

ANÁLISIS DE MERCADO DEL SECTOR DE LA
CONSTRUCCIÓN Y PROYECTO PILOTO A NIVEL
REGIÓN, BASADO EN UN PORTAFOLIO DE POLÍTICAS
PÚBLICAS, CON EL OBJETIVO DE REDUCIR LOS
CONTAMINANTES CLIMÁTICOS DE VIDA CORTA
(CCVC), DE LADRILLERAS ARTESANALES EN MÉXICO

COORDINACIÓN GENERAL DE CRECIMIENTO VERDE

2016

Directorio:

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC – SEMARNAT)

Dra. María Amparo Martínez Arroyo
Directora General

Coordinación General de Crecimiento Verde (CGCV – INECC – SEMARNAT)

Mtro. Miguel Gerardo Breceda Lapeyre
Coordinador General

Revisión y supervisión:

María del Pilar Salazar Vargas
Subdirectora de Economía de la Energía (INECC)

Teresa García Zarate
Jefa de Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo en el Sector Primario (INECC)

Asesoría: CIATEC. / M. en C. Enrique Kato Miranda.

Forma de citar:

INECC. (2016). Análisis de Mercado del Sector de la Construcción y Proyecto Piloto a Nivel Región, Basado en un Portafolio de Políticas Públicas, con el Objetivo de Reducir los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC) de Ladrilleras Artesanales en México. Informe final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México.

D.R. © 2016 Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Periférico Sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco
C.P. 04530, Delegación Coyoacán, México, Ciudad de México
<http://www.gob.mx/inecc>

CONTENIDO

1. Introducción	5
2. Antecedentes	6
3. Objetivos	8
4. Metodología	9
4.1 Análisis de la oferta	9
4.1.1 Levantamiento de encuestas a productores artesanales	9
4.1.2 Toma de muestras de ladrillos artesanales y tierras	10
4.1.3 Aplicación de entrevistas a profundidad a productores industriales	11
4.1.4 Consulta en grupos focales (oferta)	12
4.2 Análisis de la demanda	13
4.2.1 Aplicación de entrevistas a profundidad a los actores de la demanda	13
4.2.2 Talleres de consulta con expertos de la oferta y demanda de materiales de construcción	14
4.2.3 Evaluación de la preferencia de materiales en la autoconstrucción	15
4.3 Análisis económico de la actividad artesanal de producción de ladrillo	15
4.3.1 Análisis de los factores de producción artesanal de ladrillo	15
4.3.2 Modelos Logit de oferta y demanda	16
4.3.3 Análisis de elasticidades del mercado en torno al ladrillo artesanal	18
4.4 Diseño de políticas públicas	19
4.5 Configuración de un proyecto Piloto	20
5. Resultados	21
5.1 Caracterización de la oferta de ladrillo artesanal en la Megalópolis, Jalisco y Guanajuato	21
5.1.1 Perfil de los productores	21
5.1.2 Características del proceso de producción artesanal de ladrillo	26
5.1.3 Casos de intervención privada y gubernamental	39
5.1.4 Casos internacionales de intervención	41
5.1.5 Formas de organización entre los productores	43
5.1.6 Agentes de la cadena de valor de la producción artesanal de ladrillo	44
5.1.7 Restricciones socioeconómicas y ambientales a la producción de ladrillo artesanal	46
5.2 Caracterización de la oferta de productos sustitutos	49
5.2.1 Bloques y tabicónes de concreto	50
5.2.2 Tabiques extruidos	55
5.3 Caracterización de la demanda de materiales estructurales para la construcción	55
5.3.1 Demanda de productos por profesionales de la construcción	55
5.3.2 Demanda de materiales por la autoconstrucción	61
5.3.3 Tendencias en el uso de materiales de la construcción	63
5.4 Análisis económico de la producción de ladrillo	66
5.4.1 Precio del producto	68
5.4.2 Análisis de la función de producción	69
5.4.3 Elasticidad precio-oferta ante los cambios de temporada climática	70
5.4.4 Modelo logístico aplicado a la función de oferta del ladrillo artesanal	72
5.4.5 Elasticidad Precio de la demanda del ladrillo, bloque, ladrillo extruido y tabicón	73
5.4.6 Modelo logístico binario aplicado a la demanda de ladrillo	74
5.4.7 Elasticidad cruzada de la demanda	75
5.5 Marco regulatorio y programas de apoyo	77
5.5.1 Regulaciones ambientales y de la construcción relativas al tema de las ladrilleras	78
5.5.2 Regulaciones en materia de construcción	80

5.6 Programas federales de apoyo y mecanismos de mercado	85
5.7 Portafolio de políticas públicas	86
5.8 Componentes de un proyecto piloto	91
6. Conclusiones	93
7. Bibliografía	97
8. Abreviaturas	102
9. Glosario de términos	103
Anexos	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ladrillera típica mostrando un horno fijo y sus patios de secado de producto crudo	8
Figura 2. Porcentaje de productores artesanales de ladrillo por antigüedad en la actividad	21
Figura 3. Porcentaje de productores por número de dependientes económicos	22
Figura 4. Nivel máximo de estudios (concluso o trunco) de los productores	23
Figura 5. Escolaridad máxima (conclusa o inconclusa) por género y categoría familiar o empleado	23
Figura 6. Porcentaje de productores según la situación de la propiedad o posesión del predio donde realizan la actividad	24
Figura 7. Porcentaje de productores por rango de ingresos mensuales 2015	25
Figura 8. Hornos de campaña (izquierda), fijos (centro) y MK2 (derecha)	26
Figura 9. Porcentaje de productores que utilizan distintos tipos de equipos auxiliares para la combustión	28
Figura 10. Proceso de producción de ladrillo artesanal	28
Figura 11. Distribución porcentual de productores por capacidad de producción (ladrillos/horno por quema)	29
Figura 12. Patio de secado a resguardo de la lluvia mediante un tejabán	30
Figura 13. Porcentaje de productores de acuerdo a la producción mensual de ladrillos (secas)	30
Figura 14. Cambios estacionales en la frecuencia de quemas en hornos de campaña	31
Figura 15. Cambios estacionales en la frecuencia de quemas en hornos fijos	31
Figura 16. Combustibles utilizados por los productores	32
Figura 17. Ejemplos de productos artesanales complementarios al ladrillo: loseta de Tlaxcala a la izquierda, al centro ladrillos ornamentados de Metepec (Estado de México) y a la derecha petatillo y tejas de El Arenal (Jalisco)	34
Figura 18. Porcentajes de productores en función del tipo de producto	35
Figura 19. Muestras de la diversidad de tamaños de ladrillos	35
Figura 20. Distribución porcentual de unidades productoras por número de empleados	37
Figura 21. Distribución porcentual de productores artesanales por días laborados a la semana	38
Figura 22. Horno bi-cámara con arcos fijos construido en Irapuato	41
Figura 23. Principales actores de la cadena de valor de ladrillo artesanal	45
Figura 24. Contexto socioeconómico de la producción de ladrillo	47
Figura 25. Clasificación de muestras de tierra utilizada por los ladrilleros	48
Figura 26. Condiciones y aspectos restrictivos de la producción de ladrillo	49
Figura 27. Valor de la producción en mayo en el período 2007 al 2016	50
Figura 28. Porcentaje de productores de bloques y tabicones por actividad desarrollada	51
Figura 29. Porcentaje de productores de bloque y tabicón, por antigüedad en la actividad	51
Figura 30. Área de distribución de quienes comercializan tabicón y bloque de concreto	52

Figura 31. Porcentaje de ofertantes de las diferentes dimensiones de bloque	53
Figura 32. Porcentaje de ofertantes de las diferentes dimensiones de tabicón	53
Figura 33. Problemática de la cadena de valor de bloques de concreto.	54
Figura 34. Antigüedad de las empresas de construcción.....	55
Figura 35. Tipo de construcción en las que se especializa	56
Figura 36. Porcentaje de número de empleados fijos en las empresas	57
Figura 37. Porcentaje de número de empleados temporales en las empresas.....	57
Figura 38. Productos más utilizados por constructores como primera opción para la construcción de muros	58
Figura 39. Características o criterios considerados para la compra del material más utilizado	59
Figura 40. Principales problemas identificados de uso del ladrillo artesanal.....	59
Figura 41. Tiempo de pago a crédito de última compra	60
Figura 42. Ejemplo de visualización de imagen urbana para Ecatepec, Estado de México.....	62
Figura 43. Preferencia del ladrillo rojo en Zonas de Atención Prioritaria por estado	63
Figura 44. Nuevas tendencias en el uso de materiales para construcción.....	64
Figura 45. Porcentaje de opiniones que refieren ventajas de tabicones y bloques de concreto con respecto al ladrillo	64
Figura 46. Evolución del valor de la producción de vivienda	67
Figura 47. Rangos de precios de millar de ladrillo artesanal en pesos mexicanos, precio a pie de horno.....	68
Figura 48. Región norte: caso de complementariedad del ladrillo artesanal con respecto al bloque 12x20x40 cm.....	76
Figura 49. Región centro norte: caso de complementariedad del ladrillo artesanal con respecto al bloque 12x20x40 cm.....	76
Figura 50. Región Sur: caso de complementariedad del ladrillo artesanal con respecto al bloque 12x20x40 cm	76
Figura 51. Región norte: caso de sustituibilidad del ladrillo artesanal con respecto al bloque 12x20x40 cm.....	77
Figura 52. Programas federales que ofrecen apoyos a proyectos involucrados en la construcción y en la productividad de las empresas pequeñas y medianas.....	86
Figura 53. Resultados de componentes del proyecto (Taller León Gto.)	84
Figura 54. Resultados de componentes del proyecto (Taller Zapopan, Jal.)	85
Figura 55. Resultados de componentes del proyecto (Taller Chalco, Edo. de México)	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de ladrilleras artesanales registradas por estado	9
Tabla 2. Unidades productivas que fabrican tabique extruido	11
Tabla 3. Talleres de análisis de la demanda realizados con grupos de enfoque	14
Tabla 4. Escala de valoración de imágenes urbanas	15
Tabla 5. Estatificación de modelos Logit	17
Tabla 6. Entornos definidos para el análisis municipal comparativo	20
Tabla 7. Diferencias del perfil del productor entre estados	26
Tabla 8. Cuadro comparativo de las características de los hornos más comunes	27
Tabla 9 Tipos de productos artesanales	34
Tabla 10. Dimensiones de los ladrillos a partir de la muestra conservada en CIATEC	36
Tabla 11. Aceptabilidad del porcentaje de mermas por estado	36
Tabla 12. Diferencias de variables relacionadas con la producción entres estados	39
Tabla 13. Asociaciones formales de productores artesanales detectadas en encuestas y talleres realizados	43
Tabla 14. Características de la construcción de viviendas en México en 2015	61
Tabla 15. Análisis de parámetros de los factores de productividad, fuerza laboral, capital	70
Tabla 16. Elasticidad precio de la oferta por estado en temporada de secas y lluvias	71
Tabla 17. Coeficientes del modelo probabilístico de oferta	72
Tabla 18. Elasticidad precio de la demanda de los materiales para la construcción a nivel nacional	73
Tabla 19. Coeficientes obtenidos para el modelo probabilístico de demanda	74
Tabla 20. Elasticidad cruzada de la demanda por región	75
Tabla 21. Programas de gestión para mejorar la calidad del aire (PROAIRE)	79
Tabla 22. Reglamentos de construcción que hacen referencia al ladrillo o a las ladrilleras	80
Tabla 23. Componentes comunes y específicos captados en los talleres en León, Zapopan y Chalco	87

1. Introducción

La oferta de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente en el país, proviene de la producción que genera un número estimado de alrededor de 17,000 ladrilleras distribuidas en casi todo el país bajo condiciones de informalidad en pequeñas unidades de producción, con tecnología rudimentaria y que ofrecen productos que difieren regionalmente en cuanto a dimensiones y características de apariencia y probablemente en sus propiedades mecánicas

El cocimiento de los ladrillos se lleva a cabo en hornos rudimentarios de baja eficiencia, sin posibilidades de control de emisiones y que en pocos casos usan maquinaria y equipo auxiliar; esos hornos utilizan diversos combustibles de fácil acceso y/o bajo costo como son la biomasa forestal, otros residuos de biomasa, residuos de manejo especial o incluso residuos peligrosos.

Como consecuencia de lo anterior, la actividad artesanal es fuente de emisiones de contaminantes que afectan la calidad del aire y de emisiones de gases de efecto invernadero incluyendo los contaminantes climáticos de vida corta (CCVC), ocasionando el reclamo social de quienes habitan en las cercanías de las unidades o zonas en las que se produce ladrillo y con probables efectos negativos en la salud.

Los diferentes intentos que se han realizado para establecer estrategias de mejoramiento de la actividad artesanal no han tenido éxito y la planeación de nuevas acciones encuentra un obstáculo en la carencia de datos oficiales derivados de la informalidad en la cual se desarrolla la actividad. La mejor información disponible se encuentra en los estudios del sector de ladrilleras artesanales del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2013) y en la base de datos de Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI, 2015), aunque no es suficiente para desarrollar un análisis integral.

Conscientes de la necesidad de realizar a nivel nacional mejoras en la actividad que permitan disminuir las emisiones de contaminantes y los riesgos para la salud, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático enfoca la búsqueda de soluciones desde una perspectiva integral que considere la situación social y económica de los productores artesanales y la dinámica de la oferta y demanda del ladrillo en un mercado que ofrece productos sustitutos o complementarios.

A diferencia de los ladrillos de fabricación artesanal, la oferta de productos sustitutos de origen industrial tales como los tabiques huecos extruidos, bloques y tabicones de concreto¹, puede estar basada en el uso intensivo de maquinaria, gas (natural o licuado de petróleo) y procesos estandarizados de selección de la calidad y mezcla de arcillas o agregados dependiendo del producto que se trate. Por otra parte, en la industria de la construcción utiliza

¹ En apego a las definiciones establecidas en la Norma Mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012 Piezas de Uso Estructural (ONNCCE, 2012), en este informe se usan las siguientes denominaciones de acuerdo a lo establecido en el glosario de este documento. Al producto macizo de barro cocido elaborado artesanalmente se identifica con el nombre ladrillo. El término tabique se reserva para productos macizos o con huecos, de arcillas barro cocido, pero de manufactura industrial. Bajo la denominación de "barro" se consideran materiales referidos como arcillas en la literatura, una vez que el material es humectado. Bloque y tabicón de "concreto" son términos que se reservan para piezas fabricadas mediante la compactación de mezclas de agregados de diversa naturaleza adicionados con cal y/o cemento, sin procesos de cocción.

materiales alternos en respuesta a las tendencias que ocurren en la oferta y selección de materiales, a fin de lograr un diseño de políticas públicas que incremente las posibilidades de éxito de una intervención cuyo objetivo sea modernizar la actividad y lograr la disminución de su efecto contaminante.

¿Cuál es el futuro de la producción de ladrillo de arcilla cocido artesanal en México? ¿Qué productos alternativos están compitiendo con él en el mercado? ¿Cuál es la mejor estrategia para producir una modernización del sector? Con un enfoque de estudio de mercado este informe busca dar respuesta a las preguntas anteriores. En este sentido, el 1º de agosto de 2015, se firmó el convenio INECC/RPA1-001/2015 entre el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y el Centro de Innovación Avanzada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), con el fin de ejecutar el proyecto denominado **"Análisis de mercado del sector de la construcción y proyecto piloto a nivel región basado en un portafolio de políticas públicas con el objetivo de reducir los CCVC de ladrilleras artesanales en México"**.

2. Antecedentes

La búsqueda de soluciones al problema de la contaminación provocada por la actividad ladrillera artesanal tiene antecedentes desde el siglo pasado, en 1994 la Secretaría de Desarrollo Social elaboró un estudio de ingeniería financiera de la reconversión tecnológica o la reubicación de los hornos de la frontera norte de México, en el que determinan que se requieren instrumentos en materia organizacional, financiera, ambiental, comercial y de asistencia técnica para alcanzar el éxito en una intervención en el sector (Dirección General de Financiamiento al Desarrollo Urbano, 1994).

En el año 2000 la organización Resources for the Future publicó un estudio enfocado en los costos y beneficios del control de la contaminación del sector ladrillero partiendo del caso de Ciudad Juárez, en el que señalan que es el primer caso en que ese tipo de análisis se realiza para un sector informal (Blackman, Newbold, Shih, & Cook, 2000). El objetivo del estudio fue contribuir para la toma de decisiones con información sobre los impactos de la actividad con base en cuatro escenarios: cambio a hornos MK2, uso de gas natural, reubicación y limitación de días de quema. Los costos considerados incluyeron la valuación de riesgos a la salud.

Recientemente se han publicado resultados de estudios e investigaciones en los que el enfoque de las soluciones para lograr mejor eficiencia ambiental de los hornos de producción de ladrillos se basa en enfoques de regulaciones y tecnología, pero dejando de lado los aspectos de mercado (IIDFC, 2009).

En contraste, en el mismo año, el Banco Mundial publicó una nota del análisis de economía política relativa al sector ladrillero de Bangladesh, enfocada en tres aspectos: los problemas sistemáticos que obstaculizan los esfuerzos por mejorar las prácticas de los ladrilleros, las razones que subyacen a dichos problemas y cómo el asociacionismo y la comunicación pueden ayudar a atender estos temas (World Bank, 2009). En esa nota se destaca el hecho de que las fuerzas del mercado pueden actuar como presión para el cambio de las ladrilleras (quizá en forma de reubicaciones), desde el momento que el crecimiento de ciudades induzca un aumento del precio de las propiedades de tal magnitud que haga rentable para sus dueños venderlas a los desarrolladores urbanos.



En un informe de evaluación del sector ladrillero en el sur de Asia, el Carbón War Room (Lopez, Loyda, Segal, & Tsai, 2012) contempla el análisis de mercado como uno de los aspectos relevantes, identificando que la industria en Asia es especialmente resistente al cambio a pesar del tamaño del sector en la economía de esa región los patrones laborales, la calidad del ladrillo, las regulaciones de los gobiernos y los derechos legales de propiedad de la tierra. En ese informe se identifican las oportunidades de inversión en tecnologías apropiadas con tasas de retorno de inversión aceptables, que sin embargo deben superar barreras de carácter informacionales, soluciones de financiamiento innovadoras y un amplio involucramiento de todos los agentes relacionados con el mercado de los ladrillos. En particular, los autores del informe refieren que las regulaciones del gobierno sobre el carácter contaminante del sector deben ser fortalecidas como acompañamiento de medidas financieras y tecnológicas.

Con el apoyo del proyecto denominado Eficiencia Energética de Ladrilleras Artesanales (EELA), en 2012 se publicó un diagnóstico de la situación de las ladrilleras a nivel nacional en México, basado en un estudio de mercado (Ortiz Herrera, 2012). Este estudio caracteriza al sector productor artesanal de ladrillo, describe los mecanismos de comercialización e identifica las regulaciones gubernamentales. Sin embargo, no aborda el tema de la demanda del producto la sustituibilidad por productos alternos ni las tendencias del mercado.

El proyecto EELA financió en 2012 otro estudio de mercado de ladrilleras artesanales realizado en el Departamento de Cochabamba en Bolivia, cuya aportación principal es que se basó en el enfoque denominado M4P (Making Markets Work for the Poor) que se enfoca en "las limitaciones subyacentes que impiden el desarrollo de los sistemas de mercado" (Benavides Salmón & Heredia Quispe, 2012). El alcance del estudio comprendió caracterizar la cadena de valor a través de sus diferentes eslabones y la identificación de escenarios partiendo de la comprensión de los cuellos de botella dentro de la cadena.

En el estudio citado, se concluye que en Cochabamba la demanda de ladrillo artesanal ha aumentado en años recientes y prevén una tendencia favorable en el crecimiento a futuro, aunque no se dilucida con precisión la respuesta que generará la competencia interna entre los productores, mientras que los autores concluyen que los productos industriales no son competencia directa del producto artesanal.

Otras características del sector determinadas en el estudio de Cochabamba son: baja diversificación, tecnología de hornos rudimentaria con innovaciones empíricas y bajo acceso al crédito por la carencia de registros contables de sus actividades. Por otra parte, el papel de los gobiernos locales es fuertemente regulatorio no sólo para la actividad misma, sino también para la explotación de las materias primas utilizadas en la producción.

La Coalición de Clima y Aire Limpio (CCAC por sus siglas en inglés) lanzó en septiembre de 2012 la iniciativa conocida como *Mitigación de Carbono Negro y otros Contaminantes de la Producción de Ladrillos* (CCAC, 2016) con el objetivo de impulsar el interés político en Latinoamérica, Asia, África y el Caribe, en identificar las medidas de mitigación de emisiones en ladrilleras artesanales desde una perspectiva intersectorial a través compartir información e intercambiar conocimiento. Como parte de las acciones, dio impulso a la creación de la Red de Políticas Públicas para la Producción Limpia de Ladrillos (PAN LAC) y publicó en mayo de 2016 el documento "Más allá de los ladrillos" como un intento de cambiar la manera como los gobierno entienden y diseñan sus políticas públicas para prevenir los efectos sociales y ambientales de la producción artesanal de ladrillos (CEDHA/CHRE, 2016).

El enfoque adoptado por INECC busca superar la visión enfocada a los aspectos tecnológicos o ambientales y ampliarla a la de análisis de mercado para dar soporte a proyectos transformacionales en el sector artesanal de producción de ladrillo en México.

3. Objetivos

Este estudio tiene por objetivo elevar el nivel de conocimiento sobre el sector de la construcción en México, mediante un análisis de mercado orientado específicamente a elementos constructivos como el block, el tabique extruido y el ladrillo artesanal; proporcionar un portafolio de instrumentos de política pública para atender las necesidades de cada tipo de productor, particularmente las de los de ladrillo artesanal y diseñar un proyecto piloto focalizado.

Específicamente, se pretende profundizar en:

Oferta: tipificar y caracterizar a los productores desde los pequeños artesanales hasta las empresas industriales, con el fin de describir las tendencias en el sector incluidas las relacionadas con la autoconstrucción.

Demanda: identificar innovaciones, nuevos materiales de construcción, nuevos tipos de edificios comerciales y residenciales, regulaciones en la construcción y en general los factores clave que inciden en la demanda.

Aspectos económicos del mercado: documentar una mirada prospectiva a las tendencias en el uso de ladrillos como materiales de construcción, en comparación con otros materiales alternos.

Medidas de Políticas públicas: identificar la cartera o portafolio de políticas públicas que atiendan de manera integral al sector, con la mira de modernizarlo y transformar las condiciones de producción.

Elementos constitutivos para el diseño del proyecto piloto: seleccionar el municipio con las mejores posibilidades de intervención para la implementación de un proyecto piloto que articule las políticas públicas y los planes de acción encaminados a la modernización del sector.

El estudio tiene un alcance nacional en los aspectos de demanda y de oferta de ladrillos industrializados. Para el ladrillo artesanal, el alcance es en los estados de la Megalópolis², en Guanajuato y en Jalisco.

Figura 1. Ladrillera típica mostrando un horno fijo y sus patios de secado de producto crudo



² La Megalópolis se conforma por la Ciudad de México y los estados de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos y Estado de México.

4. Metodología

4.1 Análisis de la oferta

Se utilizaron tres tipos de instrumentos para el análisis de la oferta tanto de ladrillo como de tabique industrial, bloque y tabicón de concreto: encuestas a productores artesanales, entrevistas a profundidad aplicadas a productores industriales y grupos focales. El trabajo se documentó mediante registros fotográficos, registros de audio y listas de asistencia para los grupos de enfoque.

4.1.1 Levantamiento de encuestas a productores artesanales.

El universo de ladrilleras artesanales del que se extrajo la muestra representativa corresponde a los estados de la Megalópolis (Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos, Ciudad de México y Estado de México), Jalisco y Guanajuato, (Tabla1) que albergan al 58.64 % del total de las 17,054 ladrilleras artesanales del país de acuerdo al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2013)

Tabla 1. Número de ladrilleras artesanales registradas por estado

Estado	Ladrilleras registradas	Encuestas esperadas	Encuestas realizadas
Hidalgo	285	28	35
Tlaxcala	29	3	3
Puebla	4,500	440	461
Morelos	24	2	4
Ciudad de México	0	0	0
Estado de México	803	78	89
Jalisco	1994	195	202
Guanajuato	2,366	231	249
Total	10,001	977	1043

Fuente: (INECC, 2013).

El tamaño de muestra de productores estimado con un nivel de confianza del 95% fue de $n = 977$ ladrilleras y el realizado de 1,043, distribuidas por estado (Tabla 1) y municipio en proporcionalidad al número de las mismas que se estableció por el INECC en 2013. El cálculo se realizó a partir de la ecuación para muestras provenientes de poblaciones finitas (Stevenson, 1981):

$$n = N * z^2 * \rho(1 - \rho) / (e^2 * (N - 1) + z^2 * \rho(1 - \rho))$$

Donde:

$N = 10,001$ Ladrilleras (tamaño de la población).

$z = 1.645$ (Valor de z para una distribución normal estándar con 95% de confianza).

$e = 2.5\%$ (Error estándar admitido).

$p = 0.5$ (Proporción de la muestra de interés).

$n =$ Tamaño de la muestra.

El modelo de la encuesta aplicada (Anexo 1) se diseñó cubriendo los siguientes aspectos:

- a. Datos de identificación de la persona que aplica la encuesta.
- b. Datos de ubicación y perfil socioeconómico del productor.
- c. Características del horno y de los equipos auxiliares.
- d. Número de empleados y familiares participantes en la producción.
- e. Jornadas y periodos de trabajo.
- f. Productos elaborados, combustibles, materias primas y residuos generados.
- g. Problemas enfrentados en la producción.
- h. Productos alternos que compiten con el ladrillo artesanal.
- i. Cambios en el producto y la forma de producción.
- j. Barreras ante el cambio.
- k. Venta y comercialización.
- l. Permisos y autorizaciones.
- m. Capacitación y financiamiento recibido.
- n. Aspectos de seguridad, higiene y salud.

4.1.2 Toma de muestras de ladrillos artesanales y tierras

Se tomaron 90 muestras de tabiques provenientes de diferentes municipios de los ocho estados mencionados en la tabla 1, cada uno se rotuló, se midió (+/- 0.5 mm) y se pesó (+/- 12.5 g). Adicionalmente se colectaron y procesaron 47 muestras de tierras de distintos municipios de los ocho estados con base en los métodos descritos en el manual denominado M-MMP-1-02/03: "Métodos de muestreo y prueba de materiales" de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 2016). La clasificación textural se hizo con base en el tamaño de las partículas de arena, limo y arcillas (granulometría), de acuerdo con el sistema que aplica el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2016).

4.1.3 Aplicación de entrevistas a profundidad a productores industriales

Para la obtención de datos de productos industriales alternos se realizaron entrevistas a profundidad con preguntas cerradas y abiertas a personal de una muestra representativa (95% de confianza), calculada con base en la identificación de productores de bloques de concreto, tabicones de concreto y tabiques de arcilla extruidos detectadas en los directorios publicados en 2014 por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en su Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) (INEGI, 2015)³

Para el caso de las empresas fabricantes de bloques y tabicones de concreto, se estimó con la ecuación para poblaciones finitas y 95% de confianza, un tamaño de muestra de 101 unidades económicas de todos los estados del país utilizando los siguientes parámetros:

Donde:

$N = 369$ Unidades económicas (tamaño de la población).

$z = 1.645$ (Valor de z para una distribución normal estándar con 95% de confianza).

$e = 0.07$ (Error estándar admitido).

$p = 0.5$ (Proporción de la población de interés).

$n =$ Tamaño de la muestra.

Para el caso de tabiques de arcilla fabricados industrialmente por extrusión, se encontraron sólo seis empresas en el directorio DENUE (Tabla 2):

Tabla 2. Unidades productivas que fabrican tabique extruido

Razón social	Personal ocupado (personas)	Estado	Municipio
BINSA Internacional S.A. de C.V.	101 a 250	Coahuila de Zaragoza	Piedras Negras
Laminados de Barro S.A. de C.V.	101 a 250	Coahuila de Zaragoza	Piedras Negras
Ladrillera Mecanizada S.A. de C.V.	51 a 100	Nuevo León	San Pedro Garza García
Ladrillera Santa Clara S.A. de C.V.	101 a 250	Nuevo León	Pesquería
Tabiques y Ladrillos Modernos S.A. de C.V.	51 a 100	Puebla	Puebla
Novaceramic S.A. de C.V.	101 a 250	Tlaxcala	Tetla de Solidaridad

Fuente: INEGI, 2015.

³ Se utilizaron las clasificaciones 327330 correspondiente a fabricación de cemento y productos de concreto y sus similares, 327391 (presforzados de concreto), 327399 (otros productos de concreto), 327420 (productos de yeso), 327991 (productos de piedra de cantera) y 327999 correspondientes a la fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos y la clasificación 327121 correspondiente a la fabricación de ladrillos no refractarios a base de arcillas para la construcción.

El objetivo principal de la entrevista aplicada fue caracterizar la producción de elementos estructurales como bloques, tabicones de concreto y tabiques de arcilla no refractarios (sólo productos estructurales). Los aspectos abarcados en las entrevistas a profundidad (Anexo 2) se resumen a continuación:

- A) Información general: se recabó información del entrevistado y de la planta de producción, previa consulta al entrevistado.
 - a. Nombre de la empresa.
 - b. Pertenencia a gremios o asociaciones.
 - c. Ubicación (ciudad, domicilio de la planta, teléfono, correo, pagina web, tipo de predio, coordenadas geográficas o área geoestadística básica (AGEB) en la que se encuentra).
 - d. Antigüedad del negocio.
 - e. Tamaño de la empresa (número de trabajadores; obreros, administrativos, fijos y eventuales, número de empleadas y empleados).
- B) Aspectos de la producción a caracterizar:
 - a. Producción mensual (volumen y tipo de producto).
 - b. Capacidad instalada vs capacidad utilizada.
 - c. Aspectos tecnológicos y de mecanización (hornos, maquinaria, combustibles).
 - d. Materias primas, insumos y costos de producción.
 - e. Descripción del proceso y sus características (manual, mecánico o mixto).
 - f. Disposición final de mermas y residuos.
 - g. Requisitos de calidad.
 - h. Características físicas y dimensiones de sus tres productos principales.
 - i. Planes y motivaciones para cambiar, incorporar o innovar productos y procesos.
 - j. Perspectivas de crecimiento.
- C) Aspectos de mercado
 - a. Capacidad instalada vs capacidad utilizada.
 - b. Mercado al que se dirigen: exportación, nacional, regional, local.
 - c. Existencia de barreras de acceso al mercado
 - d. ¿A quién le vende?: desarrollador de vivienda, edificaciones de gobierno, autoconstrucción, intermediarios, etc.
 - e. Productos contra los que compite (tabique y bloque de concreto, tabique extruido de arcilla, ladrillo artesanal de arcilla, otros).
 - f. Tendencias del mercado: nuevos materiales y/o productos potencialmente competidores.

4.1.4 Consulta en grupos focales (oferta)

Como complemento a la aplicación de encuestas y entrevistas a profundidad, se realizaron el 8 de septiembre en León, Guanajuato y el 22 de octubre en Cholula, Puebla, dos grupos focales para grupos homogéneos (productores artesanales) con el objetivo de verificar el diseño de la encuesta y el 30 de octubre en Valle de Guadalupe, Jalisco un grupo focal a un grupo heterogéneo conformado por ladrilleros, autoridades y profesionista de la construcción, con el objetivo de conocer su visión acerca de la producción artesanal de ladrillo. Los aspectos analizados en los grupos de enfoque (Anexo 3) fueron:

- a. Incidencia de las regulaciones ambientales y de producto sobre el mercado de ladrillos.
- b. Aspectos de la actividad profesional/industrial que inciden en el mercado de ladrillos.
- c. Tendencias en el uso de materiales de construcción.
- d. Tendencias en innovación tecnológica.
- e. Aspectos que determinan las decisiones de compra y utilización de ladrillos y/o materiales alternos.
- f. Influencia de los aspectos ambientales de la actividad artesanal en la decisión de compra.

4.2 Análisis de la demanda

Para el análisis de la demanda se utilizaron encuestas a consumidores, grupos de enfoque en seis municipios en diferentes estados y un análisis visual de materiales preferidos en la autoconstrucción dentro de los polígonos denominados zonas de atención prioritaria (ZAP) determinadas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política Pública de Desarrollo Social (CONEVAL, 2016). El trabajo se documentó mediante registros fotográficos, registros de audio y listas de asistencia para los grupos focales.

4.2.1 Aplicación de entrevistas a profundidad a los actores de la demanda

Se aplicaron 118 entrevistas a profundidad con preguntas abiertas y cerradas a profesionales de la construcción y empresas constructoras ubicadas en todo el país. El tamaño de la muestra se calculó con la ecuación para poblaciones finitas, a partir de un universo de 2,024 consumidores de materiales detectado en el DENUE (INEGI, 2015). Los parámetros para el cálculo de la muestra son:

$N = 2,024$ Consumidores (tamaño de la población)

$z = 1.645$ (Valor de z para una distribución normal estándar con 95% de confianza)

$e = 0.074$ (Error estándar admitido)

$p = 0.5$ (Proporción de la población de interés)

$n =$ Tamaño de la muestra

El número de entrevistas correspondiente a cada estado se determinó con la información del valor de la producción ajustado hasta el mes de diciembre del año 2015, según los datos del Banco de Información Económica (BIE) (INEGI, 2016a). Los aspectos abordados en la entrevista a profundidad aplicadas a actores de la demanda (Anexo 4) fueron:

- a. Datos del entrevistado.
- b. Características de la empresa (nombre, ubicación, giro principal, antigüedad, número de empleados).
- c. Productos estructurales más utilizados en sus obras (ladrillo, tabique, bloque o tabicón).

- d. Cantidad y precio del producto más utilizado
- e. Precio máximo a pagar en condiciones de escasez.
- f. Opinión acerca del futuro del ladrillo artesanal y tendencias en el mercado.
- g. Problemas enfrentados en la realización de las obras.

4.2.2 Talleres de consulta con expertos de la oferta y demanda de materiales de construcción

En los meses de abril y mayo se realizaron seis talleres regionales (Tabla 3) de análisis de la demanda de tabiques, tabicones y bloques en la construcción, con la participación de autoridades ambientales, productores artesanales, productores industriales, constructoras, arquitectos e ingenieros civiles (Anexo 5).

Tabla 3. Talleres de análisis de la demanda realizados con grupos de enfoque.

Lugar	Sede	Fecha	Número de participantes
León, Guanajuato	CMIC Delegación Guanajuato	27 de abril de 2016	18
Guadalajara, Jalisco	Edificio MIND Guadalajara Jalisco	18 de mayo de 2016	31
Cuernavaca, Morelos	CMIC Delegación Morelos	24 de mayo de 2016	9
Toluca, Estado de México	CMIC Delegación Edo. de México	25 de mayo de 2016	17
Pachuca, Hidalgo	CMIC Delegación Hidalgo	26 de mayo de 2016	15
Puebla, Puebla	CMIC Delegación Puebla	31 de mayo de 2016	16

Fuente: INECC.

La mecánica de trabajo se basó en diez preguntas detonadoras de la participación:

1. ¿Utilizan el ladrillo artesanal en su actividad constructora?
2. ¿Qué cualidades busca usted en el ladrillo artesanal?
3. ¿Qué problemas de abastecimiento ha encontrado para la adquisición de ladrillo artesanal?
4. ¿Cuál es el precio mínimo y máximo que ha pagado en los últimos cinco años por el ladrillo artesanal?
¿Cómo ha variado el precio del ladrillo en el tiempo?
5. Si el ladrillo artesanal cumple tus requerimientos, ¿cuánto está dispuesto a pagar por ellos?
6. En caso de que se mantuviera o disminuyera el precio del producto, ¿aumentaría el consumo?
7. ¿Y si aumenta por escasez? ¿pagaría más? ¿cuánto?
8. ¿Qué papel juega el intermediario? ¿cómo adquiere el ladrillo artesanal?, ¿porque no lo adquiere directamente con el productor?
9. ¿Qué consecuencias ambientales y de salud tiene la producción de ladrillo artesanal?

10. ¿Cuál es el futuro del ladrillo artesanal contra otras opciones? ¿cuál es la tendencia en el uso de materiales de construcción?

4.2.3 Evaluación de la preferencia de materiales en la autoconstrucción

El análisis cualitativo de la preferencia de ladrillo artesanal en la autoconstrucción se enfocó en las zonas de atención prioritaria (ZAP), a través de un método de reconocimiento visual (Anexo 6) del uso de ladrillo versus productos de concreto (bloque y tabicón), a partir de 108 imágenes urbanas obtenidas de las ZAP de 72 ciudades de los 32 estados de la República Mexicana. En la tabla 4 se muestra la escala utilizada.

Tabla 4. Escala de valoración de imágenes urbanas

Nivel	%	Descripción
Totalidad	100%	Predomina la construcción de viviendas con ladrillo
Alto	80%	Es mayor el número de viviendas construidas con ladrillo con respecto a las que usaron bloque y tabicón.
Medio	60%	Es ligeramente mayor el número de viviendas construidas con ladrillo con respecto a las que usaron bloque y tabicón.
Bajo	40%	Es menor el número de viviendas construidas con ladrillo con respecto a las que usaron bloque y tabicón.
Muy Bajo	20%	La mayoría de las viviendas es construida con bloque y tabicón.
Nulo	0%	No existen viviendas construidas con ladrillo

Fuente: INECC.

4.3 Análisis económico de la actividad artesanal de producción de ladrillo

El análisis económico comprendió la aplicación del modelo Cobb-Douglas (Cortázar Martínez & Montaña Raygoza, 2011) a los factores de producción, la aproximación a los factores que controlan la oferta y la demanda mediante modelos Logit y el análisis de elasticidades precio-oferta, precio-demanda y cruzada de la demanda. El presente estudio se hizo a partir de las bases de datos obtenidos en las encuestas a productores artesanales, a ofertantes industriales de productos alternos y a consumidores de productos de la construcción (Anexo 7).

Se realizó la segmentación y codificación de la información para cada subconjunto de preguntas de las encuestas y entrevistas a profundidad, mediante números para variables discretas (cualitativas y categóricas); en el caso de variables continuas se mantuvo el valor original de las mismas. El análisis de los datos se realizó mediante técnicas de agrupamiento para las variables discretas y modelos estadísticos de integración y validación de datos para las variables continuas (Anexo 7).

4.3.1 Análisis de los factores de producción artesanal de ladrillo

El estudio de la función de producción artesanal de ladrillo se realizó mediante la aplicación del modelo Cobb Douglas cuya ecuación es:

$$Q = AT^\alpha K^\beta$$

Donde:

Q = Valor de la producción mensual de ladrillo artesanal del productor i , expresada en pesos /mes

T = Fuerza laboral utilizada por el productor i , estimada como el valor monetario de la producción en el que interviene el empleado o familiar i . Su valor se expresa en pesos/mes.

K = Capital utilizado por el productor i , estimado mediante la resta de la participación marginal de la fuerza laboral del productor i al valor total de producción mensual de i productor. Los factores de capital que describen la aproximación a posteriori son definidos por: horno, turbinas, ventiladores, mezcladoras y techado, y medio de transporte para el suministro de insumos. Variable expresada en pesos/mes.

α = Define la participación de la fuerza laboral en la producción, como también la proporción de respuesta ante un incremento o decremento marginal en la fuerza laboral, parámetro expresado por la participación mensual del factor de fuerza laboral.

β = Define la participación del capital en la producción, como también la proporción de respuesta ante un incremento o decremento marginal en el capital, parámetro expresado por la participación mensual de los factores de capital.

A = Factor total de la productividad, se obtendrá como un residuo de las variables anteriores.

Una vez obtenidos los valores fuerza laboral y capital, se realizó la aproximación de los valores de la elasticidad del "output"-trabajo, elasticidad "output"-capital y factor total de la productividad aplicando regresiones a la transformación logarítmica de las variables de fuerza laboral y capital en función de los ingresos percibidos por la unidad productora, para determinar los valores de los coeficientes α , β y A .

4.3.2 Modelos Logit de oferta y demanda

Se aplicó el modelo Logit (Moscote Flórez & Arley Rincón, 2012) tanto a la oferta como a la demanda de ladrillo artesanal mediante la ecuación:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{(-\alpha - \beta_1 X_1 - \beta_2 X_2 - \beta_3 X_3 - \beta_4 X_4 \dots - \beta_K X_K)}}$$

Donde:

$P(Y=1)$ = Valor de probabilidad de la variable dependiente

α = Parámetro constante

β_1 = Parámetro de variable X_1

β_2 = Parámetro de variable X_2

β_3 = Parámetro de variable X_3

β_4 = Parámetro de variable X_4

A partir de la ecuación mostrada, se realizó la identificación y categorización de variables discretas conformadas por cuantitativas, categóricas y cualitativas que conformaron ambos modelos; en la tabla 5 se muestra la estratificación realizada:

Tabla 5. Estratificación de modelos Logit

Características de modelos Logit				
Variables	Oferta		Demanda	
	Definición	Categorización	Definición	Categorización
P (Y-1)	Probabilidad de producción de la unidad ladrillera de veinte mil ladrillos o más	Con valor de 0 refiere a la producción menor a 20 mil ladrillos y 1 a la producción igual o mayor a 20 mil ladrillos.	Probabilidad de consumo de ladrillo artesanal	Con valor de 0 refiere las personas que no consumen ladrillo artesanal y con 1 las que si lo adquieren.
X_1	Fuerza laboral	Con valores discretos partiendo de 1 a k número de trabajadores conformados por empleados y familiares.	Tradición	Con valor de 0 a los consumidores que opinan que el ladrillo se mantendrá en el mercado por otra razón diferente a la tradición y con valor de 1 a los consumidores que opinan que el ladrillo artesanal se mantendrá por la tradición que existe en el país.
X_2	Tecnología en equipo de combustión	Con valores de 0 a los productores que realizan la actividad de quemado de forma manual y con valor de 1 a aquellos que realizan el proceso manual aunado a la implementación de una o más tecnologías identificadas como: dosificador de combustible, quemador, ventilador, pala u otro.	Consumo de bloque	Con valor de 0 si el consumidor no incluye la adquisición del bloque en su cesta y con valor de 1 si el consumidor incluye el bien.
X_3	Ubicación del horno en domicilio	Con valor de 0 a los productores que no tienen el horno próximo a su domicilio y con 1 a los productores que tienen el horno en su domicilio.	Calidad	Con valor de 0 y con valor de 1 para aquellos que toman en cuenta la calidad.

X ₄	Herramienta utilizada en la mezcla de arcillas y conformación de ladrillo artesanal crudo	Con valor de 0 a los productores que no cuentan con alguna de las siguientes herramientas: meneador, carretilla, guantes, adobera, azadón, cubeta y pala; por lo contrario se clasifica con valor de 1 a los productores que cuentan con todas las herramientas mencionadas.	Eficiencia	Con valor de 0 a los consumidores que no consideran la eficiencia como una característica necesaria en el bien utilizado y con valor de 1 para aquellos consumidores que desean que las características físicas del producto tiendan a realizar la construcción de manera más rápida.
----------------	---	--	------------	---

Fuente: INECC.

La aplicación de las variables detalladas en la tabla 5, permitieron conocer la probabilidad que la unidad productora se pueda mantener en el mercado dado el conjunto de factores de producción (oferta) y la probabilidad de consumo del ladrillo dadas las cualidades requeridas por el constructor (demanda).

4.3.3 Análisis de elasticidades del mercado en torno al ladrillo artesanal

El estudio de las variables económicas en términos de cantidades y precios de bienes distintos, tienen el sustento de la teoría económica mediante el análisis de la elasticidad, misma que determina la capacidad de respuesta de una variable con respecto a la otra; en el presente estudio se aplicó el análisis de las elasticidades precio-oferta, precio-demanda y cruzada de la demanda.

El estudio de la elasticidad precio-oferta del ladrillo artesanal (EPO), se realizó mediante el análisis de la variación observada en la cantidad y el precio del bien ofertado en la temporada de lluvias (junio a agosto) respecto a la de secas (septiembre a mayo), la aproximación económica se realizó mediante la ecuación:

$$EPO = \alpha * \frac{q_i}{p_i}$$

Donde:

EPO = Elasticidad precio-oferta de ladrillo artesanal

α = Coeficiente de regresión de q_i y p_i .

q_i = Cantidad ofertada por el productor i -ésimo dada la temporada.

p_i = Precio del bien ofertado por el productor i -ésimo dada la temporada.

El cálculo realizado para la obtención del valor de la elasticidad precio de la demanda (EPD), se basó en los datos de precio y cantidad demandada obtenidos en las entrevistas a profundidad a expertos y fue descrita por la ecuación:

$$EPD = \frac{\Delta\%q_i}{\Delta\%p_i}$$

Donde:

EPD = Elasticidad precio-demanda de ladrillo artesanal

$\Delta\%q_i$ = Variación porcentual de la cantidad demandada por el i-ésimo consumidor.

$\Delta\%p_i$ = Variación porcentual del precio pagado por el i-ésimo consumidor.

El análisis de sustituibilidad y complementariedad entre productos se realizó mediante la aplicación del análisis de la elasticidad cruzada de la demanda; para ello se utilizaron datos de cantidades demandadas de ladrillo y precio de bloques mismos que fueron obtenidos en las entrevistas a profundidad aplicadas a actores de la demanda segmentados en las cuatro regiones del país ya mencionadas: norte⁴, centro-norte⁵, centro⁶ y sur⁷ (Banco de México, 2016).

La elasticidad cruzada de la demanda es definida por:

$$ECD = \frac{\Delta QX_i}{\Delta QY_i}$$

Donde:

ΔQX_i = Variación en la cantidad demandada de ladrillo artesanal en la i-ésima zona.

ΔQY_i = Variación en el precio del bloque 12-20-40 en la i-ésima zona.

4.4 Diseño de políticas públicas

Se realizó en la ciudad de México una reunión nacional de estrategias de modernización de la producción de ladrillo artesanal para la reducción de contaminantes climáticos de vida corta (Anexo 8), con un grupo amplio conformado por productores, autoridades municipales, estatales y federales, constructores, académicos, arquitectos e ingenieros independientes. El objetivo fue conocer las visiones de los participantes respecto a la estrategia de atención al sector en las esferas ambiental, económica y social, mediante la identificación y ponderación de los aspectos relevantes que en cada esfera se deben considerar en la construcción de políticas públicas enfocadas a atender el problema de la contaminación producida por las ladrilleras artesanales y su efecto en la salud.

Con base en el diagnóstico de la problemática asociada a la fabricación de ladrillos artesanales, se revisaron los planes y programas de la administración pública federal, la normatividad ambiental aplicable y los instrumentos de

⁴ Región norte: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

⁵ Región centro norte: Aguascalientes, Baja California Sur, Colima, Durango, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas.

⁶ Región centro: Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos, México y Ciudad de México.

⁷ Región sur: Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

mercado disponibles, con el objetivo de identificar los aspectos de la problemática no abordados en las políticas públicas implícitas o explícitas en planes y programas.

4.5 Configuración de un proyecto Piloto

Se seleccionaron los cuatro municipios con mayor potencial para desarrollar un proyecto piloto de modernización de la producción artesanal de ladrillo con base en una matriz de 17 factores agrupados en 6 entornos descritos en la Tabla 6. La ponderación tanto de los entornos así como la de los 17 factores se realizó en consenso con el personal del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y se incluye en el anexo 9.

Tabla 6. Entornos definidos para el análisis municipal comparativo

Entorno	Definición	Ponderación
Socio-demográfico	Agrupación de factores relacionados la cantidad de personas que en cada municipio pudieran ser afectadas por las emisiones de la actividad ladrillera en función de la ubicación de las mismas respecto a los asentamientos humanos. Incluye también dos aspectos adicionales: la oportunidad de acción municipal en función del año en que se encuentra la administración municipal en 2016 y la percepción social de la actividad de producción de ladrillo artesanal. En general se considera que a mayor población impactada por las emisiones de la producción de ladrillo, mayor relevancia de un proyecto piloto.	25%
Económico Oferta/Demanda	Conjunto de factores relacionados con la oferta y demanda del producto artesanal. En este entorno se otorga más valor para un proyecto piloto a los municipios cuya producción artesanal es "exportada" hacia otros municipios o incluso otras entidades federativas. El nivel de utilización de ladrillo artesanal en zonas de atención prioritaria se utiliza como indicador de la demanda del producto. Se incluyen tanto la participación directa en la comercialización como el interés de los grupos de constructores, como elementos importantes para tomar la decisión de ubicación de un proyecto piloto.	15%
Geográfico	Incluye factores que permiten juzgar la relevancia de cada municipio para un proyecto piloto a partir de la ubicación geográfica de las ladrilleras respecto a los asentamientos humanos, su localización en concentraciones de productores o dispersas y su ubicación "viento abajo" o "viento arriba" respecto a la población.	20%
Productivo	Abarca factores que permitan juzgar la importancia de la actividad productora en cada municipio, partiendo de la premisa de que un proyecto piloto debe ser ejecutado en donde tenga la mejor oportunidad de provocar el efecto de "ver para creer". En este sentido, los factores miden la magnitud de la actividad productora y se incluye adicionalmente una valoración de los combustibles utilizados.	20%
Tecnológico	El factor utilizado para este entorno, valora la experiencia pasada de los productores artesanales en cuanto a utilizar equipos auxiliares o nuevos tipos de hornos. Se da un peso más alto a aquellos municipios en los que han ocurrido los cambios señalados.	10%
Organizacional	En este entorno el factor utilizado se relaciona con la existencia de asociaciones formales de productores bajo la consideración de que para un proyecto piloto es altamente probable que se requiera organización de los productores.	10%

SUMA	100%
-------------	-------------

Fuente: INECC.

Se realizaron cuatro talleres regionales de análisis de estrategias y componentes para la modernización de la producción artesanal de ladrillo municipal (Anexo 9), en los municipios seleccionados, con el objetivo de identificar propuestas de estrategias y componentes de un proyecto de modernización de la producción artesanal de ladrillo atendiendo a sus particularidades y necesidades específicas. Los participantes fueron autoridades municipales, estatales y federales de las áreas ambiental, económica y social, así como productores artesanales y consumidores en el área de la construcción. Los resultados se analizaron mediante mapas de interrelación de los componentes identificados.

5. Resultados

5.1 Caracterización de la oferta de ladrillo artesanal en la Megalópolis, Jalisco y Guanajuato

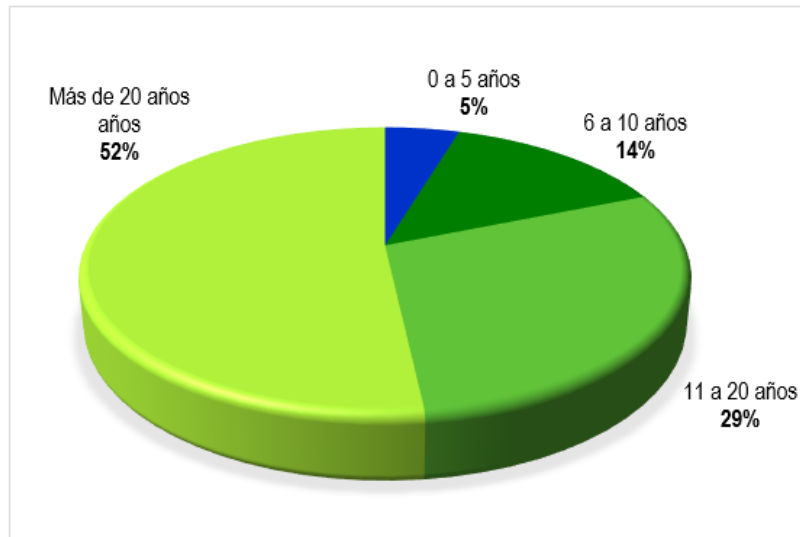
En este apartado se presentan los resultados de la caracterización de la producción artesanal de ladrillo en el siguiente orden: perfil de los productores, características de la producción y problemática de la producción.

5.1.1 Perfil de los productores

Para 2015 el 92% de los productores artesanales de la Megalópolis, Jalisco y Guanajuato se dedican permanentemente y en forma exclusiva a la actividad, aunque durante periodos de dificultades económicas suelen incorporarse a la actividad personas sin experiencia. A partir del análisis realizado, se estima que el 52% de ellos tienen más de 20 años realizando la actividad, el 29% tienen entre 10 y 20 años y sólo el 19% tienen 10 años o menos produciendo ladrillos (Figura 2), lo cual apunta a una baja incorporación de nuevos productores permanentes. Por otra parte, sólo el 8% tienen una actividad complementaria que puede ser la agricultura, la construcción o actividades comerciales. Una fracción mínima de ellos (0.02%) migran estacionalmente⁸.

Figura 2. Porcentaje de productores artesanales de ladrillo por antigüedad en la actividad

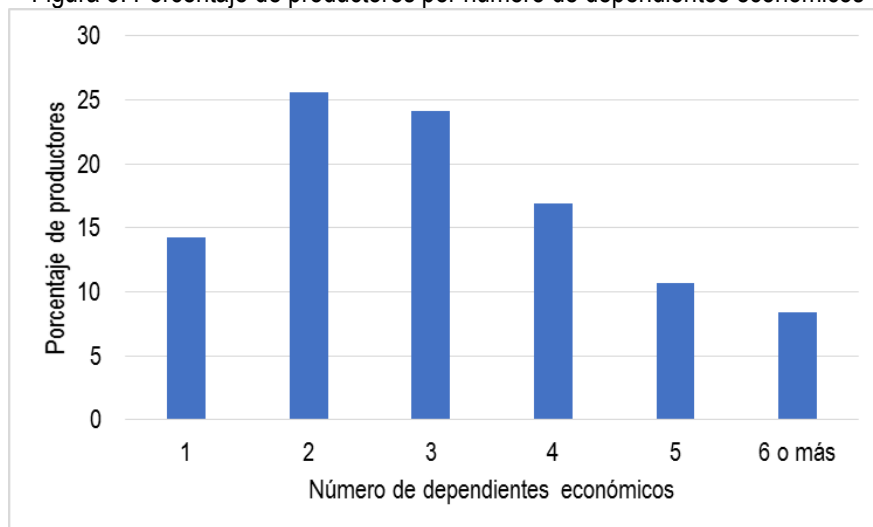
⁸ La migración estacional se genera principalmente a los Estados Unidos de América; dicha migración se considera estacional porque es temporal y asociada a la llegada de tiempo de secas cuando el trabajo de agricultura temporal escasea.



Fuente: INECC.

La actividad artesanal de ladrillo se realiza predominantemente como una actividad familiar (un empleado por cada dos familiares ocupados) y ejecutada por los hombres (una mujer por cada 6 o 7 hombres); entre las mujeres que participan, el 85% provienen del propio núcleo familiar. La participación de los familiares directos no es remunerada y en la cultura del productor ello se considera una obligación. Por número de dependientes económicos, los mayores porcentajes corresponden a los productores que tienen entre 2 y 3 con un valor de 50%, mientras que el porcentaje de los que tienen de 4 a 10 o más supera el 30% (Figura 3), lo cual concuerda con los datos del tamaño del hogar censal reportado para el país en 2010 (INEGI, 2016 b).

Figura 3. Porcentaje de productores por número de dependientes económicos

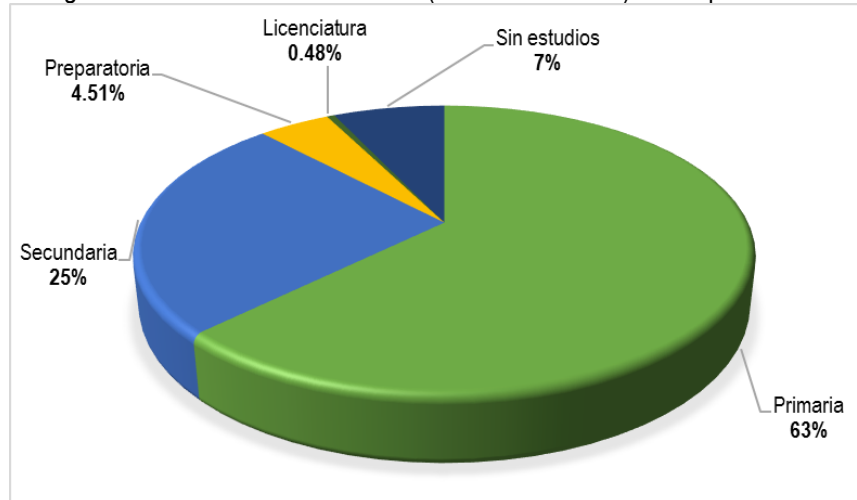


Fuente: INECC.

El rezago económico del sector, el carácter familiar de la actividad y la incorporación a edad temprana en la actividad son factores que no incentivan el acceso adecuado a los servicios educativos y ello se refleja en los indicadores de nivel educativo. Entre los productores el 7.6% no recibieron educación o sólo tuvieron educación preescolar, 4.5% de

las personas que participan en la producción de ladrillo no concluyeron la educación primaria, 28.0% si la concluyó, 25.3% tienen educación media básica (secundaria), 4.5% educación media superior (bachillerato) y tan sólo el 0.5% cuenta con educación superior (Figura 4).

Figura 4. Nivel máximo de estudios (concluido o trunco) de los productores

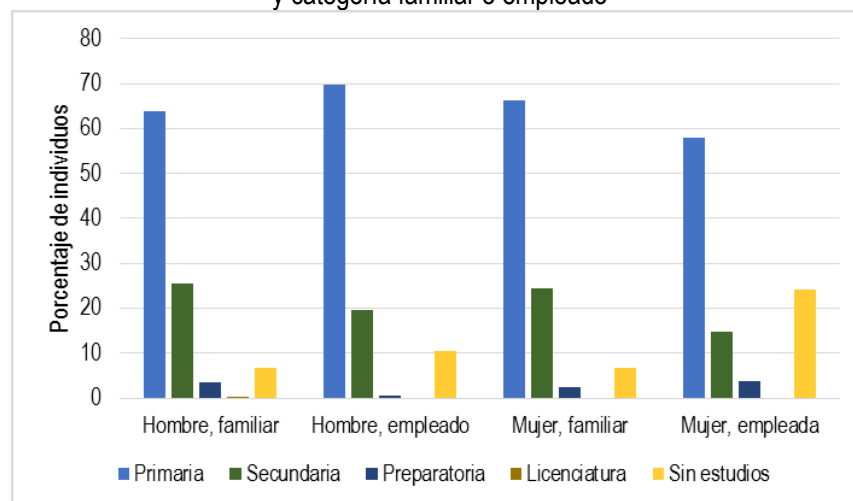


Fuente: INECC.

Al realizar el mismo análisis para la fuerza laboral es mayor el porcentaje representado por quienes no tienen educación o sólo la preescolar, aumenta ligeramente el de quienes tienen educación primaria y disminuyen los de las restantes categorías. El análisis por género indica que las mujeres tienen menor nivel educativo y un porcentaje más alto de ellas no cuenta con educación (Figura 5).

El bajo perfil educativo que tienen las personas dedicadas a la producción artesanal de ladrillo representa una barrera para una mejor inserción de las personas en un mercado laboral de mayor especialización, así como un reto para la ejecución de proyectos de modernización del sector.

Figura 5. Escolaridad máxima (conclusa o inconclusa) por género y categoría familiar o empleado

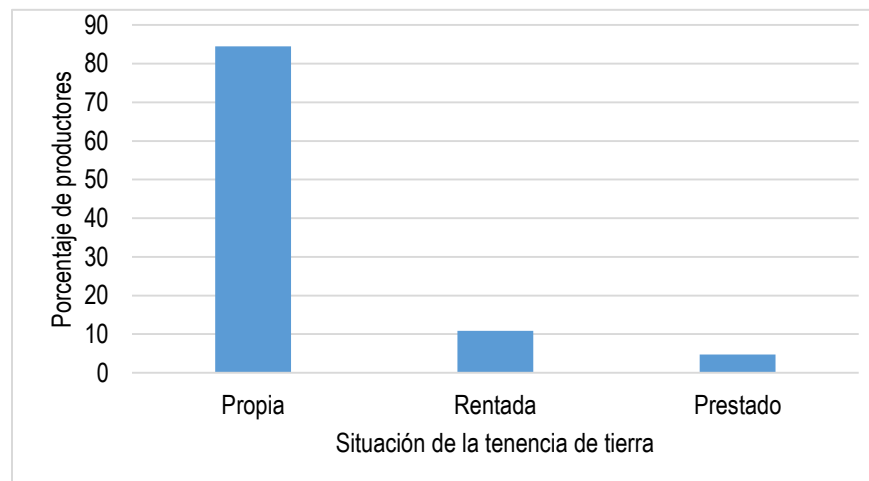


Fuente: INECC.

A las condiciones sociales descritas se asocian debilidades estructurales de los productores artesanales, de las cuales la más importante es la irregularidad en la tenencia de la tierra; el 18% de ellos rentan o tienen en calidad de préstamo el predio en que realizan su actividad (Figura 6), mientras que el 82% de los productores son propietarios del predio donde la realizan. Por otra parte el 48% tiene el horno en el mismo lugar donde habita, lo cual a su vez favorece la vinculación de la familia con la producción e incrementa la exposición a los contaminantes producidos en el proceso de producción.

Con base en los testimonios obtenidos en los talleres, se reunieron evidencias de que la propiedad o la renta del predio no generan un costo explícito, por lo que el productor no lo contabiliza en la función de costos de la unidad productora. Una consecuencia previsible de lo anterior es que favorece la percepción del productor a favor de beneficios económicos aparentes más altos que los reales.

Figura 6. Porcentaje de productores según la situación de la propiedad o posesión del predio donde realizan la actividad



Fuente: INECC.

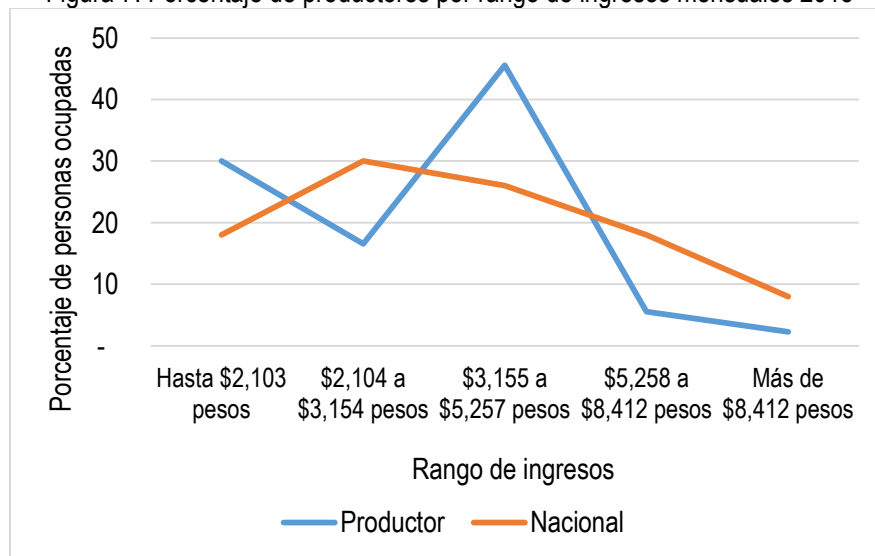
Otra debilidad estructural de la oferta es la informalidad de la producción de ladrillo, la cual provoca deficiencias en la información estadística oficial, dificulta una mejor comprensión del mercado al carecer de registros de las transacciones y les resta competitividad a los productores por su incapacidad para expedir facturas (sólo el 20% de ellos cuentan con Registro Federal de Contribuyentes).

La informalidad también afecta la capacidad de los productores artesanales para obtener financiamiento o apoyos con recursos públicos y prácticamente cancela la posibilidad de regularización de la actividad de acuerdo con los reglamentos locales aplicables (el 63% de los productores no cuentan con permiso municipal de uso del suelo).

La irregularidad en la propiedad de los predios utilizados y la informalidad misma de la actividad se asocian con los bajos ingresos obtenidos por los productores: el 92% percibe menos de \$6,240 pesos mensuales (equivalente a 4 o menos salarios mínimos) y el 30% percibe menos de \$1,500 pesos mensuales (equivalente a un salario mínimo).

Comparativamente, el porcentaje de productores artesanales que tienen ingresos de 4 o más salarios mínimos mensuales, es menor que el porcentaje observado a nivel nacional (Figura 7), emplea a más personas con bajos niveles salariales y menos con altos niveles salariales. En resumen, las personas que laboran en la producción artesanal de ladrillo se encuentran en una condición de ingresos por debajo del promedio nacional.

Figura 7. Porcentaje de productores por rango de ingresos mensuales 2015



Fuente: datos de los productores obtenidos por CIATEC y datos nacionales de INEGI (INEGI, 2016a).

El análisis de las variables anteriores para cada uno de los estados (Tabla 7), revela que en los estados de México, Jalisco y Guanajuato los productores tienen más dependientes económicos, que es mayor la proporción de productores con estudios de nivel secundaria en los estados de Hidalgo y Morelos (en tanto que el estado de Jalisco presenta la menor proporción). Los estados de Tlaxcala y México tienen la proporción más alta de productores que son propietarios del predio donde tienen el horno de producción; para el primero coincide un alto ingreso mensual, aunque es aún mayor en el caso de Guanajuato.

Las condiciones de pobreza de los productores artesanales de ladrillo requieren una evaluación cuidadosa como potenciales causas de deterioro del tejido social tales como la violencia intrafamiliar y las adicciones. Las fuentes de información para dicha evaluación no pueden provenir de los propios productores, pues el 95% de ellos no manifiestan reconocer tales situaciones, así que debería ser realizada a partir de un diagnóstico que determine los programas de atención y de monitoreo específicos.

Tabla 7. Diferencias del perfil del productor entre estados

Característica		Estados						
Identificador	Unidad de medida	Hidalgo	Tlaxcala	Puebla	Morelos	Estado de México	Jalisco	Guanajuato
Dependientes económicos	Número: $\bar{X} \pm S$	3.0 +/- 1,4	3.0 +/- 1.0	2.9 +/- 1.5	3.0 +/- 2.0	3.5 +/- 1.4	3.3 +/- 2.7	3.7 +/-2.3
Máximo nivel de escolaridad (por ciento de productores)	Primaria	48%	67%	65%	50%	67%	78%	68%
	Secundaria	42%	33%	29%	50%	29%	19%	28%
	Bachillerato	10%	0%	6%	0%	4%	2%	4%
Productores que son propietarios de los predios	% de propietarios	60%	100%	84%	0%	85%	48%	66%
Ingreso mensual	Pesos/mes: $\bar{X} \pm S$	2,974 +/- 1,800	3,900 +/- 2,310	2,601 +/- 1,710	2,917 +/- 1,440	2,319 +/- 1,995	2,650 +/- 2,385	4,282 +/- 2,415

Fuente: INECC.

5.1.2 Características del proceso de producción artesanal de ladrillo

La producción artesanal de ladrillo en México se realiza con tecnología rudimentaria en comparación con lo que ocurre en otros países latinoamericanos como Brasil y Colombia (Schilli, 2012). Los hornos utilizados en México son llamados "tradicionales" (Figura 8) y son del tipo fijo (75%) con paredes parciales que delimitan el espacio de acomodo del ladrillo crudo que se cocerá, o de campaña (22%) cuando la torre de ladrillos crudos da forma al horno y se desbarata cuando se descarga el ladrillo cocido. Otros tipos de hornos (menos del 0.5%) son el MK2 en los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Durango, Puebla, Chihuahua y Jalisco (SERPRO, 2012) y del tipo multicámara horizontal (Tabla 8).

Figura 8. Hornos de campaña (izquierda), fijos (centro) y MK2 (derecha)



Fuente: INECC.

Tabla 8. Cuadro comparativo de las características de los hornos más comunes

Característica	Tipo de horno			
	Tradicional tipo campaña	Tradicional tipo fijo	MK2 (dos hornos acoplados)	Multicámara horizontal
Desplante	Nivel del suelo	A nivel del suelo o de una excavación	En excavación	A nivel del suelo
Paredes fijas	No	Sí	Sí	Sí
Techado	No	Opcional	Sí	Sí
Forma de la planta	Cuadrada / rectangular	Cuadrada / rectangular	Circular	Rectangular
"Hogar" o "cocina":	Se arma con el ladrillo crudo	Se arma con ladrillo crudo o está pre-construido con ladrillo cocido	Se arma con ladrillo crudo o está pre-construido con ladrillo cocido	Pre-construida con ladrillo cocido
Capacidad en ladrillos próximos al tamaño 7x14x28 cm	5,000 a 20,000	5,000 a 60,000	5,000 a 10,000	Variable por cámara aunque puede ser de 10,000 (número de cámaras variable)
Combustibles	Biomasa, otros sólidos y líquidos	Biomasa, otros sólidos y líquidos	Biomasa, otros sólidos y líquidos	Biomasa, otros sólidos y líquidos
Comparación de emisión de carbono (orgánico, total y elemental)*:	Mayor	mayor	Menor**	Sin dato

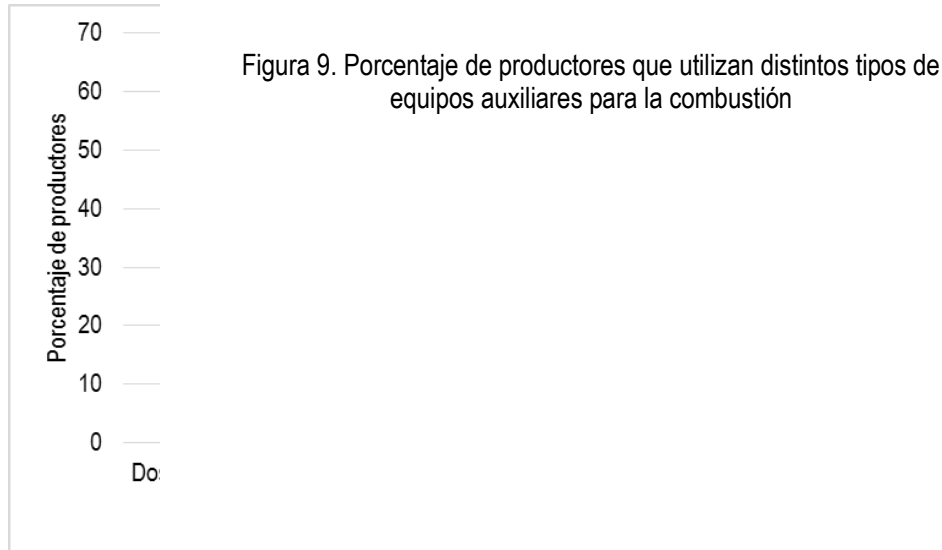
* Datos publicados por Luisa Molina (2014) en su estudio no explica si los hornos tradicionales son fijos o de campaña. Fuente del resto de los datos: CIATEC

** Coincide con datos publicados para CO y CO₂ por (Chávez, 2008)

En cuanto a equipos auxiliares para la operación de los hornos, más del 65% de los productores utilizan dosificadores, un 22% utilizan turbinas, 19% cuentan con quemadores y 8% ventiladores (Figura 9). Quienes realizan la actividad en forma manual usan herramientas básicas como azadones, cubetas, palas, carretillas, adoberas (moldes) y guantes; tan sólo el 32% de ellos cuentan con vehículo de carga propio que utilizan para transportar su producto.

El 10% de los productores han intentado otras formas de producir: 7% mediante el uso de batidoras para la preparación de la tierra o bien mediante la sustitución de combustible, 2% de los productores ha intentado producir piezas diferentes a las que acostumbra, tales como tejas, petatillo, o bien, cambiar las dimensiones del ladrillo y menos del 1.0% ha realizado cambios en los hornos. De ellos el 38% manifestaron haber enfrentado barreras por costo, falta de financiamiento o dificultades para usar la nueva forma.

Entre quienes intentaron cambios en su forma de producción, el 61% desistió de los mismos principalmente porque no funcionaron los cambios, o porque no les agradó el funcionamiento del cambio o bien por ser costoso, aunque el 4% manifiesta haber enfrentado barreras económicas.



Fuente: INECC.

El proceso de producción artesanal de ladrillo de arcilla cocida comprende las actividades de humidificación y moldeo, horneado de las piezas, enfriamiento y descarga del horno, así como alistado del producto para su comercialización. Cada una de estas actividades se subdivide en varias etapas, como se ilustra en la figura 10.

Figura 10. Proceso de producción de ladrillo artesanal



Fuente: INECC.

El remojado, mezclado y amasado de distintos tipos de tierras se realiza por métodos manuales y puede consistir en una mezcla con materiales orgánicos, principalmente estiércol en una proporción que el productor decide empíricamente en función de los distintos tipos de tierras y materiales adicionales. La masa así preparada se moldea

en marcos fabricados de madera, madera revestida de aluminio o de metal, y los ladrillos crudos producidos se apilan (enrejan) en un "muro" vertical de no más de metro y medio de altura, formando una celosía que permite la ventilación y acelera su secado.

Cuando el producto alcanza suficiente deshidratación, se llena el horno (cuando es horno de tipo fijo) o bien se construye la torre a quemar con el propio ladrillo crudo (cuando es horno de campaña) y se sella en su exterior; en ambos casos el siguiente paso es preparar la "cocina" o cámara inferior de combustión para proceder al cocimiento del ladrillo crudo (horneado). El proceso de cocimiento se controla mediante el suministro de combustibles en el orden y cantidad que la experiencia de cada productor le indica y puede durar desde menos de diez horas hasta más de dos días dependiendo de variables como el tipo de tierras, el tipo de combustible, la cantidad de piezas y el clima prevaleciente (los climas lluviosos demandan más tiempo de cocimiento).

Por último, una vez que el productor determina que su producto está suficientemente cocido, suspende la combustión e inicia el período de enfriamiento al punto tal que la temperatura del producto y la radiación del propio horno permita su descarga, y entrega a quien se hará cargo de la comercialización, sin generar almacenamiento de producto terminado.

La producción artesanal y familiar ocurre a bajas escalas productivas; el elemento principal de la producción es el horno de cocimiento de pequeña capacidad a la par de la organización de la producción, su capacidad de producción expresada en cantidad de piezas de ladrillos por quema, depende tanto de su diseño como de la tradición local y van desde 5,000 piezas/quema hasta 40,000 o más piezas/quema aunque el 60% de ellos tienen capacidades que van de las 5,000 a las 20,000 piezas (Figura 11).

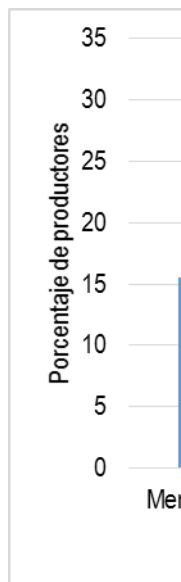


Figura 11. Distribución porcentual de productores por capacidad de producción (ladrillos/horno por quema)

Fuente: INECC.

A partir de esa capacidad "de diseño", cada productor determina cuántas quemas hace por mes sobre la base de la demanda de producto, pero también de su capacidad física y financiera de producción de ladrillo crudo. Algunos

factores limitantes de la producción son: el espacio disponible para los tendidos del ladrillo crudo, la capacidad de pago de jornales a los empleados, la disponibilidad de empleados y el tiempo requerido para el uso del horno en las operaciones de carga, quema, enfriamiento y descarga, que en su conjunto suma al menos una semana y media. Otro factor limitante de la producción es el cambio estacional de temporada de secas a temporada de lluvias, pues ésta limita el tendido de ladrillo crudo, cuya finalidad es precisamente deshidratarlos cuando se realiza al aire, alargando la duración del proceso y disminuyendo la frecuencia mensual de la operación. Aquellos productores que cuentan con un tejabán, pueden realizar el proceso con mayor independencia de las lluvias (Figura 12).

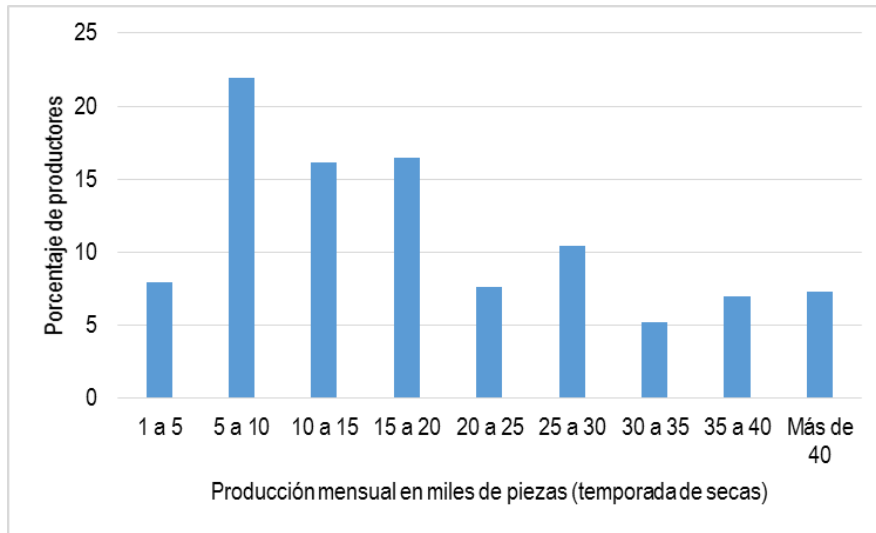
Figura 12. Patio de secado a resguardo de la lluvia mediante un tejabán



Fuente: INECC.

Bajo tales condiciones, aproximadamente 50% de la producción mensual en temporada de secas va desde 5,000 piezas/mes hasta 20,000 piezas/mes y, en contraste, menos del 15% producen más de 35,000 piezas/mes (Figura 13). Para tener una idea del nivel de producción que ello significa podemos mencionar que la capacidad productiva en plantas industriales de tabique extruido alcanza desde 50,000 hasta un millón de piezas por día, con lo cual quedan claramente ilustrados los bajos volúmenes de producción de una actividad artesanal y con mínima tecnología. Cabe destacar que para la construcción de vivienda individual las compras de ladrillo se miden precisamente por millares o a veces en unas pocas decenas de millares.

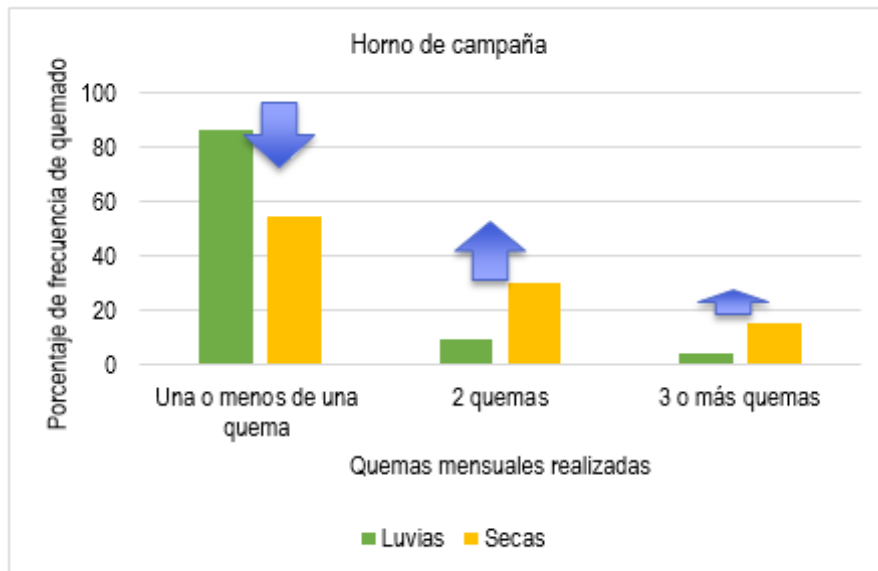
Figura 13. Porcentaje de productores de acuerdo a la producción mensual de ladrillos (secas).



Fuente: INECC.

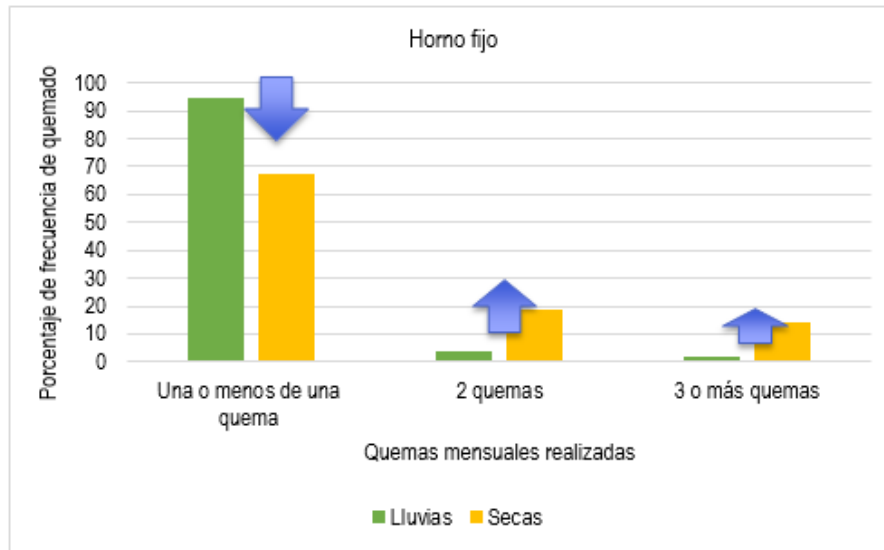
Las lluvias también afectan el cocimiento del ladrillo al provocar una disminución del número de quemas por mes, aunque como puede verse en las figuras 14 y 15, el impacto es ligeramente mayor en los hornos de campaña respecto a los hornos fijos, debido a que cuenta con muros fijos que permiten proteger por medio de sus paredes el proceso de combustión manteniendo la temperatura.

Figura 14. Cambios estacionales en la frecuencia de quemas en hornos de campaña



Fuente: INECC.

Figura 15. Cambios estacionales en la frecuencia de quemas en hornos fijos

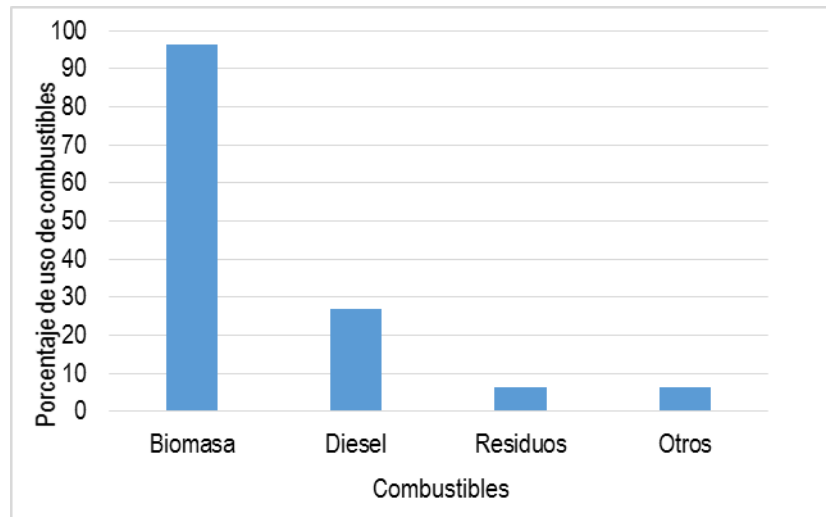


Fuente: INECC.

En materia de contaminación atmosférica, las emisiones generadas por las quemas en los hornos ocasionan un impacto sobre la calidad ambiental y riesgos a la salud, el cual se debe por una parte a la falta de tecnología de control de la combustión y control de emisiones, y por la otra, a los combustibles utilizados, generalmente los de libre acceso o los de menor costo en cada región, como resultado de la precaria situación económica del productor y la informalidad del proceso artesanal.

Aunque los combustibles utilizados en la producción de ladrillos son diversos, predomina el uso de biomasa, (leña, madera utilizada, residuos vegetales agrícolas, residuos animales pecuarios y residuos de podas) (Figura 16) entre otros tipos de combustibles.

Figura 16. Combustibles utilizados por los productores



Fuente: INECC.

La quema se lleva a cabo con diferentes combinaciones de combustibles, usualmente diferenciadas en una etapa inicial o de arranque de la misma (en la que se suele preferir combustibles líquidos) y otra etapa principal de mayor duración. Además del uso de biomasa como combustible, en algunas zonas persiste el uso de materiales peligrosos y altamente contaminantes como aceites gastados, textiles, llantas y plásticos: 33% de los productores en Tlaxcala, 15% en Guanajuato y Estado de México, 6% en Jalisco y 5% en Puebla.

En cuanto a la compra de leña, el 28% de los productores no verifica que se cuente con permiso de explotación, el 38% afirmó que el proveedor lo tiene y el 34% desconoce la legalidad de la procedencia. Aunque en el trabajo de campo no se obtuvo información de precios de los insumos, existe información que indica que el precio de la leña de procedencia ilegal es hasta 40% menor, comparado con el de la leña comercializada en el mercado formal (SERPRO, 2012). Los materiales usados como combustibles se adquieren principalmente mediante compra ya que, por ejemplo, la obtención de residuos por medio de recolección se presenta en menos del 2% de los productores.

El uso de gas como combustible es muy escaso y existen reportes que mencionan qué ocurre bajo iniciativas gubernamentales que no han prosperado, debido al incremento de su precio, tal como ocurrió en Ciudad Juárez, Chihuahua donde el gobierno local financió e introdujo equipos para el uso del gas LP, mismo que se descartó posteriormente por los productores (Romo-Aguilar, 2004).

La diversidad de tipos de productos artesanales (Tabla 9) es limitada y la gran mayoría de los productores elabora únicamente ladrillos, aunque existen productos alternos como se muestra en las figuras 17 y 18. Sin embargo, el ladrillo sigue siendo el producto principal, tal como se reporta para la localidad de El Refugio situada en León, Guanajuato, donde el 97% de los productores elabora exclusivamente ladrillo, mientras que 2% produce ladrillo y zotehuela, y 1% restante, se dedica al ladrillo y cuña (SERPRO, 2012).

Tabla 9 Tipos de productos artesanales

		Guanajuato	Jalisco	Morelos	Tlaxcala	Estado de México	Hidalgo	Puebla
Tabique (7x14x28 cm)		●	●	●	●	●	●	●
Adobón o listón (8x14x38 cm)			●					
Cuña (4.5x 9x22 cm)		●	●	●	●			●
Zotehuela (2 x10x20 cm)		●	●					
Petatillo (2x12x24 cm)			●		●			
Loseta (2x30x30 cm)		●		●	●	●	●	●
Teja			●			●	●	●
Pecho de paloma (cornisas)		●						●
Cintilla								●

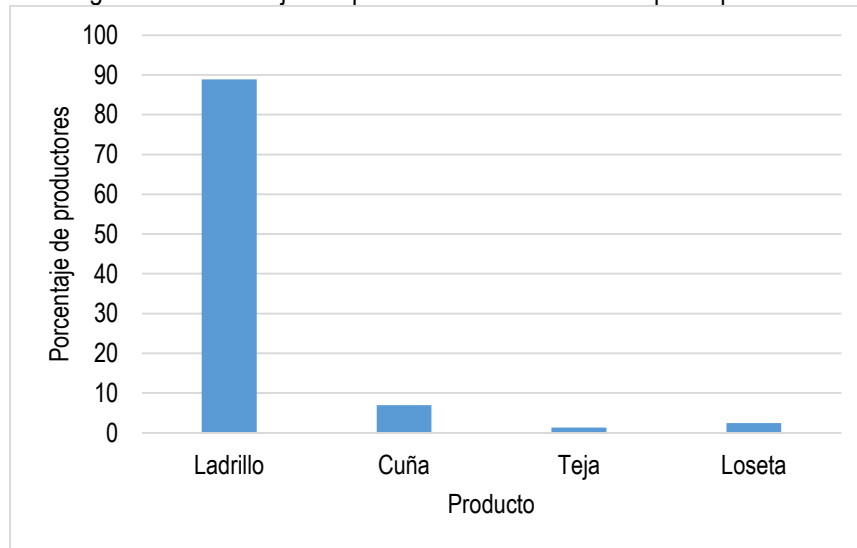
Fuente: INECC.

Figura 17. Ejemplos de productos artesanales complementarios al ladrillo: loseta de Tlaxcala a la izquierda, al centro ladrillos ornamentados de Metepec (Estado de México) y a la derecha petatillo y tejas de El Arenal (Jalisco)



Fuente: INECC.

Figura 18. Porcentajes de productores en función del tipo de producto



Fuente: INECC.

A diferencia de los productos industriales, los ladrillos artesanales se producen sin estandarización del tamaño a pesar de la tendencia a acercarse al tamaño 7x14x28 cm. Las dimensiones varían de un productor a otro, aún en el mismo estado (Figura 19).

Figura 19. Muestras de la diversidad de tamaños de ladrillos



Fuente: INECC.

La tabla 10 muestra los resultados de la medición de 90 piezas colectadas en el período de septiembre a diciembre de 2015. Las muestras provenientes de Jalisco mostraron la mayor variabilidad y, en el otro extremo, las de Puebla son las menos variables; en cuanto a dimensiones, las que corresponden a Guanajuato tienen mayor volumen promedio seguidas por las de Jalisco, una muestra de Tlaxcala y una de Morelos. Las muestras de Puebla y Estado de México son las de menor volumen promedio. Un patrón similar siguen los pesos promedio de las piezas, con la notable excepción de las muestras de Hidalgo, las cuales son muy pesadas en relación a su tamaño

comparativamente menor. De los datos de la tabla 8 se observa que en general no hay una relación directa entre el precio y el volumen y peso de los ladrillos, pero se confirma que los ladrillos del Estado de México y de Puebla son los más pequeños y los de menor precio.

Tabla 10. Dimensiones de los ladrillos a partir de la muestra conservada en CIATEC

Estado	Número de datos	Media de las dimensiones						Varianza del área (cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Volumen (cm ³)	Peso (kg)	Precio unitario (pesos)	
Guanajuato	17	25.9	12.8	6.8	2,254	3.2	\$ 1.55	498.1
Hidalgo	5	26.4	13.2	5.3	1,846	3.2	\$ 1.59	931.5
Tlaxcala	1	25.5	13.5	6	2,066	3.1	\$ 2.00	NA
Jalisco	10	29	12.7	5.8	2,136	3	\$ 1.27	4,516.5
Morelos	1	27	13.5	5.2	1,895	2.8	\$ 1.63	NA
Puebla	49	22.9	11.8	5.3	1,432	2.3	\$ 0.94	180.7
Estado de México	7	24	12	4.7	1,354	2	\$ 1.20	1328.7

Total: 90

NA = No Aplica

Fuente: INECC.

El porcentaje de mermas por defectos críticos mayores considerados como tales los ladrillos rotos (78% de los productores), fundidos (64% de los productores) o crudos (49% de los productores), se muestra en la tabla 11 donde se aprecia que va desde el 4% de las piezas horneadas por mes en Morelos, hasta el 10% en Tlaxcala, Puebla o en Hidalgo. Evaluando contra la norma NMX-Z-12-2-1987 (SECOFI, 1987) la aceptabilidad de la cantidad de merma por defectos críticos (ladrillos fundidos, quebrados o crudos), los productores del estado de Morelos tienen niveles de merma aceptables, entre 12 y 14% de los productores de Estado de México, Guanajuato y Jalisco tienen mermas no aceptables, del 19 al 20% de los productores de Puebla e Hidalgo tienen mermas y los productores de Tlaxcala tienen los más altos porcentajes de merma no aceptable (33%).

Tabla 11. Aceptabilidad del porcentaje de mermas por estado

Estado	Producción media de piezas por horneada	Porcentaje de merma por horneada	Porcentaje aceptable por defecto crítico NMX-Z-12-2-1987	Porcentaje de productores con nivel de merma no aceptable
Morelos	26,250	4%	7%	Ninguno
Estado de México	12,040	6%	11%	12%
Guanajuato	12,810	6%	11%	13%
Jalisco	12,595	7%	11%	14%
Puebla	20,327	10%	11%	19%
Hidalgo	7,398	10%	11%	20%
Tlaxcala	10,667	10%	11%	33%

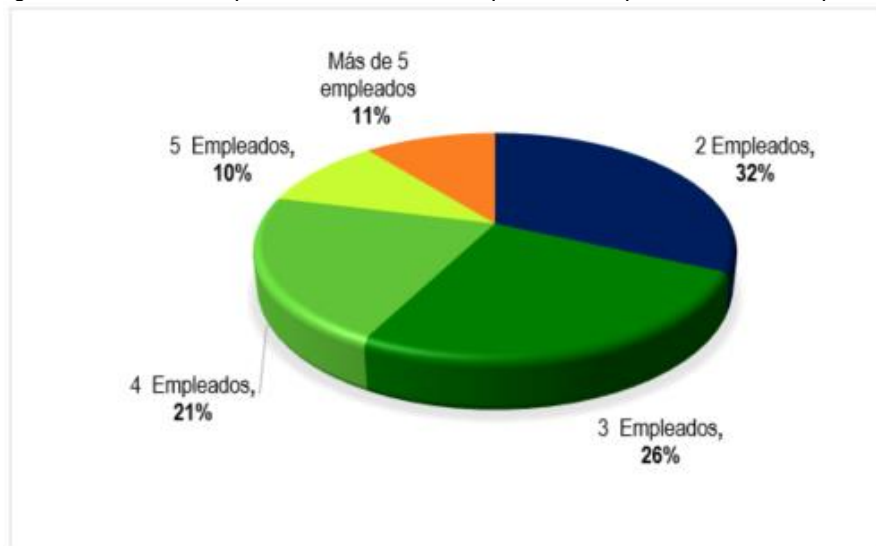
Fuente: INECC.

El 45% de los productores que generan ladrillos quebrados los reutilizan como cobertura de nuevas quemas. El resto de los productores los desecha y les da alguna disposición final desconocida o como rellenos de caminos, pisos y terrenos agrícolas. El 69% de los productores que generan ladrillos fundidos los ponen a la venta como un producto que los arquitectos utilizan en los acabados,⁹ en tanto que el 32% de los productores que generan ladrillos crudos, los vuelven a cocer. Otros residuos son las cenizas que usan para sus tendidos de ladrillo crudo y los clavos provenientes de las tarimas, que venden como metal.

En cuanto al conocimiento de los productores respecto a otras formas de producción, sólo el 14% de ellos conocen aparatos como turbinas, sopladores, dosificadores, batidoras y molinos. Muy pocos (menos del 3%) conocen otro tipo de hornos y esa experiencia se debe principalmente a la observación directa de otros productores. Destaca que menos del 2% conoció o bien utilizó otras formas de producción promovidas tanto por intervenciones gubernamentales como por otras iniciativas como la del Proyecto ELLA de Swiss Contact.

El carácter artesanal de la producción y los bajos volúmenes de piezas producidas se reflejan en el tamaño de las unidades productivas medidas por el número de empleados; bajo ese criterio las unidades se clasifican como "microempresas", con un estancamiento en la acumulación de capital asociada a la falta de educación financiera o de rentabilidad, así como a las dificultades para conseguir mano de obra, como lo expresaron productores en el taller realizado en el Estado de México. El número de empleados que participa en la producción varía entre dos y diez, siendo más frecuente que participen de dos a cuatro personas, categorías que suman 79% de todos los casos, como se ve en la figura 20.

Figura 20 Distribución porcentual de unidades productoras por número de empleados.



Fuente: INECC.

Las actividades que se realizan dentro de la producción de ladrillos son varias y es muy común (hasta 47% de los casos) que una persona realice más de una actividad; las mujeres realizan una variedad menor de tareas respecto a las que efectúan los hombres, de las cuales destacan las de limpieza y moldeo o corte del ladrillo crudo. Su participación en el acomodo y quema es reducida. Las actividades en general son:

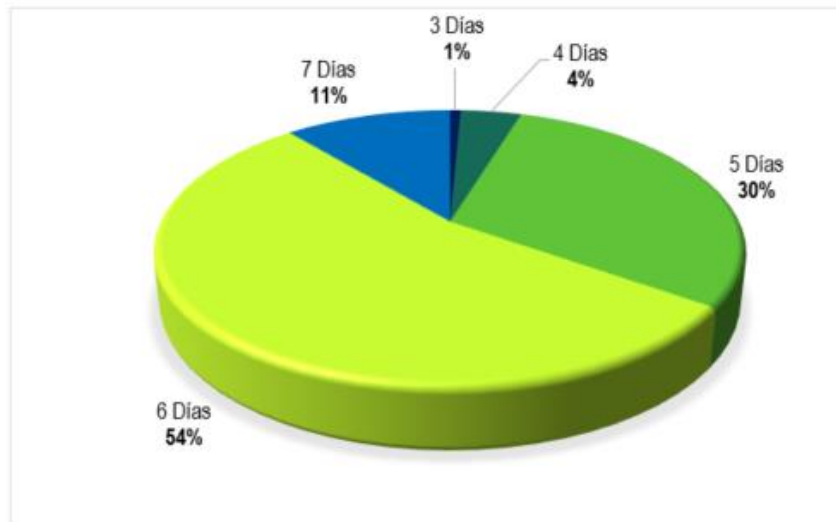
1. Acarrear y cargar materiales para el mezclado de arcillas

⁹ Dato confirmado en los talleres.

2. Mezclar o amasar materiales utilizados en la conformación de arcillas
3. Moldear o cortar ladrillos artesanales crudos
4. Tendido de ladrillo artesanal crudo
5. Enrejar (acomodar dentro del horno) o acomodar ladrillos artesanales crudos
6. Quemar ladrillos artesanales crudos en el horno
7. Limpieza de ladrillos artesanales

La informalidad de la actividad y la baja capacidad financiera propician un ritmo de trabajo, el cual es flexible en función de la demanda y del ritmo de las quemas realizadas, dado que marcan los períodos con jornadas más largas (hasta 46 horas) para quienes las atienden. El 84% de los productores trabaja de 5 a 6 días a la semana sin horarios fijos (Figura 21).

Figura 21. Distribución porcentual de productores artesanales por días laborados a la semana



Fuente: INECC.

Es evidente que las condiciones en las que se realiza la producción determinan la presencia de riesgos a la salud, tanto por la realización de las labores a la intemperie con exposición a mezclas de barro húmedas y frías, como al calor y partículas suspendidas irradiados de los hornos. Se ha detectado que los principales problemas de salud de las personas que participan en la actividad son: diabetes 8%, artritis 8%, hipertensión 3%, reumatismos 3%, asma 2%, deficiencias visuales 2% y deficiencias auditivas 1%. A pesar de ello, el perfil de la actividad artesanal no incluye la cultura de la protección personal, el 76% de los productores utiliza, como equipo de protección, sombrero o gorra, 67% utiliza guantes de diversos tipos y no necesariamente apropiados para la actividad, 21% usa botas de hule para protegerse de la humedad, sólo el 9% ocupa lentes de seguridad como protección ocular y menos del 1% utiliza algún tipo de protección auditiva.

El análisis de las principales variables por estado se muestra en la tabla 12; y entre las diferencias más importantes destaca que los productores de los estados de Jalisco, Tlaxcala y Guanajuato, tienen los porcentajes más bajos de propietarios cuyo horno está en su domicilio, esto se refiere a que el horno y la vivienda en la que habitan están en el mismo predio. Esa condición significa que en esos estados el impacto en la salud de los familiares del productor son menores respecto a la situación que prevalece con productores de los restantes estados.

Otras diferencias importante radican en la capacidad de los hornos (los de productores de Puebla y Morelos son los de mayor capacidad) y en el tipo de combustibles usado (en Puebla destaca el uso de diésel mientras que Tlaxcala, seguido de Guanajuato y Estado de México, destacan por el uso de residuos).

Tabla 12. Diferencias de variables relacionadas con la producción entre estados

Característica		Estados						
Identificador	Unidad de medida	Hidalgo	Tlaxcala	Puebla	Morelos	Estado de México	Jalisco	Guanajuato
Propietarios cuyo horno está en su domicilio	% de propietarios	49%	33%	59%	100%	53%	32%	39%
Producción por quema	Piezas /quema:	7,398	10,667	20,327	26,260	12,040	12,595	12,714
	$\bar{X} \pm S$	+/- 4, 961	+/- 9,866	+/- 11,533	+/- 4,145	+/- 12,105	+/- 9,968	+/- 8,067
Producción al mes	Piezas /mes:	21,420	12,000	22,879	33,750	15,916	19,203	23,134
	$\bar{X} \pm S$	+/- 24,869	+/- 8,178	+/- 12,790	+/- 17,970	+/- 19,063	+/- 19,915	+/- 18,255
Materiales para la combustión (porcentaje de productores que usan el material)	Biomasa	97%	0%	92%	100%	89%	92%	75%
	Diésel	3%	0%	7%	0%	0%	1%	1%
	Residuos	0%	100%	1%	0%	11%	0%	20%
	Otros	0%	67%	4%	0%	0%	11%	5%
Productos (porcentaje de productores que elabora el producto)	Ladrillo	100%	100%	99%	100%	100%	86%	100%
	Cuña	17%	0%	2%	0%	9%	24%	4%
	Teja	9%	0%	2%	0%	4%	2%	0%
	Loseta	11%	67%	2%	25%	2%	1%	1%
Empleados que trabajan en la unidad	Empleados:	2	1.3	0.2	2.5	2.7	1.9	1.7
	$\bar{X} \pm S$	+/- 3.1	+/- 2.3	+/- 0.8	+/- 2.4	+/- 2.6	+/- 2.3	+/- 2.4
Días laborados por semana	Días	5.8	5.6	5.7	5.25	5.3	5.5	5.7
	/semana:	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
	$\bar{X} \pm S$	1.0	0.5	0.7	0.9	0.7	0.8	1.1

Fuente: INECC.

5.1.3 Casos de intervención privada y gubernamental

En San Diego Cuachayotla, Puebla, se inauguró en 2007 un horno ladrillero de tipo túnel basado en 90 lámparas infrarrojas (temperaturas de 800 grados Celsius y una hora de cocción) (Herrera, 2010), el cual quedó en desuso por el alto consumo de energía eléctrica. En San Pedro Cholula se construyó otro horno con financiamiento del Gobierno del Estado de Puebla, mismo que dejó de usarse por un manejo poco transparente que no generó confianza entre los productores.

En la localidad El Refugio en León, Guanajuato, el Instituto de Ecología del Estado y la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción delegación Guanajuato, financiaron en el año 2010 un horno demostrativo MK2 que sigue funcionando aunque los productores están a la espera de la correspondiente validación técnica oficial del cumplimiento en materia de emisiones. En esa misma localidad la Universidad de Guanajuato construyó otro horno con una tecnología experimental que constaba de un quemador de gas en una cámara forrada de fibra cerámica y chimenea para 25,000 ladrillos (actualmente existe un prototipo en la Universidad de Guanajuato con una capacidad

de 50 ladrillos), pero que no entró en funcionamiento porque en las pruebas preliminares no lograba el cocimiento adecuado de los ladrillos y se ha desmantelado gradualmente.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) realizó en Metepec, Estado de México, un proyecto de acoplamiento de dos hornos bajo el mismo principio de funcionamiento del MK2, adaptando un módulo de control de temperatura. El proyecto concluyó en febrero de 2013, habiendo realizado el análisis de las emisiones en chimenea de los hornos acoplados por medio de cromatografía de gases-masas, de un horno con chimenea y de los tradicionales para su comparación en: CO₂, CO, CH₄, SO₂. Pruebas de compresión de los tabiques a distintas temperaturas y tiempos de cocción bajo la Norma Mexicana: NMX-C-441-ONNCCE-2005, pruebas de un sistema de control para la operación de las compuertas en función de la dosificación del combustible y temperatura del horno y gases generados de la combustión y estudios de tiro de chimenea para una convección natural de los gases de combustión hacia el horno acoplado. Existe interés de varios municipios del país pero no se ha concretado aún la instalación de los mismos (Chávez-Torres, 2016).

Desde 2012, CIATEC desarrolla con financiamiento del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato y con el apoyo de la Secretaría de Energía, un proyecto de rediseño geométrico y validación numérica de la optimización de la transferencia de calor en hornos de campaña, fijos y MK2 en el estado de Guanajuato. El objetivo perseguido es contribuir a la productividad, la eficiencia y la reducción del impacto ambiental de la industria ladrillera en el estado de Guanajuato (Alonso, 2016).

En el municipio de Loreto, el gobierno del estado de Zacatecas, promovió y apoyó a 10 productores artesanales para conformar desde 2013 la cooperativa "Ladrilleros Ecologistas de Loreto, Zacatecas" que ya cuenta con más de 60 clientes regionales y probablemente es el único caso de intervención gubernamental que continuó operando a nivel comercial (DireccionesZac.net, 2016). El municipio les dio en comodato un terreno de 4 hectáreas para instalar su nave industrial, donde se construyó un horno tradicional con emisiones conducidas y sistema de quemado modificado para usar aceites tratados, con capacidad para producir entre 40,000 y 50,000 piezas, dotado de banda y extrusora. La tecnología permitió reducción del tiempo de quemado de 3 días a sólo 18-20 horas y una reducción importante de sus emisiones.

Este emprendimiento produce ladrillos con huecos y piezas personalizadas a la necesidad del cliente, aunque el precio del ladrillo producido resultó mayor en comparación con los precios que alcanzan cada pieza de productores tradicionales. El proyecto busca actualmente financiamiento municipal para fortalecer el mercadeo de los productos y la Dra. Hernández, impulsora de la iniciativa, está intentando replicarla en Jerez, municipio también del estado de Zacatecas (Hernández-León, 2016).

En el año 2015, en el municipio de Durango, Durango, se anunció la creación de un parque ladrillero dotado de hornos MK2 y compresores eléctricos para mejorar la quema, los cuales intentan reducir las emisiones provocadas por el quemado hasta en un 50% (INECC, 2015)

A partir del conocimiento compartido con productores de Colombia en el encuentro realizado en Guanajuato en el mes de septiembre de 2012, la Unión de Ladrilleros y Conexos de Irapuato A.C, nos mencionaron que construyeron, con apoyo de la Universidad de Guanajuato, un horno bi-cámara con arcos fijos, de 15,000 piezas de capacidad y con potencial de 50,000 piezas por mes, con tiempo de quemado de 17 horas (Figura 22). En entrevista, el productor líder de la iniciativa indicó que se logran ahorros de combustible y bajas emisiones, tienen proyectado construir en Irapuato otro horno de cuatro cámaras, una vez que obtengan un terreno por parte del municipio (Santoyo-Reyes, 2015).

Respecto al desarrollo de capacidades productivas y empresariales, el 96.5% de productores artesanales no se han beneficiado de programas de capacitación y sólo el 3.5% se ha beneficiado de algún programa; en cuanto al apoyo crediticio sólo el 1.2% ha tenido acceso a apoyo crediticio mientras que el 98.8% no ha podido acceder al mismo, por lo que mantienen su actividad de acuerdo a la experiencia empírica acumulada y transmitida entre ellos. Los temas en que ha recibido capacitación son costos y administración, mejoras tecnológicas, comercialización y temas ambientales. Esta situación no deriva de la falta de interés de los productores, porque el 67% de ellos tiene clara la necesidad de capacitación en los temas mencionados y en temas legales sobre la propiedad de los predios.

Figura 22. Horno bi-cámara con arcos fijos construido en Irapuato



Fuente: INECC.

5.1.4 Casos internacionales de intervención

Colombia es un país líder en acciones de intervención sobre el sector ladrillero en Sudamérica, por medio de la Corporación Ambiental Empresarial dependiente de la Cámara de Comercio de Bogotá y con apoyo internacional, ha tenido una trayectoria que va desde la adopción en 1997 de una política de estándares de emisiones para fuentes fijas, a la puesta en marcha de un programa de oportunidades de eficiencia energética en el sector ladrillero en 2008.

Desde 2010, la intervención de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y EELA para la modernización de las ladrilleras se enmarca en la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono. Los proyectos en 2015 abordan el tema de la eficiencia energética de las ladrilleras, la implementación de sistemas adecuados aire-combustible, el inventario y la caracterización del sector. El objetivo fundamental ha sido la reducción

de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la masificación de cambios tecnológicos y buenas prácticas.

El modelo Colombiano es sectorial y abarca estudios e investigaciones, fortalecimiento de capacidades empresariales, transferencia de tecnología y la articulación institucional. Como resultado de ello, en 2015 se reportaron más de 200 ladrilleras atendidas con una reducción acumulada de más de 52,000 toneladas de CO₂ eq y mejoras de ingresos por \$1,439,215 dólares. (Herrera-Cuéllar, 2015)

En Brasil se pusieron en marcha un paquete de políticas públicas orientadas a promover la innovación y la competitividad en la fabricación de tabique (Lima, 2012). Esas políticas quedan representadas en programas específicos como:

- "Calles del Pueblo" que pavimentó calles con bloques cerámicos, los cuales tiene la ventaja de generar menos calor y dio fuentes de empleo.
- Eficiencia energética verde por el uso de biomasa disponible entre los residuos de agro negocios y de la industria mobiliaria, en vinculación con la comercialización de créditos de carbono (56 ladrilleras certificadas).
- Análisis comparativo del ciclo de vida, el cual demostró que el impacto en cambio climático por las tejas de barro es 69% menor que con tejas de concreto y en el caso de bloques para muros, los de barro generan 50% menos impacto.
- Programa Sectorial de Calidad, que busca la normalización técnica y la lucha contra la no conformidad de productos.
- Construcción de casas de bloques cerámicos para demostrar sus bondades.
- Innovación en diseños y colores.
- Etiquetado de eficiencia energética de las viviendas.

En Bangladesh el Banco Mundial apoyó en 2009 el monitoreo del funcionamiento de un horno Hoffman híbrido, que demostró la reducción de uso de carbón de 24-26 toneladas por 100,000 piezas a 14 toneladas, además de cumplir con el estándar indio de 1000 mg/m³ de partículas emitidas a la atmósfera (en México el estándar va de 350 a 450 mg/m³). Esta intervención también evaluó los efectos positivos en materia de higiene y seguridad laboral, tanto en la fase de construcción del horno como en la de operación. No se tienen informes del impacto de esta intervención en la transformación de la producción de ladrillo (IIDFC, 2009).

El Banco Mundial ha tenido una intervención vigorosa en la región sur de Asia, orientada a la producción limpia de ladrillos. Las acciones de esta intervención son: la revisión del sector, el intercambio de conocimientos sur-sur, la planeación de un mercado de carbono y proyectos de financiamiento de carbono (Li, 2012).

Uno de los proyectos fue el Clean Air Sustainable Environment (CASE) para Bangladesh, con un financiamiento de 62.20 millones de dólares en préstamo, incluyendo un subproyecto demostrativo de fabricación de ladrillos que incluyó: mejora del diseño de hornos zig-zag, pilotaje de producción de ladrillos huecos y uso de materiales alternativos en hornos zig-zag, vertical shaft (VSBK por sus siglas en inglés) y Hoffman híbrido (HHK por sus siglas en inglés) y actualización del marco regulatorio (Ley de Quema de Ladrillos).

El Banco Asiático otorgó un préstamo adicional de 50 millones de dólares para apoyar la producción energéticamente eficiente de ladrillo en Bangladesh en mayo de 2012. Las principales lecciones aprendidas fueron.

- Inversión inicial de nuevas tecnologías es muy alta

- Competencia desleal de las tecnologías tradicionales
- Resistencia al cambio
- Dificultad para cumplir los estándares ambientales
- La recolección de datos para acudir a mercados de carbono es desafiante por su complejidad técnica.

5.1.5 Formas de organización entre los productores

Tal como se describió, la producción está organizada en núcleos familiares que utilizan el trabajo de empleados a destajo bajo un esquema de producción individual aún y cuando los productores formen parte de una asociación; en algunos casos, las asociaciones están formalizadas ante la Secretaría de Hacienda, como sucede con "Materiales para la Construcción Juanita" en Actopan, Hidalgo y dos asociaciones más en el Estado de Guanajuato.

La tendencia a asociarse ha surgido en distintos lugares donde realizan sus actividades, con la intención de establecer un diálogo con las autoridades en busca de apoyo, además de la ampliación de sus canales de comercialización. A través de las encuestas, entrevistas y datos obtenidos en los talleres, se detectaron 33 asociaciones de productores ladrilleros, de las cuales la mitad está en Guanajuato, otro 25% en Hidalgo y el restante 25% en Puebla, Tlaxcala, Morelos, Estado de México y Jalisco (Tabla 13). La existencia de estas asociaciones no implica necesariamente una mejora del desempeño y logros de quienes las integran. En el taller realizado el 22 de octubre de 2015 en Jalisco y en diferentes entrevistas, se detectaron problemas entre los productores asociados y también resistencia a asociarse en los que no lo están.

Tabla 13. Asociaciones formales de productores artesanales detectadas en encuestas y talleres realizados

Estado	Municipio	Nombre de la asociación	Fuente
Hidalgo	El Arenal	Asociación Unión de Ladrilleros El Arenal	Encuesta
Hidalgo	El Arenal	Ladrilleros y asociados	Encuesta
Hidalgo	Santiago Tulantepec	Asociación de Ladrilleros	Encuesta
Hidalgo	Tulancingo de Bravo	Productores de Tabique El Paraíso	Encuesta
Hidalgo	Tulancingo de Bravo	Sindicato de Horneros	Encuesta
Hidalgo	Tulancingo de Bravo	Tabiqueros Tulancingo	Encuesta
Hidalgo	Actopan	Sociedad Cooperativa Los Arcos	Encuesta
Hidalgo	Actopan	Materiales para la Construcción Juanita	Taller
Puebla	San Pedro Cholula	No indicó el nombre	Encuesta
Puebla	Chignahuapan	No indicó el nombre	Encuesta
Estado de México	Chalco	No indicó el nombre	Encuesta
Estado de México	Chicoloapan	No indicó el nombre	Encuesta
Jalisco	Acatic	Acatitejas	Encuesta
Jalisco		Emiliano Zapata	Taller
Jalisco	Zapopan	Unión de Ladrilleros	Encuesta
Jalisco	Acatic	Asociación de Ladrilleros Acatic	Taller
Jalisco		Unión Ladrillera de la Caberiana	Taller
Guanajuato	Acámbaro	Unión de Productores ladrilleros de Acámbaro	Encuesta

Guanajuato	Apaseo el Alto	Apaseo el Grande	Encuesta
Guanajuato	Celaya	Ladrilleros de San Miguel	Encuesta
Guanajuato	Cuerámaro	Comité de ejidatarios	Encuesta
Guanajuato	León	Ladrilleros Unidos	Encuesta
Guanajuato	León	Unión de ladrilleros del Refugio A.C	Encuesta
Guanajuato	León	Unión 15 de Mayo	Entrevista
Guanajuato	Irapuato	Unión de Ladrilleros y Conexos de Irapuato A.C.	Entrevista
Guanajuato	Romita	No se indicó el nombre	Entrevista
Guanajuato	León	Productores de Barro y Arcilla del Refugio, A.C.	Encuesta
Guanajuato	San Felipe Torres Mochas	Productores de Barro y Arcilla	Encuesta
Guanajuato	San Luis de la Paz	Unión de ladrilleros de San Luis	Encuesta
Guanajuato	San Luis de la Paz	Unión de productores A. C.	Encuesta
Guanajuato	Silao	Ladrilleros Unidos de Silao	Encuesta
Guanajuato	Valle de Santiago	7 luminarias	Encuesta
Edo. De México	Chalco	Unión de Productores de los Volcanes	Taller

Fuente: INECC.

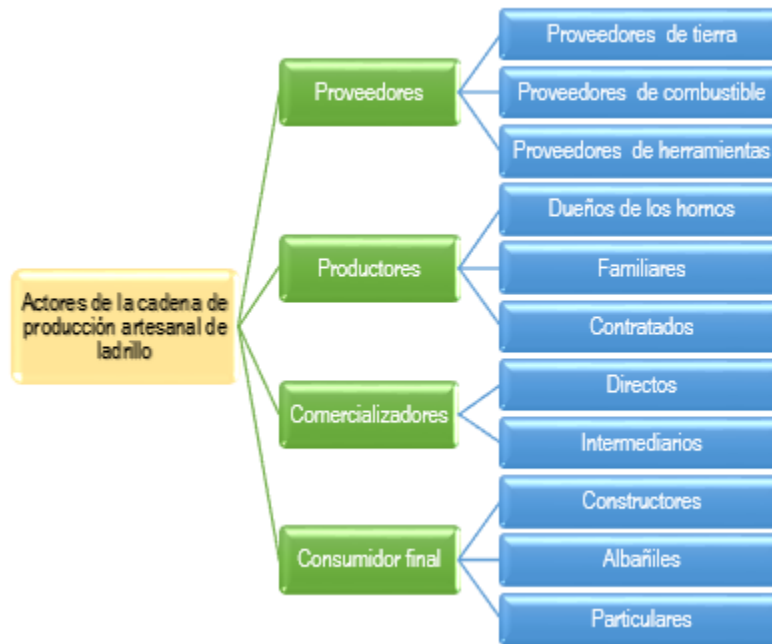
Otra forma de organización funcional no formalizada es el esquema de "maquila" en el que propietarios de hornos lo rentan a productores para que quemen su ladrillo crudo: el 6% de los productores recurren a esta opción y en la literatura se informa que en la localidad El Refugio en León, Guanajuato, algunos productores recurren a este mecanismo (SERPRO, 2012). Por supuesto, existen casos aislados de propietarios de hornos que utilizan intensivamente mano de obra de empleados gracias a la adquisición de tecnología y con ello consiguen la acumulación de capital, a través de estrategias como son la promoción y la comercialización directa (SERPRO, 2012).

5.1.6 Agentes de la cadena de valor de la producción artesanal de ladrillo

En la cadena de valor intervienen diversos actores tales como proveedores, productores, comercializadores, consumidores o demandantes finales y actores vinculados con el apoyo gubernamental o apoyo técnico. La actividad de financiamiento a la producción recae en los propios comercializadores (Figura 23).

Los insumos, tales como tierra de diferentes tipos, estiércol, materiales combustibles y eventualmente agua, que se requieren para la producción, son acarreados principalmente por proveedores y probablemente el 32% de los productores que cuentan con camión propio realizan esta función. La tierra es proveída desde bancos de material, pero también como material de desazolve de presas o despalmes de fraccionamientos en construcción. Una práctica detectada a lo largo del Bajío es que los dueños de parcelas agrícolas "rentan" su predio para que los productores exploten la capa superficial de material (1 o 2 metros), dejando con ello una topografía sinuosa y diversos daños al ambiente. Esos terrenos pueden volver a la producción agrícola con el tiempo, gracias a que no se agota la capa de suelo cultivable (Fuente: INECC.).

Figura 23. Principales actores de la cadena de valor de ladrillo artesanal



Fuente: INECC.

El propio productor se encarga de la comercialización si cuenta con camión propio (32% de ellos), evitando de esta manera al intermediario y ofreciendo su producto al consumidor final, sin embargo, el esquema de comercialización más común es la venta a pie de horno, hasta dónde llegan los compradores que usualmente son intermediarios, quienes tienen contacto tanto con productores como con los consumidores finales, hecho que fue reiterado por ingenieros y arquitectos consultados en los seis talleres de análisis de la demanda.

En León, Guanajuato, se han identificado tres mecanismos de comercialización para el productor artesanal: la venta sólo a intermediarios (48.4%), la venta sólo al consumidor directo (10.3%) y la flexibilidad de venta de una u otra forma (41.3%) (SERPRO, 2012). Los comercializadores de materiales de construcción venden productos alternos como los bloques de concreto o incluso tabiques extruidos, pero usualmente no venden ladrillo.

A lo largo de los talleres, los participantes indicaron que la capacidad financiera del intermediario le permite ofrecer liquidez al productor artesanal al pagar de contado el producto, o incluso, financiar la producción al pagar por

adelantado, aunque a menor precio. El Análisis de mercado del sector ladrillero artesanal en la comunidad El Refugio de León, Guanajuato, publicado en 2012, describe que el precio por pago adelantado puede ser 17% menor que el precio a pie de horno (SERPRO, 2012). De esta manera, el intermediario juega un doble papel pues por una parte conecta la producción con el mercado de consumo y, por la otra, presta un servicio "financiero" a los productores, con ello evita que deban esperar los plazos de pago.

Los intermediarios no están formalizados necesariamente ni tributan ante el fisco, lo que les impide entregar facturas a sus clientes (SERPRO, 2012) a pesar de que llevan el producto directamente al sitio de la obra o bien se estacionan en predios y lugares en vía pública fijos no regularizados, que permiten al potencial comprador ubicarlos fácilmente. Este esquema se puede observar en distintos sitios de las ciudades o en sus accesos, tal como el caso de Morelos, donde los constructores compran ladrillo de Cholula, Puebla; en muy contados casos, los ingenieros y/o arquitectos compran su producto con ofertantes de ladrillo artesanal a pie de horno de la región.

Se identificaron tres clases de consumidores finales para el ladrillo artesanal. El primero son los profesionales¹⁰ que se dedican a la construcción, ya sea por su cuenta o como pequeñas o medianas empresas constructoras. Lo conforman ingenieros y arquitectos y su mercado principal son las construcciones por encargo del cliente y eventualmente por obra pública. El segundo grupo lo conforman las empresas que edifican vivienda en serie, principalmente económica o de interés social y el tercer grupo, que emergió como resultado del análisis de los comentarios de los seis talleres realizados, es el de la autoconstrucción, constituido por personas que, sin ser profesionales en la materia, construyen por cuenta propia o con la ayuda de otras personas su propia vivienda. Se pudo detectar con claridad que este segmento de autoconstrucción es el que predomina en las ZAP.

5.1.7 Restricciones socioeconómicas y ambientales a la producción de ladrillo artesanal

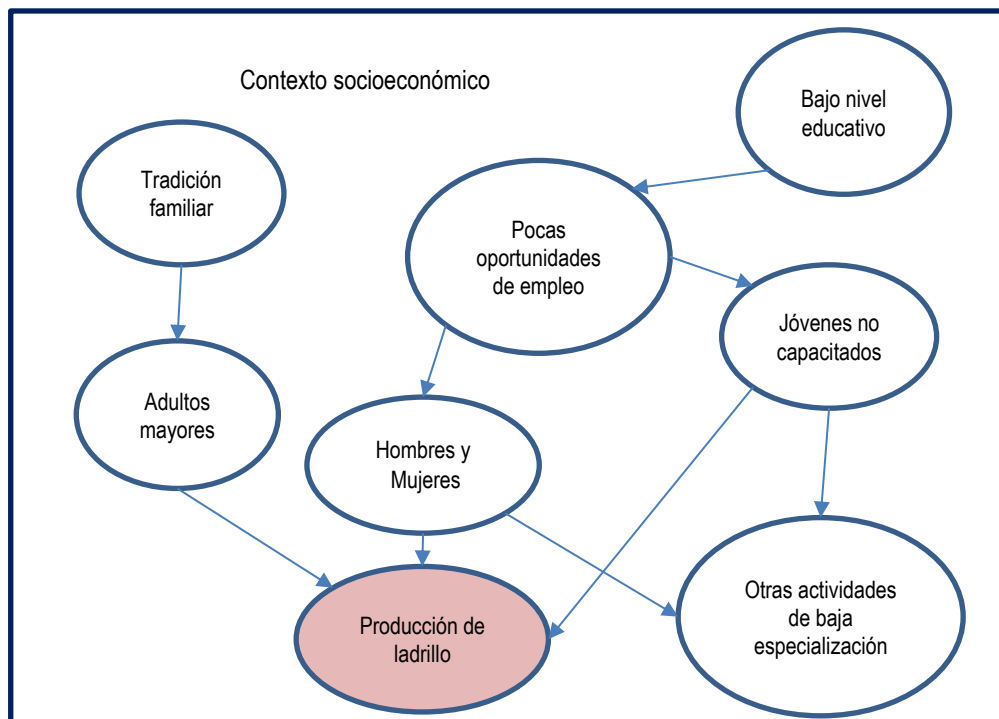
En el perfil social de los productores de ladrillo destaca el bajo nivel educativo, el cual limita el acceso a oportunidades de trabajo especializado. Ante la necesidad de generar ingresos económicos, la opción que queda principalmente a mujeres y jóvenes sin capacitación, son los trabajos no especializados como pueden ser las labores de campo, las labores domésticas y los trabajos relacionados con la construcción. La producción de ladrillos representa una opción para contratarse a destajo (aunque usualmente el trabajo de los familiares no se considera como empleo, sino como una contribución sin paga). Los productores suelen provenir de familias que se han dedicado a la actividad ante la falta de mejores oportunidades, pues la producción artesanal de ladrillo no implica mayor especialización en el trabajo a pesar de que requiere un conocimiento empírico suficiente. Para la gente de la tercera edad, puede ser la principal o la única opción laboral (Figura 24).

Por otra parte, se requiere una serie de condiciones materiales para que la actividad sea factible y la producción se lleve a cabo. La disponibilidad de tierra en el ámbito local puede determinar el éxito de la producción, al igual que la ubicación de la actividad, ya sea dentro, en la periferia o en la cercanía de las zonas urbanas que constituyen su mercado. Lo mismo sucede con la necesidad de vías de acceso que permitan el traslado de la materia prima y del producto terminado, cuyo valor se asocia con la menor pérdida posible de la materia prima.

¹⁰ Se entiende por profesionales de la construcción a quienes se dedican a prestar sus servicios a terceros con base en la formación de ingeniería civil, arquitectura o similar.

La cercanía de las zonas de producción a las áreas urbanas juega un doble papel, por un lado, como ventaja competitiva la producción se efectúa lo más cerca de los sitios de consumo como sea posible, pero por el otro, esa cercanía incrementa la molestia y las quejas de los vecinos en contra de la actividad y la respuesta reactiva de las autoridades ambientales municipales. Por último, el clima lluvioso es uno de los aspectos limitantes de la actividad, por lo que climas no húmedos son los ideales para la producción de ladrillo.

Figura 24. Contexto socioeconómico de la producción de ladrillo.



Fuente: INECC.

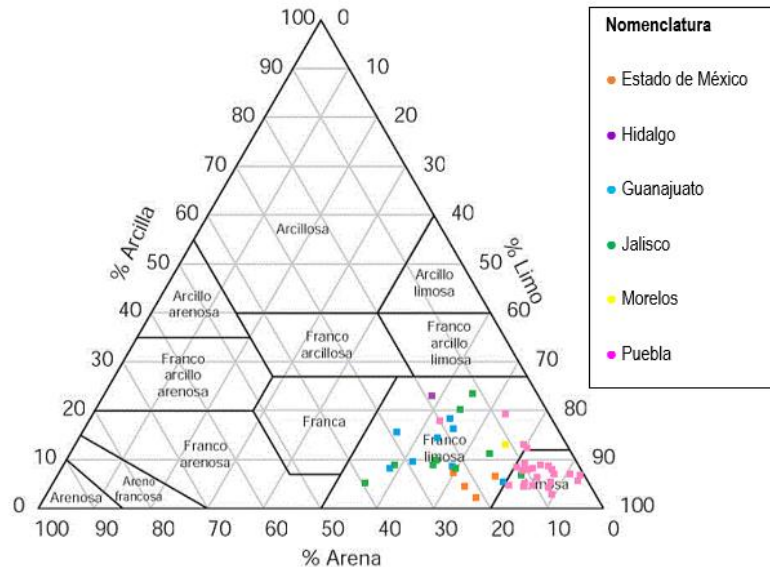
Los principales problemas en la adquisición de combustibles están en función de razones económicas, 54% de los productores están preocupados por el precio, 32% por su disponibilidad y 15% por los problemas de transporte de los mismos. Por el contrario, las preocupaciones legales son menores, tan solo 15% de ellos consideran que los permisos son un problema, y el 11% considera la vigilancia ambiental un problema a enfrentar.

La disponibilidad de tierra para formar los ladrillos es una condición que limita o favorece su producción. Con el fin de entender mejor la influencia que tienen ellas, se analizaron 47 muestras obtenidas directamente de los diferentes tipos de tierra utilizada por ladrilleros de la Megalópolis y los estados de Jalisco y Guanajuato, ubicados dentro de los límites del Eje Neo-volcánico, cuya naturaleza litológica está dominada por rocas ígneas extrusivas e intrusivas, así como rocas sedimentarias y materiales aluviales en las partes bajas topográficamente (Cruz-Ortiz, N.L. et al, 2016).

La región donde se ubican los productores repercute en el acceso a las arcillas, debido a la relativa facilidad (o dificultad) de obtención de los insumos, lo que genera como resultado estabilidad y competitividad productiva.

De acuerdo con la clasificación del triángulo textural (Figura 25), los suelos utilizados en la producción de ladrillo artesanal son limos orgánicos e inorgánicos y no arcillas, como se alude cuando se habla de ladrillos, los cuales en diferentes proporciones junto con una porción de arena y otro de arcillas componen el material empleado por los productores. La textura es franco-limosa pero en Puebla es definitivamente limosa, lo cual explica porque se encontraron sitios en los que la tierra se usa directamente sin mezclar con otros materiales para formar los ladrillos y también la notable producción de piezas en esa región.

Figura 25. Clasificación de muestras de tierra utilizada por los ladrilleros



Fuente: modificado por CIATEC a partir del triángulo textural de USDA (USDA, 2016)

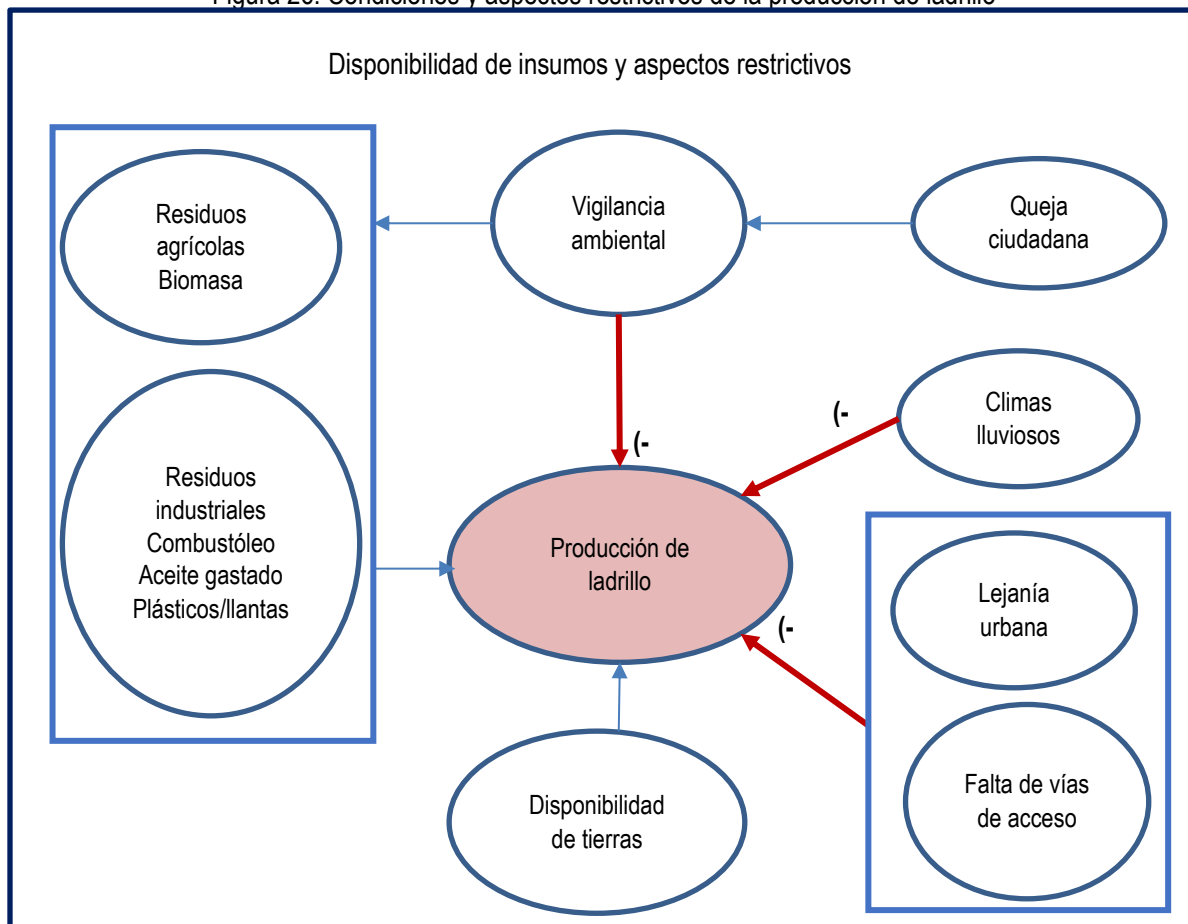
En lo que respecta a la forma de producir, es notable que los productores no se enfocan en las mejoras tecnológicas y de proceso, en el acceso a otro tipo de infraestructura o en la reducción de costos. En la visión del 56% de los productores, las mejoras que se deben realizar en los procesos se centran en tener el control de la venta directa, menos del 1% de los productores expresaron la necesidad de un camión, a pesar de que ello les permitiría vender directamente su producto al evitar el intermediarismo y con ello aumentar su participación en la cadena de valor.

En materia de contaminación atmosférica, 53% de los hornos tienen ubicación dentro de las zonas urbanas o en zonas periurbanas a las zonas habitacionales, con una interacción importante en función de la distancia que pueden alcanzar las emisiones contaminantes por el uso de diversos combustibles en hornos de baja eficiencia térmica y en

función de la dirección del viento que prevalezca en ese momento, lo cual aumenta el riesgo de conflictos por las emisiones y quejas contra la actividad (SERPRO, 2012).

En el taller realizado en Puebla, un participante proveniente de la delegación estatal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) insistió en el impacto de la actividad por la utilización de suelo fértil. El uso intensivo de biomasa produce además presión sobre los recursos forestales de cada región, y servicios ecosistémicos que de ellos se desprenden, en aquellos casos en los que se usa leña, pues como se indicó anteriormente, no se tiene certeza de que la compra se haga con proveedores no autorizados para la explotación y/o transporte de leña. La figura 26 resume las restricciones más importantes para la producción artesanal de ladrillo.

Figura 26. Condiciones y aspectos restrictivos de la producción de ladrillo



Fuente: INECC.

5.2 Caracterización de la oferta de productos sustitutos

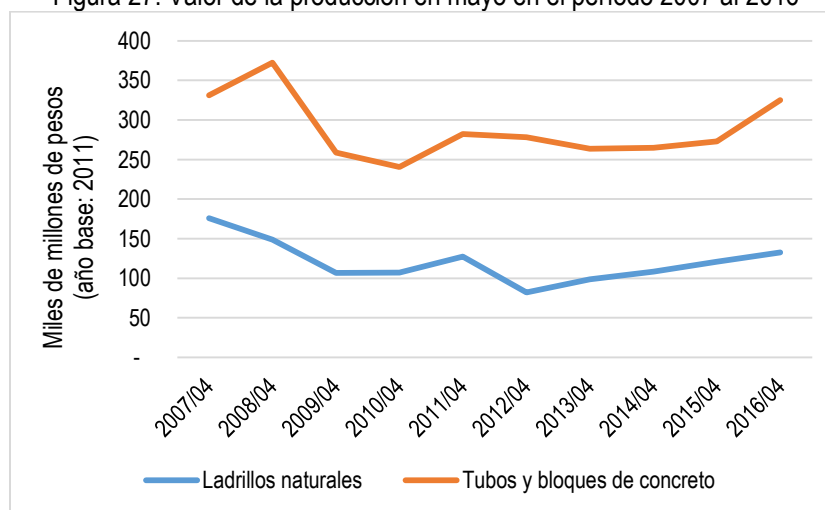
En opinión del 78% de los productores artesanales, los bloques de concreto son el principal producto sustituto del ladrillo, en tanto que para el 22% son los tabicones y ninguno de ellos identifica al Bloque de Tierra Compactada

(BTC) o al tabique extruido como competidores. Este último, de acuerdo con la información recabada en los talleres realizados, compite principalmente con los productos de concreto, pues se utiliza en mercados distintos al de construcción de vivienda (principal mercado al que se dirige el ladrillo). Los BTC tienen un mercado muy reducido y prácticamente no aparecen en las encuestas a productores artesanales o en las 104 entrevistas a productores industriales.

5.2.1 Bloques y tabicones de concreto

De acuerdo a los datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) publicada por INEGI, el valor de la producción de tubos y bloques de concreto mostró un aumento en el primer cuatrimestre del año 2015 (Figura 27), aunque se debe aclarar que las cifras no desagregan el valor de bloques de concreto por lo que se asume que el incremento de producción ocurrió tanto en éstos como en tubos, en cuanto a la producción de ladrillo artesanal no ha tenido un incremento considerable en el lapso de los últimos ocho años. En la figura descrita se ilustran los datos de mayo por ser el mes de mayor valor de la producción a lo largo del año, lo cual se relaciona con el final de la temporada de secas.

Figura 27. Valor de la producción en mayo en el período 2007 al 2016

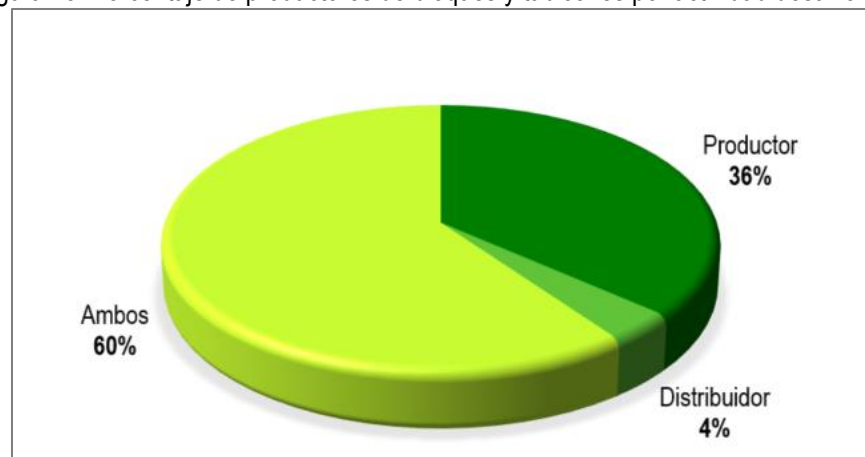


Fuente: INEGI. 2016, Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera.

A partir de los resultados de las entrevistas a demandantes de materiales de la construcción, se concluye que, quienes producen bloque de concreto, habitualmente lo comercializan directamente o incluso que empresas que iniciaron con la comercialización, ampliaron su actividad al incursionar en la producción de bloque de concreto (Figura 28).

La explicación para ello, es que con una baja inversión de capital, sin necesidad de trabajadores especializados y sin la suficiente demanda de superficie, los comercializadores pueden fácilmente dedicarse también a la fabricación de tabicones y bloques. En este sentido, es complicado que un comercializador adquiera la especialidad suficiente para instalar un horno y dominar el proceso de elaboración de ladrillo cocido.

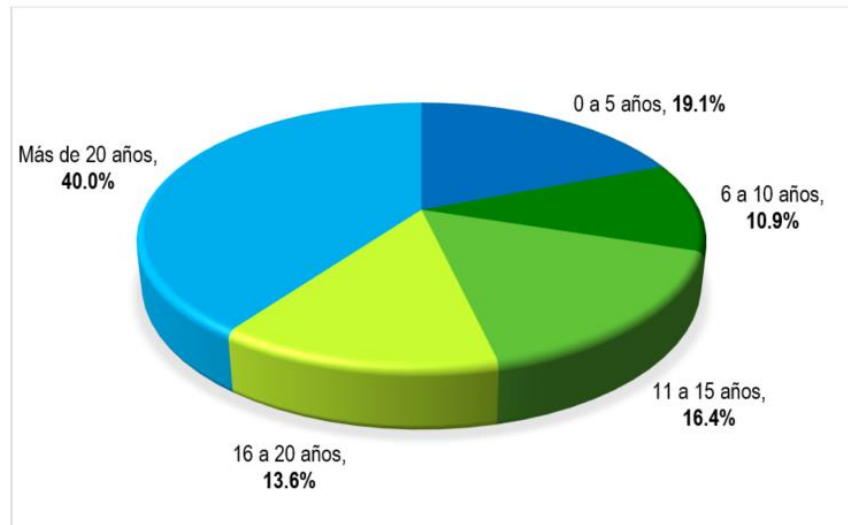
Figura 28. Porcentaje de productores de bloques y tabicones por actividad desarrollada.



Fuente: INECC.

En apoyo a la idea anterior, la antigüedad de más del 80% de las empresas, dedicadas a la producción de tabicones y bloques, no rebasa los 30 años y una quinta parte tiene una antigüedad de 5 o menos años (Figura 29). A su vez, entre quienes comercializan, el 66% lo realiza en forma directa al consumidor y el 34% utiliza a otros comercializadores. En contraste, los ladrilleros artesanales no poseen el suficiente poder de negociación para influir en los precios pagados por los intermediarios y tampoco tienen acceso a un incremento de margen de utilidad por la comercialización directa.

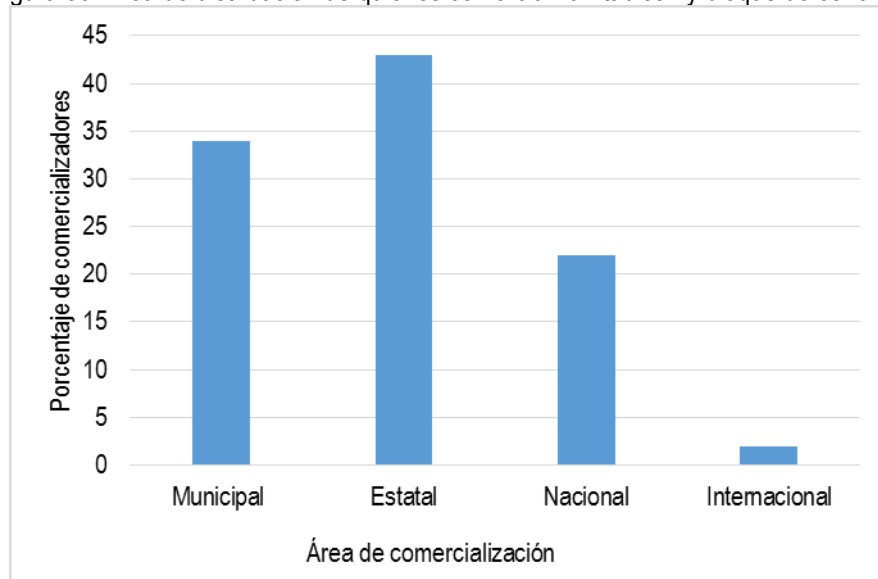
Figura 29. Porcentaje de productores de bloque y tabicón, por antigüedad en la actividad



Fuente: INECC.

La combinación de actividades de fabricación y comercialización de tabicones y bloques de concreto en el mismo sitio permite el aprovechamiento del transporte de carga para abarcar mayores áreas de distribución del producto. De esta manera, resulta común que el alcance de esos productos sea estatal en mayor proporción, o inclusive nacional (Figura 30). En el taller realizado en Pachuca, Hidalgo los participantes describieron el desplazamiento comercial del bloque y el ladrillo de manufactura local por el producido en Perote, Veracruz por ser un producto más barato, aunque de menor calidad. La razón de su precio bajo es que, para su transporte, se aprovecha el regreso del transporte de carga que viaja hacia los puertos del Golfo.

Figura 30. Área de distribución de quienes comercializan tabicón y bloque de concreto



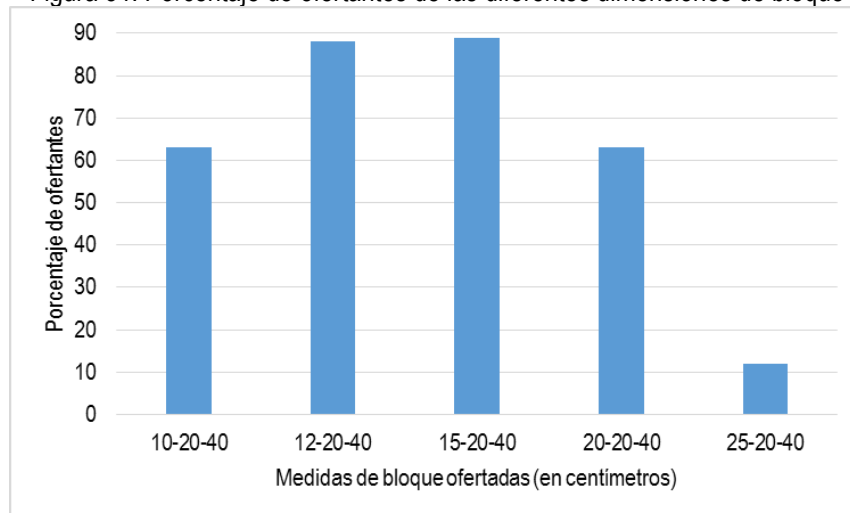
Fuente: INECC.

Una de las características importantes de la fabricación de productos de concreto es que estos no requieren cocción. El 84% de los productores no consumen combustibles o energía eléctrica, y el 8% sólo usan esta última. Este dato

es una diferencia con los productores artesanales quienes dependen en un 100% del uso de energía en forma de combustibles. La comercialización de bloques y tabicones de concreto la realizan en parte los comercializadores de materiales de construcción (60%).

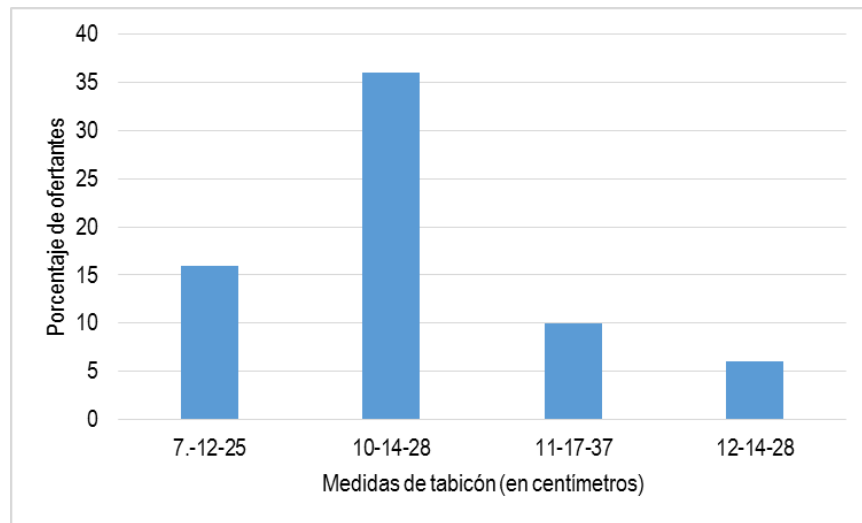
Otra característica relevante es la estandarización de dimensiones, en contraste con la situación que prevalece en la producción de ladrillo artesanal. A nivel del país se pueden adquirir bloques y tabicones de la misma dimensión dentro de un conjunto limitado de opciones tal como se muestra en las figuras 31 y 32. La oferta de bloque se concentra en cuatro tamaños básicos y la de tabicón en sólo dos. Por un lado la diversificación del tamaño de los productos crea la oportunidad de ampliar la cesta del consumo, por lo cual se genera una competencia no sólo de estandarización, sino de productos diferenciados de acuerdo a las necesidades de cada tipo de consumidor; por la otra, en cuanto al tamaño las dimensiones del producto están bien especificadas con independencia del productor.

Figura 31. Porcentaje de ofertantes de las diferentes dimensiones de bloque



Fuente: INECC.

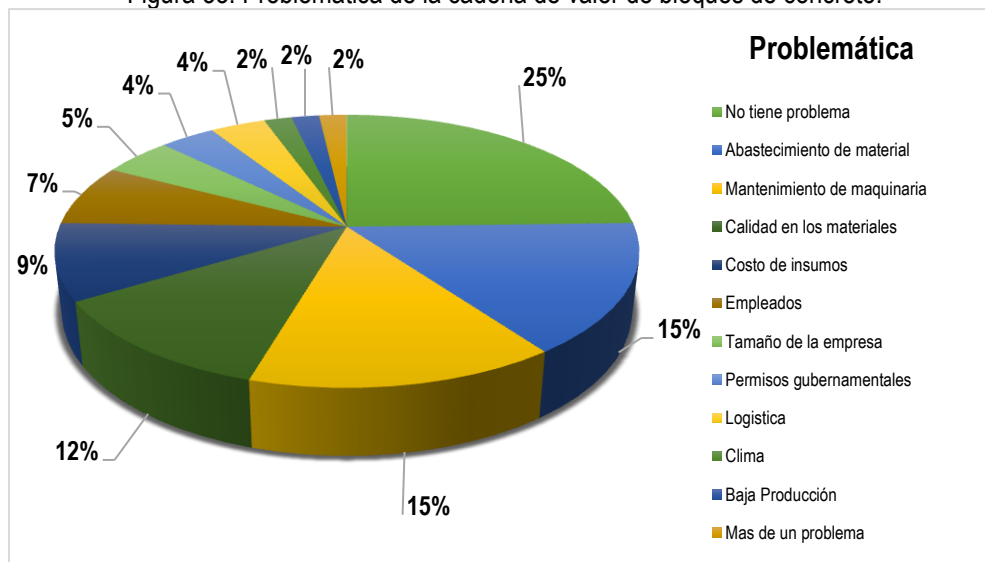
Figura 32. Porcentaje de ofertantes de las diferentes dimensiones de tabicón



Fuente: INECC.

Los problemas que encuentran el 51% de los productores de bloques y tabicones de concreto son el abastecimiento de materias primas, el mantenimiento de la maquinaria empleada en su producción, la calidad de los insumos y los costos de los mismos; cabe destacar que un 25% no refiere tener problemas en la producción (Figura 33). Otros problemas que son menos frecuentes en la producción de bloques de concreto, son de tipo laboral, por permisos requeridos para la actividad y logística entre otros.

Figura 33. Problemática de la cadena de valor de bloques de concreto.



Fuente: INECC.

5.2.2 Tabiques extruidos

El mayor productor industrial de tabique extruido en el país es la empresa NOVACERAMIC S.A. de C.V., ubicada desde hace 23 años en el municipio de Tetla de Solidaridad en Tlaxcala. Su capacidad instalada equivale a 1,000,000 de piezas diarias de tabique perforado de tamaño 10x20x24 cm (3 kg de peso). La producción de NOVACERAMIC es en hornos tipo túnel a base de gas natural.

Su radio efectivo de distribución comercial es de 800 km y el 70% de sus ventas las colocan en la Ciudad de México, Veracruz, Puebla y Querétaro a través de un equipo de vendedores distribuidos, además de hacer ventas directas a constructoras de vivienda social ya sea vertical o individual. Más allá de los 800 km no pueden competir con los pequeños productores de bloque que operan con maquinaria sencilla y una inversión mínima.

En opinión del personal de NOVACERAMIC, la participación del tabique extruido en el mercado de la construcción contra los ladrillos y los bloques de concreto es sólo del 10% a nivel nacional, a pesar de sus ventajas como son: mitad del peso por metro cuadrado construido, ahorro de material de emboquillado y acabado, mejor capacidad de aislamiento térmico y bajo consumo de agua.

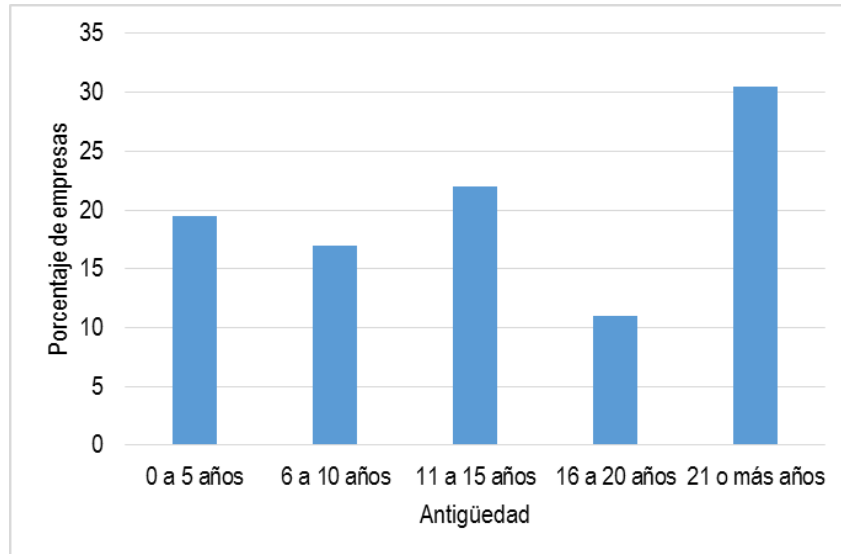
5.3 Caracterización de la demanda de materiales estructurales para la construcción

Es reconocido que la demanda del ladrillo está ligado al crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y de la construcción, principalmente impulsada por la autoconstrucción, aunado al crecimiento constante de población nacional no sólo en dicho sector sino en su conjunto de los diferentes tipos de consumidores. Aunque no se cuenta con datos más precisos, existen algunos datos publicados que abonan a esa hipótesis, en un estudio en Ciudad Juárez se comprobó el auge y caída de la actividad ladrillera como consecuencia de la crisis de 1995, lo que provocó que pasaran de 450 hornos a sólo 290 en el año 2002 (Romo-Aguilar, 2004).

5.3.1 Demanda de productos por profesionales de la construcción

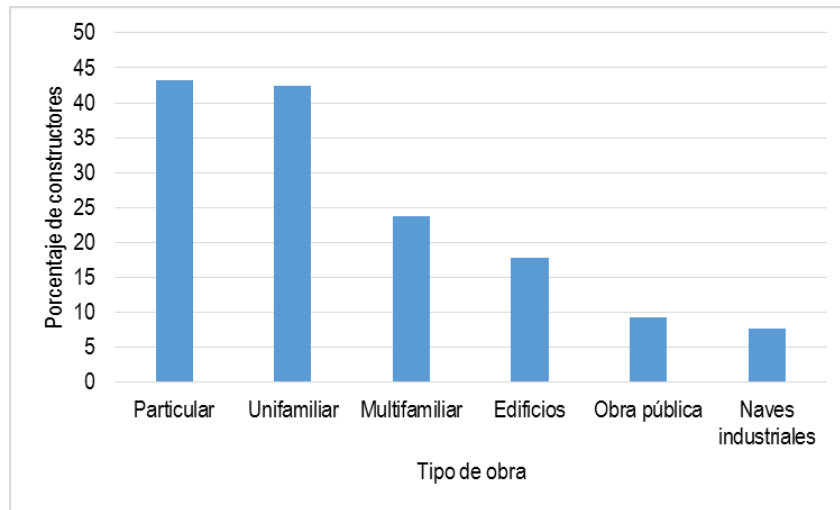
La antigüedad de las personas y/o empresas constructoras va desde un 19% que tienen menos de 5 años hasta el 31% que tienen 21 años o más (Figura 34), aunque se dedican a diferentes tipos de construcciones, el 43% construye vivienda particular, el 42% vivienda unifamiliar, y el 23% vivienda multifamiliar (Figura 35). El porcentaje de los constructores que desarrollan otros tipos de obra como edificios, naves y obra públicas es menor del 10% y en especial en la última categoría no aparecen las empresas constructoras de menos de cinco años de antigüedad.

Figura 34. Antigüedad de las empresas de construcción



Fuente: INECC.

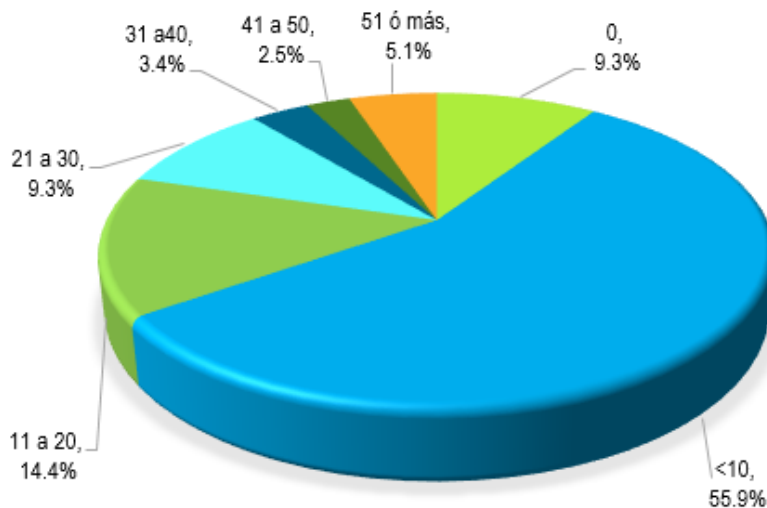
Figura 35. Tipo de construcción en las que se especializa



Fuente: INECC.

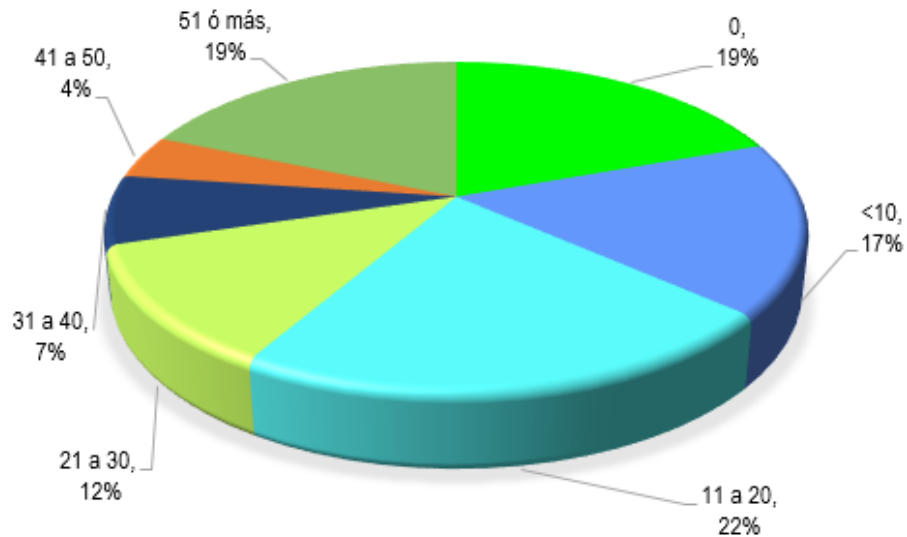
Las empresas constructoras tienden a ser pequeñas, dado que el 80% de las mismas tienen 40 o menos empleados, en las que predominan las empresas con menos de 10 empleados fijos (56%), 14% tienen de 11 a 20 empleados y 9% tienen entre 21 y 30 empleados. Esto significa que la demanda de productos de construcción está constituida por un alto número de empresas pequeñas. La naturaleza de su actividad implica que, dependiendo de los proyectos en curso, el número de empleados temporales oscile entre diez o menos a más de 51 personas, aunque cerca de 40% de estas empresas tienen en promedio entre 10 y 20 empleados temporales (Figuras 36 y 37).

Figura 36. Porcentaje de número de empleados fijos en las empresas



Fuente: INECC.

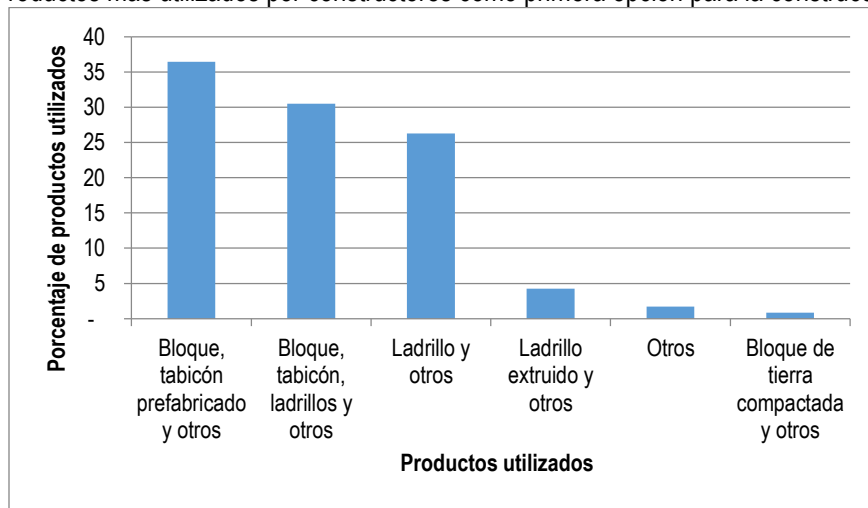
Figura 37. Porcentaje de número de empleados temporales en las empresas



Fuente: INECC.

La preferencia de los constructores por el consumo de bloque de concreto y el tabicón como primera opción de materiales para construir muros, representa alrededor del 65% de los mismos, en comparación del 26% que prefiere al ladrillo como primera opción. Menos del 5% de los constructores prefiere al tabique extruido como primera opción y menos del 1% el bloque de tierra compactada (Figura 38).

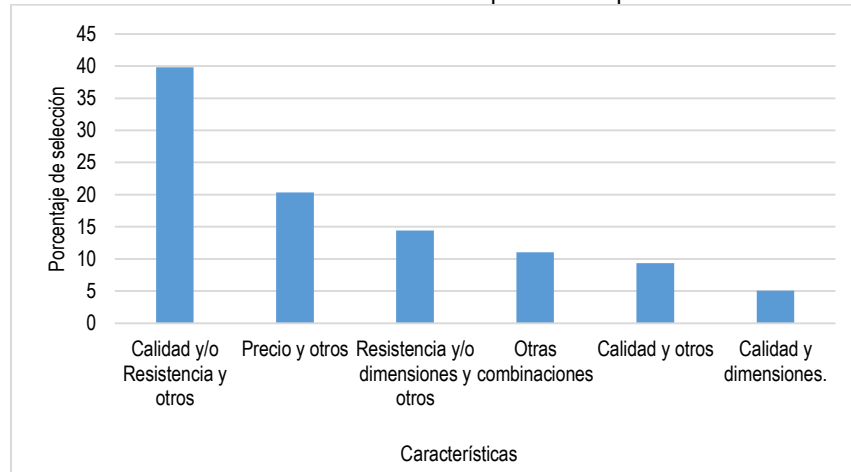
Figura 38. Productos más utilizados por constructores como primera opción para la construcción de muros



Fuente: INECC.

El 40% de los constructores elige la cesta de consumo con base en las propiedades físicas del material principalmente por la calidad y resistencia (Figura 39), el 20% de los consumidores tienden a elegir los productos dado el precio al cual sea ofertado; dicho patrón de selección del bien demuestra que el productor tiende a incrementar la restricción presupuestaria si decide el consumo en función de las características físicas o bien ajusta su restricción presupuestaria si la elección de compra está sujeta al precio del bien.

Figura 39. Características o criterios considerados para la compra del material más utilizado



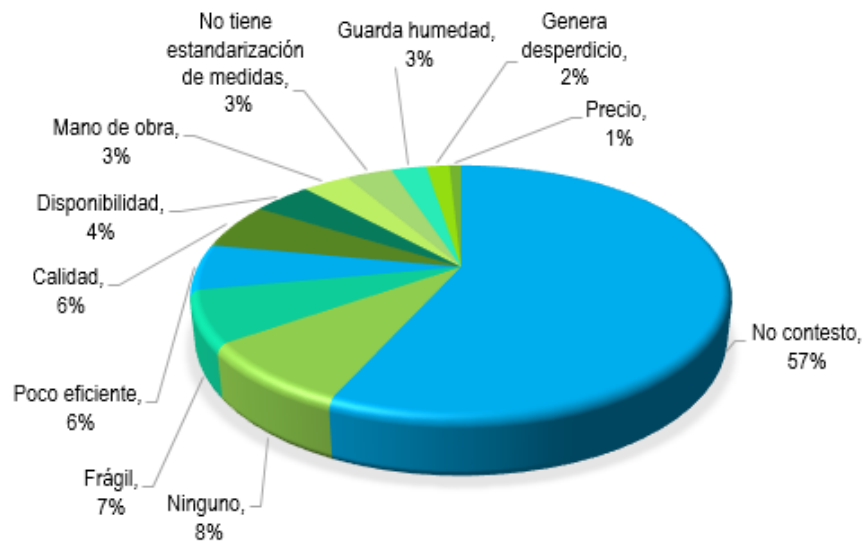
Fuente: INECC.

En los seis talleres enfocados a los demandantes de materiales de la construcción, los participantes explicaron que se utiliza el ladrillo por especificaciones establecidas por el cliente más que por la selección del proyectista, por lo que la configuración de una cartera de políticas públicas debe tomar en cuenta al cliente final. Esto se mencionó, por ejemplo, para el caso de las construcciones de escuelas de acuerdo a los lineamientos del Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa (INIFED) y para la vivienda media.

Un dato ilustrativo de la decisión de compra con base en un requisito presupuestal del cliente es el siguiente: el Instituto de Infraestructura Física Educativa de Guanajuato especifica el uso de ladrillo como tabique rojo recocido y en su lista de precios unitarios determinó para agosto de 2014 (INIFEG, 2016), que la construcción de muros de 28 cm de espesor construidos con ladrillo 7x14x28 cm o con tabicón de concreto de 10x14x28 cm, tienen el mismo precio, \$410.77 por metro cuadrado. En caso de fabricarse con ladrillo, se requieren aproximadamente 78 piezas, en tanto que si se construye de tabicón se requerirán sólo 60 piezas. Con ello se establece que una vez agregado el mayor consumo de mano de obra y mortero requerido para construir un metro cuadrado con ladrillo, hay un límite de precio máximo de éstos para que siga siendo competitivo con su sustituto inmediato de concreto cuando la decisión del comprador es solo por precio. A precios actuales, en promedio el precio de ladrillo es de \$1.81/pieza y el de tabicón \$2.64/pieza.

El 65% de los constructores no identifica algún problema para que el ladrillo sea seleccionado como primera opción y entre quienes refirieron algún problema, mencionaron la fragilidad, la baja eficiencia en el avance durante la construcción y la calidad. Sólo el 3.4% de los participantes comentó sobre la falta de estandarización de tamaño (Figura 40). De acuerdo a CANADEVI, la demanda de ladrillo por parte del gobierno no supera el 4% (SERPRO, 2012). Adicionalmente, algunos participantes en todos los talleres expresaron que un inconveniente de los ladrillos es la incertidumbre en la disponibilidad de producto y la carencia de factura en la venta.

Figura 40. Principales problemas identificados de uso del ladrillo artesanal



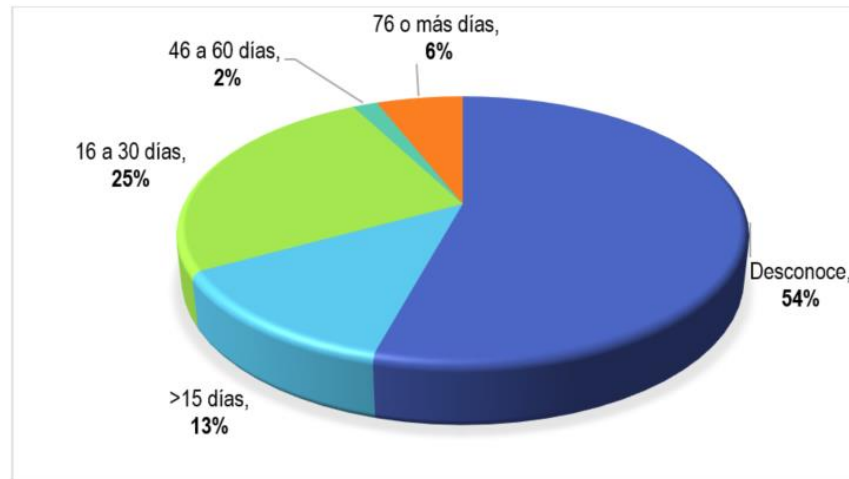
Fuente: INECC.

Respecto a las formas de adquisición del ladrillo artesanal, el 66% de los constructores compra directo con el productor, el 24% con intermediarios y el resto con ambos o bien desconoce la respuesta. El 75.3% compra con proveedores locales y 21.9% compra con proveedores nacionales. Los mecanismos de descuento y crédito son comunes: el 70% de los constructores accede a descuentos que van desde el 5% hasta más del 21%. También obtienen plazos para el pago que van desde 15 hasta más de 76 días. Este conjunto de condiciones de compra, deja fuera de las posibilidades de comercialización directa al micro productor artesanal sin la capacidad financiera necesaria (Figura 41).

En cuanto a normas de producto, el 55% de los constructores no dieron datos o las desconocen, en tanto que sólo el 17% refirió las normas oficiales mexicanas o las normas mexicanas. Sólo un participante en el taller realizado en Morelos refirió las normas técnicas complementarias. El 14% de los constructores conoce las normas de resistencia de producto. Durante los talleres, los participantes consideraron que la falta de resistencia del producto queda subsanada con el cálculo de las estructuras de carga, con lo cual los requisitos marcados por la NMX-404¹¹ son innecesarios.

Figura 41. Tiempo de pago a crédito de última compra

¹¹ Resistencia a la compresión, dimensiones, absorción inicial, total de agua y contracción por secado.



Fuente: INECC.

5.3.2 Demanda de materiales por la autoconstrucción

La deficiente planeación del crecimiento de las ciudades, el escaso acceso a opciones de vivienda para la mayor parte de la población, la pobreza urbana y el reducido mercado crediticio para las familias de escasos recursos entre otros factores, ocasiona que muchas de ellas se establezcan irregularmente en zonas marginadas urbanas también llamadas zonas de atención prioritarias (ZAP), por lo que en este estudio se estableció como hipótesis que éstas concentran una fracción importante de la autoconstrucción y, por ende, de la demanda de ladrillo.

En tal sentido, el informe preparado para la (COSUDE) en 2012 aporta un dato relevante, al señalar que la autoconstrucción en América Latina “abarca aproximadamente el 60% de la construcción de viviendas” (Schilli, 2012), dato que debería tomarse como una referencia conservadora mientras no exista información más específica para México.

La Encuesta Nacional de los Hogares (ENH) de 2015, realizada por INEGI, indica que 2% de los hogares encuestados carece de materiales aptos para una vivienda digna, mientras que el 98% ha sido construido con materiales resistentes (Tabla 14), aunque no desglosa los datos por tipo de material o tipo de vivienda ni permite conocer el porcentaje de uso de dichos materiales en la autoconstrucción (INEGI, 2016 a).

Tabla 14. Características de la construcción de viviendas en México en 2015

Características de los hogares en México	Total
Total de hogares	31,849,822
Paredes	
Frágil	496,379
Resistente	31,353,443
Pisos	

De tierra	880,825
Otro	30,968,828
No especificado	169
Techos	
Frágil	523,190
Resistente	31,326,632

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares. INEGI, 2016.

Partiendo de la hipótesis de la importancia de la demanda de ladrillo en la autoconstrucción y dado que la ENH no muestra información estadística específica de los tipos de materiales resistentes¹² en los hogares, se realizó el reconocimiento visual de la preferencia de ladrillo sobre tabicón gris (ver ejemplo en la Figura 42).

Figura 42. Ejemplo de visualización de imagen urbana para Ecatepec, Estado de México



Fuente: Google Earth, 2016.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 43. En la región norte, la preferencia por ladrillo en las ZAP es "baja" e inclusive "nula", con excepción del estado de Sonora donde se prefiere casi a la par el ladrillo y el tabicón gris. Para la región centro – norte, la preferencia por ladrillo en las ZAP varía desde "baja", en los estados de Nayarit y Querétaro, aunque también destacan Aguascalientes, Jalisco, Michoacán, Sinaloa y Zacatecas con preferencia "alta", hasta "total" en Guanajuato.

Para la región centro, se corroboró con el método de levantamiento visual que la preferencia por ladrillo en ZAP es "muy baja" en los estados de Hidalgo y México y "media" en los estados de Morelos y Puebla; a pesar de que éste último cuenta con la mayor cantidad de productores artesanales a nivel nacional. Finalmente para la región sur, las zonas de autoconstrucción presentan de manera general, una preferencia desde "nula" hasta "muy baja", únicamente los estados de Chiapas y Guerrero destacan por una preferencia "baja" por el ladrillo. La figura 43 muestra estos resultados por estado y su distribución resultante muestra que el uso del tabicón y bloque ha desplazado al ladrillo como material tradicional en algunas regiones del país.

¹² Los materiales frágiles en muros a los que se refiere la ENH son: lámina de cartón, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma y otros. Los materiales resistentes en muros son: madera, adobe, tabique, ladrillo, bloque, piedra, cantera, cemento y concreto.

Figura 43. Preferencia del ladrillo rojo en Zonas de Atención Prioritaria por estado

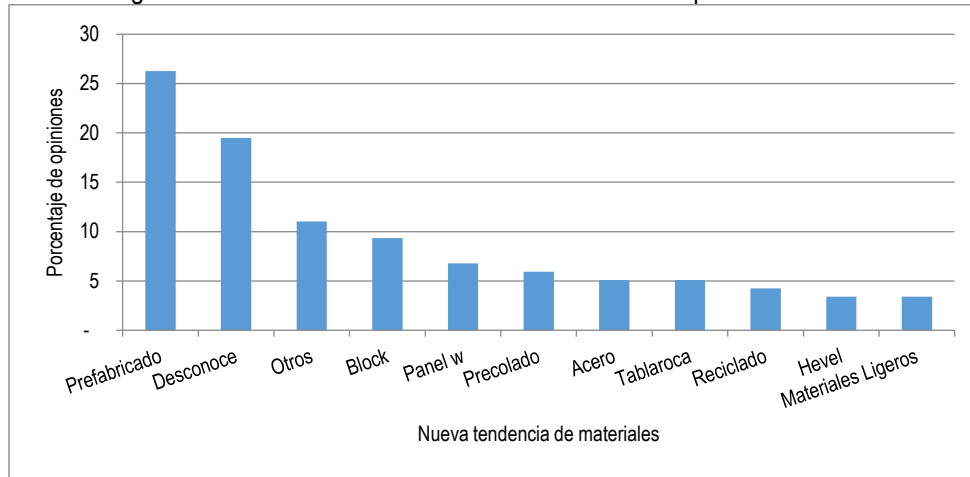


5.3.3 Tendencias en el uso de materiales de la construcción

En el segmento de la construcción realizada por profesionales de la construcción, el 35% de ellos opina que en cinco años podría ocurrir una disminución de la participación del ladrillo artesanal en el mercado, mientras que el 68% de los productores de tabicón y bloque de concreto considera que estos productos pueden reemplazar al ladrillo. En los talleres los participantes reiteraron que, por ejemplo, la construcción de vivienda en serie opta por el uso de tabicones y bloques, o bien, de tabique extruido, en tanto que para construcciones de más de tres niveles de altura, los productos extruidos son más utilizados (Figura 44).

En otros tipos de construcciones, especialmente en tiendas departamentales y hoteles o edificios de gran altura, la tendencia es al uso de nuevos productos como el panel w y la tablaroca, que garantizan el abasto suficiente y oportuno, la ligereza de los materiales, así como la calidad y la rapidez de la construcción. Actualmente, existe una diversidad de materiales utilizados en la construcción que han sustituido, o bien, eliminado el uso del ladrillo artesanal, pero también a los tabicones y bloques, especialmente en las construcciones mencionadas.

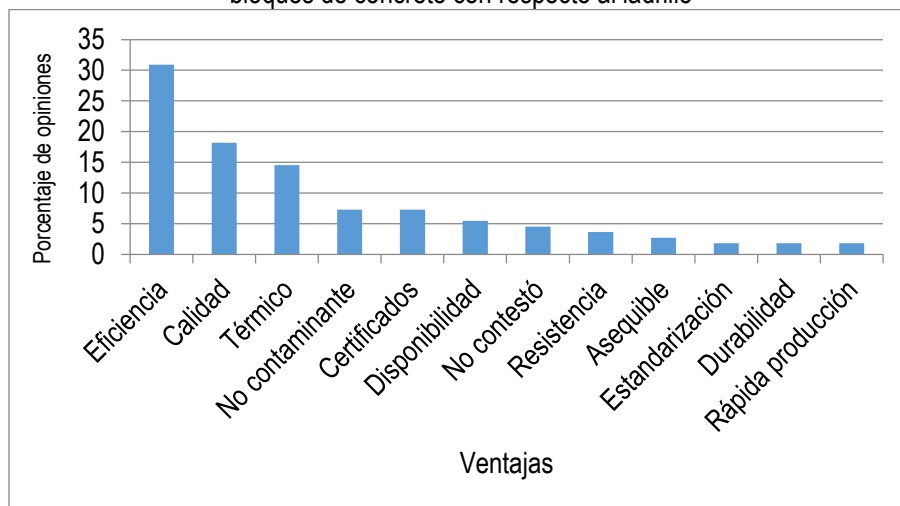
Figura 44. Nuevas tendencias en el uso de materiales para construcción



Fuente: INECC.

Entre las razones por las que el ladrillo se ha rezagado están la mayor contaminación asociada a los hornos utilizados durante su elaboración, la menor eficiencia en la construcción de cada metro cuadrado debido a las dimensiones más pequeñas de cada pieza y la calidad heterogénea (Figura 45). Por otra parte, los tabicones y bloques han comenzado a experimentar innovaciones que pretenden mejorar sus propiedades, e incluso existen empresas grandes que fabrican productos de calidad de exportación. Un ejemplo de esto es el desarrollo de bloques con propiedades térmicas mejoradas que responden a climas extremos, especialmente cuando los muros no colindan con otra construcción. Esta necesidad no parece relevante para climas cálidos-húmedos.

Figura 45. Porcentaje de opiniones que refieren ventajas de tabicones y bloques de concreto con respecto al ladrillo



Fuente: INECC.

Los tabiques extruidos también están sujetos a la tendencia de innovar. Una empresa, ubicada en Monterrey, desarrolla varios productos mejorados, incluyendo un tabique extruido con huecos que compite con el bloque de

concreto 15x20x40 cm, con las siguientes ventajas: 57% menos peso, buen aislamiento térmico, mayor resistencia mecánica y menor tiempo de construcción (Ladrillera Santa Clara, 2016). En entrevista con personal de la empresa (Andrade, 2015) se indicó que ofrecen en Monterrey y áreas circunvecinas tabiques extruidos ligeros en medidas 10, 15 y 20x30x20 cm.

Una de las corrientes a nivel mundial es regresar a la construcción a base de tierra, sin pasar por los procesos de cocción contaminantes. Los BTC son una de las opciones industriales y ya hay empresas dedicadas a producirlos. La Universidad Autónoma de San Luis Potosí en su Laboratorio de Arquitectura de Tierra en la Facultad del Hábitat investiga, por conducto del arquitecto Gerardo Arista, la formulación de arcillas y aditivos para elaborar BTC de 15x30x10 cm con resistencias similares a las que exigen INFONAVIT y FOVISSSTE a los bloques usados en las viviendas y sus propiedades térmicas son superiores a las de los ladrillos y los bloques. A juicio del arquitecto, el uso de este material tiene mejores posibilidades en zonas periurbanas y rurales como ha sucedido en viviendas en el sureste del país, donde incluso se puede adaptar para autoconstrucción. La empresa ITAL MEXICANA ya ofrece toda la maquinaria para producir estos BTC, aunque la clave sigue estando en la formulación de las mezclas de arcillas (Arista-González, 2015).

Otros productos innovadores para la construcción que podrían competir con el ladrillo artesanal en el futuro además de los bloques de tierra compactada son: adobe, bloques de tierra compactada y estabilizada y bloques de arena sintética. Se han construido viviendas con bloques de tierra compactada en Abasolo, Chiapas y en San Miguel de Allende, Guanajuato, con eco-ladrillos (sin explicar) en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco y con fibrocemento en Nogales, Sonora (Erbe, 2011).

Andreas Froese promueve la construcción usando tierra, tierra con cal, tierra con cemento y botellas PET ("biomimética"). Su experiencia en Salinas, fue en la construcción de aulas y tanques de almacenamiento de agua de lluvia (Froese, 2016).

POLEC Industrias, empresa mexicana, creó el polibrick, unidad constructiva fabricada con casi cualquier tipo de suelo combinado con un polímero capaz de crear un ladrillo bajo un concepto de "cemento sintético" que no requiere maquinaria ni cocción. Su mercado meta original fue el productor artesanal para sustituir el ladrillo tradicional con un producto de mejor desempeño ecológico y con amplias posibilidades en la autoconstrucción rural. La evolución de la empresa de 2012 a la fecha, la ha conducido a alianzas estratégicas con instituciones estadounidenses y con miras a atender mercados internacionales. Los formatos de su producto son variados: 20x30x20 cm, 60x30x18 cm, 40x40x20 cm y otros más (POLEC INDUSTRIES, 2016)

Otro caso de innovación detectado es el de la empresa INAMBTEC de Toluca, Estado de México, que actualmente desarrolla tecnología para producir bloques fabricados a partir de basura compactada con la adición de agente aglutinante. La basura es todo el material que resta del proceso normal de recuperación de reciclables. El proyecto continúa con la configuración de la planta de producción y las pruebas de inocuidad y resistencia mecánica de los bloques producidos, por lo que aún no se ofrece el producto en el mercado (Simran-Palacios, 2015).

En una entrevista se recabó información acerca de emprendedores de Morelia que desarrollaron bloques de concreto expandidos con "burbujas" de otro material. Este material es más ligero, se puede producir en piezas más grandes y ofrecer mayor aislamiento térmico (Salgado-Rebollar, 2015).

En el taller realizado en Morelos, el representante de la Empresa Constructora de Morelos S.A. de C.V., describió su producto innovador denominado MUROMOL, que se compone de insumos prefabricados modulares perforados que ofrecen simplicidad en los procedimientos de construcción, capacidad de combinación con otros sistemas

constructivos, aislamiento acústico mejorado y parámetros competitivos de densidad aparente, permeabilidad al vapor de agua y adsorción de humedad. La formulación de sus prefabricados se mantiene como secreto industrial.

En Silao, Guanajuato, la arquitecta Alina Irazú Sandoval, trabaja desde 2009 en el desarrollo del Inter Eco-Tabique hecho de papel reciclado con recubrimientos retardantes de flama. El desarrollo se encuentra aún en fase experimental de nuevas tecnologías de producción, el uso de aditivos ecológicos y la actualización de su plan de negocios. El objetivo es ofrecer un producto con dimensiones compatibles con la producción en serie, con propiedades térmicas superiores, personalizado en colores y su mercado meta es la autoconstrucción y probablemente para diseño de interiores. El precio estimado para salir al mercado estará alrededor de \$1.90 pesos cada pieza (Sandoval, 2015).

En el taller de Puebla los participantes refirieron que existe un tabique sustituto artesanal (TSA), hueco y cocido a altas temperaturas, con dimensiones uniformes de 12x12x24cm, producido mediante extrusión, cuyas características son ser hueco, extruido, cocinado a gas y a altas temperaturas. Entre sus peculiaridades destacan la ligereza (solo 3.1 Kg/pieza), resistencia y rendimiento (30 piezas/m²). Este producto sustituto ya se está usando en vivienda rural construida con subsidios federales en Chiapas, Tabasco, Puebla, Tlaxcala y Oaxaca a un precio de \$3,900.00 el millar.

En el Instituto tecnológico de Celaya se desarrolló un geo polímero que funciona como mortero refractario, permite aumentar su vida útil al ser aplicado al interior de los hornos ladrilleros. Este desarrollo atiende el problema de fracturación de los hornos derivados del uso de los mismos y que tiene consecuencias en disminuir eficiencia de quemado por pérdidas de calor (Instituto Tecnológico de Celaya, 2014). No se tiene conocimiento de la transferencia de esta tecnología.

5.4 Análisis económico de la producción de ladrillo

En el diagnóstico nacional del sector ladrillero artesanal publicado en 2012 se cita que la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI) previó en ese año un mejor comportamiento del sector de la construcción en el período 2012 a 2018, con base en la propuesta federal de invertir montos para el desarrollo de vivienda similares a los que se dieron en 2007, de tal manera que en 2018 se logre una meta aproximada del doble del financiamiento otorgado en el periodo 2001 – 2006 .

La evolución de la inversión en el desarrollo de vivienda, mostrada en la figura 46 (INEGI, 2016), indica una tendencia a la baja desde 2007 hasta el primer trimestre de 2016. En ese último trimestre, el sector de la construcción mostró una leve mejoría debida al dinamismo en las regiones centrales de México, tanto por obra pública como por construcción privada.

A nivel región, el sector de la construcción en el centro norte¹³ del país retomó su tendencia positiva durante el trimestre antes citado, en la que influyeron algunos programas federales para la vivienda, mientras que la región sur¹⁴ frenó la trayectoria descendente que registró desde 2014. Para la región norte¹⁵ el sector mostró una

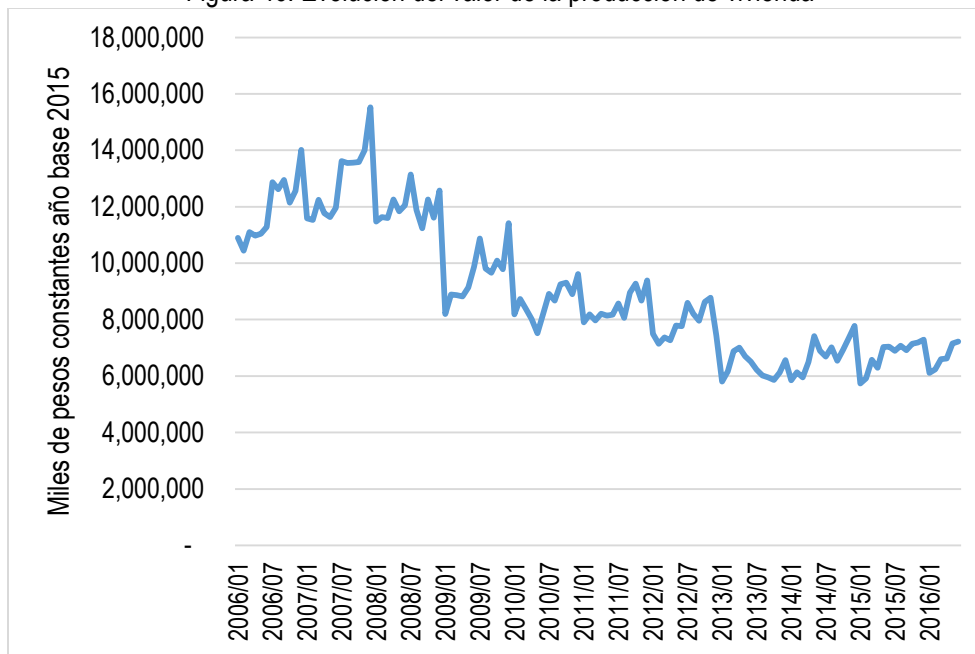
¹³ Región centro norte: Aguascalientes, Baja California Sur, Colima, Durango, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas

¹⁴ Región sur: Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán

¹⁵ Región norte: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas

desaceleración en su tendencia de crecimiento, ya que comenzó el año con un incremento de 2% y concluyó el trimestre sin cambio en su respectiva tasa. En la región centro¹⁶ la construcción del viaducto elevado de Puebla y la reparación del Sistema Cutzamala fueron factores que fortalecieron el sector, en el período señalado. El primer trimestre de 2016 la obra privada se reactivó en todas las regiones excepto en la sur por el desempeño desfavorable del sector petrolero (BANXICO, 2016).

Figura 46. Evolución del valor de la producción de vivienda



Fuente: Encuesta Nacional de Empresas constructoras, INEGI, 2016.

La Dirección de Estudios Económicos de la Vivienda de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) pronostica en su informe de demanda de vivienda que en 2016 se otorgarán 39,700 créditos para adquisición de vivienda lo cual significa una disminución de 6.5% respecto a 2015, debido a la situación macroeconómica del país aunado a la toma de decisiones en materia de política monetaria orientadas al control de la inflación mediante el incremento de la tasa de interés de referencia, lo que conlleva a limitar el consumo mediante crédito, incluyendo la adquisición de deuda en el sector inmobiliario. En contraste, los créditos para la autoconstrucción mostrarán un incremento del 15.2%, debido a los nuevos programas de apoyo al sector popular, con lo cual la política pública de apoyo a la vivienda adquiere una orientación de carácter social (SHF, 2016).

Según el informe mencionado, en 2016 se esperan otorgar 1,166,872 créditos, de los cuales la banca privada contempla 105,000 para la adquisición, 10,000 para el mejoramiento y 3,500 para la autoconstrucción. No se dispone de información para confirmar cuáles de las soluciones crediticias están más ligadas a la demanda de ladrillo, pero de acuerdo a las opiniones recibidas en los talleres realizados en seis estados de la República¹⁷ podrían ser las relacionadas con la vivienda de clase media y la autoconstrucción.

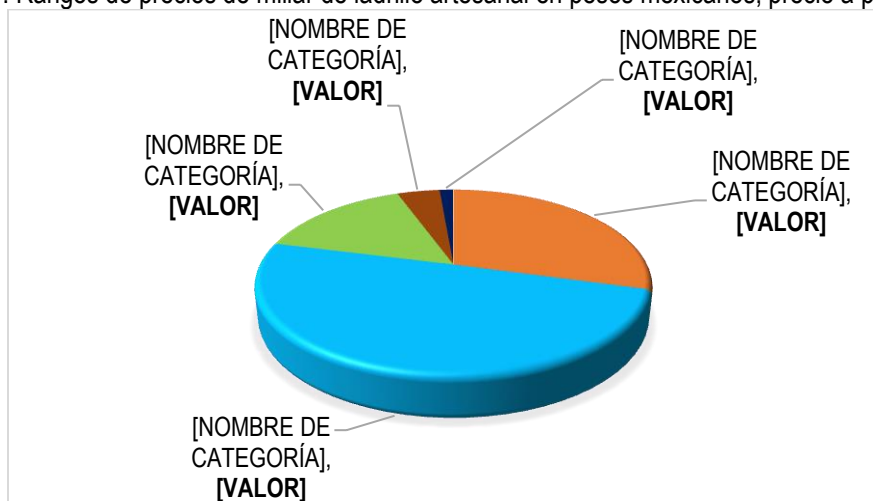
¹⁶ Región centro: Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos, México y Ciudad de México

¹⁷ Hidalgo, Puebla, Morelos, Estado de México, Jalisco y Guanajuato.

5.4.1 Precio del producto

El precio de ladrillo artesanal oscila desde \$800.00 pesos hasta más de \$2,500.00 pesos por millar (Figura 47) y ello se debe a los niveles de oferta y demanda que caracterizan a cada región, como ejemplo se encuentran los estados de Guanajuato y Puebla, en los cuales existe una mayor oferta, lo que genera un excedente en el mercado, ante dicha circunstancia se obtienen precios menores a los que se oferta el bien; en contraste en los estados de Morelos y Tlaxcala, existe escasez del producto lo que genera un mayor precio debido a la menor oferta del bien.

Figura 47. Rangos de precios de millar de ladrillo artesanal en pesos mexicanos, precio a pie de horno



Fuente: INECC.

Para conocer la relación entre el precio y el peso del ladrillo, se realizó el análisis de correlación múltiple por medio del cual se obtuvo el coeficiente de correlación, con valor de 0.4; mismo que demuestra que el nivel de interrelación lineal entre la cantidad producida por cada productor y el peso del producto tienen una débil correlación con el precio del bien; por lo tanto el peso del ladrillo no determina el precio del bien.

Los testimonios obtenidos en los talleres revelan que un factor de carácter estacionario que afecta al precio es la temporada de lluvia, debido a que limita la oferta del ladrillo que, al convertirse en un bien escaso, incrementa su valor. Para comprobar lo anterior se consultó a los ladrilleros de la localidad de El Refugio en León durante agosto de 2016 (época de lluvias), quienes coincidieron que el precio del ladrillo se encontraba entre \$1,500.00 y \$1,600.00 pesos por millar, mientras que en época de secas el precio cae aproximadamente a \$1,400.00 y \$1,500.00 pesos el millar.

5.4.2 Análisis de la función de producción

El análisis microeconómico, para el caso de estudio de los productores de ladrillo artesanal en cuanto a la función de producción, se basa en los supuestos teóricos marginalistas¹⁸; la estructura de mercado a la cual se enfrenta el productor de ladrillo se asemeja a un mercado competitivo, dicha característica es considerada como supuesto debido a la existencia de variables exógenas en la interacción del mercado que limitan el alcance estricto del análisis del mercado competitivo que se caracteriza por: 1) existencia de un gran número de productores, consumidores e intermediarios, los cuales toman sus decisiones de manera independiente; 2) los bienes producidos y comercializados son homogéneos para el fin de uso, lo que implica que son sustitutos perfectos y que no existe una diferenciación entre ellos, siempre y cuando sean de regiones geográficas similares; 3) cada uno de los productores tiene un poder reducido de mercado para fijar el precio, pues en el caso de que intentaran subirlo, los consumidores acudirían a otro oferente por el mismo bien y caso contrario, los demás productores lo bajarían hasta obtener beneficios nulos.

En un mercado competitivo es importante realizar ajustes de los factores dentro de la función de producción; en un supuesto de incremento de los factores, ya sea de capital o trabajo, dado el caso que la demanda incremente, la "empresa" o unidad productiva elige la cantidad de producción óptima que pueda satisfacer al mercado y obtenga los beneficios óptimos; en caso contrario, ésta reduce los factores de producción ante una contracción de la demanda; en el anterior supuesto al corto plazo la empresa elige disminuir la cantidad de fuerza laboral, ajusta la producción y elige la cantidad que reporte mayores beneficios.

La función de producción de Cobb – Douglas (Bellod-Redondo, 2011) se compone a partir de la fuerza laboral y capital, el conjunto de los factores determina la cantidad de producción y el factor de productividad, que a su vez muestra el potencial crecimiento de la producción, dados los incrementos respectivos en los factores de producción.¹⁹

Mediante las encuestas realizadas a los productores de ladrillo artesanal, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 15 para el cálculo de A (factor de la productividad), α y β , en la que se aprecia que la combinación de los factores de la fuerza laboral y del capital a nivel nacional, clasifica a los estados de Hidalgo y Jalisco con un parámetro de productividad menor que el promedio nacional, dicha desventaja se debe a la alta participación de la fuerza laboral en el proceso de producción; los estados de Guanajuato, Estado de México y Puebla tienen una combinación más adecuada de los factores, lo que permite tener un mejor parámetro de productividad en comparación con el promedio nacional.

¹⁸ La teoría marginalista analiza los beneficios obtenidos por el productor, los costos de producción como también la utilidad que el consumidor adquiere partiendo del principio del análisis del cambio en la unidad, en la unidades productoras se estudia los cambios marginales en la producción, los costos por la producción de una unidad más, como también los ingresos generados por la venta de una unidad más (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

¹⁹ En un caso similar, (Cortázar-Martínez & Montaña-Raygoza, 2011) se aplicó la función de producción Cobb – Douglas a la producción de algodón en el Valle de Juárez en el estado de Chihuahua en México, que tiene como propósito del uso eficiente los factores de producción para futuros proyectos, lo que les permitió obtener conclusiones acerca de la participación específica de la fuerza laboral y el capital de trabajo en la producción, con ello tomar decisiones sobre futuras inversiones canalizadas hacia el factor que este vulnerable dada la situación del mercado.

En el caso de Guanajuato se aprecia que la combinación de factores de producción le permite tener los más altos índices de productividad a nivel nacional, ya que en un escenario de incremento del 10% del capital, la producción podría incrementar en promedio 7.1%, casi el triple que si se interviniera en un incremento de la fuerza laboral.

El estado con mayor elasticidad de la fuerza laboral es Puebla; bajo un escenario de incremento del 10% en el factor de la misma y manteniendo el factor de capital constante, existiría un crecimiento promedio de 3.3% de la producción de ladrillo. Por otra parte un aumento del 10% en el factor capital manteniendo la fuerza laboral constante, se obtendría un aumento promedio del 6.7% en la producción. Dichos escenarios de incremento a algún factor de la producción permite analizar la participación de la fuerza laboral o el capital, como también permite aproximar los beneficios que se obtendrían mediante la modificación positiva de algún factor de la producción.

Tabla 15. Análisis de parámetros de los factores de productividad, fuerza laboral, capital

Estado	Parámetros		
	A	α	β
Estado de México	2.13	0.29	0.69
Jalisco	1.92	0.31	0.69
Guanajuato	2.2	0.27	0.71
Puebla	1.98	0.33	0.67
Hidalgo	1.6	0.31	0.71
Nacional	1.97	0.31	0.69

Fuente: INECC.

Una combinación productiva óptima entre capital y fuerza laboral, sería aquella en la que los costos pudiesen reducirse en el corto plazo, es decir, a partir de la adopción de tecnología sin dejar de lado el incremento proporcional de la fuerza laboral especializada, para poder obtener rendimientos marginales crecientes con reducción del costo total de producción.

5.4.3 Elasticidad precio-oferta ante los cambios de temporada climática

Para el cálculo de la elasticidad precio-oferta (EPO) se analizaron los movimientos de precios que ocurren al cambio de temporada de lluvias y secas; cuando inicia la temporada de secas comprendida por los meses de enero a mayo y septiembre a diciembre, mejoran las condiciones para mantener una alta capacidad de producción debido a las facilidades tanto para la adquisición de materia prima como para la elaboración de ladrillo, por lo que deciden producir la máxima capacidad dadas la combinación de los factores capital y trabajo y la demanda de ladrillo en la temporada.

El segundo momento es la llegada de la temporada de lluvias en el periodo junio - agosto, cuando el productor se encuentra imposibilitado para producir con la máxima capacidad, por lo cual opta por reducir la cantidad de producción, dados los altos costos para el proceso de combustión y las dificultades para la elaboración del ladrillo crudo.

La elasticidad precio de la oferta se define por la variación porcentual de la cantidad ofertada dividida por la variación en el precio; un mercado competitivo muestra elasticidad en su comportamiento, debido a que el productor se encuentra incentivado para realizar la *i-ésima* cantidad dado el incremento en el precio del bien (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

El resultado del análisis descrito en la metodología determinó la existencia de inelasticidad precio-oferta asociada a variaciones en la temporada climática, ya que los productores no responden con un incremento en su producción ante el incremento en el precio, debido a dos principales razones: primera, la falta de capacidad de respuesta al mercado con un incremento de producción en temporada de secas, por causa de la falta de capital o fuerza laboral; segunda, la temporada de lluvia limita la capacidad de producción debido a que el proceso de elaboración se realiza en un área sin techado tanto para el horno como para la zona donde se realiza el mezclado de arcillas, para dicha eventualidad los productores laboran cuando las probabilidades de lluvia son bajas durante el día; en la tabla 16 se muestran las elasticidades de los productores correspondientes a cada estado analizado.

Tabla 16. Elasticidad precio de la oferta por estado en temporada de secas y lluvias

Estado	Elasticidad precio de la oferta en secas	Elasticidad precio de la oferta en lluvias
Puebla	0.11	0.03
Guanajuato	0.21	0.08
Estado de México	0.27	0.10
Jalisco	0.46	0.07
Morelos	0.12	0.03
Hidalgo	0.17	0.09
Nacional	0.22	0.06

Fuente: INECC.

La insensibilidad de respuesta del productor dado un incremento en el precio no es un caso aislado de un estado sino es contemplada a nivel nacional partiendo de dicha observación que caracteriza a los estados se muestra una ligera diferencia en la capacidad de respuesta de la oferta del bien en el estado de Puebla ya que tiene una elasticidad más alta entre los estados analizados, misma que puede asociarse a la mejor combinación de fuerza laboral lo que permite satisfacer al mercado ante variaciones en el precio y/o porque es el principal estado productor de ladrillo.

Los estados productores de ladrillo artesanal estudiados, se caracterizan por responder al mercado con una baja elasticidad tanto en las temporadas de secas y de lluvias, esto se debe a la baja participación de los factores de producción; por ejemplo, en cuanto a la baja participación de la fuerza laboral se encuentra Guanajuato; Puebla se caracteriza por una baja participación del capital; Hidalgo muestra baja productividad de los factores. Las anteriores limitantes en los factores de manera aislada como también en conjunto, responden a la baja sensibilidad de reacción de la cantidad ofertada por los productores en cuanto a la variación positiva del precio.

Por lo anterior, la mayor elasticidad encontrada en Puebla significa que el éxito de un proyecto piloto de modernización en el estado estaría condicionado a mantener el precio de venta, o bien a obtener una subvención

gubernamental o precio de garantía, para cubrir el diferencial del precio real de producción (a corto plazo) contra el precio del mercado.

5.4.4 Modelo logístico aplicado a la función de oferta del ladrillo artesanal

Con base en el análisis realizado, se considera a un productor con posibilidades de permanecer en el mercado aquel que oferte más de 20 millares de ladrillo al mes, utilizando como referencia que el 54% de los productores realizan quemas por encima de la cantidad mencionada, con ello se puede inferir que dicha producción es considerada como dominante en el mercado debido a que cuenta con mayor capacidad de capital como de fuerza laboral, aunado a que con dichas características los productores pueden resistir escenarios poco favorables generados por el mercado.

La obtención de los coeficientes de la tabla 17, surgen del análisis del capital utilizado (tecnología utilizada en el proceso de mezclado y combustión) en el proceso de producción; la fuerza laboral se determinó por el número de familiares o empleados que intervienen en la unidad productora; la ubicación del horno es considerada en cuanto a la cercanía con el lugar de residencia del productor ya que reduce costos indirectos.

Tabla 17. Coeficientes del modelo probabilístico de oferta

Coeficientes	Valor obtenido
α	-1.52
β_1	0.17
β_2	0.33
β_3	0.51
β_4	0.97

Fuente: INECC.

A partir de los resultados puede indicarse que la intervención de la fuerza laboral en el proceso de producción es vital en la producción artesanal, pero el incremento en la misma no contribuye a una mejora en la competitividad de la unidad productora de ladrillo artesanal, si no es complementada por un incremento en conjunto con el capital, descrito principalmente bajo este análisis por la herramienta utilizada en el mezclado, la realización de la producción cerca o en su domicilio y la intervención de tecnología en el proceso de combustión.

La contribución marginal obtenida para los factores de capital analizados sobre la variable dependiente de producción se describe por el 23% en cuanto a la herramienta utilizada en el proceso de mezclado de arcillas y conformación del ladrillo artesanal crudo, 12% en cuanto a la ubicación del horno, 4% en la fuerza laboral, 8% en la tecnología utilizada en el proceso de combustión; conforme a la iteración de los factores de producción tiene una mayor representatividad la participación del capital que la fuerza laboral, lo cual contribuye a una posibilidad mayor del productor por ofertar una cantidad competitiva en el mercado; el productor que tenga mayor participación de capital en su función de producción tendrá mayor probabilidad de mantenerse en el mercado.

El análisis de la función de producción se complementa con el presente modelo de predicción, ya que muestra la probabilidad de que para un productor, dado un cambio en los factores de producción mencionados, principalmente capital, utilizados en el proceso de mezcla y quemado aunado a la ubicación del horno, pueda permanecer en el mercado mediante la oferta mayor a veinte millares de ladrillos.

5.4.5 Elasticidad Precio de la demanda del ladrillo, bloque, tabique extruido y tabicón

La elasticidad precio de la demanda (EPD) es el cambio proporcional de la cantidad demandada dividido por el cambio proporcional en el precio del bien; dicha elasticidad muestra la respuesta de la demanda del bien que se pretende adquirir ante el cambio en el precio del mismo. Se analizaron los materiales que componen los muros como bloque, ladrillo artesanal, tabique extruido y tabicón. La elasticidad calculada es el promedio a nivel nacional, de acuerdo a cada tipo de material demandado, los casos estudiados muestran una elasticidad perfectamente inelástica (Tabla 18). La inelasticidad observada demuestra que los materiales para la construcción seguirán siendo demandados a pesar de que existan incrementos en el precio al corto y mediano plazo.

Las principales causas de las inelasticidades observadas en la demanda son: la necesidad del consumidor para continuar la construcción, el abasto continuo del mismo material con el que se comenzó la construcción, los términos de especificación en el contrato de la construcción, la temporada de construcción, entre otros.

Tabla 18. Elasticidad precio de la demanda de los materiales para la construcción a nivel nacional

Material	Elasticidad precio de la demanda nacional
Ladrillo	0.01
Bloque 15 x 20 x 40	0.00
Bloque 12 x 20 x 40	0.00
Bloque 10 x 20 x 40	0.00
Tabique extruido	0.00
Tabicón	0.00

Fuente: INECC.

La inelasticidad observada en el ladrillo con valor de 0.01 no se considera un caso aislado sobre los demás, la particularidad de tener un valor mayor de elasticidad, se considera por que los productores son precio-aceptantes, lo que permite que la demanda ejerza cierto control sobre el precio.

El productor de ladrillo artesanal se encuentra en un mercado de competencia perfecta caracterizado por ser precio-aceptante que tiene limitantes de capital para poder realizar la venta al consumidor final considerado como constructor, mismo que demostró caracterizarse por tener una demanda inelástica; el intermediario obtiene el beneficio económico al realizar la compra-venta del bien, por una parte se beneficia del mercado competitivo por la posibilidad de obtención del precio más bajo y por otra parte de beneficia de la inelasticidad del consumidor final.

5.4.6 Modelo logístico binario aplicado a la demanda de ladrillo

Una aproximación para la adquisición de ladrillo artesanal, con sustento en la teoría del consumidor²⁰, es una curva de indiferencia de sustitutos perfectos, la cual se puede representar en dos momentos: el primero cuando el productor elige utilizar un tipo de material en específico entre una cesta de bienes de consumo que utilizará durante la construcción y segundo, ante la escasez del bien consumido con el que comenzó la obra, por lo que el constructor tiene una segunda oportunidad de elegir otro tipo de producto entre la cesta de bienes de materiales para la construcción; dicha consideración parte de que el mercado de materiales de construcción ofrece una amplia gama de opciones de consumo, lo que convierte al ladrillo en un bien sustituible, por lo cual el consumidor tiene libertad de adquirir la cesta que genere mayor utilidad.

Con los coeficientes obtenidos que se muestran en la tabla 19 se analizó la participación de la toma de decisión de los consumidores ante el consumo de ladrillo artesanal; la opinión sobre el consumo de ladrillo artesanal dada la tradición representa un valor marginal del 39%, lo que representa una fortaleza en cuanto a la decisión de compra influenciada por la cultura; por otro lado el ladrillo se encuentra ante el reto de poder mantenerse en el mercado dada la existencia de materiales sustitutos que han adquirido mayor fuerza en el consumo, como es el bloque mismo que tiene una participación marginal negativa de 29% en función de la decisión de la compra de ladrillo artesanal; las variables de calidad y eficiencia se presentan como un reto en cuanto a la mejora del ladrillo artesanal, ya que los consumidores tienden a disminuir en valores marginales de 21% en calidad y 36% de eficiencia en cuanto a la decisión de compra de ladrillo artesanal en comparación con los bienes sustitutos.

Mediante el uso de las variables descritas se obtuvo la aproximación probabilística la cual predice un 71.2% por ciento de los casos que se pretendan analizar, por lo que permite conocer la influencia en las variables seleccionadas y con ello conocer el comportamiento del consumidor de materiales de la construcción.

Tabla 19. Coeficientes obtenidos para el modelo probabilístico de demanda

Coeficientes	Valor obtenido
α	2.27
β_1	2.31
β_2	-1.54

²⁰ La teoría del consumidor está centralizada en analizar el comportamiento del consumidor y sus diferentes elecciones entre el mercado de bienes y servicios (Varian, 2010): dada la amplitud de bienes ofrecidos en el sistema capitalista, el consumidor elige una cesta que represente mayor utilidad. El principio de utilidad se refiere en sentido amplio, al bienestar que se genera en el consumidor al realizar la adquisición de la cesta óptima, dadas sus preferencias para satisfacer sus necesidades de compra. En el modelo teórico de utilidad ordinal, no se asigna un valor en concreto a la cesta elegida, por lo tanto se realiza la comparación entre las diferentes elecciones de cestas.

El consumidor selecciona la cesta óptima que reporte mayor utilidad; existen bienes que el consumidor elige dadas sus propiedades, en este caso categóricas, para ello realiza una comparación entre los diferentes bienes que conformarán la cesta que genere mayor utilidad, para lo cual parte del principio de jerarquización, según el cual el consumidor elige una cesta independientemente de la otra. Por otra parte el consumidor se enfrenta a una restricción presupuestaria, por lo que limita la elección del bien no sólo por su preferencia categórica sino por la limitante adquisitiva.

β_3	-0.93
β_4	-1.54

Fuente: INECC.

5.4.7 Elasticidad cruzada de la demanda

La cesta de bienes demandados por el sector de la construcción se elige dada su restricción presupuestaria y la elección de bienes que mayor utilidad representen; la demanda por parte del consumidor también parte de sus gustos y preferencias dependiendo del lugar donde se localice la obra. Ante esta situación, el ladrillo artesanal tiende a ser un bien sustituto o complementario de otros bienes contra los cuales se compara.

Es por ello que se realiza un análisis de complementariedad y sustituibilidad del ladrillo en comparación con el bloque con medidas 12x20x40 cm, dicho análisis tiene su fundamento económico mediante el cálculo de la elasticidad cruzada de la demanda que mide la respuesta de la demanda del ladrillo dado un cambio en el precio del bloque seleccionado. Para lograr la aproximación nacional, se segmentan las entidades federativas de México en las cuatro zonas económicas: Norte, Centro Norte, Centro y Sur.

Mediante el cálculo de la elasticidad cruzada, se definen si los bienes son complementarios o sustitutos; los bienes complementarios se identifican por tener un valor de elasticidad menor a 0, mientras que los bienes sustitutos tienen un valor de elasticidad mayores a 0 (Gould & Lazear, 1994).

En la región Norte, Centro Norte y Sur la elasticidad cruzada de la demanda determina al ladrillo artesanal como un bien complementario (Tabla 20), es decir su consumo va acompañado del bloque 12x20x40 cm, por lo cual si sube el precio del bloque, cae la demanda de ladrillo. En la región centro la elasticidad cruzada de la demanda determina al ladrillo artesanal un bien sustituto debido a que a un incremento en el precio del bloque, incrementa la demanda de ladrillo artesanal. Dicha aproximación parte de las curvas de indiferencia que experimenta cada productor entre las cuales son sustitutos, lo que permite elegir al consumidor entre el ladrillo artesanal y bloque, lo que genera la misma utilidad al momento de decidir, dada la situación del incremento en el precio.

Tabla 20. Elasticidad cruzada de la demanda por región

Promedio por región	Elasticidad cruzada de la demanda	Tipo de bien
Norte	-0.14	Complementario
Centro	1.08	Sustituto
Centro Norte	-0.44	Complementario
Sur	-0.02	Complementario

Fuente: INECC.

En la figura 48 se observa el caso de complementariedad de la región norte, en dónde se identifica el uso en conjunto del bloque y el ladrillo artesanal; la cesta elegida en dicha región aunada a la centro norte (Figura 49) y sur (Figura 50); es claro que el ladrillo artesanal no funge como decisión primordial por el consumidor sino que utiliza el bloque para la realizar la obra.

Figura 48. Región norte: caso de complementariedad del ladrillo artesanal con respecto al bloque 12x20x40 cm

REGIÓN CENTRO NORTE

ESTADO	Sonora	ZAP No.	2603000016639
MUNICIPIO	Hermosillo	DOMICILIO	Manlio Fabio Beltrones/Laura A. Frías



Fuente: INECC.

Figura 49. Región centro norte: caso de complementariedad del ladrillo artesanal con respecto al bloque 12x20x40 cm

REGIÓN CENTRO NORTE

ESTADO	Aguascalientes	ZAP No.	0100100014113
MUNICIPIO	Aguascalientes	DOMICILIO	Calle Pie De La Cuesta (Vista Inferior)



Fuente: INECC.

Figura 50. Región Sur: caso de complementariedad del ladrillo artesanal con respecto al bloque 12x20x40 cm

REGIÓN SUR

ESTADO	Chiapas	ZAP No.	0710100012552
MUNICIPIO	Tuxtla Gutiérrez	DOMICILIO	Calle Pompochuti Oriente/ Calle Pompochuti Poniente



Fuente: INECC.

En el caso de la sustituibilidad se identifica a la zona centro (Figura 51), en dónde se elige el bloque o el ladrillo artesanal para la realización de la obra; ante dicha situación el consumidor determina el consumo del ladrillo artesanal con base en la variación del precio del bloque, dada dicha variación el consumidor elige realizar la obra con ladrillo artesanal si el precio del bloque incrementa y decide adquirirlo si el precio del mismo disminuye.

Figura 51. Región norte: caso de sustituibilidad del ladrillo artesanal con respecto al bloque 12x20x40 cm

REGIÓN CENTRO

ESTADO	México	ZAP No.	1503300014053
MUNICIPIO	Ecatepec de Morelos	DOMICILIO	Calle Acolman/Calle Villa Guerrero



Fuente: INECC.

5.5 Marco regulatorio y programas de apoyo

En la legislación ambiental mexicana no se indica específicamente a cuál de los tres niveles de gobierno le compete la regulación de las actividades de manufactura artesanal, por lo que es necesario hacer una interpretación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. En este sentido conviene recordar que la fabricación artesanal de ladrillo rojo transforma una serie de materias primas para dar lugar al producto final, o bien que se puede definir como el proceso productivo en el cual la técnica manual creativa, produce individualmente bienes o servicios (Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, 2012).

De lo anterior se asume que la producción artesanal de ladrillo es un proceso industrial, en el entendido que un establecimiento comercial y de servicios será aquel en el cual sólo se comercialicen productos y/o se presten servicios sin tener procesos de transformación.

Con base en la distribución de competencias (H. Congreso de la Unión, 2016); de acuerdo con los Apartados III y IX del Artículo 7 del Capítulo II basado en la distribución de competencias de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), corresponden a los Estados la prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como la formulación, expedición y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico del territorio a que se refiere el Artículo 20 BIS 2 de la citada Ley, con la participación de los municipios respectivos. En el artículo 8 se establece como competencia del municipio "La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios".

A los estados corresponde la prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas industriales, de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, mismo que en su Capítulo V, Artículo 50, de las medidas de control y de seguridad y sanciones, establece que las infracciones en asuntos de competencia de las Entidades Federativas y de los Municipios, serán sancionadas administrativamente por las autoridades estatales, municipales dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales.

Por otro lado, en materia de Ordenamiento Ecológico del Territorio la LGGEPA define las competencias del estado y los municipios en los artículos 20 BIS 2 Y 20 BIS 4 respectivamente, que establecen que corresponde a los estados la formulación, expedición y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico del territorio estatal y compete a los municipios la formulación y expedición de los programas de ordenamiento ecológico local, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo.

Se llevó a cabo la revisión de los instrumentos jurídicos en materia ambiental, incluyendo los programas de mejoramiento de la calidad del aire en los estados de la Megalópolis y además Jalisco y Guanajuato. También se consultaron los instrumentos de obra pública y construcción para los estados de la República disponibles para consulta.

5.5.1 Regulaciones ambientales y de la construcción relativas al tema de las ladrilleras

Se detectaron tres normas técnicas ambientales referentes a las ladrilleras, un reglamento estatal con un capítulo específico y cuatro reglamentos municipales:

- 1) Hidalgo, NTEE.COEDE-002/2000, que establece los requisitos, especificaciones y procedimientos que deben reunir en el territorio estatal los hornos para la elaboración de piezas fabricadas con arcillas, incluyendo actividades de instalación, operación, reubicación y extracción de su materia prima. (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2010).
- 2) Guanajuato, NTE-IEG-001/2010, que establece las condiciones para la ubicación y operación de fuentes fijas con actividad artesanal para la producción de piezas elaboradas con arcilla, misma que abrogó a la NTE-IEG-001/1998 (Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, 2012). Esta norma resultó muy restrictiva pues marca que el combustible debe ser gas cuando las ladrilleras se encuentran a menos de tres kilómetros de la zona urbana. No se tienen evidencias de que esta norma se esté cumpliendo.
- 3) Michoacán, Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo, en el cual se establece un apartado específico para ladrilleras (Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2005).

Los tres instrumentos señalados se enfocan en la regulación de la ubicación, tipos de combustibles y materias primas.

Se encontraron también los siguientes instrumentos normativos a nivel municipal:

- 1) Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Reglamento que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la instalación y reubicación de ladrilleras, así como las condiciones para la operación de las mismas en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco (H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, 2016).
- 2) Tonalá, Jalisco. Reglamento de ecología para el municipio de Tonalá, que estable las medidas necesarias en materia de protección al ambiente, equilibrio ecológico, residuos sólidos municipales, bancos de materiales, ladrilleras, hornos en general, uso y manejo de la vegetación municipal, de las aguas y la protección a los animales, con el fin de incrementar la calidad de vida de la población de Tonalá (H. Ayuntamiento de Tonalá, 2016 a)
- 3) Aguascalientes, Aguascalientes. Código Municipal de Aguascalientes, en el cual se especifica en su Artículo 507 que se deberá contar con el permiso de funcionamiento para ladrilleras o alfarerías que expide la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SEMADESU), para la instalación y funcionamiento de las mismas (H. Ayuntamiento de Aguascalientes, 2016).
- 4) San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. Aprobó el 9 de noviembre de 2016 su Reglamento de las Ladrilleras en el Municipio de San Pedro Tlaquepaque, que regula la instalación y operación de ladrilleras, priorizando la protección del ambiente y el manejo sustentable de los recursos naturales que garanticen mejores

condiciones de calidad de vida y salud pública para los habitantes (H. Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque, 2016).

El Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato publicó en 2010 el documento "Acciones para el fortalecimiento del sector ladrillero en Guanajuato", el cual plantea desde un punto de vista intersectorial la atención a las ladrilleras, abarcando aspectos de desarrollo económico, desarrollo social, aspectos ambientales, de salud y educativos (Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, 2016).

Los programas de gestión para mejorar la calidad del aire (PROAIRE) para los estados de Puebla y Jalisco, así como los de las zonas metropolitanas de León-Purísima del Rincón-San Francisco del Rincón-Silao y el de Salamanca-Celaya-Irapuato en Guanajuato, además del PROAIRE del Valle de Toluca y del Valle de México en el Estado de México, establecen medidas específicas enfocadas al fortalecimiento del sector ladrillero referentes al mejoramiento de tecnología, uso de combustibles más limpios, reubicación e impulso a instrumentos normativos para su regulación en cuanto al quemado y la ubicación principalmente (Tabla 21). La mayoría de los PROAIRE coinciden en la necesidad de realizar inventarios de emisiones de ladrilleras y, en la sensibilización sobre su impacto ambiental y en las medidas de comando y control.

Tabla 21. Programas de gestión para mejorar la calidad del aire (PROAIRE)

PROAIRE	Medidas relacionadas con ladrilleras
Programa de Gestión de la Calidad del Aire del Estado de Puebla 2012-2020	La medida 14 del programa propone regular las actividades de elaboración de ladrillo con el objetivo de reducir las emisiones. Entre sus actividades incluye: firmar un convenio de colaboración para mejorar el proceso de fabricación, promover las tecnologías que mejoren la combustión y publicar una norma técnica ambiental estatal.
Programa para Mejorar la Calidad del Aire. Valle de Toluca, 2012-2017	La medida 16 establece las alternativas tecnológicas para el tratamiento y control de contaminantes atmosféricos en hornos ladrilleros y talleres de alfarería. Incluye actividades de financiamiento, investigación para la reconversión tecnológica y la elaboración de una norma técnica ambiental.
Programa para Mejorar la Calidad del Aire. Jalisco 2011-2020	Se señala un número de ladrilleras que supera las 2000 para todo el estado. La medida 21 propone regular las actividades de elaboración artesanal de ladrillos y crear un programa para que los productores apliquen las mejores prácticas en las ladrilleras. Entre las actividades incluye la elaboración de una norma técnica ambiental, implementar tecnologías para mejorar la combustión, un estudio costo-beneficio para conformar un parque ladrillero, reubicar las ladrilleras y promover la fabricación de ladrillos orgánicos.
Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de León, Purísima del Rincón, San Francisco del Rincón y Silao, 2013-2022	En la estrategia 2 de reducción y control de emisiones en fuentes específicas, el programa incluye la medida 6 aplicable al sector ladrillero artesanal, con enfoque en la regulación del uso del suelo y la elaboración de un diagnóstico para precisar las acciones detalladas a realizar.
Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del aire de Salamanca, Celaya e Irapuato, 2013-2022	Este programa no tiene una medida dedicada al sector ladrillero, por lo que las actividades pertinentes quedan comprendidas en la medida 11 de regulación, vigilancia e inspección de fuentes fijas y la medida 14 de reducción de compuestos orgánicos volátiles en fuentes fijas y de área.

Fuente: INECC.

5.5.2 Regulaciones en materia de construcción

Otros instrumentos jurídicos estatales y municipales relacionados con la construcción, y que hacen mención al ladrillo o a las ladrilleras, se muestran de la tabla 22 a la tabla 25. Destacan los casos de los municipios de Zapotlán el Grande y Ameca en Jalisco, que especifican el tamaño del ladrillo, así como el municipio de Puerto Vallarta que especifica el uso para elementos constructivos que inciden en la imagen urbana. También en tres reglamentos de los municipios de Salvatierra, Silao y Tarimoro, se vinculan regulaciones para las ladrilleras.

Tabla 22. Reglamentos de construcción que hacen referencia al ladrillo o a las ladrilleras

Instrumento jurídico	Aspecto considerado			
	Especificaciones de producto	Definiciones aplicadas a ladrillos	Especificaciones de uso del ladrillo	Regulación de ladrilleras
Estado de Hidalgo				
"Reglamento de Construcciones del Municipio de Pachuca de Soto, Estado de Hidalgo"	No	No	Muros de mampostería	No
Estado de Puebla				
"Reglamento de Construcciones para el Estado de Puebla"	No	No	Muros divisorios 14 cm y 28 cm en medianeras	No
"Reglamento de Construcciones para el Municipio de Tehuacán" (Puebla)	No	No	Muros de 28 cm de espesor en depósitos de sustancias y materiales explosivos e inflamables.	No
Estado de Morelos				
"Reglamento de Construcciones para el Municipio de Cuautla, Morelos"	Especifica coeficientes sísmicos para ladrillos huecos confinados	No	No	No
Reglamento de Construcción del Municipio de Cuernavaca, Morelos	No	Material incombustible	No	No

Fuente: INECC.

Tabla 22. Reglamentos de construcción que hacen referencia al ladrillo o a las ladrilleras (continúa)



Instrumento jurídico	Aspecto considerado			
	Especificaciones de producto	Definiciones aplicadas a ladrillos	Especificaciones en uso del ladrillo	Regulación a ladrilleras
Estado de Jalisco				
"Reglamento de Construcción y Desarrollo Urbano del Municipio de Zapopan" (Jalisco)	No	Pieza estructural de mampostería	Asentamiento máximo permisible para muros de carga construidos de ellos	No
"Reglamento de Construcciones de Puerto Vallarta, Jal."	No	No	Uso de ladrillo para elementos constructivos aparentes como bancas, arriates y guarniciones	No
"Reglamento de Construcción del Municipio de Tonalá, Jalisco"	No	No	Muros de 28 cm de espesor para almacenamientos de materiales explosivos	No
"Reglamento de Construcción de Ciudad Guzmán, Municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco"	Especifica las siguientes dimensiones: Ladrillo delgado: 5x11x23 cm Ladrillo grueso: 7x14x28 cm. Indica el sonido al ser golpeados, el rechazo de aquellos que sirvieron para tapadera del horno y una resistencia mínima de 25 kilogramos por centímetro cuadrado. Para ladrillos de extrusión, especifica la misma resistencia a la compresión.	Material de sistemas tradicionales de construcción, incombustible.	No	No
"Reglamento de Construcción para el Municipio de Ameca, Jalisco"	Especifica las siguientes dimensiones: Ladrillo delgado: 5x11x23 cm Ladrillo grueso: 7x14x28 cm Como características del ladrillo, indica el sonido al ser golpeados; que el cocimiento sea completo y una resistencia mínima de 25 kilogramos por centímetro cuadrado, con tolerancia máxima del 10 %. Para ladrillos de extrusión, especifica la misma resistencia a la compresión.	No	No	No

Fuente: INECC.

Tabla 22. Reglamentos de construcción que hacen referencia al ladrillo o a las ladrilleras (continúa)

Instrumento jurídico	Aspecto considerado			
	Especificaciones de producto	Definiciones aplicadas a ladrillos	Especificaciones en uso del ladrillo	Regulación a ladrilleras
Estado de Guanajuato				
"Reglamento de Construcciones para la Ciudad de León, Guanajuato"		Considera los ladrillos como material incombustible.		
"Reglamento de Construcciones y preservación del Centro Histórico del Municipio de Dolores Hidalgo, Guanajuato"		Considera los ladrillos como material incombustible	Especifica su uso en muros de 28 cm de espesor en depósitos de materiales explosivos.	
"Reglamento de Construcciones y Entorno Urbano para el Municipio de Salvatierra, Guanajuato"		Define al ladrillo como material incombustible		Las ladrilleras deberán cumplir con las disposiciones establecidas por las autoridades competentes
"Reglamento de Construcciones para el Municipio de Silao, Gto."		Considera al ladrillo como material incombustible.		Clasifica a las ladrilleras como actividad de riesgo, grupo 3.
"Reglamento de Construcciones y Entorno Urbano para el Municipio de Tarimoro, Guanajuato"		Define al ladrillo como material incombustible		Las ladrilleras deberán cumplir con las disposiciones establecidas por las autoridades competentes
"Reglamento de Construcción y Conservación de la Fisonomía para la Capital del Estado de Guanajuato y su Municipio"		Identifica a los ladrillos como material incombustible.		

Fuente: INECC.

Tabla 22. Reglamentos de construcción que hacen referencia al ladrillo o a las ladrilleras (continúa)

Instrumento jurídico	Aspecto considerado			
	Especificaciones de producto	Definiciones aplicadas a ladrillos	Especificaciones en uso del ladrillo	Regulación a ladrilleras
Otros estados				
"Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Municipio de Campeche"			Especifican el uso de ladrillos para fachadas, dinteles, remates y cornisas	
"Reglamento de Construcción y Normas Técnicas para el Municipio de Chihuahua"		Define al ladrillo como material incombustible		
"Reglamento de Construcciones para el Estado de Coahuila de Zaragoza"		Define al ladrillo como material incombustible		
"Reglamento de Construcción para el Municipio de Colima"		Define al ladrillo como material incombustible. Define al ladrillo como material de tradicional de construcción		

Fuente: INECC.

En la revisión de los reglamentos de construcción de los estados de Tlaxcala y México no se encontraron referencias a los ladrillos o las ladrilleras²¹.

Las normas técnicas complementarias vigentes en la Ciudad de México reconocen como piezas de mampostería los ladrillos de barro recocido, los tabiques de barro con huecos (extruidos), los bloques de concreto pesado y los tabicones. Para todos ellos se especifican los pesos volumétricos, resistencia a compresión diagonal, módulo de cortante, módulo de elasticidad y penetración de mortero en tabiques perforados durante la construcción (Gobierno del Distrito Federal, 2016). En ellas se regula el uso de ladrillos para la construcción de pozos de vistas, coladera de piso, cajas de operación de válvulas y trincheras.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción impulsó la creación de la NMX-AA-164-SCFI-2013, "Edificación Sustentable - Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos. Especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales. Indica las propiedades térmicas de materiales", pero en ella no se hace referencia al uso del

²¹ No se incluyen en la tabla 15 aquellos estados en cuyos reglamentos consultados no se localizaron referencias al tema.

ladrillo. La NMX-R-021-SCFI-2013, "Calidad de la Infraestructura Física Educativa - Requisitos", tampoco establece especificaciones al respecto (Secretaría de Economía, 2016).

La revisión de los reglamentos de obras públicas de los estados de la Megalópolis, Jalisco y Guanajuato no detectó la existencia de una regulación sistemática para la producción de los ladrillos. Con la finalidad de identificar áreas de oportunidad para el impulso de políticas públicas, se llevó a cabo una entrevista con el Director General de Proyectos y Costos y con el Coordinador de Proyectos de la Secretaría de Obra Pública del Estado de Guanajuato, quienes coincidieron en mencionar que dentro del procedimiento para la realización de obras, los proyectos ejecutivos especifican el uso del ladrillo o en su caso, de otros materiales de acuerdo al tipo de obra. Por ello, la especificación del uso de ladrillo depende de quién solicite la obra, y no de los criterios establecidos por la Secretaría. En cuanto a obras de hospitales, centros de salud, universidades y escuelas, sí es explícita la solicitud del uso de ladrillo y se tiene considerado dicho producto en el catálogo de conceptos que se emite para el cálculo de costos por parte del contratista. No obstante, no se logró obtener evidencia de especificaciones o proyectos ejecutivos en los cuales se pudiera comprobar la indicación del uso de ladrillo.

5.6 Programas federales de apoyo y mecanismos de mercado

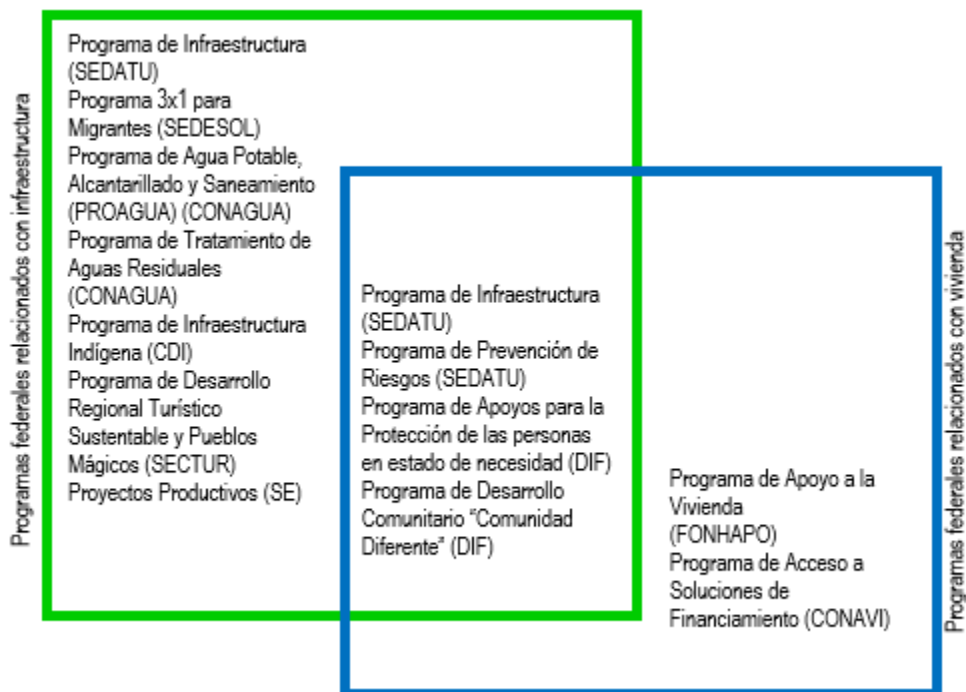
Se identificaron 13 programas de 11 dependencias federales que inciden en la construcción aunque ninguno de ellos menciona específicamente el uso de ladrillo artesanal u otros materiales alternos. Todos ellos destinan recursos federales bajo esquemas de concurrencia con los gobiernos locales e incluso con los beneficiarios finales; dichos recursos están destinados a la construcción, reconstrucción, rehabilitación o mejoramiento de construcciones: 7 se enfocan en obras de infraestructura, 2 específicamente en la vivienda y 4 en ambos rubros.

Los dos programas destinados a la vivienda corresponden a la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y al Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONAHPO), se orientan a segmentos poblacionales de bajos recursos, a viviendas con carencias, viviendas en zonas prioritarias o a viviendas para personas con limitaciones. Esta orientación es relevante para los resultados obtenidos por la vinculación que se encontró entre zonas de atención prioritaria, autoconstrucción y uso de ladrillo artesanal.

La oportunidad que se observa en estos programas, es que en su operación podría incluir especificaciones de uso de ladrillo artesanal bajo una política pública que busque impulsar el uso de ladrillos artesanales producidos bajo esquemas ambientales y económicos sustentables.

En la Figura 52 se mencionan estos programas y se incluyen cinco programas más que se orientan a la mejora de la productividad y el acceso a financiamiento para micro y pequeñas empresas legalmente constituidas, lo cual impone restricciones para el acceso de las unidades productivas artesanales que generalmente trabajan en situaciones de informalidad. En el anexo 10 se incluyen las fichas de cada uno de los programas mencionados.

Figura 52. Programas federales que ofrecen apoyos a proyectos involucrados en la construcción y en la productividad de las empresas pequeñas y medianas



SEDATU. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.
 SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social.
 CONAGUA. Comisión Nacional del Agua.
 CDI. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
 SECTUR. Secretaría de Turismo.
 SE. Secretaría de Economía.
 DIF. Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia.
 FONHAPO. Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares.
 CONAVI. Comisión Nacional de Vivienda.
 STPSS. Secretaría del Trabajo y Prevención Social.

5.7 Portafolio de políticas públicas

La configuración de un proyecto piloto requiere el soporte de políticas públicas diseñadas para resolver los problemas de la actividad artesanal de producción de ladrillo que se describió en los apartados 5.1 a 5.4, bajo la premisa de que los esfuerzos desplegados hasta ahora han resultado ineficaces para llevar la actividad a mejores niveles de competitividad y desempeño ambiental. También resultó claro que por razones probablemente culturales no desaparecerá la actividad de producción de ladrillo artesanal en el corto o el mediano plazo y que, por el contrario, este sector de la economía tiene la oportunidad de cambiar para responder mejor al mercado.

En términos generales la actividad en México es informal y atomizada en miles de pequeños productores, usualmente familias productoras, distribuidas en la mayor parte del territorio aunque con zonas de mayor concentración y su nivel tecnológico es sumamente rudimentario. *Las opciones asistencialistas y de dotación de equipos auxiliares no han demostrado tener ni el alcance necesario ni la profundidad deseada.*

La atención de las ladrilleras en México no se ha coordinado desde el nivel federal, lo cual ha dado por resultado una variedad de estrategias implementadas por algunos municipios y gobierno estatales, las cuales han dado resultados heterogéneos y dispersos, situación que ya en 2011 había sido documentada (Erbe, 2011). Esas estrategias abarcan prohibiciones, relocalización de la actividad, sustituciones de combustibles, iniciativas educacionales y otras.

Ante todo ello, es claro que se requiere integrar una serie de políticas públicas para atender la complejidad de la situación mexicana bajo cinco consideraciones iniciales de política pública:

1. El impulso a la regulación desde el nivel federal reconociendo la falta de una iniciativa que apoye pero también vincule a los gobiernos locales, **no es posible la solución sin el compromiso de los gobiernos de estados y municipios, pero se requiere una visión rectora nacional que guíe los esfuerzos.**
2. **El enfoque transversal para atender desde enfoques multidisciplinarios el tema de la producción artesanal, permitiendo la conectividad entre las visiones económicas, sociales y ambientales,** reconociendo que aunque la preocupación por el ambiente y la salud es prioritaria, el problema no se resolverá sin enfoques sistémicos.
3. **La firme perspectiva de que la población dedicada a la actividad merece las mismas oportunidades de integrarse al desarrollo nacional con respecto al resto de la población en condiciones de igualdad y equidad,** incluyendo perspectivas de género y de regresar a los más jóvenes las oportunidades de educación y desarrollo que las condiciones de pobreza actual les cancelan.
4. **El impulso a la actividad como un área de potencial económico capaz de incluirse en el crecimiento del país** bajo otras condiciones de competitividad en la actividad, tanto en lo tecnológico como en la formalización y profesionalización de la actividad.
5. La actividad está íntimamente vinculada al acelerado crecimiento urbano, por lo que urge **encontrar otras formas de ejercicio de la actividad productiva que produzcan menos impacto al ambiente y menos daño a la salud de la población expuesta.** La atención a este supuesto deberá considerar los procesos dinámicos de metropolización de las zonas urbanas, con sus oportunidades y retos asociados.

Partiendo de esos cinco pilares de políticas públicas que deben permear el esfuerzo coordinado de todos los sectores de gobierno y sociedad se plantea el siguiente portafolio de políticas públicas.

Políticas de sustentabilidad ambiental (promoción): mejor calidad de vida gracias a un ambiente más sano

- Fortalecimiento de la vigilancia del cumplimiento y el control ambiental como elementos complementarios de los esfuerzos de promoción y modernización de la actividad ladrillera, todo ello bajo reglas de operación unificadas a nivel nacional.
- Promoción de las buenas prácticas ambientales a partir de la creación de conciencia acerca de los problemas para la salud y para el ambiente ocasionados por la forma tradicional de producción de ladrillo.

- La sustentabilidad ambiental de la producción de ladrillo se logrará cuando sea posible acceder al uso de tecnología más adecuada que permita un mejor aprovechamiento del calor, un uso más eficiente de combustibles, conducción de las emisiones de la combustión, medición efectiva de los contaminantes de interés y, finalmente, el uso de diésel o mejor aún, de gas.
- Las tecnologías disponibles para una aproximación gradual a la sustentabilidad ambiental no son compatibles con la escala de producción que se observa en México y que tendría su equivalente en los minifundios pulverizados en la agricultura. La mejora tecnológica requiere la aplicación de una política de carácter industrial al sector mediante la organización de la producción a un nivel de mayor escala. En resumen, el crecimiento de la escala de producción a una escala industrial sin perder sus cualidades artesanales y de uso masivo de la mano de obra, permitirá el acceso a la tecnología compatible con la promoción de la sustentabilidad.
- Creación y mantenimiento de un inventario nacional de ladrilleras artesanales que permita crear la línea base de información para medir la evolución del sector ante las intervenciones planeadas, alimentado con el compromiso y participación de los gobiernos locales.

Es claro que el logro de lo anterior, demanda la articulación de políticas de innovación tecnológica, económicas y de aumento sustancial de la inversión social focalizada en estos grupos sociales, como se describirá en los siguientes apartados.

Políticas sociales (extensión): derecho de acceder al desarrollo social para mejorar la calidad de vida

- Asistencia social a las necesidades de los productores artesanales y a las comunidades donde se inserta su actividad, en los rubros de salud, educación en la equidad de género y el ofrecimiento de alternativas urbanas que combatan la desintegración familiar y la convivencia no armónica. Las políticas públicas en este rubro ya existen pero los grupos de productores artesanales han estado al margen de ellas como resultado de la situación de las condiciones particulares de informalidad en las que ocurre su actividad.
 - Atención integral a la salud de los productores, sus familias y los empleados asociados a la actividad a fin de crear conciencia de los daños que ocasiona la actividad en los niveles de tecnología que prevalecen y que la calidad de vida está íntimamente relacionada a ello. Derivado de esta política, habrá que alinear los programas de atención a la salud desde las clínicas ambulatorias, hasta el acceso a hospitales de tercer nivel.
 - Incrementar la probabilidad de alcanzar educación hasta nivel bachillerato para la población joven; erradicar el analfabetismo y brindar oportunidades de regularización de la educación primaria para todos los adultos.
 - Fortalecimiento del sentido de pertenencia de los productores con base en la revalorización de la identidad artesanal de su actividad como punto de partida de la modernización de la misma.

Políticas normativas (fortalecimiento): reconocimiento de la actividad artesanal en el marco regulatorio ambiental, territorial y de la construcción

- Partiendo de que el marco regulatorio actual tiene deficiencias en reconocer explícitamente la actividad artesanal de producción de ladrillo y ello dificulta su regulación, se requiere adoptar una política de fortalecimiento de la normatividad ambiental y territorial que otorgue certeza jurídica a autoridades estatales, municipales y sociedad civil respecto a las decisiones que se tomen en torno a ella. Se requiere un

ordenamiento técnico desde la federación que oriente y guíe los esfuerzos de gobiernos locales por adecuar su marco regulatorio.

- Conformación desde el ámbito federal, de normas técnicas específicas ambientales que establezcan las bases necesarias para crear o adecuar las que existan a nivel local.
- Adecuación de la legislación territorial federal que identifique de manera explícita y sin ambigüedades, la clasificación correspondiente a la actividad de producción de ladrillo tanto en su forma artesanal actual, como en las formas de mecanización progresiva e industrialización que se pretenden en un proyecto de modernización, de tal forma que se convierta en instrumento de la política ambiental para una planeación integral del uso del territorio que prevea adecuadamente la protección al ambiente.
- Promoción desde el ámbito federal de la creación y/o adecuación de las regulaciones locales en los temas de ordenamiento territorial y ecológico como ambiental, de manera que permitan una gestión eficiente del uso del territorio y de la protección del ambiente, evitando que el crecimiento de la ciudad provoque en el futuro nuevos conflictos entre la actividad ladrillera y los otros usos del territorio.
- Integración de los tres órdenes de gobierno en la capacitación y discusión de los temas que deben adecuarse a nivel del marco jurídico local (estatal y municipal), bajo el principio de subsidiariedad que fortalezca su intervención.
- Fortalecimiento de la visión metropolitana de los gobiernos municipales involucrados territorialmente en las zonas metropolitanas ya creadas, con el fin de buscar decisiones locales que aporten a la adopción de soluciones con impacto metropolitano. Las zonas metropolitanas actuales no necesariamente han logrado imprimir esa visión (Meza, Pacheco-Vega, Purón, Rodríguez, & Sáinz, 2016).

Política de desarrollo tecnológico (orientación): crecimiento de capacidades tecnológicas transferidas al sector

- La política nacional ya se encuentra dirigida a la vinculación de las capacidades de desarrollo tecnológico con las necesidades de los sectores productivos, con énfasis en la transferencia de tecnología y conocimiento. Se requiere una orientación hacia la búsqueda de áreas de oportunidad que representa la modernización de una actividad basada en tecnología rudimentaria. El éxito en esta política en el contexto de un proyecto piloto, permitirá además, detonar emprendimientos de tipo tecnológico capaces de satisfacer futuras demandas derivadas del esfuerzo de modernización.
 - A través de los fondos mixtos concurrentes entre federación y estados, se puede impulsar el desarrollo, la asimilación y la transferencia efectiva de tecnología a los productores artesanales bajo un esquema de uso patrimonial socialmente subsidiado por el Estado.
 - Promoción del emprendimiento para crear la base de empresas de contenido tecnológico capaces de ofrecer soluciones y soportar un eventual despegue de la producción de ladrillo con mecanización y tecnología creciente.
 - Creación de centros regionales de capacitación en el uso de nuevas tecnologías bajo el principio de "ver para creer", en la que los instructores sean productores que han asimilado los cambios de equipos, hornos y buenas prácticas que se quieren demostrar.

Políticas económicas (extensión): inserción plena de la actividad artesanal en el sector de la construcción

- Al igual que en las políticas sociales, ya existen políticas económicas de apoyo a las micro y pequeñas empresas, pero que no se ejecutan o aplican a la producción artesanal de ladrillo debido, en parte, a su condición de informalidad. Es necesario extender la cobertura de políticas existentes, por ejemplo, el gobierno federal ha hecho un esfuerzo considerable en formalizar a una serie de actores económicos y esta iniciativa debe extenderse hacia los productores de ladrillo en forma articulada con la implementación de las restantes políticas y en especial al objetivo de mejorar el desempeño ambiental como condición necesaria para mejorar la calidad de vida de los productores.
- Dado el carácter monopólico de la comercialización del producto artesanal en manos de los intermediarios, misma que impone una alta competencia interna, se requiere una política de regulación de precios. Sin ella, no será posible romper el círculo vicioso de la pobreza por la inadecuada distribución de la riqueza que ha impedido el crecimiento económico sostenido de la actividad.
- En un plano externo, el control de la demanda de ladrillo por autoconstrucción en aquellas zonas del país donde prevalece la preferencia de dicho producto, exige que la política social prevea el acceso a viviendas adecuadas para la población de escasos recursos. La realidad indica claramente que la autoconstrucción continúa a pesar de la construcción masiva de vivienda de interés social, posiblemente porque no está al alcance de toda la población y puede entonces concluirse que en las zonas donde se prefiere, mantendrá el consumo de ladrillo en tanto no se mejoren las condiciones económicas de la población.
- El siguiente elemento de estas políticas económicas es imprimir la visión de la producción artesanal como un negocio integrado a la cadena de valor con calidad y preparado para la diversificación de productos y mercados.
 - Capacitación para la formalización de la actividad y el asociacionismo como vía efectiva para lograr los objetivos de competitividad deseados, bajo metas de identificación expedita de los casos de mayor probabilidad de éxito en conformación formal de agrupaciones profesionales de productores artesanales.
 - Capacitación laboral y procesos de certificación para asegurar mano de obra disponible con condiciones salariales adecuadas que no pongan en riesgo la rentabilidad de la actividad.
 - Facilitación de los esquemas y mecanismos de apalancamiento adecuados para acceso al crédito tanto refaccionario (el financiamiento que se dedica a satisfacer la necesidad de activo fijo), como de mantenimiento de flujo de efectivo para la operación y bajo esquemas que consideren períodos de gracia que soporten la curva de aprendizaje y consolidación de los emprendimientos de los productores artesanales organizados.
 - Subsidio al desarrollo de los estudios de mercado y planes de negocio que contemplen la identificación del mercado meta que se quiere y se puede atender con visión de productos y producción de calidad.
 - Creación de los esquemas de certificación para productos y procesos, alineados a los esfuerzos integrales de atención al sector y bajo reglas económicas que identifiquen y valoricen los avances de cumplimiento ambiental y de mejora de competitividad de los productores.
 - Impulso a los principios de responsabilidad social de las empresas del sector de la construcción dentro de la cadena de valor, para apoyar la estrategia integral de modernización mediante la diferenciación de mercado que apoye los esfuerzos de los productores comprometidos con la modernización del sector.

- Impulso a la demanda local de ladrillos de calidad mediante la implementación dentro del gobierno de compras de productos ambientalmente adecuados ligados a los esquemas de certificación de productos.
- Creación y aplicación de esquemas de certificación de reducción de emisiones dentro de mecanismo de desarrollo limpio, con base en el pago por servicios ambientales o de mercados locales de venta de bonos de carbono
- Creación de incentivos de mercado como reducción de cargas fiscales en el impuesto a la nómina, a las empresas que consuman productos para la construcción ofrecidos bajo el o los proyectos piloto de modernización que se impulsen. Esta iniciativa se puede asociar al concepto de creación de parques de venta de ladrillos con etiqueta "verde" ofertados por el o los proyectos piloto que se pongan en marcha.
- Impulso al apoyo financiero a fondo perdido para las empresas que innoven con el uso de materiales producidos bajo etiquetado "verde" como criterio privilegiado en la asignación del fondo del Programa de Estímulos a la Innovación.
- Incorporación del uso de ladrillo con etiqueta "verde" en los criterios de puntuación para calificar el subsidio a la construcción de vivienda ecológica de interés social.
- Creación de esquemas específicos de depreciación fiscal acelerada de la inversión en innovación tecnológica para la producción de ladrillo con etiqueta "verde".
- Diferenciación de apoyos económicos de modernización orientados hacia los productores locales que se atengan a los esfuerzos desplegados mediante las políticas anteriores.

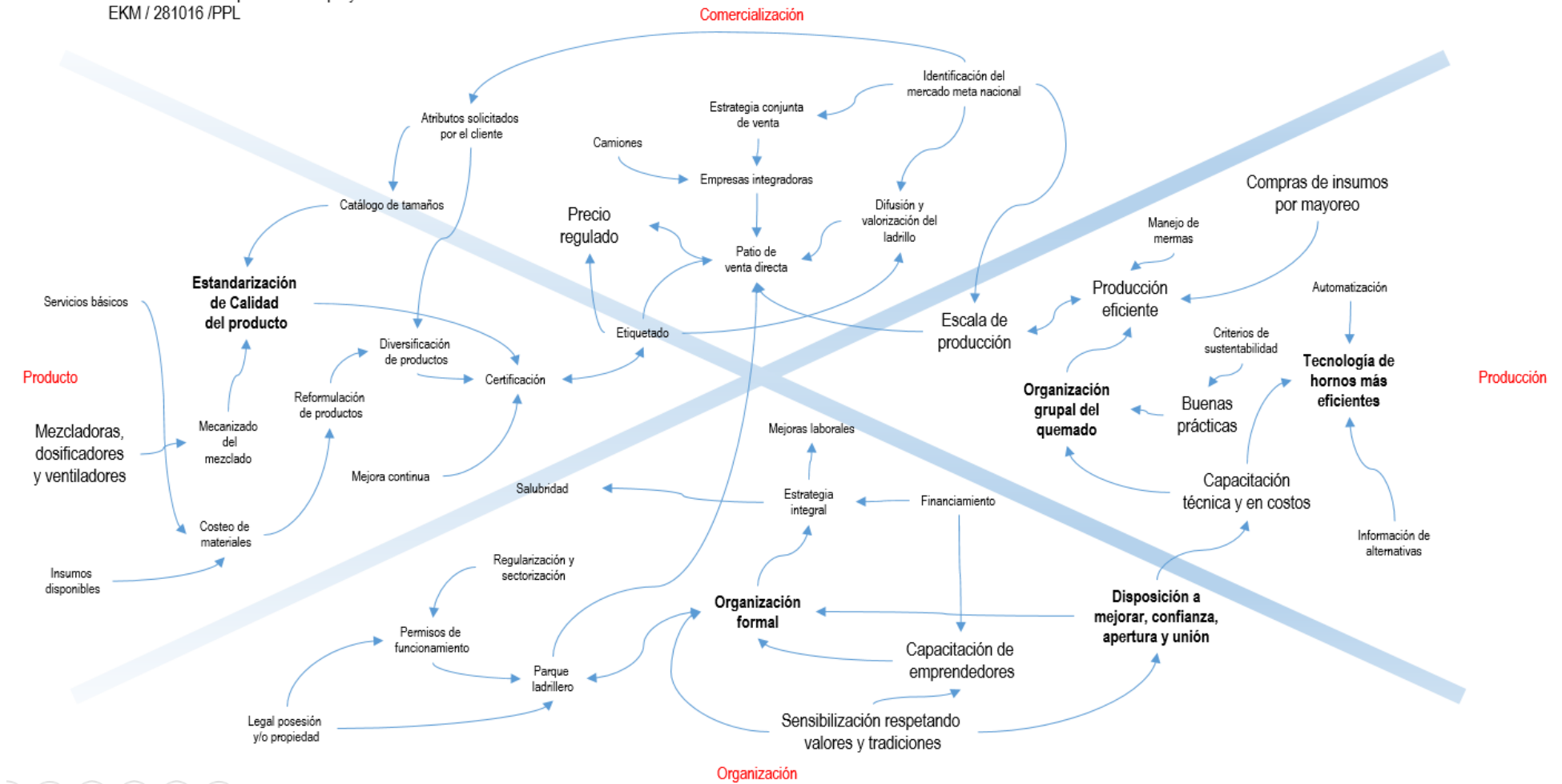
5.8 Componentes de un proyecto piloto

Al aplicar a veinte municipios los criterios de calificación contenidos en la matriz de selección que se incluye en el anexo 9, resultaron con la mejor evaluación los municipios de León, Guanajuato; Zapopan, Jalisco; Chalco, Estado de México y Cholula, Puebla, de manera que se procedió a realizar un taller en cada uno de ellos con el objetivo de identificar los componentes que, en la visión de cada uno de ellos, debería incluir un proyecto piloto para la modernización de la producción artesanal. En el caso de Cholula, la participación fue escasa y la mecánica se basó en un diálogo sobre los puntos más relevantes.

Las figuras 53, 54 y 55 muestran el mapeo conceptual de las propuestas vertidas en los talleres de León, Zapopan y Chalco, y en la tabla 26 se resume la composición de la participación, los componentes comunes identificados en los tres municipios y los componentes destacados específicamente en cada uno.

Figura 54. Resultados de componentes del proyecto (Taller en Zapopan, Jalisco)

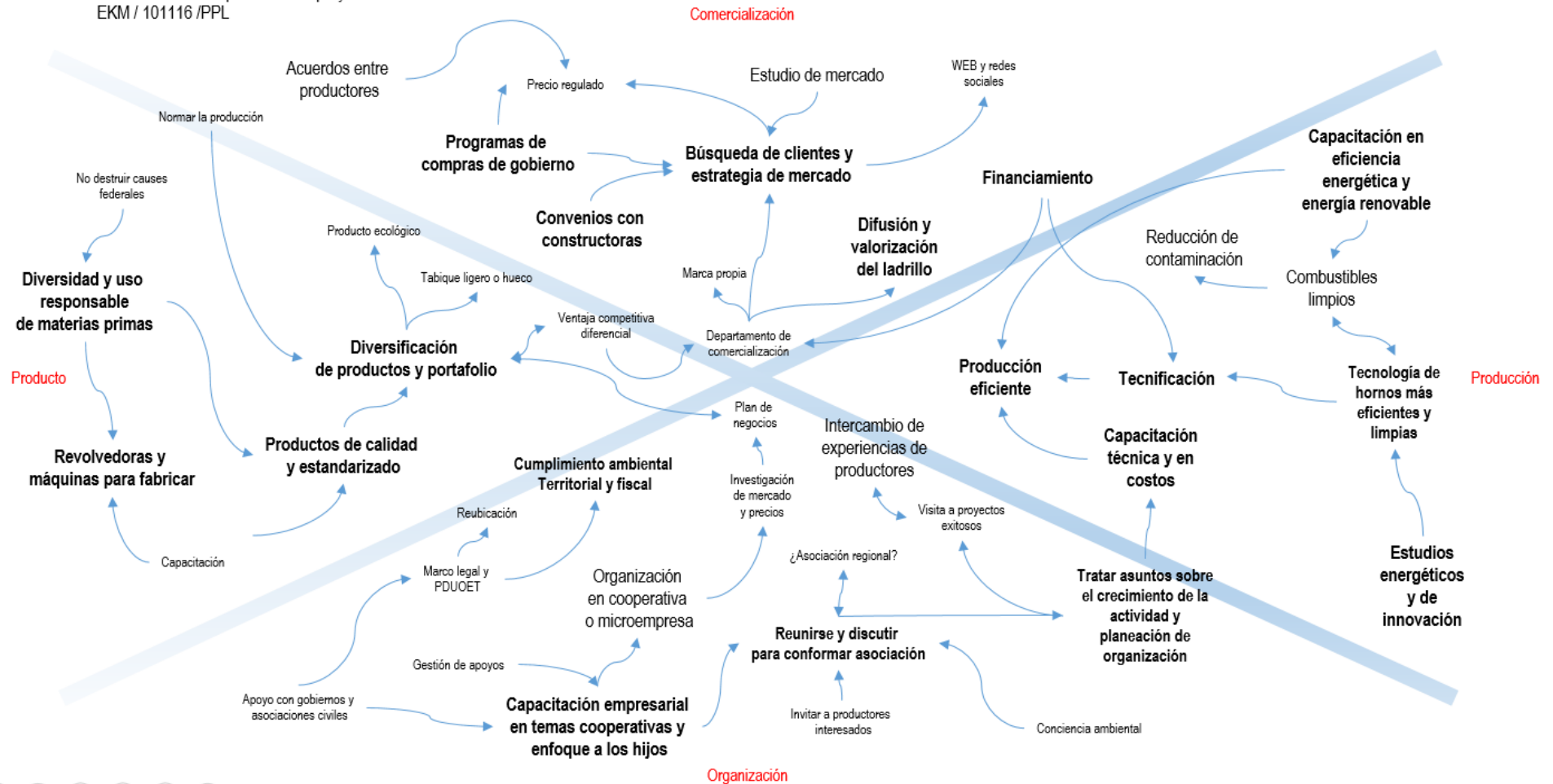
Taller de Zapopan, Jalisco/ 18 de octubre de 2016
Resultados de componentes del proyecto
EKM / 281016 /PPL



Fuente: INECC.

Figura 55. Resultados de componentes del proyecto (Taller en Chalco, Edo. de México)

Taller de Chalco, Estado de México/ 31 de octubre de 2016
Resultados de componentes del proyecto
EKM / 101116 /PPL



Fuente: INECC.

Tabla 23. Componentes comunes y específicos captados en los talleres en León, Zapopan y Chalco

Municipio:	León	Zapopan	Chalco
	18 de octubre de 2016	20 de octubre de 2016	31 de octubre de 2016
Participantes:			
SEMARNAT	-	1	-
INECC	1	1	1
Gobierno estatal	8	5	9
Gobierno municipal	3	4	4
Sector privado	1	1	1
Academia	-	5	-
Productores artesanales	7	5	7
Total de participantes:	20	22	22
Componentes comunes:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formalización de las agrupaciones 2. Sensibilización para el trabajo colectivo y concientización 3. Capacitación en costos y empresarial 4. Uso del suelo en el plan municipal de ordenamiento ecológico y territorial 5. Maquinaria, herramientas y moldes 6. Estandarización de calidad del producto 7. Estandarización de tamaños 8. Hornos más eficientes 9. Capacitación para la tecnología (buenas prácticas y manejo de la tecnología) 10. Información del mercado meta (regional o nacional) 11. Estabilización y regulación de precios 12. Financiamiento 13. Sello o marca de producto 		
Componentes Específicos:	<p>Economía de escala</p> <p>Especificaciones de producto por el mercado</p> <p>Producción eficiente</p> <p>Parque de venta directa de producto</p> <p>Tenencia legal del predio</p>	<p>Escala de producción</p> <p>Atributos de calidad solicitados por el cliente</p> <p>Patio de venta directa</p> <p>Empresas integradoras</p> <p>Organización grupal para compras de insumos y horneado del producto</p>	<p>Intercambio de experiencias entre productores</p> <p>Producción eficiente y capacitación en eficiencia energética</p> <p>Tecnificación</p> <p>Convenios con constructoras y con gobiernos locales</p> <p>Estrategia de mercado (departamento de comercialización)</p>

Fuente: INECC.

En los talleres realizados en León (Guanajuato), Zapopan (Jalisco) y Chalco (Estado de México) hubo consenso en la necesidad de crear o fortalecer las agrupaciones de productores y llevarlas hasta su formalización a partir de la concientización y con el apoyo de capacitación empresarial. La previsión legal del uso del suelo para la actividad ladrillera fue un aspecto presente en los tres talleres, aunque en el caso de Zapopan se le vio como un obstáculo y no como un tema que debe resolverse a favor de una iniciativa.

La estandarización de las cualidades del producto en atención a los requerimientos del mercado, también fueron una preocupación compartida junto con el uso de hornos y equipos auxiliares más eficientes y la correspondiente capacitación técnica para su manejo. La comercialización fue un aspecto común en los talleres pero con diferencia en la manera de abordarla: en León y Zapopan los participantes se inclinaron por parques de venta directa del producto, en tanto que León y Chalco coincidieron en la necesidad de contar con un departamento de comercialización en la agrupación formal de productores. Todos mencionaron en la necesidad de financiamiento para llevar a cabo las acciones propuestas en cada taller.

Por último, en los tres municipios se propuso un etiquetado de producto, en Zapopan y León con el carácter de un distintivo de certificación de producto y en Chalco como una marca comercial. El precio del producto fue un tema común en cada taller y el enfoque fue hacia la necesidad de regulación del precio del ladrillo.

Como particularidades, sólo en León se planteó la necesidad urgente de solucionar el problema de la tenencia ilegal del predio; en Zapopan destacó la propuesta de que la organización fuere efectiva para realizar compras por volumen y para coordinar el quemado del ladrillo; en Chalco se propuso la creación de una estrategia comercial muy clara y agresiva incluyendo convenios con gobiernos y el sector de la construcción, además de utilizar un mecanismo de compartición de experiencias entre productores.

En el municipio de Chalco el taller se caracterizó por la ausencia de las autoridades estatales, la escasa asistencia de otros participantes, la falta de propuestas hacia la sensibilización y la agrupación de productores y la participación relativamente aislada de la dependencia ambiental municipal. La participación de los productores reveló una resistencia a trabajar en conjunto para la modernización del sector. Se debe agregar el complejo mecanismo de gobernanza por Mayordomía que existe en ese municipio por tradición, mismas que conviven e interactúan con la estructura de administración gubernamental municipal. Esta cualidad distintiva y única de Cholula en comparación con los restantes tres municipios, es un aspecto que bien manejado, puede apoyar con fuerza un proyecto de modernización.

Con los insumos anteriores se presentan los componentes de un proyecto de modernización de la producción artesanal de ladrillo que mantengan una visión nacional pero que contemple las características regionales. Los cinco ejes de este proyecto son: 1) cultura emprendedora colaborativa, 2) marco regulatorio, 3) acceso tecnológico, 4) calidad y diversificación del producto y 5) mecanismos de mercado. A continuación se describen cada uno de ellos.

Eje de cultura emprendedora colaborativa

La premisa de este eje es que no es una solución-país dotar a todos los productores de los medios financieros y materiales para la modernización, debido a la limitación de los recursos y la gran diversidad de visiones individuales entre los productores. Tratados individualmente, es posible que en algunos casos accedan a apoyos gubernamentales para la adquisición de equipamiento auxiliar o incluso a nuevos hornos, pero serían caso aislados que no corresponderían a la eficiencia esperada de una política pública nacional. Uno de los problemas más importantes que se detectaron en el estudio es el hecho de que en el proceso de comercialización la competencia entre productores es regida de manera predominante por su falta de liquidez, su pobreza y su competencia directa, lo que tiende a reducir los precios de venta de manera permanente, a costa de la calidad de vida de los productores y sus familias. El fomento de la cultura emprendedora colaborativa se orienta a acabar con estas prácticas y

sustituirlas por otras que les permitan mejorar sus procesos y su calidad de vida. Este eje plantea el fortalecimiento de la cultura emprendedora de carácter colaborativo a través de:

- trabajar con las agrupaciones formales o de facto que ya existan para crear un caso de trabajo que se constituya en un ejemplo de "ver para creer". Es claro que esta acción es viable en el estado de México, en Guanajuato y en Jalisco, y que las posibilidades son menores en Hidalgo, Tlaxcala y Puebla,
- vincular la selección de la agrupación de productores a la viabilidad de la *tenencia de la tierra* y la *disponibilidad de materias primas*, ya sea en su localización actual o en una propuesta de parque ladrillero,
- crear un programa de capacitación social que atienda las necesidades básicas de equidad de género, visión comunitaria y valoración social de la actividad artesanal,
- promover un extenso programa de capacitación en desarrollo de negocios y emprendimientos, que sea incluyente por condición de género y de edad que incluya: la sensibilización a la necesidad de cambio y aspiración a mejor calidad de vida, el intercambio de experiencias mediante visitas a organizaciones ya establecidas y con algún nivel de éxito, la identificación de los aspectos ambientales y de salud y los fundamentos del manejo empresarial de la actividad incluyendo la valoración del capital humano. Se hace énfasis en la incorporación de los jóvenes a esta acción,
- formular un plan de negocios basado en un estudio del mercado local y regional que pueden atender,
- diseñar la estrategia gubernamental coordinada que garantice el acceso y asesoría para la formalización de las asociaciones o cooperativas que se formen.

Eje de fortalecimiento del marco regulatorio

Las políticas públicas de comando y control no son suficientes pero si necesarias para crear una línea base referencial para los productores; ello lleva implícito la clarificación de la responsabilidad de las autoridades locales en materia de regulación, vigilancia y control de la actividad. Si bien las ladrilleras no aportan la mayor cantidad de contaminantes a la atmósfera, comparadas con otras fuentes fijas y móviles, si constituyen focos de atención por los efectos a la salud y por la emisión de contaminantes climáticos de vida corta. La atención de vigilancia de fuentes emisoras locales puede dar mejores resultados al enfocarse a sectores informales en comparación con el desempeño observado en sectores económicos formales.

Otros ámbitos regulatorios relevantes se refieren al uso del suelo para la ubicación legal de la actividad y la solución jurídica de los mecanismos para el otorgamiento de los permisos ambientales necesarios bajo las reglas de desempeño ambiental que procedan. Las acciones requeridas son:

- diseñar y poner en práctica regulaciones firmes, tanto en lo ambiental como en lo social (derechos humanos, trabajo infantil y violencia intrafamiliar entre otros aspectos) y empresarial (formalización, tenencia y uso del suelo.),
- crear las normas técnicas ambientales y/o reglamentarias específicas para ladrilleras con enfoques que superen las visiones meramente territoriales y ambientales y que establezcan la vinculación transversal con los mecanismos de política pública económica y social,
- revisar y adecuar los planes municipales de ordenamiento territorial y ecológico de manera que reconozcan a la actividad ladrillera y le asignen los criterios y restricciones territoriales que deben respetar, a fin de dar certidumbre a la actividad económica que ellas generan,



- analizar los mecanismos que posibiliten ligar el marco normativo de la obra pública, los reglamentos de construcción y de desarrollo urbano a la creación de un marco regulatorio que reconozca el uso del ladrillo como elemento,
- crear el sistema de inventario actualizable de la actividad que permita rastrear las condiciones y magnitud con la que ésta ocurre en el municipio del que se trate: sin esta información, no es posible atender los siguientes tres ejes.

Eje de acceso tecnológico

Ligado a los dos ejes anteriores, se hace necesario cambiar las condiciones de acceso que actualmente tienen los productores para acceder a nuevas tecnologías más adecuadas para los fines de mejorar la calidad del producto pero también el desempeño ambiental del proceso que implica. Este quizá es uno de los ejes clave en la adecuación local de un proyecto de modernización, pues debe tomar en cuenta numerosos factores como son el nivel tecnológico actual, la localización en relación con la mancha urbana, las condiciones bajo las que se lleva a cabo la actividad y la disponibilidad de territorio para realizar proyectos colaborativos de magnitud superior a la que representa la actividad productora individual y atomizada.

Este eje es clave para ejecutar un proyecto de modernización, pues debe tomar en cuenta el acceso gradual, dado el bajo nivel tecnológico actual de los productores, el control efectivo de las emisiones contaminantes, y los cambios organizacionales y requerimientos de infraestructura que demandan tecnologías de mayor capacidad productiva. El cambio tecnológico en México deberá estar íntimamente asociado al manejo de biomasa seca de distintos orígenes, cuidando la sustentabilidad forestal, y al uso de combustibles líquidos cuidadosamente validados técnicamente por las autoridades ambientales.

Se requiere:

- establecer una red de intercambio de conocimientos y experiencias positivas y negativas ocurridas entre los productores, tomando en cuenta el reto que representa llevar a cabo esto con productores dado su nivel educativo y acceso a tecnologías de la información,
- crear un catálogo de soluciones tecnológicas que incorpore sus ventajas y desventajas especialmente en los aspectos ambientales, avalado bajo protocolos establecidos por las autoridades ambientales federales y vinculatorios para las universidades y centros públicos interesadas en la innovación tecnológica,
- identificar y en su caso crear reglas de operación de las fuentes de financiamiento, que sean compatibles con el fondeo de la adquisición de tecnología. Es importante que esta acción no se entienda en forma independiente a las restantes acciones en todos los ejes, pues por sí misma la adquisición de tecnología no resolverá el problema,
- crear proyectos de asimilación e incluso de desarrollo de tecnología nueva bajo esquemas estrictamente colaborativos con los productores, pues existen ejemplos de fracaso por no atender este aspecto,
- identificar los centros donde se han probado tecnologías nuevas para financiar su funcionamiento como centros de capacitación en el proceso de asimilación de nuevas tecnologías por los productores. Existe una escuela de capacitación en hornos MK2 en Tequisquiapan, Querétaro y se pueden aprovechar la experimentación con hornos multicámara por parte de productores de Irapuato en Guanajuato y la experimentación del ININ en hornos acoplados en Metepec, Estado de México.

Eje de calidad y diversificación de producto

Este eje responde a la identificación de la calidad como uno de los temas que más rezago impone a la producción artesanal. En todos los talleres se identificó como un problema a atender. La mejora en la calidad del producto base que es el ladrillo, es prioritaria, mientras que la diversificación de producto se considera en un horizonte de mediano plazo. Las acciones necesarias son:

- crear un manual técnico de formulación de mezclas de tierra para mejorar la calidad del producto,
- en función de ese manual, identificar la maquinaria y equipo auxiliar que es requerida para mejorar la calidad del producto. La atención se debe centrar en la adquisición de equipamiento para la formulación de mezclas y conformación del ladrillo crudo y también en los dispositivos de combustión como quemadores, dosificadores y turbinas en función del combustible conveniente para un proyecto piloto dado,
- capacitar en el manejo del proceso de quemado con combustibles aprobados,
- iniciar un programa de verificación muestral de la conformidad de las cualidades mecánicas del ladrillo,
- capacitar a los productores en el tema de servicio y atención al cliente como componente de la calidad,
- socializar el conocimiento de las mejores prácticas en la elaboración y quemado del ladrillo atendiendo a las limitaciones educativas y de acceso a tecnologías de la información que aquejan a los productores,
- ligar a los estudios de mercado la identificación de productos alternos que diversifiquen la oferta al consumidor.

Eje de mecanismos de mercado

Este eje y el anterior permiten "cerrar la pinza" en un proyecto piloto, gracias a la vinculación directa de la producción con la demanda. A lo largo de este estudio quedó documentada la debilidad estructural que tienen los productores en el tema de la comercialización de su producto, no tendría éxito organizarlos, adecuar el marco que los regula, darles acceso a tecnología y producir con calidad, si el proyecto no es capaz de mejorar los márgenes de utilidad de los mismos productores y de ampliar el mercado atendido. Este eje requiere:

- crear el sello o etiquetado de ladrillo y de productores que permita una diferenciación en la decisión de compra del consumidor. Este sello se liga a la estrategia colaborativa del eje 1, las restricciones normativas del eje 2, las opciones tecnológicas del eje 3 y los requisitos del eje 4. Demanda además la creación de los mecanismos de certificación y de difusión para darle valor comercial al sello,
- ligar las compras de ladrillo que realice el gobierno en su obra pública y en los programas de infraestructura y sociales, al sello descrito anteriormente,
- crear los mecanismos de micro financiamiento y/o factoraje que permitan mantener el flujo de capital en la producción,
- convenir con el sector constructor los mecanismos específicos de apoyo a las iniciativas del proyecto piloto y en especial a lo referente a la compra selectiva de productos certificados.
- crear los incentivos de reducción de cargas impositivas locales (municipios y estados) que hagan atractiva la diferenciación de consumo hacia los productos certificados.
- regular los puntos de venta abierta de ladrillo para vincularlos a las estrategias del proyecto piloto.

La ejecución de un proyecto piloto demanda el establecimiento de una mesa de diálogo y trabajo permanente en la que participen los tres niveles de gobierno de los sectores económico, social y ambiental, el sector organizado de la construcción, los agentes involucrados en los procesos de adecuación normativa y los productores, e inclusive la academia. El escenario ideal es aquel en el que se logre tener a los productores organizados a través de asociaciones que les permitan tener una voz común e integradora. La tarea fundamental de esta mesa de trabajo consistirá en dar continuidad y seguimiento al ciclo de planeación, ejecución y evaluación de las acciones emprendidas en el marco del proyecto y es fundamental que sea una autoridad local la que coordine los trabajos a realizar.

Un proyecto piloto deberá apoyarse en el diseño cuidadoso del portafolio de políticas públicas que integre la actuación de autoridades, constructores, intermediarios y comercializadores alrededor de los productores. El acompañamiento técnico en dicho proyecto es indispensable, y es crítico que se base en una correcta aproximación social que venza las resistencias naturales de los productores y les genere una motivación por el cambio y la mejora continua. Otro factor que emerge de manera clara y contundente de este estudio, es la necesidad de mecanismos accesibles de financiamiento de la producción, aspecto que a falta de apoyos institucionales aplicables, hoy es cubierto por los intermediarios con un alto costo en la utilidad del productor.

En vista de lo anterior, la recomendación principal de este estudio es la de desarrollar un Programa Nacional de mejora del sector ladrillero artesanal que sienta las bases de la gobernanza del proceso con alcance en todo el territorio, pero atendiendo las fortalezas y debilidades regionales, el cual idealmente debería integrar elementos:

- normativos (regulación de las emisiones, calidad de producto, uso del suelo, protocolos de validación de tecnologías y de combustibles autorizados y regulación de la explotación de materiales arcillosos),
- de sensibilización social (ambiental, valorización de la actividad artesanal, equidad de género y calidad de vida),
- de capacitación (en aspectos productivos y empresariales, incluyendo la comercialización, certificación de competencias laborales, transferencia tecnológica en centros de capacitación basados en "ver para creer"),
- organizacionales (economías de escala, formación de cooperativas, plataformas de intercambio de información y compartición de experiencias),
- de innovación (fomento a empresas de base tecnológica y financiamiento a la asimilación de tecnología exitosa),
- y de fomento (incentivos, apoyos directos e impulso al producto entre los compradores, como los grandes desarrolladores de vivienda, etiquetado "verde" de producto con su respectivo "marketing").

Con base en los casos de éxito identificados en otros países, y de manera particular en Colombia, la gradualidad de las políticas para propiciar los cambios requeridos en las normas (ambientales, territoriales y de producto), sus procesos de producción y la comercialización, es un factor importante para el éxito de un programa como el propuesto.

La ejecución de las políticas y los casos piloto derivados del Programa Nacional de mejora, deben atender las diferencias regionales con base en una oferta de soluciones que permitan ejecutar, desde medidas simples de equipamiento y acceso a tecnologías de mejor desempeño ambiental, hasta procesos organizacionales de los productores ligados a economías de escala favorecidas por hornos de tecnología más eficiente.

La variedad de soluciones posibles generadas por el Programa Nacional deben enmarcarse en un manejo integral de las políticas sociales, económicas, ambientales y de innovación, pero siempre a una velocidad controlada por dos factores fundamentales: la apropiación social de los cambios por parte de los productores y el éxito del proceso de asimilación de la tecnología (prácticas operativas sanas en la producción, equipos y hornos).

6. Conclusiones

El sector de producción artesanal de ladrillos en México se caracteriza por ser predominantemente una actividad familiar e informal, sin cultura ni capacidades empresariales, que se realiza bajo condiciones de escasez de recursos económicos y con un retraso tecnológico que se refleja en la falta de calidad y estandarización de sus productos. Todo ello liga y explica a su vez el carácter contaminante y generador de gases de efecto invernadero que convierte a los productores en víctimas del rechazo social y presiones de los gobiernos locales, en un círculo vicioso del cual no pueden escapar para acceder a mejores formas de producción sin ayuda externa.

El problema no es la existencia de tecnologías más adecuadas para un mejor desempeño ambiental y, sobre todo, mayor competitividad, sino las limitaciones que les impone la pobreza tanto en el crecimiento de su actividad como en el desarrollo social de los integrantes de la familia, lo cual les condena a bajos niveles educativos y acceso a trabajos poco especializados.

Las intervenciones para la atención al problema van desde la aplicación de políticas de comando y control, a relocalizaciones de la actividad que pretenden resolver el problema al alejarla de quienes se quejan de ella, pero sin contemplar el cambio tecnológico, por lo que la condición de pobreza continúa y exacerba con el tiempo. Otras intervenciones registradas en México, caen en la dotación de equipos auxiliares como quemadores y ventiladores o dosificadores de combustible, o de hornos de tecnologías disruptivas para la cultura del productor artesanal.

Los intentos basados en la dotación de energía no han prosperado en general, por una carencia de enfoques participativos que trabajen con la estructura social de los grupos de productores atendiendo sus necesidades y capacidades, a la vez que les hagan partícipes en la construcción de soluciones, con lo cual son enajenados de ellas y falla la asimilación cultural de los cambios. La dotación de numerosos hornos MK2 en distintos puntos del país, o el impulso que el proyecto EELA dio al equipamiento auxiliar tampoco han demostrado efectividad, ni han rendido los frutos esperados y no representan un cambio transformacional en la manera como se produce el ladrillo actualmente, evidentemente esos esfuerzos requieren un seguimiento para crear el aprendizaje necesario como política pública.

En este panorama de esfuerzos fallidos realizados por décadas, y que puede deberse, entre otros muchas causas, precisamente al hecho de que la atomización del sector dificulta la provisión de apoyos, destacan dos iniciativas que pueden prosperar en el futuro, una de ellas es la conformación de una cooperativa de ladrilleros ecológicos en Loreto Zacatecas que inició en 2012 y prevalece, aunque con necesidad de apoyo gubernamental para fortalecer su penetración en el mercado. La segunda iniciativa, es la conformación de una asociación entre un pequeño grupo de

productores de Irapuato por iniciativa propia, basada en un proyecto común de construir y operar un horno de tipo multicámara cuya manufactura fue inspirada en experiencias exitosas en Sudamérica

Los intentos de encontrar soluciones desde los gobiernos también topan con las restricciones de una normatividad ambiental que sólo existe en unos cuantos municipios y estados con diferentes orientaciones aunque coincidentes en el comando y control basado en el tipo de combustibles y la ubicación respecto a los asentamientos humanos. En la planificación territorial los municipios enfrentan la ausencia de definiciones explícitas y ello dificulta la localización de la actividad en la asignación de vocaciones territoriales.

En cuanto a características del producto también se cuenta con una norma que establece cualidades de resistencia mecánica que, en la práctica, no parecen ser determinantes en la decisión de compra del demandante. Aunque existen algunas regulaciones locales que involucran directamente al ladrillo de producción artesanal en las especificaciones de obras, es notoria la debilidad en este tema; incluso el enfoque de la norma mexicana en materia de edificación sustentable no aporta elementos para crear un requerimiento sobre el producto que permita orientar la modernización de la producción. Una consecuencia de lo anterior es la alta variabilidad de tamaños, pesos y resistencias en el mismo producto en diferentes regiones o incluso entre el de distintos productores.

Una de las características más importantes de este sector es su atomización, es decir, la existencia de una gran cantidad de ladrilleros produciendo y vendiendo sus productos de manera independiente en *clusters* en los que crean una competencia por colocar sus productos, provocando una tendencia generalizada a reducir los precios de venta. Un problema estructural importante, es que los productores son precio-aceptantes en un sistema de alta competencia interna ante grupos oligopólicos de intermediarios que controlan el vínculo de información entre demanda y oferta, quienes además fijan el precio que se paga por el producto aprovechando la debilidad financiera de los ladrilleros. La falta de acceso de los ladrilleros al financiamiento es satisfecha por los intermediarios, lo cual los aleja aún más de la posibilidad de control de los precios del producto.

Lo anterior contribuye a mantener los efectos contaminantes de la actividad artesanal por la combustión de biomasa y materiales de desecho en hornos de tecnología rudimentaria, sin conducción de emisiones y por supuesto, sin tecnología de control ambiental, por lo que además representan un peligro a la salud.

Los bajos niveles educativos de los integrantes de esas comunidades imponen un reto especial a la capacitación que los productores requieren no sólo en temas de manejo del negocio, sino en la experiencia de ver y comprobar la funcionalidad de nuevas tecnologías que verdaderamente transformen sus posibilidades y rompan el círculo vicioso generado por la transmisión generacional de su quehacer de base totalmente empírica.

La necesidad común ha propiciado el surgimiento de asociaciones de productores que no se enfocan en proyectos definidos de modernización y con frecuencia representan la respuesta que los productores dan ante la presión de las autoridades o bien para acceder a recursos. Existe en todos los estados, sin embargo, una masa crítica suficiente de grupos organizados, para efectuar una selección de casos que sean candidatos viables para un proyecto piloto futuro.

El análisis efectuado comprueba que la producción de ladrillo artesanal no ha crecido al ritmo que lo ha hecho la economía y que productos sustitutos satisfacen en parte a la demanda de materiales de construcción, aunque de manera diferenciada pues en las zonas centro y centro occidente del país la preferencia del ladrillo sigue siendo elevada.

También se concluye que la construcción de vivienda media y autoconstrucción son los principales nichos para los ladrillos bajo las condiciones actuales de precio y oferta y que la demanda obedece a factores como el precio y la preferencia tradicional por el ladrillo, a pesar de que el producto no tiene un control de calidad y carece de estandarización.

Los principales competidores del ladrillo son el tabicón, el bloque y el tabique extruído, dichos productos sustitutos son característicos en los métodos constructivos de vivienda masiva, construcciones industriales y edificios. Otros nuevos materiales como los tabiques tierra compactada o de materiales residuales, se hallan en una etapa media de su desarrollo tecnológico sin que hayan incursionado masivamente en el mercado. Las innovaciones en materiales de construcción ocurren en edificaciones grandes o en construcción masiva de vivienda, nichos en los que el ladrillo no compite favorablemente. Sin embargo se detectó un amplio interés cultural por los productos de arcilla cocida, frecuentemente asociado a características como el color, la apariencia. Si a ello se le suman factores como el precio del producto, es posible entender que la producción de ladrillo no desaparecerá al menos en el mediano plazo en las zonas de alta preferencia como Guanajuato, Jalisco y Puebla, a pesar de las presiones sociales y de control ambiental que se ejercen contra la actividad por sus efectos contaminantes.

Algunos aspectos relacionados que emergen como determinantes para impulsar la producción a otro nivel y lograr una concentración de capital son la capacidad de ofertar a tiempo volúmenes demandados de producto, la estandarización de dimensiones y la formalización para facturar el producto. La calidad en términos de resistencia mecánica, es heterogénea y debe atenderse, pero no parece ser una limitante de primer orden para la aceptación del producto.

Los programas de calidad del aire y los reglamentos ambientales municipales y estatales que mencionan específicamente a las ladrilleras, no son abundantes ni están homologados en sus enfoques, recurriendo con frecuencia a esquemas de comando y control, por ejemplo, en la creación de normas técnicas ambientales estatales. No se encuentran enfoques de atención integral del sector con enfoque en el mercado como se pretende en este estudio.

Un proyecto piloto deberá apoyarse en el diseño cuidadoso del portafolio de políticas públicas que integre la actuación de autoridades, constructores, intermediarios y comercializadores alrededor de los productores. El acompañamiento técnico en dicho proyecto, es indispensable y es crítico que se base en una correcta aproximación social que venza las resistencias naturales de los productores y les cree la automotivación por el cambio. Otro factor que emerge de manera clara y contundente, es la necesidad de mecanismos accesibles de financiamiento de la producción, aspecto que a falta de apoyos institucionales aplicables, hoy es cubierto por los intermediarios con un alto costo en la utilidad del productor.

En vista de lo anteriormente expuesto, la recomendación principal de este estudio es desarrollar un Programa Nacional de mejora del sector ladrillero artesanal que sienta las bases de la gobernanza del proceso con alcance en todo el territorio, pero atendiendo las fortalezas y debilidades regionales, el cual, idealmente debería integrar elementos normativos (regulación de las emisiones, calidad de producto, uso del suelo, protocolos de validación de tecnologías y de combustibles autorizados y regulación de la explotación de materiales arcillosos), de sensibilización social (ambiental, valorización de la actividad artesanal, equidad de género y calidad de vida), capacitación (en aspectos productivos y empresariales, incluyendo la comercialización, certificación de competencias laborales, transferencia tecnológica en centros de capacitación basados en "ver para creer"), organizacionales (economías de escala, formación de cooperativas, plataformas de intercambio de información y compartición de experiencias), de



innovación (fomento a empresas de base tecnológica y financiamiento a la asimilación de tecnología exitosa) y de fomento (tales como incentivos, apoyos directos e impulso al producto entre los compradores, tales como los grandes desarrolladores de vivienda, etiquetado "verde" de producto con su respectivo "marketing").

Con base en los casos de éxito identificados en otros países, y de manera particular en Colombia, la gradualidad de las políticas para propiciar los cambios requeridos en sus procesos de producción y comercialización, es un factor importante para el éxito de un programa como el propuesto, especialmente dada la complejidad del tejido social de los artesanos ladrilleros y, de manera particular, el diseño y aplicación de las normas ambientales, territoriales y de producto.

La ejecución de las políticas y los casos piloto derivados del Programa Nacional de Mejora, deben atender las diferencias regionales con base en una oferta de soluciones que permitan ejecutar, desde medidas simples de equipamiento y acceso a tecnologías de mejor desempeño ambiental, hasta procesos organizacionales de los productores ligados a economías de escala favorecidas por hornos de tecnología más eficiente.

La variedad de soluciones posibles ofertadas por el Programa Nacional, deben enmarcarse en un manejo integral de las políticas sociales, económicas, ambientales y de innovación, pero siempre a una velocidad controlada por dos factores fundamentales, la apropiación social de los cambios por parte de los productores y el éxito del proceso de asimilación del manejo de prácticas operativas sanas en la producción y de equipos y hornos mejorados. En este sentido, a diferencia de la experiencia colombiana, el cambio tecnológico en México está íntimamente asociado al manejo de biomasa seca de distintos orígenes cuidando la sustentabilidad forestal y al uso de combustibles líquidos validados técnicamente por las autoridades ambientales competentes.

7. Bibliografía

- Andrade, E. (29 de Octubre de 2015). Ladrillera Santa Clara. (CIATEC. Entrevista realizada por Enrique Kato como parte del proyecto)
- Arista-González, G. (20 de Octubre de 2015). Laboartorio de Arquitectura de Tierra. (CIATEC. Entrevista realizada por Enrique Kato como parte del proyecto)
- BANXICO. (2016). *Reporte sobre las Economías Regionales*. México: enero-marzo de 2016. Banco Nacional de México.
- Bellod-Redondo, J. (2011). La función de producción Cobb-Douglas y la economía española. *Economía Crítica*, 12: 9-38.
- CEMEX. (20 de febrero de 2016). *Manual del constructor*. Obtenido de CEMEX: <https://www.cemexmexico.com/Concretos/files/Manual%20del%20Constructor%20-%20Construcci%C3%B3n%20General.pdf>
- Chávez-Torres, R. (20 de Julio de 2016). *Evaluación de la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera mediante acoplamiento de hornos tabiqueros del Estado de México (2da etapa)*. Obtenido de SENER.ININ: <http://www.inin.gob.mx/plantillas/investigacion.cfm?clave=4&campo=AM-108&id=322&year=2012>
- CMIC. (15 de mayo de 2016). *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición*. Obtenido de Fundación de la Industria de la Construcción: <http://www.fic.org.mx/OTTIC/CMIC/PMrcdCompleto.pdf>
- Cortázar-Martínez, A., & Montañón-Raygoza, M. C. (2011). La función Cobb Douglas en la producción de algodón del Valle de Juárez: Aplicación a factores definidos e interpretación específica de resultados. *Fuente*, 3(9): 137-150.
- Cruz-Ortiz, N.L. et al. (2016). *Clasificación de los materiales en la elaboración del ladrillo artesanal*. León, Guanajuato: CIATEC. Informe de trabajo.
- Gobierno del Distrito Federal. (4 de Febrero de 2016). *Acuerdo por el que se dan a conocer las normas técnicas complementarias del reglamento de construcciones para el Distrito Federal*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/normas-tecnicas-complementarias.php>
- Gobierno del Estado de Coahuila. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones para el Estado de Coahuila de Zaragoza*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=coahuila>
- Gobierno del Estado de Guerrero. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones para los Municipios del Estado de Guerrero*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=guerrero>
- Gobierno del Estado de Hidalgo. (10 de julio de 2010). Norma Técnica Estatal NTEE-COEDE-002/2000 que establece los requisitos, especificaciones y procedimientos que deben reunir en el territorio estatal los hornos para la elaboración de piezas fábricas con arcillas, incluyendo actividades de instalación. *Periódico Oficial de Estado de Hidalgo*, págs. 8-15.
- Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. (17 de Febrero de 2005). Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo. *Periódico Oficial del Estado de Michoacán*.

- Gobierno del Estado de Morelos. Consejería Jurídica. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción del Municipio de Cuernavaca, Morelos*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=morelos>
- Gobierno del Estado de Morelos. Consejería Jurídica. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones para el Municipio de Cuautla, Morelos*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=morelos>
- Gobierno del Estado de Puebla. (2012). *Programa de Gestión de la Calidad del Aire del Estado de Puebla 2012 - 2020*. Puebla: Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento territorial.
- Gobierno del Estado de PUEbla. (4 de febrero de 2016). *Reglamento de Cosntrucciones para el Estado de Puebla*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=puebla>
- Gobierno del Estado de Puebla. (4 de julio de 2016). *Ley de Obtra Pública y Servicios Relacionados con la Misma para el Estado de Puebla*. Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Puebla/wo96648.pdf>
- Gobierno del Estado de Tamaulipas. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones para el Estado de Tamaulipas*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=tamaulipas>
- Gould, J. P., & Lazear, E. P. (1994). *Teoría microeconomica*. Distrito Federal, México : Fondo de Cultura Económica.
- H ayuntamiento de Chihuahua. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción y Normas Técnicas para el Municipio de Chihuahua*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=chihuahua>
- H Ayuntamiento de Culiacán. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción para el Municipio de Culiacán, Sinaloa*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=sinaloa>
- H Ayuntamiento de Dolores Hidalgo, Guanajuato. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones y preservación del Centro Histórico del Municipio de Dolores Hidalgo, Guanajuato*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=guanajuato>
- H. Ayuntamiento del Municiio de Pachuca de Soto. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones del Municipio de Pachuca de Soto, Estado de Hidalgo*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=hidalgo>
- H. Ayuntamiento de Acapulco de Juárez. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones para el Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=guerrero>
- H. Ayuntamiento de Aguascalientes. (5 de Febrero de 2016). *Código Municipal para Aguascalientes*. Obtenido de Municipio de Aguascalientes: <http://www.ags.gob.mx/transparencia/art.9/secc1/Municipal/C%C3%93DIGO%20MUNICIPAL%20DE%20AGUASCALIENTES.pdf>
- H. Ayuntamiento de Ameca, Jalisco. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción para el Municipio de Ameca, Jalisco*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=jalisco>
- H. Ayuntamiento de benito Juárez, Quintana Roo. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción para el Municipio de Benito Juárez del Estado de Quintana Roo*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería

- Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=quintana-roo>
- H. Ayuntamiento de Campeche. (4 de Febrero de 2016). *Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Municipio de CAampeche*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=campeche>
- H. Ayuntamiento de Colima. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción para el Municipio de Colima*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=colima>
- H. ayuntamiento de Durango. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones para el Municipio de Durango*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=durango>
- H. Ayuntamiento de Guanajuato. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción y Conservación de la Fisonomía para la Capital del Estado de Guanajuato y su Municipio*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=guanajuato>
- H. ayuntamiento de León, Guanajuato. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción para la Ciudad de Leñon, Guanajuato*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=guanajuato>
- H. ayuntamiento de Mazatlán. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción para el Municipio de Mazatlán*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=sinaloa>
- H. ayuntamiento de Puerto Vallarta, Jalisco. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción de Puerto Vallarta, Jal.* Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=jalisco>
- H. Ayuntamiento de Querétaro. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=queretaro>
- H. ayuntamiento de Salvatierra, Guanajuato. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones y Entorno Urbano para el Municipio de Salvatierra, Guanajuato*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=guanajuato>
- H. Ayuntamiento de San Luis Potosí. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones para el Municipio de San Luis Potosí*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=san-luis-potosi>
- H. Ayuntamiento de Silao. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones para el Municipio de Silao, Gto.* Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=guanajuato>
- H. Ayuntamiento de Tarimoro. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcciones y Entorno Urbano para el Municipio de Tarimoro, Guanajuato*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=guanajuato>
- H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga. (5 de Febrero de 2016). *Reglamento que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la instalación y reubicación de ladrilleras, y las condiciones de operación de ladrilleras en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga*. Obtenido de Municipio de Tlajomulco de Zúñiga : <http://www.tlajomulco.gob.mx/sites/default/files/transparencia/reglamentos/3211reglamentocondicionesquedeberunirsitiosdestinadosareubicaciondeladrillerasa.pdf>

- H. ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga. (2016). *Reglamento que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a reubicación de ladrilleras, y las condiciones para la operación de ladrilleras en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga*. Obtenido de Tlajomulco de Zúñiga.
- H. Ayuntamiento de Tonalá. (5 de Febrero de 2016 a). *Reglamento de Ecología para el municipio de Tonalá*. Obtenido de Municipio de Tonalá: http://www.tonala.gob.mx/portal/assets/reglamento_de_ecologia_para_el_municipio_de_tonala_jalisco.pdf
- H. ayuntamiento de Tonalá, Jalisco. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción del Municipio de Tonalá, Jalisco*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=jalisco>
- H. Ayuntamiento de Zapopan. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción y Desarrollo Urbano del Municipio de Zapopan*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=jalisco>
- H. Ayuntamiento de Zapotlán el Grande, Jalisco. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción de Ciudad Guzmán, Municipio de Zapotán el Grande, Jalisco*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=jalisco>
- H. Ayuntamiento del Municipio de Tehuacán. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción para el Municipio de tehuacán*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=puebla>
- H. Ayuntamiento del Municipio del Centro. (4 de Febrero de 2016). *Reglamento de Construcción para el Municipio del Centro, Estado de Tabasco*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural: <http://www.smie.org.mx/informacion-tecnica/reglamentos-construccion-mexico.php?estado=tabasco>
- Herrera, M. A. (2010). La Calidad del Aire en la zona metropolitana de la ciudad de Puebla. *Congreso de Ladrillo Artesanal*. Octubre, Guanajuato, México.
- INECC. (2015). *Convenio de colaboración entre la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango y el Instituto Nacional de Ecología*. Obtenido de <http://inecc.gob.mx/acerca/difusion-cp-inecc/1267-convenio-durango>
- INEGI. (20 de julio de 2016 a). *Encuesta Nacional de los Hogares*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: www.inegi.org.mx
- INEGI. (20 de julio de 2016 b). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de Instituto Nacional de de Estadística y Geografía: www.inegi.org.mx
- INEGI. (20 de julio de 2016). *Encuesta Nacional de Empresas Constructoras*. Obtenido de INEGI: www.inegi.org.mx
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. (7 de Febrero de 2012). 2) Guanajuato, NTE-IEG-001/2010 , que establece las condiciones para la ubicación y operación de fuentes fijas con actividad artesanal para la producción de piezas elaboradas con arcilla. *Periódico Oficial del Estado e Guanajuato*.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. (5 de Febrero de 2016). *Acciones para el fortalecimiento de la industria ladrillera en el estado de Guanajuato*. Obtenido de INstituto de ecología del Estado: <http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/calidad-del-aire>
- M.T.Rodríguez-González. (19 de julio de 2016). Mesa de trabajo de ladrilleras del municipio de León. (E. Kato, Entrevistador)
- MCE2. (2014). *Emisiones de carbono negro y co-contaminantes y eficiencia energética de ladrilleras en Guanajuato, México*. San diego, California.: Molina Center for Energy and the Environment (MCE2). Marzo de 2014. <http://www.mc2e.org>.

- ONNCCE. (13 de diciembre de 2012). Norma Mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012. Industria de la construcción - mampostería- bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural -especificaciones y método de ensayo. *Diario Oficial de la Federación*, págs. 6-8.
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2009). *Microeconomía*. Madrid, España: Pearson.
- Programa EELA. (2012). *Informe final: estudio de mercado de ladrilleras artesanales del departamento de Cochabamba*. Cochabamba: Swisscontact Bolivia.
- Romo-Aguilar, L. C.-B.-G. (2004). Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez. *Estudios Fronterizos*, 9-34.
- Salgado-Rebollar, E. (14 de Octubre de 2015). Constructor de Morelia. (CIATEC-Kato, Entrevistador)
- Sandoval, A. I. (20 de octubre de 2015). Eco Tabique. (CIATEC-Kato, Entrevistador)
- Santoyo-Reyes, B. (9 de noviembre de 2015). Túnel multi-cámaras. (CIATEC-Bárceñas, Entrevistador)
- Schilli, A. e. (2012). *Evaluación de la fase I del "Programa de eficiencia energética en ladrilletras arteanales de América Latina para mitigar el cambio climático" - EELA*. Lima, Perú: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE.
- SECOFI. (1987). *Norma Mexicana NMX-Z-012-2-1987. Muestreo para la inspección por atributos-parte 2: metodos de muestreo tablas y gráficas*. México D.F.: Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Secretaría de Economía. (5 de Febrero de 2016). *Catálogo de Normas Mexicanas*. Obtenido de consulta del catálogo de normas mexicanas: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>
- SERPRO. (2012). *Diagnóstico nacional del sector ladrillero artesanal de México*. México: Servicios Profesionales para el Desarrollo Económico, S.C.
- SERPRO. (2012). *Análisis de mercado del sector ladrillero artesanal en la comunidad REI Refugio de León, Guanajuato* . México: Servicios Profesionales para el Desarrollo RExconómico, S.C.
- SHF. (28 de Febrero de 2016). *Demanda de vivienda 2016*. Obtenido de Dirección de Estudios Económicos de la Vivienda. Sociedad Hipotecaria Federal: <http://www.shf.gob.mx/estadisticas/EstudiosVivienda/Documents/demanda%202016%20vimpresa.pdf>
- Simran-Palacios, H. (3 de noviembre de 2015). Bloque de plástico recuperado. (CIATEC-Acero, Entrevistador)
- Varian, H. R. (2010). *Microeconomía intermedia un enfoque actual*. Barcelona, España: Antoni Bosch.
- Villanueva-López, Ch. y L. Hernández-Martínez. (2007). Propuesta para la creación de un reglamento ecológico en el municipio del Arenal, Hidalgo. *Tesis para obtener el título de Licenciado en Administración Pública*. . Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades.
- Závala-Villagómez, M. (2015). Análisis de normatividad y acreditación de sustentabilidad en ladrilleras tradicionales: caso el estado de Michoacán de Ocampo. *X Congreso Internacional de Gestión, Calidad y Competitividad Empresarial*, (págs. 1621-1633). Morelia, Michoacán.

8. Abreviaturas

AGEB	Área Geoestadística Básica
BANXICO	Banco de México
BIE	Banco de Información Económica
BTC	Bloques de Tierra Compactada
CANADEVI	Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda
CCVC	Contaminantes Climáticos de Vida Corta
CDI	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política Pública de Desarrollo Social
COSUDE	Agencia Suiza Para el Desarrollo y la Cooperación
DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas
DIF	Desarrollo Integral de la Familia
EELA	Proyecto Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales
EMIM	Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera
ENH	Encuesta Nacional de los Hogares
EPD	Elasticidad Precio de la Demanda
FONAHPO	Fondo Nacional de Habitaciones Populares
FONHAPO	Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
INIFED	Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa
ININ	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
PIB	Producto Interno Bruto
PROAIRE	Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SE	Secretaría de Economía
SECTUR	Secretaría de Turismo
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMADESU	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SHF	Sociedad Hipotecaria Federal
STPSS	Secretaría de del Trabajo y Prevención Social
TSA	Tabique Sustituto Artesanal
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
ZAP	Zonas de Atención Prioritaria

9. Glosario de términos

Biomasa

Término bajo el cual están considerados la leña proveniente de explotación forestal o de podas urbanas de diferentes especies de árboles, hojarasca recolectada, tarimas de madera, residuos como el aserrín, el estiércol o esquilmos agrícolas de diversos cultivos.

Bloque

Pieza de mampostería cuyo largo nominal es 400 mm o mayor en módulos de 100 mm y cuya altura nominal es de 200 mm (incluyendo la junta de albañilería). Generalmente se fabrica de concreto y puede ser macizo, multiperforado y hueco.

Bloque hueco

Elemento prismático rectangular fabricado con por el moldeo con o sin vibrocompactación de una mezcla de agregados pétreos, cemento hidráulico y otros cementantes (pieza de concreto). Los bloques deben tener un área neta, calculada en la cara de menor espesor de pared, mayor o igual al 50% y menor al 75% del área bruta, para tabiques las paredes exteriores deben tener un espesor no menor que 15mm y las paredes interiores deben tener un espesor no menor de 13mm.

Bloque macizo o tabicón

Elemento prismático rectangular fabricado con por el moldeo con o sin vibrocompactación de una mezcla de agregados pétreos, cemento hidráulico y otros cementantes (pieza de concreto).

Bloques de Tierra Compactada

Pieza para fábrica de albañilería generalmente con forma de paralelepípedo rectangular, obtenida por compresión estática o dinámica de tierra húmeda, seguida de un desmolde inmediato, y que puede contener estabilizantes o aditivos para alcanzar o desarrollar las características particulares de los productos. UNE 41410:2008

Contaminantes Climáticos de Vida Corta

Conocidos también como forzadores climáticos de vida corta, incluyen: metano, carbono negro, ozono troposférico y algunos hidrofluorocarbonos. Estos contaminantes tienen efectos importantes sobre el clima y un tiempo de vida en la atmósfera más corto que el CO₂. (Estrategia Nacional de Cambio Climático)

Despalme

Es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la secretaría, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable. N·CTR·CAR·1·01·002/11

Edafología

Ciencia que estudia los suelos y los procesos que le dan origen a partir de una roca madre de naturaleza geológica específica

Geología

Ciencia que estudia los materiales que componen la tierra y la forma como están estructurados en virtud de su origen y evolución.

Intemperismo

Es la descomposición, desgaste, desintegración y destrucción de las rocas, como respuesta a su exposición a los agentes a los agentes de la intemperie (ej. agua, aire, variaciones de temperatura, acción de organismos). Se clasifica en dos tipos: física o mecánica y química. El intemperismo físico o mecánico se produce por uno o una combinación de las siguientes causas y procesos: Presencia de zonas (planos) de debilidad, Expansión provocada por la descompresión, Fragmentación por hielo o gelifracción, Expansión/contracción térmica, Fragmentación por crecimiento de minerales y Actividad biológica. Los principales procesos químicos son la disolución, oxidación e hidrólisis.

Materiales Aluviales

El aluvión es material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente de agua, que puede ser repentina y provocar inundaciones, el término aluvial se refiere a material no consolidado. Puede estar compuesto por arena, grava, arcilla o limo. Se acumula en abanicos aluviales, cauces de corrientes fluviales, llanuras de inundación y deltas. Algunos autores también incluyen bajo este término los materiales que se sedimentan en lagos o estuarios.

Ladrillo

Pieza de mampostería con dimensiones menores que las de un bloque, fabricado artesanalmente con barro (mezclas con arcillas) cocido.

Pared

Es la componente de la envolvente de un edificio para uso habitacional cuya normal tiene un ángulo mayor a 45° y hasta 35°. NOM-020-ENER-2011

Pieza de mampostería

Es un elemento prismático rectangular, que puede ser fabricado con arcilla "barro" comprimida o extruida sometida a un proceso de cocción o por el moldeo con o sin vibrocompactación de una mezcla de agregados pétreos, cemento hidráulico y otros cementantes (pieza de concreto) o bien fabricada con otros materiales con procesos diferentes.

Resistencia a la compresión

La oposición que presenta un espécimen o elemento de mortero o concreto bajo una carga axial expresada como la fuerza por unidad de área generalmente dada en (kg/cm²). NMX-C-251-1997-ONNCCE

Rocas Ígneas

Las rocas ígneas (del latín *ignis*, fuego) también nombradas magmáticas, son todas aquellas que se han formado por solidificación de un material, caliente y móvil denominado magma; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas. Este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava, palabra que se utiliza para un magma que se enfría en la superficie al ser expulsado por los volcanes.

Rocas ígneas extrusivas

Las rocas volcánicas típicas son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los volcanes; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente y desarrolla pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas, son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes.

Rocas ígneas intrusivas

Son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, que debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser



observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante deformaciones de la Tierra o procesos de erosión.

Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias (del latín *sedimentum*, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de otras rocas de diferentes tamaños, minerales, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Debido a que las rocas sedimentarias son formadas cerca o en la superficie de la tierra su estudio nos informa sobre el ambiente en el cual fueron depositadas, el tipo de agente de transporte y, en ocasiones, del origen del que se derivaron los sedimentos. Las rocas sedimentarias generalmente se clasifican, según el modo en que se producen, en detríticas o clásticas, y químicas o no clásticas.

Techo

Es la componente de la envolvente de un edificio para uso habitacional que tiene una superficie exterior cuya normal tiene un ángulo con respecto a la vertical mayor o igual a 0° y hasta 45°. NOM-020-ENER-2011

Tejabán

Techado ligero que se establece en un patio para proteger el producto de la intemperie y particularmente de la lluvia.

Venta a pie de horno

Se refiere a la venta del ladrillo cocido que el productor realiza directamente en el sitio donde se ubica el horno. Usualmente la descarga del ladrillo ocurre una vez que el producto se ha enfriado en el horno y se carga directamente al camión del comprador.

Anexos

1. Encuestas a productores artesanales
2. Entrevistas a profundidad a productores industriales
3. Grupos Focales (oferta)

4. Entrevistas a profundidad a actores de la demanda
5. Talleres de consulta (oferta y demanda)
6. Método de Evaluación visual de preferencia de materiales en la autoconstrucción
7. Análisis de bases de datos (oferta y demanda)
8. Taller Nacional
9. Talleres Regionales
10. Programas federales