben mantenerse y no colapsar. Igualmente deben soportar su propio peso y las cargas vivas a las cuales serán expuestas (viento, agua, nieve, otros componentes unidos a la estructura, etc.) y bajo condiciones normales deben poseer márgenes adecuados de rigidez en todos los elementos estructurales y sus conexiones. El elemento básico de las estructuras transformables de tijera que vimos anteriormente (fig.3) es inestable, ya que posee un cierto grado de libertad, y no tiene propiedades estructurales. Si la altura "H" de este elemento se fija, este podrá soportar fuerzas que actúen en su plano; como este elemento no está triangulado, las barras trabajan a flexión, con la adición al sistema de miembros que trabajen a compresión o tensión, los esfuerzos de flexión pueden ser reducidos y el sistema se comportará como uno triangulado, donde los esfuerzos se transmiten por compresión o tensión. Con el uso de formas estructurales más adecuadas, y por el trabado de los nodos móviles las características estructurales del sistema puede ser mejoradas.

### NODOS

El comportamiento exitoso, la duración y confiabilidad de las estructuras transformables va a depender en forma importante de sus nodos. Los nodos son puntos de convergencia de fuerzas, y su habilidad para resistir y transmitir estas fuerzas determinará en gran medida la solidez de la estructura. Los nodos deben cumplir con los siguientes criterios:

- 1- Deben transmitir las fuerzas homogéneamente a través de todos los componentes que llegan a él.
- 2- Deben sostener firmemente todas las barras y elementos que convergen hacia él.
- 3- Debe darle a cada barra suficiente libertad para ir de una configuración cerrada a la abierta y viceversa, evitando a la vez que estas estén demasiado sueltas.
- 4- En los casos donde la reusabilidad es requerida, el nodo debe ser diseñado para resistir las fuerzas creadas durante el proceso de erección, disminuyendo la fatiga del material.

5- La fricción entre las partes móviles debe reducirse al mínimo para evitar el desgaste excesivo y para facilitar los procesos de erección y plegado.

6- Dado que trabajamos con conexiones móviles, es importante tomar en cuenta cuando se diseña y escoge el material de estas, que la transferencia de fuerzas entre cuerpos que no están unidos uno al otro solo puede ocurrir a través de la presión aplicada por un cuerpo contra el otro. Los valores de los esfuerzos de compresión o tensión crecen en la junta. El flujo de las fuerzas compresivas se curva en la cercanía de la junta, resultando una acción de halado interno hacia el centro del elemento; esta acción siempre provoca el desarrollo de una tensión transversal en el material del elemento. Por esto es importante utilizar materiales resistentes a la tensión alrededor de la conexión.

### MECANISMOS DE APERTURA Y CERRAMIENTO

Otro aspecto fundamental a considerar cuando se diseña una estructura transformable es el mecanismo de apertura/cerrado. A medida que el tamaño y el peso aumentan, el cerrado o apertura de la estructura transformable comienza a ser un factor más y más problemático en el funcionamiento efectivo del concepto. A las estructuras se les debe proveer de mecanismos que realicen la operación de apertura / cerrado. Estos mecanismos pueden ser desde manuales hasta totalmente automatizados, inclusive los manipulados a control remoto. Pero ello depende

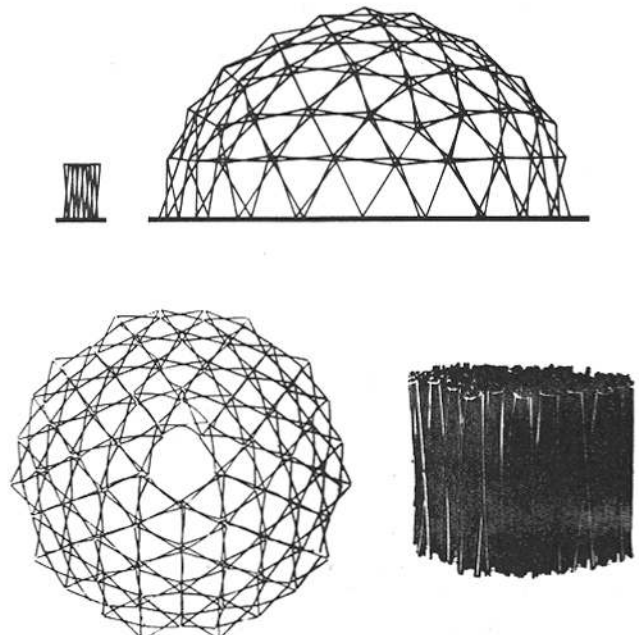


FIG.9 DOMO GEODESICO TRANSFORMABLE, Vista lateral y Maqueta.

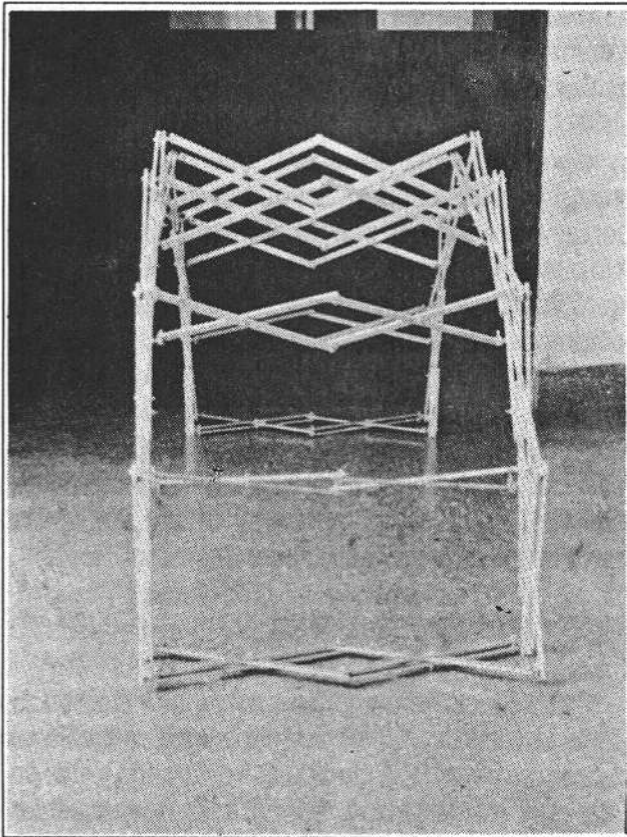


FIG.10 VISTA LATERAL MAQUETA DE BOVEDA.

de cada estructura en particular, de su peso, tamaño, frecuencia y condiciones de desplegado, factores ambientales, existencia de fuentes de poder, etc.

Los mecanismos de apertura /cerrado pueden ser sistemas hidráulicos, tornillos movidos a motor o manualmente, mecanismos con cables y poleas, mecanismos movidos por resortes, etc. Pero cualquiera que sea el mecanismo este debe producir un movimiento homogéneo y controlado de todas las partes. Ya que la mayoría de las estructuras inician su proceso de desplegado corriendo sobre la superficie donde son erigidas, es conveniente montarlas sobre ruedas de manera de reducir la fricción con la superficie y por lo tanto la fuerza necesaria para la erección.

### CUBIERTAS

La mayoría de las aplicaciones de estructuras transformables conllevan el diseño de un sistema de cubierta y cerramiento, el sistema de cerramiento puede estar unido a la estructura o libre, puede ser parte permanente de esta o puede ser colocado después que la estructura ha sido desplegada. Puede también operar como miembro estructural, de estabilización, o elemento de trabado. Generalmente las cubiertas son

construidas partiendo de materiales livianos y flexibles los cuales pueden soportar tensión, tales como nylon o telas de fibra de vidrio, recubiertas de teflon, PVC, PVDF, etc, también pueden ser construidas de materiales rígidos como lamina metálica o plástico.

### MATERIALES

La estructura debe ser construida con materiales livianos pero al mismo tiempo suficientemente resistentes para soportar los esfuerzos y deformaciones a las cuales es sometida; en algunos casos la flexibilidad es una propiedad deseable; materiales como el aluminio, acero laminado, plásticos, o materiales compuestos como fibra de vidrio - poliéster/epoxi, o grafito-epoxi son usados comúnmente. Para los elementos a compresión o flexión de la estructura, las barras tubulares son una solución razonable debido a su relación peso/resistencia y su buena resistencia a esfuerzos de flexión; para los elementos de tensión, se usan cables de acero de alta resistencia o tejidos.

### OTROS REQUISITOS

No solo es importante que la estructura tenga solidez estructural, las relaciones geométricas entre sus partes deben ser todo lo correctas que permitan a la estructura transformarse y adquirir la forma deseada. Así mismo deberá ser confiable y construable. Una estructura transformable no tiene ninguna ventaja si no puede ser abierta, cerrada, y reusada.

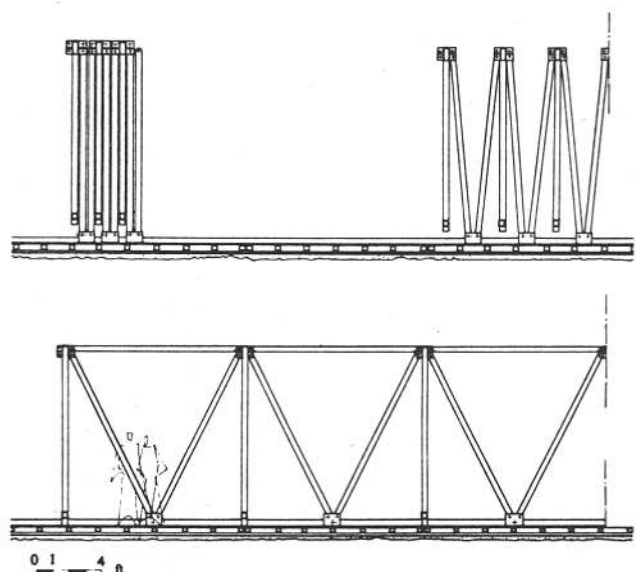


FIG.11 DETALLE DEL DESPLEGADO DEL PISO

Como lo mencionamos anteriormente los nodos son puntos cruciales, pero el dimensionado y posición correcta de todas las partes es tan importante como estos. En los muchos modelos que hemos construido los problemas presentados durante el proceso de transformación fueron generalmente ocasionados por pequeños errores en las dimensiones de algún elemento o su posición. La variedad de componentes debe de ser lo menor posible para reducir estos problemas y al mismo tiempo facilitar la producción de las partes, el ensamblaje, y reducir el costo de la estructura. La confiabilidad y por lo tanto el comportamiento exitoso de las estructuras transformables depende de un diseño que tome en consideración el ambiente y las condiciones donde la estructura será usada y reusada, escogiendo piezas y materiales adecuados a esa situación específica.

En los pasados tres años se han diseñado y construido mas de treinta modelos de estructuras transformables. A continuación hacemos una pequeña descripción de algunos proyectos que muestran aplicaciones de este tipo de estructuras.

## PROYECTOS

1- La fig. 9 muestra un domo geodésico transformable que tiene como unidad básica el triscistor, el sistema completo puede plegarse a un paquete compacto que ocupa un volumen de solo el 10% del volumen total. Es una estructura auto portante que no puede soportar cargas adicionales a su propio peso, su

estabilidad en la configuración abierta se logra por la flexión que sufren sus miembros en etapas intermedias del desplegado. (C.H. Hernandez, W. Zalewski, MIT 1985)

2- La fig. 10 muestra una estructura autoportada abovedada construida a base de nodos de aluminio macizo y tubos. La estructura se estabiliza cuando los elementos en flexión pasan un punto crítico intermedio. Su capacidad estructural fue mejorada al construirla basada en arcos alternos de diferentes radios de tal manera que se obtuviese una estructura similar a una lamina plegada. (C.H. Hernandez, W. Zalewski, IDEC 1983)

3- Proyecto de un piso transformable para una planta ensambladora de vehículos (fig. 11 y fig. 12), basado en una retícula cuadrada de 11'6" x 11'6" de marcos rígidos y elementos diagonales plegables, contruidos con tubos y nodos (180°) de acero apernados. Este tipo de piso le otorga independencia del terreno a la planta, fácil transportabilidad, rápida instalación y máxima flexibilidad, permitiendo cambios de configuración y de locación, el paso de las instalaciones y su mantenimiento, y, a la vez, provee una base sólida que distribuye las cargas permanentes o temporales a toda la estructura (Metioni B., MIT 1987).

4- Proyecto para un espacio temporal de exhibiciones. Diseñado para ser montado y desmontado en un periodo de 3 semanas. La estructura esta

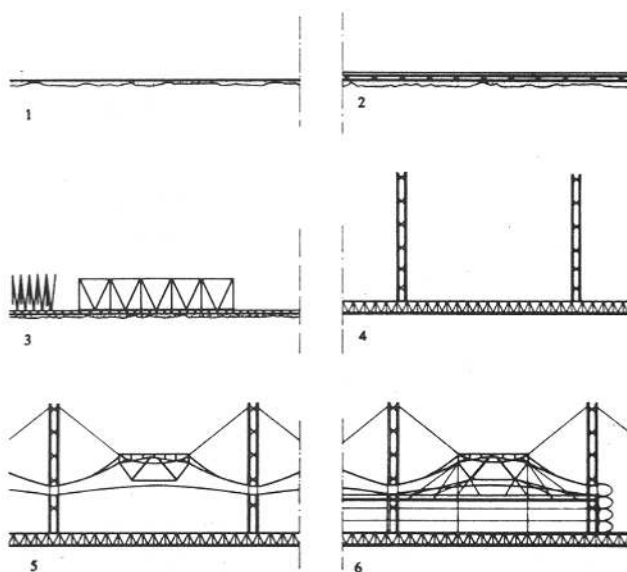


FIG.12 PROCESO CONSTRUCTIVO

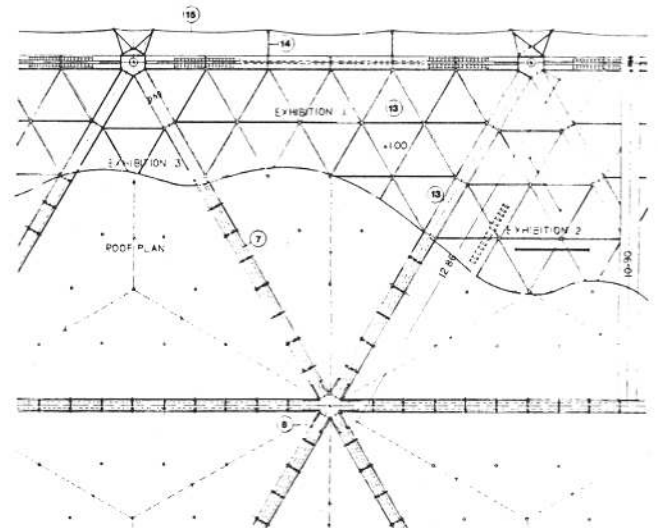


FIG.13 PLANTA DE TECHO







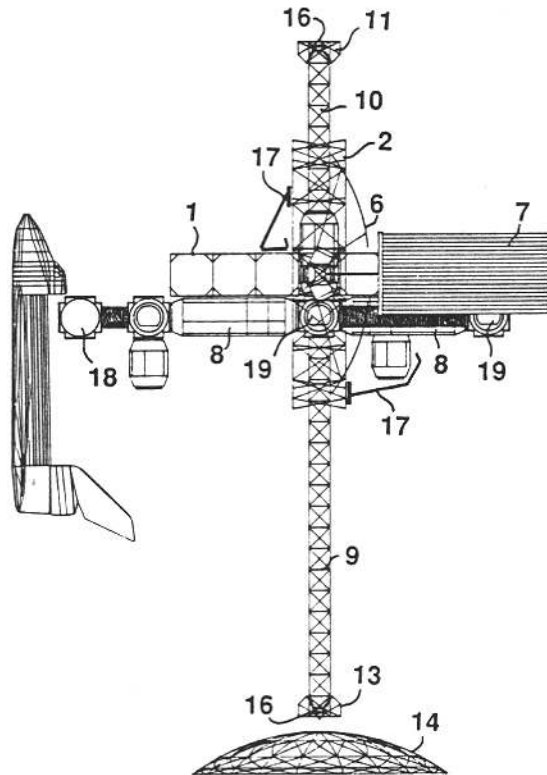


FIG.17 ESTACION ESPACIAL PROYECTO MIT 1986

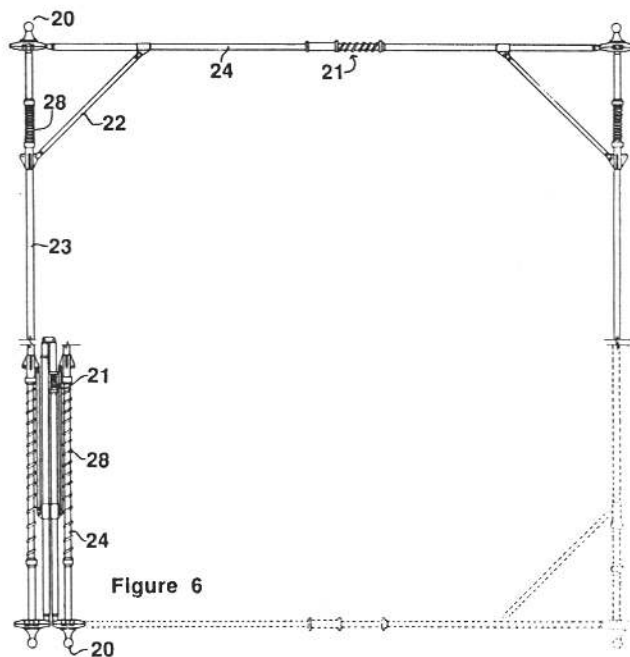


FIG.18 VISTA LATERAL DEL MODULO DE LA ESTRUCTURA

5-Proyecto para el sistema estructural de la estación espacial de la NASA 1990 (fig.17). En este proyecto se escogio una estructura transformable con un sistema de desplegado en un solo sentido de resorte, la cual es puesta en órbita en un viaje del transbordador espacial en su cabina de carga de 18 mt x 4.5 mt de diámetro. La operación de construcción de la estación comienza con el desplegado de la plataforma la cual esta basada en módulos cúbicos de 5 mt x 5 mt x 5 mt (fig.18), la plataforma de 35 mt x 25 mt es desplegada continua y automáticamente en tres dimensiones a una velocidad controlada. Cada modulo de la plataforma esta formado por 4 barras rígidas (24) y 8 barras plegables (23) que pivotan en (21) en el nodo (20). El arriostramiento entre (24) y (23) se logra con la barra (22). Cuando la barra (24) llega a posición horizontal el anillo (30) se desplaza sobre la junta bi-pivotal al descargarse el resorte (29) trabandola en su posición final(fig.19) El nodo (20) (fig.20-21) consiste en una caja de aluminio y cuatro puntos de pivote para la conexión de cuatro barras, que al mismo tiempo provee de un punto de sujeción para otros componentes de la estructura. La fig.22 muestra el hangar plegable de esta estación para la reparación de satélites.(Building Technology MIT 1986)

6-Proposición de cubiertas semi-permanentes para una plaza. En este proyecto se escogió utilizar un grupo de grandes paraguas que pudieran ser desplegadas para la realización de actividades como ferias y exposiciones utilizando como postes de

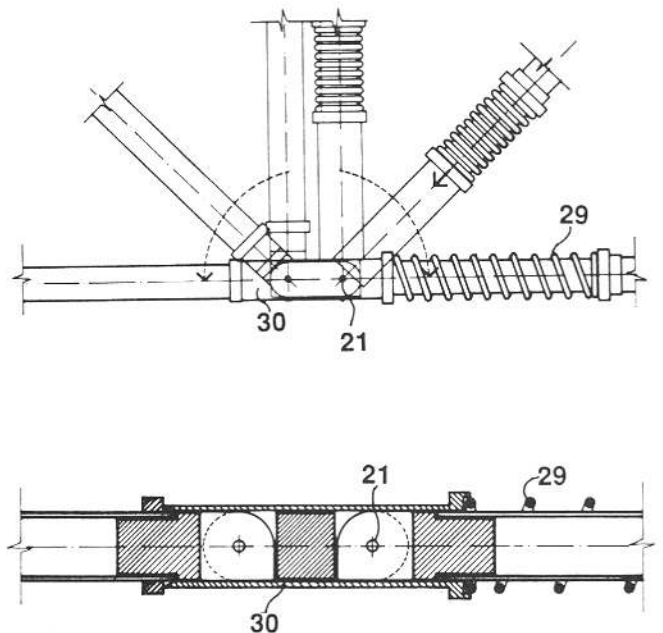


FIG.19 DETALLE SISTEMA DE TRABADO

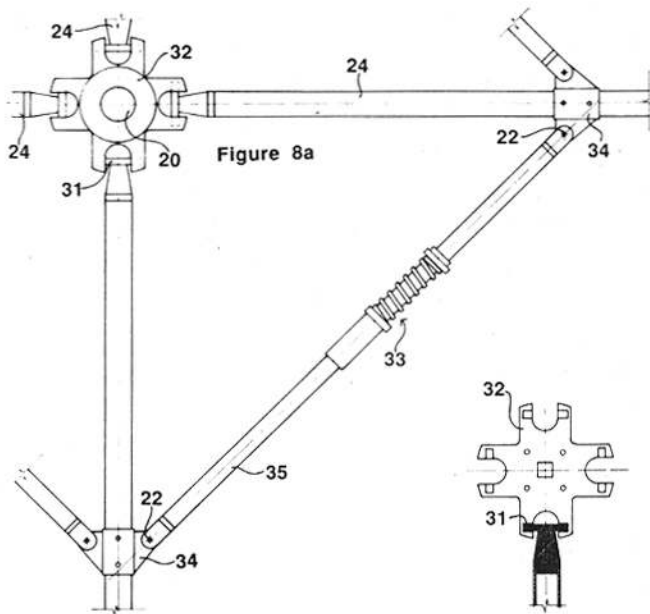


FIG.20 VISTA SUPERIOR DEL NODO

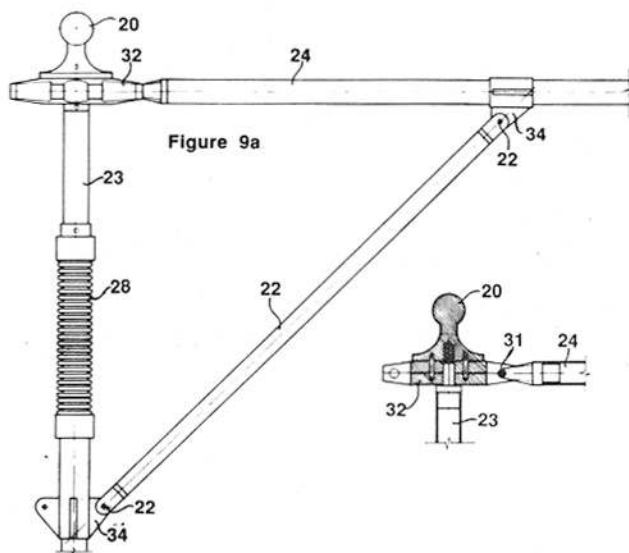


FIG.21 VISTA LATERAL DEL NODO

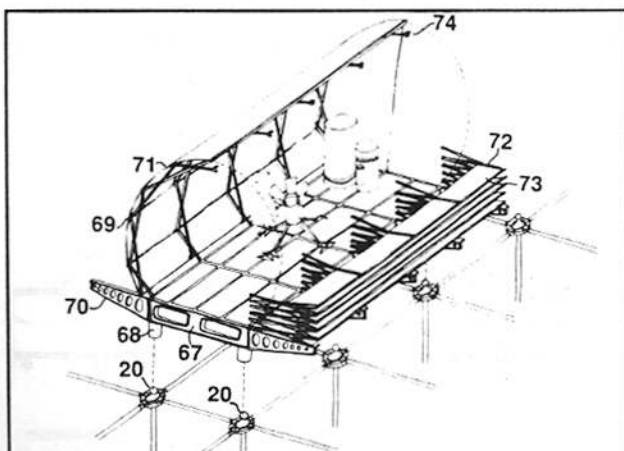


FIG.22 HANGAR PLEGABLE PARA REPARACION DE SATELITES

iluminación el resto del tiempo. La fig.23 muestra una elevación de la estructura, formada por un soporte central de aluminio permanentemente unido al piso y que sujeta seis brazos 6.2 mt los cuales son elevados por un grupo de cables movidos por un winche (fig.24), la cubierta es una membrana liviana y resistente unida al final de cada brazo y al soporte, al ser elevados los brazos, la membrana es tensada llevando toda la estructura a la estabilidad. Los brazos fabricados con tubos de aluminio actúan como elementos de compresión y flexión mientras los cables de elevación y la membrana actúan como elementos de tensión superior e inferior respectivamente. Fig.25 muestra el proceso de erección. (C.H.Hernandez, W. Zalewski, MIT 1987)

### PROYECTO ESTRAN1

El proyecto nace de la necesidad de aplicar a un prototipo las experiencias de estructuras transformables recabadas con modelos en los pasados años. Las dimensiones de este prototipo deberían ser tales que permitiesen su aplicación en la solución de situaciones y requerimientos reales. Este proyecto se está realizando bajo los auspicios del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC-UCV), FUNDALUM (Fundación para la Investigación, Desarrollo y Promoción del Aluminio), y el Dr. W. Zalewski. (MIT).

El Estran 1 como primer prototipo que se construye a escala real tiene como objetivo de ensayar los conceptos desarrollados utilizando modelos a escalas reducidas, determinar y resolver los problemas constructivos, de manejo, de estabilidad tanto estructural como a factores ambientales, resistencia al desgaste por uso y su aceptación por los usuarios potenciales.

La estructura se diseñó con criterios de economía y de sencillez constructiva, utilizando elementos existentes en el mercado nacional o de muy fácil fabricación. Se utilizó en lo posible aluminio para mantener el peso de la estructura lo más bajo posible y facilitar su manejo. Como forma estructural fue seleccionada la bóveda cilíndrica ya que esta resulta la más adecuada para su uso como hangar plegable (existe un mercado militar para este tipo de uso). La bóveda cilíndrica de configuración cuadrada es una de las más simples de construir debido al mayor número de elementos de dimensiones iguales y nodos más simples que los que se requieren para otras

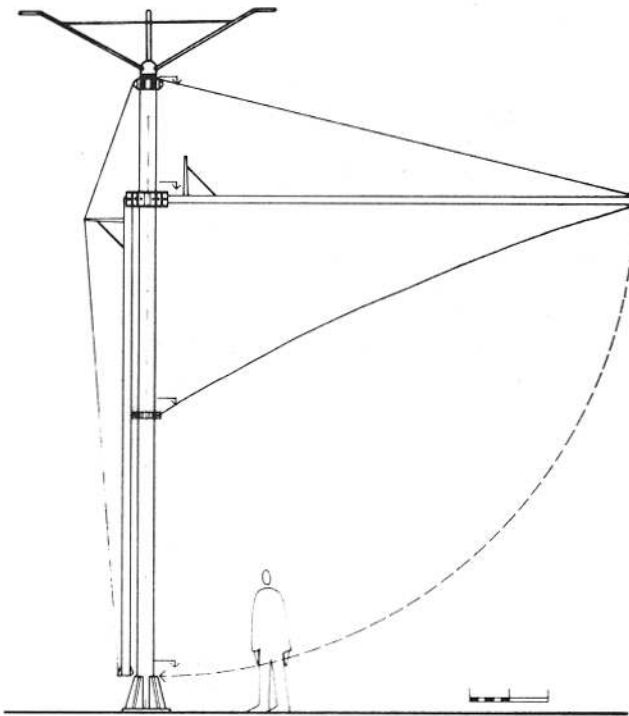


FIG.23 ELEVACION DE CUBIERTA TIPO PARAGUA

configuraciones y formas estructurales. Presenta algunos problemas de estabilidad que han sido resueltos con la incorporación de tensores y la participación estructural activa de la cubierta, lo que redundó a su vez en una reducción del peso. Se determinó que el largo máximo de los elementos para el fácil manejo y movilización de la estructura era de 4.5 mt, elementos mas largos mostraron ser muy difíciles de controlar por los operarios encargados del transporte y el despliegue de la estructura.

El Estran 1 es una retícula espacial transformable® de superficie generatriz cilíndrica de configuración cuadrada, con un área de cubierta de 274.8 m<sup>2</sup>, un área proyectada útil de 104 m<sup>2</sup> para alturas de 2.6 mt

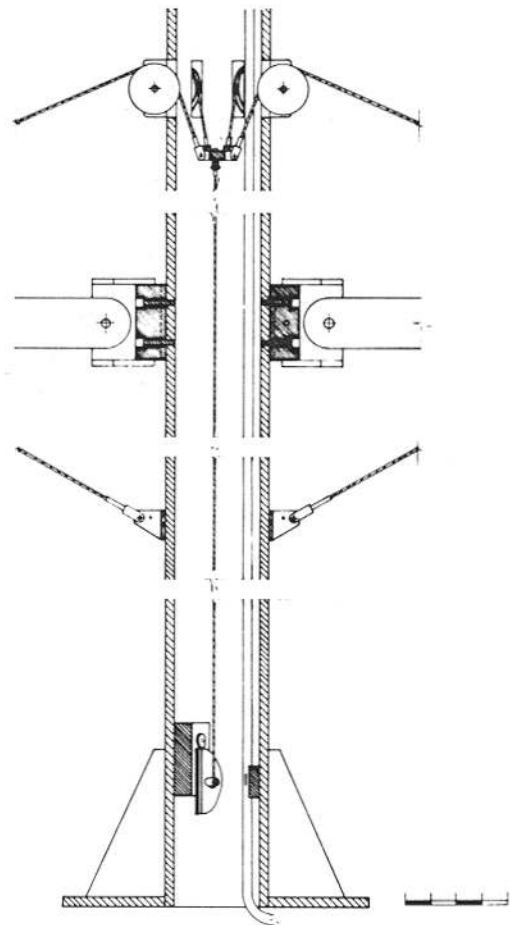


FIG.24 SECCION ATRAVEZ DE SOPORTE CENTRAL

a 7 mt, área total cubierta 128 m<sup>2</sup>. Plegada conforma un paquete compacto de 4.5 mt X 1 mt X 1 mt con un peso aproximado de 450 Kg que requiere de un área libre de 253 m<sup>2</sup>. Su despliegue se realiza en un minuto y en una hora se concluye su fijación y estabilización

El prototipo está formado por tres arcos paralelos (fig.26), un arco central y dos exteriores unidos por catorce brazos iguales, perpendiculares a los arcos

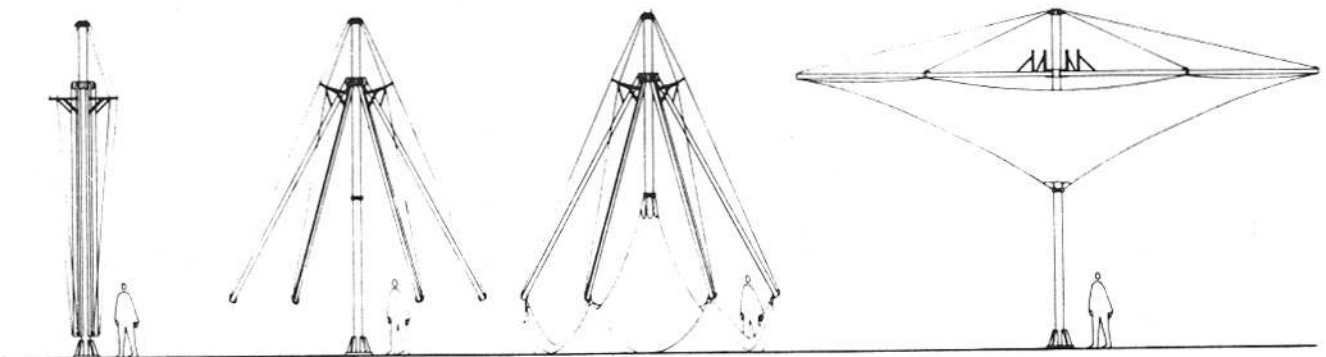


FIG.25 PROCESO DE APERTURA DE PARAGUAS

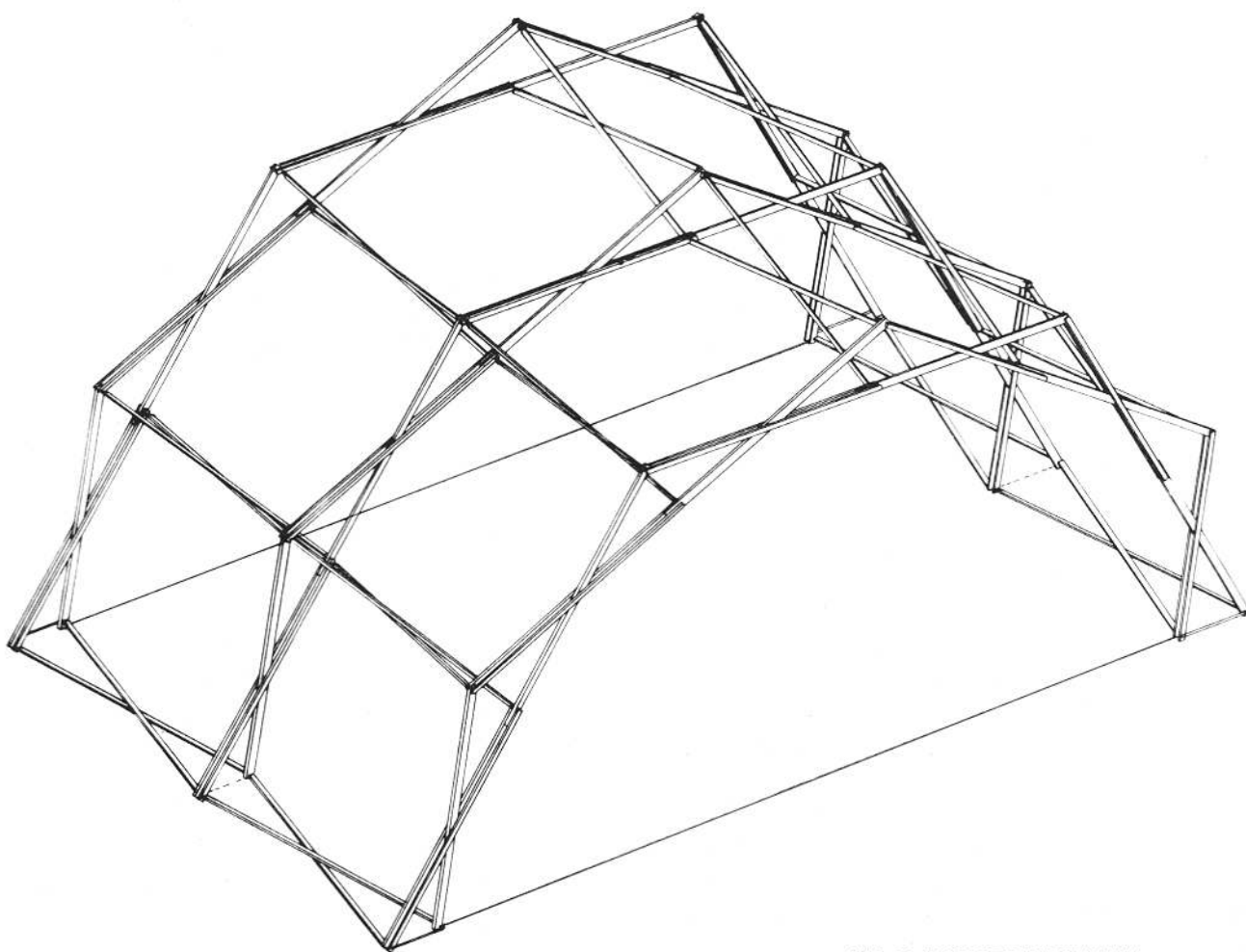


FIG.26 ISOMETRIA ESTRAN1

y colocados sobre planos radiales generados por el eje de rotación del cilindro y los nodos en los arcos. Cada arco está constituido por seis ensamblajes tipo tijera, cada uno formado por elementos lineales de aluminio de sección rectangular, un elemento central de mayor sección (45 mm X 100 mm) **A1**, **A2**, ó **A4** y dos

elementos exteriores, uno a cada lado del anterior de menor sección (32 mm X 75 mm) **A3**, **A5**, ó **A6** todos pivotando sobre un eje común **N3** en un mismo plano; el elemento central **A1** se conecta con los elementos externos **A3** del ensamblaje de tijera siguiente a través del nodo **N1**, en el caso de elementos del arco central

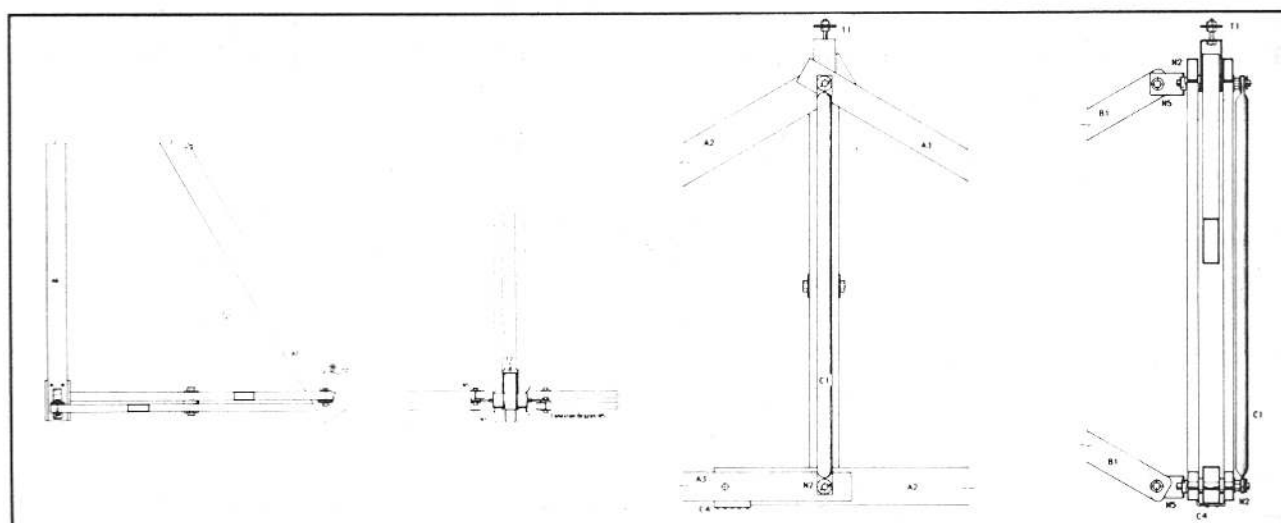


FIG.27 DETALLE CONEXIONES ARCOS EXTERIORES



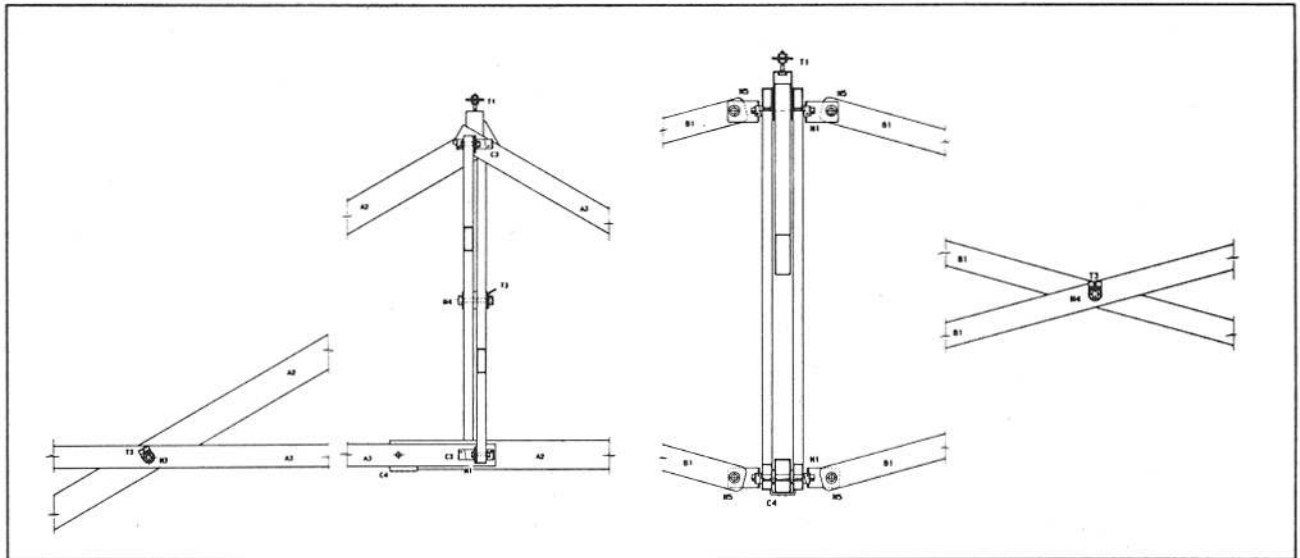


FIG.28 DETALLE DE CONEXIONES ARCOS INTERIORES

y del nodo **N2** para elementos de los arcos externos, de manera similar los elementos externos **A3** del primer ensamblaje se conectan al elemento **A1** del siguiente ensamblaje, en un proceso similar los extremos de los elementos de la segunda tijera se conectan con la siguiente hasta completar las seis tijeras que forman cada arco. Los brazos están formados por dos elementos lineales de sección 32 mm X 75 mm **B1** que pivotan sobre el nodo **N4**, los extremos de los elementos **B1** se unen a los arcos sobre los nodos **N1** ó **N2** y pivotan sobre **N5**, los elementos **B1** se unen en un extremo con una posición alta de un arco y en el extremo opuesto en una baja del arco siguiente (fig.27-

28). Estos elementos conforman una retícula de base cuadrada la cual es triangulada por tensores fijados en **C3** sobre los nodos **N1** ó **N2**. Los nodos son contruidos de acero y se aíslan mediante bocinas y arandelas de poliuretano rígido de los elementos de aluminio evitando la corrosión galvánica y reduciendo la fricción entre las piezas móviles. La cubierta elaborada de tela de poliester recubierta de PVC, forma parte permanente de la estructura, se fija sobre esta a través de los elementos **T1**, los cuales sujetan la membrana por presión entre dos discos que a la vez sellan la junta. Las piezas terminales **T2** permiten controlar la tensión sobre la cubierta.

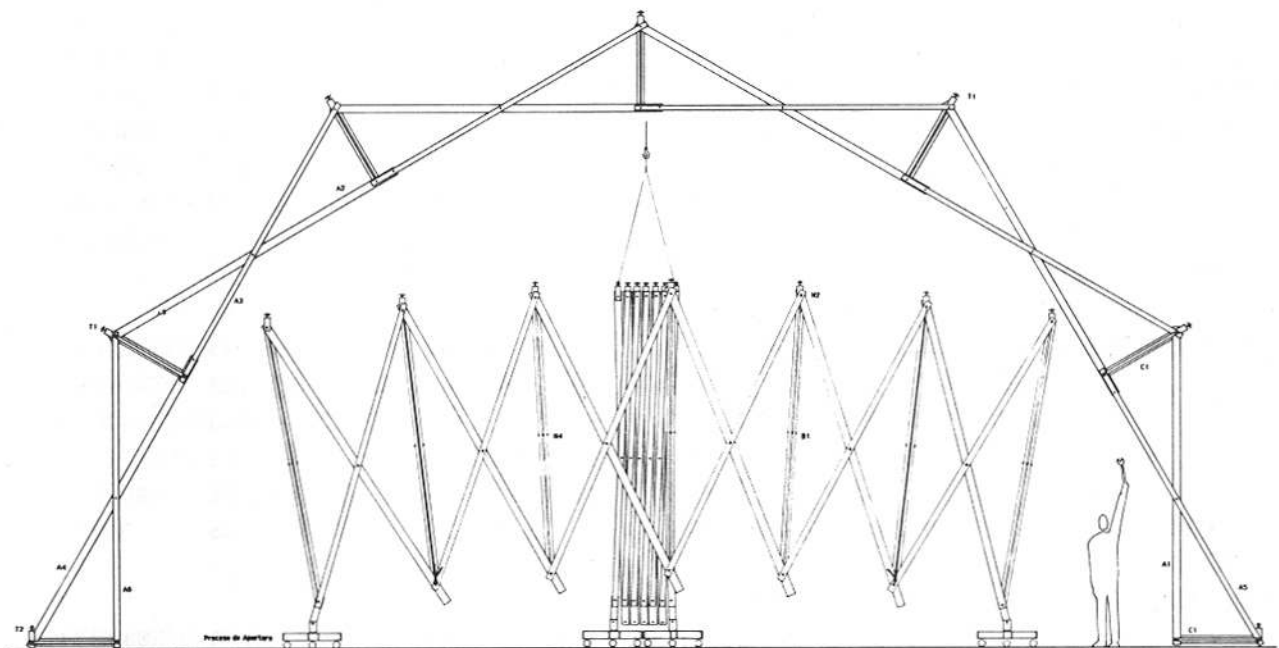


FIG.29 PROCESO DE APERTURA

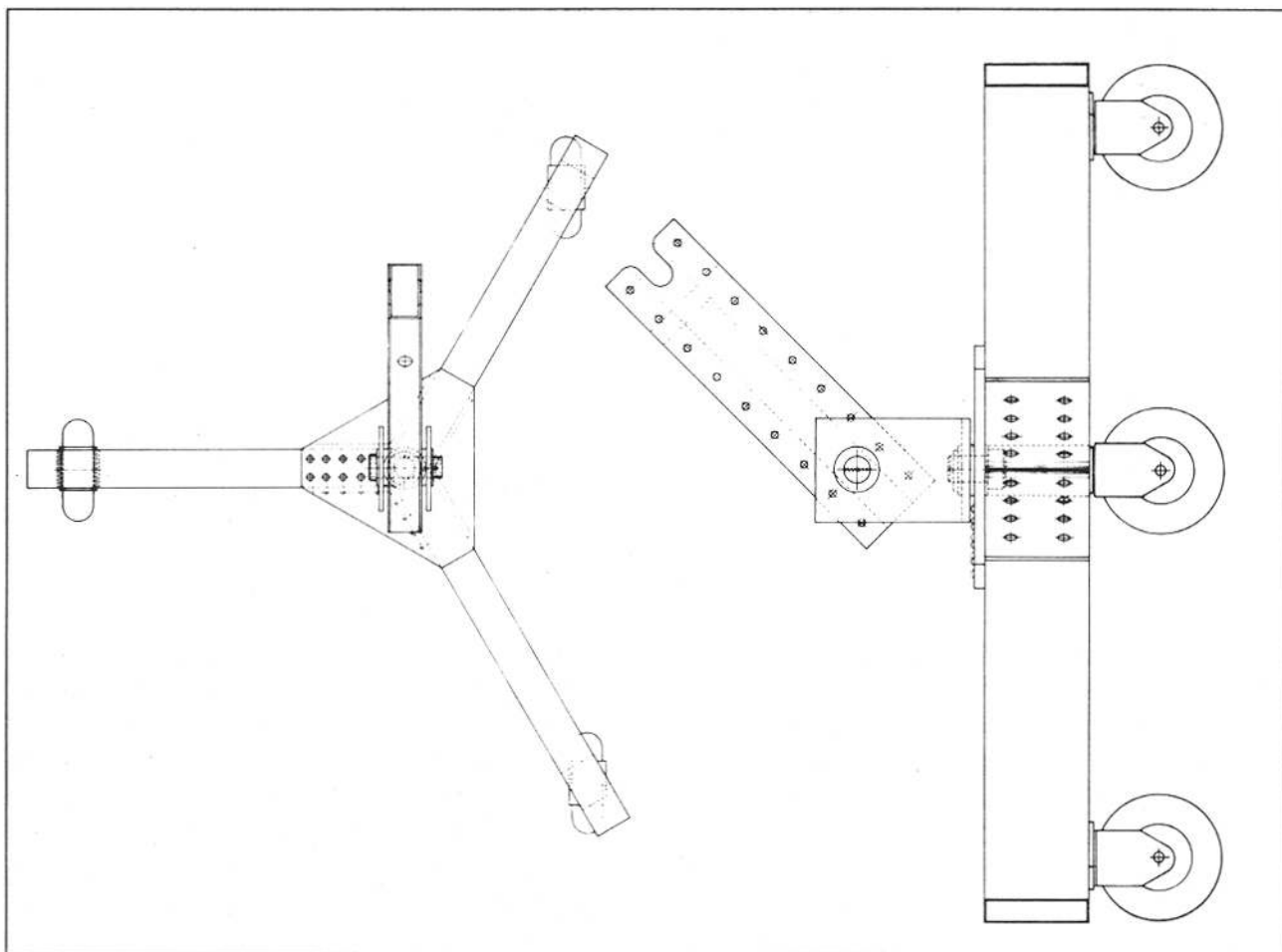


FIG.30 DETALLE, PATINES

La estructura transportada horizontalmente como un paquete compacto es levantada (fig.29) a la posición vertical y montada sobre 4 patines (fig.30) que facilitan el movimiento sobre la superficie donde se despliega la estructura. En una primera etapa de despliegue los cuatro extremos del paquete son halados diagonal y simultáneamente hasta que la estructura comience a curvarse, se concluye el despliegue utilizando señoritas colocadas en los extremos de los dos arcos exteriores; el conjunto se ira curvando hasta que los topes colocados en los extremos de los elementos **A2** detengan el movimiento, (el uso de una grúa pequeña o una pluma telescópica incorporada al camión que transporta la estructura facilita grandemente el proceso de apertura) .Se procedera entonces a colocar los pasadores **D2** y las barras de trabado **C1** entre cada dos nodos **N2** pertenecientes a un mismo radio, esto estabilizara el conjunto en su configuración desplegada, luego se fija la estructura al terreno donde permanecera durante su utilización o se colocara un cable entre los puntos de apoyo de la estructura en el caso de no fijarse al terreno.

El comportamiento de la estructura ha sido muy

satisfactorio, y no se observa un deterioro significativo en sus partes móviles después de 50 aperturas. El tamaño y el peso de esta estructura la hacen de fácil manejo y creemos que se pueden desplegar, de un solo paquete, estructuras con el doble del área de el prototipo ensayado, para áreas mayores sera necesario construir las cubiertas a partir de varios paquetes o la utilización de equipos mas pesados. Otra limitación en el tamaño del paquete o del tamaño de la estructura que puede ser desplegada de un solo paquete es la capacidad de transporte.

Durante el proceso de apertura la estructura tiene tendencia a deformarse por lo que los operarios deben tener cuidado de mantenerla alineada, esto se debe a que no presenta elementos rígidos que triangulen los marcos que conforman la bóveda, pero una vez que llega a su configuración abierta los tensores le dan estabilidad y rigidez

Con este prototipo se demostro la factibilidad de producir estructuras casi instantaneamente a partir de paquetes compactos de fácil manejo, transporte y almacenamiento.

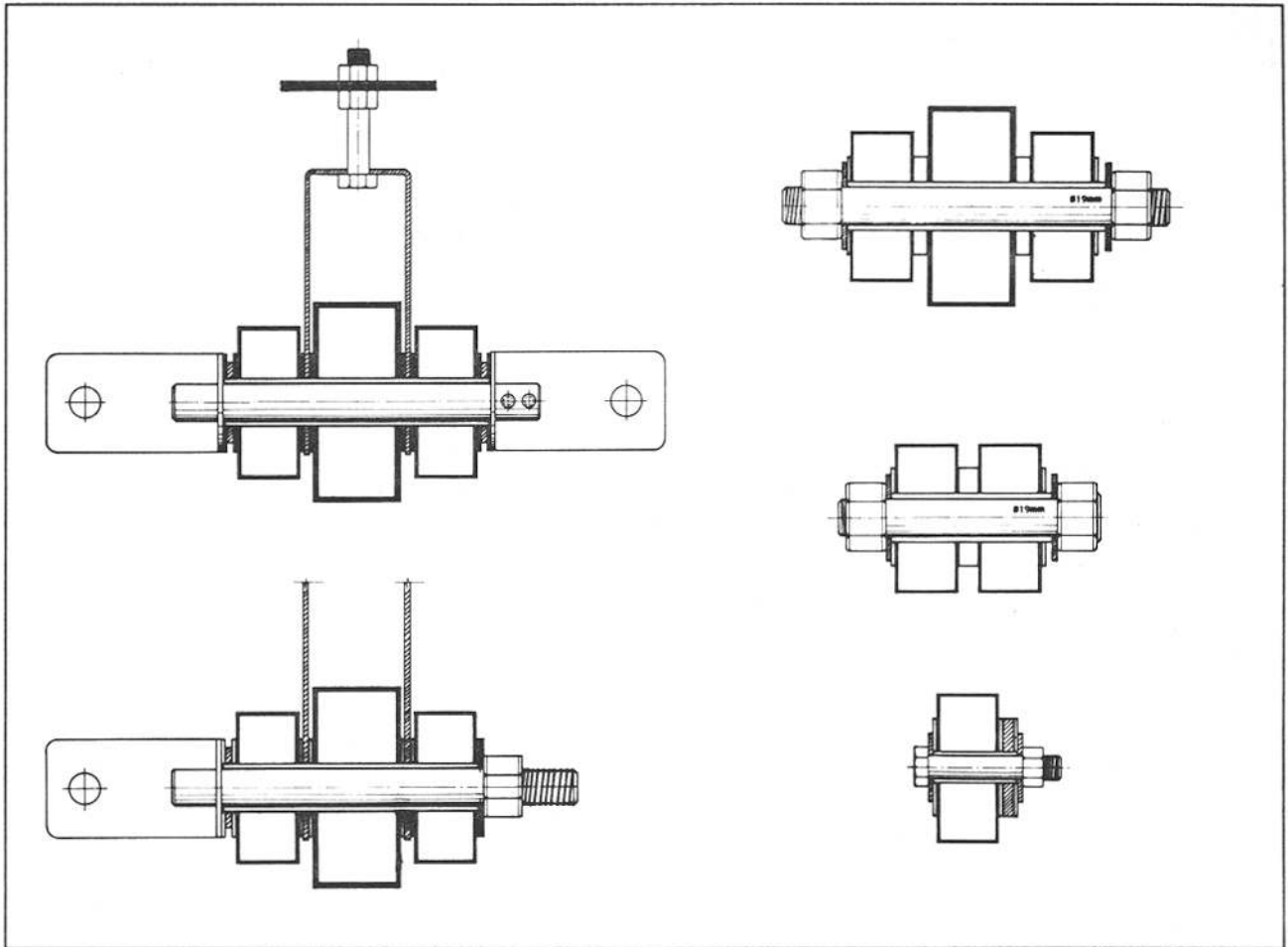


FIG.31 DETALLE DE LOS NODOS DEL ESTRAN 1.

## REFERENCIAS:

1-Roger N. Dent "Principles of pneumatic architecture" The architectural press, London 1971.

2-William Zuk "Kinetic Architecture" Van Nostrand Reinhold Company, New York 1970.

3-Rowland Mainstone "Developments in Structural Form" The MIT press, Cambridge, Mass. 1983.

4-B. S. Benjamin "Architectural and Structural evolution of Dome Shelters"

5-AFAPL TR 68-17, Transactions "Third Aerospace Expandable and Modular Structures conference" Sponsored by: Air force Aero propulsion laboratory ( Space Technology Branch ) Wright Paterson Air Force Base, Dayton Ohio. Florida May 16-18, 1967.

6- United States Patent 4,026,313. Zeigler May 31, 1977.

7- United States Patent 3,000,386. J. H. Schulze et al Sept. 19, 1961.

8- International Patent WO84/01094. Nodskov Sept. 24, 1983.

9- United States Patent 3,486,279. J. Webb Dec. 30, 1969.

10- Building Systems Design Group "Design and Development of a Building System for and Exhibition Space" Report MIT, fall 1985.

11- Building System Design Group "Space Station Workshop" Report MIT, fall 1986.

12- Mario Salvadori "Structure In Architecture" Prentice-hall international, inc. New Jersey, 1963.

13- Ludwig Glaeser "The Work of Frei Otto" The Museum of Modern art, New York, 1972.

14- Frei Otto "Naturliche Konstruktionen" Deutsche Verlags-anstalt, Stuttgart, 1982.

15- United States Patent 3,325,958. A. B. Moore, June 20, 1967.

16- John M. Hedgepeth & Louis R. Adams "Design Concepts for large Reflector Antenna Structures" NASA contractor report 3663, 1983

17- Technical support package "Deployable Geodesic Truss" NASA lar-13113 Langley Research Center.

- 18- Frei Otto **"Tensile Structure"** MIT press, Cambridge, Mass. 1979.
- 19- Marks **"Dymaxion World of Buckminster Fuller"** Reinhold Publishers, New York, 1960.
- 20- R. B. Fuller **"Inventions"** St. Martin's press, New York, 1983.
- 21- Felix Escrig **"Estructuras Espaciales de Barra Desplegables"** Informes de la Construcción, Vol 36, #365, noviembre 1984.
- 22- United States Patent 3501876, W. H. Engle, **"Modular Structure"** March 24, 1970.
- 23- United States Patent 3362118 A. Brunner, **"Expansible Surface Structure"** Jan. 9, 1968.
- 24- Technical support package **"Explosive Welding For Remote Applications"** NASA lar-13119 Langley Research Center.
- 25- Technical support package **"Synchronously Deployable Truss"** NASA lar-13117 Langley Research Center.
- 26- NASA Tech Brief **"Synchronously Deployable Truss"** summer 1984/ B84-10350/ NASA lar-13117 Langley Research Center.
- 27- NASA Tech Brief **"Synchronously Deployable Truss"** July/August 1986, NASA lar-13490 Langley Research Center.
- 28- Mc Donald Schetky, **"Shape-Memory Alloys"** Scientific America, Vol 24, #5, pp. 74-84. November 1979.
- 29- M. L. Clevett **"Portable Bridge Design comes down to earth"** ENR pp. 34, August 22, 1985.
- 30- Astro Research Corporation **"Information Cataloge"** 1979.
- 31- Dornier Systems **"Extendable and Retractable Mast"** information cataloge.
- 32- Felix Escrig **"Expandable Space Frame Structures"** Third International Conference of Space Structures, Elsevier Applied Science Publishers, New York, 1984. pp. 845-850
- 33- Oscar Sircovich Saar **"Self-Erecting Two Layer Steel Prefabricated Arch"** Third International Conference of Space Structures, Elsevier Applied Science Publishers, New York, 1984. pp. 823-827.
- 34- R. C. Clarke **"The Kinematic of a Novel Deployable Space Structure System"** Third International Conference of Space Structures, Elsevier Applied Science Publishers, New York, 1984. pp. 820-822.
- 35- J. F. Gabriel **"A Space-Frame Building System For Housing"** Third International Conference of Space Structures, Elsevier Applied Science Publishers, New York, 1984. pp. 1052-1057.
- 36- Hugo F. Verheyen **"Expandable Polyhedral Structures Based on Dipolygonios"** Third International Conference of Space Structures, Elsevier Applied Science Publishers, New York, 1984. pp. 88-93.
- 37- Mark A. Bresh **"Combining Space Frame and Fabric Structures"** Third International Conference of Space Structures, Elsevier Applied Science Publishers, New York, 1984. pp. 851-854.
- 38- R. B. Haber, Lloyd Tuner, Others. **"Air-Supported Forming"** Concrete International, pp. 13-69. January 1986.
- 39- B. Metioni. **"Tomorrow's Manufacturing Facilities, Design of a Car Assembly Plant for the 21st century"** Tesis, MIT, 1987.
- 40- Cree **"Stores Et Toiles"** Logements 88/ les fifies, Architecture Intérieure, juin/juillet 88, Société d'édition de Presse.
- 41- F. Escrig, P. Valcarcel. **"Curved Expandable Grids"** Non-Conventional Structure Proceedings, pp. 157- 166. London 1987.
- 42- E. Perez Piñero **"Structures Réticulées"**. L'Architecture d'aujourd'hui, Vol. 141, December 1968. pp. 76-81.
- 43- C. Henrique Hernandez **"Deployable Structures"** Tesis, MIT. 1987.
- 44- F. Escrig, P. Valcarcel. **"Estructuras Espaciales Desplegables Curvas"** Informes de la Construcción, Vol. 39, Nº 393, enero/febrero 1988.



“La organización de la Industria de la Construcción en Venezuela.  
Componentes y Relaciones” (INCOVEN)(\*)

## LA FORMA HETEROGENEA DE DESARROLLO TECNOLOGICO DE LA CONSTRUCCION

### Equipo de Investigación INCOVEN

#### Investigadores

Carlos Angarita	IDEC
Alberto Aranda	IU
Josefina Baldó	IU
Carlos Becerra	IDEC
Teolinda Bolívar	SEU
Ana Brumlik	SEU
Alfredo Cilento	IDEC
Giacoma Cuius	IDEC
Alberto Lovera	IDEC
Luis F. Marcano G.	IDEC
Juan José Martín	SEU
Daniel Valero	IDEC
Federico Villanueva	SEU

#### Asesor

John Sudgen	CONICIT
-------------	---------

#### Ingeniero de Sistemas

Elizabeth Cavallin

#### Asistente de Investigación

Miriam Acacio	CONICIT
Frank Guere	CONICIT
Jenny Figueredo	IDEC

(\*) El Proyecto INCOVEN fue realizado con recursos aportados por la Universidad Central de Venezuela, por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) (Proyecto S1-1142) y el Fondo de Desarrollo Urbano (Fondur).

(\*\*) IDEC: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV

IU: Instituto de Urbanismo FAU-UCV

SEU: Sector de Estudios Urbanos, Escuela de Arquitectura FAU-UCV

### IDEC-IU-SEU(\*\*)

### Equipo de Investigación INCOVEN

#### I. INTRODUCCION

Este artículo es continuación del titulado: “LA CONSTRUCCION COMO MANUFACTURA DOMINANTEMENTE HETEROGENEA” (1). Allí se analiza la organización de la cooperación de trabajo en la construcción y su caracterización como una manufactura donde el producto, la obra terminada, es predominantemente el resultado de la articulación exterior de numerosos procesos de trabajo que pueden efectuarse como oficios aislados, independientes. Se identifican las dos vías principales de evolución tecnológica de la Industria de la Construcción: la orgánica, para aquellas partes de la obra donde la articulación entre los procesos de trabajo es secuencial y la heterogénea, para aquellos procesos parciales de trabajo que se ejecutan independientemente entre sí, en tiempo y espacio. Se hacen también consideraciones en relación a las articulaciones “mixtas” entre procesos: “Cuasi orgánicas” o “Cuasi heterogéneas” y sus implicaciones en las formas de evolución tecnológica asociadas a estas condiciones.

La parte que ahora presentamos está referida a la forma fundamental -heterogénea- de evolución tecnológica en la construcción, haciendo énfasis en las condiciones necesarias que deben reunir para ello los procesos parciales presentes en las obras y en los distintos estadios de desarrollo tecnológico que presentan dichos procesos.

## **LAS FORMAS DE EVOLUCION TECNOLOGICA DE LA MANUFACTURA**

Toda manufactura como forma general de organización del trabajo colectivo opera sobre la base de desglosar, aislar e independizar las diversas operaciones o fases del trabajo global de que se trate. Los perfeccionamientos en la organización del trabajo colectivo combinado, manteniendo la integración entre los trabajos parciales, sus fases y operaciones, son característicos de la evolución orgánica en la manufactura.

Por otra parte, el proceso de evolución tecnológica heterogénea se caracteriza por desarticular o "estallar" ciertos trabajos parciales o algunas de sus fases y operaciones, independizándolos de la manufactura matriz y desarrollando sus fuerzas productivas al margen de ésta, en talleres manufactureros o industrias independientes.

Para poder desintegrar un determinado trabajo parcial del taller-obra de construcción este proceso deberá presentar una articulación heterogénea o cuasi heterogénea, con el producto común y con los trabajos parciales, fases y operaciones que permanecen en el taller-obra.

El trabajo parcial debe, de acuerdo a la naturaleza de estas articulaciones, poderse separar en un conjunto de operaciones y fases a ejecutar al margen de la obra y en una fase, posiblemente con varias operaciones, de ensamble o instalación de su producto parcial en el producto común de la obra de construcción.

El transporte del producto del trabajo desarticulado de la obra y, sobre todo su ensamble en obra, son las actividades que culminan por definición, la forma de producción heterogénea. Como tales, son actividades centrales, interactuantes dentro del trabajo colectivo de la obra y articuladas en ella con diversos grados de organicidad.

En el artículo: "La Construcción como manufactura predominantemente heterogénea", ahondábamos sobre el grado en que el objeto de trabajo de un proceso parcial está constituido por el producto de un proceso parcial anterior. Sólo que entonces nos referíamos a las articulaciones secundarias vistas en general y ahora se trata de la secuencia del ensamble de las partes del producto ejecutadas al margen de la obra, en

un producto final total. Evidentemente, la forma de articulación entre las fases correspondientes al montaje, instalación y ensamble de los diversos productos parciales, es del tipo orgánico o combinado y usualmente, además, de nivel manufacturero aunque pueda, en ciertas variantes de productos y escalas, presentarse también con un empleo intensivo de maquinarias y equipos, como lo más parecido a un organismo objetivo de construcción en obra, es decir, como una industria, fábrica o sistema de maquinarias para construir en sitio. Este último caso corresponde por ejemplo a las fases de montaje de los sistemas de fabricación "pesada" de edificaciones en obras de gran escala.

En el presente aparte no vamos a ocuparnos del aspecto orgánico o combinado de las fases de ensamble entre productos realizados al margen del taller-obra, sino más bien del conjunto de fases y operaciones desarticuladas de la obra basándonos en su heterogeneidad.

## **LA VIA HETEROGENEA DE EVOLUCION DE LA MANUFACTURA CONSTRUCCION**

En toda manufactura heterogénea los diversos procesos se realizan en departamentos más o menos aislados dentro del espacio común de la manufactura total. En la manufactura-obra construcción los procesos articulados heterogéneamente pueden también realizarse en momentos distintos y separados del tiempo total de producción y no correr a lo largo de todo el tiempo de obra.

Estos tipos de procesos puramente heterogéneos son aislados unos de otros y cada uno de ellos está dotado de su propia división de trabajo. Pueden, por tanto, separarse entre sí y de la manufactura global. En ese caso la división manufacturera del trabajo puede desglosar, desarticular o "estallar" a un conjunto de trabajos parciales que antes formaban parte de un conjunto mayor dentro de una manufactura heterogénea. El proceso de trabajo parcial puede entonces producir una verdadera mercancía y el tipo de división del trabajo pasa del nivel de división en el CASO CONCRETO, al nivel de división EN PARTICULAR, donde el producto manufacturero representa una unidad puramente mecánica de productos parciales, los trabajos parciales pueden volver a desarticularse y recobrar su autonomía como manufacturas independientes" (2).

Esta posibilidad es una vía genérica para el desarrollo tecnológico. La que, para la industria de la construcción, hemos denominado del "estallido" de proceso al exterior del taller-obra.

La articulación heterogénea entre los trabajos parciales de la construcción es la que permite, en el aspecto valorización del proceso de producción, la existencia de varios productores privados independientes o subcontratistas dentro de una misma obra. También, en el aspecto proceso de trabajo de la producción, el fraccionamiento del trabajo colectivo en un conjunto de procesos heterogéneos deja poco margen al empleo de herramientas comunes, cuya evolución técnica termina por convertirlas en organismos objetivos de la cooperación. Esto último es más bien característico de las formas orgánicas de articulación entre trabajos parciales.

### **SOBRE LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA LA DESARTICULACION DE LOS TRABAJOS PARCIALES**

El empleo de herramientas comunes a varios procesos de trabajo reviste poca importancia dentro de la construcción, con la consecuente dificultad para que en ella se produzca el proceso genérico de expropiación por concentración y centralización de los medios de producción, en el camino hacia la gran industria.

Sólo algunas condiciones generales de producción y algunas maquinarias para el transporte de la fuerza de trabajo y los materiales dentro de la obra, así como para las fases de ensamblaje o montaje de los sistemas de componentes, toman la forma de capitales comunes a diversos procesos de trabajo parcial e implican una inversión de cierta magnitud sólo posible para los contratistas generales o para los sub-contratistas mayores. Nos hemos referido, en la parte correspondiente al aspecto orgánico de la articulación entre los procesos de la construcción, a la utilización de algunos equipos, como los encofrados túnel que se constituyen en la tecnología clave para cierto tipo de obras, organizándose alrededor de su uso la combinación de los trabajos parciales.

Pero, en términos generales, la articulación más bien heterogénea entre los trabajos parciales de la construcción hace que la ley técnica de la manufactura, a saber, la de obtener una determinada cantidad de producto en un determinado tiempo y con ello adscribir

las proporciones necesarias técnicamente entre los distintos trabajos, no sea una ley del todo objetiva que brote directamente de la forma de trabajo. Más bien supone una acción exterior, lo que, por una parte, da carácter decisivo a la tecnología de la organización general del trabajo, incluyendo aquí a la supervisión, al salario por piezas, a los planes de articulación tipo PERT CPM, etc. Por otra parte, la dependencia de una acción exterior, más que de la naturaleza técnica combinada de los trabajos, permite la desarticulación o el "estallido" de algunos trabajos parciales al exterior de la obra de construcción, constituyéndose así la organización general del trabajo manufacturero colectivo por una relación de mercado entre manufacturas diferentes.

Consideremos por ejemplo, la anteriormente descrita articulación cuasi orgánica entre fases y entre proceso de trabajo parcial, cuyo producto común era la losa portante de una edificación cualquiera (3). Este trabajo combinado, incluyente de distintas fases de diversos procesos de trabajo parcial, era decisivo para la articulación general de los trabajos de obra, aunque no representase al total de los trabajos en obra. Probablemente la "producción de la losa" sería una de las actividades en el "camino crítico" de la organización general del trabajo. Ello supondría articulaciones secuenciales directas de las que aquí prescindiremos. Por otra parte, podría también ser vista como un trabajo parcial articulado heterogéneamente con el resto de los procesos a obra. A esta última forma le corresponde la posibilidad de un "estallido", creándose entonces una empresa exterior a la obra, con producción manufacturera orgánica o con producción industrial, que prefabrique las losas o partes estructurales, con sus instalaciones embutidas. En realidad la articulación entre los trabajos de producción de instalaciones y los del concreto estructural pueden presentar muchas variantes, incluyendo aquellas que independizan dichos trabajos en base a diseños donde las instalaciones no están contenidas en el elemento estructural, colgándose de la losa terminada, en una articulación más bien externa o heterogénea y apareciendo unas fases adicionales en el trabajo, ya sean responsabilidad de la empresa "estallada" o de un sub-contratista de la empresa-obra, consistentes en el transporte y la colocación de los elementos de losa prefabricada. Esta alternativa para la producción de las losas implica reacomodos en algunos otros trabajos parciales y sus fases. Por ejemplo, la producción de encofrados puede quedar limitada al apuntalamiento de las piezas hasta



que, con un post-vaciado, se integre la losa vinculada localmente.

La condición para que pueda darse la desarticulación o estallido de un proceso de trabajo parcial, más que la heterogeneidad de la manufactura, es la existencia de piezas o partes heterogéneas que puedan convertirse en productos de manufacturas independientes. Estas piezas o partes heterogéneas, son productos parciales en el doble sentido en que hemos utilizado dicho término para la construcción: partes diferentes del producto general común y también grados parciales de elaboración de las partes, antes de tomar su forma definitiva o final en el producto discreto.(4)

La última acepción de producto parcial nos lleva necesariamente a considerar los trabajos parciales, divididos e independientes del taller-obra de construcción, que dan origen a las materias primas y componentes que se suministran y colocan en diversos trabajos de obra y que, en la evolución tecnológica general de la construcción, pueden corresponder a fases estalladas de estos trabajos parciales de obra, o que puedan también provenir de avances tecnológicos completamente independientes de la obra propiamente dicha, que impongan nuevas formas de trabajar dentro de algunos procesos parciales en el conjunto de las obras de cierto tipo.

En este último caso se trata de fases de la producción desarticuladas de la obra, pero que no provienen de un desglose e independización de un proceso que antes se hacía en obra. Así, las grandes industrias del cemento y del acero, productoras de los materiales fundamentales para la elaboración del concreto armado en el conjunto de las obras de construcción, no tienen antecedentes unívocos en pequeños trabajos de obra. Más bien provienen, en una forma industrial desde prácticamente su origen, de un invento o cambio tecnológico estructural que condujo a una nueva manera de hacer las cosas, específicamente las estructuras e infraestructuras portantes de las obras de construcción: el concreto armado.

Los trabajos independientes y desarticulados de las obras, productores de materias primas y componentes, no están comprendidos dentro de lo que hemos denominado industria de la construcción, pero sí dentro de lo que denominamos sector construcción(5).

Y el análisis de la tecnología en la industria y el sector están indisolublemente ligados. En la medida que el desarrollo tecnológico general provenga más de avances en el sector que en la industria, como es el caso, podemos reafirmar el carácter predominantemente heterogéneo de la manufactura construcción, ahora en el plano o nivel decisivo: el de su avance tecnológico hacia la industrialización y superación de la cooperación manufacturera.

Por consiguiente, al caracterizar los grados y formas de articulación heterogénea y sus posibilidades de estallido, nos encontraremos siempre, aún en los grados más incipientes de desarticulación potencial e incluso en procesos articulados orgánicamente, con ciertas "fases" completamente separadas de la obra y que constituyen producciones independientes de las materias primas o componentes a transformar, adaptar o instalar en el proceso parcial de obra en cuestión.

Así, junto a un trabajo parcial manufacturero de obra; con un nivel técnico muy atrasado en términos de sustitución del trabajo vivo por trabajo muerto, es decir, con un escaso empleo de herramientas, por no hablar de maquinarias y equipos; podemos encontrarnos que la materia prima que utiliza es producto de una gran industria, muy avanzada tecnológicamente. Este tipo de situaciones nos indica que el proceso de desarticulación y tecnificación de algunas fases encadenadas cuyo producto final es la obra construida es un proceso dinámico, complejo y dialéctico, donde un estadio puede aparentar ser superior a otro desde un punto de vista y ser, al mismo tiempo y desde otro punto de vista, la premisa para la existencia del estadio aparentemente inferior.

#### **a. Sobre el primer estadio de la desarticulación de los trabajos parciales.**

Observemos algunos grados y formas de desarticulación de trabajos parciales y su carácter complejo como estadios del proceso de estallido hacia industrias independientes del taller-obra.

Tomemos arbitrariamente con primer estadio aparente de la desarticulación de trabajos parciales de obra a la ejecución de algunas fases de ciertos trabajos divididos con un producto parcialmente elaborado, heterogéneo y distinguible, en sitios o talleres diferentes al cuerpo principal de obra, pero aún dentro del área de obra.



De esta manera se ejecutan múltiples fases y operaciones de "preparación" previas al montaje o ensamblaje de variados elementos en el cuerpo principal de obras de construcción de diferente naturaleza.

En el ejemplo simplificado de la edificación que hemos utilizado (6) nos referíamos a la preparación de la herrería en talleres a pie de obra. También a la preparación de "arañas" o conjuntos de conexiones y tuberías para las instalaciones sanitarias, a la preparación de los cuerpos de armadura para las estructuras de concreto, a la dosificación y mezclado de concreto fluído. De la misma manera podríamos enumerar fases de preparación en prácticamente cualquiera de los procesos parciales integrantes de las construcciones de diferente tipo. Son fases o conjuntos de fases de los procesos de trabajo de muy diversa naturaleza, constituidos por operaciones articuladas entre sí y con su producto en distintas variantes de relación heterogénea u orgánica. La articulación de estas fases con el producto general de la obra y con otros procesos de trabajo parcial es, en general, heterogénea y a través del montaje o colocación, cuyo ordenamiento forma parte de la coordinación general del trabajo colectivo manufacturero. Según el producto parcial concreto considerado, nos encontraremos con secuencias de precedencia directa o indirecta y también con relaciones más o menos independientes o simultáneas.

En cada proceso de "preparación" pueden utilizarse materias brutas, materias auxiliares y materias primas y estas últimas en muchos casos con un grado de elaboración que permite designarlas como componentes. Todas ellas productos de manufacturas o industrias desarticuladas o "estalladas" del taller-obra. Sobre este aspecto nos extenderemos más adelante, en el otro estadio de la desarticulación de trabajos parciales.

El estadio que actualmente analizamos es el de ciertas fases de algunos trabajos parciales que se ejecutan en el lugar general de la obra, pero no vinculados localmente al cuerpo principal de ésta. Algunas de estas "preparaciones" se ejecutan en un lugar cualquiera de la obra e incluso dentro del cuerpo principal de ésta, pero no exactamente en el sitio donde su producto parcial va a quedar localmente vinculado. Otras se realizan en talleres o áreas especiales, reservadas y acondicionadas para tal fin. En ocasiones estos talleres de obra son manufacturas dentro de la

manufactura, con utilización intensiva de maquinarias y en algunos casos, como en la dosificación y mezclado de concreto, o en la fabricación de bloques de concreto, o en diversos procesos de preensamblaje o de prefabricación a pie de obra, la organización de trabajo es de tipo cuasi industrial e incluso industrial con control automatizado.

En la medida que una "preparación" determinada se convierta en un proceso prácticamente independiente de otros trabajos de obra y en la medida que pueda romperse la vinculación local con la zona de taller-obra, el proceso podrá "estallarse" y quedar desarticulado en una manufactura o industria distinta a la obra de construcción, vinculada mercantilmente a ésta y aún más, al conjunto de muchas obras. La división del trabajo en el CASO CONCRETO parará a ser división del trabajo EN PARTICULAR. De un subcontratista cuya vinculación mercantil en la obra es por encargo, a la medida, e incluyente de la preparación y el montaje del elemento; a una empresa manufacturera o industrial externa a la obra con una vinculación mercantil más tendiente a mercado abierto y que puede no incluir el montaje o ensamblaje final, quedándose sólo en el suministro.

Como puede apreciarse, el estallido en su primera fase es apenas una cuestión de grado en la desarticulación de obra del trabajo parcial.

En la medida que el proceso desarticulado de la obra presente apenas alguna evolución en cuanto al nivel técnico y no un verdadero cambio tecnológico, no se consolidará irreversiblemente la forma de producción al exterior de obra como forma correspondiente a la "técnica media" y podrán coexistir como tecnologías alternativas, o como alternativas dentro de la misma tecnología, la producción en obra frente a la producción al exterior de ésta. Así, la preparación de elementos metálicos para puertas y ventanas, a realizarse con un grado de cooperación en el trabajo que no suele pasar de manufacturero, puede ejecutarse con un nivel técnico similar en talleres de herrería en obra o en talleres de herrería desarticulados de obra. Estos últimos tienden a superar el nivel técnico de los primeros, en la medida que incorporan maquinarias más versátiles y complejas, con una mayor capacidad de producción. En el límite superior, los talleres de herrería pueden convertirse en verdaderas industrias. Pero en estos casos deberán operar para un mercado relativamente grande y permanente y las grandes inversiones de capital fijo

para producir una determinada línea pueden hacerlas muy vulnerables a la coyuntura. En todo caso, la tecnología del trabajo parcial de herrería no proviene directamente de proceso de obra que puedan o no estallarse al exterior de ésta. El tipo de material implicado apunta más bien a la evolución independiente de la tecnología metalmecánica y más allá, de la metalúrgica y de la construcción de máquinas y herramientas. Aunque la herrería vaya a sustituir procesos de carpintería vinculados en el pasado al taller-obra.

Por otra parte, el desarrollo de algunas tecnologías independientes de la obra, puede tomar el camino de aumentar la productividad del trabajo aplicando formas de cooperación industrial, pero conservando una escala de producción adaptable a talleres a pié de obra en construcciones de cierta magnitud. En estos casos el trabajo parcial desarticulado aún en su origen, puede introducirse o reintroducirse dentro del taller-obra, modificando a su medida el trabajo general en éste. Se trata, al contrario de una "explosión", de una "implosión" del trabajo parcial. Tal es el caso de la tecnología de plantas automatizadas para la dosificación y mezclado del concreto. Así como existen empresas independientes especializadas en este trabajo, que pueden ofrecer al constructor el concreto premezclado, con servicio de bombeo y transportado por camiones mezcladores hasta la obra, también existen plantas de concreto, de distinta capacidad, para ser instaladas en el sitio de obra y capaces de producir el concreto fluido con la misma calidad y control que la producción en plantas externas a la obra (7). La tecnología y el nivel técnico del trabajo parcial son prácticamente los mismos y en cada obra puede optarse, de acuerdo a sus condiciones concretas, por una u otra alternativa.

En este tipo de proceso de trabajo parcial, el desarrollo de la tecnología ha buscado concientemente formas de adaptación a características tecnológicas estructurales de la construcción: la vinculación de las obras a una localización con el consiguiente carácter provisional y espacialmente disperso de la manufactura-obra.

En todo caso, la tecnología implícita en la producción del concreto fluido tiene su origen independiente a la obra y no se trata del estallido de un proceso que antes formaba parte de la obra sino más bien de un proceso inventado al exterior de la industria de la construcción e introducido en ésta, produciendo enormes transformaciones tecnológicas en su interior.

En otros casos de este mismo tipo, como por ejemplo la producción de bloques de concreto para ser utilizados en los cerramientos de obra, el desarrollo tecnológico de la industria desarticulada que produce el componente, ha contemplado la invención de plantas cuasi industriales, transportables y dimensionadas para ser instaladas en obras de una cierta magnitud, produciéndose así un regreso al interior de la obra de fases de procesos que aparecían consolidadas fuera de la obra, suministrándole una materia prima en mercado abierto.

La división de ciertas fases de algunos trabajos parciales como división del trabajo EN PARTICULAR no es siempre estable y definitiva. Su consolidación como producciones diferentes a la obra de construcción parece relacionarse con factores de distinto tipo. Entre ellos, en primer lugar, que la manufactura desarticulada tenga mercados diferentes a las obras de construcción. También que la productividad del trabajo en la industria desarticulada supere ampliamente a la productividad del taller en sitio de obra. También con la demanda de espacio del trabajo que se trate suponiendo que relativamente pocas obras se prestan a procesos muy extensivos. Luego, con la escala de las obras que habitualmente requieren de la tecnología específica. A la luz de esto último y por ejemplo, podemos considerar que las estructuras de madera suelen emplearse en edificaciones de pequeña magnitud y por ello, aunque la tecnología del taller de carpintería y del aserradero son apenas manufactureras, es más frecuente la preparación de elementos de madera al exterior que al interior de la obra y en casi todos los casos, la transformación de materia bruta en prima se hacen en aserraderos independientes de los talleres de carpintería de obra o externos.

Esto, en cuanto al estadio de talleres en obra y sus posibilidades de "estallido" o "desarticulación"

#### **b. Sobre el segundo estadio de desarticulación de los trabajos parciales**

Tomemos ahora como segundo estadio aparente la articulación heterogénea de un proceso cualquiera de obra, como por ejemplo, el "suministro y colocación de porcelana" en las paredes interiores de ciertas áreas como baños y cocinas, pertenecientes a los trabajos de revestimiento y acabados interiores (8). Aquí, la realización de este acabado interior no tiene una articulación secuencial definida con otros trabajos

que pueden realizarse simultáneamente en la obra y sólo requiere de un conjunto de trabajos previos que hayan producido las paredes sobre los que se va a trabajar, en las condiciones adecuadas para poder revestirlas.

La realización de trabajo supone también la existencia de varias materias primas y herramientas menores, de las que tomaremos las baldosas de porcelana, producto de una gran industria muy tecnificada y totalmente exterior al taller obra.

Visto por la cara valor del proceso de producción, el trabajo de colocación de la porcelana puede ser efectuado por un sub-contratista independiente que produce una mercancía por encargo del contratista principal. A su vez, el suministro de materiales y específicamente en las baldosas de porcelana supone la adquisición de ese material en mercado abierto y con ella, la posibilidad de que el contratista principal e incluso el promotor se ocupen de comprarlo y suministrarlo al sub-contratista colocador.

La producción de este tipo de material al interior del taller-obra sólo puede encontrarse muy genéricamente, en el desarrollo de revestimientos cada vez más lisos y lavables para las áreas húmedas y que deberán ensuciarse constantemente. También, y más si nos referiésemos a pisos, en la producción de cierto tipo de baldosas, de materiales diferentes a porcelana, que se hacían en la construcción artesanal o menos desarrollada tecnológicamente, no vinculada al cuerpo principal de obra, pero si en el sitio de la obra.

Sin embargo, en lo fundamental la producción de las modernas baldosas de porcelana tiene su origen en un desarrollo tecnológico cada vez más industrializado al margen de la obra, en empresas especializadas independientes pertenecientes al sector construcción y cuyo mercado lo constituye el conjunto de los talleres-obra donde puede emplearse este tipo de material. La producción de las baldosas, cuyo suministro y colocación define a un proceso de trabajo de la industria de la construcción, no se ha desarticulado o "estallado" de la obra, sino que tiene un origen externo, con una propia evolución técnica que ha transitado desde una manufactura independiente y tan primitiva como la obra, hasta una industria que puede incorporar los mayores avances actuales en términos de control y automatización de la producción. Además, la tecnología

cristalizada en el material "porcelana" tiene un origen exterior no sólo a la industria de la construcción, sino también al sector construcción en su conjunto.

El par: gran industria productora del material-trabajo manufacturero parcial de colocación, constituye la técnica media, convencional o tradicional para la producción actual de este tipo de acabados. Tiene una cierta tendencia a permanecer y se acepta como forma de la productividad normal en este tipo de trabajo. El avance técnico se limita al aumento de la producción de la industria que produce la materia prima y a los perfeccionamientos menores en las herramientas y en la organización del trabajo del albañil. También a los avances en los morteros o pegas que este emplea, a los que no vamos a referirnos aquí.

Las vías hipotéticas para un cambio tecnológico en este ejemplo de trabajo parcial se inscriben dentro de las formas genéricas heterogéneas u orgánicas. Del primer tipo sería la elaboración, fuera de la obra, de cápsulas de baño incluyendo de acabados para paredes, para pisos, piezas y accesorios sanitarios, que posteriormente se ensamblarían vinculadas localmente a la obra. Con ello se sustituirían varios trabajos de albañilería en obra, incluyendo nuestra "colocación de porcelana en paredes de baños", cambiándose no sólo el material, sino toda la forma de trabajo. Esta vía, como sabemos, se viene desarrollando, estando aún muy lejos de constituirse en técnica media o forma convencional de hacer baños.

Dentro de la forma genéricamente orgánica de producir un cambio tecnológico podría imaginarse la existencia de una "máquina pegadora de porcelana" que sustituyese en obra a las cuadrillas de albañiles actuales. Que sepamos, esto ha sido muy poco explorado (9) por dificultades en el control, en la escala de los trabajos de obra, en la relativamente bajo precio de la mano de obra a sustituir y también, por el escaso desarrollo práctico de la robótica, hasta ahora limitada a ciertas industrias "punta" donde no figura una manufactura como la construcción.

El estadio del proceso de separación de la obra de fases y trabajos parciales que estamos analizando, incluye importantes variantes en esa combinación del trabajo parcial manufacturero articulado heterogéneamente al interior de la obra, con el trabajo industrial efectuado al margen de la obra.



Por una parte, este tipo de combinación está siempre presente en la relación entre los medios de producción de cualquier tipo, diferentes al objeto-obra semielaborado sobre el que se trabaja, y el trabajo parcial que los emplea, independientemente de su articulación heterogénea u orgánica con el resto de los trabajos parciales en el taller-obra.

Por otra parte, existen importantes variaciones en la articulación mercantil del producto de la empresa perteneciente al sector construcción con la empresa obra. Hemos hablado de mercado abierto, pero existen variantes por encargo y en el caso de sistemas complejos con componentes de diferente naturaleza, combinaciones de ambas formas.

También el grado de organización del trabajo en las producciones externas a la obra presentan gran variedad: de manufacturas heterogéneas a grandes industrias altamente tecnificadas, sin excluir la marginal producción artesanal de algunos componentes de lujo.

Por último, la vía del cambio tecnológico a partir de la industria externa a la obra y que actúa sobre la división del trabajo y la forma del trabajo parcial en obra, que ilustramos con cápsulas de baño prefabricadas, tiene diversos grados de desarrollo, experimental y consolidado, para los distintos procesos parciales concretos de obra que afecta.

Tomemos un trabajo parcial de obra con un alto grado de organicidad entre sus fases y operaciones y adicionalmente articulado de forma cuasi-orgánica, en términos de secuencia con otros trabajos dentro de la obra. Tal es el caso de las fundaciones de pilotes, pertenecientes a las obras de producción de la infraestructura portante. Aquí el cambio tecnológico, ya generalizado como técnica media o convencional, es más del tipo de la "máquina para construir", en este caso pilotes. Efectivamente, este trabajo parcial es efectuado por sub-contratistas altamente especializados, cuya organización manufacturera orgánica con uso intensivo de maquinarias raya en la organización industrial del trabajo. Sólo que cada producto específico es encargado ateniéndose a los rangos de productos que puede ofrecer el sub-contratista. El avance en el nivel técnico se ha dado a partir de un trabajo de obra que ha acompañado a la construcción de edificaciones desde hace siglos, y este avance ha permanecido en obra, aunque incorpore innovaciones externas en los materiales como el

concreto y el acero y en la producción de sus maquinarias específicas.

Sin embargo, aún aquí donde la vía para el desarrollo ha sido fundamentalmente orgánica, aparece la otra vía, heterogénea o de "estallido" de ciertas fases de la producción, cuando incluimos la utilización de pilotes prefabricados en planta o la separación, anteriormente mencionada, de las fases de dosificación, mezclado y preparación del concreto fluído que va a emplearse en los pilotes.

Es muy amplio el conjunto de medios de producción, diferentes al objeto general de trabajo, que se utiliza en los distintos procesos parciales de trabajos de los diferentes tipos de obras de la industria de la construcción.

Una parte esta constituida por las herramientas, maquinarias y equipos que al circular como capital fijo, pueden potencialmente usarse en distintas obras específicas y reaparecer, por tanto, sólo parcialmente en los productos de obra. Esta connotación, perteneciente a la cara proceso de valorización de la producción, y en cierta medida, a la cara proceso de trabajo, diferencia a este sub-conjunto. Pero estos medios de trabajos son también producto de lo que hemos denominado sector construcción y suelen elaborarse en manufacturas o grandes industrias de desarrollo independiente a la obra, con la que se vinculan mercantilmente a través de la mediación de la empresa constructora que adquiere o alquila herramientas, maquinarias y equipos para una o varias obras que desarrolle.

En algunos equipos, como los andamios o como los encofrados utilizados para producir las estructuras portantes en obras, puede advertirse un claro proceso de desarticulación de obra del trabajo parcial que lo produce. Es decir, lo que hemos denominado un estallido de trabajo parcial al exterior del taller-obra. Aunque en la técnica media prevaleciente para obras de edificación una buena parte de la producción de encofrados permanezca incluso vinculada localmente al cuerpo principal de obra, y también que algunas de sus fases se realicen en talleres de obra desvinculados del cuerpo principal, el estallido de la elaboración de algunos elementos para encofrar, como los puntales metálicos, está ampliamente generalizado y, más allá, han aparecido sistemas de encofrados para ciertos tipos y rangos de estructuras, que se adquieren en el



mercado adaptándose al encargo específico de cada obra. Estos sistemas de encofrados, que pueden llegar a definir la tecnología dominante en una obra, son productos de manufacturas separadas de la manufactura-obra.

Por otra parte, la producción de las maquinarias de construcción, sustitutas del trabajo vivo, puede tener en su origen más remoto el estallido de algunos procesos que primitivamente se emprendían en la obra para obtener un cierto tipo de dispositivo o medio de trabajo. Pero el desarrollo fundamental del nivel técnico de su producción, así como el perfeccionamiento de sus productos tienen una dinámica endógena a la manufactura o industria específica que produce las maquinarias de que se trate, separada hace mucho de la manufactura-obra de construcción.

El otro subconjunto de medios de producción empleados en la manufactura-obra está sustituido por las materias brutas, las materias primas y las materias auxiliares que se utilizan en los distintos tipos de procesos y en los procesos específicos que integran los múltiples trabajos constituyentes de la obra. En la medida que las obras, según la naturaleza y dimensión de sus productos incluyan un número mayor de trabajos parciales, mayor será también la diversidad de objetos de trabajo que en ellas intervienen. También la continuidad de los procesos a lo largo del tiempo total de producción en obra introducirá ponderaciones en la importancia del material o componente que el proceso utilice, como definitorio de una tecnología específica. Del asfalto como determinante de una tecnología de construcción de vías o del concreto como determinante de una tecnología para edificaciones, a los herrajes y cerraduras como componentes menores y muy secundarios, en absolutos definidores de tecnología dominante alguna en una edificación cualquiera. Pero la característica industrial y separada de obra en la cooperación en los trabajos que producen componentes muy elaborados, como las cerraduras y materias primas como el cemento que va a utilizarse para hacer el concreto, es similar. Desde el punto de vista del desarrollo tecnológico estas producciones poseen en su forma actual una dinámica relativamente endógena, desarticulada del desarrollo tecnológico en la manufactura-obra. Tras la cerradura, un estudio histórico pudiera detectar el proceso de desarticulación o estallido de los trabajos que le dan origen en la obra propiamente dicha, posiblemente a través de la artesanía de la fundición y del trabajo del metal. El

cemento moderno podría aparentarse con los antiguos morteros para mampostería producidos en obra, pero en su producción defácilmente puede asimilarse el concepto de estallido o separación de obra. Más bien el de una tecnología de origen independiente como producción dividida, a partir de la cual se reformula una parte de la tecnología de las obras de construcción.

En todo caso, las producciones tomadas como ejemplo se han constituido sólidamente como industrias independientes, divididas como trabajos al nivel denominado EN PARTICULAR, de los trabajos de la industria de la construcción propiamente dicha. Su independencia o desarticulación está consolidada por la relación mercantil abierta mediante la cual sus productos se incorporan a otras industrias intermedias o directamente a la obra de construcción e incluso, en la forma "no normalizada" de sus productos, que no han de adaptarse a una orden externa o sistema más o menos abierto de construir, sino que en todo caso constituyen premisas para la concepción de este tipo de sistemas u ordenes externos, que intentan racionalizar la producción más allá de la "racionalidad" directa de mercado, donde la norma social se impone sobre producciones privadas independientes en medio de saltos y oscilaciones, al margen de las voluntades privadas.

Aún los materiales y componentes de este tipo "no normalizado" y a adquirir en mercado abierto conservan en su mayoría una dependencia estructural respecto a la obra de construcción en la medida que sus productos son mercancías destinadas exclusivamente al consumo intermedio en las obras de construcción de todo tipo y escala. Sólo unas pocas industrias en el límite del sector construcción, como la del acero, o la de la madera o la del vidrio, poseen un mercado diversificado, más allá de la industria de la construcción. De allí los efectos devastadores de las crisis por baja de producción de la industria, en el conjunto del sector construcción.

#### **RELACIONES INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-INDUSTRIAS DESARTICULADAS.**

Las manufacturas e industrias del sector construcción consolidadas en su desarticulación de la manufactura obra de construcción, son muy vulnerables al comportamiento de la industria propiamente dicha. Esta vulnerabilidad se potencia cuando a la industria le

corresponde una escala relativamente limitada y un comportamiento generalizado o centralizado en función de variables macroeconómicas o de política, más que un comportamiento de múltiples y diversificados sub-mercados relativamente independientes. Este último comportamiento es característico de sociedades desarrolladas, con un amplio mercado diversificado para los productos de construcción, mientras que el primero es característico de formaciones económico-sociales como la nuestra.

En nuestras condiciones, la concentración y centralización de capital en algunas industrias del sector construcción, como respuesta a la vulnerabilidad ante el comportamiento de la industria de la construcción puede y suele traer consecuencias nefastas, en cuanto a la diversidad de productos disponibles a su calidad y a su precio.

Como ya dijimos, la lista de productos que entran como materias brutas, primas y auxiliares de los procesos de trabajo de la construcción o que entran como materias primas complejas o componentes a ser suministrados y colocados, montados o ensamblados en obra, es muy extensa. Incluye materiales básicos como el asfalto, el cemento, el acero, la arena, la piedra y la madera, algunos de ellos elaborados en procesos industriales complejos y otros apenas extraídos y con un procesamiento manufacturero preliminar. Incluye pequeños componentes modulares, que a fuerza de percibirse como adquiribles en el mercado, se presentan como materias primas básicas. Tal es el caso de los bloques de arcilla o concreto.

Incluye componentes "tradicionales" en la medida que prácticamente no existen tecnologías de transición o dominantes que sustituyen su producción externa por trabajos en obra. Como los herrajes y cerraduras o las piezas sanitarias. La diversidad y variedad de este tipo de productos o componentes en mercado abierto puede emplearse como índice del grado de desarrollo industrial de la Formación Económico Social. La existencia de múltiples sub-mercados, relativamente independientes y la gran magnitud de su conjunto, mencionadas anteriormente como características de la industria de la construcción en sociedades avanzadas, permiten al sector construcción ofrecer una amplia variedad de materiales, elementos y aún componentes complejos a ser adquiridos en mercado abierto.

Dentro de la lista general están también incluidos varios componentes de "transición" cuyo suministro,

colocación y montaje o instalación, compiten con mayor o menor éxito con tecnologías tradicionales donde los trabajos divididos que dan origen al equivalente de los componentes en cuestión, se efectúan en la obra, directamente vinculados al cuerpo principal de ésta o en talleres diferenciados especialmente. En este grupo estarían las producciones de cápsulas de baño anteriormente mencionadas, de los tabiques sanitarios prefabricados, de los paneles y elementos para cerramientos internos o externos, de las losas y otros elementos estructurales prefabricados, así como de los elementos de herrería.

Los tipos de materias primas complejas y componentes que se suministran y colocan o ensamblan en obra incluyen también los equipos y sistemas más o menos elaborados que permiten la utilización de la obra una vez que ésta entra en la esfera del consumo, productivo o no.

Los equipos son componentes de producción industrial y más aún, productos de la rama de producción de capital fijo, tan importante para el enfoque macro-económico clásico.

Cuando la obra va a ser consumida en la producción de bienes y servicios, y más cuando este consumo productivo es directo, como capital fijo de una industria, suele establecerse una distinción entre el producto construido, u obras civiles y los equipos que incluye, u obras industriales. Sólo que habría que precisar la diferencia entre los equipos y sistemas necesarios para el funcionamiento de la edificación u obra como condición general de producción, tales como los sistemas de ventilación mecánica de una fábrica, y los equipos empleados directamente como instrumentos de producción, tales como el sistema de maquinarias de esa misma fábrica. A veces la distinción no es sencilla y con ellos se hacen difusos los límites de lo incluido dentro del producto de la industria de la construcción. Por ejemplo, el corazón de una represa destinada a la producción de energía eléctrica, son sus turbinas y generadores suministrados y montados como componentes en el cuerpo de la obra de construcción.

En las obras destinadas al consumo individual o colectivo, o al consumo asimilable al productivo como parte del capital financiero o del capital comercial, la distinción es más sencilla. Suelen considerarse parte integrante del producto de la construcción todos aquellos sistemas o equipos fijados al cuerpo de la obra y que permiten a ésta actuar como condición general de

producción o de consumo. Aquí se incluyen las instalaciones mecánicas o especiales de las edificaciones, como los ascensores, montacargas y escaleras mecánicas. También los sistemas de ventilación mecánica y aire acondicionado. En este último tipo de sistemas encontramos un ejemplo de lo anteriormente expresado sobre sistemas complejos con componentes de diferentes naturalezas, en cuanto a su articulación mercantil con la empresa-obra de construcción. La producción de los equipos propiamente dichos, así como los termostatos y controles, es realizada al exterior de la obra, por una gran industria, no "estallada" sino desvinculada desde su origen, con un desarrollo tecnológico independiente de la industria de la construcción. En la mayoría de los casos estos componentes complejos se obtienen para la obra en mercado abierto, ateniéndose a los rangos de productos ofrecidos por la industria productora de equipos. Por otra parte, el sistema de aire acondicionado para una edificación incluye también, entre otros componentes, a la ductería a través de la cual se distribuye y recupera el aire. Este tipo de componente suele ser ejecutado por encargo, en talleres manufactureros independientes que en cierta medida pueden considerarse "estallados" del taller de obra (9). Por último, es posible aunque no frecuente, que el montaje, instalación y puesta en marcha del sistema de aire acondicionado en su conjunto, pueda corresponder a un subcontratista de obra especializado, independiente de la gran industria que suministra los equipos y del taller manufacturero que suministra la ductería "a la medida" de la obra.

Para finalizar, dentro de la lista de componentes de producción desarticulada de obra entran también los conjuntos de partes de distinto tipo que integran los variados sistemas más o menos integrales de prefabricación de edificaciones y otras construcciones. Aquí el edificio o el puente o incluso, pequeñas represas, se ensamblan y completan en sitio, a partir de elementos de distinto tipo y naturaleza que se han pre-producido en la planta artesanal o industrial, a cargo de la cual corre la acumulación de trabajos en algunos o en todos los componentes de la obra completa.

En la medida que distintas industrias o manufacturas se ocupen particularmente, no de la totalidad, sino de algunos componentes con una cierta variedad y que, vista la producción en su conjunto, esta variedad se potencie en múltiples combinaciones de componentes compatibles entre sí integrando un sistema, nos estamos refiriendo a lo que se conoce como "sistemas abiertos y flexibles de prefabricación".

En la medida de una sola industria o complejo industrial produzca todos los componentes del sistema de prefabricación determinando las opciones de combinaciones entre componentes, nos estamos refiriendo a "sistemas cerrados de prefabricación".

Por otra parte, de acuerdo a las magnitudes de trabajo acumulado en cada componente o elemento, a su complejidad y finalmente, a sus características físicas de dimensiones y peso, suele hablarse de prefabricación "pesada" y prefabricación "liviana".

La utilización de sistemas integrales de prefabricados en la construcción expresa con la mayor nitidez el tipo de desarrollo tecnológico que denominamos heterogéneo. La manufactura-obra queda prácticamente limitada a los trabajos de preparación de terreno, a la producción de la infraestructura portante y de las instalaciones exteriores. El resto del trabajo colectivo para ejecutar la obra está constituido por el transporte, montaje y remate de los elementos prefabricados. El ensamblaje del producto en sitio es la fase orgánica terminal, característica de la producción heterogénea. La fabricación de los elementos a ser ensamblados corresponde a una o varias unidades de producción, manufactureras o industriales, distintas a la obra misma y separada de ésta por la división del trabajo EN PARTICULAR. Aunque el ensamblaje en obra pueda corresponder a la misma empresa que prefabrica los elementos y por tanto, no medie una relación mercantil entre la prefabricación y el transporte y montaje. Pero esta forma, bastante frecuente, suele responder más a la cara valor y proceso de valorización de la producción, que a la cara valor de uso o proceso de trabajo. Con base en la gran relativa de trabajo acumulado en los componentes del sistema prefabricado, las formas tradicionales de pago al contratista por valuaciones de obra ejecutada deben modificarse y contemplar pagos a lo largo de la producción del conjunto de componentes en planta, pagos al ser transportados a la obra y pagos por el ensamblaje u obra ejecutada. Las empresas que controlan la producción de los componentes y también su subsecuente transporte y ensamblaje se encuentran en mejor condición de negociar este tipo de flujos de pagos con el promotor o contratista principal. No obstante, en Venezuela aún existen importantes dificultades para sistemas de pagos de este tipo, especialmente en el tope de la cadena, es decir, entre promotor y financista. Y esta es una causa no despreciable del desarrollo limitado en la prefabricación de la construcción nacional.



Sin embargo, ya en la cara proceso de trabajo, los sistemas constructivos integrales en manos de una sola empresa o complejo industrial, pueden considerarse como avances hacia una forma orgánica o combinada de manufactura, a partir de un conjunto de trabajos parciales articulados heterogéneamente en la forma tradicional de construir y que mantienen la producción de piezas heterogéneas.

La forma clásica de este proceso de inversión de la forma general de la manufactura, está representada por el ejemplo de la empresa relojera VACHERON & CONSTANTIN, que redujo en el siglo pasado el número de piezas y de modelos al mínimo, racionalizando la producción de cada una de las piezas y su relación con el ensamblaje, también racionalizado, logrando con ello una forma general del trabajo colectivo en cierta medida orgánica y apta para el paso a gran industria, a partir de la manufactura considerada como ejemplo clásico de la forma de articulación heterogénea.

De la misma manera podemos hablar de una forma manufacturera cuasi orgánica o combinada, cuando el conjunto de procesos articulados heterogéneamente en la construcción ha sido atacado por algunas empresas o a través de sistemas constructivos integrales, prefabricados o normalizados, reduciendo el número de modelos y de partes y produciendo éstos, que incluyen varios procesos "clásicos" de trabajo, en talleres aparte o en algunos casos en talleres junto a la obra, en una forma manufacturera, o industrial en algunas de sus fases, que vista en su conjunto nos aparece como orgánica o combinada. En ese conjunto el ensamblaje de las partes ya vinculadas localmente al producto general en progreso culmina la cadena orgánica y los trabajos parciales que lo componen dependen unos de otros directa y técnicamente, siendo sistemática e independiente la organización general del equipo de trabajo colectivo, aunque existan especialistas para las distintas fases y operaciones.

Cuando se emplean sistemas prefabricados integrales o parciales, el contratista general o los sub-contratistas especializados se relacionan con el proyecto o con el contratista general, respectivamente, en el mercado. La gama de productos parciales y en consecuencia, de productos finales del sistema suele ser más limitada, aún en la prefabricación abierta, que la gama de resultados que pueden obtenerse a través de tecnologías tradicionales. Así el encargo del promotor o contratista general presenta una transición hacia la

forma de mercado abierto, en la medida que deberá restringirse a las variantes ofrecidas por el sistema de prefabricación.

Aquí debemos recordar que una de las trabas fundamentales para el tránsito de una manufactura heterogénea a gran industria es la gran cantidad de productos finales diferentes. Así como la desarticulación o estallido de algunos procesos de trabajo parcial les permiten liberarse de la escala de obra aislada y les posibilitan la liberación de la forma manufacturera de producir, la diversidad y variedad de los productos demandados por las distintas obras aisladas, de acuerdo a las características de su diseño, pueden mantener al proceso desarticulado o estallado con un grado de cooperación que no pase de manufactura con empleo de maquinarias.

Con los denominados sistemas prefabricados abiertos, los trabajos parciales de producción de los distintos elementos en planta más o menos industrializadas, están articulados entre sí, vistos en su conjunto, de una forma puramente heterogénea. Y es esta forma la que permite la concepción y la existencia de sistemas prefabricados donde distintas industrias o manufacturas producen diferentes elementos y variedades de elementos compatibles entre sí. La heterogeneidad extrema de esta forma de desarrollo tecnológico de la construcción no impide que al interior de los trabajos parciales concretos que producen los diferentes elementos o componentes del sistema, puedan encontrarse formas orgánicas o combinadas de articulación entre las fases y operaciones correspondientes.

Las tecnologías propias de las fases "en planta" de los diversos sistemas de prefabricación de distintos productos, son en lo esencial una derivación por estallido de procesos o fases anteriormente ejecutados en obra. Esto se evidencia en el tipo de tecnología conocida como "prefabricación a pie de obra", donde fases y operaciones de los trabajos parciales frecuentemente recombinaos, se ejecutan en talleres o zonas especiales dentro de la misma obra, pero separados del cuerpo principal de ésta. También en los sistemas combinados de prefabricación con preensamblaje donde conjuntos de componentes livianos y relativamente fáciles de transportar, son traídos de la planta o plantas a la zona de obra, para un proceso de preensamblaje en talleres o áreas especiales. De allí se llevarán al cuerpo de obra, para el montaje final.



Con la prefabricación los trabajos parciales de obra, con sus fases y operaciones, han sido descompuestos y vueltos a componer, para adecuarlos a una producción serializada en talleres manufactureros o plantas industriales exteriores a la obra. Así, trabajos divididos en la tecnología tradicional de obra, como la producción de cerramientos y la producción de estructuras, o la producción de cerramientos y la producción de instalaciones, pueden aparecer integrados en la producción de un elemento componente de un sistema prefabricado. En este tránsito hacia un mayor control de las condiciones de trabajo se incorporan avances tecnológicos y técnicos de diverso origen, que no provienen de la evolución del trabajo de obra. Así mismo, la organización de las fases de transporte a la obra de los elementos y la forma general de ensamblaje de los trabajos de obra, pueden revolucionar a la tecnología del taller-obra visto en su conjunto. Sea en el aspecto de organización general del trabajo, vital en la cooperación manufacturera, o sea también en el tipo y en las formas concretas de los trabajos parciales que quedan para la obra. Hasta extremos donde, como decíamos anteriormente, el taller-obra visto en su conjunto, nos parece casi como una máquina de ensamblar los componentes, es decir, como un organismo objetivo exterior al trabajo mismo, con una utilización intensiva de maquinarias organizadas en sistema, casi como una gran industria.

En general puede afirmarse que todas las formas de racionalización de la construcción intentan potenciar la productividad del trabajo colectivo de esta manufactura, a partir de sus características estructurales.

Los sistemas integrales de prefabricación o de racionalización de procesos en manos de una sola empresa, lo hacen a través de dar forma combinada o cuasi-orgánica al conjunto de procesos heterogéneos, reduciendo la variedad de productos parciales y finales y asumiendo una escala superior a la del taller-obra aislado.

Los sistemas abiertos y flexibles de producción de componentes para la construcción desintegran de la manufactura-obra y entre sí a un gran número de proceso de trabajo parcial, potenciando la forma heterogénea de articulación y llevando a cada manufactura independiente a operar en escalas superiores a la de la obra. El límite del desarrollo tecnológico heterogéneo es la ruptura con cualquier

sistema u ordenamiento diferente a los mecanismos de mercado abierto.

En ambas formas de racionalización se evidencia que el avance tecnológico dentro de la manufactura construcción debe provenir de la socialización de la producción, al menos en términos de superar la producción privada independiente de cada obra concreta. Se trata de formas de concentración cualitativa de capital que rompen con la escala de la obra aislada. No son las únicas formas de socialización para el avance tecnológico pero si son, sobre todo la producción independiente de componentes, materiales o medios de producción para el mercado abierto, las formas capitalistas por excelencia, ajenas a cualquier plan u ordenamiento, aún técnico, que intente representar la racionalidad social.

## NOTAS

(1) IDEC. Tecnología y Construcción, Nro. 3, Caracas, 1987

(2) MARX, C., Capítulo XII División del Trabajo y Manufactura, Libro Primero, Sección Cuarta de "El Capital. Crítica de la Economía Política"

(3) Véase: IDEC. TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION N° 3, Caracas. 1978

(4) Son productos discretos los que requieren para su terminación de la acumulación sucesiva de numerosas jornadas de trabajo. En oposición a ellos, los productos continuos se obtienen ya aptos para el consumo, con todas sus cualidades útiles, en cada jornada de trabajo. Los productos de la industria textil son un claro ejemplo de estos últimos.

(5) "Entendemos aquí por Sector Construcción todas las actividades de producción y circulación del medio ambiente construido, lo que incluye producción de insumos, maquinarias y equipo, proyectos y tecnología. Igualmente el financiamiento y comercialización de todos ellos, y por supuesto, a la rama de la construcción propiamente dicha. El concepto de sector construcción es para nosotros un ámbito mayor, aunque la incluye, que el de rama o industria de la construcción. En esta última incluimos solamente las actividades necesarias a la producción localizada de los productos que constituyen el medio ambiente construido, cuyos agentes fundamentales son las

empresas constructoras." En: EL CAPITAL FIJO EN LA RAMA DE LA CONSTRUCCION. IDEC. TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION Nº 2, 1986, pág. 5

(6) Véase: Op. Cit. IDEC. TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION Nº 3.

(7) En algunos casos, la misma empresa especializada en premezclado, ofrece los equipos posibles para dosificación en obra.

(8) "Trabajos de revestimientos y acabados" en la taxonomía de procesos y subprocesos de trabajo empleado para el análisis de casos de investigación. Véase al respecto: Op. cit, IDEC. TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION Nº 3. Anexo Nº 1.

(9) La referencia que tenemos de exploraciones tecnológicas pioneras en máquinas para efectuar trabajos de albañilería, es la de una máquina polaca para colocar ladrillos. mencionada por S. Lilley en su obra: Automatización y Progreso Social, pp. 99

Diferentes robots diseñados recientemente en Europa y Japón para ser empleados en la construcción se muestran en: "Building with help of Robots". J.L. Salagnac; en: Trends in Building Construcción Techniques Worldwide. International Council for Building Research Studies and Documentation. París. 1986, pp. 53-59.

(10) En Venezuela, el primer edificio diseñado con un sistema de aire acondicionado central, cuyos equipos por cierto jamás fueron instalados, contemplaba un sistema de ductos horizontales en madera, lámina galvanizada y yeso, ejecutados en obra como parte de los cielorrazos. Fue el edificio EL CONDE, situado en Caracas en la esquina del mismo nombre, construido entre 1936 y 1938. También fue este el primer edificio con ascensores en el país.

<b>3</b>	<b>5</b>
<b>NUMERO ANTERIOR</b>	<b>PROXIMO NUMERO</b>
<b>Anotaciones sobre el proyecto de política habitacional</b> Alfredo Cilento Sarli	<b>El programa de ajustes y tecnología de edificaciones</b> Alfredo Cilento Sarli
<b>Diseño Térmico de edificaciones en Venezuela</b> María Elena Hobaica Asdrubal Cerdeño Mary Yudith Medina	<b>La producción y comercialización de tecnología y la experiencia del IDEC</b> Luis F. Marcano G.
<b>La construcción como manufactura predominantemente heterogénea</b> Equipo de Investigación INCOVEN	<b>La investigación de la construcción en los barrios, una experiencia.</b> Teolinda Bolívar
<b>La circulación del capital en la industria de la construcción</b> Federico Villanueva B.	<b>Proceso de construcción para viviendas de bajo costo basado en técnicas de capas de mortero armado</b> Gladys Maggi
<b>Elementos de control en la tecnología del concreto</b> Galdys Maggi V.	<b>La cubierta espacial SIEMET, sus componentes, tecnología de producción y montaje</b> Josef Dragula
<b>Sistema concacero I, una solución para construcciones docentes</b> José A. Peña Nancy Dembo Carlos Díaz P. Luisa Maggi Carmen Yanez	<b>Radiografía de la Industria de la construcción</b> Alberto Lovera
<b>Las instalaciones. Componentes de las edificaciones. Criterio para un proyecto de investigación</b> Ute Wertheim de Romero	<b>Acondicionamiento ambiental</b> Ernesto Curiel
<b>La investigación del Habitat</b> María Clara Echeverría	
<b>Cálculo versus diseño</b> Waclaw P. Zalewski	
<b>El papel del arquitecto y del ingeniero en el diseño y construcción de edificaciones y obras en zonas sísmicas</b> José A. Peña U.	
<b>Del optimismo tecnofílico al pesimismo tecnofóbico</b> J.J. Martín Frechilla	