

CARLOS GONZALEZ LOBO



U.N.A.M

VIVIENDA

Y CIUDAD POSIBLES



ESCALA

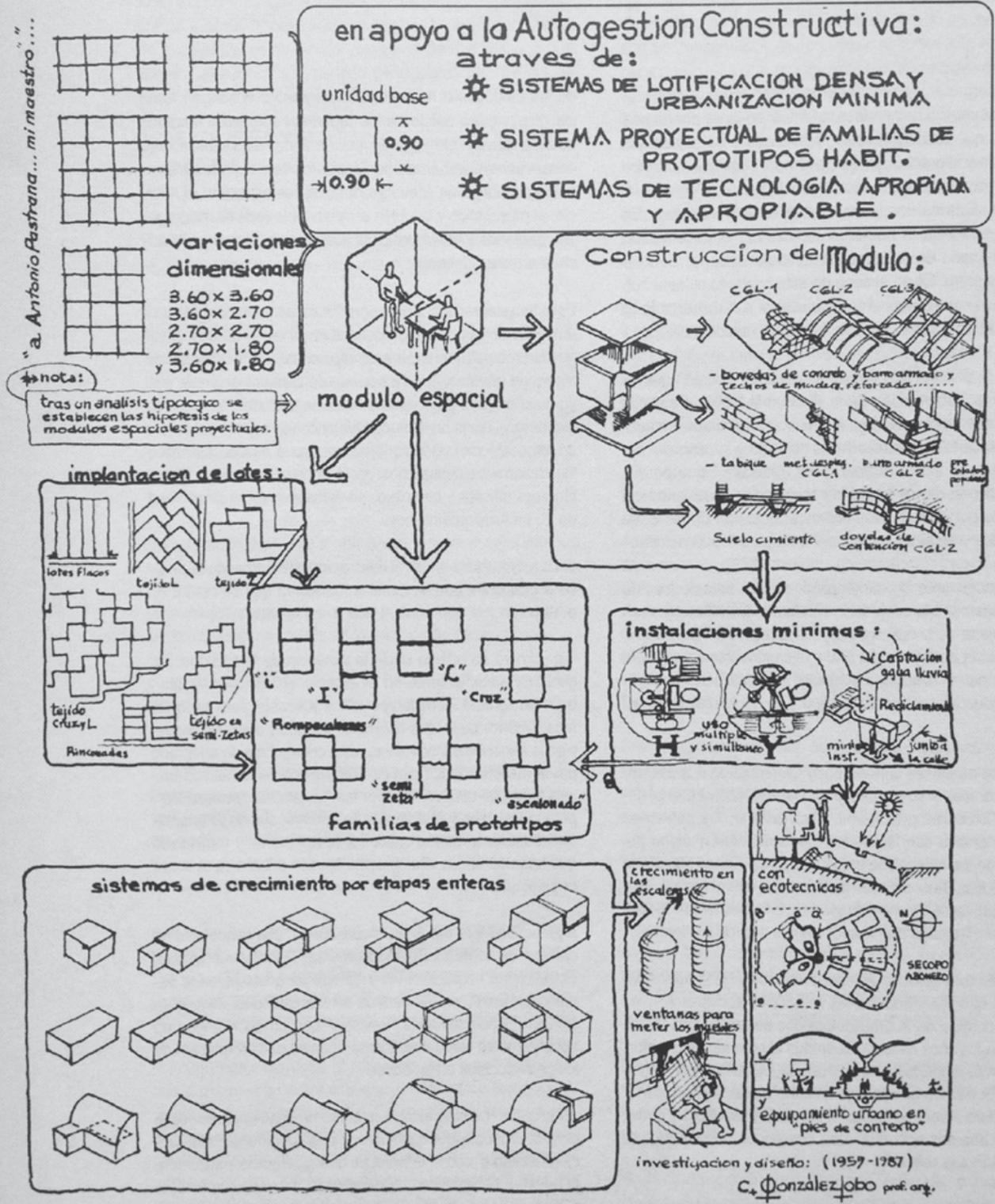
TECNOLOGIAS PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

Coordinación: Julián Salas Serrano

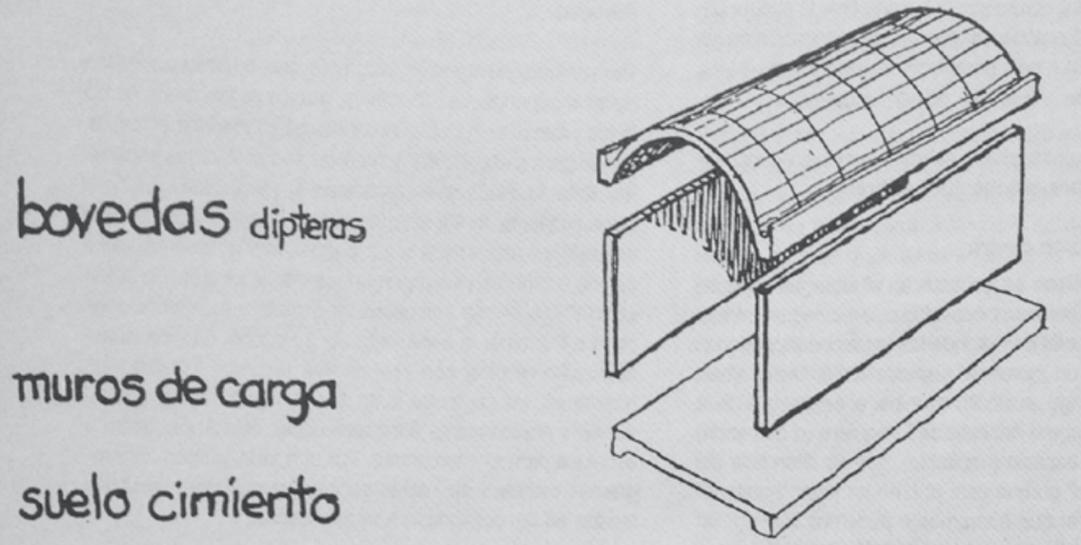
Sistemas para la vivienda popular. Por una arquitectura apropiada y apropiable

LAMINA SINTESIS SISTEMAS PARA LA VIVIENDA POPULAR

Por una arquitectura apropiada y apropiable, en apoyo a la Autogestión constructiva, a través de:



UN SISTEMA DE VIVIENDA POPULAR

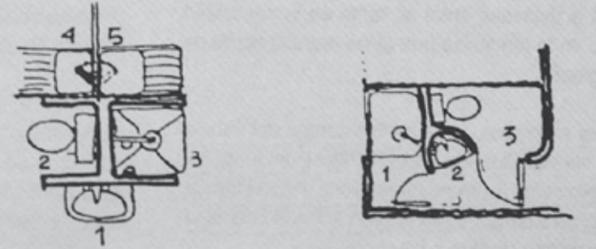


USO racional del suelo:

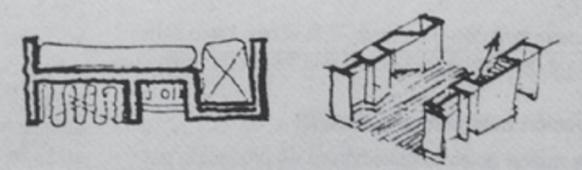
- 1 lotificación densa
- 2 urbaniz. mínima
- 3 max. privacidad



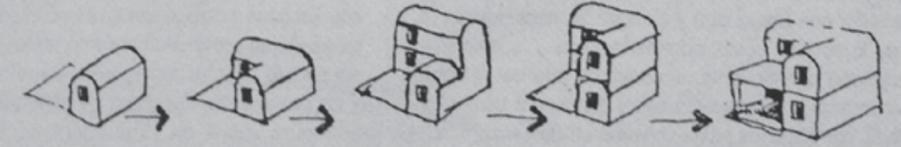
Unidad sanitaria múltiple "ríos" (uso simultáneo) con mínimo desarrollo instalaciones



muros habitables: muebles integrables - aislam. acústico - máxima momento inercia muro carga.



crecimiento y flexibilidad por etapas completas



6. Descripción del procedimiento de construcción.

Se procede, de la siguiente manera:

- 1) se calcula el trazo del muro de tímpano, tal que no rebase la relación flecha-ancho de 1:7 (la más económica es de 1:3).
- 2) Sobre los muros del enrase convenientes (mínimo 2.10) se coloca una cadena perimetral. Se cuela sólo en los lados cortos bajo los tímpanos.
- 3) y por encima, se contruyen los tímpanos.
- 4) Es conveniente dejar huecos en tres lados de cada tímpano (mechinales), para pasar por ellos las tres vigas o morrillos que soportarán el armado y el concreto fresco.
- 5) Se traza en el piso la curva de las directrices de la bóveda y ahí se doblan las varillas necesarias.
- 6) Se colocan sobre los morrillos, con una separación mínima de 0.50m (o 3/8"). Sobre ellas se colocan las varillas rectas "generatrices" con la misma separación y diámetro y se amarran. De este modo está terminada la armazón de la bóveda.
- 7) Se colocan luego los refuerzos (determinados por el cálculo) por encima.

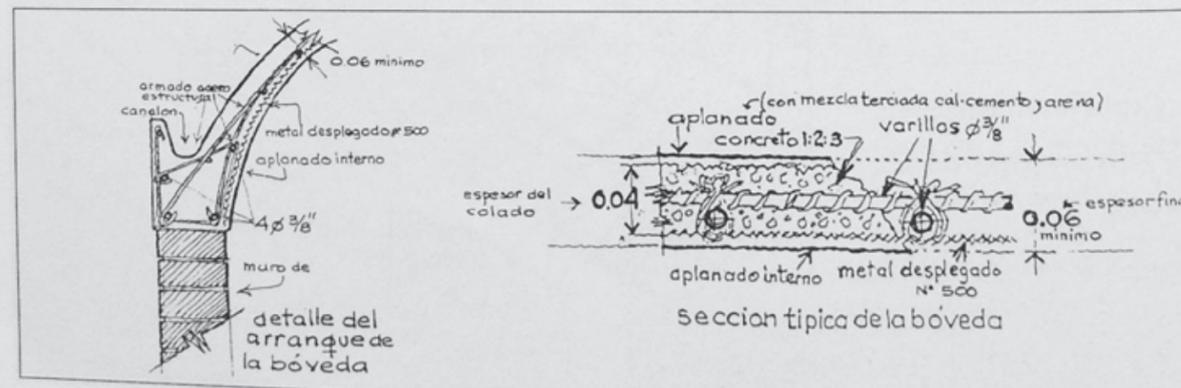
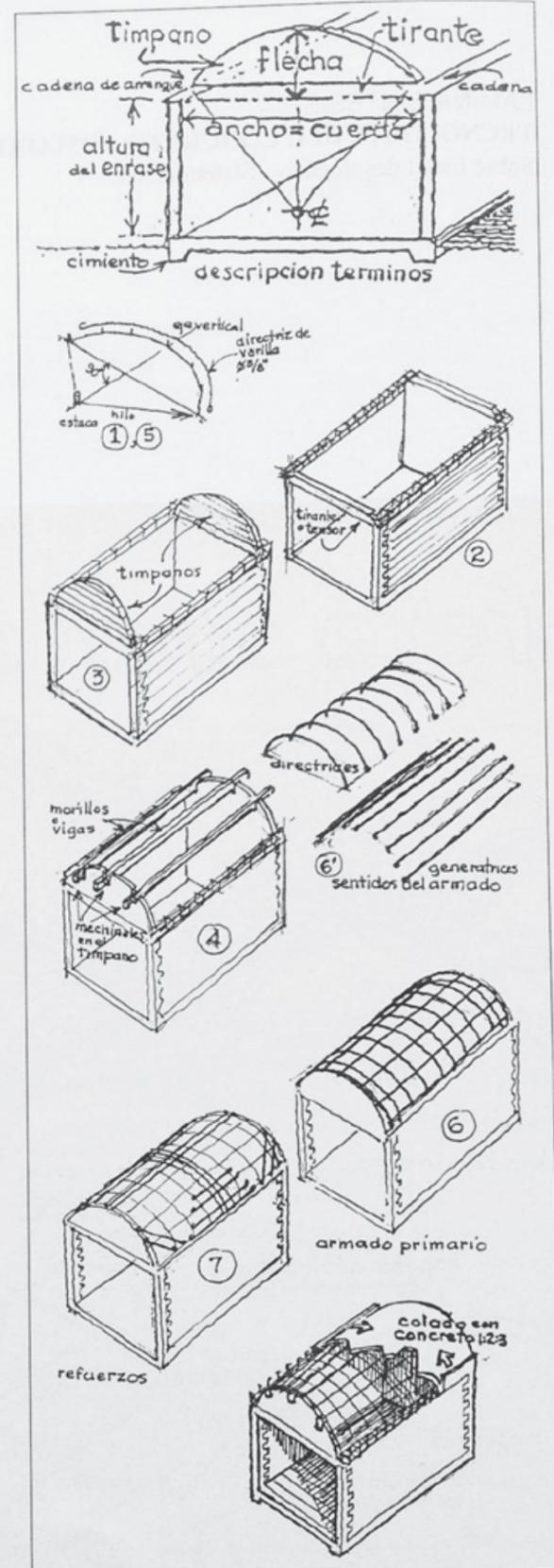
-Bajo el amazón, se despliega el rollo de metal desplegado y se lo amarra, dejando traslapes de 10 cms. Se colocan 2 puntales de polín (o morrillo) por viga, y se les contraventea con torzales de alambre retorcido o tablas.

- Se procede al colado, empleando concreto 1:2:3 con agregado grueso de 3/4" (confitillo), un espesor de 0.04 m sobre el metal desplegado y repleándolo o aplanándolo según las generatrices (rectas).

- En las cadenas del arranque de las bóvedas se forjan las canaletas para lluvia, y se dejan empotrados alambrones para las gárgolas. Se cura el concreto durante tres días y se aplanan por las dos superficies, lográndose una cáscara de 0.06m (mínimo) monolítica y con su acabado integral. Esta cubierta se puede impermeabilizar con varios métodos. Son muy resistentes si al aplanado superior se le agrega impermeabilizante integral.

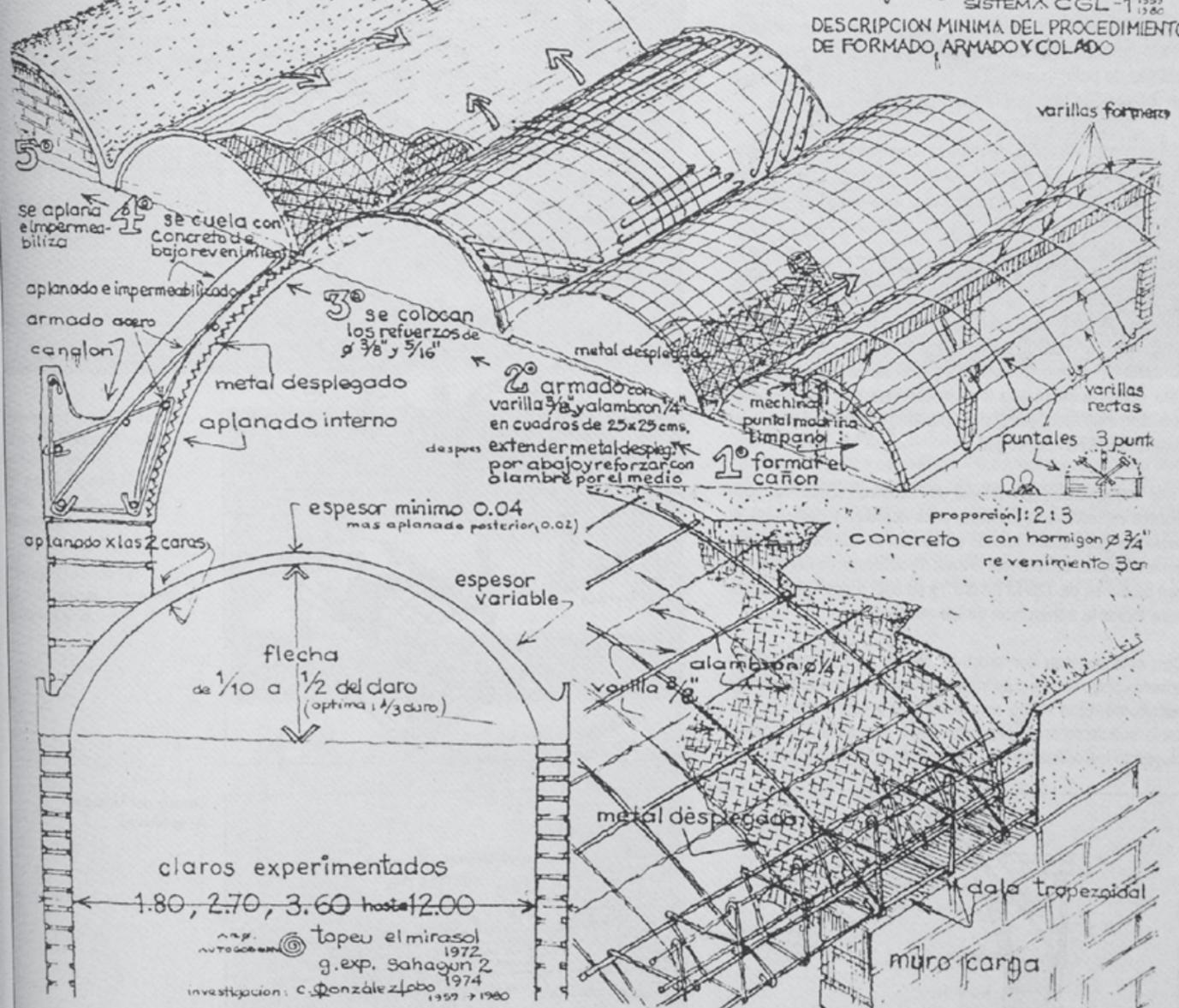
- Las bajadas de agua pluvial se resuelven dando las pendientes necesarias a los canalones laterales y bajándose al suelo por gárgolas, cadenas o bajadas de tubería. Para cargar los tinacos, se refuerza el área de descarga de los muretes con bastones de 120 (o de 3/8") y se deja rugoso el concreto para lograr la adherencia de los muretes.

Con este sistema constructivo CGL-1, se pueden realizar además, todo tipo de cubiertas de diversas geometrías y hasta esculturas. Esto se ha experimentado y construido con eficacia suficiente en el cascarón de la iglesia del Marisol. Incluyendo las aplicaciones después de la fatídica jornada del



concreto armado bóvedas de metal desplegado sin cimbra

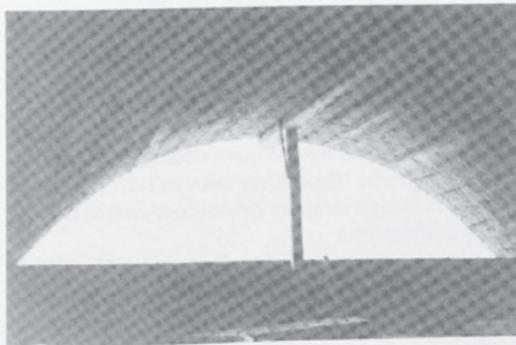
SISTEMA CGL-1 1952
DESCRIPCIÓN MINIMA DEL PROCEDIMIENTO DE FORMADO, ARMADO Y COLADO





Acabado Interior de la Bóveda Integral Monolítico y Tradicional Vivienda Ajusco D.F. Arq. María Eugenia Hurtado A.

Detalles básicos del procedimiento constructivo Sistema CGL - 1



Solución del acabado interno.



19 de septiembre de 1985, desde 1959 a la fecha, ya son 28 años de que estas estructuras siguen en uso, construidas con mano de obra sin calificación especial y con costo mínimo y competitivo. Inclusive, hemos desarrollado la posibilidad de que las bóvedas sean armadas y forjadas en el piso (prefabricado en sitio) y luego izadas, enderezadas y colocadas. Así usamos la mano de obra que puede trabajar en el suelo y no podría hacerlo sobre andamios y tendidos.



7. Bóveda y piezas prefabricadas a pié de obra

Como un segundo modo de aprovechar el sistema de hormigón armado sin cimbra sobre metal desplegado, para usar la fuerza de trabajo que no podía trabajar en condiciones de seguridad en lo alto de los andamios amarrando y desplegando el rollo de metal, reduciendo además el tiempo de realización de este trabajo, hemos desarrollado un método de prefabricación del armazón metálico en el suelo; luego lo izamos y unimos a las cadenas y castillos de refuerzo, colocándolo como el procedimiento anterior y con iguales resultados.

1. En este caso, se forja un molde de tierra y cascotes en el piso, en la cercanía de la obra y con la geometría de la bóveda propuesta. Se aplana con una mezcla de cemento-arena en proporción 1:5. A este molde lo llamamos "burro".

2. Sobre el molde se colocan las varillas directrices (curvas) previamente moldeadas en un trazo en el piso, con una separación de 0.70m.

3. Encima de las varillas directrices se colocan las varillas rectas (generatrices) con una separación similar, y se amarran con alambre recocado.

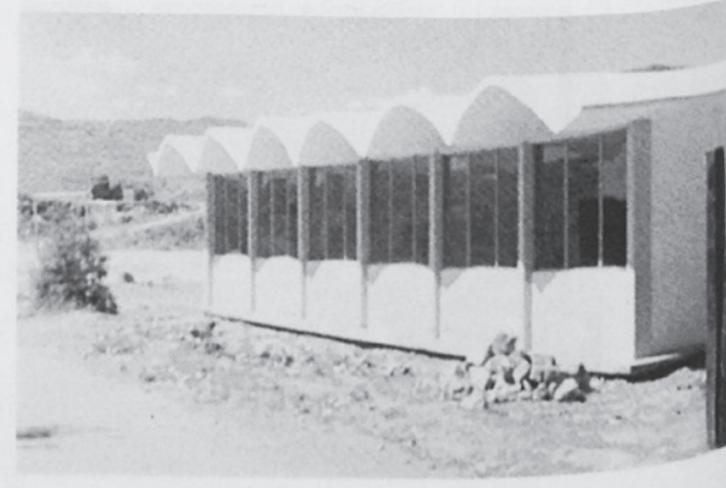
4. Se coloca sobre este armazón primario, malla electro-soldada 10-10, con traslapes entre las secciones de malla de 2 cuadros. Por encima se colocan los refuerzos que nos indica el cálculo específico (las cruces ortogonales, las cruces diagonales, los refuerzos a 45° las parábolas para el flambéo en los centros de arranque), y se forjan los tímpanos o tirantes, amarrando con alambre el armazón en conjunto.

5. Se saca el armazón del molde, volteándolo como una lancha y se coloca en su interior el metal desplegado N° 500.

6-7. Se iza hasta ocupar su puesto encima de los muros y soportes verticales y se procede a unir las puntas de los castillos o columnas con el armazón pre-armado, uniéndose también a las cadenas de liga sobre los muros o en los bordes.

8. Se procede al colado como en el caso anterior. Este procedimiento lo hemos experimentado varias veces, incluso en un programa de vivienda en el Pedregoso San Juan del Río, Querétaro, con resultados muy satisfactorios. Sin embargo, queremos consignar especialmente su uso en la construcción de escuelas por medio de autoconstrucción en el Estado de Oaxaca, método que ha desarrollado brillantemente el arquitecto Miguel Angel Bautista Reyes, quien ha realizado la escuela completa incluyendo los muros a través de este procedimiento.

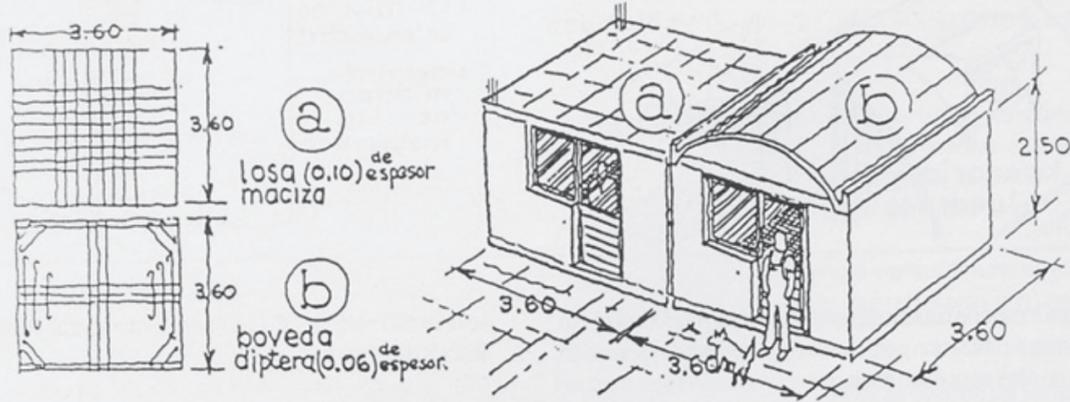
También hemos usado este procedimiento de pre-arma en el piso con otras piezas que facilitan y abaratan la construcción popular.



Prefabricación de bóvedas y piezas de concreto armado sobre metal desplegado

Izado de la bóveda prearmada y la acabada de la escuela primaria 13 de Arq. Miguel A. Oaxaca, Oax.

bovedas dipteras de CONCRETO ARMADO SOBRE METAL DESPLEGADO



Análisis comparativo de una habitación techada con losa plana de concreto reforzado (arquetípica) y una techada con bóveda diptera de concreto. Sist. CGL - 1

conceptos:		a) losa maciza	b) bóveda diptera	ahorro en la bóveda:
COMPARACION ENTRE LOSA MACIZA Y BOVEDA DIPTERA	suelo-cimiento muros dala perimetral	igual	igual	0
	concreto f'c 200	1.29 m ³	0.85 m ³	-0.44 m ³ → -34.1%
	acero estruc.	84.21 kg.	48.40 kg.	-35.81 kg. → -42.5%
	muro timpano	0	3.63 m ²	+3.63 m ² → +10.0%
	cimbra	nec. para 12.96 m ²	14.18 m ² met. desplegado 3 vigas y 6 puntales	equiv. -8.5 m ² → -65.5%
	volumen habitable	32.40 m ³	45.23 m ³	increment. 39.59% +

Definamos ahora el monto real del costo dado que la cubierta es unicamente el 60% del costo del cuarto habitable típico (CO. CG MEXICO/83)

concreto	18%	18 uc.	-34.10%	11.86 uc.	COSTO FINAL DE LA BOVEDA DIPTERA 32.54 uc. Ahorro = 45.77%
acero	27%	27 uc.	-42.50%	15.52 uc.	
cimbra	15%	15 uc.	-65.58%	5.16 uc.	
≤ costo ⇒	60% = 60 uc.	Ahorros parciales ≤ = 32.54 uc.			
	Soluc. tradicional	Alternativa bóveda diptera cgl-1			

Nota: Suponiendo que el costo de la habitación es 100 unidades de costo y la cubierta plana cuesta el 60% esto es = 60 u.c.

El objetivo de la comparación es conocer y utilizar las ventajas diferenciales de una alternativa constructiva y aprovecharlas.

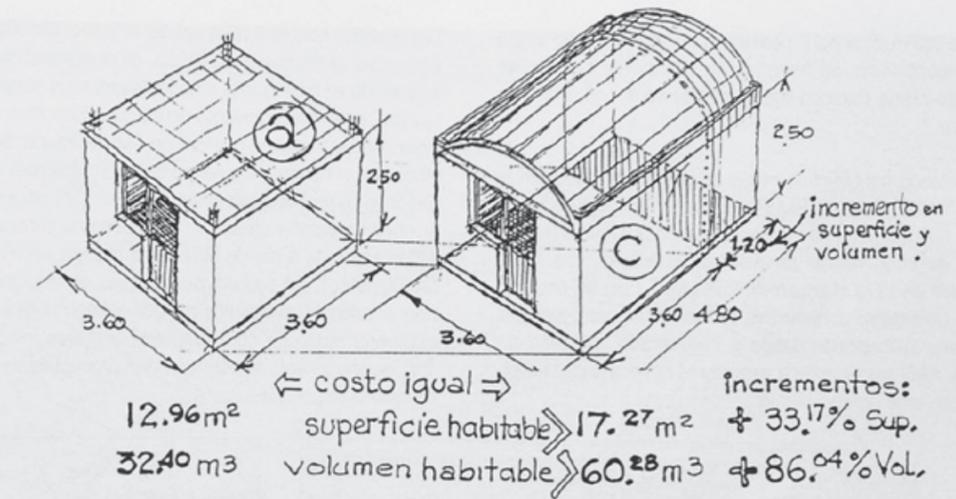
El costo real de la habitación estudiada es:

a) CIMENTOS Y PISO	15.00 u.c.	13.00 u.c.	SUELO-CIMIENTO MUROS, VENT. Y PUERTAS TAMPANOS BOVEDA DIPTERA CGL-1
b) MUROS, VENT. Y PUERTAS	25.00 u.c.	25.00 u.c.	
c) CUBIERTA CONCRETO EQUIV. AL COSTO REAL ⇒	60.00 u.c.	32.54 uc.	
	100 u.c.	73.06 uc.	← COSTO ALTERNATIVO

Si 12.96 m² Sup. precio unitario = 7.71 u.c./m² vs. 5.63 u.c./m² precio unitario alternat.

ASÍ LA VENTAJA DIFERENCIAL SE PUEDE USAR DE DOS MANERAS:

Si el costo 100 u.c. expresa el límite posible para el habitante, entonces con la alternativa se pueden construir: Una habitación de 17.27 m² o sea una habitación de 3.60 x 4.80 m. que tendría 4.3 m², o sea con un 33.17% de más que el habitáculo tradicional.



ASÍ SE CUMPLE EL PROPOSITO DE NUESTRA INVESTIGACION: LOGRAR EL ESPACIO MAXIMO CON COSTO MINIMO.

La segunda manera es, si suponemos un capital social limitado (políticas sociales de vivienda), entonces el ahorro representa que por el costo de 3 viviendas (pie de casa) con nuestra alternativa se construirían 4 viviendas, o sea la cobertura se ampliaría en un 33% de más! OJALA. cgl/83

El argumento del Espacio Máximo-Costo Mínimo

Con objeto de garantizar las ventajas económicas de nuestro procedimiento, introduciremos aquí un análisis comparativo entre la losa maciza de concreto armado y la bóveda diptera de concreto armado sobre metal desplegado (sin cimbra), sistema CGL - 1.

Así vemos cómo, usando este sistema tecnológico alternativo, podemos contruir un espacio máximo (con 21% más de volumen habitable) y con un costo mínimo (ya que se ahorra 34% en concreto, 42% en acero y un 65% del costo de la cimbra), lo que en términos de "apropiado" para el autoconstrutor de escasos recursos, representa



una solución que potencia su posibilidad estricta de techar, y se construye de "material", como lo demandan los usuarios.

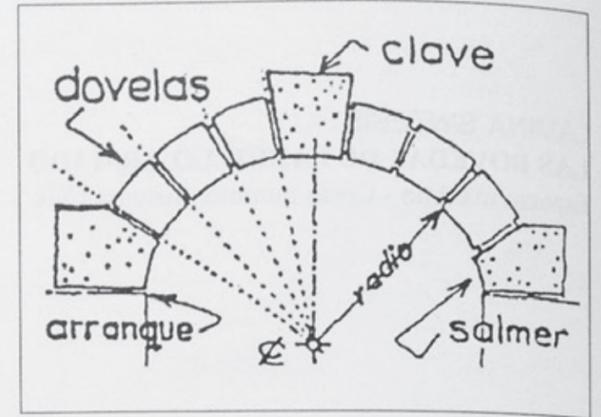
Si trasladamos a costos estos porcentajes, en la construcción del cuarto redondo, en unidades de costo que toman el precio del m² de muro como base y debido a que esta solución demanda un incremento del 10% de la superficie de muros, la comparación resulta así:

En la solución a) la losa maciza cuesta 70.24 u.c. mientras que en la solución b) de bóveda diptera cuesta 57.02 u.c. Con ello, la solución alternativa cuesta 18.82% menos y ofrece un incremento espacial del 21%.

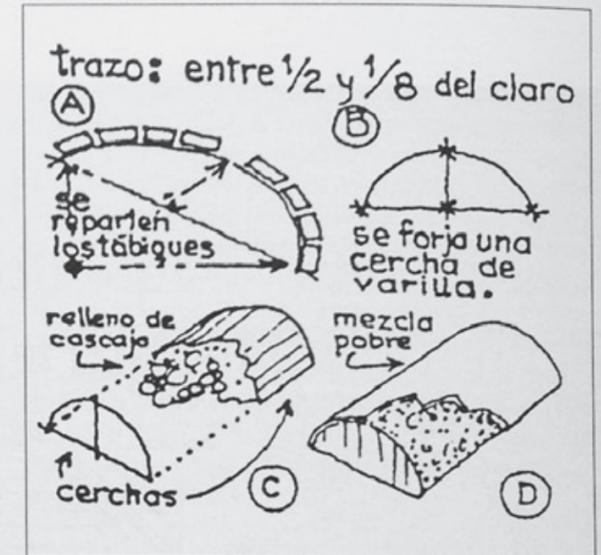
La solución para construir la bóveda parte de imaginar su cañón y cortarlo a la mitad longitudinalmente, por la generatriz de la "cima", a la que llamaremos clave y que a cada uno de los brazos (dípteros) de la bóveda, los descompongamos a su vez en cortes por las directrices, en bandas cilíndricas como "plintos", a los que por analogía con el arco de la estereotomía llamaremos dovelas (una dovela que va del arranque, salmer, a la clave).

Estas dovelas se prefabrican en el suelo, sobre un molde, dejando provisiones para unirlos en la bóveda mediante colados de concreto armado, logrando una bóveda cilíndrica monolítica.

La dovela está compuesta por dos hileras de tabique (en capuchino) en torno a una junta de concreto de 0.04m, una varilla de 5/16", y en la dirección de las generatrices tienen los tabiques alineados dejando entrecalles de 0.03m en los que se aloja un "torzal" de alambre recocado de 3 hilos.



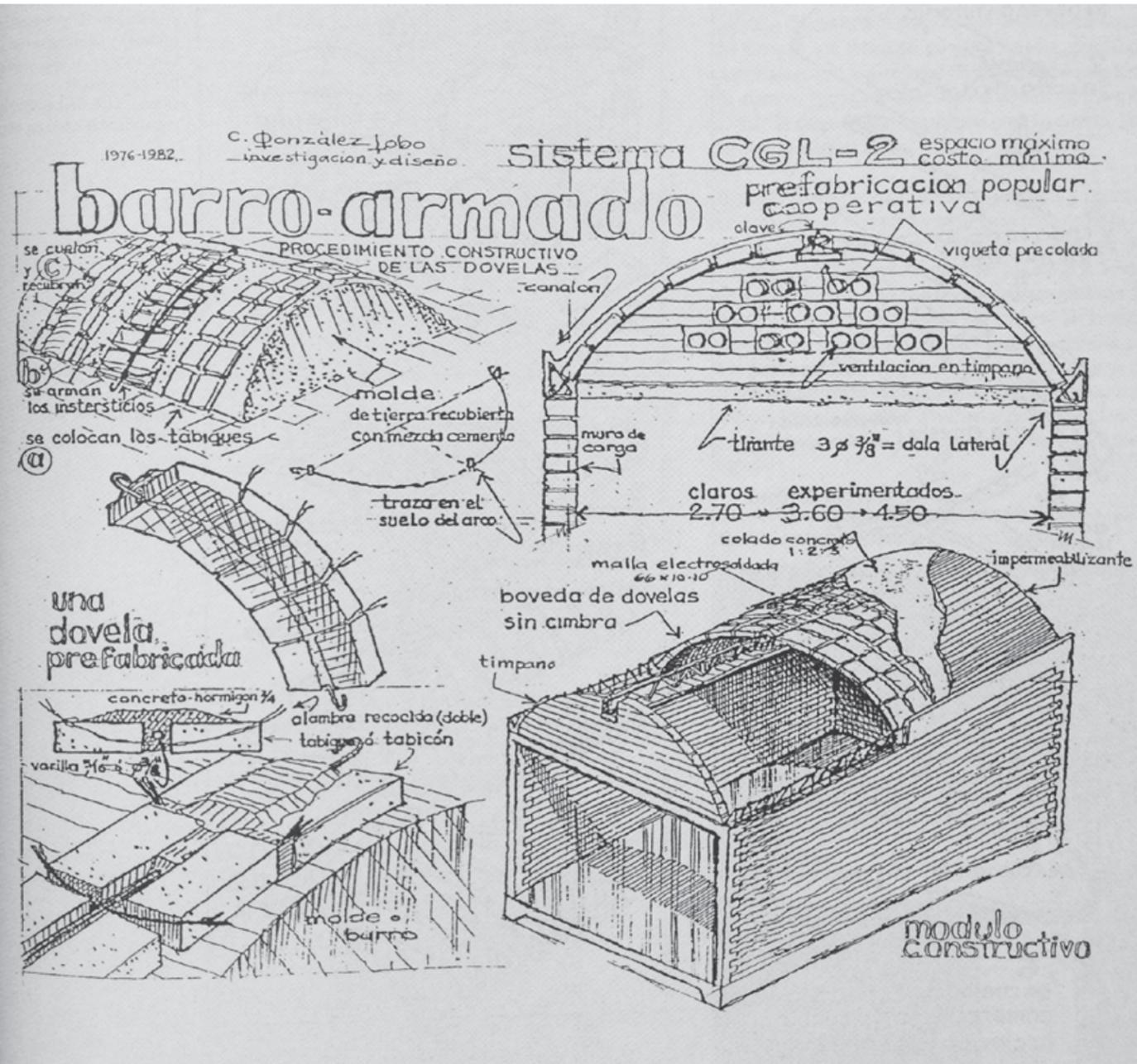
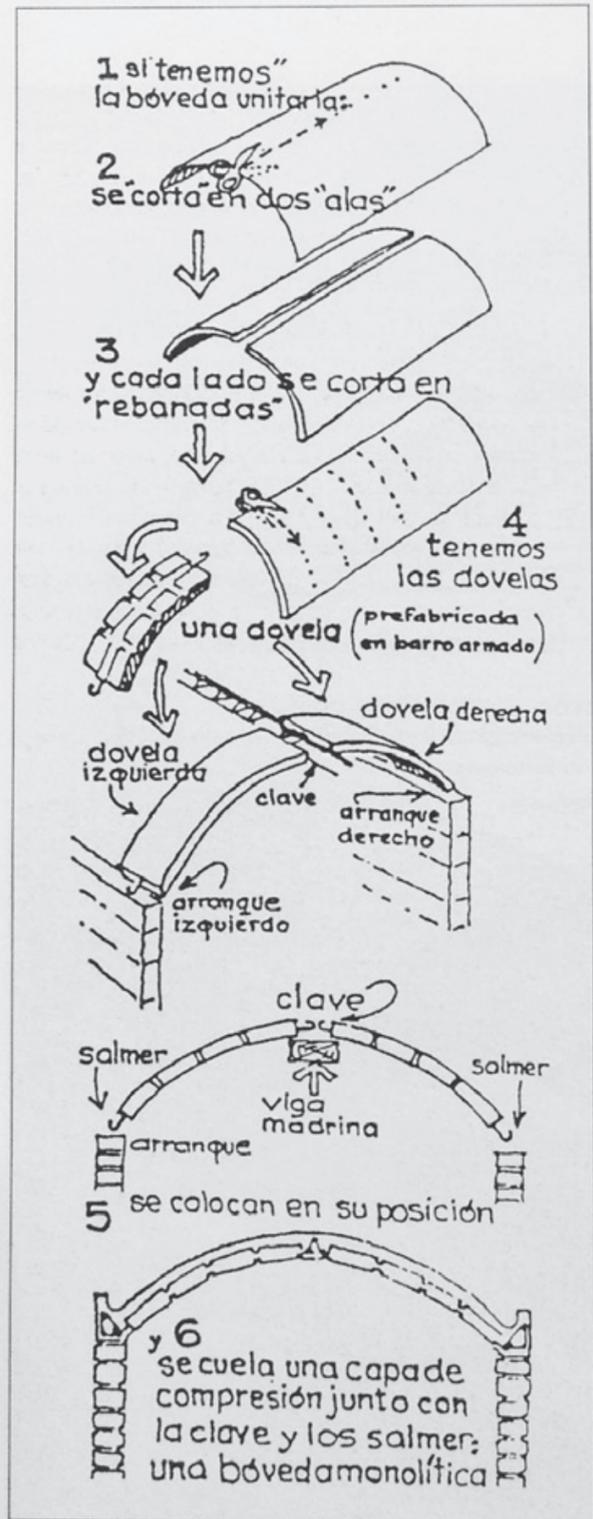
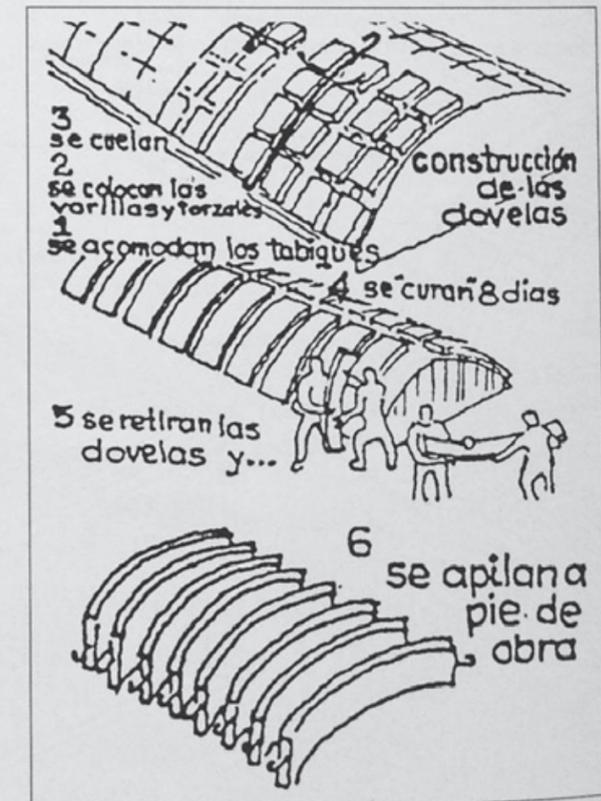
Analogía con el arco tradicional.



Descripción puntual del proceso analítico y constructivo:
a) El concepto de la bóveda y el sistema de prefabricación (piezas) y su montaje constructivo en obra.
b) El proceso de construcción de las dovelas prefabricadas a pie de obra.

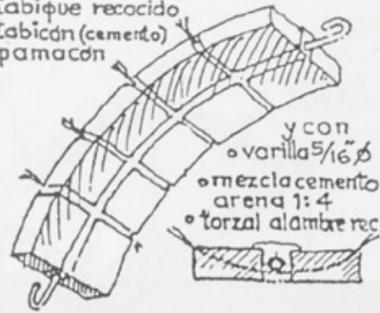
Construcción del módulo constructivo.

Construcción de las dovelas.



PRIMER PASO DE TRABAJO: Trazar la curva de la bóveda, hacer el molde y construir las dovelas, curarlas y apilarlas.

- con:
- tabique recocido
 - tabicón (cemento)
 - pamacón



La dovela.

Descripción del procedimiento de construcción

-Se calcula o determina la curvatura conveniente o deseada, pero con una relación cuerda-flecha no menor de 1:8 y la más económica de 1:4 (la más armoniosa para el usuario sentado es, para 3.60m de cuerda, la de 1:3.33).

-Se coloca el trazo sobre el piso y se ajusta a una distribución de los tabiques, dejando para la clave una sección de 0.10m de ancho.

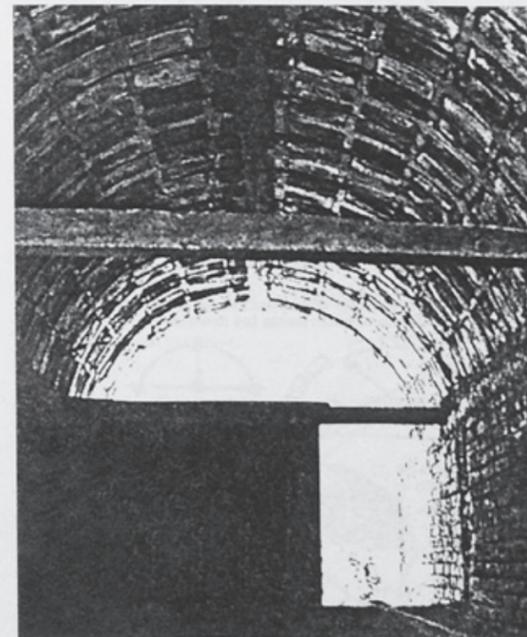
Se doblan varillas sobre ese trazo, tanto para dovelas como para hacer unas cerchas de varillas.

Con las cerchas sobre el suelo, se rellena con tierra o cascajo hasta moldear la sección cilíndrica de la bóveda, dejando libres 0.03m, los que se aplanan con mezcla de cemento-arena 1:6 y se afinan con reglas, de cercha a cercha. A esto lo llamamos "burro" y se puede hacer del largo necesario, y aún varios burros, con pasillos para trabajar con comodidad entre ellos en obras muy grandes.

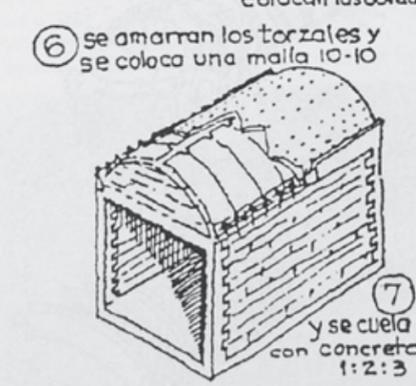
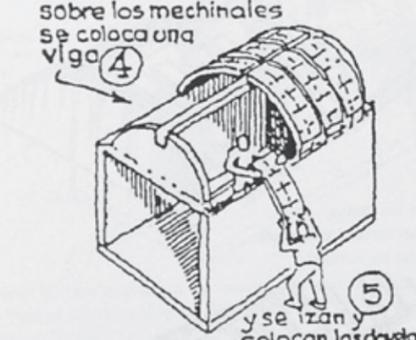
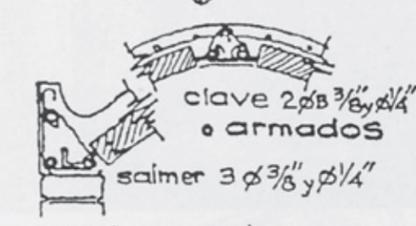
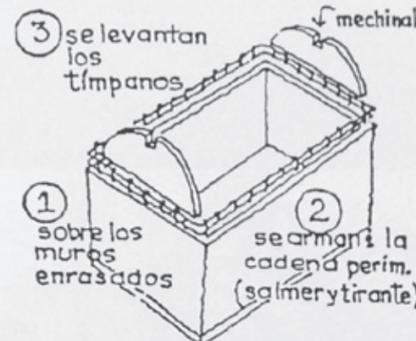
Para hacer las dovelas, se colocan sobre "el burro", papeles de bolsa de cemento húmedos, que sirvan de separadores. Se alinean los tabiques de cada dovela, poniéndolos piedrecillas como separadores. Se arman primero los torzales de alambre retorcido y después las varillas; se cuelgan las juntas. Se dejan 6 días, mojándolas para su curado. Se retiran las piezas y se apilan.

Teniendo los muros de cadena, el perimetral y contruidos los tímpanos, se deja un mechinal en la cima de cada uno y por ella se pasa una viga de 0.10m x 0.20m con un puntal o dos en su longitud, contraventeados; se coloca la armadura de la cadena-clave y se izan las dovelas apoyándolas sobre la viga y sobre la cadena salmer, se retuercen los torzales de alambre para unir todas las piezas. Se coloca sobre la superficie terminada una malla electro-soldada (10-10) y se cuela integralmente (los salmers, la bóveda y la clave), rellenándose además la junta entre las dovelas, la que hemos taponado con polyducto, sobre la bóveda con una capa de 0.03m de espesor.

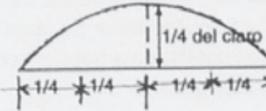
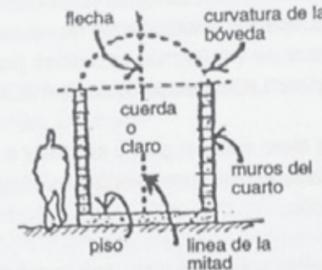
Se procede a curarla como una losa de concreto. La viga central (madrina), se puede retirar en 6 días.



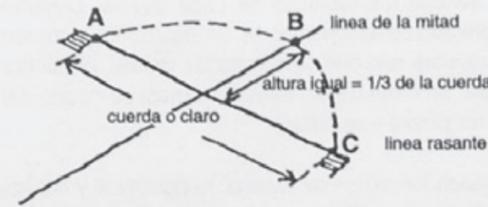
c) El procedimiento de preparación del enrase, el izado, los elementos de liga y el montaje de una bóveda integral de ladrillo y concreto reforzado.



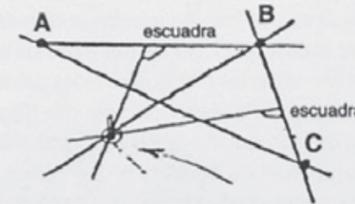
Vista interna de la bóveda ya colada.



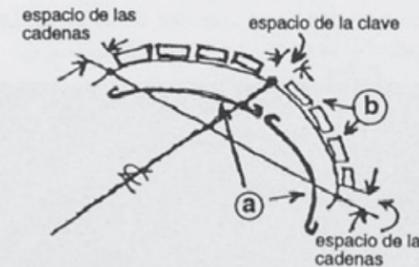
La altura de la bóveda es recomendable entre 1/4 y 1/3 del claro. El límite máximo es 1/5 del claro.



Se trazan líneas rectas de A a B, y de C a B, se saca la mitad de estas líneas y a partir de ahí se trazan unas líneas en escuadra.

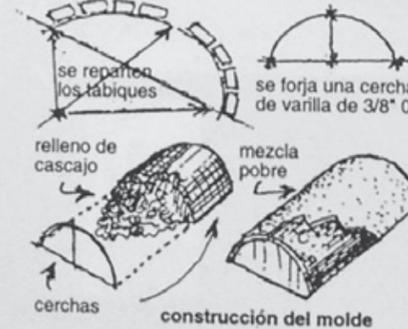


Se localiza el centro que es el lugar donde se juntan las líneas a escuadra que se trazaron anteriormente.



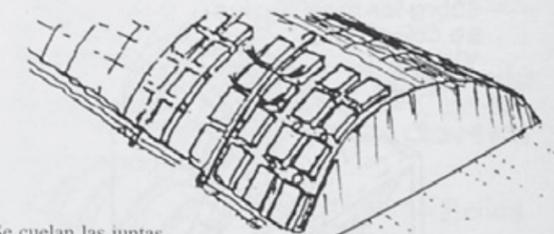
Se traza el arco curvo a partir del centro localizado.
a) Se dobla una varilla de 3/8" según la curvatura trazada.
b) Se calcula la distribución de los ladrillos.

proceso de construcción de la bóveda desde el trazo hasta las dovelas

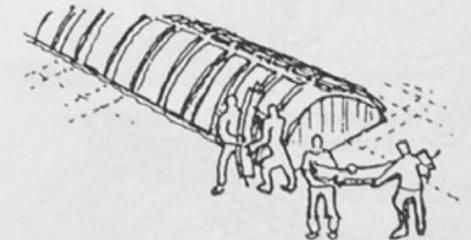


La construcción de la bóveda.

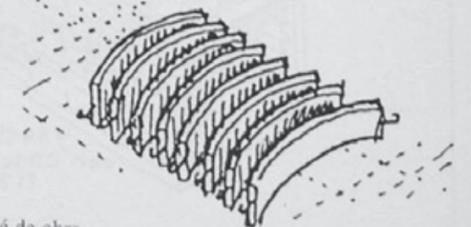
La colocación de los ladrillos en el molde.



Se cuegan las juntas.
Se colocan varillas y torzales.
Se acomodan los ladrillos.

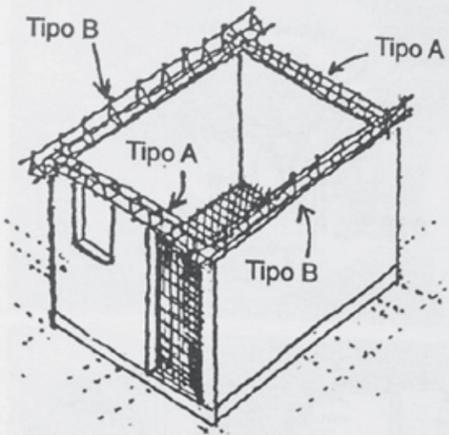


Se mojan 3 veces al día durante una semana.
Se retiran las dovelas.

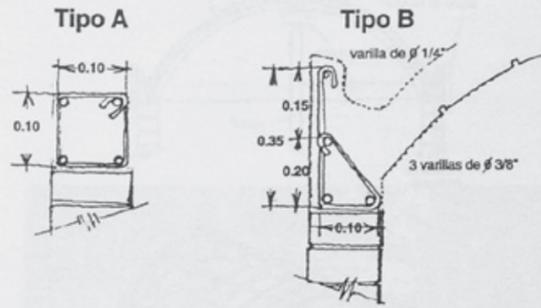


Se apilan al pié de obra.

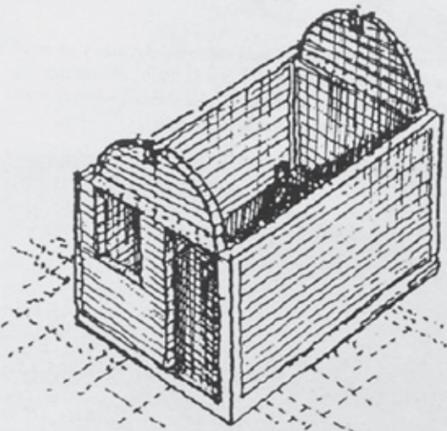
SEGUNDO PASO DE TRABAJO: Enrasar el cuarto, las cadenas, los timpanos y mechinales para la cimbra.



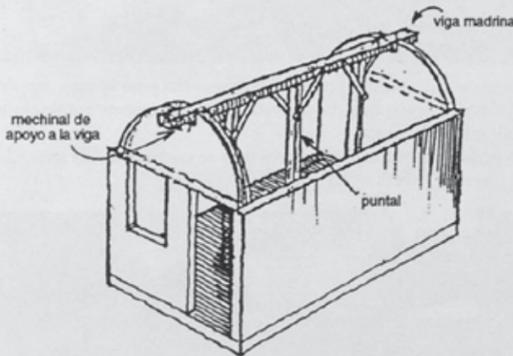
Se arman las cadenas sobre los muros enrasados. Se cuelan las cadenas bajo las "piñas" o tímpanos.



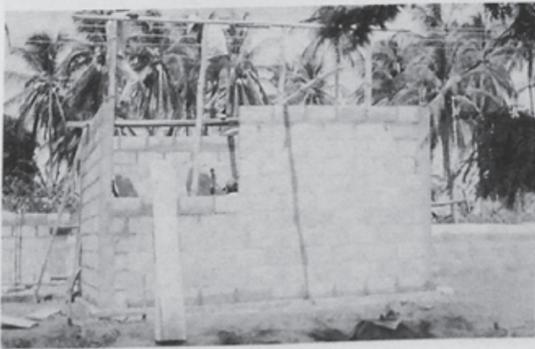
Se arman y colocan las cadenas de liga.
 a) Las que van en la pared del lado corto que tiene arriba la "piña" o tímpano.
 b) Las que van a los lados o arranques de la bóveda.
 Nota: Las cadenas llevan más anillos en los extremos de cada lado, se ponen 3@5; 3@10; 3@15 y el resto @20.



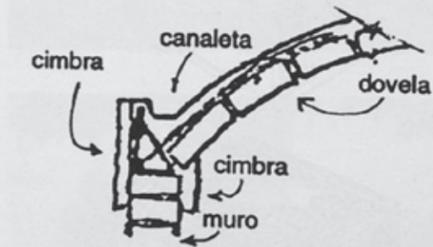
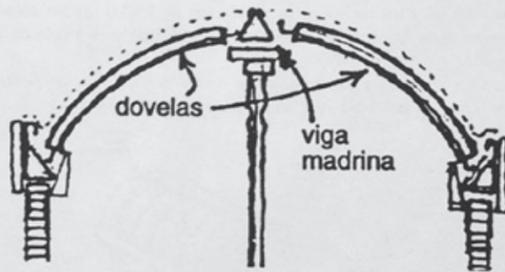
Se levantan los muros de los tímpanos. Se dejan en la parte superior los huecos para colocar la viga maestra llamados "mechinales".



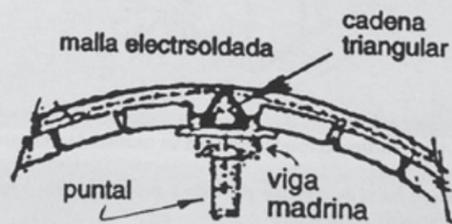
Se coloca la viga maestra en los "mechinales" y se apuntala. La punta de la viga se prolonga después del "mechinal" 35 cm para cargar la dovela que "vuela". Se suben o "izan" las dovelas, apoyandolas por un lado en las cadenas de arranque y por el otro en la viga maestra. Se coloca la cadena de la clave ligándola a las puntas con gancho de las varillas de las dovelas.



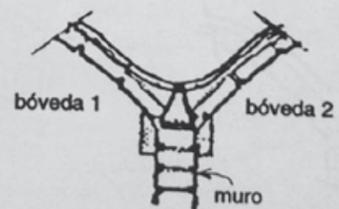
Vista de la viga maestra sobre los muros enrasados, para recibir dovelas.



En los costados cadena de arranque.

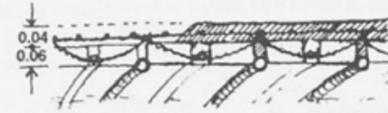
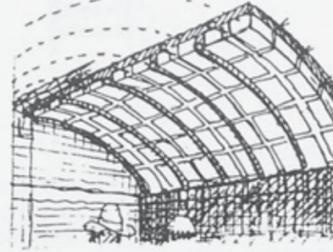
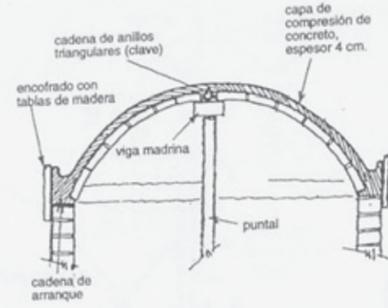


En el centro la cadena clave.

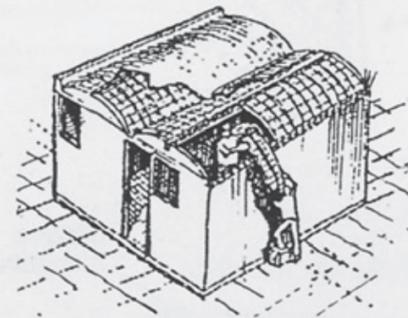
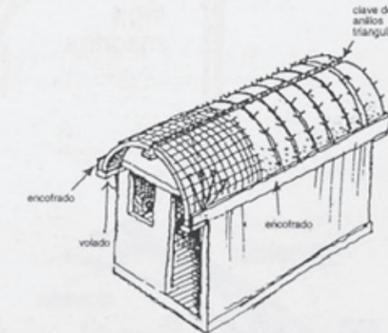


Entre dos bóvedas contiguas se coloca una cadena de unión (sobre trabe o muro de carga).

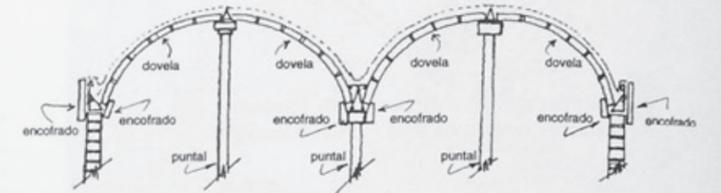
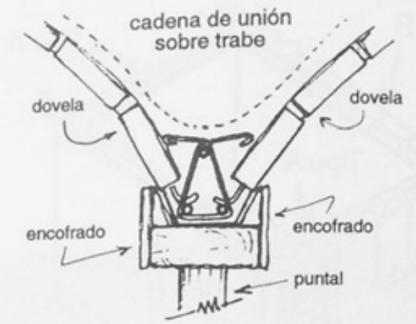
TERCER PASO DE TRABAJO: Unir las dovelas con las cadenas y entre ellas, colar la capa de compresión.



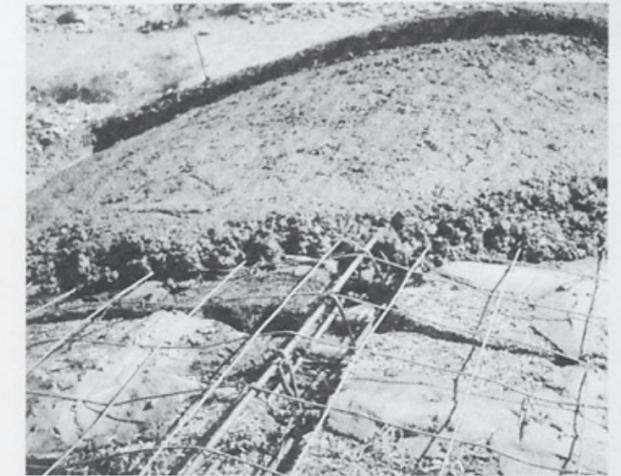
corte longitudinal de la bóveda que muestra las dovelas precoladas, las varillas y los torzales, los poliductos de 3/4" o usados como cimbra entre las dovelas, la malla electrosoldada y el colado de 4 cms. de espesor. La viga maestra y los puntales se retiran a los 8 días así como los tubos de producto que se pusieron para el colado.



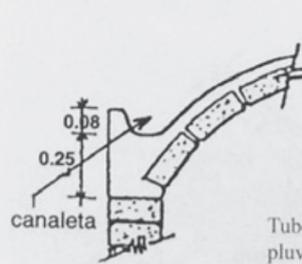
Se cuelan sobre las dovelas una capa de compresión de concreto 1,2,3, de 4 centímetros, conjuntamente con las cadenas de arranque y la clave. Se emplea un bulto de cemento por cada 4 botes alcoholeros de arena y 6 botes de grava de 3/4"



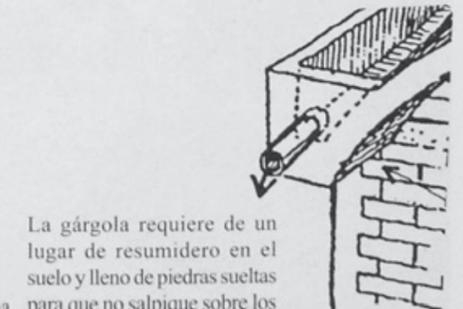
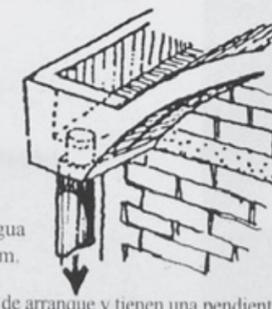
Se coloca una malla electrosoldada sobre las dovelas y se amarran las puntas de los torzales entre si y con la malla, asegurando la liga de acero en todas las direcciones y se doblan sobre la malla, las puntas de los castillos en forma de abanico.



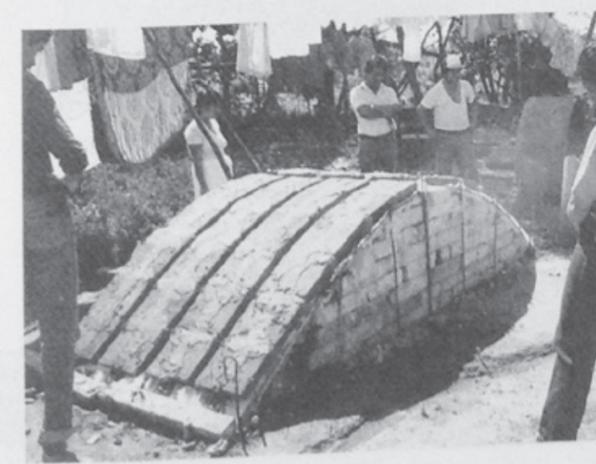
Asegurarse de que la mezcla esté bien revuelta y no se usen más de 40 litros (2 botes) de agua por cada bulto de cemento empleado y batir o mezclar bien. Se deja un acabado aplanado cerrado y se cura por 6 días mojando el concreto 3 veces al día.



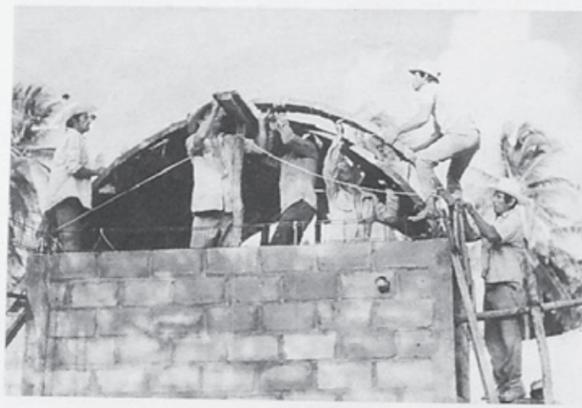
Las canaletas se forman con la extensión de las cadenas de arranque y tienen una pendiente mínima de 1.5 cm por cada metro y pueden bajar en los extremos o por un tubo o por una gárgola.



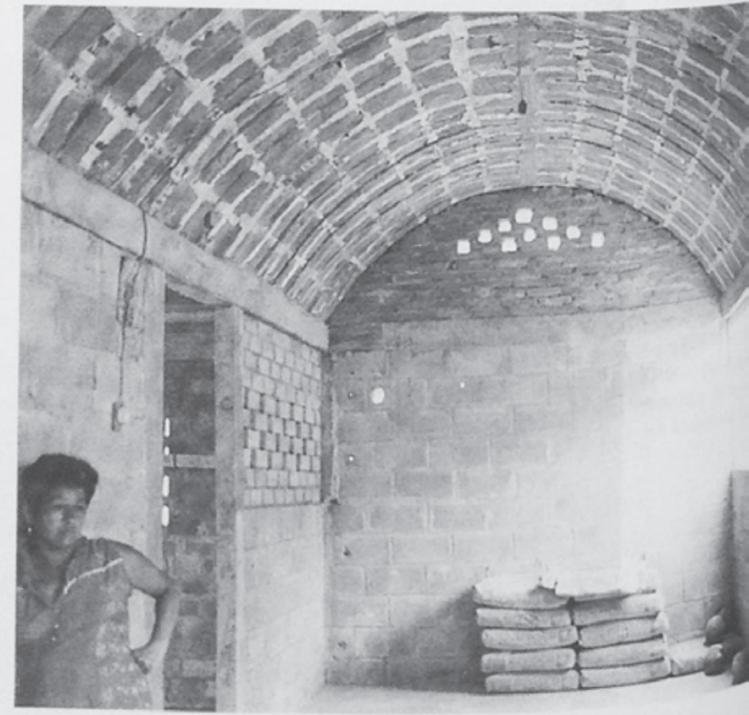
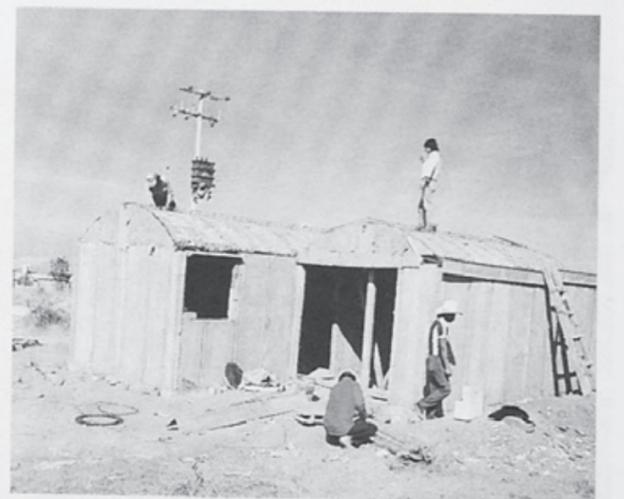
Uso de las canaletas desalojo de agua de los techos de bóvedas.



SECUENCIA FOTOGRÁFICA:
Del primer paso del trabajo
Construcción de las dovelas en el piso.



SECUENCIA FOTOGRÁFICA:
De los pasos segundo y tercero del trabajo
Izar las dovelas, amarrarlas y colocar la capa de
compresión.



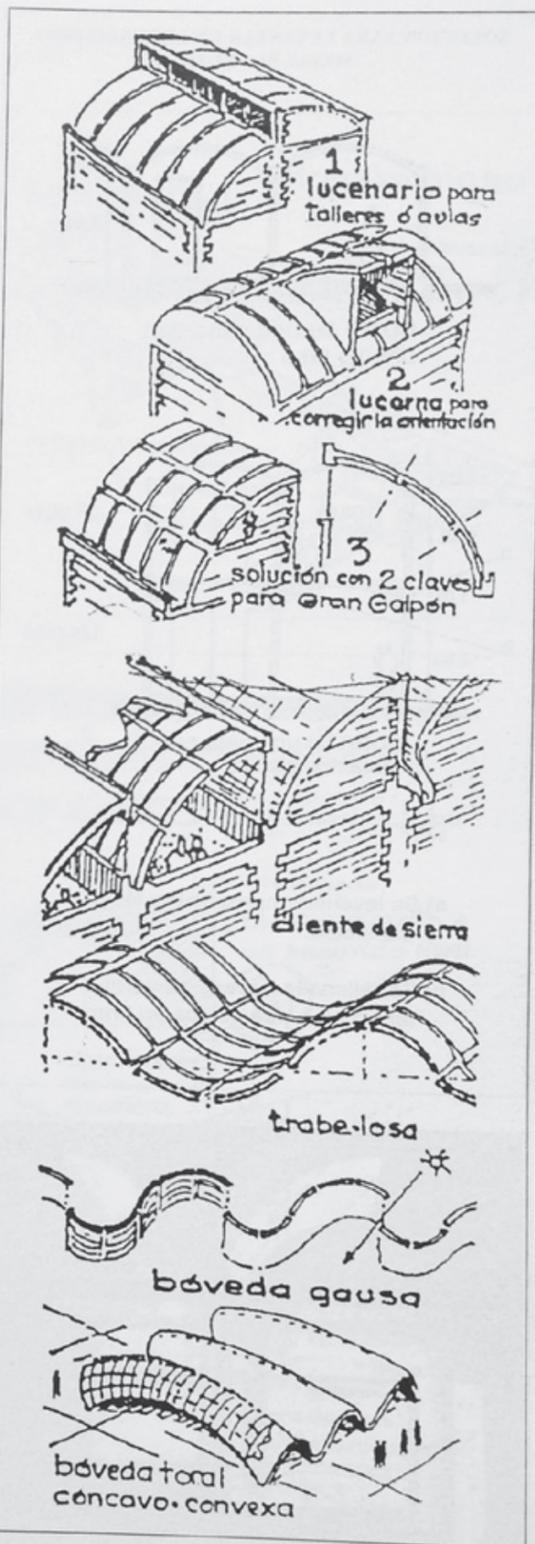
Con este sistema de cubiertas, hemos tachado no sólo viviendas populares, en que al cañón cerrado lo hemos abierto con lucarnas, o previsiones de crecimiento con paso removible para la escalera. Además las hemos realizado en gran galpón, con dos "claves"; y actualmente las aplicamos a cubiertas en dientes de sierra para áreas productivas.

Pero también con las mismas piezas, se pueden construir bóvedas torales de doble curvatura, o bóvedas "gausas" como las del Ingeniero Eladio Dieste, que actualmente intentamos para el Centro Social del Mirasol, Estado de México.

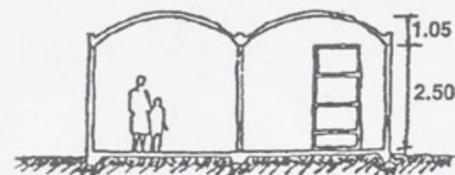
Este procedimiento se ha utilizado, además de en un programa de apoyo a la vivienda popular en la ciudad de México, en San Juan del Río, Querétaro, y en comunidades rurales del estado de México y Tabasco, en la construcción de edificios comunales que requieren de claros mayores. Por ejemplo, en San Mateo son de 4.50m x 14.00m; en el mercado de "las Rocas" son de 4.50m x 6.00m; y en la iglesia de Xico, Estado de México, cada cubierta es de 4.80m x 9.00m.

Estas estructuras sufrieron el sismo de 1985 sin presentar ningún daño, pese a las diferencias de suelo en los tres casos. Además hemos podido constatar que el sistema funciona igual con el uso de tabique de barro, el tabicón ligero de cemento-arena o el uso de tabiques de pamacon (panel de madera y cemento), por lo que podemos señalar que la versatilidad de los materiales disponibles se cumple aquí como tecnología apropiada.

En cuanto al costo, si usamos la convención de la u.c. (unidades de costo comparativo), un muro de tabique cuesta 1.00 u.c. y la losa maciza cuesta 2.92 u.c.; la bóveda de concreto sin metal desplegado nos cuesta 1.90 u.c. y la de barro armado cuesta 1.48 u.c. Los argumentos del apartado anterior son igualmente legítimos aquí, tanto en el gran galpón, como en la comparación entre losa plana y bóveda. La razón de usar uno u otro sistema, es que si hay que emplear mano de obra calificada, la bóveda de barro requiere de más horas-hombre que la de metal desplegado, por lo que resulta más cara; pero si hay población dispuesta al trabajo solidario, entonces el sistema de prefabricación popular cooperativa de barro armado es el sistema más apropiado y sin competencia en costo.



SOLUCIÓN PARA LEVANTAR UN SEGUNDO PISO SOBRE BOVEDAS



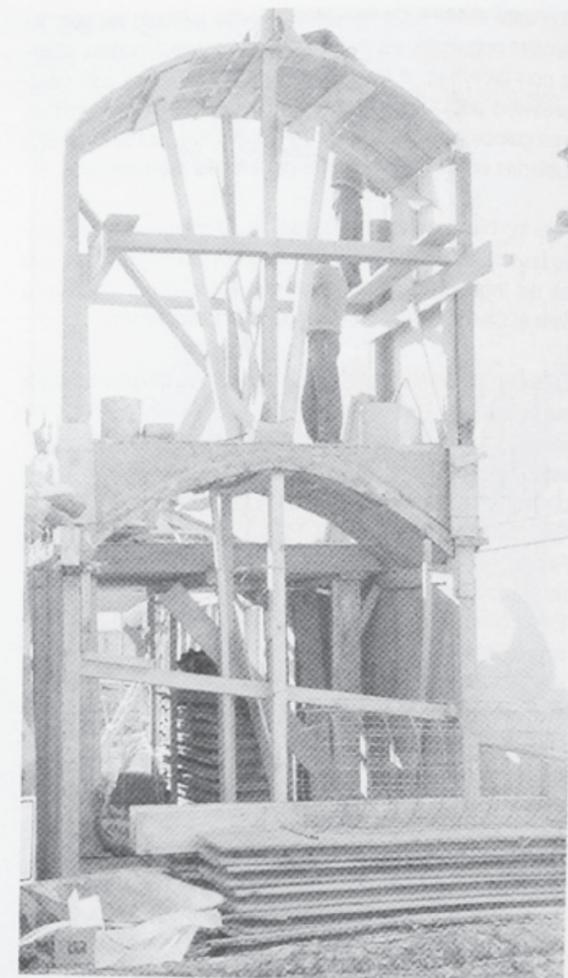
corte de una casa con un solo piso



corte de una casa que tiene dos pisos

a) Se levantan muros sobre las canaletas.

b) Se rellena la bóveda hasta nivelar un piso y se coloca un firme.

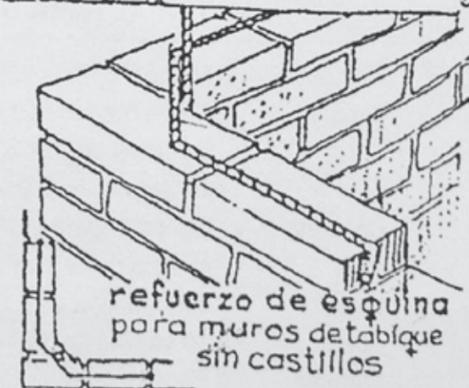
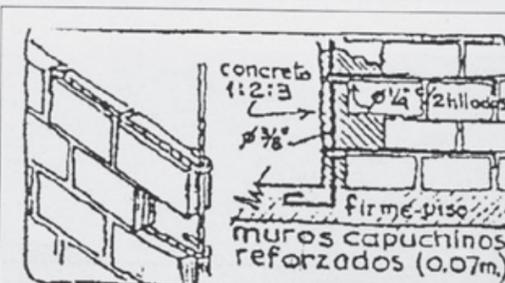


El tabique reforzado

Por último, queremos destacar algunas aplicaciones que, en la arquitectura popular, permiten reforzar con acero estructural mínimo a los muros de tabique.

-Los muros capuchinos reforzados con alambón de 1/4" para realizar mamparas con separación de 0.06m de espesor.

-Los refuerzos para esquinas de muros de tabique o columnas de tabique que con una varilla vertical y ligas de alambón logran marcos de suficiente rigidez a los cortantes del sismo.



Muros capuchinos reforzados (0.07 m) refuerzo de esquina para muros de tabique sin castillos.

MATERIAL PARA UNA BÓVEDA DE 3.00 X 6.00 m

Piezas:	40 piezas de dovela precolada (1.50 x 0.30m)
Cimbra:	1 viga madrina de 0.15 x 0.25 x 6.60m (empalmadas) 3 polines de 3" x 3" x 3.50 m 20 tramos de poliducto de 1.80m para tapar las juntas
Concreto:	Concreto para el colado integral (1:2:3) -1.88m ³ mezcla de cemento - arena (1:4) para las dovelas -0.32m ³
Ladrillo:	590 ladrillos de 0.26 x 0.06 x 0.13 (tabique rojo recocido o similar)
Acero:	10 varillas de 3/8" de diámetro
Alambre:	Para torzales y uniones; 12 Kg de alambre recocido

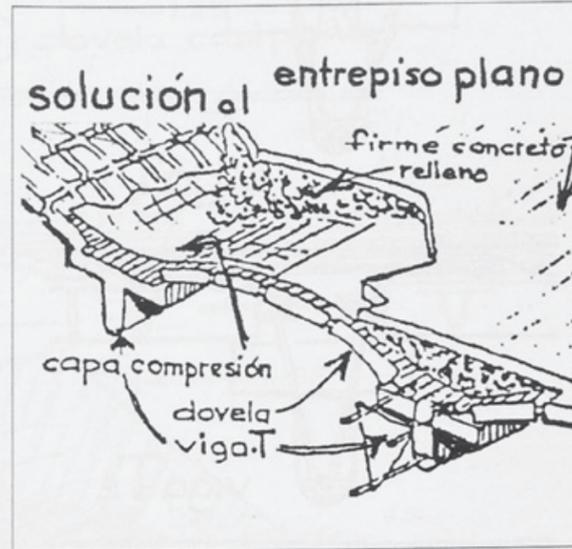
La Viga T y la solución al entrepiso plano

Dado que una de las demandas que nos hacen los usuarios son los entrepisos planos, buscamos una alternativa apropiada en barro-armado: la viga T combinada con dovelas casi planas, prefabricadas.

La viga T nos permite tomar la compresión con los tabiques y por el patín vertical de tabique alojar el acero y así, incrementar el momento de inercia de la pieza.

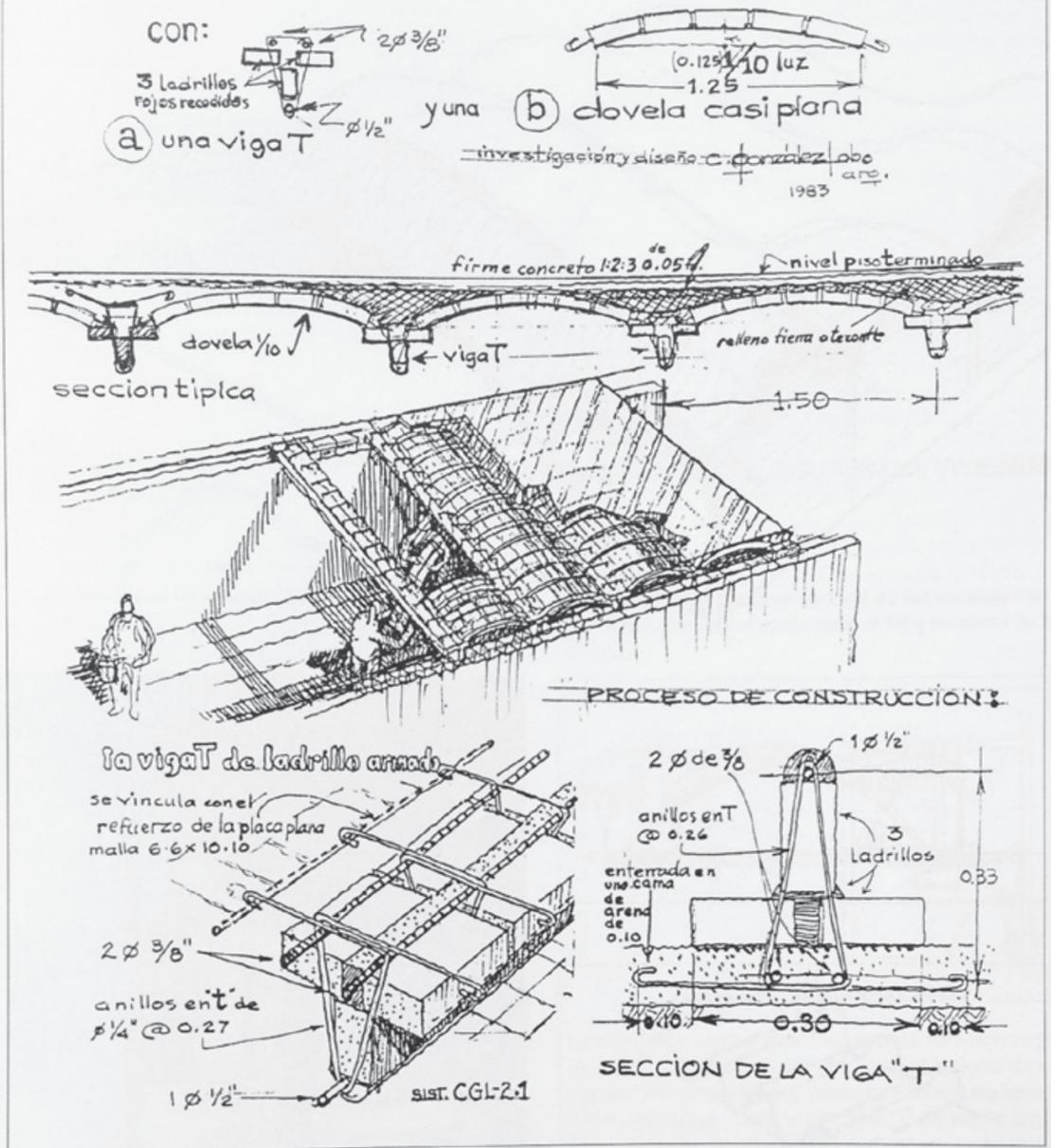
1- Se construye con el mismo criterio anterior, pero colocando la pieza invertida sobre una cama de arena de 0.10m de espesor; en ella se coloca una cadena de anillos triangulares isósceles con la separación de un tabique para cada anillo y en las cabezas de la viga se colocan piezas de 3/4", 1/2" y 1/4" de tabique para acercar los anillos de refuerzo al cortante.

2- Se colocan sobre la superficie de la arena los dos tabiques horizontales (al hilo) y entre ellos un torzal de alambre recocado, juntándolos con mezcla de cemento-arena 1:6; asimismo el corazon entre los dos tabiques es del ancho de un tabique.



Sistema de losas planas de barro armado (sin cimbra).

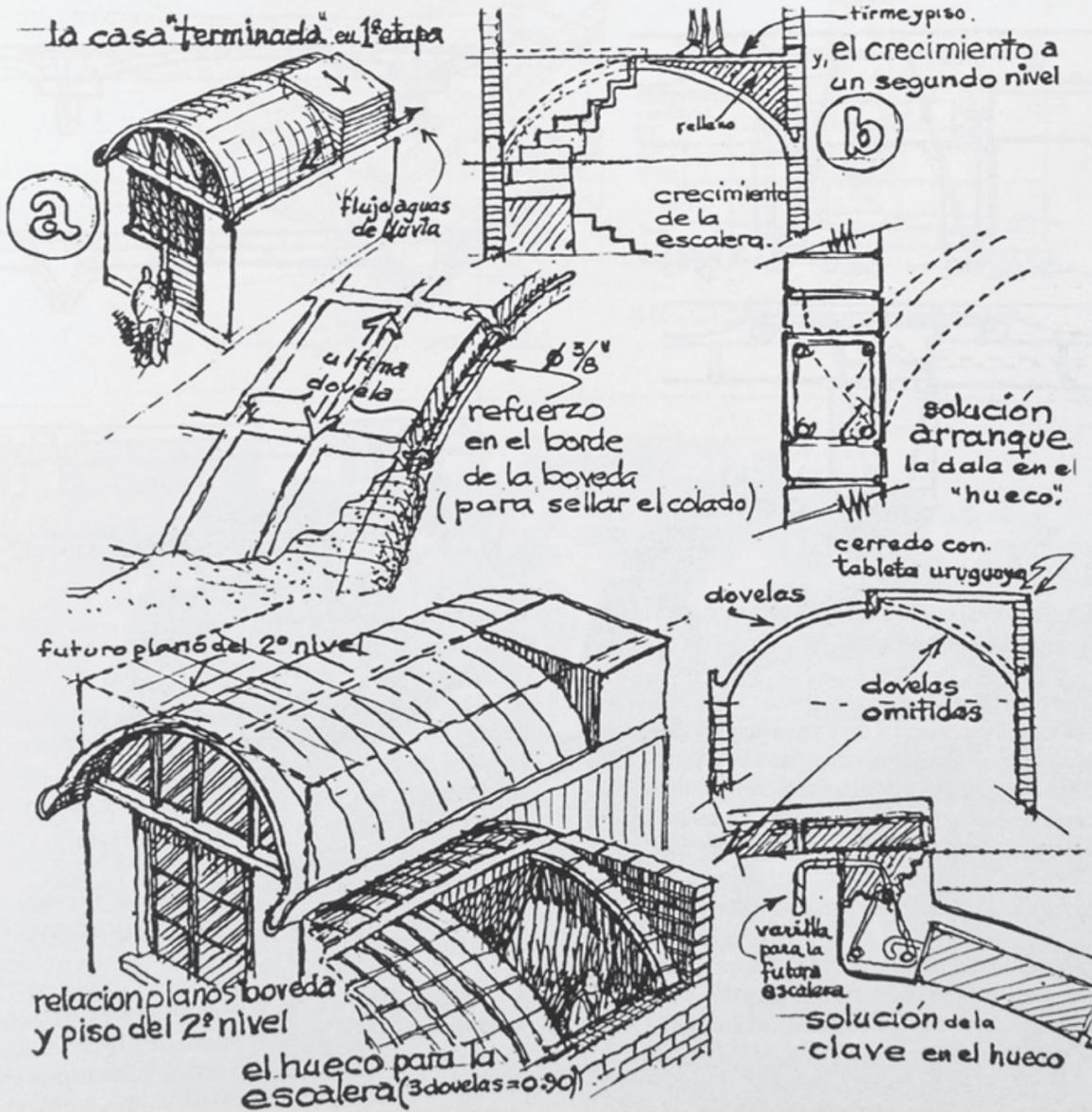
Usos de la viga T y las dovelas de ladrillo armado.



bovedas de ladrillo armado SIST. CGL-2 1980 ©

Forma de prever el paso de la escalera en la viv. SEMILLA y con CRECIMIENTOS

inv. y diseño: C. González Lobo



Los estudiantes del taller José Revueltas, del autogobierno, probando con el autor una viga "T" de ladrillo armado prefabricada 1984.



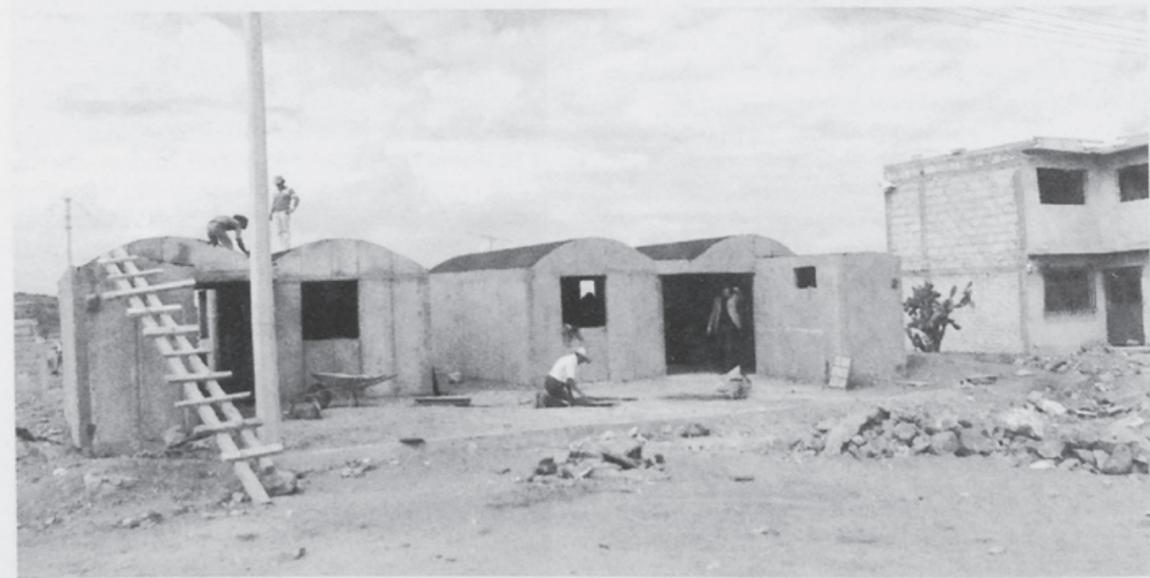
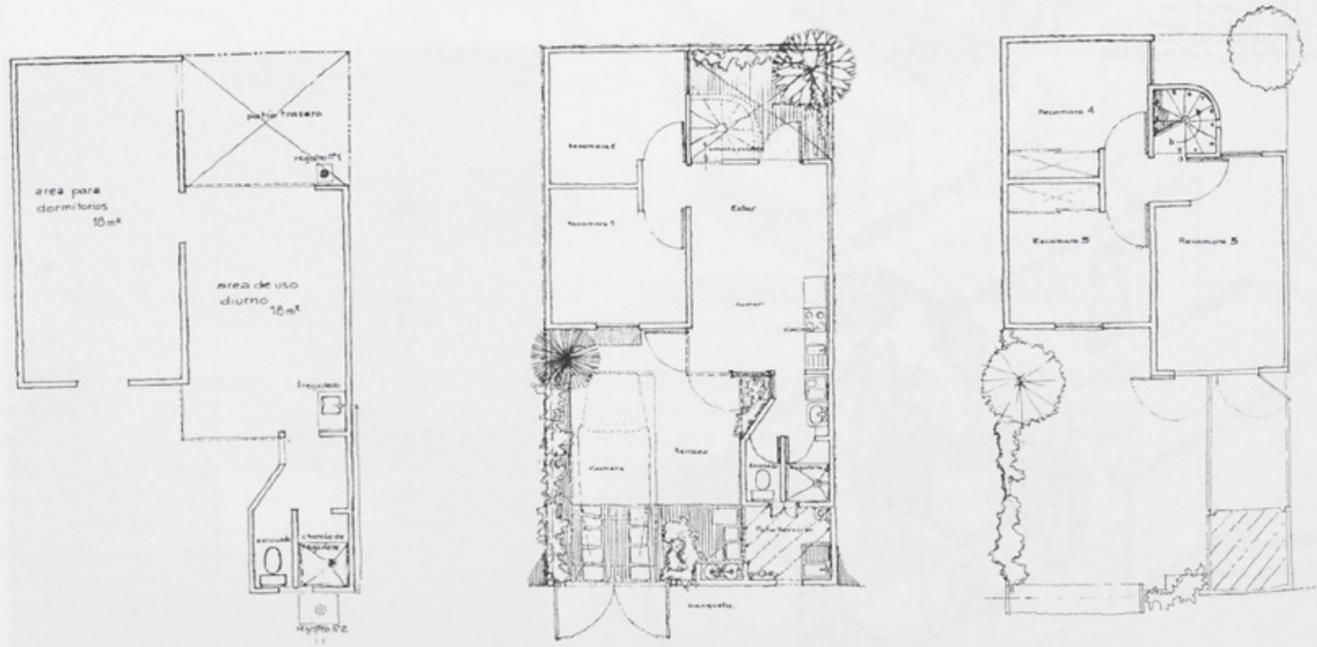
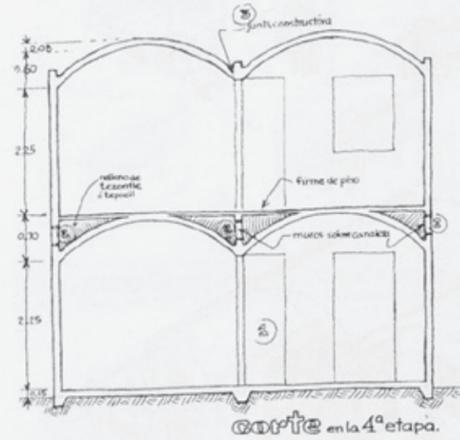
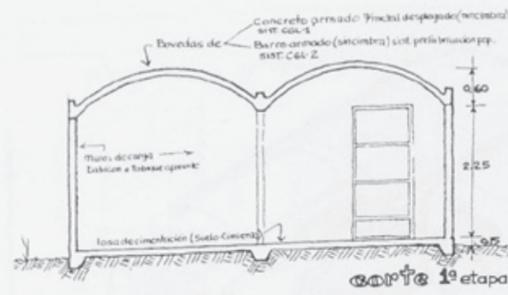
los embriones que tengan más de dos puntas de crecimiento y en cada etapa posible, o previsible, vuelvan a ofrecer un mínimo de dos puntas de crecimiento futuro.

Así, la historia social y económica de la familia puede escribirse en un texto polisémico o en una obra abierta tanto más apropiable cuanto más cercana a permitir con flexibilidad adaptarse a los cambios y las contingencias que el futuro de la vida familiar exija.

En principio, esta parte del texto puede parecer árida o abstracta, pero su importancia en el cuerpo de reflexiones que el libro presenta, su valor en el futuro de la vivienda popular, nos obliga a exhibir aquí estas cuestiones.

La razón de su nivel de abstracción es la novedad de los conceptos y lo poco que en torno a ellos hemos trabajado aún; pero si sostenemos una posición de máximo respeto para con el usuario-habitante y para con su derecho a la apropiación plena del bien vivienda, es justo aceptar que hemos de bregar por esta brecha.

Pero, sin apartarnos del tema que nos convoca, imaginar y proyectar la vivienda de la familia desde la abstracción de un máximo de capacidad satisfactoria previsible cuando la vivi-



de hierro estructural sencillo y vidrios de 3mm de espesor, representan aproximadamente el 28.50% del monto de la construcción total; y

3º. La pieza clave y cimera de la casa: la construcción (el colado) de la losa de concreto armado de 0.09m a 0.12m de espesor y con "cadenas de distribución" de concreto de 0.15m x 0.25m en el perímetro. El costo medio que hemos obtenido en análisis de universitarios en las colonias populares oscila, pero su promedio, incluyendo cimbra, armado, colado y descimbrado, así como el fino de acabado superior y un elemental impermeabilizado, ronda el 50% del monto total.

Para nuestra investigación utilizamos estos datos como base. Los análisis y sus resultados proporcionales son ciertamente correctos, aunque estudios más finos en el futuro permitan un nivel de cálculo más riguroso; pero para mostrar la influencia y valor del trabajo proyectual combinado con el uso de tecnologías apropiadas y apropiables y su efecto eco-

Así surgen una serie de alternativas al cuarto base típico que, en consultas con los usuarios, nos fue fijado como: "Un cuarto de por lo menos 4.00m x 5.00m y una altura mínima de 2.40m (que es la que permiten los polines de madera de cimbra típicos en el medio popular que acude a rentarlos)". Es ésta la figura @ (alta). Su costo es entonces el ya señalado de 100u.c., esto es lo que cuesta en cada momento construir dicho cuarto, y ofrece una superficie habitable de 20m². El juego proyectual entonces explorará las soluciones alternativas desde (a) hasta la (g) (ver cuadro anexo) que tiene como germen común proyectual el hecho de ser de la misma planta de 4.00m x 5.00m, idénticas en el lote al cuarto base que denominamos @, pero que al mismo tiempo logren cumplir los propósitos de la idea matriz: a) ser un Gran Galpón, de taza y plato, con crecimiento futuro interno, en seco, y con tendencia a duplicar la superficie y el volumen habitable; b) tener imagen urbana de casa terminada de dos niveles; y c) tener un costo menor al del cuarto base típico @ (100 u.c.) por ser éste, en sí mismo, inaccesible en términos económicos realistas.

CONSTRUCCION BASE (TÍPICA)		ALTERNATIVA a) Tecnología apropiada de espacio máximo y costo mínimo		ALTERNATIVA b) sist. gran galpón	
Superficie edificada	25.74 m ²	25.74 m ²	25.74 m ²		
base = (3.90 x 6.60)					
FACTOR COSTO					
INTEGRACION DEL COSTO CONSTRUCCION (el costo = 100 u.c.)					
CIMENTACION Y PISO TERM.	15 u.c.	SUELO-CIMIENTO AHORRO 25%	11.25 u.c.	SUELO CIMIENTO IGUAL	11.25 u.c.
MUROS	20 u.c.	MUROS IGUALES MAS TIMPANOS 6.16m ²	21.55 u.c.	MUROS P.B. IGUALES Y EN PANTA + 32.64m ²	29.67 u.c.
CUBIERTA	35 u.c.	BOVEDA DOVEJAS DE LADRILLO ARMADO AHORRO 50%	17.50 u.c.	BOVEDA DOVEJAS IGUAL	17.50 u.c.
UNIDAD BAÑO COCINA Y INST. ELECTRICA	30 u.c.	MURO HUMEDO UNIDAD BAÑO 3 USOS AHORRO 35%	22.80 u.c.	MURO HUMEDO IGUAL MAS CADENA PARA CRECIMIENTO	24.50 u.c.
Σ COSTO =	100 u.c.		72.80 u.c.		83.02 u.c.
FACTOR DE HABITABILIDAD					
SUPERFICIE HABITABLE (6.30 x 3.60 m)	22.68 m ²	SUP. HAB. IGUAL BASE	22.68 m ²	SUP. IGUAL EN P. BAJA MAS SUP. IGUAL CRECIMIENTO	45.86 m ²
VOLUMEN HABITABLE	54.43 m ³	VOL. HABITABLE SE INCREMENTA + 7.13 m ³	71.56 m ³	VOL. HABIT. IGUAL (a) MAS EL INCREM. DE 1.60 muros altos	107.85 m ³

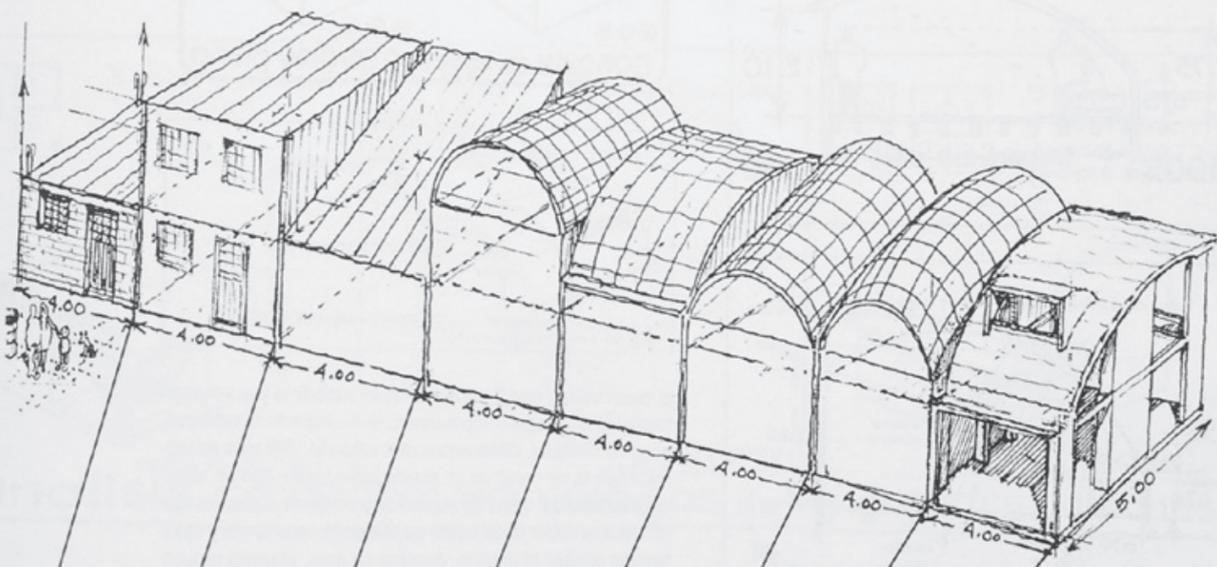
Evolución del corte vivienda sencilla hacia galpón, sist. CGL - 5. Construcción base típica alternativa a tecnología apropiada de espacio costo mínimo, alternativa b sistema galpón.

Solución (a)- En primer término exploraremos la solución de "taza y plato" típica, que cumple su imagen deseada, pero cambiando la cimentación y firme por el uso del suelo-cimiento, o sea una losa de cimentación con trabes trapecoidales en su perímetro que permite un ahorro del 25% de la partida correspondiente, dejando vacío el volumen al medio con una cadena de repartición de concreto reforzado en forma de "L" para recibir, en el futuro crecimiento, la vigería del entrepiso o tapanco. Su costo resulta de 125.21u.c., lo que representa un 25.21% más que el costo del cuarto base, aunque con una superficie habitable y un volumen del doble, potencial. Lo señalamos como una solución viable en primera instancia porque si aumentamos un 25% el monto del crédito solamente logramos un 100% más de área habitable y un control de la imagen urbana eficiente. En el ya mencionado caso de la "manzana Andalucía", de Fernando Castillo en Santiago de Chile, los usuarios tenían terminados los crecimientos "futuros" en menos de seis meses de ocupar las viviendas, y en ese lapso de tiempo el conjunto ya estaba terminado, presentándose como eficaz, económico y con una distribución interna acorde al programa de cada uno de los grupos familiares usuarios, con la evidente satisfacción y apropiación por parte de estos. De esta manera es como creemos que se hace: ciudad posible.

Solución (b)- Esta solución de erigir una media agua con espacio para un tapanco en el interior se basa en la alternativa siguiente: se parte de suponer (con muchos ejemplos vernáculos) que en el segundo nivel habitable sólo se ocuparán la mitad de los muros, teniendo por lo tanto en una cara dos niveles y en la fachada opuesta un sólo nivel. En México esto se experimentó en varios conjuntos populares entre 1968 y 1972, con el proyecto del arq. Rubén Vargas. La solución creaba un perfil urbano con una imagen generosa y muy aceptada por los usuarios. Su costo, como vemos en el cuadro comparativo anexo, es de sólo 112.48u.c. y se logra un área habitable de 30.80m², o sea más de una mitad de la superficie habitable de la planta baja y el efecto de doble altura en la mitad del cuarto con un volumen habitable de 72.00m³ (un 50% más que el cuarto base).

Solución (c)- Esta solución corresponde a la del Gran Galpón ya descrita en este capítulo y contiene las ventajas de la solución de "taza y plato". Sin embargo, al agregarle el uso de la bóveda diptera de lo que describimos como tecnología apropiada y apropiable, permite un ahorro adicional del 50% en el costo de la cubierta, un mayor volumen habitable y una reducción en superficie de muros de planta alta (futura). Con esta solución se logra un costo de 87.11u.c. y una superficie habitable de 40m² (a término), con un ahorro de 13% sobre

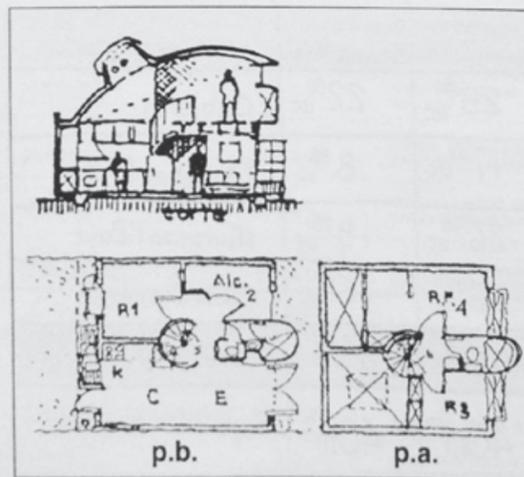
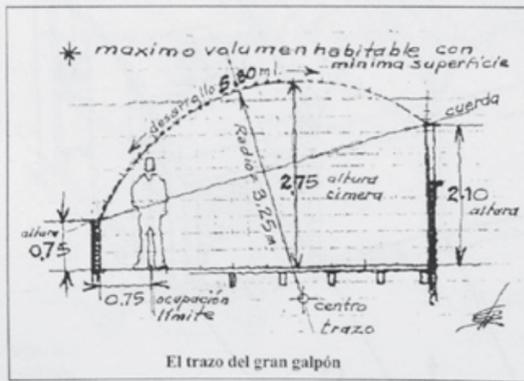
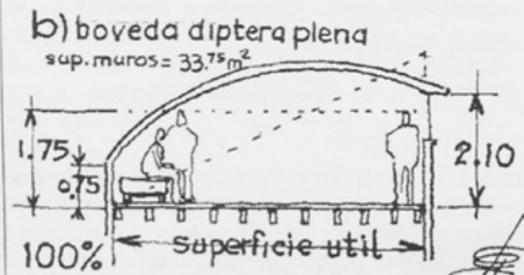
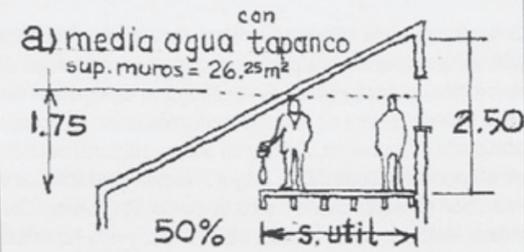
la familia de prototipos del gran galpón - sistema CGL-5 "Hacia la vivienda posible" ... en el encuentro entre tradición, sueños y realidad.



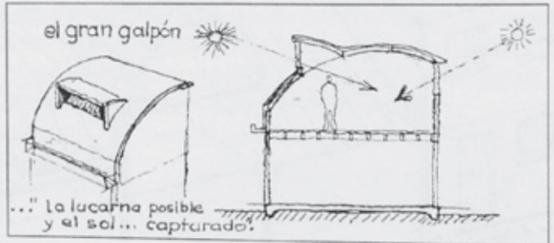
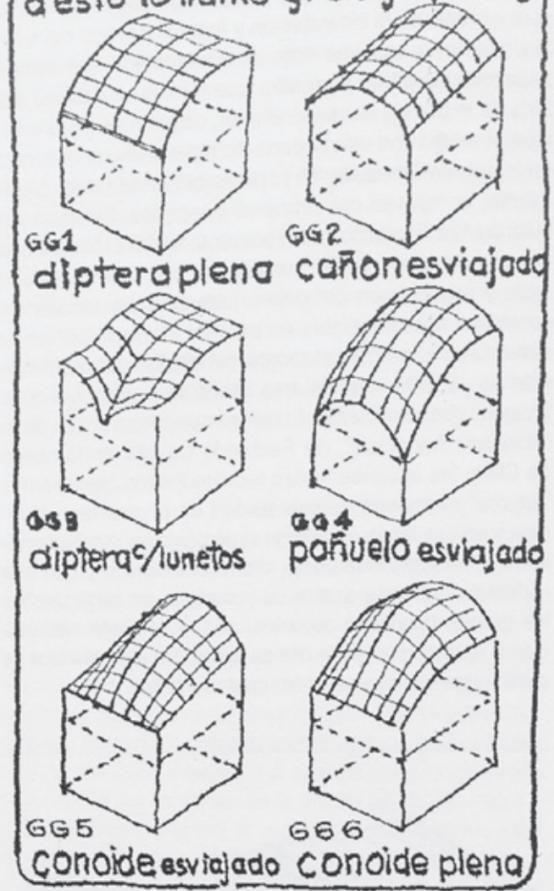
	a	b	c	d	e	f	g	Conceptos:
Cuarto base (típica)	Soluc. de taza y plato	Soluc. tapanco en Mediaagua	Gran galpón de taza y plato	Gran galpón de Diptera plena	Gran galpón de Cañón esviado	Gran galpón Boveda pañuelo	Gran galpón Mesa Habitable	
50 uc	50 uc	57 uc	25 uc	22. ⁸⁰ uc	25. ⁵⁰ uc	25. ⁵⁰ uc	22. ⁸⁰ uc	Cubierta
—	28. ⁵⁷ uc	12. ⁴⁷ uc	19. ⁰¹ uc	18. ⁰³ uc	18. ¹⁴ uc	17. ⁰² uc	8. ⁷⁵ uc	Muros en P. Alta
28. ⁵⁷ uc	30. ⁵⁷ uc	26. ⁹⁴ uc	26. ⁹⁴ uc	26. ⁹⁴ uc	26. ⁹⁴ uc	26. ⁹⁴ uc	13. ²⁵ uc	Muros en P. Baja
21. ⁴³ uc	16. ⁰⁷ uc	16. ⁰⁷ uc	16. ⁰⁷ uc	16. ⁰⁷ uc	16. ⁰⁷ uc	16. ⁰⁷ uc	16. ⁰⁷ uc	Suelo-Cimiento
100 uc	125. ²¹ uc	112. ⁴⁸ uc	87. ¹¹ uc	83. ⁰⁴ uc	86. ⁶⁶ uc	85. ⁵³ uc	63. ⁸⁷ uc	Costo en relac. cuarto base
20m ²	40m ²	30. ⁸⁰ m ²	40m ²	40m ²	40m ²	40m ²	40m ²	Superficie habitable



hipotesis de la bóveda diptera plena



a esto lo llamo "gran galpón":

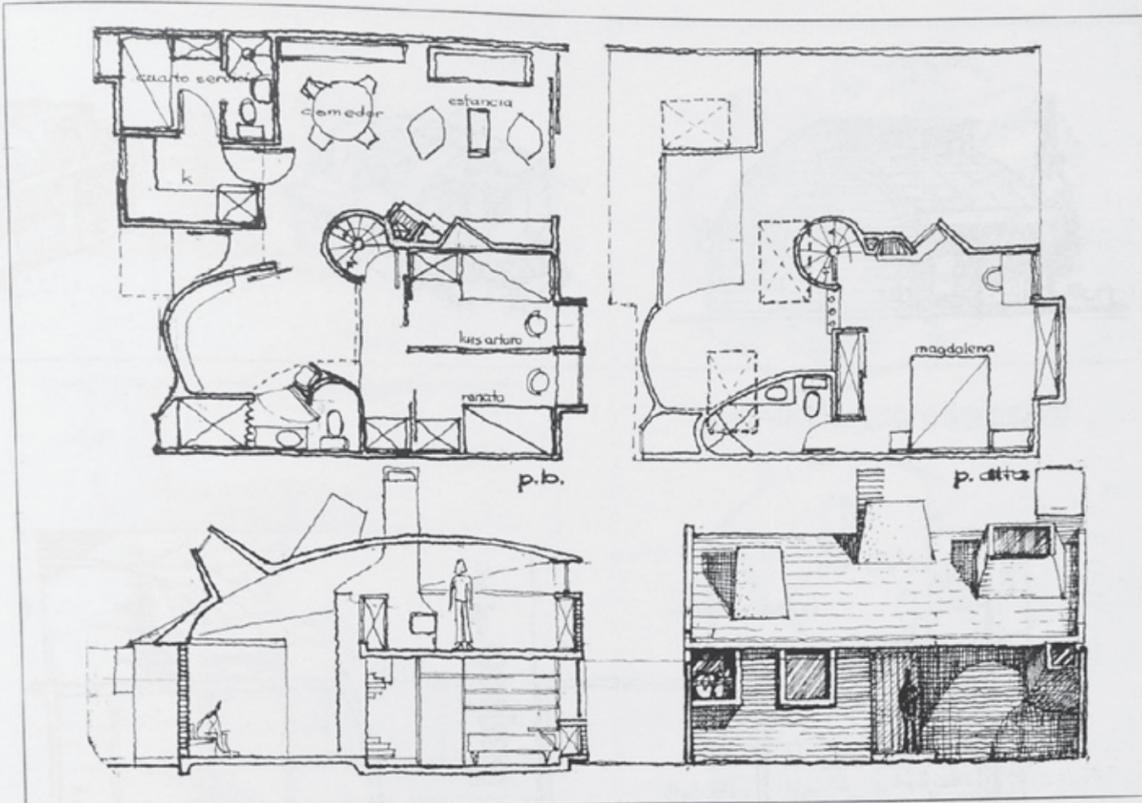


el costo base y una duplicación de la superficie y el volumen habitables. Con esto, suponemos, se ha logrado nuestro propósito proyectual. Obtenemos una solución 13% más económica que la de construir un cuarto base típico; con un espacio habitable del doble de superficie y volumen. Creemos que no debiera haber duda sobre su eficiencia, economía y satisfacción posible al usuario, aunque en rigor, el juego proyectual aún pudiera seguir en nuestros experimentos.

Solución (d)- Si la solución (c) es nuestra variable a la taza y plato, estudiemos una variable de la solución (b) media agua con tapanco. Esta solución tiene como defecto que el tapanco se intersecta con la cubierta en su área útil a sólo 2.70m del punto más alto de la misma. Esto lo calculamos considerando un plano paralelo al piso que pase por la cabeza de un usuario medio de 1.70m de altura y suponiendo no más de 0.90m de área útil más en donde la cubierta sea más baja que 1.70m. Esto nos dio los 30.80m² de superficie habitable en la solución (b).

Supongamos que el usuario de la losa inclinada deseara ampliarla "hinchándola" o inflándola, si esto fuera posible, hasta lograr que toda la planta alta se convierta en área útil. Podríamos bajar el punto más alto hasta sólo 2.10m de altura en el enrase de los dos niveles de fachada y terminar la bóveda diptera plena a sólo 0.75m del extremo opuesto (el de un sólo nivel en la fachada opuesta) pero manteniendo

Primera aplicación del "Gran Galpón" a una casa en 1974. México D.F.



<p>3 habitaciones 1 portico</p>	<p>5 habitaciones 1 portico</p>	<p>5 habitaciones 1 portico... y espacios a doble altura?</p>
<p>costo 100 u.c.</p>	<p>costo 121,30 u.c.</p>	<p>costo 89,60 u.c.</p>

análisis comparativo ventajas de los grandes galpones

una curva continua que alcanzará una altura central para la habitabilidad de la planta de 2.75m. Así, tenemos una solución alternativa que cuesta 83.04u.c. y ofrece una superficie habitable de 40.00m², el doble del cuarto base, con una economía del 16.96%.

Esta respuesta otorga una mayor oferta proyectual y la limitación de no tener acceso a luz y ventilación en la parte baja de la bóveda se resuelve mediante el uso de dovelas de barro armado, creando con las mismas piezas, pero abatidas en sentido contrario, una lucarna, la que también se puede realizar en bóvedas de concreto sobre metal desplegado incluso de manera más sencilla. Su volumen habitable es de 91.72m³.

Solución (e)- También podemos suponer, con el mismo esquema de la media agua, otra alternativa utilizando sobre los

muros laterales cortados diagonalmente una bóveda de cañón corrido esviejada, cuyo costo representaría 86.66u.c. y la superficie habitable de 40.00m², con un ahorro respecto del cuarto base de 13.34% y una oferta del doble de superficie habitable y 91.43m³ de volumen.

Solución (f)- Este Gran Galpón se basa en combinar las geometrías de enrase y cubierta de las soluciones (d) y (e) generando una bóveda de pañuelo de doble curvatura, construíble en concreto sobre metal desplegado. Su costo sería de 85.53u.c., también tendría el doble de superficie habitable y un volumen habitable máximo de 94.00m³. Plásticamente sería muy grata, aunque su realización es más compleja por la doble curvatura que exige mayor rigor de la mano de obra.

Terminaremos esta descripción de propuestas de Gran Galpón, con un caso límite: la mesa habitable en un apartado anexo.

II.2.4

LA MESA HABITABLE

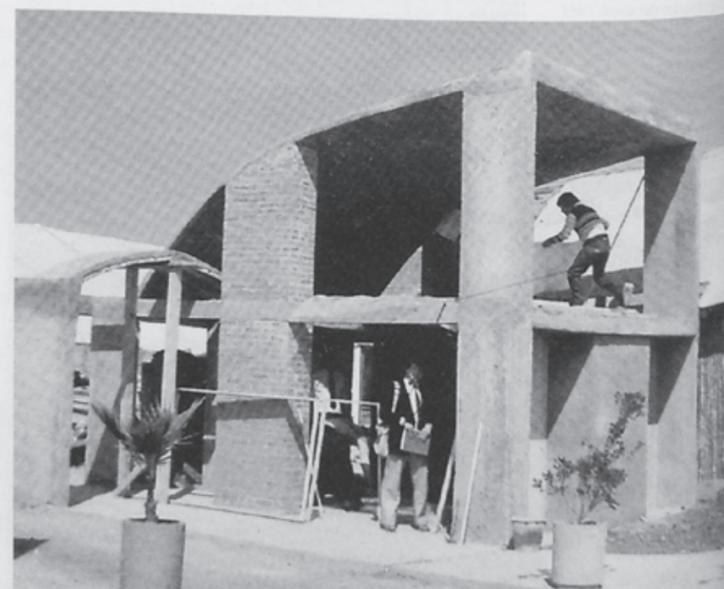
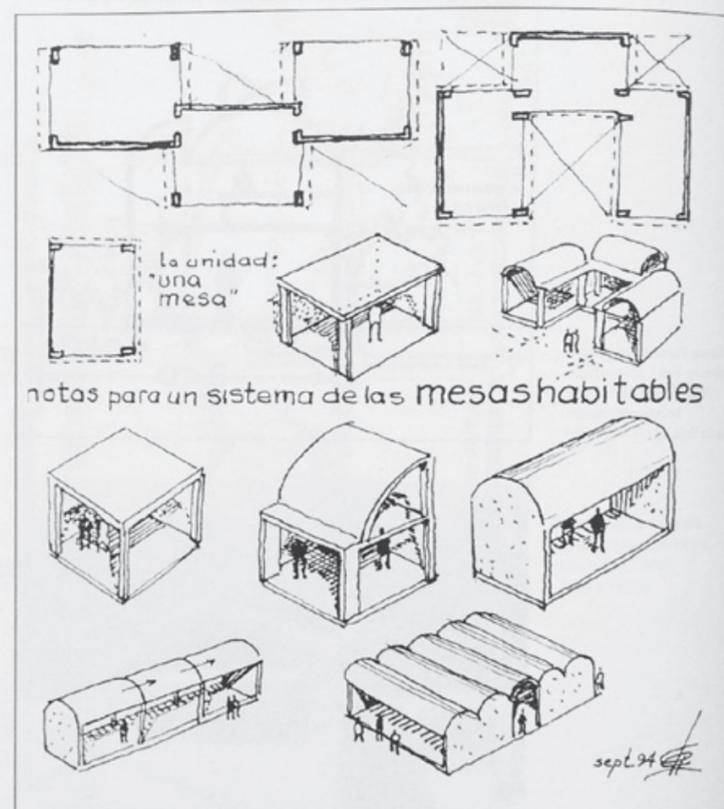
Terminaremos esta descripción de propuestas de Gran Galpón, con un caso límite, que en el apartado anterior dejamos sin describir.

Solución (g)- Esta alternativa supone necesariamente admitir las condiciones límites de pobreza, lo que nos lleva a pensar en un Gran Galpón "en los huesos", por lo que lo hemos denominado "la mesa habitable". Parte de la construcción de una bóveda diptera plena, que sabemos es la que logra mayor volumen y superficie al más bajo costo, pero sin edificarle los muros, soportando la cubierta con "patas", como si fuera una mesa de comedor, de ladrillo armado y con los refuerzos lineales que surgen del suelo-cimiento y viajan en el aire hasta permitir desarrollar la cubierta.

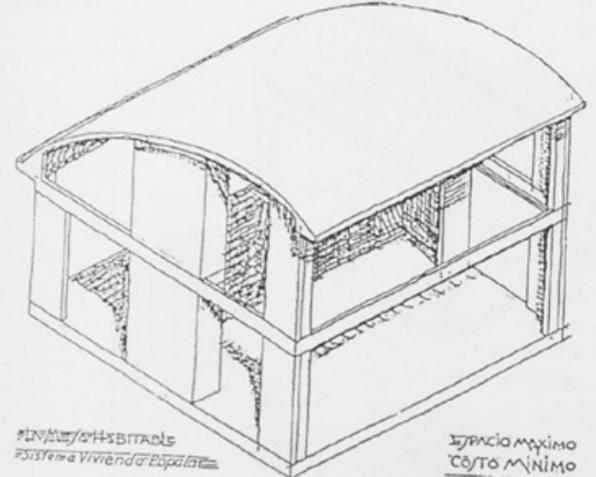
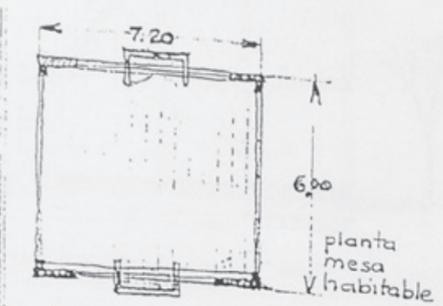
Esta edificación "casi no es" una casa, sin embargo, al mismo tiempo potencialmente sí lo es y conteniendo el mismo nivel de satisfacción que los otros galpones: superficie habitable de 40.00m² a término y a medida que se vaya cerrando por medio de la autoconstrucción realizada por los habitantes, será una casa igual a las otras y hasta más apropiable, ya que las decisiones, sobre todo lo que no sea su envolvente final (e imagen básica urbana), quedan en manos de la familia, su historia y circunstancias.

Su costo es de 63.87u.c., lo que implica un ahorro inicial de 36.13%. Si la ciudad va a crecer y necesita viviendas, con el costo inicial que garantiza la consolidación, el arraigo, el patrimonio y la seguridad de objetos que se convierten desde el inicio en créditos hipotecarios posibles, esta solución permitiría a las instituciones de apoyo pro-vivienda en cualquier parte del mundo pobre realizar viviendas del doble de habitabilidad por sólo el 63% del costo. Diciéndolo en "buen romance": si con el presupuesto para construir 100 viviendas embrión o "pie de casa", se pueden realizar ¡158!, y cada una de estas 158 familias recibe un habitáculo que le permite acceder al doble de habitabilidad potencial de la que recibirían de construirse la solución base típica, y casi a la mitad del costo, imaginemos las ventajas de todo orden que de ello se derivan.

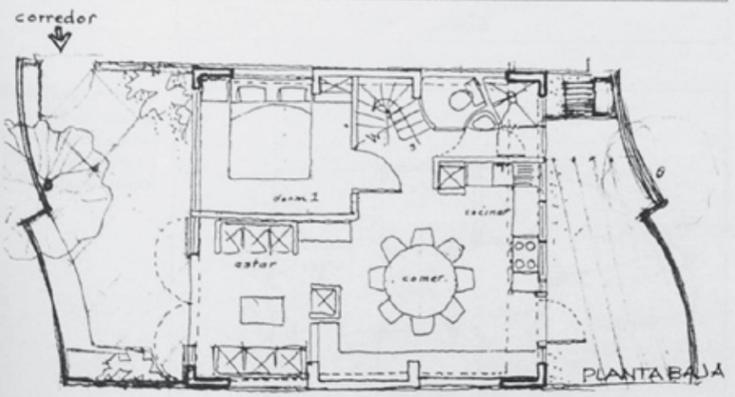
Hemos empleado esta solución en algunos ejemplos puntuales, tanto en colonias periféricas de la Ciudad de México como en un ejercicio con la Universidad de los Andes en Colombia en un morro frente a la ciénaga de la Virgen de Cartagena de Indias. En estos casos los usuarios la aceptaron como: "...la mejor opción que tenían en ese momento" y, pasado el tiempo, tras vivir unos meses con "paredes" de polivinilo de envolver, clavado a bastidores de tiras de madera, con clavos, con tapas de refrescos, y sábanas que utilizaban para oscurecer y brindar aislamiento y privacidad, fue-



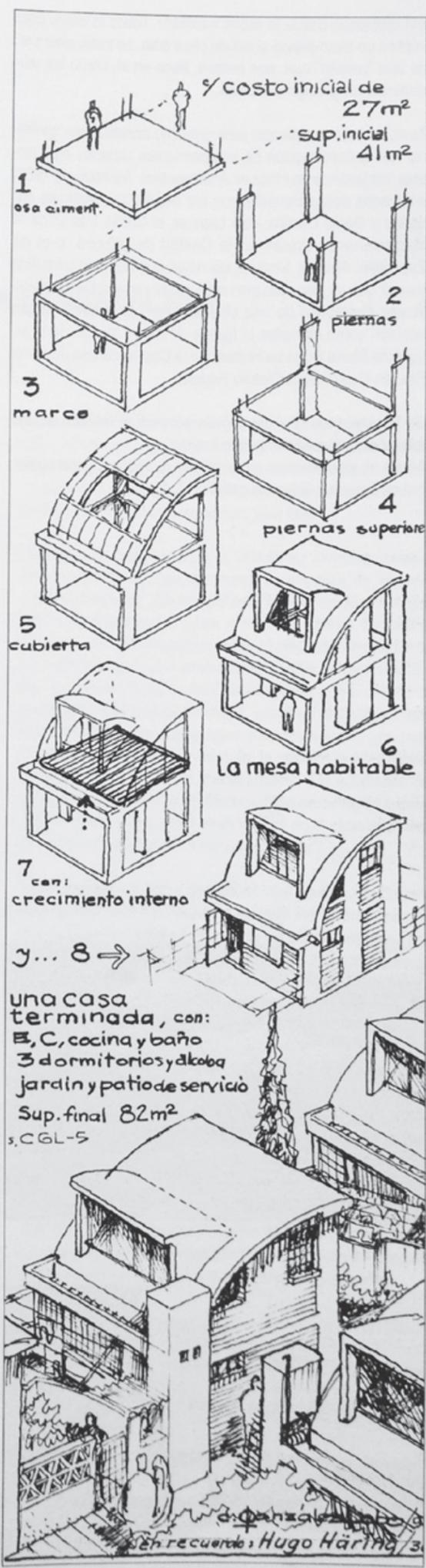
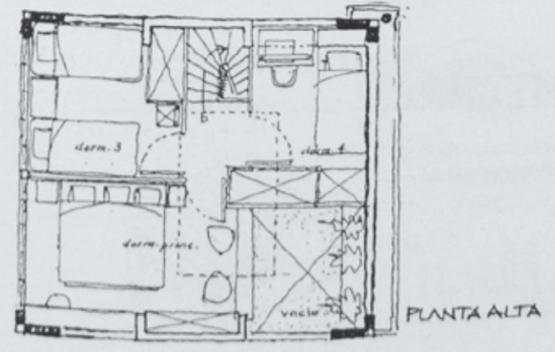
Planta y vista de la mesa habitable vacía



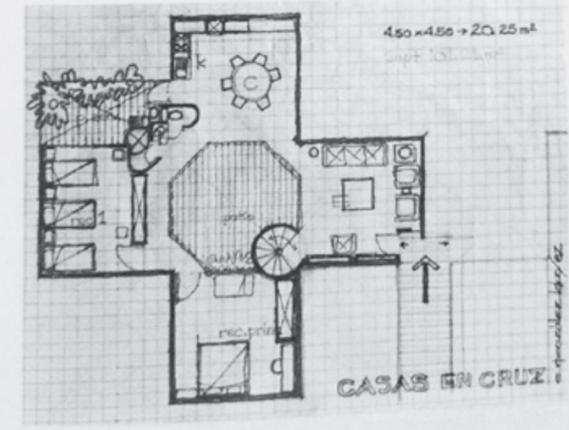
MINIMO HABITABLE
Sistema Vivienda Española
Según tests de Gran Galpón
Espacio Máximo
COSTO MÍNIMO
Investigación y diseño: agosto 1954
C. González Lobo y M. Eugenia Hurtado A.



Plantas de la mesa habitable ocupada: casa con cuatro dormitorios



Proyecto y obra de vivienda en el Pedregoso, en San Juan del Río, Querétaro. Colaboración con la arquitecta Margarita Magdaleno.



Trama:	S.H. Sup. habit.	PyB	Frente de calle = A.D.E.	S.U. Suelo Urbano	S.U.T. m ²	SU/ SH	Densidad viv./ha.	Costo en UC.	Costo /SH
lote tipo 7.00 x 15.00	105m ²	28m ² 21uc	7ml. 49uc	133m ² 30uc	190	1.26	52.63	100 ^{uc}	0.95
A- lote prom. trama cruz y ele escalon	85.37m ²	22.28 16.71	4.45 31.14	107.65 24.28	153.78	1.26	65.02	72.13 ^{uc}	0.84
B- lote prom. trama de A...	72.78	13.50 10.12	3.37 23.62	95.51 21.54	136.44	1.31	73.29	55.28 ^{uc}	0.75

Ojalá las ilustraciones anexas sean suficientemente explicativas.

- Análisis cuantitativo de las ventajas comparativas de la densidad y el costo de la urbanización en la trama de a cuatro.

Aquí quiero mostrar sintéticamente el cuadro comparativo entre el lote tipo de 7.00 m. x 15.00 m., la trama de "cruz" y "ele" y para mejor comprensión de las ventajas comparativas de controlar:

- a-) el tamaño del lote,
- b-) el frente de calle,
- c-) la relación suelo habitable S.H. con S.U.;

Incorporo la evaluación de dos tramas más, aunque no construidas; aún, solamente proyectadas como parte de esta investigación expreso para lograr reducir los costos de urbanización de: P y B. y A. D. E. y reducir la extensión del tejido urbano. Agrego por ello las láminas descriptivas de los proyectos: de 4 ortogonal-2 y la trama de "ele" y semi-zetas, aunque no describa sus cualidades proyectuales que espero aparezcan implícitas en los dibujos correspondientes.

Con los datos anteriores, hemos logrado casi alcanzar la densidad económica del lote flaco equivalente, del cálculo de la trama de lotes imbricados, en las tramas de a cuatro y aún en la trama de 4-ortogonal-2, superar el precio del lote y la urbanización correspondiente.

Sin embargo, invitamos a una reflexión más cuidadosa en términos de la elevación de la calidad de vida, a través de la intensificación de la convivencia y seguridad que logran los grupos comunitarios con esta trama y la transformación de las relaciones público-privadas entre las viviendas y la calle, ya que estas tramas generan una matización de relaciones entre estos términos espaciales.