



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN
Y ESTUDIOS DE POSGRADO**

**“PROPUESTA ALTERNATIVA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE
VIVIENDA SOCIAL UNIFAMILIAR
EN LA CIUDAD DE PUEBLA-MÉXICO”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN
INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN**

PRESENTA:
VÍCTOR HUGO HERNÁNDEZ CABRERA

ASESOR DE TESIS:
M.I. SILVIA CONTRERAS BONILLA

Puebla, Pue.

Septiembre de 2014



OFICIO SIEP No. 2626/2014

C. VÍCTOR HUGO HERNÁNDEZ CABRERA
Pasante de la Maestría en Construcción
Presente.

Por medio del presente, el suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, le autoriza desarrollar el tema intitulado: ***“Propuesta alternativa para la construcción de vivienda social unifamiliar en la Ciudad de Puebla-México”*** para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, opción terminal Construcción. Asignándose como Asesor de Tesis a la M.I. Silvia Contreras Bonilla.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“PENSAR BIEN. PARA VIVIR MEJOR”

Puebla, Puebla a 30 de Mayo de 2014

M.I. EDGAR IRAM VILLAGRÁN ARROYO
DIRECTOR



C.c.p. M.I. Silvia Contreras Bonilla. Asesor tema de tesis.

c.c.p. Archivo.

GJS*DSM.

46

Asunto: Autorización de impresión de tesis

M.I. EDGAR I. VILLAGRAN ARROYO

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA B.U.A.P.

PRESENTE:

Por medio del presente, le informo que el **C. Víctor Hugo Hernández Cabrera**, alumno de la Maestría en Ingeniería en Construcción ha elaborado el trabajo titulado:

“Propuesta alternativa para la Construcción de Viviendas Social Unifamiliar en la ciudad de Puebla-México”

Como tema de tesis, el cual ha sido revisado y no existe inconveniente alguno en autorizar su impresión. Lo anterior, para los efectos académicos a que haya lugar.



Sin otro particular de momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

H. PUEBLA DE ZARAGOZA., A 9 DE JULIO DE 2014

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Silvia Contreras Bonilla".

M.I. SILVIA CONTRERAS BONILLA
ASESORA DE LA TESIS

C.c.p. Dr. Gabriel Jiménez Suarez.- Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado
C.c.P. M.I. Raúl González Padilla.- Coordinador de la Maestría en Construcción
C.c.p. Archivo

Dedicatoria

A ti Señor, luz de mi vida, dechado de creatividad,
maestro constructor que con tus manos, moldeaste el Universo;
como un homenaje a la más grande de tus obras: el don de la vida.

A ti, abuelita Lolita, mi espíritu, mi guía, mi ejemplo, mi todo,
nunca te olvidaré, aunque el tiempo nos haya separado.

A ti mamá Chayito, digna en la vida, digna en el cielo,
maestra de vida, que enseñaste con el ejemplo,
siempre vivirás en mí, siempre.

A ti Tony, amada mía, mi pequeña mujer,
mi compañera, mi tesoro y mi razón de ser,
eres la bendición más grande que la vida me ha dado.

Agradecimientos

Al Maestro Raúl David González Padilla,
Coordinador de la Maestría en Ingeniería de Construcción,

y a la Maestra Silvia Contreras Bonilla,

Directora de Tesis

por su excelso apoyo y comprensión, mil gracias.

A todas las personitas que en cualquier época y lugar,
han dedicado sus energías a crear un mundo mejor, gracias.

Índice

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	v
Planteamiento del Problema.....	vi
Delimitación del problema.....	vi
Justificación.....	vi
Hipótesis de Trabajo.....	vi
Objetivo General.....	vii
Objetivos Particulares.....	vii
Marco Teórico.....	vii
Metodología.....	ix
Introducción.....	x
CAPÍTULO I. MARCO DE REFERENCIA.....	1
I.1. Caracterización del Problema.....	1
I.2. Magnitud del Problema.....	2
I.3. Precisión del Concepto de Vivienda Social Adecuada.....	3
I.4. Nivel de los Ingresos Económicos en Puebla.....	4
I.5. Reconocimiento de la Demanda de Vivienda en Puebla y Características de la Oferta Inmobiliaria.....	4
I.6. Propuesta Alternativa para la Construcción de Vivienda Social, a través de 4 Pilares.....	7
CAPÍTULO II. INSTRUMENTO DE ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
II.1. Descripción del Instrumento de Análisis.....	10
II.2. Primer Pilar: Construir a Semejanza de la Naturaleza.....	11
II.2.1. La visión organicista del hábitat.....	11
II.2.2. El proyecto como proceso genético.....	11
II.2.3. Adoptar el bagaje constructivo de la Naturaleza.....	11
II.2.4. Origen y disposición de los materiales y componentes constructivos.....	17
II.3. Segundo Pilar: La Tecnología Idónea.....	22
II.3.1. Discrepancias entre las tecnologías industrializadas y las artesanales.....	22
II.3.2. Razones para la adopción de los sistemas artesanales.....	22
II.3.3. Características deseables para las tecnologías idóneas.....	23
II.3.4. Algunas técnicas artesanales idóneas.....	25
II.3.5. Descripción de la Técnica Adobe y Bóvedas Núbicas (o nubianas).....	25
II.3.6. Descripción de la Técnica del Superadobe.....	26
II.3.7. Descripción de la Técnica de Bóvedas de Concreto Armado “sin cimbra”.....	29
II.3.8. Descripción de la Técnica de Bóvedas Mexicanas (del Bajío).....	32
II.3.9. Comparativa Técnica y Económica de los Sistemas Constructivos Analizados.....	32
II.4. Tercer Pilar: Reivindicación de la Autoconstrucción.....	39
II.4.1. Justificación de la Autoconstrucción.....	39
II.4.2. Bondades y Connotaciones de la Autoconstrucción.....	40
II.5. Cuarto Pilar: El Desarrollo Económico y Social desde Abajo.....	41
II.5.1. El Problema Económico Actual.....	41
II.5.2. Aprender haciendo.....	42
II.5.3. El Valor de la Organización Social.....	42
II.5.4. La Genuina Distribución de la Riqueza.....	42
II.5.5. Las Sociedades de Intercambio y los microcréditos.....	43
CAPÍTULO III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	45
III.1. Vía de Solución Propuesta.....	45
III.2. Propuesta de Solución para el Aspecto Económico.....	46

III.2.1. Escenario económico.....	46
III.2.2. La Educación Financiera.....	47
III.2.2.1. El ahorro y la planificación del gasto familiar.....	47
III.2.2.2. Las pequeñas-grandes inversiones y el autoempleo.....	48
III.2.2.3. La formación para el consumo responsable y el comercio solidario.....	49
III.2.3. La creación de bancos de la vivienda y sociedades de intercambio.....	49
III.2.3.1. Los bancos de la vivienda, los microcréditos y las sociedades de intercambio....	49
III.3. Propuesta de Solución para el Aspecto Social.....	50
III.3.1. Escenario social.....	50
III.3.2. Propuesta social de solución.....	50
III.3.3. La solidaridad social para la construcción.....	51
III.3.3.1. Las redes de cooperación solidaria.....	51
III.4. Propuesta de Solución para el Aspecto Técnico.....	51
III.4.1. Escenario tecnológico.....	51
III.4.2. Propuesta tecnológica de solución.....	52
III.4.3. Viabilidad de las técnicas alternativas analizadas.....	53
III.4.3.1. Viabilidad técnica.....	53
III.4.3.2. Viabilidad económica.....	53
III.4.3.3. Razones para la elección de una técnica.....	56
III.4.3.4. Comparación con la oferta inmobiliaria local.....	57
III.4.4. Cultivar la vivienda.....	58
III.4.4.1. Sembrado de la semilla habitable.....	58
III.4.4.2. Germinación y crecimiento de la semilla habitable.....	61
III.4.4.3. Aprender haciendo.....	62
III.4.4.4. Adopción del bagaje constructivo de la Naturaleza.....	62
III.4.4.5. Empleo de materiales sanos y de bajo consumo energético.....	63
Conclusiones y Recomendaciones.....	64
Conclusiones.....	64
Recomendaciones.....	66
Bibliografía.....	67

Resumen

La carencia de vivienda social unifamiliar en la Ciudad de Puebla, es producto de la precariedad económica local y de políticas oficiales desacertadas; pero también de desconocimiento respecto a formas alternativas de solución. Así se planteó esta investigación, adoptando una visión *organicista*, sustentada en cuatro pilares de trabajo que constituyen unidades de exposición, análisis y respuesta. La parte medular, propone un esquema técnico-económico-social, destacando la evaluación de cuatro sistemas constructivos artesanales, ideados en tiempos y territorios disímboles: ladrillo de adobe con bóvedas núbicas, superadobe, ladrillo recocido con bóvedas de concreto armado “sin cimbra” y ladrillo recocido con bóvedas mexicanas; comparándolos contra el sistema convencional en la región. De tal modo, se confirmó que todos son factibles para su desarrollo en la Ciudad de Puebla. Esto es posible por consideraciones como la concepción proyectual, apegada a los principios de estabilidad estructural y constructiva subyacentes en la Naturaleza, un enfoque basado en uso de insumos locales y en el esfuerzo individual y colectivo, así como un programa económico sistémico. Vinculado a ello, se bosquejan parámetros para facilitar la planificación de la casa, y opciones para convertirla en generadora de ingresos y auto-productora de alimentos.

Abstract

The lack of single-family social housing in the city of Puebla, is the result of local economic precariousness and misguided government policies; but also ignorance about alternative forms of solution. Thus arose this research, adopting an organicist vision, supported by four pillars of work which constitute units of exposure, analysis and response. The core part, proposes a technical-economic-social scheme, highlighting the evaluation of four handmade constructive systems designed in times and dissimilar territories: adobe brick with nubica vaults, superadobe, annealed brick with reinforced concrete vaults "without formwork" and annealed brick with mexican vaults; comparing them against the conventional system in the region. Thus, it was confirmed that all are feasible for their development in the City of Puebla. This is possible by considerations such as design conception, attached to the principles of structural and constructive stability underlying in nature, an approach based on use of local inputs and individual and collective effort, as well as a systemic economic program. Linked to this, parameters are sketched to facilitate the planning of the house, and options to turn it into income-generating and self-producing foods.

Planteamiento del Problema

La producción de vivienda social local es insuficiente, y su planeación y construcción inadecuada, sea por vía oficial o por autoconstrucción. La primera por ser concebida en términos mercantilistas; la segunda, por limitaciones en recursos, conocimientos y habilidades. En todo caso, el problema persiste y se agrava, haciéndose necesarios nuevos enfoques para su solución.

Delimitación del Problema

Toda vez que esencialmente se trata de una propuesta de carácter técnico-constructivo, el problema se aborda mediante un análisis fundamentado en experiencias prácticas (propias y nuevas), excluyéndose métodos directos de recolección de datos como encuestas, visitas a colonias, entre otros.

Justificación

Poseer una casa es una de las necesidades y aspiraciones más sublimes del ser humano; sin embargo, no existe consenso acerca de la definición de “vivienda adecuada”, ya que ésta varía de acuerdo a la idiosincrasia de los pueblos (Barona Díaz E. , 2006, pág. 19), pero mínimamente debe reunir las siguientes condiciones: estabilidad, seguridad, funcionalidad, habitabilidad y estética, a las que hay que sumar la durabilidad (Barona Díaz E. e., 2009, pág. 10).

La vivienda es el lugar donde la familia consolida su patrimonio, establece mejores condiciones para su inserción en la sociedad, genera las bases para una emancipación individual y colectiva e inicia el desarrollo social sano de sus miembros (Barona Díaz E. , 2006, pág. 19).

En este tenor, el presente trabajo propone un medio para hacer accesible la construcción de vivienda social unifamiliar. La intención implícita consiste en modificar actitudes y posturas en cuanto a la concepción del proyecto, a la ejecución de la obra y a su financiamiento.

Su utilidad puede medirse desde diversas perspectivas, como generar espacios idóneos a menor costo, emplear materiales y procedimientos sostenibles, incluso prácticas solidarias acordes con una filosofía de respeto por el hombre, por su trabajo y por la naturaleza.

Hipótesis de Trabajo

Es posible concebir una propuesta técnico-económica-social para la vivienda de interés social unifamiliar, que permita integrar los elementos necesarios para obtener mejores oportunidades en cuanto a su concreción, en la ciudad de Puebla-México.

Objetivo General

Diseñar un esquema alternativo para la construcción de vivienda social unifamiliar en la Ciudad de Puebla-México.

Objetivos Particulares

1. Describir los cuatro pilares teóricos que sustentan el análisis de la situación actual de la vivienda, desde una perspectiva organicista.
2. Analizar los principales problemas y ambigüedades que inciden para la construcción de la vivienda unifamiliar.
3. Integrar un esquema de solución para facilitar la construcción de vivienda social unifamiliar.

Marco Teórico

El problema de la vivienda tiene raíces remotas, preponderadas en la época de la Revolución Industrial, por la carencia de propiedad por parte del obrero (Engels, p. 135).

En nuestro país, algunos referentes pueden citarse en la década de los cincuenta, con figuras como el Arquitecto Antonio Pastrana (1913-1967), quien propugnaba por proyectar mediante la vinculación de la arquitectura al pueblo, partiendo de las “necesidades reales” de los usuarios y de sus propias inquietudes formales y estéticas (González Ortiz, 2002, p. 44 y 45). Él proponía los “cascarones de hormigón armado con estructura metálica” como elementos plásticos y proyectuales (González Ortiz, 2002, p. 46). Igualmente construyó infinidad de viviendas y postuló el concepto denominado “habitación rural”, que era funcional, elástico, adaptable a los climas y los usos, dotado de espacio verde propio y capaz de ofrecer tranquilidad al usuario de las casas. También reflejó en sus proyectos el valor por “el lugar” (González Ortiz, 2002, p. 48 y 50).

El Arquitecto Juan O’Gorman (1905-1982), aplicó en México, la pauta del funcionalismo: construir con el mínimo costo y con máximo de eficiencia (González Ortiz, 2002, p. 51). Se desencantó de ese movimiento cuando observó que sus principios eran quebrantados por contratistas, que confundieron tal premisa con obtener el máximo de rentas por el mínimo de inversión (González Ortiz, 2002, p. 54). En 1948, construyó su propia vivienda (la casa de la cueva) y abrió así una nueva corriente en México, la arquitectura orgánica, que implicaba necesariamente la relación entre el edificio y el paisaje que lo rodea; siendo la antítesis del funcionalismo y colocando así a la habitación humana, como vínculo de armonía entre el hombre y la tierra (González Ortiz, 2002, p. 61).

El Arquitecto Juan Legarreta (1908-1934), construyó viviendas basadas en su tesis sobre vivienda obrera, en la que pugnaba por economizar la construcción y repetir las viviendas “como módulos” (González Ortiz, 2002, p. 65). Igualmente propuso la “centralidad materna”, es decir, el hecho de que la madre es el centro de la familia obrera, y proyectó la vivienda en torno a ella. Moduló las plantas y cortes no con miras a la industrialización, pero sí a un abaratamiento de elementos como puertas y ventanas estándar; así como muros húmedos compartidos por cada 2 viviendas para el ahorro y mejor funcionamiento de las instalaciones hidráulicas y sanitarias (González Ortiz, 2002, p. 68).

En épocas recientes, diversos profesionales y especialistas, han ofrecido sus aportaciones. Para efectos del presente trabajo se analizan aquellas relacionadas con la importancia de la geometría, con la optimización de los recursos y con procedimientos de construcción artesanales. Entre los expertos más destacados en la materia, se estudia a los siguientes:

Al Arquitecto egipcio Hassan Fathy (1899-1989), quien a mediados del siglo XX, retomó la milenaria tradición constructiva de su país, empleando bóvedas y cúpulas en ladrillo de adobe para vivienda y edificios de equipamiento, a un costo sumamente bajo. Es autor de un libro importantísimo: *Arquitectura para los Pobres* (Fathy, 1982).

Al arquitecto de origen irano-estadounidense Nadher Khalili (1936-2008), quien a mediados de los ochenta, ideó el sistema conocido como superadobe, a base de sacos de arena y alambre de púas; con el que construyó refugios utilizando cúpulas y bóvedas (Khalili, 1999-2013).

En nuestro país, los especialistas se formaron básicamente en el marco del autogobierno de la UNAM. Así, se cuenta con las aportaciones del Arquitecto Carlos González Lobo, quien ha aplicado los conceptos de sus predecesores, tanto mexicanos como extranjeros, y ha inventado sistemas de construcción, entre ellos, uno de bóvedas en concreto armado. La trascendencia de su trabajo es internacional, siendo reconocido como autoridad en la materia.

Por su parte el Arquitecto Alfonso Ramírez Ponce, retomó la técnica del ladrillo recargado (de bóvedas mexicanas o del Bajío) desarrollada en nuestro país en el siglo XIX para la construcción de bóvedas, cúpulas y hasta escaleras. La versatilidad de la técnica lo ha llevado a construir bóvedas para cubrir espacios geométricamente irregulares. Por su trabajo, ha sido merecedor de reconocimientos internacionales.

Lo expuesto es el sustento básico del presente trabajo, completado con los estudios de especialistas en comportamiento estructural y cubiertas de forma activa.

Para el aspecto del desarrollo social y económico, se estudian, entre otros:

Al Doctor Muhammad Yunus “el banquero de los pobres”, creador del Banco Grameen, que ha otorgado miles de microcréditos a la palabra, básicamente a mujeres, habiéndolas ayudado a salir de la pobreza.

En síntesis, se analizan tales propuestas como guía para proponer una ruta.

Metodología

De conformidad con los objetivos expuestos, el trabajo se realiza de la siguiente manera:

1. Descripción de los 4 pilares de trabajo.
2. Elaboración de un instrumento gráfico de análisis, incluyendo la revisión de los sistemas constructivos desarrollados por los autores mencionados en el marco teórico.
3. Elaboración de una propuesta alternativa para vivienda social unifamiliar.

Introducción

El presente trabajo es fruto de una inquietud abrigada hace tiempo, inicialmente encaminada al descubrimiento de formas esplendorosas de construir, y ulteriormente como táctica para quebrantar paradigmas comúnmente aceptados. El tiempo ha permitido que esa pequeña semilla que es la avidez por el conocimiento, haya florecido hasta conformar una concepción más lúcida, que hoy es expuesta bajo la figura de un trabajo de grado.

Así, la exposición discurre en torno a un camino de solución para la carencia de vivienda social unifamiliar en la Ciudad de Puebla. Su carácter alternativo radica en su enfoque naturalista, denominado *organicismo*, a través del cual se propone la modificación de actitudes y posturas en cuanto a la concepción del proyecto, a la ejecución de la obra y a su financiamiento.

Su integración acopia experiencias populares y académicas, en múltiples ámbitos. Humildes e ingeniosas, fueron concebidas en latitudes y momentos dispares, bajo un denominador común: alcanzar condiciones meritorias de vida a partir de la simplificación de problemas irresolubles a primera vista.

Se conforma por tres capítulos; el primero dedicado a la comprensión del problema, el segundo a su análisis a través de 4 pilares de trabajo: *Construir a semejanza de la Naturaleza*, que concibe la planificación y construcción de la casa como un proceso genético en el tiempo y en el espacio, adoptando sus principios de estabilidad física. *La Tecnología Idónea*, en el que se analizan y evalúan cuatro técnicas artesanales acordes con la visión organicista: adobe con bóvedas núbicas, superadobe, ladrillo recocido con bóvedas de concreto armado “sin cimbra” y, ladrillo recocido con bóvedas mexicanas, comparándolas con el sistema convencional de la región; *Reivindicación de la Autoconstrucción*, en el que esta práctica se afirma como un recurso de sobrevivencia, pero también como una oportunidad inapreciable de superación familiar multifacética; *El Desarrollo Económico y Social desde abajo* que, ante las desavenencias del sistema monetario- de mercado, preconiza mecanismos de autogestión familiar y colectiva para facilitar la tarea edificatoria, sin depender enteramente del dinero (como la educación basada en la enseñanza de formas prácticas de subsistencia, la organización social, el papel del consumidor en la distribución de la riqueza, el comercio solidario y los bancos de tiempo para la construcción).

El tercer y último capítulo constituye la aportación de este trabajo, modificándose su estructura formal para adaptarla a la forma en que normalmente se percibe el problema; es decir, primero el aspecto económico, luego el social y finalmente el técnico. El primero de ellos, pretende cultivar

aptitudes para la administración del ingreso, la inversión, la adquisición de un terreno y la construcción de la casa; así como la creación de organismos de apoyo. El aspecto social, cuya plataforma es la organización comunitaria y las redes de cooperación solidaria. Y el aspecto técnico, que muestra la viabilidad de las 4 técnicas mencionadas y traza lineamientos para la planeación y construcción de la casa.

El autor espera que la semilla aquí sembrada, germine en el interés de otras personas.

CAPÍTULO I. MARCO DE REFERENCIA

I.1 Caracterización del Problema

La casa es una necesidad primordial para el ser humano; poseerla, una de sus aspiraciones más sublimes. Pero, a no ser que se haya heredado una, o ser dueño por cualquier otra forma, para el grueso de la población constituye uno de los problemas fundamentales de su vida.

Los caminos habituales son por una parte, obtener un crédito hipotecario, con lo cual, la familia queda maniatada la mitad de su vida productiva, al drenar parte importante de sus ingresos a una institución bancaria y a un influyente agente inmobiliario, en el mejor de los casos, con el apoyo de un organismo fiduciario gubernamental. Al tiempo, habitará la casa que no escogió, amoldándose al espacio que no construyó y aceptando un diseño genérico para el que fue considerada incompetente.

Otra opción es contratar los servicios de un constructor profesional, lo cual demanda poseer un terreno, así como un capital mínimo para cubrir el costo de la obra y el sobre costo por los honorarios y trámites respectivos, esperándose que el producto final, satisfaga las necesidades y aspiraciones de la familia, quede en condiciones de habitabilidad y cumpla con su función durante un lapso de vida que debe de trascender a la presente generación.

Una tercera expectativa, consiste en tener un terreno o conseguirlo a como dé lugar, y construir la casa por cuenta propia, con los conocimientos que se tengan (suficientes, escasos o nulos), sin ninguna clase de asesoría técnica, aplicando referencias, el sentido común y hasta la intuición; pero con la firme intención de habitar inmediatamente el bien generado. Casi dos terceras partes de la vivienda producida en nuestro país, están en este caso (Pacheco, 2013).

Los problemas suscitados por estas tres disyuntivas, son conocidos. En la primera, habitabilidad inapropiada y hasta adversa, obstaculización de las relaciones sociales, deficiente calidad constructiva, negación de la identidad cultural, riesgo de pérdida el patrimonio (por los desequilibrios económicos que pueden presentarse durante el plazo del crédito), ubicaciones lejanas que generan elevados gastos en transporte, entre otros. En la segunda, necesidad de disponer de un predio o trabajar muchos años para adquirirlo, igualmente, para juntar el dinero de la construcción y sus sobre costos y, dependencia tanto intelectual como ética respecto al constructor. Por último, en la autoconstrucción existe dispendio de recursos (económicos y materiales) para compensar la inexperiencia constructiva, habitabilidad aventurada, anomalías técnicas, incertidumbre y vacilación, ausencia de expresividad plástica, así como

elevado costo social y económico (monetario y energético- ecológico)” (Toponomia, A.C., Fundación, 1999). A esto, hay que agregar el desperdicio en tierra utilizable.

Así, la casa de los sueños de toda persona queda relegada, aun cuando se trata de un anhelo legítimo, indiscutible, capaz de proporcionar seguridad y de constituir un auténtico patrimonio, pero sobre todo, el motor del desarrollo emocional y económico de la familia entera. Ello genera contradicciones sin resolver que se manifiestan en la vida individual, familiar y colectiva, con pérdidas tangibles e intangibles.

¿Existe un camino alternativo, un derrotero que sin adquirir matices de receta, permita allanar la travesía? Esta es la inquietud del presente trabajo: incursionar en un sendero que haga asequible la construcción de la vivienda social unifamiliar para cualquier persona. Se propone un enfoque analítico que correlacione los aspectos técnicos, económicos y sociales.

I. 2. Magnitud del Problema

Lo expuesto denota la importancia de que cada familia disponga de una casa a su medida, responsabilidad –aún incomprendida-, que la sociedad en su conjunto, pero particularmente los gobiernos y los constructores no han sabido cumplir.

Unas cuantas cifras ilustran estos comentarios. En el ámbito mundial 1,200 millones de personas habitan en viviendas inadecuadas, y otros 100 millones más carecen de hogar (Frente Continental de Organizaciones Comunales, 2003). En los países de menor desarrollo [en realidad países desviados del desarrollo (Ramírez Ponce, 1996)] habita casi el 81% de la población mundial (Barona Díaz E. , 2006). En América Latina y El Caribe casi 7 de cada 10 pobres viven en zonas urbanas (Barona Díaz E. , 2006).

En México, casi 70% de la población ocupada se mantiene con ingresos menores a 3 salarios mínimos (Barona Díaz E. , 2006). En el Estado de Puebla, del 100% de las viviendas habitadas, el 88.97% cuenta con un solo cuarto, el 71.33% están construidas con paredes de cartón o materiales de desecho y el 55.64% cuenta con techo de cartón (Barona Díaz E. , 2006).

Aunque se mejore la tecnología en la producción de materiales o en los sistemas constructivos, los insumos que necesita la vivienda (tierra, materiales, capital, mano de obra) cuestan irremediabilmente cada día más. Por ello resulta ingenuo dentro del sistema de mercado, pretender

buscar todavía hoy soluciones de vivienda terminada o a medio terminar al problema masivo de habitación que afronta la población de bajos ingresos (Bazant Sánchez, 1985).

I.3. Precisión del Concepto de Vivienda Social Adecuada

La Ley de Seguridad Social, la define a través del aspecto económico: “*Vivienda de Interés Social, aquella cuyo valor al término de su edificación, no exceda de la suma que resulte de multiplicar por diez el salario mínimo general, elevado al año, vigente en la zona de que se trate*” (Barona Díaz E. , 2006).

En Puebla, el salario mínimo vigente al primero de enero de 2014, es de \$ 63.77

Elevado al año: \$ 63.77 X 365 = \$ 23,276.05

Multiplicado por 10: \$ 23,276.05 X 10 = **\$ 232,760.50**

Este es el techo económico establecido por Ley. Para que sirva como garantía de crédito bancario ante las instituciones oficiales, el mismo debe de referirse a obra terminada con un aceptable nivel de acabados (Cortés Gutiérrez, 2009). Es decir, no puede considerarse vivienda sujeta de crédito aquella que pretenda entregarse en obra negra o en condiciones no habitables (como por ejemplo sin instalaciones o sin ventanas). En cambio, sí es posible prescindir de acabados y puertas interiores, entre otros.

Respecto al concepto vivienda adecuada: “...no existe un consenso acerca de la definición de ‘vivienda adecuada’, ya que ésta varía de acuerdo a la idiosincrasia de los pueblos (Barona Díaz E. , 2006)”, pero al menos, debe de reunir las siguientes requisitos de desempeño: “estabilidad, seguridad, funcionalidad, habitabilidad y estética” a las que hay que sumar la *durabilidad* (Barona Díaz E. e., 2009).

La Vivienda social, puede definirse como “...*la respuesta tecnológicamente accesible, económicamente factible y socialmente efectiva...*” (Barona Díaz E. , 2006). En resumen, la vivienda social es aquella que permite a sus habitantes vivir en condiciones adecuadas y a un costo económico y social accesible.

I.4. Nivel de los Ingresos Económicos en Puebla

La pobreza no se mide únicamente en cuanto a ingresos económicos. De hecho, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, la mide de forma multidimensional, e incluye: derechos sociales, indicadores de rezago educativo, derecho a la salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a la alimentación, ingreso corriente per cápita y grado de cohesión social; identificando así, a la población en situación de pobreza multidimensional y a la vulnerable por carencias sociales y por ingresos (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2009). De conformidad con tal metodología, en el año 2008, la pobreza en el Estado de Puebla, es muy superior a la nacional, como puede apreciarse en la Tabla I.1:

Ámbito Geográfico	Pobreza Multidimensional
Nacional	44.2%
Estado de Puebla	64.0%

Tabla I.1 Nivel de la pobreza multidimensional en Puebla

En cuanto a la distribución del ingreso, se tiene (ver Tabla I.2):

Número de veces que percibe el salario mínimo	Ingreso mensual (2011)	Ingreso anual (2011)	Porcentaje de la población	
			Ciudad	Estado
Sin remuneración alguna:	\$ 0.00	\$ 0.00	6.2 %	14.5%
Hasta 2 v.s.m.:	Hasta \$ 3,449.25	Hasta \$ 41,391.00	32.4%	46.4%
De 2 a 5 v.s.m.	De \$ 3,449.25 a \$ 8,623.13	De \$ 41,391.00 a \$ 103,477.50	42.4%	29.0%
Más de 5 v.s.m.	Más de \$ 8,623.13	Más de \$ 103,477.50	10.2%	5.4%

Tabla I.2 Distribución del ingreso en Puebla.

Fuente: Tabla elaborada conforme a la información obtenida de: INEGI, Perspectiva Estadística Puebla Diciembre 2011. Se trata de cifras preliminares del trimestre julio-septiembre, excluye población con nivel de ingreso no especificado, incluye a trabajadores dependientes no remunerados, así como a trabajadores por cuenta propia dedicados a actividades de autosubsistencia.

I.5. Reconocimiento de la Demanda de Vivienda en Puebla y Características de la Oferta Inmobiliaria

En la actualidad existe una sustancial oferta inmobiliaria de vivienda social en la Ciudad de Puebla y alrededores; esencialmente caracterizada por vecindarios en condominio de diverso tamaño, bardeados, con acceso controlado y calles privadas. En ellos predomina la vivienda unifamiliar en prototipos de pequeña superficie y frentes reducidos (que en muchos casos incumplen los

requerimientos de Ley¹), muros compartidos, fachadas idénticas y áreas verdes (o de donación, según el tamaño del fraccionamiento²).

La orientación, climatización interna e incluso, la privacidad, tampoco reciben un tratamiento adecuado, porque los módulos habitacionales se implantan buscando el máximo aprovechamiento comercial del terreno. En lo concerniente al sistema constructivo, depende del actor inmobiliario que las edifique. Si se trata de corporativos inmobiliarios, se aplican sistemas industrializados; si se realiza a través de constructores profesionales y autoconstrucción, se recurre a los sistemas de índole artesanal. Esto es así porque la tecnología entre más compleja, requiere un mínimo de metros cuadrados de construcción, para ser rentable.

En el aspecto económico, la demanda actual de vivienda en el Municipio de Puebla, está integrada de la siguiente manera (Tabla I.3):

Rango	Demanda (en unidades de vivienda)	Tipo
Menos de 2 v.s.m.	4,602	Económica
Menos de 5 v.s.m.	3,209	Económica, Social e interés Medio
Menos de 12 v.s.m.	3,975	Social, Interés medio, media
Más de 12 v.s.m.	1,587	Media, Residencial y Residencial plus
	13,373	

Tabla I.3 Demanda de vivienda en el municipio de Puebla

Fuente: (Grupo Financiero BBVA Bancomer- Hipotecaria Nacional, 2008): Datos de la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI). Sin embargo, debe considerarse el rezago existente que, en el año 2000, en el Estado de Puebla ascendía a 90,873 viviendas nuevas, equivalentes al 5% del total nacional. El municipio de Puebla, tenía entonces una demanda de vivienda nueva equivalente al 36.86% del total estatal.

En la Tabla I.4, se presentan algunas opciones disponibles en el mercado local, incluyendo municipios conurbados. El estudio no se circunscribe exclusivamente a la Ciudad de Puebla, porque en sus alrededores habita un considerable número de personas, que integran una unidad urbana. Así, estas zonas presentan una amplia expansión, situación que se ha hecho evidente en años recientes.

¹ La Ley de Fraccionamientos y Acciones Urbanísticas del Estado Libre y Soberano de Puebla, establece en la fracción IV de su Artículo 15 (fraccionamientos de Interés Popular), lotes con una superficie no menor a 90 m² y frente de 6 metros.

² La misma Ley, en su Artículos 65, fracc. II y 67, fracc. I estipula la donación del 20% del área neta para propósitos ecológicos y de equipamiento urbano (sin considerar la superficie de vía pública, obras hidráulicas, sanitarias y de saneamiento incluyendo camellones y banquetas).

Tabla I.4 Características de Viviendas ofertadas por el Mercado Inmobiliario en la Ciudad de Puebla y Zona Conurbada

No.	Promotora Inmobiliaria	Denominación del conjunto habitacional	Ubicación	Tipo de vivienda	Superficie lote (m ²)	Superficie construida (m ²)	Servicios Urbanos	Precio de contado	No. de Recámaras	Obra no incluida	% que excede el techo económico de Ley	Características constructivas
1	Casas GEO	Misiones de San Francisco	Prolongación del Periférico Norte no. 52, Cuautlancingo, Pue. (atrás del Centro Comercial Outlet	Unifamiliar	66.50	40.70	Completos	\$ 300,000	2	Pisos	29%	Muros, losas e instalaciones hidrosanitarias compartidas
2	Flexi Hogar, S.A. de C.V.	Hacienda de Manzanilla	Acueducto de Manzanilla no. 5030	Duplex doble	No disponible	45.49		\$ 252,543	2	No disponible	8%	
3	Consorcio ARA	Hacienda Santa Clara	Prolongación 27 Sur no. 13717, Col. San Isidro Castillotla, Hda. Santa Clara, Puebla, Pue.	Unifamiliar	60.00	57.98		\$ 271,154	2	No disponible	16%	
4	PISA Inmobiliaria	Jardines de Amozoc	12 Norte 411, Barrio de San Antonio, Amozoc, Pue.	Unifamiliar	66.00	38.00		\$ 250,000	2	No disponible	7%	- Losa de cimentación - Muros de block de concreto pesado - Losas de vigueta precolada y bovedilla - Acabados: pisos de cemento pulido, muros y plafones de yeso a talocha y pintura vinílica, lambrines de azulejo en áreas húmedas de cocina y baño - Ecotecnologías
5	ESPHABIT	Villas La Escondida	Calle Tepoxtitla no.4, Cuautlancingo, Pue.	Multifamiliar 5 niveles	No disponible	50.68		Planta baja: \$ 276,600 Primer nivel: \$ 264,100 Segundo nivel: \$ 254,100 Tercer nivel: \$ 244,100 Cuarto nivel: \$ 234,100	2	Pisos,	De 1% a 19%	No disponible
6	IVI Hogar	Destello	Calle Torres No. 100 (Colonia Ampliación Signoret Chachapa), Amozoc	Unifamiliar en pie de casa	65	33.54		\$ 232,000	1	No disponible	0%	- Muros y losas compartidos - Ecotecnologías

Nota: todas las viviendas están en régimen de propiedad en condominio

Conclusión: prácticamente toda la oferta inmobiliaria de vivienda social en la Ciudad de Puebla y alrededores, excede el techo económico establecido por Ley, lo que evidencia el rezago salarial imperante y, por tanto, la dificultad que implica la situación financiera para poseer una vivienda.

Como prácticamente toda la disponibilidad de vivienda unifamiliar excede al techo financiero, se incluye como referencia, información sobre viviendas multifamiliares, que resultan ligeramente más económicas. Por último, es importante apuntar que no obstante que en un futuro cercano los conjuntos habitacionales estudiados pueden resultar totalmente vendidos, muy probablemente la oferta conservará características similares, por lo que su análisis no resultará obsoleto.

I.6. Propuesta Alternativa para la Construcción de Vivienda Social, a través de 4 Pilares

Tanto el análisis como la propuesta de solución, se realizan para el aspecto técnico, asociando los aspectos económicos y sociales. Su carácter alternativo radica en el enfoque: la modificación de actitudes y posturas en cuanto a la concepción del proyecto, a la ejecución de la obra y a su financiamiento. Para ello, se analiza el problema organizándolo desde cuatro pilares de trabajo: *construir a semejanza de la naturaleza, la tecnología idónea, reivindicación de la autoconstrucción y, el desarrollo económico y social “desde abajo”*.

El primero, plantea una postura naturalista, delimitada a idear el proceso proyectual de la casa como evolución genética y no como un diseño genérico. Asimismo, revisa los principios físicos que rigen la estabilidad de las construcciones, para su correcta aplicación. Por último, enfatiza las consecuencias que tiene el uso desmedido de los materiales industrializados. Así se declara la devoción del presente trabajo: *construir conforme y no en contra de la naturaleza*; es pues, una visión *orgánica*.

La tecnología idónea, constituye por un lado, una reflexión sobre el papel concedido a este recurso; percibido actualmente como símbolo de poder y, ante esto, la posición de las técnicas³ tradicionales⁴ (artesanales) como fuente de sabiduría, de identidad, adecuadas a la cultura y a las costumbres locales.

³ Debe entenderse por “tecnología”, un conjunto organizado de conocimientos pertenecientes a un área del saber humano, mientras que por “técnica” una forma de hacer las cosas. La aclaración obedece a que lo que se propondrá son técnicas de construcción y no tecnologías.

⁴ “Cuando decimos ‘tecnología tradicional’ estamos incorporando la noción de una tecnología de larga data, culturalmente conocida y aceptada, que ha ido innovándose lentamente y cuyo borde, límite conceptual suele ser muy difícil de marcar” (Lombardi, 2002).

Por otro lado, se examinan experiencias constructivas redimidas o ideadas por reconocidos precursores del hábitat social y humanizado, como el arquitecto egipcio Hassan Fathy⁵, y sus técnicas en ladrillo de adobe, el arquitecto iraní-estadounidense Nader Khalili⁶, y su trabajo con sacos de arena y alambre de púas (conocido como superadobe), el arquitecto mexicano Carlos González Lobo⁷ y sus bóvedas de concreto armado “sin cimbra”, y el arquitecto mexicano Alfonso Ramírez Ponce⁸, con su sistema de cubiertas a base de ladrillo recargado; todas ellas comparándolas contra el sistema convencional. El objetivo consiste en averiguar si estos sistemas son técnica y económicamente factibles en la Ciudad de Puebla, y que efectivamente, permitan a sus moradores aspirar a un mejor nivel de vida. Es importante mencionar que ello no implica estar reñido con los sistemas industrializados, ya que todo es válido y necesario para afrontar el problema.

Se reivindica la autoconstrucción porque no es una práctica obsoleta sino una realidad obligada. Casi dos terceras partes de la vivienda en México se autoconstruyen; primordialmente por la limitación

⁵ Hassan Fathy (1900-1989), *El Arquitecto de los Pobres*, retomó la tradición rural constructiva de su país, Egipto, recreándola a la vida moderna. Su espíritu altruista lo condujo a hacer suyo el sendero social, porque lo obsesionaba la miseria de las aldeas egipcias. Se enteró que en Aswan (en el Alto Egipto), construían bóvedas sin ninguna clase de soporte. Viajó a ese lugar, y descubrió “...casas espaciales, bellas, limpias y armoniosas... parecía una aldea salida de un país de ensueño... o quizá de la misma Atlántida”. Con emoción, exclamó: “... Supe que estaba mirando la arquitectura viva, sobreviviente de las tradiciones egipcias, un modo de construir que surgía naturalmente del paisaje, parte integral de él tanto como las palmeras nativas de la región. Era como una visión de la arquitectura antes de la caída del hombre, antes de que el dinero, la industria, la avaricia y las falsas pretensiones apartaran la arquitectura de sus verdaderas raíces en la naturaleza” (Fathy, 1982, pág. 22).

⁶ Nader Khalili (1936 -2008), arquitecto, escritor y humanista iraní, abandonó su trayectoria como diseñador de rascacielos en Los Ángeles y Teherán para huir al desierto de su país e, inspirándose en las construcciones vernáculas, desarrolló en 1984 la técnica denominada “superadobe”, consistente en la construcción de casas a base de sacos de polipropileno rellenos de tierra, fijados con alambre de púas. Esta propuesta fue presentada a la NASA para diseñar refugios en Marte y en la Luna. En contraposición al enfoque tradicional de pensar en el transporte de módulos prefabricados en nuestro planeta, para su ensamble –a un elevadísimo costo-, en esos destinos, sostuvo que el mejor material de construcción era la propia tierra. Anteriormente, técnicas similares a esta se usaban como parapetos para contener desbordamiento de ríos, o como refugios militares. Hasta el momento el uso principal de su técnica ha sido la habilitación de campamentos para desplazados por sismos y otros desastres naturales. En 1991, Khalili fundó el Instituto Californiano de Arquitectura y Arte de la Tierra (el Instituto Cal-Earth), situado en el Desierto de Mojave, 50 millas al este de los Ángeles. (World Habitat Awards, 2007), (Centro de Técnicas Manuales, 2007), (Domkyo, Domótica, vive tu hogar digital, 2007), (Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2010).

⁷ Carlos González Lobo, arquitecto e investigador, ha trabajado incesantemente con organismos no gubernamentales y poblaciones de escasos recursos para crear propuestas que les permitan acceder a lo que él denomina *una modernidad alternativa*. Ha inventado diversos sistemas constructivos entre los que destacan el CGL-1 y el CGL-2; el primero de ellos referente a la construcción de bóvedas de concreto armado ‘sin cimbra’ y, el segundo, a bóvedas de ‘barro armado’ (dovelas de ladrillo con nervios de temperatura y capa de compresión).

⁸ Alfonso Ramírez Ponce, arquitecto, académico e investigador mexicano, ha retomado e innovado la técnica de construcción de bóvedas de ladrillo recargado (ladrillo cuña) denominada “bóvedas mexicanas” o “bóvedas del Bajío”. Se trata de un sistema similar al de bóvedas nubianas, aparecido 3 mil años más tarde y a 15 mil kilómetros de distancia, pero en la misma latitud. La diferencia estriba en el tipo de ladrillo (recocido) y en la forma de apoyo (Ramírez Ponce, no especificado, pág. 5).

de recursos económicos. Pero el ser humano posee capacidad mental constructora, prueba de ello son los juegos de niños como los meanos y los castillos de arena; por lo que es perfectamente capaz de dotarse de su propio hogar, si cuenta con la asesoría técnica, ayuda solidaria y respaldo para disponer de un terreno propio. Además, permite a las familias desarrollar sus habilidades para administrar sus recursos y subsistir en un medio económicamente hostil; independientemente de que, al hacerse cargo de la construcción, el propietario la siente suya y es capaz de repararla por sí mismo.

Por último, *el Desarrollo Económico y Social Desde Abajo*, pondera prácticas concebidas para sobrevivir con pocos recursos, así como el papel de la educación como auténtica herramienta de desarrollo, y el funcionamiento de entidades locales financieras que concedan micro-créditos y generen cuentas de ahorro para la construcción que, mediante un sistema de registro, reciban tanto depósitos en efectivo como materiales, trabajo en especie y otros. Este enfoque incorpora el trabajo y acciones sociales que actualmente no poseen ninguna cotización; tratándose de mecanismos de financiamiento radicalmente disímiles a los disponibles. Igualmente, se rescatan las potencialidades que para la reactivación económica tienen los conjuntos habitacionales como centros de trabajo productores de ingresos y de alimentos.

De esta manera, se pretenden despejar las contradicciones en la vida individual, familiar y colectiva (con pérdidas tangibles e intangibles), causadas por las formas de construcción actuales en vivienda social. En última instancia, se pretende contestar una pregunta: ¿es posible para cualquier persona construir o acceder a una vivienda idónea de bajo costo si se enfrenta el problema desde otra perspectiva?

CAPÍTULO II. INSTRUMENTO DE ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DEL PROBLEMA

Este capítulo constituye el instrumento de análisis, en el cual, se examinan los principales factores que caracterizan al problema. Simultáneamente, se generan lineamientos para una mejor práctica.

II.1. Descripción del Instrumento de Análisis

El análisis de la información se realiza en forma documental-gráfica, organizada conforme a las dos primeras variables, que son las que lo requieren. Se presenta en 4 tablas y 16 figuras, conteniendo croquis secuenciales, fotografías y gráficas. No se realiza un diagnóstico íntegro, sino una valoración general, con énfasis en el aspecto técnico. La Tabla II.1, contiene el listado de láminas:

Hechos a tratar	No.		Denominación de la Lámina
	Tabla	Figura	
II.2 Análisis y tratamiento del problema, a través del Primer Pilar: Construir a Semejanza de la Naturaleza			
La Solución proyectual y constructiva desde una visión natural		II.1	El Proyecto como proceso genético
Concebir la Construcción con Principios de Racionalidad Técnica		II.2 II.3 II.4 II.5 II.6 II.7 II.8	Comparativo de tipos de cimentación La solución convencional a base de vigas y losas planas Formas funiculares Bóvedas Cúpulas Cascarones Construcción de bóvedas y cascarones
II.3. Análisis y tratamiento del problema, a través del Segundo Pilar: La Tecnología Idónea			
Caracterización de la Tecnología Idónea	II.2 II.3 II.4 II.5	II.9 II.10 II.11 II.12 II.13 II.14 II.15 II.16	Características deseables para las Tecnologías Idóneas Consumo de energía para la fabricación de diferentes materiales de construcción Descripción de la Técnica de Adobe y Bóvedas Núbicas Descripción de la Técnica del Superadobe Descripción de la Técnica de Bóvedas de Concreto Armado “sin cimbra” (sistema CGL-1), 2 láminas Descripción de la Técnica de Bóvedas Mexicanas (del Bajío o del ladrillo recargado), 2 láminas Comparativa de Sistemas Constructivos, aspecto Técnico Diseños Propuestos para la Evaluación Económica de los Sistemas Analizados Elementos Considerados para la Evaluación Económica de los Sistemas Comparativa de Sistemas Constructivos, Aspecto Económico
Totales	4	16	
	20		

Tabla II.1 Láminas gráficas y tablas que integran el instrumento de análisis

II.2. Primer Pilar: Construir a Semejanza de la Naturaleza

II.2.1. La visión organicista del hábitat

El *organicismo* es el espíritu que guía este trabajo, porque sus principios son congruentes con el nuevo -y antiquísimo- entendimiento de una Tierra viviente⁹. Se propone adoptar esta corriente con la finalidad de hacer notar las virtudes que entraña un modo alternativo de construir.

El enfoque se ha concebido a través de tres alcances: *engendrar la casa en forma análoga a un organismo vivo, adoptar el bagaje constructivo de la naturaleza y entender algunas implicaciones de los materiales que se emplean en la construcción.*

II.2.2. El proyecto como proceso genético

Puede apuntarse que la vivienda comercial, se construye conforme a los conceptos de: uniformidad (repetición de medidas, espacios y componentes, de sí ortogonales), rápida y masiva producción (mayor o menormente manufacturada), y terminada (o casi) con servicios. El planteamiento organicista (no como corriente docta, sino como la integración de múltiples y dispares búsquedas pragmáticas) propone un proceso “genético”, así como el uso de sistemas artesanales, originando diversidad a partir de la repetición de métodos, no de espacios (figura II.1), producción adaptada al clima, a la geología local y al propio autoconstructor, y vivienda construida progresivamente.

II.2.3. Adoptar el bagaje constructivo de la Naturaleza

Este punto implica connotaciones muy amplias, pero solo se acogen los principios constructivos y de estabilidad estructural básicos. En la construcción de la vivienda, la cimentación y las cubiertas son las partes que revisten la mayor complejidad, y es ahí donde se cometen errores importantes, sea por desconocimiento de las técnicas adecuadas, o de los principios físicos subyacentes. En el caso de las cimentaciones (figura II.2), son las losas las que poseen un mejor desempeño; por poseer una mayor capacidad de carga derivada de la distribución de esfuerzos en una superficie amplia. Asimismo, la cimentación es el piso o el equivalente del firme, con lo cual se evita otro gasto.

⁹ James Lovelock, científico inglés, autor de la Teoría GAIA, declara que la biósfera se comporta como un organismo viviente. Si bien hasta la fecha tal teoría no ha sido comprobada, esta reflexión es indicativo de que las acciones en la construcción deben estar profundamente permeadas por un espíritu medio-ambientalista, como sustento de la vida.



Conjuntos habitacionales "Los Héroes" y "GEO Xilotzingo", Ciudad de Puebla". Puede observarse un diseño estandarizado, concebido a partir de criterios mercantiles. Por ello, se suponen idénticas necesidades y proyectos de vida, la habitabilidad es mínima y la versatilidad, escasa o nula. En algunos casos, existe la posibilidad de crecimiento progresivo, en otros no; incluso está prohibido alterar las fachadas, con el propósito de conservar la imagen del conjunto, carente de un lenguaje simbólico comunitario. Un producto controvertible como patrimonio y con limitadas posibilidades para impulsar el desarrollo social.



Algunas empresas ofrecen pies de casa; es decir, viviendas con posibilidad de crecimiento progresivo. No obstante, el mismo está predeterminado conforme a unos cuantos prototipos. La ejecución de la ampliación por parte del usuario puede estar restringida, debido a la dificultad para combinar sistemas industrializados con autoconstrucción. Por otra parte, todas las viviendas de este tipo cuentan con servicios urbanos, el problema radica en que al paso actual, nunca quedará satisfecha la creciente demanda habitacional. Este trabajo por su enfoque organicista, propone el concepto de *semilla habitable*, en lugar de pie de casa o cuarto redondo. En una planta, la semilla es la máxima expresión de la energía potencial, lo cual es acorde con el principio genético y no industrial de la vivienda

"Bien puede ser que lo que llamamos moderno no sea sino aquello indigno de perdurar hasta hacerse viejo"

Dante Alighieri

"Cuando el roble crece, no existe ningún proyecto ni plan maestro que indique a las ramas a dónde deben dirigirse. Sabemos que tendrá la forma general porque su desarrollo se guía por el lenguaje de patrones para un roble (su código genético). Pero sus detalles son imprevisibles porque cada paso se forma mediante la interacción de este lenguaje con fuerzas y condiciones externas a él: la lluvia, viento, sol, composición de la tierra, posición de otros árboles y arbustos, espesor de las hojas en sus propias ramas..."

Christopher Alexander

"Busca un buen emplazamiento para tu construcción y no ofendas a la naturaleza con tu creación"

Proverbio chino



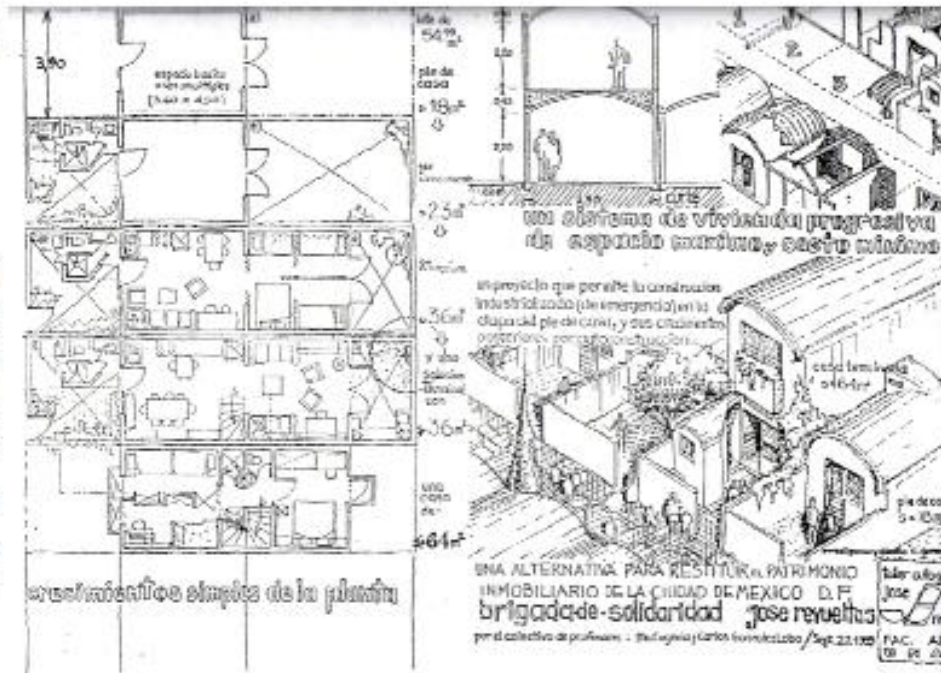
Casas en Nueva Gourna, Egipto, diseñadas y construidas por el Arq. Hassan Fathy, en la época de la Segunda Guerra Mundial. Bellas y espaciosas, emplean materiales, mano de obra y procedimientos de la región. Se trata de una aldea completa de 900 familias, cada una diseñada para la familia en específico que la iba a habitar. El empleo del adobe y de cubiertas de forma activa, contribuyeron a disminuir considerablemente el costo en comparación con el sistema convencional.

Cúpulas y bóvedas núbicas, un sistema de techado tradicional del Medio Oriente, estético y económico.

Carlos González Lobo, arquitecto mexicano, propone vivienda progresiva en lotificaciones densas con urbanizaciones mínimas y progresivas. Se comienza con un cuarto redondo (espacio de usos múltiples), con cocina y baño colocados al frente de la casa, para obtener un mínimo desarrollo de instalaciones. Constructivamente, la casa cuenta con refuerzos estructurales que le permiten crecer en segunda y tercera planta. Durante el programa de Renovación Habitacional Popular del sismo de 1985, practicó este concepto, construyéndose pies de casa de aproximadamente 25 m² (una superficie escasa, pero ya propiedad de cada familia), conforme a los recursos disponibles. De esta forma, el adeudo generado, fue mínimo, considerando más aún la situación de emergencia que se vivía. Esta solución acarrió muchas incomodidades al principio, pero tuvo potencial de crecimiento, y confirmó su viabilidad. La casa crecía conforme lo permitían los ahorros, al gusto de cada familia, con privacidad y acceso desde el suelo (una ventaja para niños, ancianos y minusválidos).

En contraste, organismos públicos construyeron viviendas de 40 m² terminados, en edificios multifamiliares de 3 niveles, con un solo dormitorio autónomo, cocineta, sin espacio exterior privado y sin posibilidad de modificación.

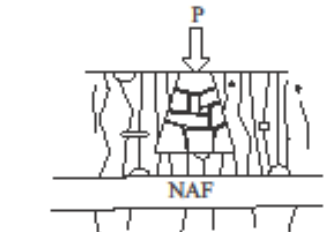
Podemos escoger entonces, entre construir vivienda terminada y con servicios pero fútil, para afrontar (que no satisfacer) solo una mínima parte de la demanda o bien, vivienda con verdadero potencial de crecimiento como albergue, patrimonio y bien social



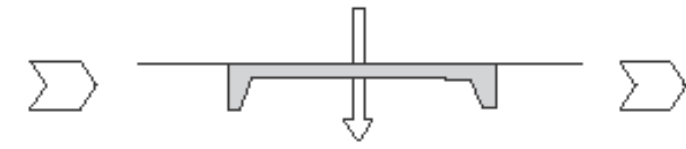
Conclusiones:

La casa planificada y construida por corporativos inmobiliarios, es un producto mercantil estandarizado en su diseño, materiales y métodos, constituida por prototipos para atender necesidades preconcebidas como uniformes, sin participación del usuario y con escasa o nula flexibilidad en el tiempo y en el espacio. La casa planificada como una simiente, especialmente pensada para cada familia, y construida por mano de obra local genera un patrimonio y crea una ciudad única y rozagante de sí misma.

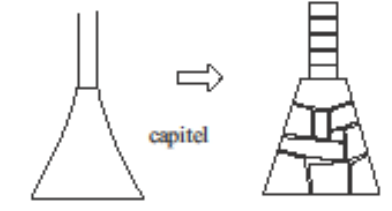
Figura II.1 El proyecto como proceso genético



Las cimentaciones transmiten las cargas al terreno, por lo que estructuralmente están determinadas por la relación entre el peso del edificio y la forma en que éste baja y, la conformación del terreno.



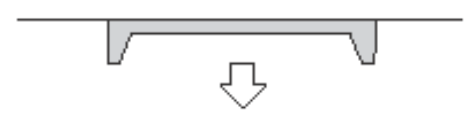
La superficie de desplante es aquella capaz de equilibrar la estructura del edificio y el terreno, incorporándolo como su componente, sin que se vea alterado en forma agresiva.



El cimiento de mampostería es en sí, una ampliación del muro o columna, una especie de capitel inferior, de la que resulta un conjunto de baja homogeneidad estructural, cuyo equilibrio se asegura ampliando su base (una solución limitada a edificios de poca altura y pequeños claros)



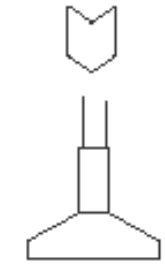
En los cimientos continuos, la baja homogeneidad estructural, obliga a incorporar la cadena de liga y los anclajes del castillo, requiriendo una superficie de apoyo continua y solo para edificios de baja altura y claros pequeños, en terrenos duro, semi-duro o suave (a lo más), pero no suave.



La forma de plancha, funciona como las raquetas de nieve, distribuyendo la carga en una superficie considerable.

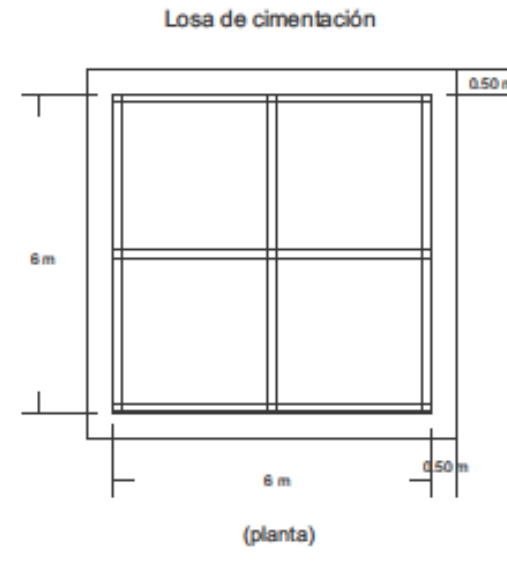
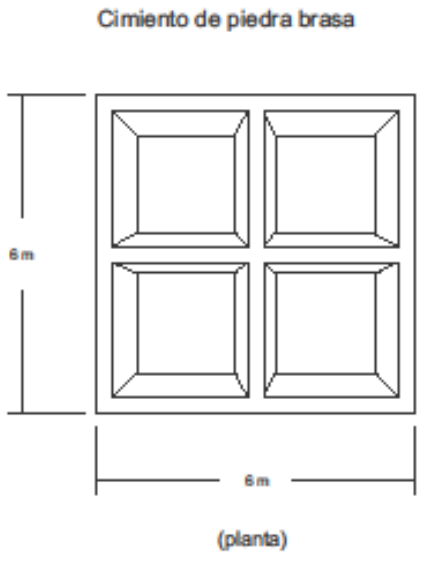


Si aún así, la resistencia del terreno queda excedida, se recurre a utilizar la totalidad del área de desplante, tomando la forma laminar completa; es decir, la losa de cimentación.



Cuando se excede la resistencia del terreno, es indispensable recurrir a un material más homogéneo y de menor peso volumétrico que la piedra, es decir, el concreto reforzado, cuya lógica estructural conlleva a la forma de trabajo laminar

Tomando como ejemplo una cimentación de 6 X 6 mt, al analizar sus precios, se tiene lo siguiente:



Comparativa de costos entre cimiento de piedra brasa y losa de cimentación de 6 X 6 mt							
Concepto	Unidad	Cimiento de piedra brasa			Losa de cimentación		
		Cantidad	Precio Unitario	Importe	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Excavación en material tipo "B"	m3	23.80	\$246.63	\$5,820.00	17.15	\$246.63	\$4,229.72
Plantilla de concreto fc= 100 kg/cm2	m2	29.50	\$104.67	\$3,087.57	8.68	\$104.67	\$908.29
Cimiento de mampostería de piedra brasa	m3	11.22	\$867.80	\$9,738.36			
Cadena de desplante de 15x20 cm, fc= 200 kg/cm2, c/armex	ml	34.65	\$202.28	\$7,009.05			
Acero de refuerzo del no. 2 en cimentación	kg				46.31	\$22.52	\$1,042.97
Acero de refuerzo del no. 3 en cimentación	kg				463.37	\$21.46	\$9,945.30
Concreto fc= 250 kg/cm2 en cimentación	m3				6.12	\$1,464.16	\$8,959.91
Cimbra aparente en cimentación	m2				8.13	\$205.14	\$1,667.77
Relleno y compactación de material producto de la excavación	m3	10.90	\$181.70	\$1,980.78			
Relleno y compactación con gránzón	m3				17.15	\$298.75	\$5,123.56
Anclaje de castillo en cimiento de piedra	pza	9.00	\$167.12	\$1,504.08			
Acarreo de material no utilizable, en camión de volteo	m3	12.70	\$196.78	\$2,498.46	17.15	\$196.78	\$3,374.77
Firme de concreto fc= 150 kg/cm2, de 8 cm de espesor	m2	36.00	\$223.43	\$8,043.46			
				\$39,681.75			\$35,252.30

Nota: precios unitarios a costo directo, sin considerara FSR, en la Ciudad de Puebla, a noviembre de 2013

Puede observarse un costo menor en la losa de cimentación (un 11% aproximadamente)

Conclusiones:
La losa de cimentación resulta estructural y económicamente más eficiente que el cimiento convencional de piedra brasa.

Referencias documentales:
Gómez Arias, Rodolfo, *Las Estructuras como parte de los Procesos de Diseño de los Objetos Urbano-Arquitectónicos, s.p.*

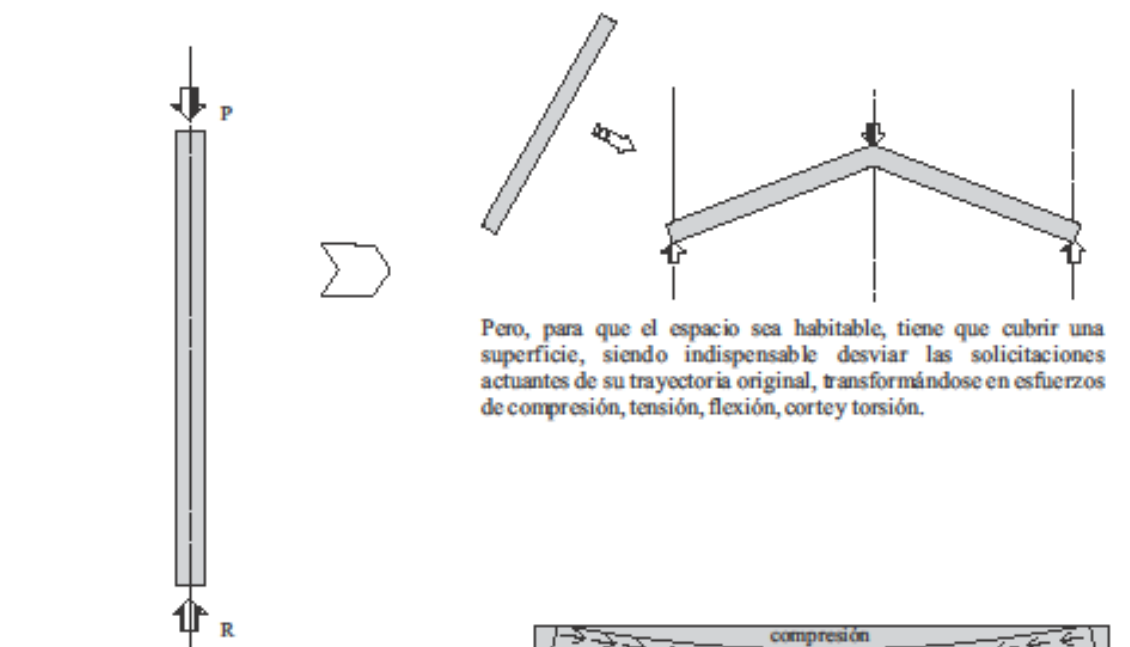
Figura II.2 Comparativo de tipos de cimentación

En las cubiertas, se recurre a las losas planas y a los marcos rígidos (figura II.3), como una mesa de comer, cuyo principio de transmisión de fuerzas hacia los apoyos es la desviación ortogonal de su trayectoria. Esta desviación precisa forzar cambios de dirección en las cargas no sólo numerosos sino drásticos (de 90°, generalmente), que implican vencer su inercia en su tendencia a seguir sobre su línea de acción... cambio para el cual resulta necesaria la presencia de un material con la calidad y en la cantidad como para que su resistencia, ... sea capaz de lograr su cambio, lo cual no ocurre sin que aparezcan esfuerzos de compresión (c), tracción (t), flexión (Mf) y corte (v) en el proceso de traslado de las cargas verticales... en dirección horizontal hacia los apoyos,..." (Gómez Arias, Inédito, pág. 19).

La clave para el adecuado trabajo mecánico de un techo está en su forma, la cual debe de ser congruente con las sollicitaciones que en él intervienen. De esta manera, son las estructuras laminares "de forma activa" (denominación según Engel), las que lo desempeñan mejor, como es el caso de las bóvedas y cúpulas. A continuación, se presenta una breve descripción sobre el funcionamiento de estas formas (figura II.4).

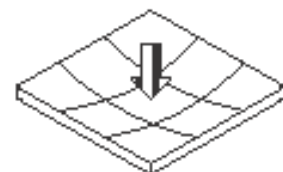
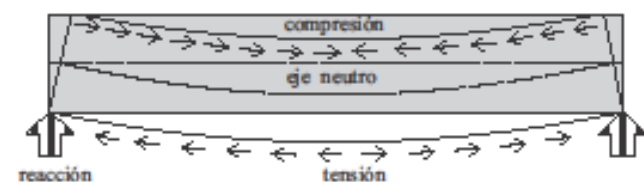
Al tomar un cable por sus extremos -sin tirar de ellos-, tan solo suspendido por su propio peso, tiende a adoptar la forma de una catenaria o funicular (como sucede con las líneas del servicio eléctrico). Esta forma trabaja a tensión pura y, si es invertida, se obtiene el arco parabólico o anti-funicular, que trabaja exclusivamente con esfuerzos de compresión (al menos en teoría), y desarrolla esfuerzos horizontales en sus puntos de anclaje (esfuerzo de coceo).

De esta manera, la trayectoria de un arco parabólico permite la óptima transmisión de fuerzas, pero, al ser peraltado, no es muy adecuado para la vivienda; por ello, la solución adoptada es el cascarón cilíndrico (Gómez Arias, inédita, pág. 18).



La columna es la forma estructural más eficiente, por transmitir la carga directamente al apoyo

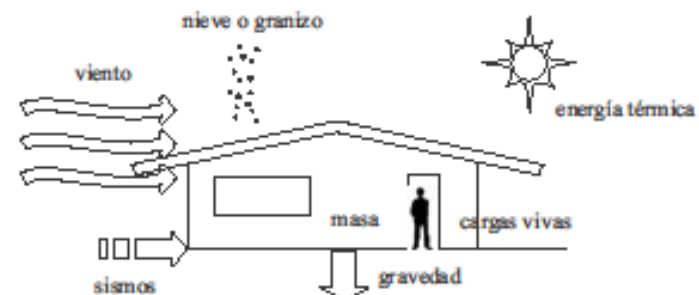
Pero, para que el espacio sea habitable, tiene que cubrir una superficie, siendo indispensable desviar las solicitaciones actuantes de su trayectoria original, transformándose en esfuerzos de compresión, tensión, flexión, corte y torsión.



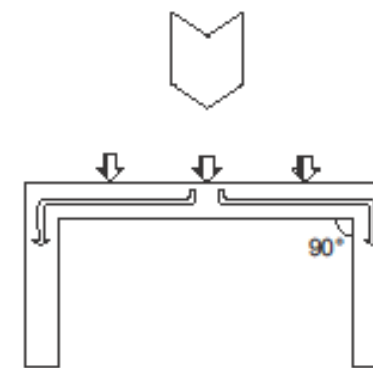
Esta forma de trabajo, hace que la losa plana apoyada en sus 4 lados, tienda a flexionarse al centro, debido a la fuerza de gravedad. La continuidad de rigidez y su sección o peralte son pues, factores determinantes para su resistencia, ya que cuanto más alejada esté la masa del eje neutro, mayor resistencia a la flexión tendrá.



Estos requerimientos se expresan en un mayor consumo de materiales (acero de refuerzo y concreto), con el consecuente incremento económico.



Pero este espacio además, está sujeto a fuerzas permanentes y eventuales, que tienden a romper su equilibrio y a deformarlo



La solución convencional, a base de vigas y losas planas de concreto, requiere desviar las cargas drásticamente a 90°.



Pero si la viga y la losa plana se han impuesto en nuestras sociedades, es debido a que su geometría permite medir, cuantificar y dividir fácilmente el espacio; en pocas palabras usarlo y controlarlo con sencillez. También simplifica la fabricación de los materiales de construcción. Por tanto, no se propone eliminarlos definitivamente, sino disminuir su uso.

"La viga lineal apoyada es un símbolo del conflicto entre direcciones que se ha de solucionar al proyectar una estructura: dinámica vertical de las cargas frente a la dinámica horizontal del espacio a utilizar"

Heino Engel

"La viga lineal se enfrenta a esta colisión entre la ley de la naturaleza y la voluntad humana de manera directa y con su masa"

Heino Engel

"...pero extraña que la arquitectura popular del desierto o la tradicional mediterránea en particular y la arquitectura en general... prefiera usar las líneas rectas, salvo en solemnes cúpulas de iglesias, mezquitas y palacios y demás gestos en honor de la gloria humana. La omnipresencia de lo horizontal y lo vertical en la superficie del planeta, algún sentido no muy claro de lo racional, una noción sobria de la estética y una fuerte herencia euclídea, han impuesto la línea recta y el ángulo recto durante milenios".

Jorge Wagensberg
Físico naturalista

"...Ni esta fe mía en la natural expresividad estética de una buena solución constructiva me ha traicionado nunca, ni he encontrado excepciones a la misma examinando obras arquitectónicas recientes o del pasado. Por lo cual creo poder afirmar que una buena organización estructural, estudiada con amor en su conjunto y en sus detalles, es la condición necesaria, si no del todo suficiente, de una buena arquitectura".

Pierre Luigi Nervi

Conclusiones:

Las edificaciones están sujetas a diversas fuerzas naturales y propias de su uso. La solución convencional con elementos planos y rectos, es ineficiente estructuralmente hablando, pero no es conveniente eliminarla, sino disminuirla.

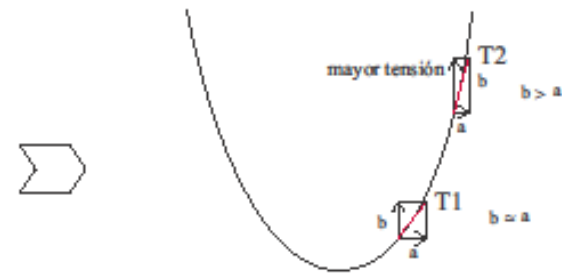
Referencias documentales:

Senosiain Aguilar, Javier: Bioarquitectura, p. 43.
Gómez Arias, Rodolfo: Las Estructuras como parte de los procesos de Diseño de los Objetos Urbano-arquitectónicos, p. 10, 18 y 19.
Engel, Heino: Sistemas de Estructuras, p. 28 y 30

Figura II.3 La solución convencional a base de vigas y losas planas



Un cable o una cadena en suspensión adoptan una forma funicular, que es la línea natural de transmisión de los esfuerzos, trabajando a tensión pura, constituyéndose así como un sistema elástico.

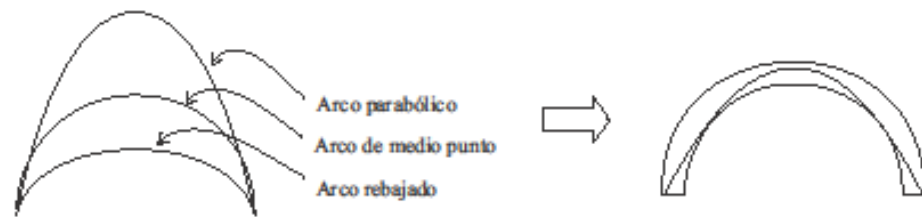


Cuando la catenaria está sometida únicamente a su propio peso, la tensión es mayor en los extremos (sitios de máxima pendiente).



El arco parabólico o antifunicular, es la forma inversa a la catenaria, y trabaja a compresión, constituyéndose así como un sistema resistente.

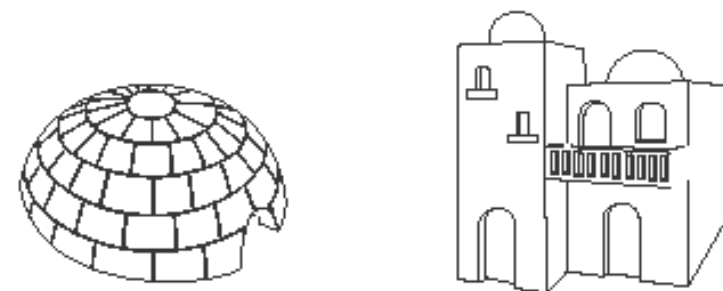
De esta forma, ambos sistemas desvían las fuerzas exteriores a través de fuerzas normales: la catenaria mediante la tensión y el arco parabólico mediante compresión.



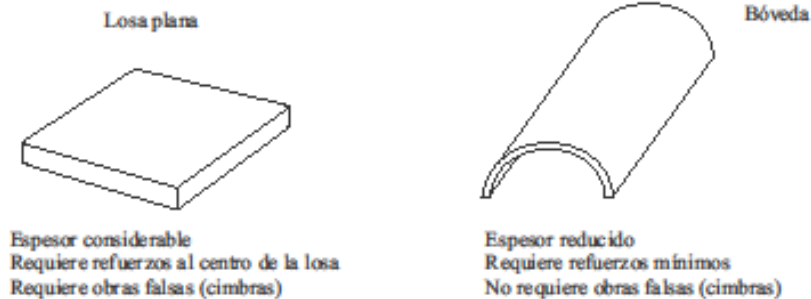
Pero mientras la catenaria únicamente tiene que cambiar de forma para adquirir la del nuevo sistema de acciones, el arco parabólico simplemente se cae, por lo que es necesario dotarlo del grosor suficiente para que el antifunicular esté inserto en él, o bien, otorgue rigidez a la flexión (como puede ser, el empleo de acero)



Tanto la catenaria como el arco parabólico, solo son funiculares para una determinada carga (la línea de suspensión para la primera, y la línea de presiones para el segundo), por lo que al variar las condiciones de carga, se modificarán sus líneas de transmisión. El elemento debe poseer entonces, la capacidad para resistir las.



No obstante, las formas curvas son por mucho, más eficientes que las planas y rectas, estructuralmente hablando, debido a que no están tan alejadas del arco parabólico como la línea recta. Además, las construcciones realizadas con estas formas, poseen bondades climáticas; prueba de ello, es que en las regiones más extremas del planeta, han sido construidas a lo largo de la historia.



Losa plana
Espesor considerable
Requiere refuerzos al centro de la losa
Requiere obras falsas (cimbras)

Bóveda
Espesor reducido
Requiere refuerzos mínimos
No requiere obras falsas (cimbras)

En resumen, a diferencia de las formas lineales y planas, las formas funiculares resisten por la forma y no por la masa del material; lo cual implica trabajar con y no en contra de la naturaleza que, como ventaja consecuente, permite reducir peraltes y por tanto, economizar materiales y energía en su producción.

"El arco nunca duerme"

proverbio árabe

"La obra mejor es la que se sostiene por su forma y no por la resistencia oculta de su material"

Eduardo Torroja

"Del mismo modo que cuelga el hilo flexible, así pero invertido, se sostendrá el arco rígido".

Robert Hooke, 1676

"La verdadera y legítima forma de un arco o fornix, no es otra que la catenaria. Y cuando un arco de cualquier otra forma se sostiene, es porque hay alguna catenaria contenida en su espesor. Y no lo harían si fueran muy delgados o compuestos de partes deslizantes".

David Gregory, 1697

"Resistir por el peso no es más que una torpe acumulación de la materia, en cambio, no hay nada más noble y elegante que resistir por la forma".

Eladio Dieste

Conclusiones:

Las formas funiculares poseen un mejor desempeño estructural que las formas lineales y planas, por estar más cercanas a las líneas naturales de transmisión de esfuerzos. Ello permite economizar materiales y energía en su producción. El legado histórico es prueba de ello.

Referencias documentales:

- García Barrón, Leoncio: *Fundamentos Físicos de la Construcción Medieval: arcos y puentes*, <http://www.xtec.cat/~cgarc138/ceta/tecnologia/arcs.htm>.
- Senosiain Aguilar, Javier: *Bioarquitectura*, p. 95 a 100.
- Engel, Heino: *Sistemas de Estructuras*, p. 4.

Figura II.4 Formas funiculares

Es indispensable distinguir por una parte, entre bóvedas y cúpulas y, por otra, los cascarones. No obstante que pueden tener forma idéntica, los primeros están contruidos con elementos granulares con capacidad para absorber casi exclusiva (pero no únicamente) esfuerzos a compresión. Aquí se incluyen al adobe, ladrillo recocido y piedra. Por otro lado, los cascarones cuentan además, con capacidad para absorber esfuerzos de tensión, ya que están contruidos en concreto reforzado (figuras II.5, II.6 y II.7).

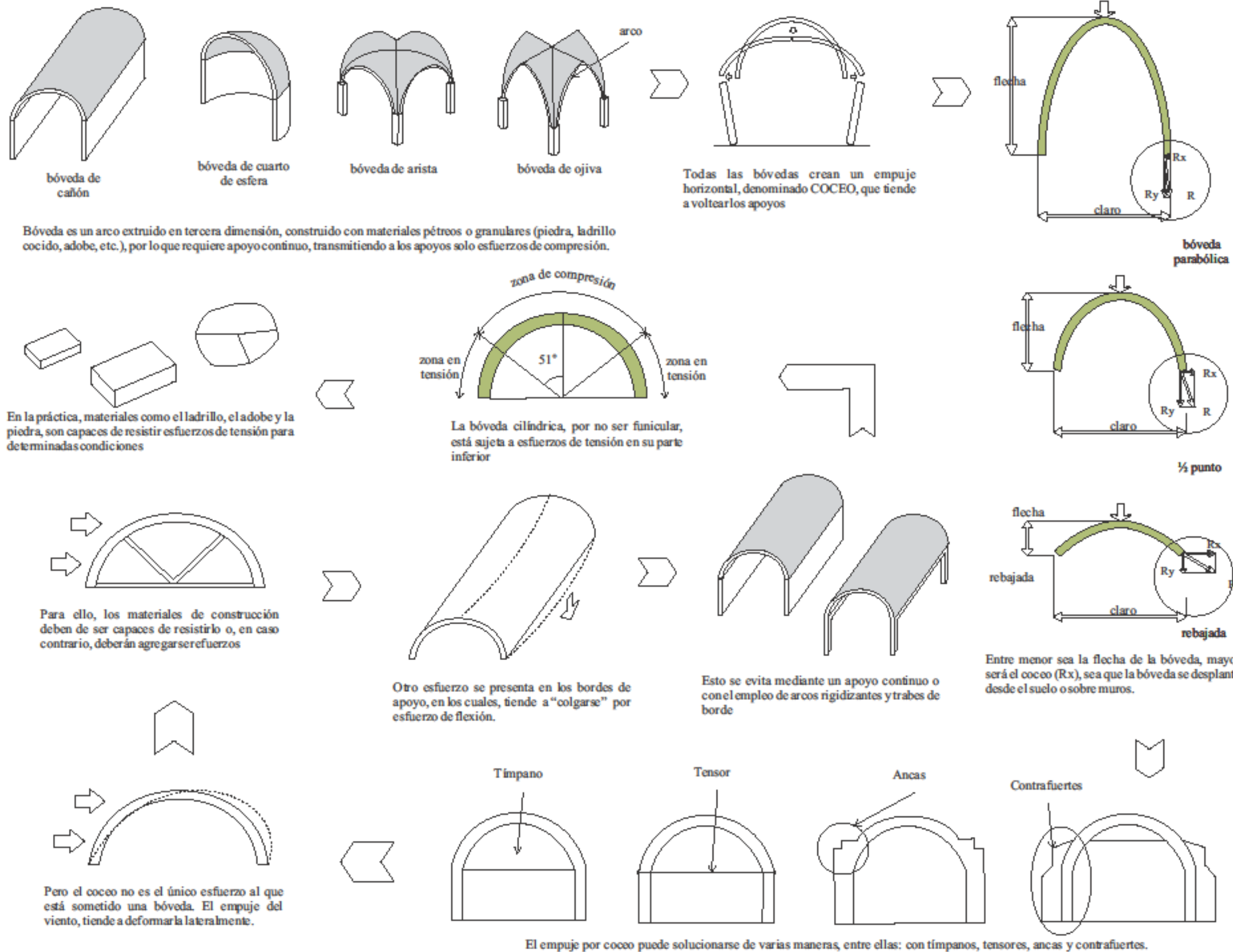
Lo que les confiere sus cualidades, es el hecho de que por su forma curva, los esfuerzos de membrana (aquellos transmitidos de manera uniforme en el espesor de la lámina y que actúan paralelos al plano medio de la misma en cada punto) son tangentes a la superficie en cada uno de sus puntos, comportándose elásticamente en 2 direcciones.

En cuanto a la construcción propiamente dicha, las bóvedas y cúpulas, poseen una amplísima historia de ingenio y creatividad (figura II.8). Hace 3,400 años (Fathy, 1982, pág. 24), Egipto (país conocido por sus construcciones piramidales y trapezoidales), ya poseía una arraigada tradición constructiva en este renglón. Los graneros del Ramesseum, en Luxor, contruidos en adobe, son ejemplo de ello.

II.2.4. Origen y disposición de los materiales y componentes constructivos

La tercera proposición concede importancia al hecho de repensar las implicaciones económicas y de salud de los materiales que se utilizan. Se trata entonces de sostener la capacidad regenerativa de la Tierra. El mundo tiene límites, y se trata de vivir bien dentro de ellos.

La tierra es, por mucho, el material de menor consumo energético. Pero hoy en día el acero y el cemento son preponderantes, por lo que para las cubiertas de forma activa, son mejor las que trabajan a compresión, por tener un costo inferior al de aquellas que trabajan a tensión: *“Por el tipo y la cantidad de energía consumida para la producción (tecnología y recursos humanos utilizados para la extracción, el transporte, el procesamiento y la obtención final de los productos), es mucho menor el costo de los componentes del concreto: cemento, arena, grava y agua, y de éste aun cuando sea premezclado, que el acero de refuerzo, razón por la cual en la utilización del concreto armado hay que hacerlo aplicándolo preferentemente a la construcción de cubiertas cuya ‘forma de trabajo’ produzca fundamentalmente esfuerzos de compresión, reduciendo al mínimo posible los de tensión”* (Gómez Arias, inédita, pág. 11).



Bóveda es un arco extruido en tercera dimensión, construido con materiales pétreos o granulares (piedra, ladrillo cocido, adobe, etc.), por lo que requiere apoyo continuo, transmitiendo a los apoyos solo esfuerzos de compresión.

En la práctica, materiales como el ladrillo, el adobe y la piedra, son capaces de resistir esfuerzos de tensión para determinadas condiciones

La bóveda cilíndrica, por no ser funicular, está sujeta a esfuerzos de tensión en su parte inferior

Para ello, los materiales de construcción deben de ser capaces de resistirlo o, en caso contrario, deberán agregarse refuerzos

Otro esfuerzo se presenta en los bordes de apoyo, en los cuales, tiende a "colgarse" por esfuerzo de flexión.

Esto se evita mediante un apoyo continuo o con el empleo de arcos rigidizantes y trabes de borde

Entre menor sea la flecha de la bóveda, mayor será el cocco (Rx), sea que la bóveda se desplante desde el suelo o sobre muros.

Pero el cocco no es el único esfuerzo al que está sometido una bóveda. El empuje del viento, tiende a deformarla lateralmente.

El empuje por cocco puede solucionarse de varias maneras, entre ellas: con típanos, tensores, ancas y contrafuertes.

"Si la columna es arte, el arco es técnica"
Eduardo Torroja

"El arco no solo le dio nombre a la arquitectura sino que además la embelleció"
Javier Senosiain

Conclusiones:
Las bóvedas son cubiertas construidas con materiales granulares que solo trabajan para esfuerzos de compresión. Si su sección no es funicular, tienen que ser capaces de resistir esfuerzos a tensión. En la práctica, el ladrillo, la piedra, el adobe y otros, son capaces de resistirlos, en lo conceniente a espacios para casas habitación, incluso para otro género de edificios.

Referencias documentales:
Moore, Fuller: *Comprensión de las Estructuras en Arquitectura*, p. 165, 179, 180, 181
Engel, Heino: *Sistemas de Estructuras*, p. 28 y 30

Figura II.5 Bóvedas (cubiertas curvas construidas con materiales granulares)



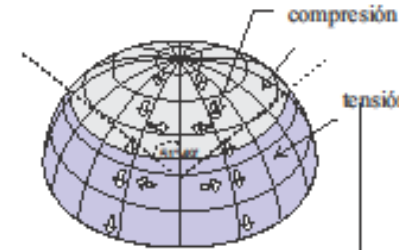
Cúpula es una bóveda de doble curvatura, que resiste mayoritariamente esfuerzos de compresión, y puede ser circular o rebajada, incluso, tener otras formas geométricas en su planta.



Una cúpula funciona como una malla de meridianos y paralelos. Los primeros dirigen las cargas a los apoyos y, los segundos, zunchana los meridianos.



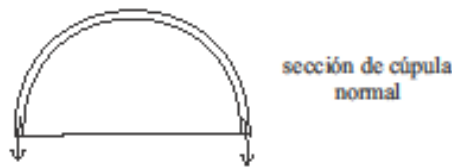
En la parte superior de las cúpulas de media naranja, los paralelos impiden que la clave de los meridianos descienda; y en su parte media, impiden que los meridianos se desplacen lateralmente.



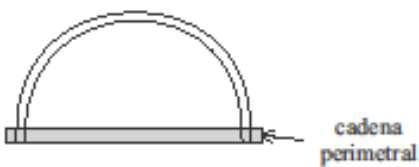
Los meridianos y los paralelos superiores trabajan siempre a compresión. Los paralelos inferiores trabajan a tensión.

"Las estructuras de forma activa, debido a su capacidad para cubrir grandes luces, poseen un significado especial para la civilización de masas y sus necesidades de grandes espacios. Son, en potencia, la forma portante para la construcción del futuro"

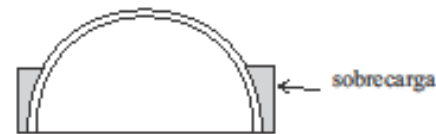
Heino Engel



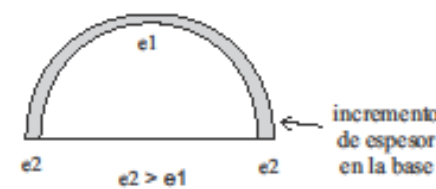
sección de cúpula normal



cadena perimetral



sobrecarga

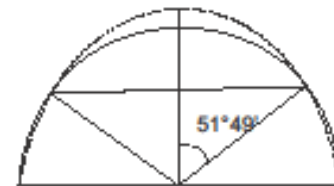


incremento de espesor en la base

Para que la línea de empuje se redirija hacia el tercio medio del muro o apoyo, es necesario recurrir a ciertos artilugios



Cada meridiano se comporta como el arco funicular de la carga aplicada; es decir, resiste sin desarrollar flexión para cualquier sistema de cargas simétricas.



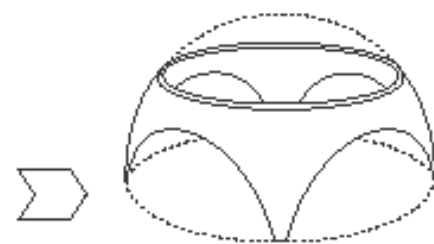
La curvatura transversal de 2 segmentos opuestos no coincide con la catenaria. La diferencia se pone de relieve a la altura de 51° 49', medidos desde la cumbre



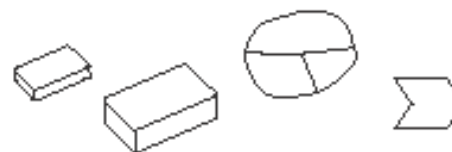
Su doble curvatura está definida por la existencia de un solo punto de contacto con sus planos tangentes. El hecho de distribuir los esfuerzos en 2 sentidos, las hace altamente eficientes, estructuralmente hablando.

"Dado que las estructuras de forma activa transmiten las cargas por un camino directo, pueden considerarse como vigas lineales, tanto en su esencia como por su manera de trabajar. Esto también es válido para redes de cables, membranas o cúpulas reticulares, en los que la transmisión de cargas, a pesar de realizarse a través de varios ejes, es lineal por ausencia del mecanismo de esfuerzo cortante"

Heino Engel



Las pechinass son la mejor forma de apoyar una cúpula, el problema es que en general, su construcción es una práctica desconocida



Al igual que las bóvedas de curvatura simple, las cúpulas pueden construirse con materiales granulares.

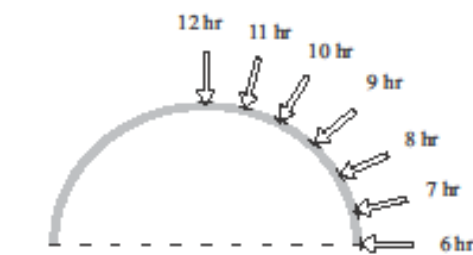


Ilustración basada en Gómez Arias, Rodolfo, p. 98

Las bóvedas y las cúpulas ganan calor por absorción y lo almacenan, pero son frescas, ya que la radiación solar es perpendicular a su superficie en un solo punto en cada momento del día, siendo tangente a los demás puntos (Gómez Arias, p. 98)

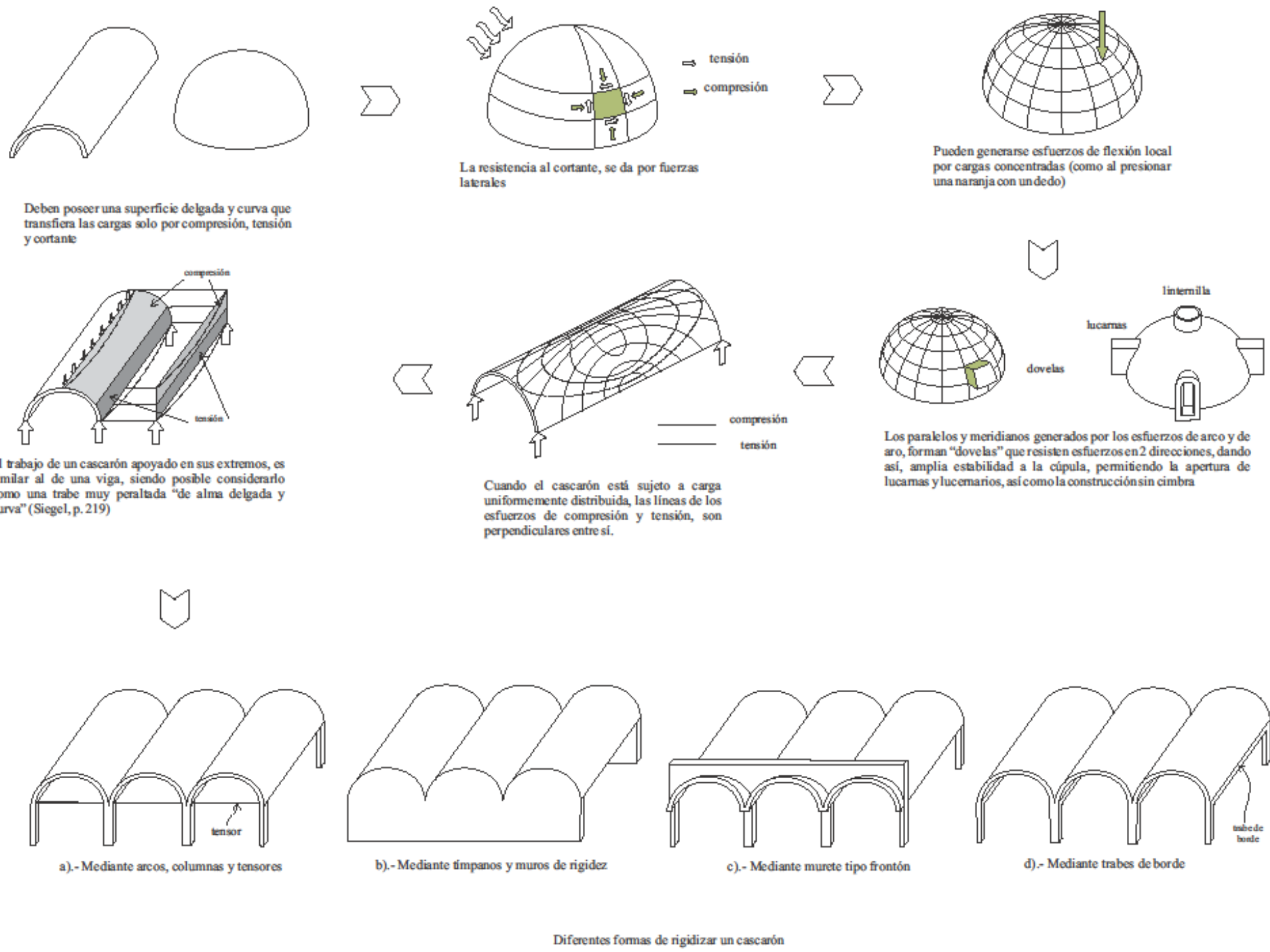
Conclusiones:

Las cúpulas son bóvedas de doble curvatura, y por la misma razón, estructuralmente muy eficientes, ya que cada esfuerzo es tangencial en un solo punto de su superficie.

Referencias documentales:

- Moore, Fuller: *Comprensión de las Estructuras en Arquitectura*, p. 183 a 186, 197 a 199.
- ETSA Sevilla, curso 1o. de Construcción: "Introducción a la Construcción Arquitectónica", plan 1998, p. 2.
- Medina, Jorge O: *Identificación de los Sistemas Estructurales Básicos*, p. 20.
- Requena Ruiz, Ignacio: *Análisis de Tipologías Estructurales Bóveda, Lámina, Cúpula y Paraboloide*, p. 10 y 11.
- Engel, Heino: *Sistemas de Estructuras*, p. 45 y 46.
- Gómez Arias, Rodolfo, *Las Bóvedas Cilíndricas como solución de la cubierta para la vivienda de bajo costo*, páginas indicadas.

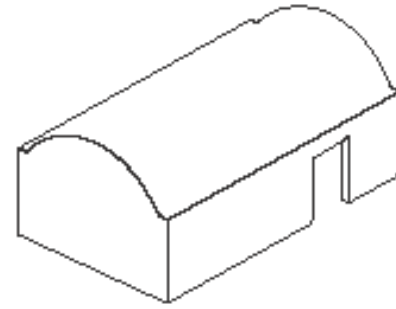
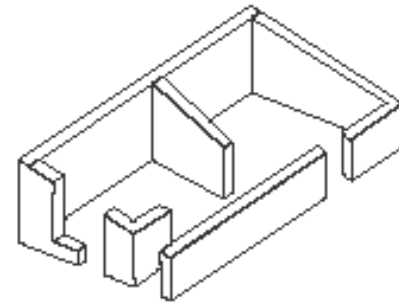
Figura II.6 Cúpulas (de materiales pétreos o granulares, con escasa o nula capacidad de resistencia al cortante)



Conclusiones:
 Los cascarones son superficies curvas y delgadas que, a diferencia de las bóvedas y cúpulas, tienen capacidad para soportar esfuerzos de tensión, cortante y flexión.

Referencias documentales:
 Moore, Fuller, *Comprensión de las Estructuras en Arquitectura*, p. 197 a 199, 205
 Requena Ruiz, Ignacio, *Análisis de Tipologías Estructurales Bóveda, Lámina, Cúpula y Paraboloides*, p. 9

Figura II.7 Cascarones (cubiertas curvas construidas con materiales resistentes a tensión)



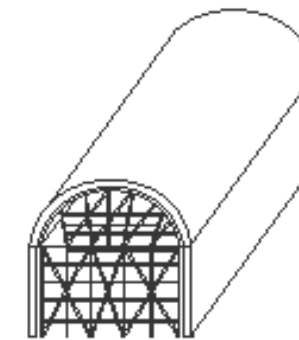
Muchos autoconstructores son capaces de levantar muros, pero el techado es un problema mayor por requerir de una técnica especializada

Se trata entonces, de que la técnica sea asequible al autoconstruitor, de manera que pueda continuar el techado de su casa sin técnicas ni mano de obra especializadas

¿Existe una técnica que lo permita?



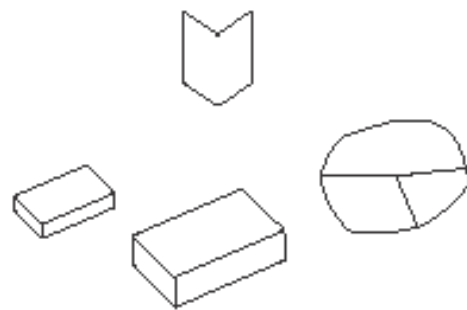
Graneros de Ramesseum, Luxor, Egipto, construidos en adobe, aprox. 1,400 a.C.



Incluso en nuestro patrimonio histórico, las bóvedas y cúpulas son de uso frecuente. Detrás de la opulencia de algunos elementos constructivos, subyacen sencillas e ingeniosas técnicas para el abovedado

Pero una revisión histórica, muestra que el abovedado es mucho más antiguo de lo que podría pensarse, por lo que resulta lógico suponer que en todo ese tiempo transcurrido, se hayan desarrollado sistemas para simplificar su construcción.

Hoy en día, no es frecuente la construcción de cascarones. Uno de los motivos es que se piensa que forzosamente tienen que emplearse obras falsas como cimbra continua y complicados andamiajes; lo que implica un costo elevado.



Monasterio de San Simón, Egipto



En las siguientes láminas, se describirán algunos sistemas constructivos idóneos, para su aplicación en la vivienda social

Tradicionalmente, se han utilizado los materiales que se tienen a la mano en abundancia: tierra, madera, piedra, hasta hielo y desechos; constituyendo así, una lógica constructiva pragmática. Más recientemente, se ha incorporado el concreto armado, que también puede ejecutarse con un mínimo de cimbra

Y con ellos, se han creado auténticas obras maestras, tanto civiles como religiosas

"...estoy convencido que todos somos constructores, en mayor o menor grado. Y construir es fascinante, pues es dar vida, desocultar, hacer aparecer lo inexistente. Un balbuceo incipiente ante el discurso avasallador de la naturaleza..."
Alfonso Ramírez Ponce

Conclusiones:
Los abovedados constituyen técnicas históricas y contemporáneas que están al alcance del autoconstruitor, y que le permiten cerrar un espacio sin necesidad de especialización.

Referencias documentales:
Gómez Arias, Rodolfo, *Las Bóvedas Cilíndricas como solución de la cubierta para la vivienda de bajo costo*, p.9.

Figura II.8 Construcción de bóvedas y cascarones

II.3. Segundo Pilar: La Tecnología Idónea

Desde la perspectiva de este trabajo, la tecnología idónea debe caracterizarse por la disponibilidad local de los materiales, mínimos o inexistentes controles de calidad y de laboratorio, libre de maquinaria pesada, reducido costo económico y energético, escasa o nula especialización que permita incluso, la incorporación de toda la familia al proceso constructivo pero que garantice su durabilidad.

II.3.1. Discrepancias entre las tecnologías industrializadas y las artesanales

En Puebla, la vivienda se ejecuta empleando tecnologías desde las artesanales hasta los prefabricados. La calidad, rapidez, bajo costo y producción masiva, son los argumentos a favor de la industrialización. Razonamientos contra la producción artesanal son el estancamiento tecnológico, la carencia de controles de calidad, la improvisación, precios con alto grado de variabilidad, baja producción y tiempos de ejecución aleatorios.

Pero la producción fabril no es tan virtuosa, porque son ampliamente conocidos los problemas que padecen conjuntos habitacionales enteros por deficiencia en los procedimientos y materiales. Además, la estandarización de la vivienda -en unos cuantos prototipos- también lo es de la estructura familiar, de su nivel de ingresos, ocupación, necesidades, incluso de los hábitos, gustos y aspiraciones. Esto es la repetición sempiterna de los componentes o de la vivienda completa, excluyendo los hechos humanos, verdadero soporte y programa de la vivienda.

II.3.2. Razones para la adopción de los sistemas artesanales

- La tecnificación proyecta la vivienda básicamente como una mercancía normalizada, soslayando las relaciones culturales, fruto de una eco-región específica.
- La alta tecnología puede hacer que todo mundo posea una casa. Las impresoras tridimensionales, son capaces de construir casas personalizadas para cada familia. Pero la realidad es muy diferente, porque la tecnología se utiliza como herramienta de expansión financiera y de control. Es decir, el problema no es la tecnología, sino su uso.
- La tradición no es sinónimo de estancamiento, puede innovarse. La educación y la capacitación, pueden formar desde la infancia al futuro autoconstructor, para que hacerse de una casa resulte un paso natural y no una complicación incierta de años.
- Pero por encima de todo, la producción manufacturera, tiene una limitante categórica: todo su alcance está restringido por la disponibilidad de los recursos económicos; es

decir, para que el sistema funcione, indefectiblemente necesita dinero. Queda entonces la complicación de incrementar las asignaciones presupuestales (dejando de atender otras prioridades como salud o educación, por ejemplo) para poder llegar a una población más numerosa (pero de todas maneras limitada) o adquirir deuda de capital.

II.3.3. Características deseables para las tecnologías idóneas

En la Tabla II.2, se esquematizan las características deseables propuestas:

Característica	Rasgos	Forma práctica de aplicación
Adaptables a la eco-región	La eco-región debe determinar los materiales, procedimientos y mano de obra a utilizar, con el fin de evitar excesivos gastos energéticos en traslados	Utilizar: <ul style="list-style-type: none"> • Tierra.- si es posible, extraerla del propio terreno, sino, adquirirla en un banco de materiales cercano. • Ladrillo.- muy disponible en la Ciudad de Puebla. • Cal.- por ser de fabricación local. • Emplear racionalmente el cemento y el acero, dado su alto consumo energético, especialmente este último
	La fabricación de los materiales debe impactar lo menos posible, desde su extracción, transformación, distribución, consumo y disposición final. Incluso, deben poder reciclarse	El costo energético de la tierra solo es el de la excavación y el transporte. El de la madera 1, el del ladrillo 3, el del cemento 5 y el del acero 24 (figura II.9). La tierra puede reciclarse completamente en obra, el concreto no. El ladrillo crudo no contamina el aire en su fabricación, el recocido sí, pero todavía es buena opción
	Que permitan el rescate de técnicas vernáculas, por ser la respuesta a los problemas de la vida cotidiana en ese lugar específico	El ladrillo de adobe, las bóvedas mexicanas y un sinnúmero de técnicas con tierra y otros materiales, han sido utilizadas en este país desde tiempos inmemorables
De fácil ejecución	Que permitan la incorporación de la familia al proceso constructivo, incentivando sus capacidades y habilidades	Parte del proceso constructivo es susceptible de ser emprendido por la familia. Por ejemplo, en el sistema CGL-1, las bóvedas de concreto pueden armarse en el piso, y luego subirse a su lugar. Las técnicas con tierra son las más adecuadas, en el montaje del superadobe, pueden participar mujeres, en los acabados, niños
	Ser fácilmente asimilables, incluso repetitivas, pero a cambio, deben generar infinidad de soluciones arquitectónicas, cada una adaptada a las necesidades, gustos y aspiraciones de la familia que habitará la vivienda	Con todas las técnicas analizadas, puede construirse con apariencia desde rústica hasta modernista. Los muros, pueden ser ortogonales o curvos. Las limitantes dependen de la creatividad del constructor.
Comprar a empresas social y económicamente responsables	Los materiales de construcción, no deben proceder de empresas que dañen al medio ambiente, ni que violen los derechos de sus empleados y que no sobornen gobiernos ni infrinjan reglamentaciones de cualquier tipo	Los consumidores deben investigar el desempeño y actitud de los proveedores de materiales, y no comprarles a aquellos que cometan irregularidades. El verdadero poder para la distribución de la riqueza y la prosperidad, está en manos de la gente.
	Que no generen pago de regalías por patentes	Soslayar maquinaria, equipo y procedimientos importados, porque la dependencia tecnológica conlleva a la económica, la intelectual y la ideológica.

Producir espacios sanos	Que sean sanas y que por lo mismo, confieran espacios libres o por lo menos, neutros en lo tocante a ser causal de padecimientos, alergias, enfermedades respiratorias y hasta degenerativas; lo que hoy se conoce como el síndrome del edificio enfermo	Los materiales deben carecer de toxicidad (declarada o sospechada) o de radiactividad (conocida o latente) (Bueno, 1997, pág. 228). Las estructuras y armazones metálicos deben derivarse a tierra (ibíd.). Las paredes deben respirar para evitar condensaciones, así como el enrarecimiento del aire de los espacios poco ventilados (Ibíd.); esto puede hacerse utilizando recubrimientos de tierra, cal y pinturas naturales, no cemento ni pinturas industrializadas. Materiales adecuados son la arcilla, el yeso natural y la cal. El cemento y las cerámicas, dependiendo de su origen, pueden desprender gas radón. El concreto posee toxicidad en algunas de las sustancias que se desprenden de su fraguado y por los altos niveles de radiactividad que emite cuando se emplean gravas y arenas cristalinas (cuárcicas y silíceas). Es mejor emplear arenas y gravas calcáreas (Bueno, 1997, pág. 232).
Formalmente expresivas	Aptas para construir utilizando curvas, tanto en muros como en losas, ya que tienen un mejor desempeño estructural y un impacto visual mucho más atractivo, sin comprometer la funcionalidad ni la estabilidad estructural	La manufactura de los materiales, ha impuesto las formas ortogonales, donde ángulos, aristas, triángulos y colores chillones se mezclan en un alarde de ingenio y agresividad que, en la mayoría de las ocasiones, obliga a desviar la mirada para no sentirnos agredidos (Bueno, 1997, pág. 228). La Naturaleza dejó de ser la gran maestra de la humanidad. Ahora la ciencia tomaba su lugar: solo lo que se basa en las relaciones puramente cuantitativas tiene validez. Lo que no puede medirse ni enunciarse, no existe (Senosiain Aguilar, 1998, pág. 124). De esta manera, las ciudades han determinado nuestra forma de vida, y no nuestra vida la forma de las ciudades (Ibíd.).
Económicamente factibles	De bajo costo, con adecuado ciclo de vida y escaso mantenimiento	Utilizar losas de cimentación, cúpulas y bóvedas, así como acabados naturales.

Tabla II. 2 Características Deseables para las Tecnologías Idóneas

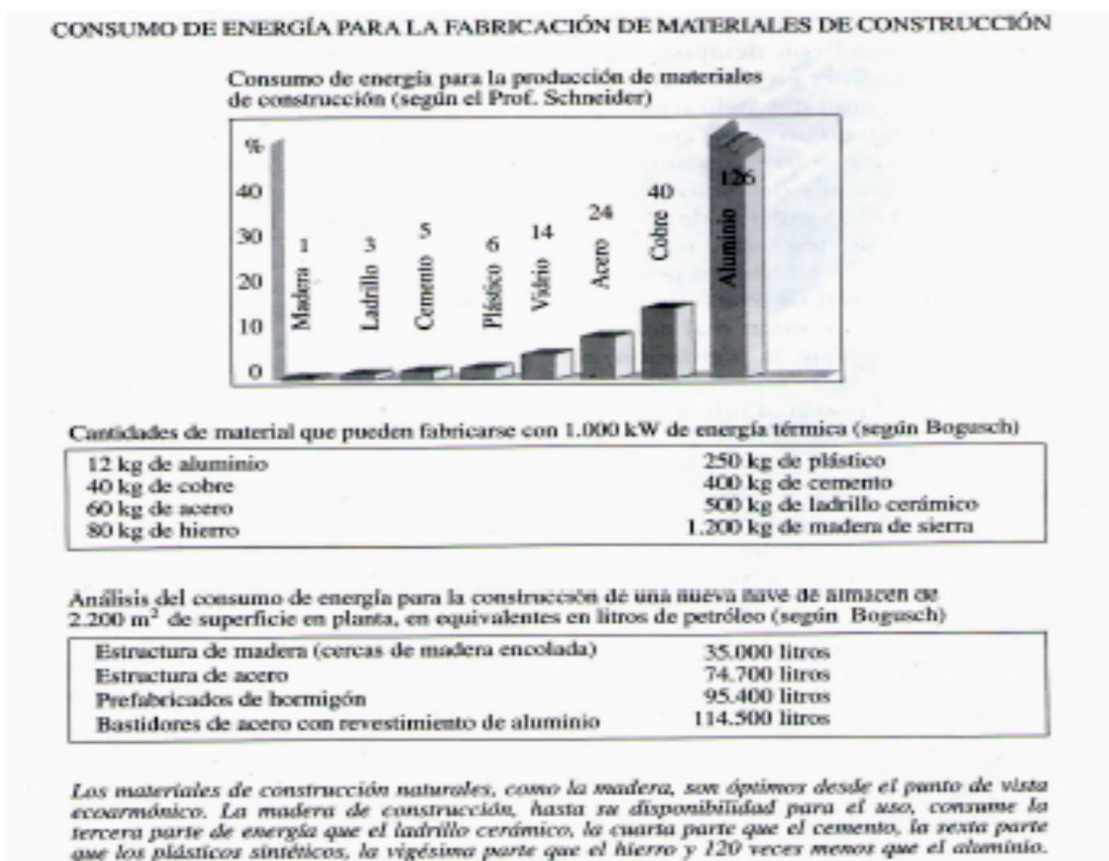


Figura. II. 9 Consumo de energía para la fabricación de diferentes materiales de construcción (tomada de: Bueno, Mariano: “El Gran Libro de la Casa Sana”, México, 1997, p. 229)

II.3.4. Algunas técnicas artesanales idóneas

El repertorio de técnicas artesanales idóneas es copioso, tanto en la construcción natural como con concreto armado. Pero en honor a la verdad, no todas son económicas; por lo que se han seleccionado cuatro, las cuales teóricamente son más asequibles que el sistema convencional.

II.3.5. Descripción de la Técnica Adobe y Bóvedas Núbicas (o nubianas)

En épocas remotas, en Egipto, cualquier persona por muy pobre que fuera, poseía una casa espaciosa, limpia y bella. Ello era posible porque existían las condiciones adecuadas: disponibilidad comunal de la tierra, fuertes vínculos sociales, la utilización de una ingeniosa técnica y el empleo del único material de construcción abundante en el sitio: la propia tierra.

La técnica (figura II.10), fue inventada por campesinos, consistiendo en cimientos de piedra, muros y cubiertas (bóvedas y cúpulas) de adobe, y recubrimientos del mismo material. El abovedamiento constituye una notable obra de ingeniería, puesto que las cubiertas se construyen sin cimbra, es decir, “en el aire”, eliminando obras falsas como cimbras (la madera es casi

inexistente en esa región). Así, *la estructura dicta las formas y el material impone la escala* (Fathy, 1982), siendo bella por sí misma. Como el producto resultante ha sido fruto del sitio, la adaptación al clima y la integración al paisaje son una consecuencia, sosteniendo así una identidad cultural.

Fathy retomó estos preceptos y propuso la renovación del lenguaje arquitectónico local, el respeto a la individualidad y creatividad de cada familia, la practicidad de los espacios y el uso de los espacios abiertos como transición de lo público a lo privado. Igualmente, que el gobierno se haga cargo de la planeación, la capacitación, el suministro de servicios, la ayuda material e incentivos; y crear las condiciones para el resurgimiento artesanal. Fathy asigna al arquitecto el papel de guía con el fin de construir a bajo costo para los pobres, satisfaciendo sus necesidades físicas y psicológicas en comunidad. El legado histórico es la fuente que proporciona las herramientas para ello.

El Arq. Hassan Fathy, construyó en la época de conclusión de la Segunda Guerra Mundial, una aldea entera empleando esta técnica, reportando un costo muy inferior al convencional.

II.3.6. Descripción de la Técnica del Superadobe

Fue inventada a finales de los años setenta por el arquitecto Nadher Khalili, quien construyó prototipos en Hesperia, California. Así desarrolló la técnica conocida como “superadobe” (figura II.11), la cual está inspirada en las construcciones del desierto iraní.

Consiste en rellenar sacos de polipropileno con una mezcla de arena (70%) y arcilla (30%), colocándolos en forma de roscas superpuestas, sujetándolas mediante alambre de púas. Pueden construirse habitaciones circulares u ortogonales, que se techan con bóvedas y cúpulas (no obstante, es posible la construcción de techos planos o inclinados de madera). Posteriormente, se aplica mortero de tierra como aplanado exterior e interior; la creatividad del autoconstructor imprime belleza a la obra. El sistema es antisísmico, antibalas y térmico.

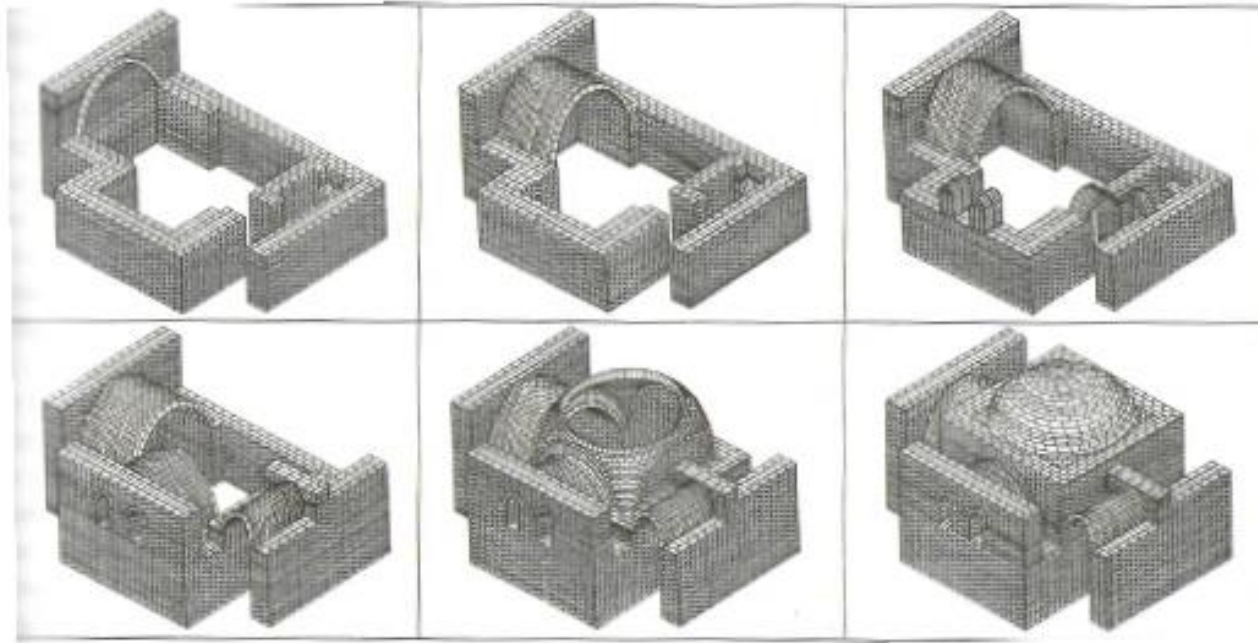


Ilustración tomada de: Castro Villalba, Antonio: Historia de la Construcción Arquitectónica, p.187.

A. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Se realiza en 1 etapa: construcción de la bóveda

- Para habitaciones ortogonales, un muro cabecero (el que servirá de apoyo a la bóveda), tendrá un nivel más elevado que las paredes laterales.
- Sobre ellos, se coloca una tabla en la que trabajarán los albañiles, uno en cada extremo.
- Con barro en las manos, delinean (en el muro cabecero), el arco parabólico que será el perfil de la bóveda.
- Comenzando simultáneamente por los extremos, colocan el primer ladrillo, con la cara plana contra la pared terminal.
- Con el propio mortero (de barro, naturalmente), se forma una cuña sobre el primer ladrillo, para que la primera hilada, quede inclinada (y comienza con medio ladrillo).
- La segunda hilada, se inclina aún más, y la tercera también.
- Las subsecuentes van incrementando su longitud, hasta que ambas hiladas se encuentran en el vértice, formando la primera rosca.
- Al terminar cada rosca, se insertan pedritas o pedacitos de barro seco, en el extrados de las juntas de cada hilada, porque el barro puede contraerse hasta 37% en volumen, deformando la parábola y con riesgo de colapsar. Las puntas de los ladrillos deben tocarse en seco, sin argamasa.
- Finalmente, la bóveda se cierra.

Los cimientos pueden ser de piedra para, de esta manera, evitar humedades que disgreguen el adobe. Los ladrillos miden 5X 15 X 25 cm y, en el caso de las cubiertas, llevan más paja que los de los muros, con el propósito de aligerarlos. Asimismo, se les practican 2 hendiduras diagonales al momento de fabricarlos, de esquina a esquina, para una mejor adherencia.

B. VENTAJAS Y DESVENTAJAS BÁSICAS DEL SISTEMA

Ventajas:

- Constituye un sistema completo, desde los muros a la cubierta construido con el mismo material: el ladrillo de adobe.
- No requiere mano de obra especializada, constituyendo así una tecnología idónea para los sectores económicamente marginados.
- Las posibilidades creativas son prácticamente ilimitadas. Las curvas forman un repertorio de elevado valor plástico.
- Es necesario sumar las cualidades térmicas del adobe, que confieren gran confort a la vivienda.

Desventajas:

- Para zonas sísmicas, es indispensable dotarlo de refuerzos estructurales que garanticen su estabilidad.
- En los alrededores de la Ciudad de Puebla, el costo del ladrillo de adobe es elevado, y es difícil conseguirlo en las medidas requeridas por el sistema.
- El adobe debe protegerse de la lluvia, mediante repellados del mismo material. De esta manera, se asegura una larga durabilidad.

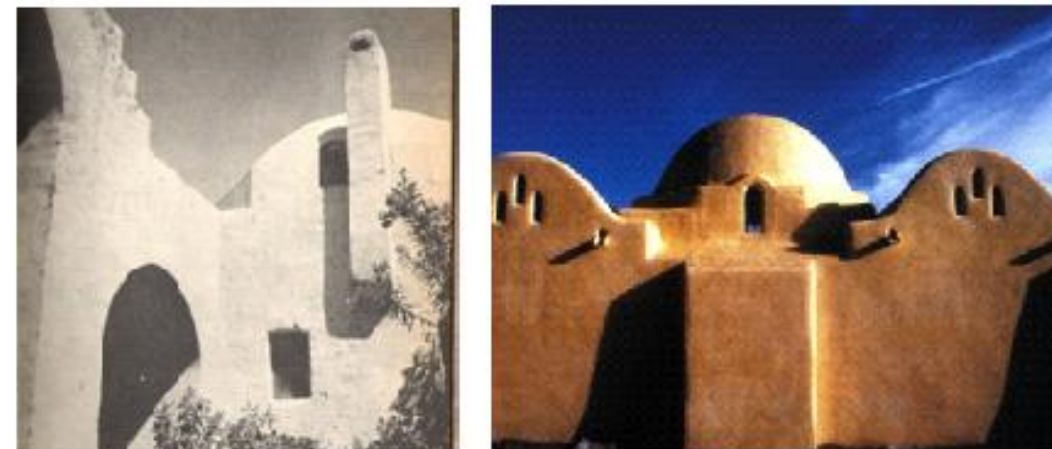
C. ANÁLISIS DE COSTO

El sistema de bóvedas núbicas economiza en los siguientes trabajos:

- En la cimbra, puesto que de hecho, es inexistente.
- En los materiales industrializados, porque no se ocupan.
- En la mano de obra, porque con mínimas destrezas de albañilería, se construye con rapidez.
- Fathy, reporta un rendimiento de un día y medio para techar un cuarto de 3 X 4 mt.

Hassan Fathy, reporta un costo de construcción de viviendas de 84 L.E. (libras egipcias) utilizando este sistema mediante construcción solidaria (comunitaria), comparado contra 500 L.E. que hubiera costado a través del sistema convencional con losas de concreto y con contratistas. Esto referido a los años posteriores a la segunda guerra mundial.

En una lámina posterior, se examinan comparativamente los costos de los 4 sistemas constructivos estudiados, referidos a la Ciudad de Puebla, para el año actual (2014).



Hermosas construcciones realizadas por Hassan Fathy con el sistema de ladrillos de adobe. Ilustraciones tomadas de: arquitectura para los Pobres, p. 317, y de Studyblue.

"En realidad cubrir un claro de tres metros con tabiques de adobe es una proeza técnica que puede equipararse a cubrir un claro de treinta metros con concreto; y produce la misma satisfacción"

Hassan Fathy

"Hasta el derroche de las fronteras culturales durante el siglo pasado había en todas partes del mundo formas locales distintivas y detalles de la arquitectura propios de la localidad, de modo que los edificios de cada sitio constituían el hermoso producto creado por la imaginación del pueblo al enfrentarse a las demandas de la campiña"

Hassan fathy

"Aún no se comprende que la verdadera arquitectura no puede existir sino en una tradición viviente..."

Hassan fathy

"Los diseños más hermosos deben satisfacer las necesidades prácticas de la vida diaria. Más aún, si los diseños son fieles a los materiales, al ambiente y al trabajo diario, serán bellos por necesidad"

Hassan fathy

Conclusiones:

Las bóvedas núbicas son un ingenioso sistema de techado concebido para compensar las carencias materiales del agreste paisaje en el Medio Oriente, susceptible de utilizarse en la actualidad, sin necesidad de equipo y mano de obra especializada.

Referencias documentales:

Fathy, Hassan, *Arquitectura para los Pobres*, p. 25, 26 y 317.

Castro Villalba, Antonio, *Historia de la Construcción Arquitectónica*, p. 187.

Studyblue,

[http://mx.images.search.yahoo.com/images/view;](http://mx.images.search.yahoo.com/images/view)

Figura II.10 Descripción de la técnica de Adobe y Bóvedas Núbicas



Proceso constructivo del superadobe.

Ilustraciones tomadas de: 1, 2, 5 y 8: *Hombres de Maíz, Taller de Superadobe*, p. 57, 60, 72 y 82 / 3 y 9: *Geigen, Owen: Earthbag Building Guide*, p. 28 y 46. / 4, 6 y 7: *Fotografías del autor*. / 10: *lagarrafa.blogspot.mx*. / 11: *culturalrecyclists.typepad.com*

B. VENTAJAS Y DESVENTAJAS BÁSICAS DEL SISTEMA

Ventajas:

- Es un sistema completo, desde la cimentación hasta los acabados, biológicamente compatible, constructivamente alternativo (puede participar la familia, cuando menos hasta cierta altura), y económicamente asequible.
- Resiste sismos por encima de 8.5 grados Richter, huracanes, balas y es a prueba de fuego.
- Versátil, térmico y de elevada durabilidad.
- No requiere mano de obra especializada, constituyendo así una tecnología idónea para los sectores económicamente marginados.
- Prescinde casi absolutamente del acero y el concreto, con el consecuente ahorro energético y económico.

Desventajas:

- Una inadecuada ejecución conlleva a una geometría distorsionada, lo cual se manifiesta de forma evidente, desde el exterior de los domos.
- Debe de tenerse especial cuidado en la preparación de la tierra, para evitar disgregación.
- Es difícil construir en etapas (porque los muros se levantan todos en forma simultánea) y en terrenos pequeños (debido a que el espesor de los muros es de 40 cm).
- No es recomendable construir en época de lluvias.

C. ANÁLISIS DE COSTO

El colectivo denominado "Hombres de Maíz", reporta los siguientes costos:

- De 800 a 3,500 pesos por metro cuadrado
- * con recubrimientos rústicos de adobe y pintura.

A. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Se realiza en 5 etapas: preparado de la tierra, cimentación, relleno de sacos y construcción de muros, construcción de la cubierta y repellados. El sistema funciona en espacios de planta ortogonal, pero es mejor en plantas circulares (domos) de unos 4 m de diámetro, por lo que el procedimiento se describirá para este último

Preparado de la tierra:

- Es la parte más importante del proceso. Se realiza con una mezcla de 70% de arena y 30% de arcilla. El tepetate no es bueno porque carece de cohesión y pulveriza; en cambio, la tierra roja (charanda ultra-arcillosa requiere cal y, en grandes cantidades arena) y la negra, (debe de ser capaz de soportar la cal) sí lo son. Se agrega 2% de cemento como estabilizador.
- Se excava un agujero y se le pone una lona, se deposita la mezcla, se rocía con manguera, se tapa con otra lona y se deja así una semana para cocerla. Esta mezcla se usará tanto para el relleno de los sacos como para los recubrimientos.

Algunas consideraciones prácticas para la tierra de la mezcla:

- * si tiene mucha arcilla, agregar arena (se detecta si es muy moldeable)
- * si tiene mucha arena, agregar arcilla (se detecta por su consistencia terrosa)
- * si es pegajosa, dejar como está
- * si está muy suelta, agregar cal
- * si es polvosa, es lodosa
- * si es moldeable, es usable.

Cimentación:

- Se trabaja con un "compás", hecho con un material no flexible, el cual se coloca al centro del círculo base, y al nivel en que comenzará el desplante del domo. Se fija a una varilla. El compás definirá el trazo en que se irán colocando los sacos, tanto en el sentido horizontal como en el vertical. A diferencia de la cúpula de ladrillo recargado, no se construirá una media naranja, sino un domo parabólico, por lo que el compás tendrá 3 centros (1 central y 2 exteriores).
- Se excava una zanja con ancho igual al del saco de tierra (40 cm), y con profundidad de 15 a 60 cm (entre más sísmica sea la zona, mayor profundidad tendrá la cepa), cuidando de que su fondo, tenga una ligera pendiente hacia un desagüe que captará las aguas pluviales que circulen por ella.
- Se rellena la zanja con grava o tezontle, a efecto de que sirva como medio para romper la capilaridad del agua y evitar que ascienda a la cimentación.
- Se construye un cimiento que puede ser con los propios sacos de tierra estabilizados con cemento (2 a 6 hiladas), o piedra o una cadena perimetral de concreto armado.
- Sobre este cimiento, se colocan las roscas de sacos de tierra.

Relleno de sacos y construcción de muros:

- Pueden utilizarse sacos de polipropileno (de azúcar) individuales o en rollo (tira continua).
- Si se utilizan rollos, los tramos tendrán 5 mt de longitud como máximo.
- Se fabrica un "embudo" (con sonotubo o tubo de pvc de 10") enfundándolo con el saco, para verterle la tierra, mediante cubetas de plástico no mayores a 5 lt de capacidad.
- Se vierte la tierra preparada, colocando el saco en su sitio para formar la primera hilada o rosca.
- Cada rosca, debe estar perfectamente nivelada.
- Se compactan con pisón de mano. El saco queda listo cuando se escucha un "ring".
- Se compactan los laterales de la rosca empleando un ladrillo o marro.
- Se colocan roscas completas; es decir, en toda la planta de la casa por construir.
- Sobre esta primera rosca, se colocan 2 hiladas de alambre de púas de 4 puntas, a modo de "vía de tren".
- Se coloca la segunda rosca, con auxilio del compás. Si se utilizan sacos individuales, hacer que las juntas entre ellos queden disperejas.
- El procedimiento se repite para todas las hiladas subsecuentes.
- Los marcos de puertas y ventanas, deben de quedar colocados en su lugar desde el principio, antes de las roscas de sacos. Deben tener el ancho de los mismos (40 cm) y pueden ser metálicos o de madera, pero eso sí, deben de serlos definitivos, no provisionales.
- Todas las instalaciones se colocarán simultáneamente con las roscas. En el caso de las hidráulicas y sanitarias, es recomendable emplear tuberías plásticas, y probarlas antes de efectuar los repellados.
- También es recomendable que conforme avanza la altura de construcción, las hiladas vayan disminuyendo su espesor.

Construcción de la cubierta:

- Si se construyen domos o bóvedas, se continúan las roscas utilizando el compás. De esta manera, cada hilada subsecuente, se remeterá un poco respecto a la anterior, hasta cerrar la cubierta (a modo de bóveda "falsa").
- Otra opción es construir cubiertas planas de madera, a 1 o más aguas, cuyos apoyos se intercalarán en las roscas. Pueden utilizarse tejados como acabado final.

Repellado:

- Se realiza en 3 capas: pesada, media y ligera, consideradas hacia el exterior.
- La tierra debe cermirse, y agregársele fibra, así como estabilizadores (naturales o industriales).
- Debe curarse y mojarse en cada capa, e incorporarse la de galinero, de ser necesario.

"La tierra se convierte en oro, en manos de los sabios"

Rumi Jakil ad-Din

"La tierra es el material más ecológico, abundante y duradero que existe y además ¡está por todas partes! Mil millones de personas en el mundo carecen de hogar o sus casas son débiles o se derrumban, con mi sistema esto no ocurre"

Nader Khalili

Figura II.11 Descripción de la técnica del Superadobe

Khalili fundamentó su doctrina en la educación de la población, el uso de materiales autóctonos, la rapidez de ejecución, la conservación del medio ambiente (al reducir considerablemente el uso de madera, evitando así la deforestación), la solidez de la construcción, un alto sentido estético, la climatización pasiva, la no especialización de la mano de obra, bajo costo, flexibilidad en el diseño para usarse en una amplia tipología arquitectónica. Sus ideas continúan profundizándose en el Instituto Californiano de Arquitectura y Arte de la Tierra (Cal- Earth), que él fundó en 1991. Actualmente se construyen prototipos con cubiertas de paja, cerámica o madera.

II.3.7. Descripción de la Técnica de Bóvedas de Concreto Armado “sin cimbra”

Inventada por el arquitecto mexicano Carlos González Lobo, como un experimento orientado al aspecto plástico, con el tiempo descubrió su costo inferior al de una losa plana de vigueta y bovedilla o maciza.

La técnica (figuras II.12 y II.13), se basa en el empleo del metal desplegado como cimbra muerta, reemplazando así, las complejas y robustas cimbras de contacto que normalmente se utilizan para este tipo de cubiertas. Asimismo, utiliza un concreto de bajo revenimiento, que evita la excesiva filtración a través del metal desplegado; la versatilidad de la técnica permite construir incluso mobiliario y esculturas.

Pero el trabajo de González Lobo va más allá: abarca desde premisas de proyecto hasta el ámbito urbano y el político: diseñar espacios polivalentes, conversadores con su medio y baratos, la concepción tridimensional del espacio, la *centralidad materna*¹⁰ como eje de la distribución espacial de la casa, el baño de doble uso, el empleo del “gran galpón”¹¹, la identidad como referente proyectual, soluciones técnicas apropiadas y apropiables, la adaptación de la viga díptera de Eduardo Torroja a bóveda díptera (hacer trabajar a las bóvedas como vigas) el uso del ladrillo como elemento estructural, el impulso del binomio “poblador-profesional”, la vecindad como eje de la organización barrial, la rentabilidad económica de las construcciones, la autogestión comunitaria...

¹⁰ La madre constituye la parte medular en la casa de las familias pobres y, por tanto, la distribución espacial debe permitir que ella ejerza el control de los espacios. Este fue un postulado de Juan Legarreta (1908-1934), arquitecto mexicano cuya principal aportación a la vivienda social fue una visión antropológica del diseño; y que Carlos González Lobo ha retomado.

¹¹ El “Gran Galpón”, es un gran cascarón, una habitación vacía a doble altura que, con el paso del tiempo, se construirá hacia su interior con muros intermedios y entresuelos. Con este concepto, se tiene desde el principio una “vivienda terminada” por fuera (González Ortiz, 2002).

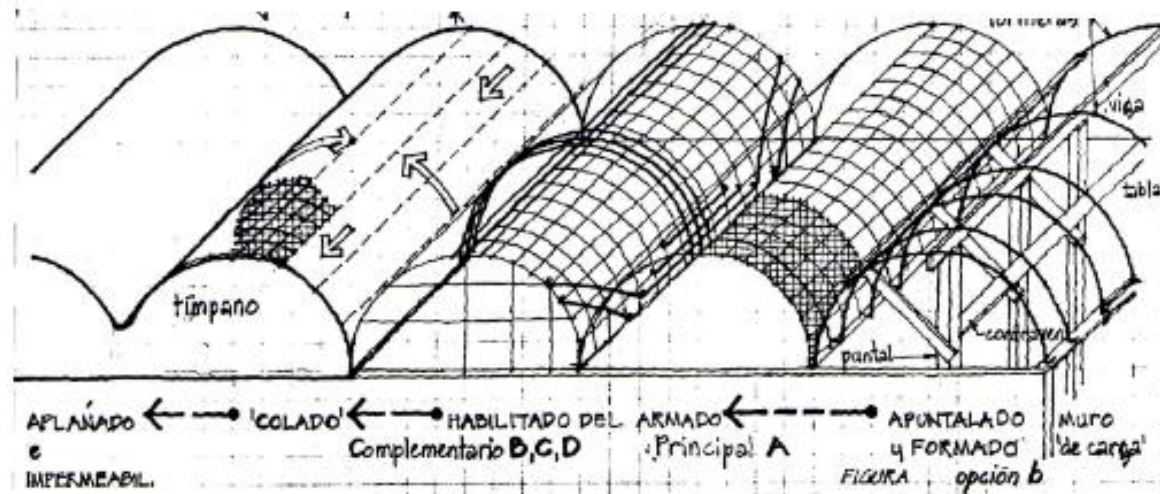


Ilustración tomada de: Gómez Arias, Rodolfo. *Las Bóvedas Cilíndricas como Solución de la Cubierta para la Vivienda de Bajo Costo*, p. 50

B. VENTAJAS Y DESVENTAJAS BÁSICAS DEL SISTEMA

Ventajas:

- Costo inferior y efectivo, comparado contra las losas planas de concreto armado.
- No requiere mano de obra especializada, constituyendo así una tecnología idónea para los sectores económicamente marginados.
- Permiten la iluminación y ventilación natural a través de desniveles, variación de formas y elementos como lucarnas y lunetos.
- Ahorra consumo de materiales, lo cual repercute en el ámbito económico y en el ecológico.
- Existe una derivación del sistema, en la cual la bóveda se arma en el piso, para su posterior colocación como techo. Ello permite la participación de la familia, cuando menos en esta etapa.

Desventajas:

- La geometría de la bóveda no es perfecta, puesto que no se tiene un molde continuo como cimbra; situación que tiende a acentuarse conforme incrementa su tamaño.
- La autoconstrucción es parcial, dado que de todas maneras, se colará y repellará en altura. No obstante, este problema puede solucionarse con la participación solidaria.
- El colado y el repellado requieren cuando menos, mínimas destrezas de albañilería, por lo que es probable que se recurra al auxilio de un albañil profesional.
- El metal desplegado debe quedar bien estirado y fijo con alambre, dado que puede "abolsarse" al vaciar el concreto.

A. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Se realiza en 4 etapas: armado, cimbrado, colado y repellado

Habilitado del armado (para claros de hasta 5,40 mt):

- Se forma una retícula de varilla del no. 3, con separación de 50 cm en ambos sentidos. En el piso, se trazan y doblan las varillas formeras (arcos), con una relación flecha/claro del 30%; una vez que se suben sobre la viga y tablas, se incorporan encima, los refuerzos rectos (generatrices).
- Se coloca una retícula intermedia en alambrión o, en su caso, con malla electrosoldada 10 X 10/ 10-10. De esta manera, se obtienen cuadros de 25 X 25 cm.
- Si se van a utilizar tímpanos, se arman de la misma manera. En ellos, el metal desplegado va por el exterior.
- Se agregan los refuerzos diagonales en las esquinas y en los bordes del lado largo (riñones).
- Por abajo, se coloca metal desplegado no. 500. En realidad, se coloca desde el principio, porque de otra manera, estorbarían los elementos de cimbrado. Traslapes mínimos de 10 cm.
- Las cadenas de enrase, pueden armarse de la manera convencional. No obstante, es recomendable que su sección sea trapezoidal, y se agregue una varilla de 5/16" para forjar un canal de desagüe que, por otro lado, realiza la estética de la bóveda.

Cimbra:

- Se colocan puntales al centro de la curva, aproximadamente a cada metro.
- Se colocan contravientos (barros diagonales) que sostendrán las vigas secundarias, para rigidizar la curva a 1/4 de su longitud.
- Se coloca la viga central y las 2 secundarias.
- Pasados 6 días del colado, puede retirarse la cimbra.

Colado:

- Se fabrica un concreto con dosificación 1:2:3, con un revenimiento máximo de 7 cm y t.m.a. = 3/4".
- El vaciado se realiza extendiendo el concreto en bandas, no depositándolo de golpe. Se comienza en los bordes rectos de la bóveda, subiendo progresivamente hasta el centro. El espesor aproximado será de 4 cm al centro, hasta 10 cm en los bordes.
- Se aplana con regla, pero la superficie debe de quedar medianamente rugosa, para recibir la lechada, impermeabilizante o acabado final.
- Se cura como mínimo 3 veces al día durante 3 días.

Repellado:

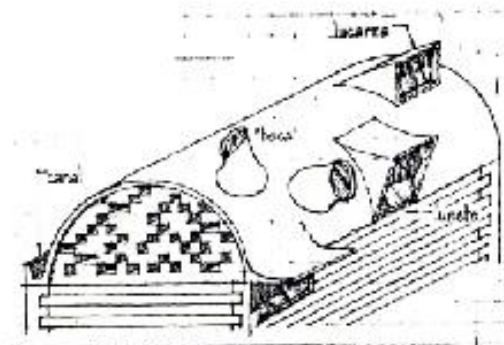
- Después de 3 horas de que haya concluido el colado, y hasta antes de 2 días, se realiza el repellado de la cara interior de la bóveda.

"Los arquitectos ilusionan con tinta sobre papel albanene; para el constructor lo que cuenta es lo hecho contabique"

Carlos González Lobo

"Que no respetando los ordenes académicos, la arquitectura introduzca las alegrías esenciales de la vida"

Carlos González Lobo



Posibilidades de iluminación y ventilación natural en las bóvedas dípteras. Ilustración tomada de Gómez Arias, Rodolfo, p. 110



Etapas de colado de la bóveda díptera: armado y colado. Obra: casa-habitación, San Andrés Cholula, Pue. (1999). Construcción: Arq. Víctor Hernández Cabrera



Posibilidades plásticas del sistema. Obra: Cubierta auditorio en San Pedro Cholula, Pue. (2011). Construcción: Arq. Rodolfo Gómez Arias y Arq. Víctor Hernández Cabrera

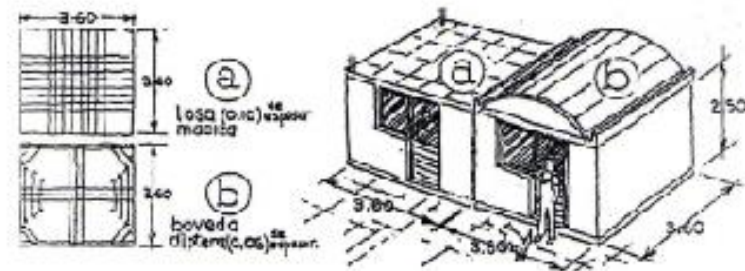


Referencias documentales:

- Gómez Arias, Rodolfo, *Las Bóvedas Cilíndricas como solución de la cubierta para la vivienda de bajo costo*, páginas indicadas.
- González Lobo, Carlos, *Vivienda y Ciudades Posibles en América Latina*, p. 52 y 53.
- González Ortiz, Humberto, Carlos González Lobo, *Camino hacia lo Alternativo dentro del Ámbito Conceptual, Proyectual y Contextual de la Arquitectura*, p. 149 a 151.

Figura II.12 Descripción de la técnica de bóvedas de concreto armado "sin cimbra" (Sistema CGL-1)

Bóvedas dipteras de CONCRETO ARMADO SOBRE METAL DESPLAZADO



conceptos:	a) losa maciza	b) bóveda diptera	diferencia con b) a):
toda cubierta y muros de la habitación	igual	igual	0
concreto (1:100)	1.29 m ³	0.85 m ³	-0.44 m ³ → -34%
acero (1:100)	84.21 kg	48.10 kg	-36.11 kg → -43%
muro timpano	0	3.63 m ²	+3.63 m ² → +100%
cimbra	rec. para 2.96 m ²	14.08 m ² met. disp. para 2 vigas y 6 unidades	aprox. +8.5 m ² → +288%
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 únicamente el 60% del costo del cuarto habitable típico. $100 \times 0.60 = 60$ u.c.

concreto	18%	18 u.c.	-34.10%	11.86 u.c.
acero	27%	27 u.c.	-42.80%	15.92 u.c.
cimbra	15%	15 u.c.	-65.56%	5.14 u.c.
Costo =	60 u.c.			
Solución tradicional				
Alternativa con bóveda diptera				
Costo final de la bóveda diptera				32.54 u.c.
Ahorro =				45.77%

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.

Comparación en unidades de costo entre una losa maciza y la bóveda diptera. Puede observarse que el ahorro es de casi el 46%. Ilustración tomada de: González Ortiz, p. 149.

C. ANÁLISIS DE COSTO

El sistema de bóvedas dipteras economiza en los siguientes trabajos:

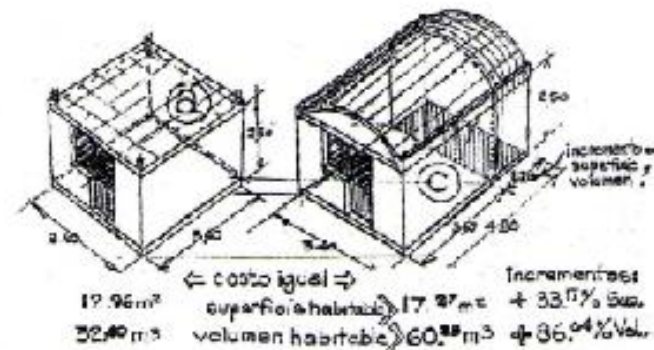
- En la cimbra, puesto que se reduce muchísimo tanto respecto a una losa maciza como a una bóveda con cimbra continua.
- En el acero, porque el hecho de hacer curva una superficie, incrementa considerablemente su capacidad autoportante, como se analizó en la figura II.4, Formas funiculares. Con ello, disminuye el requerimiento de acero de refuerzo.
- En el concreto, puesto que la misma capacidad, permite trabajar con espesores mínimos.

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 FISO	15.00 u.c.	15.00 u.c.	SUELO-CIMENTOS
b) MUROS, VENT. Y PUEBLOS	2.50 u.c.	2.50 u.c.	MUROS, VENT. Y PUEBLOS
c) CUBIERTA CONCRETO	6.00 u.c.	32.54 u.c.	TIMPANOS
Costo AL COSTO REAL (100%)	100 u.c.	73.04 u.c.	BÓVEDA DIPTERA (60%)
Costo AL COSTO REAL (100%)	7.71 u.c./m ²	5.63 u.c./m ²	COSTO ALTERNATIVO

ASÍ, LA VENTAJA DIFERENCIAL SE PUEDE USAR DE DOS MANERAS:

A = Si el costo 100 u.c. expresa el límite posible para el habitante, entonces con la alternativa se pueden construir una habitación de 17.96 m² o sea una habitación de 3.60 x 4.80 m., que tendría 4.5 m³, o sea casi un 33.17% de más que el habitáculo "tradicional".



ASÍ SE CUMPLE EL PROPOSITO DE NUESTRA INVESTIGACION: LOGRAR EL ESPACIO MÁXIMO CON COSTO MÍNIMO.

B = 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 planeadas con nuestra alternativa se construirían 4 viviendas, o sea la cobertura se ampliaría en un 33% de más. OJALA. *est/ies*

Las bóvedas dipteras permiten incrementar el volumen habitable en un 33%. Ilustración tomada de: González Ortiz, p. 150.

Conclusiones:

El sistema de bóvedas dipteras de concreto armado "sin cimbra", es más económico que una losa maciza convencional, confiere mayor habitabilidad y significación a la casa. Asimismo, es absolutamente factible para la autoconstrucción.

Referencias documentales:

- Gómez Arias, Rodolfo, *Las Bóvedas Cilíndricas como solución de la cubierta para la vivienda de bajo costo*, páginas indicadas.
- González Lobo, Carlos, *Vivienda y Ciudades Posibles en América Latina*, p. 52 y 53.
- González Ortiz, Humberto, *Carlos González Lobo, Caminos hacia lo Alternativo dentro del Ámbito Conceptual, Proyectual y Contextual de la Arquitectura*, p. 149 a 151.

Figura II.13 Descripción de la técnica de bóvedas de concreto armado "sin cimbra", lámina 2

II.3.8. Descripción de la Técnica de Bóvedas Mexicanas (del Bajío)

Técnica similar a la del abovedado núbico, pero mexicana por nacimiento, data de la segunda parte del siglo XIX. Desarrollada como fruto del saber popular, posiblemente en Lagos de Moreno, Jalisco o en San Juan del Río, Querétaro (Ramírez Ponce, no especificado), ha sido rescatada por el arquitecto mexicano Alfonso Ramírez Ponce (figuras II.14 y II.15).

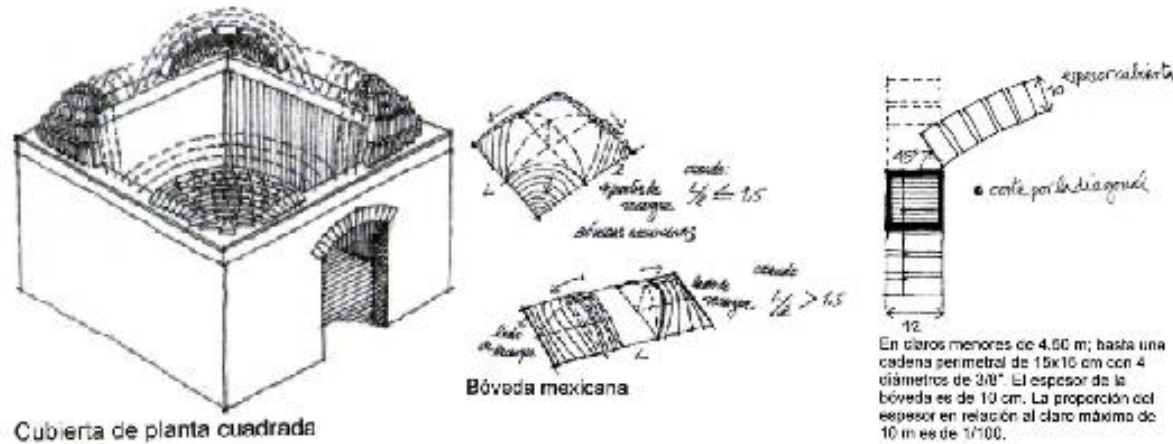
Se ejecuta con ladrillos “cuña” recocidos, de 5X10X20 cm, y se caracteriza por “construir terminando”, es decir, que el espacio puede ser utilizado inmediatamente al “cerrar” la bóveda. A diferencia de la nubiana, no se apoya en un muro vertical más alto que los laterales, sino que el ladrillo se recarga en las cuatro esquinas de la habitación a techar. La virtud de la técnica, radica en trabajar con y no contra la gravedad.

El especialista propone la afirmación de la cultura propia, como camino para renunciar al subdesarrollo, incluyendo a la enseñanza como herramienta básica, la apariencia en congruencia con la esencia, construir al menor costo, adaptación al clima, habitabilidad, modernidad, regionalidad y diversidad incluyente, la relación entre espacios exteriores e interiores, la belleza como elemento fundamental de la obra, la modernidad como lo vigente (no lo nuevo), concebir el espacio tridimensionalmente y disminuir la dependencia tecnológica.

II.3.9. Comparativa Técnica y Económica de los Sistemas Constructivos Analizados

A efecto de determinar y sustentar la factibilidad de los sistemas analizados, se realiza una comparación técnica y económica, que se presenta en dos niveles:

- El primero (Tabla II.3), se refiere a un balance de las características principales de cada uno de los 4 sistemas y del convencional; analizándose los tipos de cimentación, muros y cubiertas, así como el perfil constructivo de cada uno de ellos.
- El segundo, es la evaluación económica de los sistemas (Tablas II.4 y II.5), tomando como modelo una pequeña construcción de 2 habitaciones (figura II.16). Por motivos de tipo utilitario, solo se considera la obra negra, prescindiéndose de acabados, instalaciones, cancelería, carpintería y otras partidas. En la Tabla II.4, se muestra la relación de los elementos constructivos contenidos en cada caso.



Ilustraciones tomadas de: Ramírez Ponce, Alfonso.: *Curvas de Suspiro y Barro. El ladrillo recargado: una técnica milenaria y moderna*, p. 3 y 6.

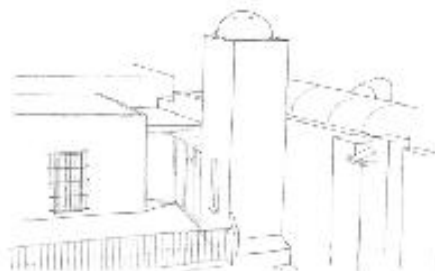
B. VENTAJAS Y DESVENTAJAS BÁSICAS DEL SISTEMA

Ventajas:

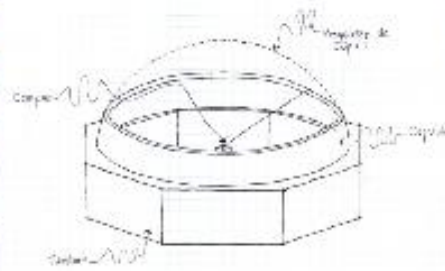
- Costo inferior e efectivo, comparado contra las losas planas de concreto armado.
- Múltiples posibilidades creativas; tanto constructivas (pueden construirse hasta paraboloides) como estéticas (sobre todo, cuando se trabaja con juntas remetidas y elementos auxiliares de iluminación y ventilación como lucernas y linternillas).
- No requiere mano de obra especializada, constituyendo así una tecnología idónea para los sectores económicamente marginados.
- Ahorra consumo de materiales, lo cual repercute en el ámbito económico y en el ecológico.

Desventajas:

- Una inadecuada ejecución conlleva a una geometría distorsionada, lo cual se manifiesta de forma evidente, desde el exterior de la bóveda.
- No obstante que no se utiliza cimbra, el andamiaje la demanda, para servir de plataforma de trabajo al operario. En las cúpulas esta situación se acentúa, ya que para trabajar a 360°, se tiene que colocar casi bajo todo el apoyo de la misma.
- Los tiempos de ejecución reportados por el impulsor del sistema, aumentan considerablemente al hacer un trabajo más fino, como lo es el acabado aparente de las juntas interiores. Y un costo extra al incluir elementos como lucernas y linternillas.
- En los hornos productores de ladrillo, ubicados alrededor de la Ciudad de Puebla, el costo de un ladrillo cuña es económico, excepto si se utiliza ladrillo cuña aparente, que triplica al precio de uno normal.



Ejemplos de cúpulas de ladrillo recargado. San Pedro Museo de Arte, Puebla, Pue. y Casa habitación en San Andrés Cholula, Arq. Víctor Hernández Cabrera.



Empleo del compás para trazo y construcción de una cúpula de ladrillo recargado.

A. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Se realiza en 4 etapas: andamiaje, tendido de guías, construcción y repellado

Habilitado del andamiaje:

- Se colocan andamios con vigas, perfectamente fijados, sobre los cuales trabajará el operario. Es decir, la bóveda se trabaja desde el interior y no desde el exterior.

Tendido de guías:

- En el caso de las cúpulas de medio punto, se trabaja con un "compás", hecho con alambre recocido, montado en un poste o puntal de madera, el cual se coloca al centro del círculo base, y al nivel en que comenzará el desplante de la cúpula. El compás definirá el trazo en que se irán colocando los ladrillos, tanto en el sentido horizontal como en el vertical, puesto que en determinado momento, quedará a 90 grados, indicando el cierre de la cúpula.
- En el caso de las bóvedas, puede colocarse alambrión o varilla de 3/8" para guiar su ejecución.

Construcción (para claros de hasta 10 mt):

Se trabaja con ladrillo cuña recocido, es decir, un ladrillo pequeño de 5X10X20 cm. También puede emplearse ladrillo normal, pero debe considerarse el incremento de peso. Por ello, es recomendable que las cubiertas, como elementos soportados que son, se construyan con pequeños ladrillos.

Cúpulas de medio punto:

- En realidad los ladrillos se colocan en igualdad de circunstancias que en un muro normal, solo que inclinados conforme el compás lo va requiriendo.
- Se coloca una primera hilada o "rosca" de ladrillos, siguiendo el círculo y la inclinación descrita por el compás. Esta rosca se pega al elemento de apoyo, con mezcla de mortero terciado, al igual que todas las juntas subsecuentes.
- Sobre esta primera rosca, se coloca una segunda, cuidando de que las juntas verticales queden lo más próximo posible alineadas al centro del ladrillo inferior.
- Las rosas sucesivas se colocan de igual manera.
- Una vez avanzada la construcción, podrá notarse que conforme las rosas van disminuyendo de tamaño, quedarán ciertas salientes en la parte exterior de la cúpula (algunas esquinas de los ladrillos), las cuales habrá que recortar.
- La cúpula se cierra cortando por la mitad o menos, los ladrillos que formarán las últimas rosas. Incluso pueden hacerse figuras con la disposición de los ladrillos.
- Este es el procedimiento más sencillo y económico, pero pueden agregarse aberturas para iluminación y ventilación llamadas "linternillas" y "lucernas", que constituirán un valor agregado, pero que implican mayor laboriosidad.
- Estas cúpulas pueden apoyarse en una losa o un tambor, pero la forma constructiva y económicamente correcta es sobre pechinas, lo cual implica construir la casa completa en ladrillo.

Bóvedas:

- Pueden cubrir espacios cuadrados, rectangulares e incluso irregulares. La técnica consiste esencialmente en construir "conos" simultáneos en cada esquina de la habitación, conforme avancen, se juntarán en determinado momento. A partir de ahí, se colocarán hiladas subsecuentes en cada uno de los lados (generalmente 4), hasta concluir la bóveda.
- Se coloca medio ladrillo con inclinación de 45° en cada esquina de la habitación a techar.
- Sobre este ladrillo inicial, se coloca una rosca de ladrillos (los ladrillos se pegan secos).
- Se colocan las rosas subsecuentes, cuidando que las juntas entre cantos de ladrillos, no queden alineadas. El mortero será terciado en prop. 1:1:8 o 1:1:10.
- Se trabaja con una flecha de arco del 20% al 25% del claro. Las plantas rectangulares, no deben de tener una proporción mayor a 1.5 entre sus lados.
- Con el avance de las rosas, al llegar al centro, los ladrillos se colocarán prácticamente en forma vertical.
- Las juntas entre ladrillos se saturan en la parte inferior y se dejan huecos en la superior, con el propósito de que el entortado de la bóveda las penetre.
- Para bóvedas que excedan la zona de compresión, ubicada en un ángulo de 52° respecto a la vertical (ver figura II.6 Cúpulas), se refuerzan con tela de gallinero de 1", medio metro arriba y abajo de los puntos de inflexión.

Repellado:

- El interior de la bóveda puede repellarse, pero lo usual es dejar el ladrillo aparente, por obvios motivos. Por el exterior sí es recomendable repellarla, puesto que en esta cara el trabajo no es tan fino y, en el caso de las cúpulas, es necesario cubrir las imperfecciones por los recortes efectuados a los ladrillos.

"Ésta, nos parece, es una muy inteligente y singular técnica constructiva. En vez de enfrentarse y entablar una lucha desigual contra la gravedad, se declara de principio vencida ante ella. A cambio de su derrota, gana su estabilidad, apoyada por otros factores a su favor, entre ellos, su ligereza -la de un pequeño ladrillo- y la forma 'abovedada' de la cubierta"

Alfonso Ramírez Ponce

"La técnica permite dar una respuesta al eterno problema del cubrimiento del espacio. De aquí, que afirmemos que el ladrillo es un material milenario y moderno, pues la modernidad no es privilegio de lo nuevo, sino de lo que sigue siendo vigente"

Alfonso Ramírez Ponce

"...estoy convencido que todos somos constructores, en mayor o menor grado. Y construir es fascinante, pues es dar vida, desocultar, hacer aparecer lo inexistente. Un baluceo incipiente ante el discurso avasallador de la naturaleza. Todos construimos la vida día tras día, pero además, todos podemos hacer algo con las manos, como esta posibilidad, dentro de la tecnología arquitectónica, de procurarnos un techo"

Alfonso Ramírez Ponce

Nota importante:

El sistema impulsado por el Arq. Alfonso Ramírez Ponce, no incluye propiamente a las cúpulas aquí descritas, pero se han incluido por poseer una absoluta correspondencia técnica.

Referencias documentales:

Ramírez Ponce, Alfonso, *Curvas de Suspiro y Barro. El ladrillo recargado: una técnica milenaria y moderna* (http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq028/bases/03tex_e.asp).
Experiencias propias del autor de esta investigación.

Figura II.14 Descripción de la técnica de bóvedas mexicanas (del Bajío o del ladrillo recargado)

COMPARATIVO CON OTROS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A COSTOS			
DIRECTOS POR M2, AL 15 DE JULIO DE 2004			
	Losa de Hormigón armado de 10 cm de espesor	Vigueta y Bovedilla de 20 cm de espesor	Bóveda de ladrillo sin cimbra
Material	Costo		
Vigueta (1)		68.2	
Bovedilla (2)		77.7	
Hormigón armado	272.27	136.06	
Mortero			64.39
Ladrillo 5X10X20 cm			77.4
Madera	76.3	24.47	12.04
Metal desplegado			26.1
Acero	106.38	28.8	
Yeso	69.84	69.84	
Pintura	26.3	26.3	
Impermeabilizante	87.07	87.07	95.36
Mano de obra	230.6	186	240
Total	868.76	704.44	515.29

Nota: para esta tabla comparativa tomamos en cuenta, en los tres casos, la mano de obra a destajo.

(1) No se considera traslado de viguetas fuera de la obra

(2) No se considera traslado de bovedillas fuera de la obra

Nota aclaratoria: los totales, han sido corregidos por errores aritméticos contenidos en la tabla original

Comparación en entre una losa maciza, losa de vigueta y bovedilla y bóveda de ladrillo. Puede observarse un costo menor en este último sistema. Ilustración tomada de: Aguirre Morales, Ramón, Bóvedas Mexicanas, p.5.

C. ANÁLISIS DE COSTO

El sistema de bóvedas mexicanas economiza en los siguientes trabajos:

- En la cimbra, puesto que se limita al andamio en que trabaja el operario.
- En el acero y el cemento, materiales caros, porque para el primer caso, no se utiliza (solo la tela de gallinero) y en el segundo, se emplea poco en el mortero.

Referencias documentales:

Aguirre Morales, Ramón, Bóvedas Mexicanas, <http://es.scribd.com/doc/7630606/Bovedas-Mexicanas>, p5

Figura II.15 Descripción de la técnica de bóvedas mexicanas, lámina 2

Tabla II.2 Comparativa de Sistemas Constructivos, Aspecto Técnico
Nivel de obra negra más repellados (se excluyen los trabajos ajenos a la albañilería, instalaciones, acabados, etc.)

Elemento	Sistema Convencional (1)	Adobe y bóvedas núbicas	Ladrillo recocido y bóvedas mexicanas	Ladrillo recocido y bóvedas de concreto armado "sin cimbra"	Superadobe
1 Tipos de cimentación comunes	Piedra, concreto armado	Piedra	Piedra, concreto armado		Piedra, rosas de polipropileno rellenas de grava compactada (protegidas de humedades) o concreto armado
2 Tipo de muros comunes	Ladrillo recocido común, aparente o block. Recubrimientos con repellados de cal o de cemento	Ladrillo de adobe, recubierto con mortero de arcilla	Ladrillo recocido común, aparente o block. Recubrimientos con repellados de cal o de cemento		Rosas de polipropileno rellenas con tierra. Recubrimientos de arcilla
3 Tipo de cubiertas	Losa maciza de concreto armado, vigueta y bovedilla, nervada (de casetones)	Bóvedas y cúpulas de ladrillo de adobe aligerado	Bóvedas y cúpulas de ladrillo cuña (puede combinarse con losas planas)	Bóvedas (incluso cúpulas) de concreto armado con cimbra de contacto inmediata	Bóvedas y cúpulas de rosas de polipropileno rellenas de tierra o cubiertas de madera
4 Posibilidad de construir más de 1 nivel	St, las losas planas lo favorecen	St, con refuerzos estructurales para zonas sísmicas	St, efectuando rellenos con material ligero entre bóvedas		St, siendo el crecimiento de afuera hacia adentro.
5 Flexibilidad para crecimiento progresivo	St, las habitaciones pueden construirse en forma gradual dejando preparaciones (básicamente, "barbas" (varilla sobresalida)	St, incluyendo refuerzos estructurales para planta alta	St, como en una construcción convencional. En las bóvedas, se efectúan rellenos con material ligero entre ellas, para proseguir con otro nivel		St, construyendo primero el cascarón y luego haciendo los entresuelos. O bien, dejando preparaciones para posteriores habitaciones adjuntas (salientes de rosas protegidas)
6 Grado de especialización requerido por la mano de obra (2)	Saber construir cimientos de piedra, así como levantar muros, armar y colar losas	Saber levantar muros de ladrillo y cimientos de piedra			Mínimo, básicamente en cimientos cuando son de piedra o concreto armado
7 Espesor de los muros	15 cm	40 cm	15 cm	15 cm	40 cm
8 Espesor de la cubierta	En términos generales: losa maciza 10 cm, vigueta y bovedilla 20 cm, nervada 30 cm	aprox. 10 cm		7 cm (prom.)	40 cm en superadobe variable para cubiertas de madera
9 Conformación constructiva y estructural	Muros de carga ligados y confinados con elementos de concreto. Cubiertas de masa activa	Muros de carga ligados y confinados por su anchura, por amarres constructivos y zunchos superiores. Cubiertas de forma activa	Muros de carga ligados y confinados con elementos de concreto. Cubiertas de forma activa		Muros de carga ligados y confinados por su anchura, por amarres constructivos y por "contrafuertes" creados con costales perpendiculares al muro en construcción. Cubiertas de forma activa o de vector activo (madera)
10 Organización constructiva y estructural del diseño (acostumbrada)	Basada en el modelo de "cajas de zapatos", producto del empleo de materiales ortogonales estandarizados	Planta ortogonal, cubierta "ensanchada" que proporciona mayor espacio interior que una losa plana			Planta circular, curva u ortogonal. Cubierta parabólica o plana con madera
11 Sanidad de los materiales utilizados	Prácticamente todos los materiales poseen toxicidad en diverso grado	Toxicidad menor por empleo de materiales naturales	Prácticamente todos los materiales poseen toxicidad en diverso grado, pero disminuye un poco respecto al convencional por empleo eficiente de materiales		Mejor que los otros sistemas, por un más alto empleo de materiales naturales
12 Nivel de utilización de materiales industrializados	En todas las partidas de obra	Prácticamente no se ocupan en la albañilería; sí en instalaciones, cancelería, etc.	En todas las partidas de obra, pero disminuye en la albañilería por un uso más eficiente de los materiales, motivado por la solución estructural y constructiva		El saco de polipropileno es el único material industrializado en la obra negra; aunque también se emplea un poco de cal y cemento. St se usan en las demás partidas (instalaciones, cancelería, etc.)
13 Rendimiento de la mano de obra	Losa maciza: ± 4 m ² /jor Losa de vigueta y bovedilla: 7 m ² /jor Losa nervada: 4m ² /jor	8 m ² /jor, en bóvedas normales recargadas sobre muro cabecero, con claro de 3 m y largo de 4m	7 a 8 m ² /jor	2.5 m ² /jor (7) para una habitación de 12 m ² (aproximadamente)	1.4 m ² /jor (6), aproximadamente, para un domo completo de cemento a acabados, de 4 mt de diámetro y 4 mt de altura
14 Fuerza de trabajo para el rendimiento	1 oficial y un ayudante	2 oficiales y un ayudante	2 oficiales y un ayudante	2 oficiales y 2 ayudantes	8 personas
15 Nivel de adaptabilidad al clima local (Ciudad de Puebla) (3)	Aceptable	Muy bueno			
16 Connotación simbólica del espacio (4)	Pobre o muy pobre, requiere alifios	Múltiples posibilidades de expresión simbólica			
17 Durabilidad del sistema (5)	Se supone, mínimo de 50 años	Mucho mayor a 50 años, protegido de la lluvia	Se supone, mínimo de 50 años		Mucho mayor a 50 años
18 Potencialidad para desarrollar la creatividad, ingenio y destrezas del autoconstructor	Prácticamente, limitada a la decoración	Las formas curvas, intensifican estos factores, en la obra negra y probablemente en los acabados			Muy elevada, tanto en la construcción de la "obra negra", como en los acabados
19 Versatilidad para integrar diversos sistemas constructivos	St, pudiendo combinarse diversos sistemas de concreto armado	Pueden emplearse muros y bóvedas de ladrillo recocido	Pueden construirse bóvedas y cúpulas de adobe, pero con claros pequeños y losas planas de concreto armado	St, pudiendo combinarse diversos sistemas de concreto armado	Pueden incorporarse cubiertas de madera y otros sistemas de tierra
20 Correspondencia estructural entre las condiciones de carga y apoyo	No, las cargas deben derivarse ortogonalmente para transmitir al suelo	St, las cargas siguen un trayecto natural de líneas de fuerza			
21 Complejidad en el uso de obras falsas, esencialmente cimbras en losas	Alta, principalmente en losas macizas	Inexistente	Prácticamente nula	Baja	Prácticamente nula
22 Nivel de desperdicios generados en la construcción	Altos (recortes, ramuras, rellenos, etc.). Otros ocasionados por trabajos en húmedo (repellados, colados, etc.)	Medio (recortes y ramuras), otros ocasionados por trabajos en húmedo (básicamente repellados)	Medio (recortes y ramuras), otros ocasionados por trabajos en húmedo (repellados y colados, con poco desperdicio)		Muy bajo, ya que se trabaja sobre todo, con tierra

(1) Este trabajo entiende al sistema convencional aquel de uso generalizado en la Ciudad de Puebla, consistente en cimientos de piedra, muros de ladrillo recocido o block de tepezlil, cadenas, castillos y losas planas de concreto armado

(2) Todos los sistemas requieren alguna destreza o habilidad, así como asesoría técnica, en mayor o menor medida

(3) Se refiere únicamente al comportamiento térmico general de los materiales, sin considerar funcionalidad y ambientalidad, por ser factores específicos de cada proyecto

(4) Depende del proyecto, pero en términos generales, se refiere al lenguaje del producto formal (sistema convencional: apariencia de cajas de zapatos, en los demás sistemas: techos curvos)

(5) Expresada en términos generales, ya que está en función del diseño, mantenimiento y características físicas y químicas de los materiales

(6) Dato promedio obtenido de: Hombres de Maíz, Taller de Superadobe, p.30.

(7) Dato promedio obtenido por experiencia del autor

Tabla II.3 Comparativa de sistemas constructivos, aspecto técnico
Nivel de obra negra más repellados (se excluyen los trabajos ajenos a la albañilería, instalaciones, acabados, etc.)

Partida	Convencional	Ladrillos de adobe y bóvedas núbicas	Superadobe	Ladrillo recocido y Bóvedas de concreto armado "sin cimbra"	Ladrillo recocido y Bóvedas mexicanas
Cimentación	Trazo				
	Excavación de terreno				
	Plantilla de concreto de 5 cm	Plantilla de grava de 10 cm		Relleno de granzón	
	Mampostería de piedra brasa		Roscas de grava compactada y alambre de púas	Losa de cimentación de concreto	
	Cadena de desplante de concreto armado	Sobrecimiento de piedra brasa	Pata de elefante con piedra	Dentellones de concreto armado	
	Anclaje de castillos	-----	-----	-----	
	Impermeabilización asfáltica	Impermeabilización con chapopote	Protector solar de cob y cartón asfaltado	Impermeabilización asfáltica	
	Relleno y compactación				
Albañilería	Acarreos				
	Muros de ladrillo recocido	Muros de ladrillo de adobe	Muros de superadobe	Muros de ladrillo recocido	
	Cadenas de concreto armado	Zunchos de ladrillo recocido con mortero de cal-arena y electromalla	Refuerzos de alambre de púas	Cadenas y castillos de concreto armado	
	Cerramientos de concreto armado sobre vanos	Dinteles con polines de madera sobre vanos	Marcos provisionales para vanos	Cerramientos de concreto armado sobre vanos	
	Castillos de concreto armado	-----	-----	Castillos de concreto armado	
	Repisones de concreto	Repisones de cuadrado recocido		Repisones de concreto	
	Repellados de cemento	Repellados de arcilla		Repellados de cemento	
Firmes de concreto 8 cm	Pisos de tierra compactada		-----		
Cubierta	Losa prefabricada de vigueta y bovedilla	Bóvedas de ladrillo de adobe	Domos de superadobe	Bóvedas de concreto armado	Bóvedas de ladrillo cuña
	Repellados de cemento (en plafones y pretiles)	Repellados de arcilla (en plafones y pretiles)	Repellados de arcilla (en plafones y pretiles)	Repellados de cemento (plafones y pretiles)	
	Pretiles de ladrillo recocido	Pretiles de ladrillo de adobe	-----	Pretiles de ladrillo recocido	
	Rellenos en azotea	-----			
	Cuadrado recocido	-----			
	Impermeabilización asfáltica	Repellados de arcilla en estradós de bóvedas e impermeab. con alumbre y jabón	Repellados de arcilla en estradós de domo	Entortado e impermeabilización asfáltica	Repellados terciados e impermeabilización con alumbre y jabón

Notas: 1. Trabajos considerados exclusivamente para el modelo arquitectónico propuesto, por lo que pueden variar dependiendo del diseño, número de niveles a construir y otras características físicas

2. Los elementos constructivos del sistema de ladrillos de adobe y bóvedas núbicas, se caracterizan adaptándolos a la Ciudad de Puebla.

3. En el sistema de superadobe, se consideraron marcos temporales para vanos, a efecto de quedar en igualdad de circunstancias con los otros sistemas, pero es recomendable colocar desde el principio los definitivos, que pueden ser de herrería al ancho de las roscas

4. Los pisos de tierra compactada se consideraron sin acabados, para quedar en igualdad de circunstancias entre los sistemas

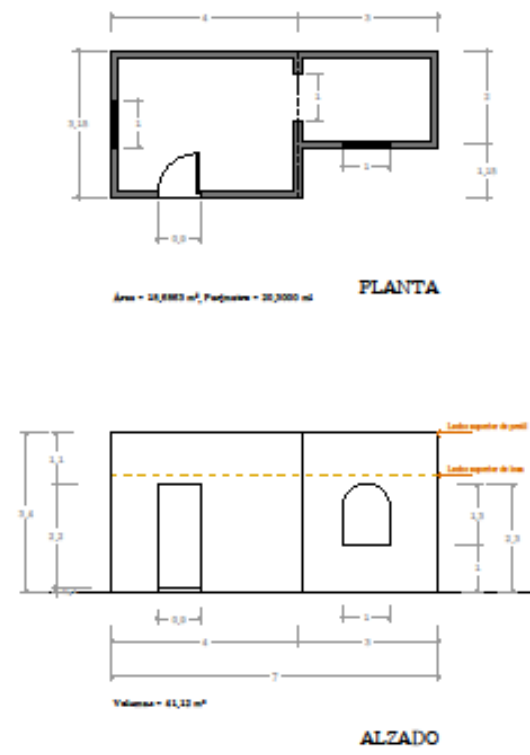
Tabla II.4 Elementos considerados para la evaluación económica de los sistemas (únicamente para las partidas propuestas)

Partida	Sistema	Conceptos incluidos	Unidad	Cantidad	Convencional		Ladrillos de adobe y bóvedas núbicas		Superadobe		Ladrillo recocido y Bóvedas de concreto armado "sin cimbra"		Ladrillo recocido y Bóvedas mexicanas	
					Precio Unitario	Importe	Precio Unitario	Importe	Precio Unitario	Importe	Precio Unitario	Importe	Precio Unitario	Importe
Cimentación	Convencional	Cimiento de mampostería de piedra brasa de 60X60X30 cm, incluye trazo, excavación, plantilla de concreto de 5 cm de espesor, cadenas de desplante, sacaje de castillos, impermeabilización asfáltica, relleno, compactación y scarros	ml / m2	22.00	\$1,236.72	\$27,207.83	—	—	—	—	—	—	—	—
	Adobe	Cimiento de mampostería de piedra brasa de 60X60X40 cm, incluye trazo, excavación, plantilla de grava de 10 cm de espesor, sobrecimiento de piedra, impermeabilización con chapopote, relleno, compactación y scarros	ml / m2	22.00	—	—	\$943.10	\$20,748.16	—	—	—	—	—	—
	Superadobe	Cimiento de rosas en sacos de polipropileno rellenos de grava compactada, con fijación intermedia en alambre de púas, incluye trazo, excavación, plantilla de grava de 10 cm, pasta de elefante con piedra, recubrimiento de cob, carón asfaltado, relleno, compactación y scarros	ml / m2	18.37	—	—	—	—	\$511.69	\$9,399.78	—	—	—	—
	Bov. Cose Bov. Mez.	Losa de cimentación de concreto armado con var. No. 3 @ 20 cm a.s., incluye trazo, excavación, relleno de granón, dentellones de concreto, impermeabilización asfáltica, relleno, compactación y scarros	m2 / m2	18.69	—	—	—	—	—	—	\$979.23	\$18,301.82	\$979.23	\$18,301.82
Albualbería	Concreto	Muros de ladrillo rojo recocido, asentado con mortero de cemento-cal-arena en prop. 1:2:6, incluye cadenas, cerramientos y castillos de concreto armado, repisos de concreto y repellado de mezcla	m2/m2	43.82	\$692.25	\$30,334.24	—	—	—	—	\$692.25	\$30,334.24	\$692.25	\$30,334.24
		Firme de concreto de 8 cm de espesor	m2	18.69	\$223.43	\$4,175.90	—	—	—	—	—	—	—	—
	Adobe	Muros de ladrillo de adobe de 40X40X8 cm, asentado con mortero de tierra, incluye zunchos de ladrillo recocido y electronealla, así como dinteles de madera, repisos de cuadrado recocido y repellados de arcilla	m2	55.82	—	—	\$757.90	\$42,306.07	—	—	—	—	—	—
		Pisos de tierra compactada sin acabados	m2	18.69	—	—	\$132.73	\$2,480.63	\$132.73	\$2,480.63	—	—	—	—
	Superadobe	Muros de superadobe en rosas en sacos de polipropileno rellenos de tierra preparada, con fijación intermedia en alambre de púas, incluye trazo del domo, marcos provisionales de madera para vanos, repisos de cuadrado recocido y repellados de arcilla	m2	57.77	—	—	—	—	\$512.35	\$29,598.50	—	—	—	—
Cubierta	Concreto	Losa prefabricada de vigueta y bovedilla de 20 cm de espesor, incluye repellado de plafón, pretilas de ladrillo recocido, rellenos en azotea, cuadrado recocido e impermeabilización asfáltica	m2	18.69	\$1,299.08	\$24,279.85	—	—	—	—	—	—	—	—
	Adobe	Bóveda parabólica autoportante de ladrillo de adobe de 5X15X25 cm, asentado con mortero de arcilla, incluye repellados de arcilla por ambas caras, canal para conducción horizontal de aguas pluviales y pretilas en ladrillo de adobe	m2	18.69	—	—	\$870.05	\$16,261.23	—	—	—	—	—	—
	Super adobe	Domo de rosas en sacos de polipropileno, con las mismas características de los muros	m2	(incluido en muros)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Bóvedas de concreto	Bóveda diptera autoportante de concreto armado principal en var. no. 3 @ 30 cm, incluye cimbrado, descimbrado, metal desplegado, canal de concreto para conducción horizontal de aguas pluviales, repellado inferior, lechada superior y pretilas de ladrillo recocido	m2	18.69	—	—	—	—	—	—	\$950.36	\$17,762.28	—	—
	Bov. Mez.	Bóveda autoportante de ladrillo recargado (cuña), de 5X10X20 cm, asentado con mortero de cal-arena, incluye repellados en estrados del mismo material, y junta aparente por el intradós y canal de concreto para conducción horizontal de aguas pluviales	m2	18.69	—	—	—	—	—	—	—	—	\$708.51	\$13,242.12
Sumas:						\$85,997.82		\$81,796.09		\$41,478.91		\$66,398.34		\$61,878.18
Superficie:						18.69 m2		18.69 m2		18.74 m2		18.69 m2		18.69 m2
Volumen construido:						41.12 m3		63.62 m3		43.51 m3		52.82 m3		48.92 m3
Costo por m2:						\$4,601.27		\$4,376.46		\$2,213.39		\$3,552.61		\$3,310.76
% respecto al sistema convencional:						100.00%		95.11%		48.10%		77.21%		71.95%
Costo por m3:						\$2,091.39		\$1,285.70		\$953.32		\$1,257.07		\$1,264.89
% respecto al sistema convencional:						100.00%		61.48%		45.58%		60.11%		60.48%

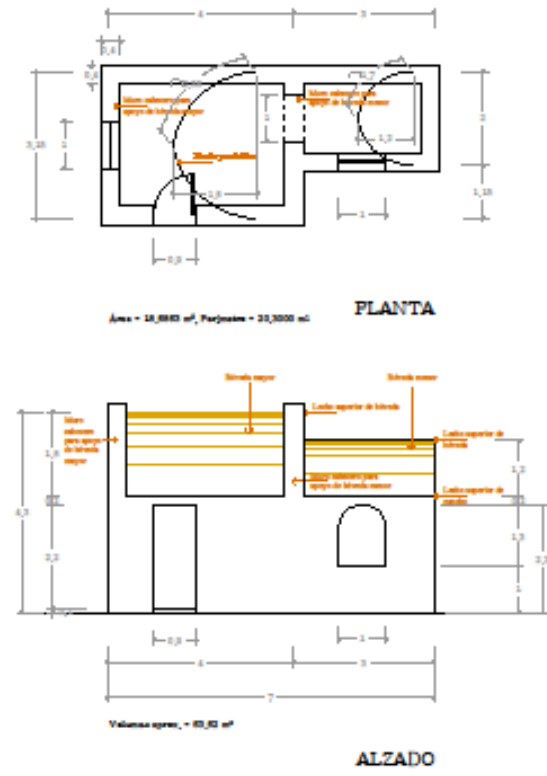
Notas: Precios a costo directo, considerando mano de obra pagada a precios del mercado actual, sin incluir factor del salario real. Las unidades de medida ml / m2, se refieren al porcentaje de elementos lineales, entre la superficie total de construcción.

Tabla II.5 Comparativa de sistemas constructivos, aspecto económico

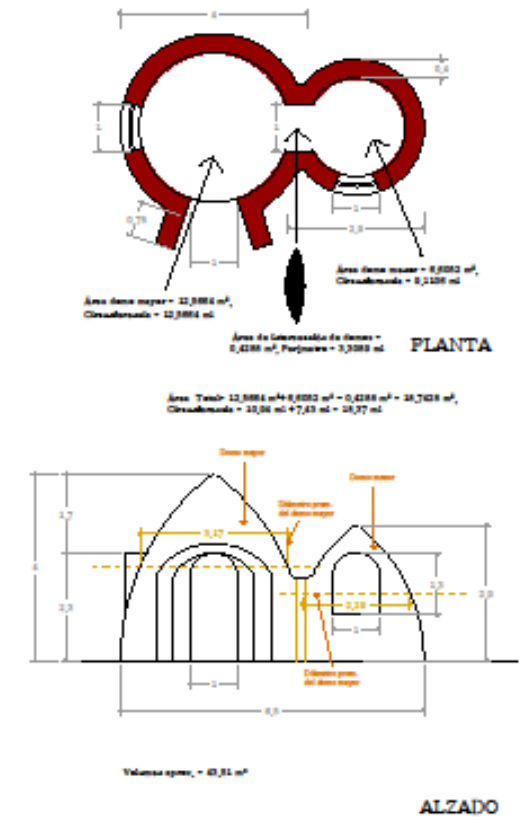
SISTEMA CONVENCIONAL



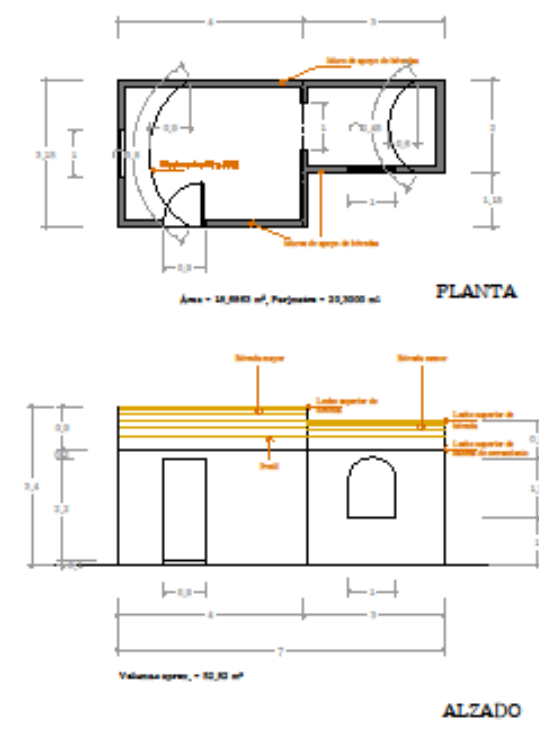
ADOBE Y BÓVEDAS NÚBICAS



SUPERADOBE



LADRILLO RECOCIDO Y BÓVEDAS DE CONCRETO ARMADO "SIN CIMBRA"



LADRILLO RECOCIDO Y BÓVEDAS MEXICANAS

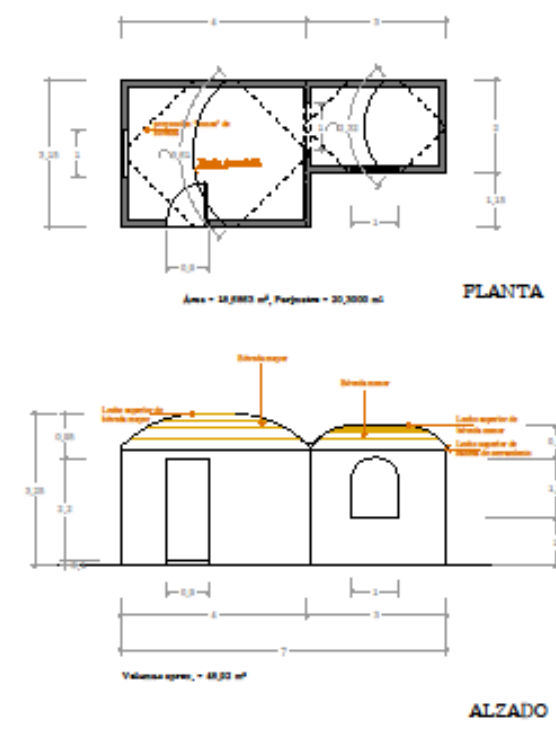


Figura II.16 Diseños propuestos para la evaluación económica de los sistemas analizados

Conclusiones del análisis:

- En concordancia con los principios expuestos y con el análisis efectuado, el sistema convencional resulta el más caro. El de adobe es un 5% más económico, el superadobe cuesta la mitad, las bóvedas de concreto 23% menos y las mexicanas 28% menos. Esto de acuerdo con la información y experiencia del autor de este trabajo.
- Pero estos datos son en términos de superficie, porque en volumen construido, todos los sistemas alternativos cuestan alrededor de un 40% menos que el convencional, excepto el superadobe, que cuesta menos de la mitad.
- No obstante los costos, la elección de un sistema específico depende también de factores como el tamaño del terreno (una desventaja significativa del adobe y del superadobe, que poseen elevadas densidades de muros, comparativamente contra el sistema convencional) y de la incertidumbre, causada por cualquier nueva propuesta.

II.4 Tercer Pilar: Reivindicación de la Autoconstrucción

II.4.1. Justificación de la Autoconstrucción

La autoconstrucción es una práctica cotidiana en el mundo entero y la ha sido desde siempre; ningún programa gubernamental o privado ha podido sustituirla. De acuerdo con el Consejo Nacional de Vivienda, el 63% de la vivienda en México ha sido autoconstruida por familias que tardan 10 años en promedio en edificarla (Pacheco, 2013).

En el caso de la Ciudad de Puebla, la capacidad autoconstrutora es innegable: la mancha urbana ha crecido de 22.83 km² en 1970, a 223.25 km² en el año 2005, casi 10 veces en 35 años (H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla, 2008, pág. 4). Pero el 81% del incremento espacial urbano, es incontrolado (H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla, 2008, pág. 277); es decir, corresponde a asentamientos dispersos, asentamientos conurbados y vivienda autoconstruida. De esta manera, se evidencia el potencial de construcción (cuando menos en términos cuantitativos), que tienen los sectores económicamente marginados. Esta es una realidad que permanece desestimada.

El problema es que la calidad es deficiente porque en general, el autoconstructor carece de formación técnica y de apoyos económicos. Si logran superarse estas barreras, y se hicieran asequibles los sistemas tecnológicos, existiría incorporación masiva de la población a la tarea edificatoria.

II.4.2. Bondades y Connotaciones de la Autoconstrucción

No obstante, existen sistemas alternativos, como los de construcción con tierra, que eliminan casi por completo a los materiales industrializados y la especialización. Latinoamérica es ejemplo de ello, como lo practica Jorge Belanko¹² en Argentina.

Pero para que estas técnicas funcionen apropiadamente, reclaman solidaridad social, como en muchas comunidades hoy día lo son otras acciones: “La construcción se convierte en una actividad comunal, como la cosecha o apagar un incendio, como una boda o un entierro” (Fathy, 1982, pág. 136). Para que sean efectivas, demandan asistencia técnica profesional, tarea que corresponde a las Universidades, Organismos No Gubernamentales y al sector público. La educación es importante, dentro de los programas de asistencia social, la autoconstrucción debería ser clave, incluyendo la difusión de técnicas alternativas en la materia.

En general, la autoconstrucción presenta las siguientes ventajas sobre la construcción profesional remunerada:

- Es un sistema de organización familiar y social, que fortalece sus vínculos solidarios.
- Hace protagonista a la persona de la creación de su propio hábitat, quien lo construye con su propio esfuerzo y, por tanto, lo quiere, lo respeta y lo conserva.
- Se realiza por etapas, en concordancia con la economía familiar.
- Pone a prueba sus habilidades y potencialidades en cuanto a administración de los recursos económicos y materiales con que se cuenta.
- Se adquiere experiencia, que puede utilizarse posteriormente.
- Abarata costos tanto en mano de obra como en materiales, al no existir sobrecostos como indirectos, utilidades y financiamientos.
- Fortalece la autoestima, pues en una sociedad donde el individuo es infravalorado (más si es pobre), lo hace capaz de percibirse como una persona apta e inteligente.

¹² Jorge Belanko, constructor y académico argentino, trabajó como albañil desde los 12 años y se ha convertido en uno de los más representativos defensores de la construcción natural. Su trabajo se expone en el video intitulado “El barro, las manos, la casa”, disponible en internet. Como él dice “hay una memoria genética de construcción del propio refugio”, y lo que antes se consideraba símbolo de pobreza [construir con tierra], es hoy sinónimo de sustentabilidad [Construcciones Naturales en Tierra, 2013].

II.5 Cuarto Pilar: El Desarrollo Económico y Social desde Abajo

II.5.1. El Problema Económico Actual

Puesto que históricamente el problema no ha sido resuelto “desde arriba”, deben ensayarse nuevas formas de afrontarlo. El dinero no es el único obstáculo; es el sistema entero. En opinión del autor de este trabajo, el panorama es el siguiente.

- La depresión económica nacional y mundial continuará profundizándose; porque en un sistema monetario y de mercado, el dinero es la principal mercancía.
- Este hecho, ha permitido monopolizar progresivamente todas las actividades productivas como la banca, la industria agroalimentaria, la farmacéutica, el acero, los energéticos y hasta la biodiversidad.
- Así, el capital va concentrándose en unas cuantas manos vía banca comercial o franquicias... “Casi toda faceta de la vida norteamericana [y mundial] ha adoptado forma de franquicia o de cadena... hoy una persona puede pasar de la cuna a la tumba sin gastar un solo céntimo en una pequeña empresa de un propietario independiente” (Schlosser, 2003, pág. 20). Resulta fácil comprender el destino de las colosales ganancias.
- Asimismo, imponen condiciones como salarios bajos, exigencia en la condonación de impuestos, entre otros; fabricando sus productos bajo el esquema de la obsolescencia programada¹³, que obliga al consumidor a reponerlo o a gastar en mantenimiento o actualización, como los automóviles, celulares y computadoras, que en poco tiempo resultan obsoletos o inservibles, lo cual es la antítesis de la calidad, eficiencia y satisfacción del cliente, pregonados por la alta industria.
- La deuda pública y la privada crecen a diario, por lo que naciones enteras continúan endeudándose respecto a un banco central.
- La pobreza consiguiente es así, una realidad planificada.
- Esta realidad será cada día una carga mayor: más impuestos, deficientes e insuficientes servicios públicos como la educación, la salud y los servicios urbanos.
- Si no se confeccionan mecanismos alternativos económicos, se va rumbo a un desastre planetario.

¹³ La obsolescencia programada se define como la “programación del fin de la vida útil de un producto o servicio, de modo tal que tras un periodo de tiempo calculado de antemano por el fabricante o por la empresa durante la fase de diseño de dicho producto o servicio, éste se torne obsoleto, no funcional, inútil o inservible” (Wikipedia, la Enciclopedia Libre, 2014).

Existen varios frentes para desafiar el conflicto con éxito; experiencias mundiales en marcha. Este trabajo retoma las siguientes: la educación, la organización social y formas alternativas de intercambio, análogas o diferentes al dinero.

II.5.2. Aprender haciendo

Dado el deterioro progresivo del nivel de vida, la *educación*, tanto escolarizada como no formal, debe preparar a la población (de todas las edades, con énfasis en la infancia) en las formas prácticas de subsistencia. La educación financiera, construir la propia casa (con técnicas alternativas), el cultivo de los alimentos, confeccionar su ropa, establecer un negocio, comprar concienzudamente, ser corresponsable con la vida y el medio ambiente, y el autocontrol emocional, deberían ser elementos centrales de ello. Una preparación así, es comprar anticipadamente un boleto de primera clase para el futuro; pero tristemente se opta por la acumulación de conocimientos teóricos.

Luego entonces, la educación es simultáneamente un arma pacífica de defensa y una herramienta de progreso, que enseñe a *aprender haciendo*, y elimine la brecha generacional. Jóvenes y adultos, pueden converger en esta tarea, eliminando los obstáculos tradicionales.

II.5.3. El Valor de la Organización Social

Otra vía igualmente importante es la organización social. La meta es hacer las cosas por sí solos; ejemplo de ello son los tequios y otras formas de organización comunitaria. Es la solidaridad –y no la ley del más fuerte-, la que ha permitido la continuidad y el progreso de la vida en la Tierra (incluso en el Universo). Además, la colaboración en equipo genera vínculos afectivos comunitarios, así como un sentido de pertenencia a un grupo social, lo que permitirá resolver las dificultades.

II.5.4. La Genuina Distribución de la Riqueza

Una tercera vía es vislumbrar el dinero con una nueva mirada, como auténtica herramienta de desarrollo. No es el dinero el culpable de la pobreza actual, es la forma en que se manipula. Siendo propiedad privada, concentra la riqueza en forma absolutamente desequilibrada; por lo que debe redistribuirse desde las finanzas familiares. Es decir, el dinero que gana una persona o familia, por pequeño que sea, es muy importante porque en sus manos está decidir si se lo concede a artesanos y pequeños productores o a las grandes empresas.

El criterio actual que rige la decisión de un consumidor respecto a la adquisición de un bien o servicio, es el precio más bajo¹⁴, lo cual es ilusorio puesto que son los actores económicos más prominentes quienes lo determinan. Este es el caso de China y otras potencias, quienes tras el aparente beneficio al consumidor, van apoderándose por entero de la economía mundial. Pero en contrapartida, ya se ejercita el denominado *comercio solidario*¹⁵, como forma de humanizar el comercio, evitando prácticas degradantes, como la esclavitud y el ecocidio, entre otras.

II.5.5. Las Sociedades de Intercambio y los microcréditos

La cuarta ruta propuesta es la creación de *sociedades de intercambio* (locales e incluso, comunales), un concepto derivado de los denominados *bancos de tiempo*¹⁶ y de los *centros de intercambio*, como el denominado “da y toma”, fundado en 1994, por Heidemarie Schwermer¹⁷, en Dortmund, Alemania. Se pretende que funcionen como instituciones particulares, estructuradas con reglas estrictas y amplia transparencia. Sus líneas de acción básicas, serían el canje de bienes y servicios, ajenos o con participación del dinero, la constitución de un fondo y el otorgamiento de microcréditos para la construcción y renovación de la vivienda.

Cualquier persona podría afiliarse, siendo una opción conveniente para desempleados y personas en apuros económicos, ya que se realizaría desde el trueque de mercancías y servicios (pagando con una actividad, no con dinero), hasta la recepción y retiro de “depósitos” para quienes estén interesados en construir su casa (al presente o al futuro). Tales transacciones

¹⁴ Esta aseveración se pone en duda cuando se consideran los mecanismos de manipulación mental de masas, ya que existe gran cantidad de productos innecesarios cuyo costo es elevado y, sin embargo, registran altísimos niveles de ventas.

¹⁵ En el comercio solidario, se eleva el costo de un producto (generalmente alimentos, textiles y artesanías) que pagan consumidores pudientes para favorecer a artesanos pobres, a través de intermediarios que también reducen sus utilidades. Aunque el comercio solidario no está a salvo de la ley de la oferta y la demanda, nace de la voluntad mutua por obtener condiciones de equidad comercial mediante un producto de calidad y con ello, asegurar los derechos de los trabajadores. Es también un movimiento que hace consciente al consumidor de las consecuencias que conllevan las decisiones que toma al adquirir un artículo, e implica no solo criterios económicos sino también sociales y ambientales. En Europa ya hay 3,000 tiendas de comercio justo (Migliario, no especificado).

¹⁶ Los Bancos de Tiempo son un concepto creado en 1976 en Vancouver, Canadá, que se ha extendido por el mundo, principalmente en épocas de crisis económicas. Son instituciones que cuentan con socios cuya moneda de cambio es el tiempo. Cada uno ofrece sus servicios y talentos a otras personas que los necesiten, de modo que se intercambian servicios sin intervención del dinero-moneda; labores como el cuidado de los niños y ancianos, limpieza del hogar y otros, son incorporados en este sistema. Una de sus virtudes es que constituye una buena opción para desempleados, que en México, para el año 2007, sumaban 1'742,024 personas, lo que en un día, representaría el mismo número de horas trabajadas considerando la inversión de esa hora (Bocanegra Gastelum, no especificado). En México próximamente abrirá el primer Banco del Tiempo, con sede en Los Mochis, Sinaloa.

¹⁷ Heidemarie Schwermer, maestra y psicoterapeuta alemana, imaginó una forma de convivencia humana mucho menos desigual que la actual, por lo que en 1994, fundó un centro de intercambio denominado “da y toma”, en el que se practica el intercambio de servicios así como el trueque. Al constatar que los beneficios derivados de ello no “humanizaban más a la gente”, decidió 2 años después, vivir completamente sin dinero, lo cual practica hasta la fecha. Para realizarlo, se deshizo de sus bienes y se hospeda en casas particulares, las que cuida a cambio de hospedaje y alimentación. Para ella, conceptos como “trabajo”, “tiempo libre” y “vacaciones”, tienen un sentido muy diferente al convencional.

serían: donación o préstamo de herramienta, maquinaria y equipo, trabajo comunitario (como ayudar a otros en la construcción de su casa o participar en obras comunitarias con remuneración parcial o nula pero como abono a su cuenta). Todas estas acciones generarían una puntuación a favor del interesado, conforme a una escala de valores previamente consensuada con la población, constituyendo así un fondo no devaluable. El hecho de tener una opción participativa para ese tipo de personas, las libera de la sensación de estar de sobra en la sociedad. Igualmente, disminuye la contaminación ambiental y el uso de vialidades porque el intercambio es vecinal; y aleja al individuo del despilfarro porque cada quien reflexiona acerca de lo que realmente necesita y de lo que le sobra (Schwermer, 2002, pág. 188).

Por último, los microcréditos se concederían mediante un sistema como el del Grameen Bank, de Muhammad Yunus¹⁸ que presta a la palabra, sin documentos de por medio. Se trata de cantidades modestas pero enfocadas a proyectos productivos o a la construcción de la vivienda, que pueden incrementarse en futuros préstamos, si el dinero es devuelto a tiempo con un pequeño interés.

Como puede apreciarse, todas estas propuestas ya han sido experimentadas, pero sus alcances son aún incipientes, requiriéndose una mayor participación social.

¹⁸ Muhammad Yunus, *El Banquero de los Pobres*, nació en Bangladesh y se Doctoró en Economía en la Universidad de Vanderbilt, Estados Unidos, es creador del Banco Grameen, institución dedicada a prestar dinero a los pobres a través del *microcrédito*¹⁸, habiendo ayudado de esta manera, a salir de la pobreza a miles de personas. Al recibir el premio “*Ayuda a la autoayuda*”, que le fue otorgado por la Fundación Stromme, el 26 de septiembre de 1997, en Oslo, Noruega, dijo: “*Queríamos ir a la Luna - y fuimos a ella. Queríamos comunicarnos unos con otros muy rápidamente - por lo que hicimos los cambios necesarios en la tecnología de las comunicaciones. Logramos lo que queremos lograr. Si no estamos logrando algo, mi primera sospecha recae sobre la intensidad de nuestro deseo de lograrlo. Creo firmemente que podemos crear un mundo sin pobreza, si queremos. . .*”. Su profundidad no precisa más comentarios.

CAPÍTULO III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Este capítulo sugiere un camino para construir una vivienda. La esencia de los cuatro pilares es la misma, pero para efectos de resolución, se agrupan en 3 aspectos: técnico, social y económico, comenzando por el último. El énfasis, está en el aspecto técnico, donde se demuestra la viabilidad de uso los sistemas alternativos.

III.1 Vía de Solución Propuesta

La solución se resume en el esquema presentado en la Figura III.1:

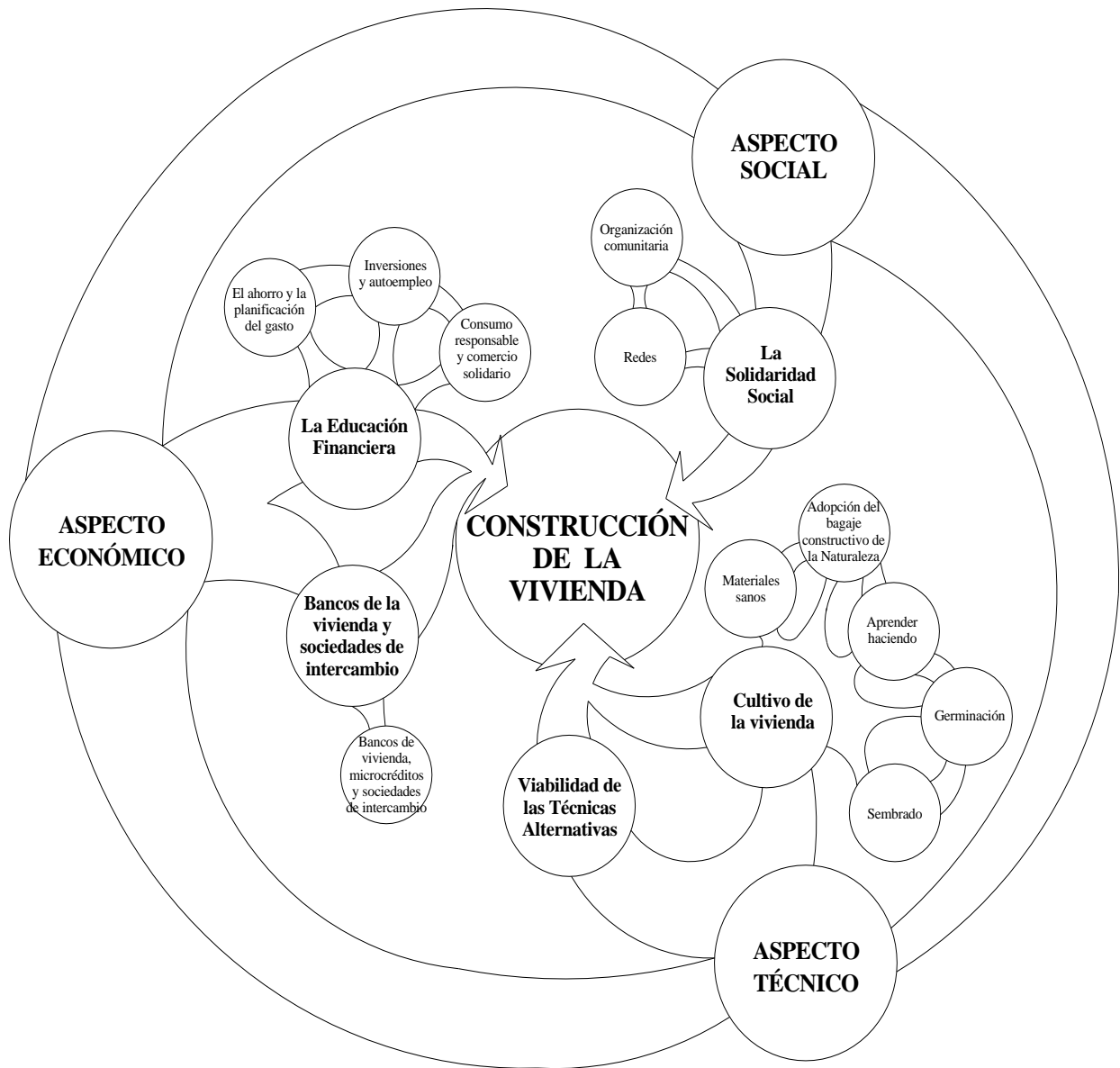


Figura III.1 Esquema de solución adoptado

III.2 Propuesta de Solución para el Aspecto Económico

III.2.1 Escenario económico

El 20% de la población más rica del mundo obtiene 83% del ingreso mundial, mientras que el 20% más pobre detenta el 1.4%¹⁹ (figura III.2).

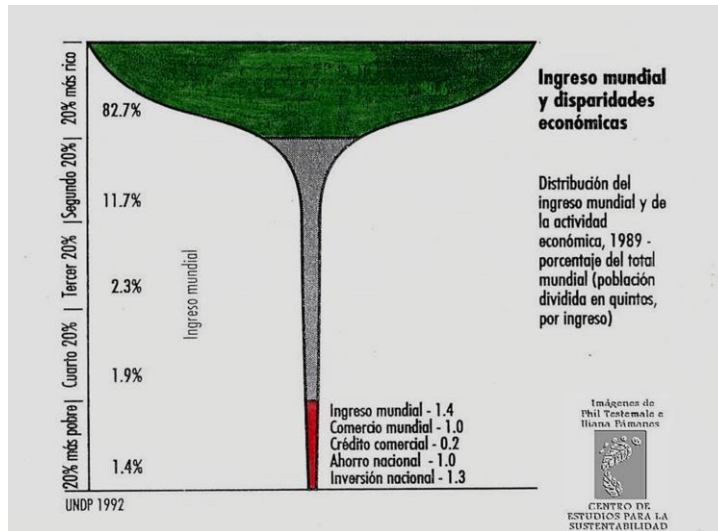


Figura III.2 Distribución del ingreso mundial

Una distribución tan extremadamente asimétrica, evidencia un modelo económico planificado para la concentración absoluta de los bienes que la Naturaleza ha proporcionado a todos los seres vivos.

De esta manera, se vislumbra un mayor desequilibrio futuro, porque el sistema continúa perpetuándose; y lo será así mientras no se modifique la mentalidad colectiva.

En la Tabla III.1, se muestra el esquema de solución económica:

Propuesta	Facetas
1. La educación financiera	El ahorro y la planificación del gasto familiar
	Las pequeñas- grandes inversiones y el autoempleo
	La formación para el consumo responsable y el comercio solidario
2. La creación de bancos de la vivienda y sociedades de intercambio	Los bancos de la vivienda, los microcréditos y las sociedades de intercambio

Tabla III.1 Esquema de solución económica

¹⁹ Gráfica de Phil Testemale e Iliana Pámanes, tomada del sitio: www.uv.mx/mie/files/2012/10/Presentacionesesion11-HelioGarcial.pptx

Las ideas que a continuación se describen pueden parecer ingenuas, pero para una parte muy importante de la población, su aplicación puede ser la diferencia entre una vida de penurias y una sino próspera, cuando menos moderada.

III.2.2. La educación financiera

III.2.2.1. El ahorro y la planificación del gasto familiar.- desde la infancia, es imperioso cultivar talentos para la administración del dinero; labor que puede estar a cargo de facilitadores o grupos de apoyo. En la edad adulta, es preciso buscar ayuda, o procurarse una formación autodidacta, lo cual es mucho mejor que esperar a que la economía mejore.

Peláez (Peláez Goycochea, 2011, pág. 14), define 4 pilares para las pequeñas finanzas:

- Incrementar los ingresos
- Aumentar las propiedades
- Reducir deudas
- Reducir gastos

El ahorro comienza desde la alcancía y desde la cuna; es uno de los mejores hábitos que pueden labrarse en la persona. Cuando alguien conserva para sí, como mínimo el 10% de su ingreso (Clason, 2007, pág. 16) se está pagando a sí mismo, el resto queda destinado al gasto. Es conocido que la gente pobre no tiene forma de ahorrar, sin embargo, hasta ellos realizan consumos superfluos como refrescos y alcohol. Luego entonces, tienen una pequeña oportunidad de hacerlo. Solo en caso de no tener trabajo, las dificultades se recrudecen; para ello, es indispensable poner en marcha otras tácticas que adelante se comentan. Una buena forma de materializar el ahorro, es mediante la planificación del gasto, tanto si se tienen ingresos fijos como si no, definiendo objetivos y preponderancias para la familia. Esto es, la educación de los hijos, la adecuada alimentación, la posesión de una casa, la recreación y cultura, contar con un guardarropa modesto, pero suficiente; independientemente de los gastos de manutención, transporte y salud. El control se realiza en una hoja electrónica de cálculo, o en una simple libreta, lo importante es distribuir concienzudamente el presupuesto familiar. En experiencia del autor de este trabajo, esta es la mejor forma de desengañarse de deseos que no pueden cumplirse. También revela los imprevistos, y se aprende a disminuirlos. Es igualmente, un medio para conocerse a sí mismo, porque el

hecho de saber en qué se gasta el dinero, delata indefectiblemente las fortalezas y debilidades del individuo y de la familia. En síntesis, se trata de no desembolsar todo e ir formando un patrimonio para el futuro, y una fuente de recursos para la inversión.

III.2.2.2. Las pequeñas-grandes inversiones y el autoempleo.- con el tiempo el ahorro debe servir para inversiones primordiales, que son el siguiente paso, porque el capital acumulado va devaluándose en el tiempo, de modo que es necesario ponerlo a trabajar. Así, puede crearse un pequeño negocio que ofrezca un valor agregado sobre la competencia, para abrirse oportunidades, como hacer pizzas caseras con ingredientes poco utilizados, o muebles de bajo costo con materiales reciclados, por mencionar algunos. De esta manera, el pequeño capital va creciendo, la persona desarrolla sus habilidades y si también es empleado, obtiene dos trabajos, y va preparándose para entornos difíciles como ser despedido o enfermarse. Naturalmente, una vez que el pequeño negocio comience a rendir frutos, una parte también se ahorrará.

Otro tipo de inversión está en los metales. Desde el ahorro de alcancía poco a poco pueden adquirirse onzas de plata, e ir las guardando hasta que con el paso de los años, haya suficientes como para hacerse de un centenario, y después otro, y otro más. Esta práctica, lleva implícito el conocimiento de que los metales son una inversión a largo plazo, porque no obstante que llegan a devaluarse en determinados momentos, tienden a incrementar su valor con el tiempo. Además, el dinero en efectivo está sujeto a las periódicas devaluaciones que forman parte del sistema, que arruinan la economía de naciones enteras.

Una vez que se disponga de suficientes recursos, puede adquirirse un terreno, lo cual constituye una inversión incomparable, puesto que posibilita a la persona hacer realidad la casa de sus sueños y conformar un auténtico patrimonio, así como establecer un negocio y cultivar sus propios alimentos, entre otras oportunidades. Naturalmente, esto es labor de años, por lo que cuanto más joven se inicie, mejor.

Pero para que el modelo se complete, es perentorio aprender a reducir los gastos y las deudas; es decir, aprender a vivir con menos, situación lógica porque solo desembolsando menos de lo que se gana, puede generarse riqueza. Por otro lado, permite apreciar con claridad la sencillez y belleza de la vida, libre de falsos paradigmas.

III.2.2.3. La formación para el consumo responsable y el comercio solidario.- en opinión del autor de este trabajo, es tanto o más importante saber gastar que ganar, porque es la forma real de distribución de la riqueza. Al adquirir un producto, una parte del trabajo de la persona se está transfiriendo a alguien en concreto. A nivel individual, el impacto es muy modesto; pero a escala social resulta significativo. Por tal razón, es indispensable comprar reflexivamente –no al menor costo-, ya que así se romperá la dependencia económica, la tecnológica y la barrera transcultural impuesta; así como la degradación ambiental, la violencia laboral y la corrupción. Poco a poco, esta práctica va extendiéndose en México, y en la edificación hay mucho por hacer.

En la vivienda social, estas ideas se materializan por ejemplo, en la mínima utilización de elementos como el poliestireno, concreto premezclado con aditivos químicos y bombillas eléctricas de mercurio. Por el contrario, hay que favorecer técnicas constructivas con tierra, materiales servibles de segunda mano como puertas y ventanas, accesorios artesanales de cocina y baño, entre otros. Una frase encierra la gran importancia del consumo responsable: “lo que compras, tiene consecuencias...”.

III.2.3. La creación de bancos de la vivienda y sociedades de intercambio

III.2.3.1. Los bancos de la vivienda, los microcréditos y las sociedades de intercambio.-

el trueque, la ayuda mutua, han sido desde siempre, características de solidaridad social, máxime en tiempos difíciles como el desempleo. Si bien, esto no garantiza la supervivencia sin dinero, sí es una forma adecuada de cubrir ciertas necesidades y de instituir lazos sociales. Así podría subsanarse la carencia temporal de vivienda o de alimento, o trabajos especializados que el autoconstructor no pueda o no sepa realizar, por ejemplo las instalaciones eléctricas, hidráulicas o sanitarias.

Por otra parte se propone crear instituciones bancarias con un concepto diferente al comercial, que consideren capital al trabajo y al préstamo de bienes y servicios, una opción que impida literalmente, que la gente se muera de hambre y frío. Igualmente, que concedan pequeños créditos a la palabra para la compra de materiales de construcción, asesorando gratuitamente al solicitante, con el compromiso de que a su vez, él tendrá que transmitir los conocimientos y habilidades que adquiriera. En resumen, se trata de propiciar condiciones de seguridad social ajenas a la estructura gubernamental.

III.3 Propuesta de Solución para el Aspecto Social

III.3.1. Escenario social

En las grandes ciudades como Puebla, la construcción de la casa es realizada con mano de obra remunerada, ya que la familia, por su parte, carece de la fuerza física, habilidades y conocimientos para construirla. Excepto en las zonas marginadas, que por su precariedad están obligadas a hacerlo. Su problema es la falta de suficientes conocimientos técnicos y de diseño, lo que se evidencia en el costo final e inadecuada funcionalidad y ambientalidad del espacio construido (figura III.3).



Figura III.3 Viviendas marginadas en el sur de la Ciudad de Puebla

III.3.2. Propuesta social de solución

“El mudo es de redes, no de ciclos”, afirma Jairo Restrepo, agrónomo ecólogo, porque esa es la forma en la que la vida se preserva en la Tierra. Pero la sociedad actual está tan individualizada que el trabajo en equipo resulta casi una quimera. Y sin embargo, es la única vía real de subsistencia en un entorno cada vez más adverso. Y como las crisis continuarán profundizándose, quienes no acepten esta actitud, casi estarán condenados a la mendicidad y al desamparo.

Se trata de cultivar una semilla, educar a la gente para que con sus propias manos construya su casa y sea capaz de laborar en grupo para reimplantarle el espíritu de colaboración y reciprocidad.

En la Tabla III.2, se traza el esquema de solución social:

Propuesta	Facetas
1. La solidaridad social para la construcción	La organización comunitaria
	Las redes de cooperación solidaria

Tabla III.2 Esquema de solución para el aspecto social

III.3.3. La solidaridad social para la construcción

En forma espontánea, en todo barrio o colonia se organizan equipos y torneos de fútbol. Esta cualidad puede aprovecharse para conformar tequios, faenas u otras formas colectivas de cooperación, sin intervención del dinero, solo con el compromiso de devolver el favor a otra persona cuando lo necesite. Esto no es una falacia; es conocido que después de desastres naturales, aflora la fraternidad. Entre los integrantes del barrio, hay albañiles y toda clase de artesanos, que pueden guiar a quienes carezcan de conocimientos en la construcción, para emprender la tarea edificatoria.

III.3.3.1. Las redes de cooperación solidaria.- pero la organización puntual no es suficiente; es preciso crear redes para que la construcción se convierta en la argucia que permita iniciar un proyecto de cooperación solidaria a gran escala en múltiples ámbitos de la vida cotidiana, como la producción de alimentos, la conservación del espacio público, la caridad, el cuidado de ancianos y enfermos, la educación alternativa, entre infinidad de proyectos más susceptibles de ponerse en marcha. En el fondo, se pretende desarrollar la pericia para la autogestión comunitaria y, a futuro, un proyecto de auténtico desarrollo social.

De esta manera se construyeron en el pasado obras trascendentales, instituyendo a la par, auténticas regiones mancomunadas, como sucedió con el Acueducto del Padre Tembleque, en el Estado de Hidalgo.

III.4 Propuesta de Solución para el Aspecto Técnico

III.4.1. Escenario tecnológico

La tecnología, los materiales y la mano de obra, ostentan un costo elevado, implicando una penosa carga para la economía del autoconstructor. Así, queda sesgado su anhelo por poseer una casa apropiada y bella (Figura III.4).



Figura III.4 Casas autoconstruidas en el sur de la Ciudad de Puebla

III.4.2. Propuesta tecnológica de solución

Como se mostró en el instrumento de análisis, la tecnología puede hacerse accesible, los materiales optimizarse y cuando menos una parte de la mano de obra sustituirse por el esfuerzo propio. En este apartado, quedan plasmadas las causas por las que técnicamente resultan factibles las cuatro técnicas alternativas analizadas, y se desarrolla una aproximación financiera al ahorro total que se obtiene con ellas. Asimismo, se proponen lineamientos de diseño y construcción para el mejor desempeño de la vivienda. De esta manera, en la Tabla III.3, se expone el esquema de solución técnica:

Propuesta	Facetas
1. Viabilidad de las técnicas alternativas analizadas	Viabilidad técnica
	Viabilidad económica
	Razones para la elección de una técnica
2. Cultivo de la vivienda	Sembrado de la semilla habitable (determinación del programa arquitectónico)
	Germinación y crecimiento de la semilla habitable
	Aprender haciendo
	Adopción del bagaje constructivo de la Naturaleza
	Empleo de materiales sanos y de bajo consumo energético

Tabla III.3 Esquema de solución técnica

III.4.3. Viabilidad de las técnicas alternativas analizadas

III.4.3.1. Viabilidad técnica.- en el anterior capítulo, se analizaron las causas por las que técnicamente resulta factible en la Ciudad de Puebla, la aplicación de las cuatro técnicas estudiadas, quedando solventado este aspecto:

- * Materiales de construcción ordinarios, con uso más eficiente respecto al sistema convencional
- * Posibilidad de crecimiento horizontal y vertical (hasta 2 niveles)
- * Poca o mínima especialización de la mano de obra
- * Organización constructiva y estructural acordes entre sí
- * Estupendo grado de sanidad de los materiales
- * Muy buena adaptabilidad al clima de la Ciudad de Puebla
- * Formalmente expresivas
- * Excelente durabilidad y bajo mantenimiento
- * Desarrollan las capacidades y potencialidades del autoconstructor
- * Costo más económico sobre el sistema convencional

Debe considerarse que estas técnicas son poco conocidas, por lo que existe un rechazo sintomático hacia ellas; sea por incertidumbre hacia su estabilidad estructural o por temor a que su costo final resulte más caro. Son peculiaridades de una enérgica resistencia al cambio.

III.4.3.2. Viabilidad económica.- también en el anterior capítulo, se examinó el costo económico de cada sistema, al nivel de obra negra. No obstante, con la finalidad de poseer un parámetro referencial en cuanto al ahorro total que se obtendría, se procede al análisis respectivo.

En la Tabla III.4, se muestran los porcentajes por partida de obra para vivienda social; obteniendo a través de ello, el correspondiente a la obra negra. Se adjunta también, el porcentaje de mano de obra respecto a la obra terminada:

Partida de obra	% partida (1)	% obra negra	% mano de obra (2)
-----------------	---------------	--------------	--------------------

Cimentación	21.7	65.9%	24.7
Muros, dalas y castillos	24.2		
Losas o cubiertas	20.0		
Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias	14.4	----	
Cancelería	16.0	----	
Acabados y pisos	3.7	----	
	100.0		

Tabla III.4 Estimación del porcentaje de obra negra en la vivienda terminada

- (1) Según Gómez Arias: Las Bóvedas Cilíndricas como solución de la cubierta para la vivienda de bajo costo, trabajo inédito, p.10.
- (2) Según Puc Sánchez: Método de estimación paramétrica de costos en construcción de viviendas de interés social, 2007, p. 58, en http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen12/metodo_de_estimacion.pdf (estudio realizado para la región noroeste de la Península de Yucatán).

De igual manera, se presentan los porcentajes por partida en el costo total de la vivienda, incluyendo adquisición del suelo, urbanización y sobrecostos, suponiendo su ejecución por una empresa inmobiliaria para, así, conocer los gastos administrativos y de construcción, fundamentales para determinar el ahorro total (Tabla III.5):

Partida	Según Gómez Arias (1)	Según Puc Sánchez (3)
Urbanización (al interior y exterior del desarrollo, y equipamiento urbano)	16 %	18.8 %
Adquisición el suelo	10 %	9.4 %
Escrituras (escrituración y titulación)	----	4.9 %
Administración (gastos administrativos y promoción)	----	26.4 %
Construcción (materiales, maquinaria, equipo y mano de obra)	45 %	40.5 %
Indirectos y utilidad	29 %	----
	100%	100%

Tabla III.5 Porcentajes de administración y construcción en el costo de la vivienda

- (1) Sánchez Corral, Javier: La vivienda social en México, pasado- presente- futuro?, trabajo inédito, agosto 2009- julio 2012, p. 36.37.

Con esta información, se calcula el ahorro total, que básicamente está en la supresión de los gastos administrativos más la reducción ya estimada en construcción. Los gastos

administrativos, son idénticos en todos los casos; el ahorro en construcción es la resultante de multiplicar su porcentaje en el costo total de la vivienda por el de obra negra, por el del ahorro según análisis. Sumándolo al porcentaje de gastos administrativos, se obtiene el ahorro máximo (Tabla III.6):

Costo de la vivienda (%)	Ahorros obtenidos					% máximo de ahorro				
	Rubro	% en el costo total de la vivienda	Técnicas alternativas propuestas		% obra negra					% ahorro según análisis
100	Admón.	26.4					26.4			
	Construcción	40.5	Sistemas más adaptables a la vivienda convencional	Ladrillo recocido y bóvedas de concreto	65.9	23	6			
				Ladrillo recocido y bóvedas mexicanas		28				
			Sistemas menos adaptables a la vivienda convencional	Adobe y bóvedas núbicas		5		1.3		
				Superadobe		52				13.9
							32	33	28	40
							Bóvedas concreto	Bóvedas mexicanas	Bóvedas núbicas	Superadobe

Tabla III.6 Porcentajes totales de ahorro obtenido por sistema

Es importante mencionar que los presupuestos de obra negra, se realizaron considerando condiciones de habitabilidad; es decir, con repellado, pero el sistema convencional, y los de bóvedas de concreto y bóvedas mexicanas, pueden habitarse sin ello, con lo cual se obtendría un pequeño ahorro momentáneo. En tanto, el superadobe forzosamente necesita estar recubierto, ya que los sacos de polipropileno no resisten el intemperismo por mucho tiempo. Por su parte, el ladrillo de adobe bien hecho, debe durar eternidades, aún sin recubrimiento.

Una última cuestión es menester tratar antes de concluir este punto. El porcentaje estimado de mano de obra. Algunos estudios (Tabla III.4) lo ubican en un 25% del costo de construcción en el sistema convencional; por lo que al proponer la

autoconstrucción, en términos monetarios se habla de reducir costos hasta un máximo de una cuarta parte del costo de construcción.

Con los resultados conseguidos, se concluye:

- * Que los ahorros oscilan entre el 30% y el 40%, aproximadamente sobre el costo de construcción de la vivienda.
- * Que ello representa destinar muchos años menos de la riqueza producida por la familia para forjar su patrimonio.
- * Que ese dinero puede reservarse para otros afanes importantes como la educación o un negocio, por ejemplo, lo cual tarde o temprano, trascenderá también en el bienestar y en la economía del hogar.
- * Que igualmente, llega a liberar de empréstitos a la familia por enfermedades o incluso, accidentes u otros imprevistos.
- * Que confiere seguridad a la familia con miras a un futuro menos incierto.

III.4.3.3. Razones para la elección de una técnica.- la intención de haber seleccionado específicamente las cuatro técnicas mencionadas, obedece a las razones que a continuación se exponen:

- * Las bóvedas de concreto y las mexicanas, son las más adaptables al sistema convencional, por comparten muchas de sus particularidades (como muros de poco espesor), incluso pueden ser iguales, excepto en las cubiertas. Son por tanto, las que pueden tener las mejores posibilidades de éxito, ya que el temor a lo desconocido, es uno de los motivos por los que las técnicas alternativas, no gozan de amplia aceptación. No obstante, entre menos características propias tengan, más se asemejará su costo al convencional.
- * Las técnicas con tierra reportan los mejores beneficios respecto a salud ambiental, durabilidad, expresión plástica y menor dependencia de materiales industrializados; una de ellas, el superadobe, es la más económica. En contraposición, poseen elevada densidad de muros respecto al sistema convencional, lo que puede reducir perceptiblemente el espacio interior construido.

De esta manera, el costo no es lo único que determina la elección de una técnica. Como cada una tiene sus virtudes, se propone ponderar diversos factores; como mínimo los que se estipulan en la Tabla III.7:

Factor	Razón de incluirlo	Ponderac.	Bóvedas núbicas		Superadobe		Bóvedas de concreto armado		Bóvedas mexicanas	
			Puntuación	Valoración	Puntuación	Valoración	Puntuación	Valoración	Puntuación	Valoración
Tamaño del lote	Las técnicas de tierra poseen gran densidad en volumen de muros, por lo que no son aconsejables para lotes pequeños.									
Capital disponible	Las técnicas más económicas tienen prioridad, siempre y cuando sean aceptadas por la familia									
Materiales disponibles	Lo mejor es construir con lo que se tiene a la mano, seguidamente con materiales naturales y por último, los industrializados, pero ello está en función de su disponibilidad									
Mano de obra disponible	Sopesar si se cuenta con ayuda gratuita de familiares y amigos; con conocimientos y destrezas para la construcción o si, por el contrario, se carece en absoluto de ello									
Grado de confort ambiental	La construcción natural tiene mejor comportamiento térmico que el ladrillo común y que el block, y mejor ventilación									
Salud de los materiales	Los materiales naturales no son tóxicos, y permiten la transpiración de los muros									
Totales:		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Notas: Los factores a considerar pueden ser variables, dependiendo de las condiciones y aspiraciones de cada familia. Como mínimo, se proponen los aquí mencionados

En la ponderación, se asigna el mayor peso al factor que la familia o encargado de la decisión de la técnica, estime más importante, y así sucesivamente, hasta obtener un total de 1.00 o 100%

La puntuación se determina conforme a una escala que puede ser de 1 a 5 o de 1 a 10 o cualquier otro rango, otorgando el valor más alto al número mayor, preferentemente

La valoración se obtiene de la multiplicación de la ponderación por la puntuación

Los totales son la suma de las valoraciones obtenidas en cada técnica, y nos muestran con números, la frialdad de la ponderación realizada, esté o no, bien formulada

Tabla III.7 Valoración por puntos para la elección de la técnica idónea

Esta selección se realiza con matices técnico-constructivos, pero debe considerarse que para las técnicas de tierra cruda, se seleccionan por el tipo de tierra del terreno. Ello significa que es posible usar la tierra de las excavaciones, aunque para efectos presupuestales, en este trabajo se consideró todo como suministro.

III.4.3.4. Comparación con la oferta inmobiliaria local.- como se mencionó anteriormente, la propuesta está pensada para toda persona que desee construir una vivienda social, cuyo valor está definido hasta 10 veces el salario mínimo general anual (232 mil 760 pesos con 50 centavos, en la Ciudad de Puebla). En este sentido, el Código Reglamentario Municipal, es más condescendiente, porque estipula 15 veces

(H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla, 2009, pág. 444) (es decir, 349 mil 140 pesos con 75 centavos), al año 2014.

De la investigación del mercado inmobiliario, pudo conocerse que para una vivienda unifamiliar de 38 m², su precio es de 250 mil pesos, con 60 m² de terreno incluido (a pagar en varios años, con los consiguientes intereses).

En la Tabla II.8, se muestra una comparación entre el costo comercial de la vivienda y la construida con las propuestas de este trabajo:

Costo de la vivienda (38 m ²) con 60 m ² de terreno y en condiciones de habitabilidad	\$ 250,000 *
Costo del terreno, aprox. 10% (Tabla III.5)	\$ 25,000
Costo de la vivienda 45% (Construcción) + 29% (Indirectos y utilidad)= 74%, misma tabla, se excluye urbanización	\$ 185,000
40% ahorro con sistemas alternativos, considerando costos similares contra el sistema convencional en instalaciones y acabados	\$ 111,000
Diferencia en costo	\$ 74,000

* Precio de contado, sin incluir intereses según el plazo de pago

No obstante las limitaciones enunciadas, resulta evidente la economía obtenida, por lo que puede comprarse un terreno de mayor superficie, y construir la semilla habitable acorde al proyecto de vida; independientemente de que pueda tener una superficie menor a los 38 m² ofertados como vivienda terminada, para ampliarla después.

III.4.4. Cultivar la vivienda

III.4.4.1. Sembrado de la semilla habitable.- la concepción de la casa no inicia con la fijación del número de recámaras o del tamaño de la estancia, sino cuando se es capaz de plantear un objetivo o proyecto de vida: ¿para qué se quiere la casa? Probables respuestas son: la superación personal, un refugio para la paz, lograr una economía más desahogada, cultivar las relaciones familiares o para la armónica formación de los hijos; depende de las inquietudes y visión de vida de cada individuo y familia.

En cualquier caso, lo interesante surge cuando los espacios se distribuyen para facilitar el cumplimiento del objetivo:

* Si se trata de metas económicas, necesariamente debe preverse el espacio para un establecimiento artesanal o comercial, o un pequeño patio.

- * Si el propósito es cultivar las relaciones familiares, el área de comer puede situarse en la cocina.
- * Si la prioridad es la formación de los hijos, el comedor debe tener la amplitud suficiente para dar cabida a la función de estudio, y un pequeño huerto ayudaría para enseñarles la producción de sus alimentos, así como el amor por la naturaleza.
- * Si la meta es de tipo espiritual, un pequeño jardín puede dominar la vista.

Por tal motivo, el programa arquitectónico (sembrar la semilla habitable), siempre será diferente. En la Tabla III.8, se amplían estos conceptos.

Espacio Arquitectónico		Principales funciones conferidas	Antropología del espacio / Polifuncionalidad propuesta
Zona de Recepción	Estancia	<ul style="list-style-type: none"> - Recepción de visitantes - Convivencia familiar 	<p>En las familias muy sociables, tiene un uso frecuente, pero no en la vida moderna consagrada al trabajo. Si no hay hijos, probablemente sea un espacio ocasional. En conclusión, puede ser prescindible, cuando menos para la etapa de la semilla habitable. Luego entonces...</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puede crearse una Estancia- dormitorio que varíe su función según el horario, con lo cual se ahorrarían esos metros cuadrados de construcción. - La Estancia-dormitorio puede tener comunicación con el comedor, jardín o cochera, a efecto de disponer de un espacio amplio para fiestas, y así desplegarse en el espacio.
	Comedor	<ul style="list-style-type: none"> - Degustación de alimentos - Cuarto de estudio o lugar de trabajo - Convivencia familiar 	<p>El comedor generalmente es polivalente. Luego entonces...</p> <ul style="list-style-type: none"> - La mesa puede fabricarse para separarse en dos, con lo cual, se realizarían funciones incompatibles (como comer y estudiar). Pero también conjuntarse para incrementar su tamaño, y así convivir en familia. Unas sencillas cajoneras salvan el problema de guardado de los utensilios de trabajo.
Zona de Servicio	Cocina	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación y degustación de alimentos - Limpieza y guardado de utensilios - Almacenaje de alimentos - Convivencia familiar 	<p>La cocina es el hogar, el sitio donde la madre da los alimentos, demostrando así, su amor entero. Mientras los prepara y sirve, conversa con su familia sobre sus alegrías y conflictos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - De ahí que pueda habilitarse un área para el desayuno o para todas las comidas.
	Patio de Servicio	<ul style="list-style-type: none"> - Retención temporal de la basura - Tendido de ropa lavada (si es insuficiente, se ocupa la azotea) - Sitio del calentador de agua 	<p>El patio de servicio es considerado como un espacio auxiliar para poner lo que en la casa no debe permanecer. Pero muy bien puede ser el lugar donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se prepare la composta con los residuos de la comida, disminuyendo el volumen de la basura que recoge el servicio municipal (con el consecuente ahorro energético). - Se habilite un contenedor para cultivar hortalizas y plantas medicinales, disponiendo así de alimentos nutritivos y sanos, libres de tóxicos.

Zona Íntima	Baño Completo	<ul style="list-style-type: none"> - Aseo personal - Eliminación de evacuaciones 	<p>El baño es el lugar que nos libra de enfermedades, tanto por el aseo personal como por la disposición final de las deposiciones, pero:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puede habilitarse en él, un baño seco, para ahorrar agua y disminuir la contaminación de ríos y mares; abreviando complejas obras de conducción y tratamiento. De los residuos se obtiene coprocomposta, con lo cual, la tierra completa el ciclo de los nutrientes humanos (comer-excretar-abonar-cultivar)
	Recámaras	<ul style="list-style-type: none"> - Descanso nocturno - Intimidad de la pareja - Sanar de enfermedades 	<p>La estancia puede ser también la Recámara de la semilla habitable, o segunda recámara de los hijos. Además, es conveniente colocarla en planta baja, para reponerse de ciertas enfermedades o lesiones, o para los ancianos que ya no puedan subir escaleras.</p>
Espacios de tránsito	Escalera	<ul style="list-style-type: none"> - Circulación vertical 	<p>La escalera convencional puede sustituirse por una de “mazorca”, en la cual solo hay espacio para un pie por peldaño, con lo que se ahorra prácticamente la mitad del espacio horizontal.</p>
Espacios de guardado	Closets, alcobas, armarios	<ul style="list-style-type: none"> - Almacenaje de artículos de uso frecuente, esporádico o nulo 	<p>Es posible disminuir su tamaño si se tiene en cuenta que los artículos poco usuales, pueden almacenarse en espacio vertical, no horizontal. Asimismo, es mejor deshacerse de objetos como ropa vieja, documentos, trastes, artefactos inservibles, etc. que permanecen abandonados.</p>
Espacios generadores de ingresos	Taller, tienda, huerto	<ul style="list-style-type: none"> - Ventas - Producción artesanal - Producción de alimentos 	<p>La casa también puede contener los espacios necesarios para incrementar los ingresos y disminuir los gastos de la familia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una tienda es una fuente de ingresos • Un taller es un centro de creatividad e igualmente de ingresos • Un huerto además, implica una mejor nutrición y salud en contacto con la naturaleza.

Tabla III.8 Uso del espacio por actividad

Para determinar prioridades en el uso del espacio, resulta conveniente contabilizar el tiempo que cada miembro de la familia destina a cada actividad; esto es un buen indicador para conocer el perfil de la familia, y qué enmiendas deben hacerse a su modo de vida si pretenden materializar su objetivo (Tabla III.9).

Horario	Tiempo (min u hr)	Actividad	Espacios en que se realiza	%
De ____ a ____				
Total:	24 hr			100

Tabla III.9 Intensidad de uso del espacio

III.4.4.2. Germinación y crecimiento de la semilla habitable.- la vivienda social nace cuando germina una semilla, que puede consistir en un solo cuarto polifuncional con su baño, esquema denominado en este trabajo como “la semilla habitable”. Todo comienza en corto y en pequeño; es decir, las nuevas técnicas se aprenden construyendo un espacio chico, adquiriéndose a sí la experiencia necesaria para las etapas subsecuentes.

La casa crecerá, pero su tamaño final debe de ser reducido; no solo por economía, sino por verdadero compromiso ecológico, puesto que todos los materiales que se utilizan en la construcción de la vivienda, tienen un impacto ambiental y social ²⁰.

Ahora bien, como se comentó en el anterior capítulo, la casa se emplaza en una eco-región específica, debiendo adaptarse a su clima, geografía y biodiversidad, aún (más aún) en el medio urbano. Este trabajo ha retomado 3 conceptos primordiales para ello:

- * La eco-región determina los materiales, procedimientos y mano de obra a utilizar. Así pues, en los alrededores de la Ciudad de Puebla, existen recursos para la construcción con tierra; prueba de ello son las múltiples ladrilleras asentadas. El problema es la devastación del suelo, por los socavones creados; siendo necesario adoptar medidas como limitar su profundidad, reimplantar la capa de materia orgánica o crear espacios de esparcimiento. Los materiales determinan los procedimientos porque imponen limitaciones métricas y formales y así, resulta prácticamente imposible copiar modelos ajenos a la eco-región, por mucho que se quiera; “obligando” al autoconstructor a virar su mirada hacia la tradición. Y en cuanto a la mano de obra, la resistencia al cambio se diluye con la emotividad; una vez que se empieza a trabajar en estas técnicas, el profano muda sus dudas por pasión.
- * Los materiales deben contaminar lo menos posible desde su extracción hasta su disposición final. El cemento y el acero son materiales con complejos procesos de fabricación, el aluminio mucho más; por lo que su uso debe de ser racionalizado. Una buena opción son las técnicas ya expuestas.

²⁰ Si todo el mundo viviera como los mexicanos, ya en 2007, se hubieran necesitado 1.9 planetas Tierra para satisfacer la demanda; es decir, se ha sobrepasado la capacidad de regeneración del planeta. Cita tomada de: Las Cañadas, Bosque de Niebla, presentación sobre Nuestra Huella Ecológica, p. 36.

- * Rescatar las técnicas locales de construcción, porque son fruto de la experiencia acumulada. Este es el caso de las bóvedas mexicanas, usuales en la zona del Bajío, pero exiguas en la Ciudad de Puebla; no obstante contarse con un legado rico en bóvedas y cúpulas, cuyo conocimiento sigue latente.

III.4.4.3. Aprender haciendo.- el propósito consiste en enseñar a la gente a ocuparse de sus propias privaciones, a desarrollar su creatividad con su talento y sus manos, y mostrarle que es capaz de afrontar exitosamente las desavenencias de la subsistencia. La finalidad no estriba en certificar el conocimiento conferido, sino en que el usuario sea capaz de apropiárselo y transmitirlo a otros:

- * Se instruye sobre el reconocimiento de los tipos de suelo para construcción
- * Se proporcionan talleres teórico-prácticos respecto a las técnicas alternativas de construcción
- * Se efectúan prácticas de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias; así como talleres de carpintería, herrería, acabados y otros
- * Se otorga asesoría para el proyecto propio, así como para su construcción
- * Se brindan cursos sobre proyectos productivos para incidir en el mejoramiento de la economía familiar y en su superación personal.

III.4.4.4. Adopción del bagaje constructivo de la Naturaleza.- esencialmente referido a los principios constructivos y de estabilidad estructural. En el instrumento de análisis, quedó confirmado que las losas de cimentación son más eficientes y económicas que los cimientos lineales de piedra. No obstante, los requerimientos de las técnicas de tierra se adaptan mejor a estos últimos, porque se trata de trabajar con materiales naturales. Nada obsta para que el adobe y el superadobe puedan tener por cimiento cadenas de desplante en concreto armado; pero se trata de disminuir el consumo de estos materiales.

En lo tocante a techos, naturalmente se propone la utilización de bóvedas y cúpulas, cuyas características y ventajas han sido ampliamente comentadas.

III.4.4.5. Empleo de materiales sanos y de bajo consumo energético.- la vida de hoy tiene lugar tiene lugar entre cuatro paredes; eso es un hecho conocido. Lo que no lo es tanto, es que la casa agrade, en menor o mayor medida, lo cual se ha denominado “síndrome del edificio enfermo”. “¿Qué sentido tiene el vivir en una casa bien aislada del frío o protegida contra incendios, si empleamos en su construcción materiales reconocidos como altamente cancerígenos?” (Bueno, 1997, pág. 222).

La madera es una excelente opción para puertas, ventanas, pisos y muebles, siempre y cuando esté certificada por el FSC (Forest Stewardship Council), y libre de tratamientos tóxicos. La arcilla es otra opción inmejorable si no está cocida a altas temperaturas (Bueno, 1997). El yeso, la cal, el vidrio, la piedra y pinturas naturales, igualmente lo son.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

¿Existe un camino alternativo que permita a cualquier persona, afrontar en condiciones menos desfavorables la construcción de su vivienda?, fue la pregunta formulada al inicio de este trabajo, ante lo aparentemente irresoluble del problema, así como de su inadecuada planeación.

Finalmente, después del planteamiento, análisis y propuestas efectuadas, y considerando las limitaciones de este trabajo, se ha concluido que sí es posible hacerlo, así como mejorar su calidad y sanidad, sin comprometer la estabilidad económica de la familia por un tiempo prolongado.

El método seleccionado consistió en primer lugar, en caracterizar, analizar y delinear el tratamiento del problema a través de 4 pilares teóricos de trabajo, mediante un enfoque naturalista, denominado organicismo:

- *Construir a semejanza de la Naturaleza.*- concibió la planificación y construcción de la casa como un proceso genético en el tiempo y en el espacio, concluyendo que la forma debe ser producto de la lógica constructiva, estructural y plástica.
- *La Tecnología Idónea.*- retomó cuatro técnicas de tipo artesanal acordes con tal visión: adobe con bóvedas núbicas, superadobe, ladrillo recocido con bóvedas de concreto armado “sin cimbra” y, ladrillo recocido con bóvedas mexicanas. Todas analizadas y evaluadas técnica y económicamente, comparándolas con el sistema convencional de la región.
- *Reivindicación de la Autoconstrucción.*- se afirmó como un sistema de sobrevivencia, pero también como una oportunidad inapreciable de superación familiar multifacética.
- *El Desarrollo Económico y Social desde abajo.*- preconizó opciones de corte social y económico, que constituyen un compromiso y una alianza social, nacientes de la propia comunidad; ciertamente para facilitar la tarea edificatoria, pero con trascendencia que se extiende a la totalidad de la vida colectiva.

Posteriormente, se integró el esquema de solución, una propuesta alternativa, denominada así por su enfoque no convencional, que acogió los aspectos técnico, económico y social. A continuación se describe la solución planteada:

1. Adoptar sistemas idóneos (que utilizan materiales preferentemente locales con buen nivel de sanidad, durables y de bajo mantenimiento); así como procedimientos concebidos mediante la lógica mencionada, que optimizan el uso de esos materiales e incorporan otros de segunda mano, permiten el crecimiento progresivo y requieren mínima o nula especialización de la mano de obra. De esta manera, resultan hasta 40% más económicos que el sistema convencional, en cuanto a superficie construida en obra negra, pero de 40% a 50% considerando volumen (con sus respectivas reservas). La razón está en el ingenio de las técnicas, y en la supresión de sobrecostos administrativos; aparte de intereses hipotecarios.
2. Adaptar el diseño de los espacios, a la determinación del objetivo o proyecto de vida de la familia, así como al reconocimiento de sus actividades para, de esta manera, conseguir que auténticamente sirvan como motor de desarrollo.
3. Incorporar el esfuerzo individual y colectivo para ahorrar en mano de obra, adquirir experiencia en la construcción y destreza para conservar la vivienda.
4. Aprender a generar ingresos y a vivir con menos, porque solo desembolsando menos de lo que se gana, puede producirse riqueza. El ahorro y la inversión planificados, deben ser medios propicios para poner en marcha un negocio o adquirir un terreno y construir la casa; así como para ser capaces de sortear las periódicas devaluaciones monetarias.
5. Consumir responsablemente, no al menor costo, porque esta es la forma real de distribución de la riqueza al alcance de la población, así como de ruptura de la dependencia económica, tecnológica e ideológica impuesta, y de evitar la degradación ambiental, la violencia laboral y la corrupción.
6. Crear instituciones bancarias regidas por un concepto amplio del capital de inversión, incorporando al trabajo, los bienes y los servicios; y concedan microcréditos para construir.
7. Promover la cooperación solidaria a través de redes vinculadas de ayuda mutua e intercambio, ya que así es posible subsanar carencias temporales importantes, y puede sobrevivir la cultura; constituyendo además, una plataforma para disminuir la avasalladora dependencia actual respecto al capital monetario.
8. Impartiendo educación basada en la enseñanza- aprendizaje de formas prácticas de subsistencia, no solo en cuanto a la construcción de la vivienda, sino abarcando proyectos productivos. De esta forma, se ahorran gastos, generan ingresos y mejora la salud familiar.

Recomendaciones

El esquema está diseñado para quien necesite construir una vivienda de interés social, pero puede aplicarse a cualquier nivel económico. No obstante, deben considerarse sus limitantes:

- El hecho de constituir por parte del autor de este trabajo, un ensayo sobre experiencias propias en proceso y ajenas poco intentadas en Puebla.
- El posible rechazo de la población a las técnicas expuestas, ya que la tipología de la vivienda se concibe en términos de estereotipos de modernidad, no como producto de relaciones eco-regionales y por lo mismo, culturales.
- La indisponibilidad del propietario hacia la autoconstrucción. No obstante, en este caso, puede sustituirse por mano de obra pagada.
- El temor al cambio, optándose por seguridad, recurrir a lo conocido.

Por ello, para difundir este conocimiento, es indispensable que las instituciones de educación superior y la sociedad en su conjunto, se apropien de él, ya que con los instrumentos actuales, no se solucionará el problema, y la precariedad continuará profundizándose, hasta hacerse intolerable.

En restitución, es la oportunidad para iniciar una transformación mental pública, que no solo propicie relaciones equitativas de convivencia, sino que apoye la transición pacífica hacia un modelo incluyente de desarrollo; visión posible hasta el momento a un nivel puramente idealista.

Bibliografía

- Alexander, C. (1981). *El Modo Intemporal de Construir*. (S. Imprenta Juvenil, Ed., & I. Menéndez, Trad.) Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Bachelard, G. (1983). *La Poética del Espacio* (Segunda edición, primera reimpresión ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Barona Díaz, E. (2006). *Tecnologías de Construcción de la Vivienda en Puebla* (Primera Edición ed.). (E. LunArena, Ed.) Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Barona Díaz, É. e. (2009). *Mantenimiento y desempeño durable de la vivienda social* (Primera edición ed.). (G. Ediciones, Ed.) Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Bazant Sánchez, J. (1985). *Autoconstrucción de Vivienda Popular* (Primera Edición ed.). Ciudad de México: Editorial Trillas, S.A. de C.V.
- Bocanegra Gastelum, C. O. (no especificado). *Banco del Tiempo, ¿Alternativa para el desempleo en México?* Recuperado el 04 de Mayo de 2014, de Revista Universidad de Sonora: <http://www.revistauniversidad.uson.mx/revistas/21-21%20Banco%20del%20tiempo%20alternativa%20para%20el%20desempleo%20en%20m%C3%A9xico.pdf>
- Bueno, M. (1997). *El Gran Libro de la Casas Sana*. Barcelona, España: Ediciones Roca, S.A.
- Castro Villalba, A. (1995). *Historia de la Construcción Arquitectónica* (Primera Edición ed.). (S. d. UPC, Ed.) Barcelona, España: Ediciones de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL.
- Centro de Técnicas Manuales. (13 de Septiembre de 2007). *Casas fabricadas a base de sacos de arena y alambre de espino, a prueba de sismos*. (CETECMA, Ed.) Recuperado el 30 de Mayo de 2010, de <http://terapias.typepad.com/terapiasmanuales/2007/09/casas-fabricada.html>
- Clason, G. S. (2007). *El Hombre Más Rico de Babilonia*. Editorial Signet.
- Colegio de Arquitectos de Costa Rica. (1992). *Vivienda y Ciudades Posibles en América Latina*. En E. d. Colegio de Arquitectos de Costa Rica (Ed.), *Vivienda y Ciudades Posibles en América Latina* (pág. 128). San José de Costa Rica: Fibrolit 100.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (10 de Diciembre de 2009). *Metodología Oficial para la Medición Multidimensional de la Pobreza en México*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2012
- Coppola Pignatelli, P. (1997). *Análisis y Diseño de los Espacios que Habitamos* (Segunda reimpresión ed.). (Q. Impreandes, Ed., & C. Povero, Trad.) Ciudad de México: Árbol Editorial, S.A. de C.V.
- Cortés Gutiérrez, L. (No especificado de Enero de 2009). *Rafael López Rangel: Reflexiones sobre la Arquitectura y el Urbanismo Latinoamericanos*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2010, de DOCUMENTOS PARA LA HISTORIA DE LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO LATINOAMERICANOS: Carlos González Lobo: <http://www.rafaellopezrangel.com/nuevodocuemntoshistoria.htm>

- Del Pino, Rafael, Fundación. (Abril de 2006). (F. R. Pino, Ed.) Recuperado el 10 de Mayo de 2010, de www.iacat.com/10-Sociopolitica/yunus/ConferenciaMagistral.pdf
- Doczi, G. (1996). *El Poder de los Límites, proporciones armónicas en la naturaleza, el arte y la arquitectura* (Tercera reimpresión, julio de 2004 ed.). (S. Grafino, Ed., & A. Vucetich, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Editorial Troquel.
- Domkyo, Domótica, vive tu hogar digital. (17 de Septiembre de 2007). *Nader Khalili y las construcciones "Super adobe"*. (D. v. Domkyo, Ed.) Recuperado el 17 de Septiembre de 2010, de <http://domokyo.com/nader-khalili-y-las-construcciones-%E2%80%9Csuper-adobe%E2%80%9D/>
- Engels, F. (s.f.). *La Cuestión de la Vivienda*. México, D.F.: Ediciones y Distribuciones Hispánicas, S.A. de C.V.
- Estrella, F. (1984). *Arquitectura de Sistemas, teoría, práctica, políticas* (Primera Edición ed.). (E. Terranova, Ed.) Ciudad de México: Centro Experimental de Vivienda y Urbanismo, A.C.
- Eumed.net, Congresos Internacionales. (2010). *Lo que nos Enseñan a los Economistas*. (Eumed.net, Ed.) Recuperado el 10 de mayo de 2010, de Discurso de aceptación del premio "Ayuda a la Auto-ayuda" de la Fundación Stromme. 26 de septiembre de 1997, Oslo, Noruega: <http://www.eumed.net/cursecon/textos/yunus-economia.htm>
- Fathy, H. (1982). *Arquitectura para los Pobres*. México, D.F.: Textos Extemporáneos.
- Frente Continental de Organizaciones Comunales. (03 de Octubre de 2003). *Campaña mundial: ¡Derecho a la Vivienda hoy!* (F. C. Comunales, Ed.) Recuperado el 31 de Mayo de 2010, de http://movimientos.org/fcoc/show_text.php3?key=2076
- Goldfinger, M. (1993). *Arquitectura Popular Mediterránea*. (J.-E. C. Gómez-Salvo, Trad.) Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Gómez Arias, R. (1997). Urbanismo y Medio Ambiente El Patrimonio Edificado. En A. F. Toponomía (Ed.), *Urbanismo y Medio Ambiente El Patrimonio Edificado* (pág. 14). Puebla: Toponomía, A.C., Fundación.
- Gómez Arias, R. (inérita). *Las Bóvedas Cilíndricas como Solución de la Cubierta para la Vivienda de Bajo Costo*. México.
- Gómez Arias, R. (Inédito). *Las Estructuras como parte de los Procesos de Diseño de los Objetos Urbano-Arquitectónicos*. México.
- González Ortiz, H. (2002). *Caminos hacia lo Alternativo dentro del Ámbito Conceptual, Proyectual y Contextual de la Arquitectura*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, Departament de Projectes Arquitectònics.
- Grupo Financiero BBVA Bancomer- Hipotecaria Nacional. (Enero de 2008). Recuperado el 10 de diciembre de 2012
- H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla. (2008). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla. Puebla, Puebla, México: Gobierno Municipal 2005-2008.
- H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla. (2009). *Código Reglamentario para el Municipio de Puebla*. Ciudad de Puebla.

- Ibáñez Torres, R. (2004). *El Vientre de un Arquitecto (la búsqueda de la forma)*. (U. d.-E. Univertsitatea, Ed.) Recuperado el 05 de Abril de 2010, de www.divulgamat.net/weborriak/TestuakOnLine/paseoGeometria.asp
- Jornada, La. (25 de Junio de 2010). *La Jornada en línea*. (S. d. Desarrollo de Medios, Ed.) Recuperado el 30 de Junio de 2010, de La Jornada en línea: <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2010/06/25/sin-acceso-a-credito-hipotecario-80-de-personas-en-condicion-precaria-sedesol>
- Khalili, N. (1999-2013). *Cal-Earth, The California Institute of Earth and Architecture*. Obtenido de <http://calearth.org/>
- Lombardi, J. e. (Julio de 2002). *Innovación Tecnológica para la Vivienda Hoy, julio de 2002*. (O. Habitare, Editor) Recuperado el 01 de Abril de 2010, de Sitio web de la Organización Habitare: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/156.pdf>
- Lovelock, J. E. (1985). *Gaia, una nueva vsión de la vida sobre la Tierra*. (S. Artes Gráficas EMA, Ed., & A. J. Rioja, Trad.) Madrid, España: Muy Interesante, Biblioteca de Divulgación Científica.
- Migliario, L. R. (no especificado). *luisrazeto.net*. Recuperado el 02 de mayo de 2014, de <http://www.luisrazeto.net/content/aportes-la-reflexi%C3%B3n-sobre-el-precio-justo-en-el-comercio-justo-y-solidario>
- Moore, F. (2000). *Comprensión de las Estructuras en Arquitectura*. México, D.F.: Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Pacheco, E. (23 de Noviembre de 2013). El 63% de la Viviendas en México, 'autoconstruidas'. *Informador.com.mx*.
- Peláez Goycochea, C. (2011). *Finanzas Cotidianas*. Puebla, México: Siena Editores.
- Ramírez Ponce, A. (abril de 1996). *Redescubrir América. Una Quimera sobre Alas de Papel*. Recuperado el 26 de julio de 1999, de <http://www.bsllaguna.com.mx/Redescubrir.htm>
- Ramírez Ponce, A. (2014). *Alfonso Ramírez Ponce*. Obtenido de ramirezponcearquitecto.blogspot.mx
- Ramírez Ponce, A. (s.f.). *Arquitectura Propia, cubiertas de ladrillo "recargado"*. Recuperado el 02 de Abril de 2010, de [dspace.universia.net: http://dspace.universia.net/bitstream/2024/545/1/ARQUITECTURA+APROPIA+cubiertas+de+ladrillo+recargado.pdf](http://dspace.universia.net/bitstream/2024/545/1/ARQUITECTURA+APROPIA+cubiertas+de+ladrillo+recargado.pdf)
- Ramírez Ponce, A. (no especificado). *Curvas de Suspiro y Barro, el ladrillo recargado; una técnica milenaria y moderna*. Recuperado el 24 de septiembre de 2013, de www.dtic.upf.edu/~rramirez/Arponce/CYTED.pdf
- Rudofsky, B. (2000). *Constructores Prodigiosos* (Primera Edición ed.). (Q. Impreandes, Ed., & S. Mastrangelo, Trad.) Ciudad de México: Árbol Editorial, S.A. de C.V.
- Sapiensa, Organización. (23 de Marzo de 2010). *La Vivienda Pequeña y Más Planificada*. (Autor, Editor) Recuperado el 25 de Marzo de 2010, de http://sepiensa.org.mx/contenidos/2007/pym_vivienda/vivienda1.html

- Schlosser, E. (2003). *Fast Food*. España: Grupo Editorial Random House Mondadori, S. L.
- Schwermer, H. (2002). *Mi vida sin dinero*. Barcelona, España: Editorial Gedisa, S.A.
- SDP Noticias.com. (2009). *SDP Noticias.com*. (S. Noticias.com, Ed.) Recuperado el 12 de Junio de 2010, de <http://www.sdpnoticias.com/sdp/contenido/2010/05/07/4/1040646>
- Senosiain Aguilar, J. (1998). *Bio Arquitectura*. (G. N. Editores, Ed.) Ciudad de México: Editorial Limusa, S.A. de C.V.
- Toponomía, A.C., Fundación. (1999). La producción de la vivienda y espacio urbano, una propuesta: el Sistema CGL. En Autor (Ed.). (pág. 4). Naucalpan: Autor.
- Torroja Miret, E. (2000). *Razón y Ser de los Tipos Estructurales*. Madrid, España.
- Wagensberg, J. (2004). *La Rebelión de las Formas, o cómo perseverar cuando la incertidumbre aprieta* (Tercera edición ed.). (S. Limpergraf, Ed.) Barcelona, España: Tusquets Editores, S.A.
- Waisman, M. (1977). *La Estructura Histórica del Entorno*. (O. Grama, Ed.) Buenos Aires, Argentina: Ediciones Nueva Visión SAIC.
- Wikipedia, la Enciclopedia Libre. (07 de junio de 2014). *Obsolescencia programada*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Obsolescencia_programada
- Wikipedia, The Free Encyclopedia. (10 de Marzo de 2010). *Nader Khalili*. (T. F. Wikipedia, Ed.) Recuperado el 30 de Mayo de 2010, de Nader Khalili: http://en.wikipedia.org/wiki/Nader_Khalili
- World Habitat Awards. (2007). *Refugios Sacos de Arena*. (W. H. Awards, Ed.) Recuperado el 30 de mayo de 2010, de <http://www.worldhabitatawards.org/winners-and-finalists/project-details.cfm?theprojectid=744cb3ac-15c5-f4c0-990d002b3ccac96d&lang=01>