



MEDIO
AMBIENTE



**Estudio especializado para el
levantamiento del modelo
integral de producción más
limpia de ladrillo artesanal en
el Estado de Jalisco.**

Etapa 1. Modelo de identificación del territorio.

Diciembre de 2017



www.ciatec.mx | atencionaclientes@ciatec.mx
+52 (477) 710 00 11 | 01 800 581 20 23
Omega no. 201, Colonia Industrial Delta
C.P. 37545. León, Guanajuato, México

SEMADET

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.
Av. Circunvalación Agustín Yáñez 2343,
Col. Moderna, C.P. 44190, Guadalajara, Jalisco.

Biol. María Magdalena Ruíz Mejía
Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.

Mtra. Adriana Montserrat Rodríguez Villavicencio
Directora General de Planeación y Gestión Urbana.

Ing. Andrés Aranda Martínez
Encargado del Despacho de la Dirección de Gestión de la Calidad del Aire.

Proyecto elaborado por:

CIATEC, A.C.

Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas.
Omega 201,
Col. Industrial Delta, C.P. 37545, León, Guanajuato.

Dr. Ricardo Jaime Guerra Sánchez
Director General.

M. en C. José de Jesús Torres García
Director de Soluciones Tecnológicas.

Mtro. Enrique Kato Miranda
Líder de proyecto.

Equipo de trabajo:
M. en C. Norma Liliana Cruz Ortiz
Ing. Norma Claudia Calderón Rosas
M. en C. Zenón Rizo Fernández

Diciembre de 2017.

Contenido

1	Introducción	2
2	Objetivo.....	6
2.1	Objetivo general	6
2.2	Objetivos particulares.....	6
3	Marco normativo	7
3.1	Marco normativo ambiental.....	7
3.1.1	Normatividad ambiental estatal en Jalisco.....	8
3.1.2	Normatividad ambiental municipal.....	9
3.2	Marco normativo territorial y del uso del suelo	11
3.3	Marco normativo de riesgo ambiental.....	14
3.3.1	Atlas de riesgos municipal y estatal.....	14
3.3.2	Investigación documental en protección civil y en prensa	16
4	Modelo de identificación del territorio	18
4.1	Modelo integrado	18
4.2	Análisis SIG.....	21
4.3	Metodología.....	22
4.4	Estructuración de la base de datos.....	22
4.5	Desarrollo del modelo SIG.....	23
4.5.1	Desarrollo por fases	23
4.5.2	Restricciones y grupos de variables	23
4.5.3	Plataforma de desarrollo.....	23
4.6	Etapas del modelo SIG	24
4.6.1	Identificación de áreas de exclusión.....	24
4.6.2	Selección del grupo de variables	24
4.6.3	Precalificación integrada de áreas.....	25
4.6.4	Selección de áreas con alto potencial y matriz de comparación.....	25
4.7	Aplicación de análisis multi-criterio	26
5	restricciones por selección de tecnología.....	36
6	Modelo de negocios generalizado	38
6.1	Elementos de operatividad y funcionamiento	41
6.1.1	Organización.....	42
6.1.2	Legales.....	43

6.1.3	Tenencia del predio.....	44
6.1.4	Tecnología	45
6.1.5	Infraestructura	49
6.2	Elementos de mercado y financiero.....	50
6.2.1	Mercado.....	50
6.2.2	Financiamiento.....	52
6.3	Estrategia comercial y de capacitación	55
6.3.1	Estrategia comercial	55
6.3.2	Estrategia de capacitación	57
7	PROPUESTA INTEGRADA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	59
7.1	Supuesto para la diseñar la distribución en planta	59
7.2	Descripción de los elementos considerados en la distribución en planta	60
7.3	Propuestas de distribución en planta.....	66
8	Conclusiones	70
9	Referencias.....	72

Índice de figuras

Figura 1. Cantidad de establecimientos dedicados a la actividad económica 327121- Fabricación de ladrillos no refractarios.....	2
Figura 2. Ubicación geográfica de ladrilleras artesanales en el estado de Jalisco.....	3
Figura 3. Ubicación geográfica de ladrilleras artesanales en la zona metropolitana de Guadalajara.....	4
Figura 4. Correlación de indicadores de “reglamentación” específica,.....	10
Figura 5. Escenarios normativos para la actividad ladrillera cuando sea de carácter industrializado, dentro del marco normativo del territorio y el uso del suelo.....	12
Figura 6. Diagrama de flujo.....	20
Figura 7. Estructura de una base de datos de un SIG.....	22
Figura 8. Ejemplo de las variables ambientales del modelo SIG.....	24
Figura 9. Ejemplo de las variables restrictivas del modelo SIG.....	25
Figura 10. Ejemplo de las variables climáticas del modelo SIG.....	25
Figura 11. Ejemplo del esquema de desarrollo del modelo SIG.....	25
Figura 12. Modelo generalizado de negocios basado en la producción en un parque industrial.....	39
Figura 13. Modelo de vinculación para la producción más limpia.....	40
Figura 14. Elementos de operatividad, de mercado-financieros y comerciales-capacitación.....	41
Figura 15. Categorías de elementos de operatividad y funcionamiento.....	42
Figura 16. Tipos de tenencia de la tierra y documentación requerida.....	44
Figura 17. Abatimiento de consumo de leña mediante mejora de tecnología de hornos....	46
Figura 18. Horno semi continuo multicámaras.....	47
Figura 19. Horno tipo MK2.....	47
Figura 20. Horno tipo “baúl” o “Paulistinha”.....	48
Figura 21. Elementos de mercado y financiamiento asociados al modelo de negocios.....	50
Figura 22. Valor de la producción de ladrillos cocidos (naturales) contra tubos y bloques de concreto según la Encuesta Nacional Manufacturera del Instituto Nacional Estadística y Geografía (INEGI).....	51
Figura 23. Marco conceptual de financiamiento.....	54
Figura 24. Elementos comerciales y de capacitación.....	55
Figura 25. Estrategias de comercialización.....	56
Figura 26. Estrategias de capacitación.....	58
Figura 27. Ejemplo de especie naturalizada apta para áreas verdes en climas semiáridos y templados.....	64
Figura 28. Ejemplo de especie introducida apta para áreas verdes en climas tropicales.....	65

Figura 29. Ejemplo de especia nativa apta para áreas verdes en climas semiáridos..... 66

Figura 30. Distribución en planta para el modelo V1: pendientes menores a 5% y acceso por el lindero mayor..... 67

Figura 31. Distribución en planta para el modelo V2: pendientes menores a 5% y acceso por el lindero menor..... 68

Figura 32. Distribución en planta para el modelo I1: pendientes entre 5% y 10%, con acceso por el lindero mayor..... 69

Índice de tablas

Tabla 1. Número de unidades productoras artesanales y producción anual de las cuatro entidades con mayor actividad en el país..... 3

Tabla 2. Criterios de localización para la actividad ladrillera señalados en la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-001/2010 en vigor en el Estado de Guanajuato 8

Tabla 3. Criterios de localización para la actividad ladrillera señalados en el Reglamento de las Ladrilleras en el Municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco..... 10

Tabla 4. Ejemplos de instrumentos normativos a ser considerados en un análisis particular 13

Tabla 5. Fenómenos de atlas de riesgos y sus componentes, de acuerdo a las bases de estandarización de la Secretaría de Desarrollo Territorial y urbano (SEDATU) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) 14

Tabla 6. Fenómenos de Atlas de Riesgos del Estado de Jalisco 16

Tabla 7. Metodología de clasificación de terrenos..... 18

Tabla 8. Conceptos de análisis espacial 21

Tabla 9. Criterios para evaluar sitios para ladrilleras, agrupados por ámbito 26

Tabla 10. Código de colores para la evaluación multi-criterio de cada sitio..... 27

Tabla 11. Criterios para evaluar sitios para parques de ladrillera artesanales..... 28

Tabla 12. Criterios para evaluar sitios para parques de ladrillera industrializadas 31

Tabla 13. Obligaciones legales asociadas al modelo integral de producción más limpia..... 43

Tabla 14. Criterios para seleccionar tecnologías de hornos con mejor eficiencia en consumo de biomasa..... 47

Tabla 15. Características del modelo de negocios y elementos de infraestructura en función de la tecnología seleccionada..... 49

Tabla 16. Requisitos de elegibilidad para obtener financiamiento privado..... 53

Tabla 17. Cuadro de áreas para los modelos V1, V2 e I1. 63

Abreviaturas

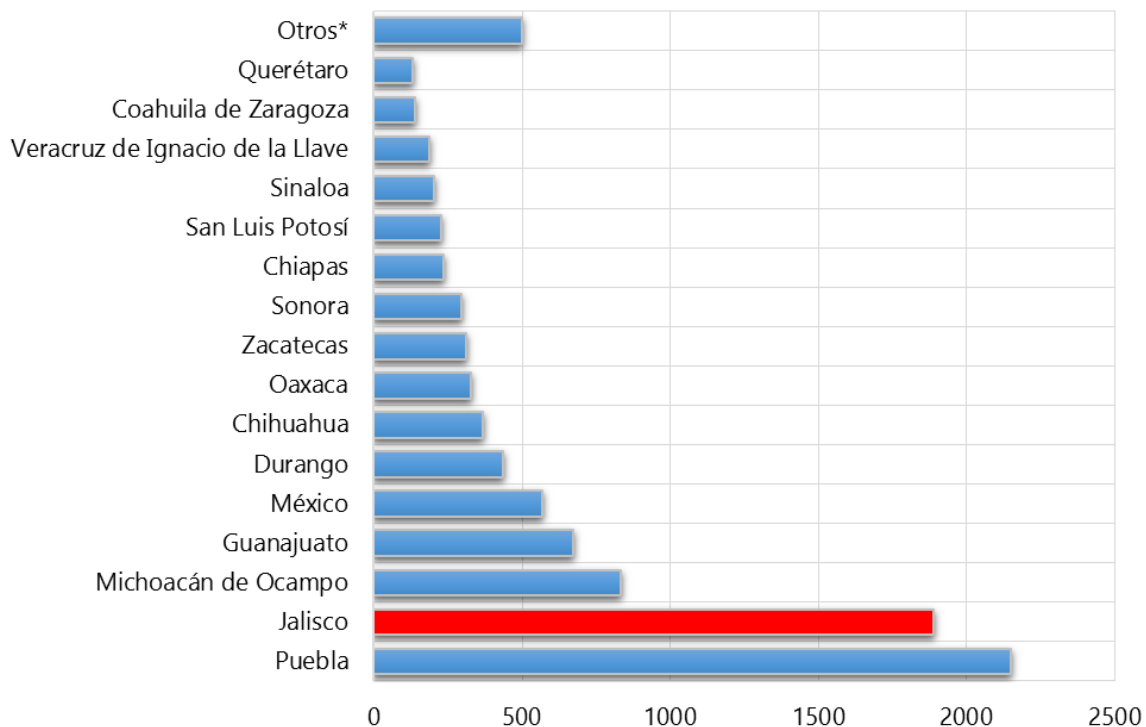
ANP	Área Natural Protegida
BTC	Bloques de tierra comprimida
CANADEVI	Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda
CCAC	Coalición de Clima y aire Limpio
CENAPRED	Centro Nacional De Prevención de Desastres
cm	Centímetros
CMCI	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas
EELA	Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras de América Latina para mitigar el Cambio Climático
EMC	Evaluación Multi-criterio
IIEG	Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional Estadística y Geografía
m ²	Metros cuadrados
ONG	Organización no gubernamental
POTE	Programa de Ordenamiento Territorial del Estado
SCP	Sociedad Cooperativa de Producción
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano
SEMADET	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial
SEPAF	Secretaría de Planeación Administración y Finanzas
SIG	Sistema de Información Geográfica

1 INTRODUCCIÓN

La oferta de ladrillo de arcilla cocida, producidos artesanalmente, es importante en las regiones del centro y centro-occidente del país como quedó en evidencia en estudio de mercado realizado a nivel nacional (INECC, 2016). Sectores como la autoconstrucción y la construcción de vivienda residencial media y media alta, sostienen la demanda del producto de cerca de 17,000 unidades distribuidas en todo el país pero con presencia principal en Puebla, Jalisco y Guanajuato.

De acuerdo a los datos publicados por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUE (Figura 1), el estado de Jalisco se ubica en la segunda posición a nivel nacional en cuanto a establecimientos que se dedican a la actividad 327121 – Fabricación de ladrillos no refractarios (INEGI, 2017).

Figura 1. Cantidad de establecimientos dedicados a la actividad económica 327121-Fabricación de ladrillos no refractarios.



Fuente: DENUE, 2017.

*: Nayarit, Guerrero, Baja California, Hidalgo, Morelos, Tlaxcala, Aguascalientes, Tamaulipas, Colima, Baja California Sur, Ciudad de México, Tabasco, Nuevo León y Yucatán.

Estas cifras contrastan con las reportadas por el Instituto Nacional de Ecología (INE) en 2013, que ubican a Jalisco entre las cuatro entidades con mayor número de ladrilleras y producción de ladrillo, junto con Puebla, Guanajuato y San Luis Potosí. Estas cuatro

entidades concentran más del 59% de las unidades de producción artesanal en el país según la misma fuente (Tabla 1).

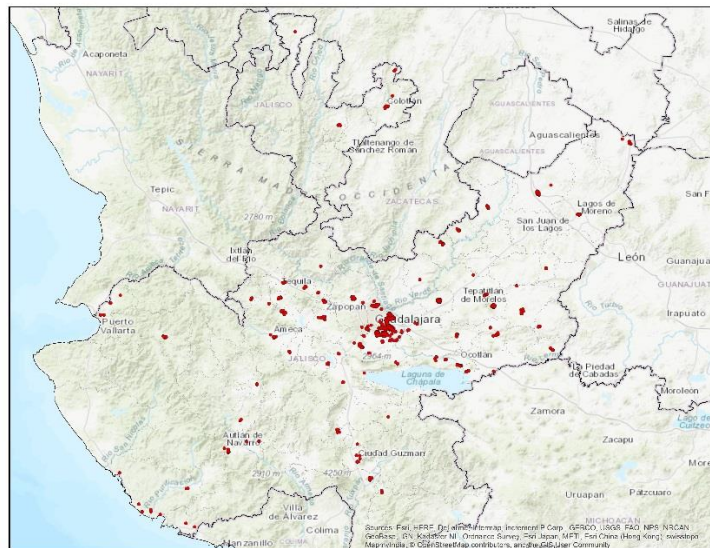
Tabla 1. Número de unidades productoras artesanales y producción anual de las cuatro entidades con mayor actividad en el país

Estado	Número de unidades productoras	Producción anual en miles de piezas (7x14x28 cm)	Producción anual en toneladas de producto cocido
Puebla	4,500	836,325	3,035,860
Guanajuato	2,366	670,166	2,432,703
Jalisco	1,994	418,740	1,520,026
San Luis Potosí	1,175	320,775	1,164,413

Fuente: Instituto Nacional de ecología (2013)

Las cifras para Jalisco probablemente están subestimadas, pues tan sólo en las regiones Altos Norte, Altos Sur y Centro, la Secretaría de Medio ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) estima que existen 1,463 unidades productoras (SEMADET, 2017). Por ello, es probable que Jalisco se encuentre en el segundo lugar en producción a nivel nacional.

Figura 2. Ubicación geográfica de ladrilleras artesanales en el estado de Jalisco.

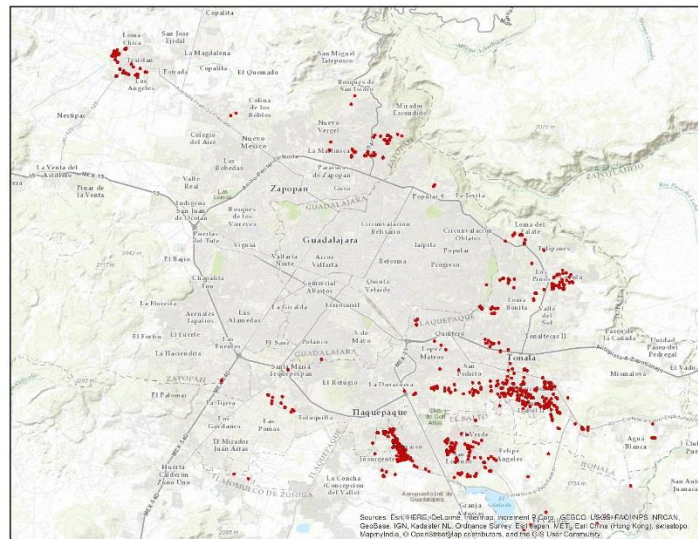


Fuente: DENUE, 2017.

Geográficamente, la actividad de fabricación de ladrillos está ampliamente distribuida en la parte centro y nororiente del estado de Jalisco (Figura 2). La gran mayoría de ladrilleras artesanales son micro o pequeñas empresas de carácter informal, y su proceso de fabricación no muestra ninguna innovación, es decir, aún producen ladrillos de la misma forma como desde hace ya muchos años. Dichas ladrilleras están representadas básicamente por el horno y un espacio de terreno como patio de almacenamiento de insumos, área de mezclado y área de trinchado (SEMADET, 2017)

Generalmente los hornos ladrilleros están ubicados en la periferia de las ciudades en zonas urbanas (Figura 3), donde la materia prima abunda o está muy cerca y es accesible; sin embargo, el crecimiento de la mancha urbana va absorbe los polígonos designados para los ladrilleros artesanales, lo que provoca una situación de incomodidad principalmente en los fraccionamientos destinados a la vivienda. Los hornos empleados para el quemado de adobes son básicamente del tipo fijo o de campana, en cuyo interior el combustible, principalmente biomasa, está en contacto directo con los ladrillos; no se cuenta con algún tipo de control de la temperatura ni de las emisiones contaminantes generadas (SEMADET, 2017).

Figura 3. Ubicación geográfica de ladrilleras artesanales en la zona metropolitana de Guadalajara.



Fuente: DENUE, 2017.

Los ladrillos elaborados difícilmente cumplen las medidas estándar (7x14x21cm) así como las normas de calidad (NMX-C-404-ONNCCE-2012), lo que restringe su mercado; cuando a esto se suma el uso de combustibles inadecuados (llantas usadas, ropa, tarimas con recubrimientos, etc.), la actividad ladrillera se convierte en fuente de contaminación que afecta la calidad del aire de las poblaciones cercanas, así como la de los mismos ladrilleros (SEMADET, 2017).

Por todo lo anterior, es indispensable la modernización de la actividad con miras a reducir sus emisiones de contaminantes climáticos de vida corta, en virtud de que no se prevé una disminución de la demanda en la zona del país donde se asienta el Estado de Jalisco.

En tal sentido, el diagnóstico estatal (SEMADET, 2017) señala que el Programa para Mejorar la Calidad del Aire Jalisco 2011-2020, (SEMARNAT, 2017), especifica la medida 21: "Regular las actividades de elaboración artesanal de ladrillos y crear un programa para que los productores apliquen las mejores prácticas en las ladrilleras", lo cual incluye elaborar un estudio costo beneficio para la conformación de un parque ladrillero y reubicar las ladrilleras. Por otra parte, la ley para la promoción y desarrollo artesanal del Estado de Jalisco (Congreso del Estado de Jalisco, 2017), establece como su objeto contribuir a la modernización de las

actividades artesanales, al mejorar sus condiciones de rentabilidad, gestión y competitividad en el mercado.

En la exposición de motivos de la iniciativa de decreto relacionada con la verificación vehicular (Gobierno de Jalisco, 2017), se enumeran las acciones de atención e intervención en el sector ladrillero, “con el objetivo de transitar a una cadena productiva de bajo carbono. Jalisco reconoce que una política integral debe contemplar: hornos y combustibles más eficientes, coordinación municipal, reglamentación de bancos de arcillas, reglamentación del uso de leña y otros combustibles y la emisión de normas para el producto” (SEMADET, 2017).

El modelo integral que se pretende desarrollar, busca establecer las bases de carácter tecnológico y los procesos metodológicos de selección de sitios adecuados, para crear parques de producción ladrillera bajo condiciones de proceso que permitan el control de sus emisiones y la mejora de la calidad de vida del propio productor.

Este modelo tendrá carácter suficientemente genérico para aplicarse a cualquier municipio del Estado de Jalisco, pero también pretende mostrar la ruta metodológica para la consecución del objetivo de mejora buscado. En este primer entregable, se muestran los avances en el desarrollo de un modelo de identificación del territorio.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo general

Desarrollar una metodología para el análisis de las aptitudes del territorio para la selección y ubicación óptima donde se pueda desarrollar la producción del ladrillo artesanal limpio, misma que será utilizada como insumo para la definición de un modelo de parque ladrillero de bajas emisiones.

2.2 Objetivos particulares

- Definición de metodología para la selección del territorio de un municipio, de acuerdo a los criterios tecnológicos y rentabilidad en producción y suministro de materiales de acuerdo a la materia prima requerida.
- Definición de metodología para el funcionamiento administrativo de un parque ladrillero, de acuerdo al mercado local y regional.

3 MARCO NORMATIVO

El marco normativo que se aborda en el modelo integral de atención a las ladrilleras, abarca los aspectos ambientales, de uso del suelo y los relativos al riesgo ya sea natural o aquel generado por las actividades humanas.

En primer lugar, el marco normativo ambiental obedece al propósito original de lograr que la producción de ladrillo se realice de tal forma que proteja, en la medida que los avances tecnológicos y la factibilidad económica lo permita, al medio ambiente y en consecuencia, a la salud tanto de los mismos productores, sus empleados y familias, como la de la población que, estando ajena a la actividad de producción de ladrillo, pudiese resultar afectada por sus emisiones o por alguna otra consecuencia ambiental derivada del proceso, del manejo de las materias primas o bien del producto terminado.

Otro marco normativo pertinente, es el relacionado con la regulación de los usos del suelo en función de sus vocaciones y de las previsiones que al respecto se plantean en los instrumentos de planeación territorial y ecológica.

Por último, las experiencias de proyectos como el desarrollado en Durango para el establecimiento de un parque ladrillero basado en hornos del tipo MK2, confirman que el marco normativo relativo a la gestión del riesgo, también es un aspecto que debe considerarse para garantizar el éxito de un modelo integral de producción más limpia de ladrillo.

Los tres marcos normativos son relevantes para el análisis territorial y pueden expresarse en la construcción de un sistema de información geográfica que permita interpretar las restricciones y oportunidades para la instalación de un parque para la industria ladrillera. En esta sección se describen cada uno de esos tres marcos normativos.

3.1 Marco normativo ambiental

La actividad de producción de ladrillo no se encuentra explícitamente descrita en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), pero puede considerarse para tales efectos una actividad industrial debido a que conlleva la transformación de materias primas para dar lugar al producto final, aún y cuando se realice mediante técnicas manuales creativas (INECC, 2016). En este sentido, la LGEEPA establece en su Artículo 7 que corresponde a los estados la prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales no reservados a la federación (H. Congreso de la Unión, 2016). El Capítulo V de su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, define que corresponde a los estados la prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas industriales.

En este punto es importante destacar que la forma actual de producción artesanal de ladrillo se realiza mediante hornos tradicionales tipo “campaña” o bien fijos, los cuales carecen de chimeneas de conducción de emisiones, por lo que no es posible considerarlas en principio

como fuentes fijas de emisión a la atmósfera; los hornos de este tipo pueden estar aislados o en conjuntos dentro del mismo predio o en predios aledaños.

3.1.1 Normatividad ambiental estatal en Jalisco

En el diagnóstico macro sobre el sector ladrillero en el Estado de Jalisco (SEMADET, 2017), se resume la situación de la normatividad ambiental estatal y municipal aplicable a las ladrilleras:

1. Dentro de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente la actividad queda contenida en los preceptos referentes a emisiones contaminantes provenientes de fuentes fijas industriales (Gobierno del Estado de Jalisco, 2017).
2. La responsabilidad compartida entre estado y municipios, de mantener un inventario actualizado de fuentes fijas de contaminación.
3. La obligación del Ejecutivo Estatal de formular programas para prevenir, controlar y reducir la contaminación de la atmósfera, suelo y aguas y de los municipios respecto a la vigilancia y cumplimiento de la materia (Artículo 6).
4. El requerimiento de autorización estatal para las fuentes fijas que emitan a la atmósfera (Artículo 73).
5. Los criterios generales y locales de regulación ambiental (artículo 24), que deben ser considerados en las normas de diseño y tecnología de construcción para la vivienda.
6. La regulación de bancos de materiales de donde se toma la materia prima para la elaboración de ladrillos, como lo marca el Reglamento de Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, Explotación de Bancos de Material Geológico, Yacimientos Pétreos y de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera Generada por Fuentes Fijas en el Estado de Jalisco (Congreso del Estado de Jalisco, 2017).

La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco (SEMADET), elabora actualmente una norma técnica ambiental específica para regular la localización y la operación de las ladrilleras artesanales. Su elaboración, parte de las normas equivalentes ya publicadas en Guanajuato e Hidalgo. Como ejemplo, en la Tabla 2 se muestran los datos obtenidos de su norma técnica ambiental

Tabla 2. Criterios de localización para la actividad ladrillera señalados en la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-001/2010 en vigor en el Estado de Guanajuato

Criterio	NTA-IEE-001/2010
Zonas Arqueológicas	Fuera de ellas y de predios colindantes
Zonas de Protección Ecológicas o Áreas Naturales Protegidas	Fuera de ellas
Ecosistemas protegidos	Donde no afecte a las especies de la NOM-059-ECOL-1994
Zonas urbanas	Restringida solo para el uso exclusivo de Gas L.P. o Gas Natural o > 3000 m de centros poblacional a partir de su periferia

Criterio	NTA-IEE-001/2010
Vientos dominantes	Que no estén a favor de los centros de población en ninguna época del año
Vías de comunicación	> 150 m de vías generales de comunicación como carreteras y ferroviarias
Infraestructura de transformación de energéticos, energía eléctricas y telefónica	> 1 km de oleoductos, poliductos, gasoductos o ductos que conduzcan HC; > 150 m de líneas de alta tensión, subestaciones eléctricas, estaciones termoeléctricas, líneas telefónicas aéreas y subterráneas.
Cuerpos de agua	> 150 m y zonas susceptibles de inundación
Fallas geológicas o hundimientos, zona agrícola o forestal	Fuera de ellas
Gaseras, estaciones de servicio o almacenamiento de hidrocarburos	> 500 m de almacenamientos
Aeropuertos y aeropistas	> 3000 m de los límites físicos
Área mínima de operaciones	900 m ² con frente máximo de 40 m

Fuente: modificado del informe de proyecto arquitectónico de un parque ladrillero para el municipio de San Pedro Tlaquepaque (2017).

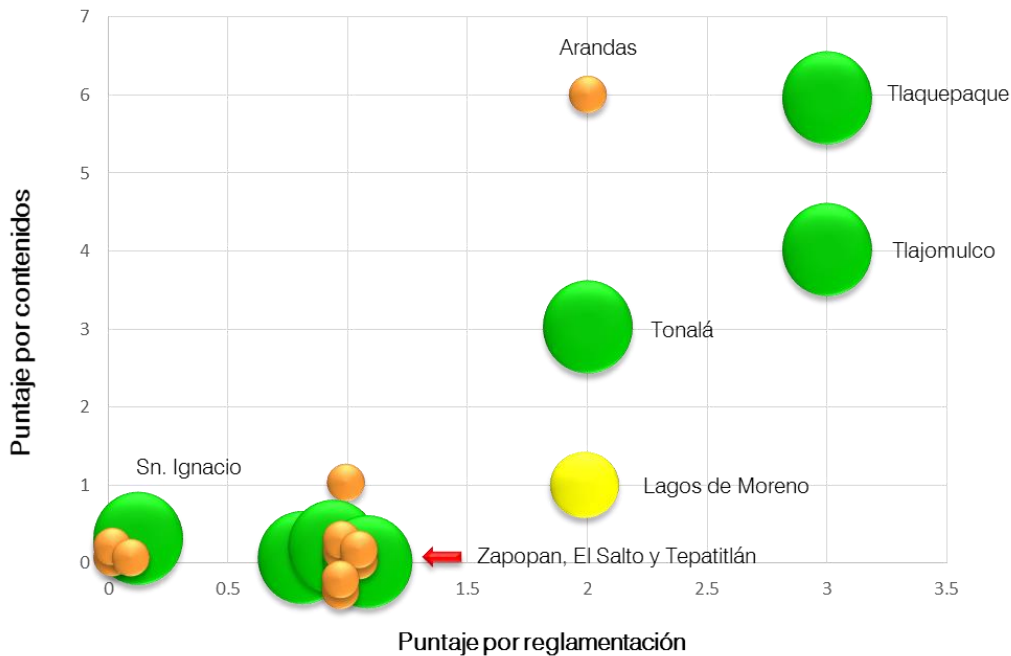
El diagnóstico señalado (SEMADET, 2017) indica que la Ley para la Promoción y Desarrollo Artesanal del Estado de Jalisco (Congreso del Estado de Jalisco, 2017), "establece como su objeto contribuir a la modernización de las actividades artesanales, mejorando sus condiciones de rentabilidad, gestión y competitividad en el mercado, lo cual colude bien con las acciones planteadas en el PROAIRE Jalisco".

3.1.2 Normatividad ambiental municipal

A nivel municipal, el abordaje del tema de ladrilleras en los reglamentos es muy variable (SEMADET, 2017) y no necesariamente muestra correlación con el número de unidades productoras artesanales de ladrillo como se ve en la Figura 4. En ella se grafica un indicador asociado a la especificidad de los reglamentos en cuanto a las ladrilleras (puntaje por reglamentación) y otro indicador derivado del enfoque de los contenidos de dichos reglamentos (puntaje por contenidos).

El factor que distingue a los municipios de Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga y Tonalá, es que el primero cuenta con un reglamento que regula la instalación y operación de ladrilleras, (H. Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque, 2016). En el segundo caso, cuenta con un 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 (H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, 2016) y en Tonalá su reglamento establece las medidas necesarias en materia de protección al ambiente, en relación a las ladrilleras (H. Ayuntamiento de Tonalá, 2016).

Figura 4. Correlación de indicadores de “reglamentación” específica, “contenidos” de los reglamentos municipales y cantidad de ladrilleras por municipio



Fuente: Diagnóstico Macro sobre el Sector Ladrillero en Jalisco elaborado por SEMADET (2017). En naranja los municipios con menos de 50 ladrilleras, en amarillo los municipios con 51 a 100 ladrilleras y en verde los municipios con más de 101 ladrilleras.

En los tres municipios señalados en el párrafo anterior y en el municipio de Arandas, sus reglamentos abordan el tema de reglas para la localización de la actividad, con correspondencia a reglas de operación de la actividad.

A manera de ejemplo de los elementos reglamentarios municipales que deben tomarse en cuenta para la aplicación de este modelo integral, se citan los que corresponden al municipio de San Pedro Tlaquepaque (Tabla 3).

Tabla 3. Criterios de localización para la actividad ladrillera señalados en el Reglamento de las Ladrilleras en el Municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco

Criterio	NTA-IEE-001/2010
Zonas Arqueológicas	1,500 m de distancia
Zonas de Protección Ecológicas o Áreas Naturales Protegidas	Fuera de ellas
Ecosistemas protegidos	Donde no afecte a las especies de la NOM-059-ECOL-1994
Zonas urbanas	Fuera de la mancha urbana, > 150 lineales de asentamientos humanos con > 2500 habitantes
Vientos dominantes	Que no estén a favor de los centros de población en ninguna época del año
Vías de comunicación	> 1 km de carreteras pavimentadas y ferroviarias y > 150 m de caminos secundarios

Criterio	NTA-IEE-001/2010
Infraestructura de transformación de energéticos, energía eléctrica y telefónica	> 1 km de oleoductos, poliductos, gasoductos, líneas de altas tensiones, subestaciones eléctricas, estaciones termoeléctricas, líneas telefónicas aéreas y subterráneas.
Zonas de fragilidad ambiental	Fuera de ellas
Cuerpos de agua	> 500 m
Fallas geológicas o hundimientos, zona agrícola o forestal	Fuera de ellas
Gaseras, estaciones de servicio o almacenamiento de hidrocarburos	> 1500 m de almacenamientos mayores de 5,000 kg o equivalentes
Áreas verdes	Debe contar con al menos el 10% del predio para especies arbóreas nativas de la región para formar cortina perimetral rompe vientos

Fuente: Reglamento Municipal de las Ladrilleras en el Municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. (2017)

3.2 Marco normativo territorial y del uso del suelo

La localización actual de la producción artesanal de ladrillo no está determinada por los instrumentos normativos del territorio debido al origen y permanencia de la actividad en la informalidad. El modelo integral para la producción más limpia de ladrillos, parte de la formalización de la actividad y, por lo tanto, su sujeción a los códigos, reglamentos, planes y programas que les sean aplicables.

En los instrumentos normativos territoriales y del uso del suelo, la actividad ladrillera se encuentra escasamente reconocida y, en ocasiones, identificada con categorías de actividad que no corresponden a un análisis objetivo de la actividad. Un ejemplo de ello, es el caso del Municipio de San Pedro Tlaquepaque, en el que su "Reglamento de Zonificación Urbana para el Municipio de San Pedro Tlaquepaque" clasifica la producción de ladrillos cocidos como industria pesada y de alto riesgo con lo cual limita las posibilidades de selección de predios en el territorio municipal para asentar la actividad (H. Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque, 2012).

El citado reglamento establece que las actividades de alto riesgo son aquellas que manejan sustancias incluidas en los listados vigentes, en cantidades superiores a las de reporte que se citen en dichos listados. En el caso de las ladrilleras, y bajo las condiciones actuales, la única sustancia que se sujeta a dicha revisión, es el uso de gasolina (para motores de equipos de ventilación), en cantidades muy inferiores a las de reporte.

De aquí, se tiene que dependiendo del caso que se trate, pueden presentarse situaciones que van desde la ausencia a mención específica a las ladrilleras, hasta clasificaciones restrictivas y sin sustento en la realidad de la actividad. La distinción entre actividad ladrillera artesanal y actividad ladrillera industrializada, demanda que se aplique una norma técnica ambiental para definir la factibilidad de uso del suelo en el primer caso o sujetar a los instrumentos normativos del uso del suelo en el segundo caso como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Escenarios normativos para la actividad ladrillera cuando sea de carácter industrializado, dentro del marco normativo del territorio y el uso del suelo



Fuente: elaboración propia.

El Código Urbano para el Estado de Jalisco establece en su artículo 77 que “el ordenamiento del territorio, la planeación urbana y la definición de las directrices que orientarán el desarrollo de los centros de población es responsabilidad compartida entre el Gobierno del Estado y los Ayuntamientos” (Secretaría General de Gobierno de Jalisco, 2008).

En su Artículo 9 determina que la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial debe elaborar el proyecto de Programa Estatal de Desarrollo Urbano, para someterlo a la aprobación del Gobernador del Estado. Establece también que el Sistema Estatal de Planeación para el Desarrollo Urbano se integrará por el siguiente conjunto de programas y planes, de desarrollo:

1. Programas de Desarrollo Urbano
 - a) Programa Estatal de Desarrollo Urbano
 - b) Programas Municipales de Desarrollo Urbano
 - c) Programas de Desarrollo Metropolitano
2. Planes y Programas de Referencia:
 - a) Planes Regionales de Integración Urbana;
 - b) Programas de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado;
 - c) Planes de Ordenamiento Territorial Metropolitano; y
 - d) Programas de Ordenamiento Ecológico Local;
3. Planes Básicos de Desarrollo Urbano
 - a) Planes de Desarrollo Urbano de Centro de Población
 - b) Planes Parciales de Desarrollo Urbano

La Tabla 4 muestra algunos de los instrumentos normativos territoriales y de uso del suelo que deben considerarse en el análisis del marco normativo para la modernización y producción más limpia del ladrillo, en un escenario tanto de producción artesanal como industrializada aunque, en cualquier caso, bajo la premisa de que la tecnología usada permita la conducción de las emisiones para sujetarla a la normatividad ambiental.

Tabla 4. Ejemplos de instrumentos normativos a ser considerados en un análisis particular

Alcance territorial	Nombre del instrumento	Fecha de autorización
Todos los municipios del Estado de Jalisco	Código Urbano para el Estado de Jalisco	27 de septiembre de 2008
Todos los municipios del Estado de Jalisco	Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco	27 de Julio de 2006
Área Metropolitana de Guadalajara	Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del Área Metropolitana de Guadalajara (POT MET)	Junio de 2016
Guadalajara	Programa Municipal de Desarrollo Urbano/Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población	26 de diciembre de 2011
Guadalajara	Modelo Ecológico Territorial de Guadalajara (Documento Técnico Guadalajara)	27 de Julio de 2006
Zapopan	Plan de Desarrollo Urbano de Zapopan	Octubre de 2002
Zapopan	Proyecto de Programa de Desarrollo Urbano de Zapopan	2014
San Pedro Tlaquepaque	Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población/Planes Parciales de Desarrollo Urbano de San Pedro Tlaquepaque	11 de octubre de 2011
San Pedro Tlaquepaque	Modelo Ecológico Territorial de Tlaquepaque (Documento Técnico Tlaquepaque)	27 de Julio de 2006
Tonalá	Programa de Desarrollo Urbano Tonalá	Noviembre de 2010
Tlajomulco	Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tlajomulco de Zúñiga	Agosto de 2010
Tlajomulco	Programa de Ordenamiento Ecológico Local Tlajomulco	Noviembre de 2010
Ixtlahuacán de los Membrillos	Ordenamiento Ecológico Ixtlahuacán de los Membrillos	Diciembre de 2011
Ixtlahuacán de los Membrillos	Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población Ixtlahuacán de los Membrillos	6 de mayo de 2008
Ixtlahuacán de los Membrillos	Modelo Ecológico Territorial de Jalisco (Documento técnico de Ixtlahuacán de los Membrillos)	27 de Julio de 2006
El Salto	Programa de Desarrollo Urbano "El Salto"	4 de agosto de 2000
Juanacatlán	Plan Parcial de Desarrollo Urbano La Aurora Juanacatlán	Octubre de 2009
Lagos de Moreno	Plan Parcial de Desarrollo Urbano "Colinas de Lagos" de Lagos de Moreno, Jalisco	16 de julio de 2014
Lagos de Moreno	Modelo Ecológico Territorial de Jalisco (Documento técnico de Lagos de Moreno)	27 de Julio de 2006

Alcance territorial	Nombre del instrumento	Fecha de autorización
Lagos de Moreno	Atlas Municipal de Riesgos Naturales de Lagos de Moreno	Diciembre de 2010
Encarnación de Díaz	Plan de Desarrollo Urbano Encarnación de Díaz	2009
Encarnación de Díaz	Modelo Ecológico Territorial de Jalisco (Documento técnico Encarnación de Díaz)	27 de Julio de 2006
Acatic	Modelo Ecológico Territorial de Jalisco (Documento técnico Acatic)	27 de Julio de 2006
Tala	Plan de Desarrollo Urbano de Tala	
Tala	Modelo Ecológico Territorial de Jalisco (Documento técnico Tala)	27 de Julio de 2006
Zapotlanejo	Atlas Integral de Peligros y Riesgos del municipio de Zapotlanejo	2015
San Ignacio Cerro Gordo	Modelo Ecológico Territorial de Jalisco (Documento Técnico San Ignacio Cerro Gordo)	27 de Julio de 2006
San Ignacio Cerro Gordo	Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población San Ignacio Cerro Gordo	2012
San Juan de los Lagos	Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población San Juan de los Lagos	Junio de 2006
San Juan de los Lagos	Modelo Ecológico Territorial de Jalisco (Documento Técnico San Juan de los Lagos)	27 de Julio de 2006

Fuente: recopilación de información municipal en los sitios oficiales de cada municipio.

3.3 Marco normativo de riesgo ambiental

3.3.1 Atlas de riesgos municipal y estatal

Uno de los elementos a ser incluidos en el sistema de información geográfica, se refiere a los riesgos potenciales que limiten la implementación de un parque ladrillero sin importar que sea de tipo artesanal o industrializado.

El instrumento adecuado para este tema lo constituye el Atlas de Riesgos Municipal, por lo que debe verificarse que exista y que se encuentre vigente; en caso positivo se deberán verificar los fenómenos que en ese estudio hayan resultado como los más perturbadores en el municipio, a manera de ejemplo se muestran en la Tabla 5 los posibles componentes de cada fenómeno de acuerdo a la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU) y el Centro Nacional De Prevención de Desastres (CENAPRED) como instituciones encargadas de la identificación de peligros y riesgos a nivel nacional.

Tabla 5. Fenómenos de atlas de riesgos y sus componentes, de acuerdo a las bases de estandarización de la Secretaría de Desarrollo Territorial y urbano (SEDATU) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

Fenómeno	Componentes	Justificación
Geológicos*	1. Vulcanismo	En los municipios cercanos al Volcán de Colima u otro aparato volcánico activo

Fenómeno	Componentes	Justificación
	2. Sismos	Aplica en todo municipio donde se haya registrado algún epicentro, sobre todo en los municipios costeros.
	3. Tsunamis	Por actividad sísmica que pueda detonar un movimiento del mar, aplica para municipios costeros.
	4. Inestabilidad de laderas	En los municipios donde se tengan antecedentes y/o elevaciones de considerable altura y pendiente pueden ocurrir los deslizamientos.
	5. Flujos	Son flujos de lodo y pueden desencadenarse por actividad volcánica, deshielo de cráter volcánico o por lluvias intensas,
	6. Caídos o derrumbes	Generalmente ocurren en zonas montañosas donde la pendiente favorece caído de rocas o derrumbes de laderas.
	7. Hundimientos	Puede ser por disolución de roca, reacomodo de materiales, estructuras geológicas sepultadas, etc.
	8. Subsistencia	Ocurre por las sobreexplotación de los acuíferos, normalmente ocurre en valles y se presenta como agrietamientos
	9. Agrietamientos	Se relaciona con los hundimientos y subsidencia ya que casi siempre un agrietamiento es la primer evidencia de los anteriores
	Hidro-meteorológicos*	1. Ondas cálidas y gélidas
2. Sequías		En donde se presente este fenómeno puede generar el encarecimiento de la biomasa en caso de incendio de donde la surten.
3. Heladas		Por las condiciones atmosféricas que puede generar el mantenimiento de las partículas suspendidas por más tiempo en la atmosfera.
4. Tormentas de granizo		Destrucción de la infraestructura de los productores y daños a las personas, además de la imposibilidad de trabajar.
5. Tormentas de nieve		Revisión en las zonas montañosas por la imposibilidad de trabajar.
6. Ciclones tropicales		Aplica principalmente para los municipios costeros y aquellos donde las precipitaciones son intensas por este fenómeno.
7. Tornados		Destrucción de la infraestructura y daños a las personas expuestas.
8. Tormentas polvo		Afectaciones a la salud de los trabajadores.
9. Tormentas eléctricas		Por la imposibilidad de trabajar y el riesgo en caso de estar manipulando equipo eléctrico.

Fenómeno	Componentes	Justificación
	10. Lluvias extremas	Por la imposibilidad de trabajar.
	11. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	Por las afectaciones a la infraestructura y actividades de la sociedad.
Químicos **	1. Almacenamiento de sustancias peligrosas 2. Transporte de sustancias peligrosas 3. Sitios contaminados por sustancias peligrosas 4. Incendios forestales	
Socio-organizativos **	Se consideran aquellos que interrumpen la forma tradicional de vida y costumbres de la población	Cuando se cuenten con aspectos culturales, religiosos como peregrinaciones, rituales, etc., que influyan en la movilidad de la sociedad y sus componentes.

Fuente: *SEDATU (2014); ** CENAPRED (2013).

En el caso de que en un municipio de interés no cuente con un Atlas de Riesgos, se recurrirá a revisar la última versión del **Atlas de Riesgo del Estado de Jalisco**, que se encuentra en línea en la página del Instituto de Información Estadística y Geográfica (IIEG Jalisco, 2017). Este instrumento proveerá de manera general los fenómenos y sus componentes que afectan al municipio de interés, en la 6 se mencionan los fenómenos de los cuales se pueden visualizar las capas de información de acuerdo al tema, que en este caso se cuentan con 109 temas con diferente información.

Tabla 6. Fenómenos de Atlas de Riesgos del Estado de Jalisco

Fenómeno	Componentes
Geológicos	20 temas
Hidro-meteorológicos	20 temas
Químicos	26 temas

Fuente: IIEG Jalisco (2017).

3.3.2 Investigación documental en protección civil y en prensa

Una fuente de información complementaria al Atlas de Riesgo del Estado de Jalisco en el caso de que no se cuente con un atlas de riesgos municipal, es la búsqueda exhaustiva de información bibliográfica, hemerográfica y de registros en las dependencias de protección civil municipal y estatal.

Se deberán considerar los archivos históricos del municipio, así como noticias locales de alguna inundación, incendios forestales, explosiones de algún tipo o sustancia específica, hundimientos en alguna zona, movimientos de tierra de algún cerro cercano, ubicación de rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto que hayan sido clausurados, entre muchos otros temas importantes que al momento de implementar un parque ladrillero pudieran representar un peligro o riesgo para los productores e instalaciones.

Otras dependencias municipales en las que se pueden encontrar información relevante en torno a riesgos hidro-meteorológicos, geológicos o químicos, son aquellas encargadas de los rubros que se enlistan:

- Bomberos,
- Agua y alcantarillado
- Medio ambiente
- Seguridad pública,
- Energía Eléctrica (CFE),
- Archivo histórico

4 MODELO DE IDENTIFICACIÓN DEL TERRITORIO

4.1 Modelo integrado

La problemática de ubicación óptima de parques ladrilleros es un tema que ha tomado gran relevancia en el estado de Jalisco, donde el principal obstáculo para su gestión tiene que ver con la cercanía a infraestructura y servicios básicos, pero a su vez con la lejanía respecto a la mancha urbana, cuerpos hídricos, infraestructura vial (ductos, aeropuertos, etc.), áreas naturales protegidas, dirección de vientos dominantes, etc.

Al considerar la responsabilidad que las autoridades, tanto estatales como municipales, en materia ambiental tienen con las comunidades y regiones en pro de prevenir y disminuir impactos negativos sobre ellos, se hace necesario que los actores responsables del ordenamiento territorial (municipal y estatal) asuman el compromiso de desarrollar estrategias adecuadas para la selección de sitios con alto potencial para la ubicación de parques ladrilleros, con el fin de asegurar la protección de la salud humana así como el desarrollo sostenible de los productores.

La selección de sitios con alto potencial para la ubicación de parques ladrilleros implica considerar, además de la cercanía a servicios e infraestructura, restricciones técnicas, jurídicas, ambientales, sociales, económicas y criterios climáticos, físicos, entre otros que en su conjunto disminuyan los riesgos sobre la salud humana de las comunidades contiguas y ecosistemas adyacentes.

Para el análisis de un modelo de selección no existe una metodología establecida, sin embargo mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Evaluación Multi-criterio (EMC), se puede realizar un análisis o barrido de las aptitudes de todo un municipio de acuerdo a la disposición de información cartográfica digital para alimentar el SIG.

Para la obtención del modelo del SIG se requiere realizar una selección inicial de las zonas de mayor interés del municipio en estudio descartando previamente las áreas, que por disposiciones legales, se encuentren restringidas para soportar el modelo de parque ladrillero. Teniendo delimitada el área de estudio, se procede a evaluar la o las zonas mediante la aplicación de variables físicas, técnicas, climáticas, entre otras, que permitirán clasificar dentro de una macro zona, pequeñas áreas aptas para la instalación de un parque ladrillero. Para la comparación de áreas existen tres técnicas comúnmente empleadas (LaGrega & Buckingham, 1996), que corresponden a listas de chequeo, matriz de evaluación y superposición de escenarios (Tabla 7).

Tabla 7. Metodología de clasificación de terrenos

Método	Definición
Intuitivo	La persona encargada revisa la información disponible de una zona con el fin de determinar si cumple con las condiciones esperadas para la ubicación de estas infraestructuras. El argumento a favor de este método consiste en que las características de un lugar son funcionalmente interdependientes entre sí, respecto al

	proyecto y a las operaciones a realizar en la instalación, como para tener en cuenta el análisis por separado de cada factor individual.
Exclusión escalonada	Evalúa cada factor definido como importante dentro del proceso de ubicación de forma secuencial y define un umbral de aceptabilidad para poder descartar las zonas que no cumplan con estos requisitos mínimos. Estos criterios pueden corresponder a restricciones de tipo medioambiental, técnico, social, económico o político para la ubicación de la instalación. En este proceso se obtienen como resultado un conjunto de zonas restringidas y se puede replicar el proceso con nuevos factores hasta obtener una ubicación adecuada.
Graduación	Consiste en la ponderación de los datos sobre terrenos, es decir, la denominación original de estos datos es modificada de acuerdo a calificaciones equivalentes en base a una escala común. La fase siguiente de graduación consiste en asignar coeficientes de importancia relativa para cada factor. La combinación de las calificaciones y los coeficientes en cada factor permite el cálculo de la calificación total y la identificación de las zonas con mayor puntuación
Combinación de criterios	Puede recurrir a las técnicas de exclusión escalonada o de graduación. En vez de trabajar con una serie única de criterios o escalas de valores se crean nuevas alternativas con la selección de combinaciones concretas de criterios y la identificación de terrenos que cumplan los requisitos escogidos.

Fuente: LaGrega & Buckingham, 1996.

La Figura 6 muestra un diagrama de flujo que permite visualizar de manera integrada las tareas de búsqueda documental y cartográfica, el uso de herramientas de los sistemas de información geográfica y la aplicación de matrices multi-criterio. Algunos de los elementos importantes son:

- a) El análisis puede partir de sitios previamente propuestos por el municipio o por el gobierno del estado.
- b) Aplica tanto para propuestas de parques ladrilleros artesanales o industrializados
- c) Involucra la validación en campo y por las autoridades interesadas

Figura 6. Diagrama de flujo

Fuente: CIATEC, 2017.

Para la presente metodología se propone emplear la metodología de superposición de escenarios mediante el uso de plataformas SIG. Dicha metodología implica contar con información cartográfica en formato vectorial, a partir de la cual se definen y agrupan variables para elaborar mapas digitales por temas o características, ya sean normativas, ambientales, técnicas, físicas, entre otras. Posteriormente a dichos grupos de variables se le asignan intervalos óptimos de localización con un rango de puntajes, que al cruzarlos entre sí permitirán obtener una serie de polígonos que coinciden con los intervalos óptimos de todas las variables que equivalen a las zonas más adecuadas para la ubicación de un parque ladrillero. Finalmente, estos resultados previos por grupos de variables se cruzan entre sí, para obtener nuevos polígonos que muestran áreas óptimas o con alto potencial.

4.2 Análisis SIG

Hoy en día, los SIG son la herramienta más versátil para almacenar y analizar información espacial, por su efectividad y eficiencia de las operaciones cartográficas, tanto en la manipulación como en el tratamiento de los datos, además de la representación de escenarios y alternativas de respuesta a situaciones que se desean identificar en un determinado territorio.

De acuerdo a (Buzai, 2009) el análisis espacial se basa en cinco conceptos fundamentales (Tabla 8), los cuales son:

Tabla 8. Conceptos de análisis espacial

Concepto	Definición
Localización	Cada objeto cartográfico, incluidos sus atributos, se ubican de manera específica en el espacio geográfico; el concepto "sitio" se refiere a un sistema de coordenadas que en el tiempo no cambian
Distribución espacial	Grupo de objetos cartográficos que son del mismo tipo. Tienen una repartición en el espacio de una determinada manera; dichos objetos pueden ser puntos, líneas o polígonos, ya sea de forma dispersa o por áreas localizadas de manera contigua en un sistema <i>raster</i> .
Asociación espacial	Comparación de diferentes distribuciones espaciales para estudiar las semejanzas encontradas. Al superponer dos distribuciones se verifica el grado de asociación con base en una proporción de correspondencia. Si la superficie de superposición es mayor, mayor será la asociación existente entre ellas.
Interacción espacial	En este concepto es necesario la estructuración de un espacio relacional donde las localizaciones, distancias y vínculos son muy importantes en la determinación de espacios funcionales
Evolución espacial	En este tema se involucra la dimensión temporal por medio de la constante transición de un estado a otro. Centrarse en el <i>dónde</i> corresponde a una visión basada en la localización y en el <i>cuándo</i> en una visión basada en el tiempo. El <i>cómo</i> , desde un punto de vista espacial, presentaría el camino evolutivo espacio-temporal.

Fuente: Buzai, 2009.

4.3 Metodología

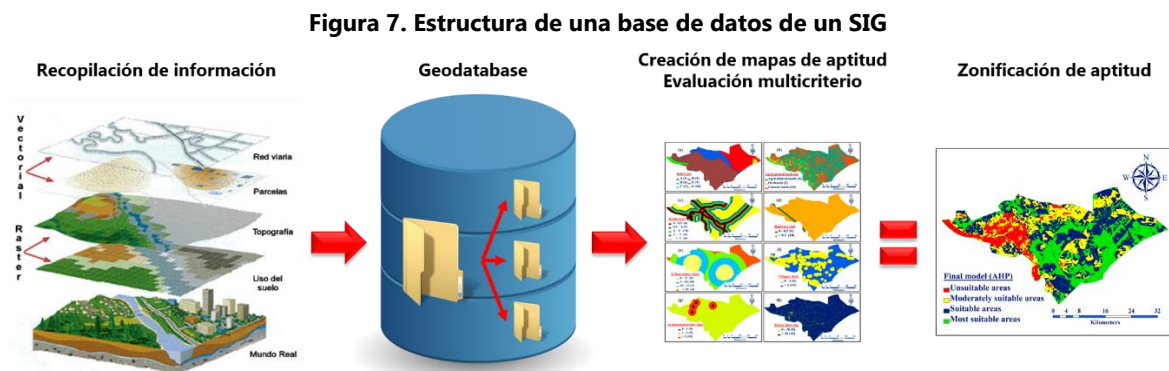
El desarrollo del presente capítulo se enfoca directamente en la generación de un modelo SIG como un instrumento de apoyo en la selección de un sitio con alto potencial para la ubicación de un parque ladrillero en cualquier municipio del estado de Jalisco, en donde se emplearán diversos procedimientos y herramientas del desarrollo y aplicación de SIG, análisis multi-criterio, diseño e implementación de reglamentaciones medioambientales, Sistema de Posicionamiento Global (GPS), así como procesamiento digital de imágenes satelitales.

Se deberá realizar una recolección de información cartográfica espacial proveniente de diversas fuentes oficiales de acuerdo a los criterios a analizar, como son:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA.
- Centro Nacional de Riesgos, CENAPRED.
- Petróleos Mexicanos, PEMEX.
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, IIEG.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, SEMADET.
- Sistema de Información Territorial Estatal en Línea, SITEL.
- Oficina Estatal para el Desarrollo Rural Sustentable de Jalisco, OEIDRUS Jalisco.
- Cartografía particular, en formato digital, disponible por parte de los municipios en cuanto a temas de infraestructura y servicios.

4.4 Estructuración de la base de datos

La estructuración de la base de datos para el desarrollo de la presente metodología se propone realizar mediante la utilización de cualquier plataforma o software de análisis de información geográfica espacial. La base de datos espacial de un SIG no es más que un modelo del mundo real, una representación digital con base en objetos discretos (Figura 7). Una base de datos espacial es una colección de datos referenciados en el espacio que actúa como un modelo de la realidad (NCGIA, 2017).



Fuente: CIATEC, 2015.

4.5 Desarrollo del modelo SIG

El modelo de selección de sitio se desarrolla en tres partes, y se detallan de la siguiente forma:

4.5.1 Desarrollo por fases

El modelo SIG se desarrolla en una serie detallada de pasos que incluyen una primera etapa de preselección de áreas restringidas, o de "exclusión", a partir de la información normativa recopilada sobre el área de estudio, y una segunda etapa que implica la calificación por grupos de variables, que posteriormente arrojarán cartografía con la identificación de áreas potenciales o intermedias para la ubicación de un parque ladrillero. La tercera etapa corresponde a la calificación integrada de los resultados parciales del modelo, es decir, el cruce de los mapas obtenidos en la etapa anterior para llegar a cuarta fase.

En la cuarta fase, se generan los resultados cartográficos del modelo de las áreas con alto potencial para la ubicación de infraestructura ladrillera.

4.5.2 Restricciones y grupos de variables

Esta etapa corresponde a la definición de las variables así como su división en los respectivos grupos, donde se incluirán variables "Normativas" (de carácter estatal y/o municipal, según en municipio a analizar) relacionadas con la reglamentación jurídica (llámese Reglamento, Ley, NOM, etc.), mismas que prohíben el desarrollo de este tipo de proyectos en ciertas áreas.

De acuerdo a la disponibilidad de información digital cartográfica para este modelo, se han considerado 5 grupos de variables:

- Variables ambientales.
- Variables restrictivas.
- Variables físicas.
- Variables climáticas.
- Peligros naturales y antropogénicos.

4.5.3 Plataforma de desarrollo

El desarrollo de este modelo no será posible sin el uso de un software para el manejo de información espacial. Entre los más destacados se encuentran:

- ArcGIS (ESRI).
- QGIS (Quantum GIS).
- GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System Team).
- MapInfo (Pitney & Bowes).
- Global Mapper (Blue Marble).
- gvSIG (gvSIG Association).
- GeoDa (Arizona State University).
- PostGIS (OSGeo Project).

Es importante resaltar que el insumo fundamental para la correcta aplicación del modelo es la información digital (mapas), dicha información tendrá que ser verificada para garantizar su formato vectorial o *raster*, según sea el caso, de tal manera que pueda ser manipulada mediante alguno de los softwares citados anteriormente.

Uno de los procesos básicos del SIG será la consolidación de la base de datos geográfica bajo un mismo sistema de referencia, acorde a la normativa en vigencia de INEGI.

4.6 Etapas del modelo SIG

A partir de la información digital cartográfica recopilada para el municipio a considerar, el análisis de la calidad de información y la definición de las variables a emplear en el desarrollo del modelo, se definen 3 etapas para el desarrollo del modelo del SIG, las cuales son:

4.6.1 Identificación de áreas de exclusión

La primera etapa modelo reside en la identificación de polígonos que presentan algún tipo de restricción para desarrollar las labores correspondientes a la industria ladrillera, como son:

- Áreas Naturales Protegidas.
- Reservas naturales.
- Áreas de importancia y/o conservación ecosistémica.
- Corrientes y cuerpos de agua.
- Zonas clasificadas por peligros naturales y/o antropogénicos.

4.6.2 Selección del grupo de variables

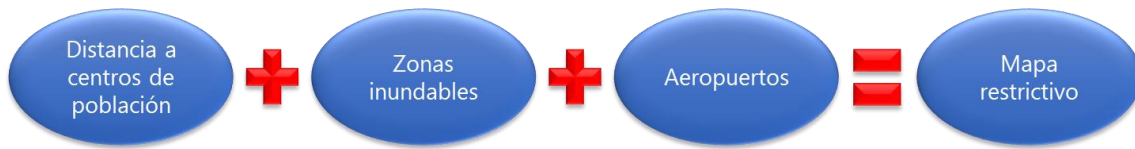
Durante esta etapa del modelo del SIG se debe realizar una agrupación preliminar de variables para realizar posteriores cruces en el modelo SIG, a fin de obtener mapas por grupo de variables que permitirán identificar las áreas potenciales para la instalación de un parque ladrillero. Dichos grupos de variables fueron mencionadas en el inciso 4.5.2.

Una vez determinados lo grupos de variables a incluir dentro del desarrollo del modelo, se deberán elaborar mapas de análisis del conjunto de variables que integran cada grupo, de tal manera que se pueden obtener áreas con aptitud parcial; a manera de ejemplo se presentan las siguientes figuras para la elaboración de dichos mapas (Figura 8, Figura 9 y Figura 10):



Fuente: CIATEC, 2017.

Figura 9. Ejemplo de las variables restrictivas del modelo SIG.



Fuente: CIATEC, 2017.

Figura 10. Ejemplo de las variables climáticas del modelo SIG.

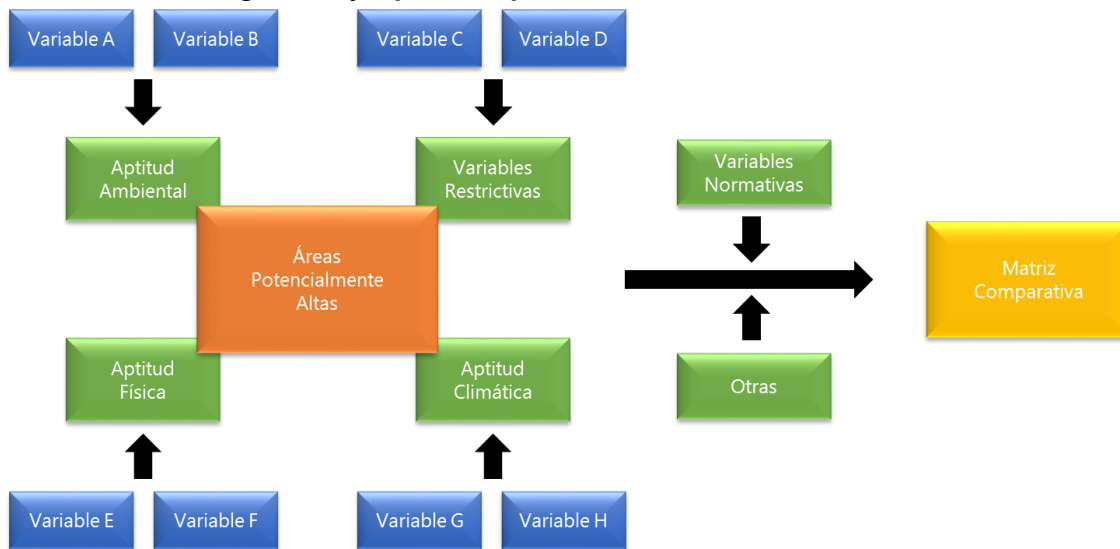


Fuente: CIATEC, 2017.

4.6.3 Precalificación integrada de áreas

Esta etapa consiste en la superposición de los mapas obtenidos por grupos de variables, los cuales al ser calificados de manera integrada en el modelo SIG, permiten obtener un serie de polígonos categorizados por tipo de infraestructura donde se evidencian los mejores polígonos para ubicar un parque ladrillero (Figura 11).

Figura 11. Ejemplo del esquema de desarrollo del modelo SIG.



Fuente: CIATEC, 2017.

4.6.4 Selección de áreas con alto potencial y matriz de comparación

La selección de polígonos con alto potencial (PAP) de esta última etapa resulta de los cruces o superposición de mapas descritos en la sección anterior. Los PAP son los polígonos o áreas que presenten mejor aptitud desde el punto de vista ambiental, jurídico y técnico, como resultado de los análisis por grupos de variables. Se recomienda realizar una comparación

con variables cualitativas no integradas en el modelo SIG, que permitirán obtener un mayor detalle de los polígonos obtenidos en el modelo planteado del SIG.

La matriz comparativa se elabora por polígono identificado dentro de los PAP; es una herramienta que consolida las calificaciones obtenidas por cada una de las variables evaluadas y grupo de variables, con el fin de presentar un panorama de la situación real del sitio.

4.7 Aplicación de análisis multi-criterio

Una vez que se determinaron los sitios o polígonos aptos para la instalación de parques ladrilleros, tanto si son de carácter artesanal, como si son de carácter industrializado, el siguiente paso es la evaluación y asignación de una calificación de cada uno de ellos, con base en una serie de criterios que parten de aquellos establecidos en las normas técnicas ambientales publicadas para los estados de Guanajuato e Hidalgo, así como en lo previsto en el reglamento de ladrilleras de San Pedro Tlaquepaque (H. Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque, 2016). Es importante acotar que independientemente de que las ladrilleras sean artesanales, tecnológicamente se requiere que cuenten con emisiones conducidas como nivel mínimo para el mejor control ambiental de su funcionamiento.

Las evaluaciones obtenidas mediante el uso de estas matrices, permiten comparar sitios sin estar limitados por la falta de concordancia con algunas de las restricciones establecidas en los instrumentos normativos, puesto que la generación de los polígonos ya se sujetó al proceso de análisis mediante un SIG. Sin embargo, en el caso de que existan sitios previamente considerados por una autoridad estatal o municipal, no necesariamente cumplirán con esos mismos criterios. Es por ello que el resultado del análisis multi-criterio de sitios detectados y/o previamente propuestos, será una evaluación que puede representarse geográficamente mediante una escala de colores convenida como la que se ilustrará al final de este apartado.

El análisis se realiza con base en 21 criterios para las ladrilleras artesanales y 22 criterios para las ladrilleras industrializadas, agrupados en cinco ámbitos (Tabla 9):

Tabla 9. Criterios para evaluar sitios para ladrilleras, agrupados por ámbito

Ámbito	Ponderación para ladrilleras artesanales	Ponderación para ladrilleras industrializadas
Criterios de planificación territorial	20%	20%
Aspectos de protección ecológica	20%	20%
Contaminación atmosférica y salud	30%	28%
Infraestructura	10%	12%
Gestión del riesgo	20%	20%

Cada uno de los criterios tiene a su vez, tres niveles de evaluación: 0 cuando no cumple con el requisito deseable, 0.5 cuando lo cumple parcialmente y 1 cuando cumple o sobrepasa la especificación deseable. De esta manera, la máxima evaluación posible para cada sitio es de 100 y la mínima posible es 0. Entre estas posibilidades, se propone el código de colores que se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Código de colores para la evaluación multi-criterio de cada sitio

Calificación obtenida	Código de color
91 a 100	Verde
76 a 91	Amarillo
61 a 76	Naranja
60 o menos	Rojo

El listado completo de criterios, sus definiciones y niveles, se muestran en la Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11. Criterios para evaluar sitios para parques de ladrillera artesanales

Ámbito de los criterios	Criterio de ubicación respecto a:	Descripción	Nivel	Calificación
Criterios de planificación territorial 20%	Zonas permitidas de acuerdo al POTE (5%)	La ubicación a evaluar es compatible con las previsiones de uso del suelo por los planes de ordenamiento territorial ²	Es compatible	1
			No es compatible o no está identificado	0
	Zonas permitidas de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano (7%)	La ubicación es compatible con zonas de industria ligera en el Plan de Desarrollo Urbano ²	Es compatible	1
			Puede adecuarse mediante modificación	0.5
			No es compatible o no está identificado	0
	Zonas agrícolas (4%)	Fuera de ellas ^{2 y 3}	Es una zona degradada o de pastizal natural o inducido	1
			Está en zona agrícola de temporal	0.5
			Está en zona agrícola de riego	0
	Zonas Arqueológicas (4%)	Distancia respecto a zonas arqueológicas, de manera que permitan una zona de salvaguarda de las mismas ^{1 y 2}	Fuera de predios colindantes	1
			Colinda con zonas arqueológicas	0.5
Está en zonas arqueológicas			0	
Aspectos de protección ecológica 20%	Zonas forestales (3%)	Distancia respecto a las zonas forestales y la posibilidad de que ellas impliquen un amortiguamiento a la explotación forestal ^{2 y 3}	No se encuentra en zonas forestal	1
			Colinda con zona forestal	0.5
			Está en zona forestal	0
	Zonas de protección ecológica (3%)	Existe una zona de salvaguarda entre las zonas propuestas y las zonas de protección ecológica ^{1, 2 y 3}	No colinda con zona de protección ecológica	1
			Colinda con zona de protección ecológica	0.5
			Esta dentro de zonas de protección ecológica	0
Áreas Naturales Protegidas (ANP) (4%)	No se permite construir dentro de ANP federales, estatales o municipales ^{1, 2 y 3}	No colinda con áreas naturales protegidas	1	
		Colinda con áreas naturales protegidas	0.5	
		Esta dentro de áreas naturales protegidas	0	

Ámbito de los criterios	Criterio de ubicación respecto a:	Descripción	Nivel	Calificación
Contaminación Atmosférica y salud 30%	Ecosistemas con especies protegidas (4%)	No se permite en zonas con ecosistemas que tengan especies incluidas en la NOM-059-ECOL-1994, con base en lo publicado por CONABIO y en el estudio de estado de la biodiversidad ^{1, 2 y 3}	No está en ecosistemas con especies en la NOM-059	1
			Está en ecosistemas con especies en la NOM-059	0
			Está fuera de predios colindante con zonas de fragilidad ALTA o MUY ALTA	1
	Zonas de fragilidad ambiental (3%)	La distancia de resguardo permite proteger zonas de ALTA o MUY ALTA fragilidad morfo-climática definida en los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes ¹ .	Colinda con zonas de fragilidad ALTA o MUY ALTA	0.5
			Está en zonas de fragilidad ALTA o MUY ALTA	0
			Está a más de 500 m de cuerpos de agua	1
	Cuerpos y corrientes de agua (3%)	Distancia hacia el cuerpo de agua o corriente natural más cercano ^{2 y 3}	Está a más de 150 m de cuerpos de agua	0.5
			Está a menos de 150 m de cuerpos de agua	0
			La mancha urbana (10%)	Ubicación respecto a la mancha urbana (dentro o fuera), analizada en función del tipo de combustible utilizado ^{2 y 3}
En mancha urbana o a menos de 3000 m y se prevé el uso de gas o diésel	0.5			
En mancha urbana y se prevé el uso de leña	0			
Previsión de crecimiento urbano (10%)	Ubicación del predio a evaluar respecto a la previsión planificada de crecimiento urbano	La ubicación no corresponde a la zona de reserva para crecimiento urbano	1	
		No se encuentra en la zona de crecimiento previsible, pero las emisiones de la actividad del parque ladrillero afectarán a esa zona en los siguientes diez años	0.5	
		El predio se ubica en la zona de reserva de crecimiento para los siguientes diez años	0	

Ámbito de los criterios	Criterio de ubicación respecto a:	Descripción	Nivel	Calificación
Infraestructura 10%	Los vientos dominantes (10%)	Los vientos dominantes no facilitan el transporte de contaminación desde la actividad ladrillera hacia zonas vulnerables: escolares, hospitalarias, habitacionales y sitios de concentración poblacional ^{2 y 3}	Las emisiones afectarían muy poco (frecuencia anual <5%) a zonas vulnerables en época invernal	1
			Las emisiones afectarían poco (frecuencia anual = < 25%) a zonas vulnerables en época invernal	0.5
			Las emisiones afectarían (frecuencia anual >25%) a zonas vulnerables en época invernal	0
	Vías de comunicación (4%)	A más de 150 metros lineales de carreteras federales, estatales, vías primarias y ejes metropolitanos ^{2 y 3}	Está a más de 1500 m de vías generales de comunicación	1
			Está a más de 150 m de vías generales de comunicación	0.5
			Está a menos de 150 m de vías generales de comunicación	0
	El acceso a servicios Básicos (agua potable, energía eléctrica, drenaje) (2%)	Sí existen o es factible la inversión para introducir los servicios ¹	Cuenta con agua, drenaje y servicios sanitarios	1
			Es factible acercar los servicios	0.5
			No es factible acercar los servicios	0
	Infraestructura telefónica (2%)	Distancia desde las líneas de fibra óptica más cercanas ^{2 y 3}	Está a más de 150 m de tal infraestructura	1
			Está a menos de 150 m de tal infraestructura	0.5
			Colinda con esa infraestructura	0
Aeropuertos y aeropistas (2%)	Debe estar a más de 3000 m desde los límites de aeropuertos y aeropistas ^{2 y 3}	Está a más de 3 km de la infraestructura referida	1	
		A menos de 3 km de la infraestructura referida	0	
Gestión del riesgo 20%	Infraestructura de conducción de hidrocarburos, eléctricas y	A más de 1 km de oleoductos, poliductos, gasoductos, líneas de altas	Está a más de 150 m de tal infraestructura	1

Ámbito de los criterios	Criterio de ubicación respecto a:	Descripción	Nivel	Calificación
	producción de energía eléctrica (4%)	tensiones, subestaciones eléctricas y estaciones termoeléctricas ^{2 y 3}	Está a menos de 150 m de tal infraestructura	0.5
			Colinda con esa infraestructura	0
Infraestructura y almacenamiento de hidrocarburos (6%)		Más de 500 m de almacenamientos de hidrocarburos mayores de 5,000 kg (o su equivalente), destinados a su distribución o a otros procesos industriales ^{2 y 3}	Está a más de 150 m de tal infraestructura	1
			Está a menos de 150 m de tal infraestructura	0.5
Zonas de inundación (6%)		Distancia y localización respecto a las zonas inundables más cercanas ^{2 y 3}	Colinda con esa infraestructura	0
			Está a más de 150 m de zonas de inundación	1
			Está a menos de 150 m de zonas de inundación	0.5
Fallas geológicas o hundimientos (4%)		Fuera de ellas ^{2 y 3}	Está a dentro de zonas de inundación	0
			El sitio no corresponde a zonas de fallas o hundimientos	1
			Colinda con fallas o zonas de hundimientos	0.5
			El sitio presenta fallas o es zona de hundimientos	0

Fuente: H Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque (2016), 2 SEMADET (2017) y 3 IEE (2010).

Tabla 12. Criterios para evaluar sitios para parques de ladrillera industrializadas

Ámbito de los criterios	Criterio de ubicación respecto a:	Descripción	Nivel	Calificación
Criterios de planificación territorial 20%	Zonas permitidas de acuerdo al POTE (5%)	La ubicación a evaluar es compatible con las previsiones de uso del suelo por los planes de ordenamiento territorial ²	Es compatible	1
			No es compatible o no está identificado	0
			Es compatible	1

Ámbito de los criterios	Criterio de ubicación respecto a:	Descripción	Nivel	Calificación
Aspectos de protección ecológica 20%	Zonas permitidas de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano (7%)	La ubicación es compatible con zonas de industria ligera en el Plan de Desarrollo Urbano ²	Puede adecuarse mediante modificación	0.5
			No es compatible o no está identificado	0
	Zonas agrícolas (4%)	Fuera de ellas ^{2 y 3}	Es una zona degradada o de pastizal natural o inducido	1
			Está en zona agrícola de temporal	0.5
			Está en zona agrícola de riego	0
	Zonas Arqueológicas (4%)	Distancia respecto a zonas arqueológicas, de manera que permitan una zona de salvaguarda de las mismas ^{1 y 2}	Fuera de predios colindantes	1
			Colinda con zonas arqueológicas	0.5
			Está en zonas arqueológicas	0
	Zonas forestales (3%)	Distancia respecto a las zonas forestales y la posibilidad de que ellas impliquen un amortiguamiento a la explotación forestal ^{2 y 3}	No se encuentra en zonas forestal	1
			Colinda con zona forestal	0.5
			Está en zona forestal	0
	Zonas de protección ecológica (3%)	Existe una zona de salvaguarda entre las zonas propuestas y las zonas de protección ecológica ^{1, 2 y 3}	No colinda con zona de protección ecológica	1
			Colinda con zona de protección ecológica	0.5
			Esta dentro de zonas de protección ecológica	0
Áreas Naturales Protegidas (ANP) (4%)	No se permite construir dentro de ANP federales, estatales o municipales ^{1, 2 y 3}	No colinda con áreas naturales protegidas	1	
		Colinda con áreas naturales protegidas	0.5	
		Esta dentro de áreas naturales protegidas	0	
Ecosistemas con especies protegidas (4%)	No se permite en zonas con ecosistemas que tengan especies incluidas en la NOM-059-ECOL-1994, con base en lo publicado por CONABIO y en el estudio de estado de la biodiversidad ^{1, 2 y 3}	No está en ecosistemas con especies en la NOM-059	1	
		Está en ecosistemas con especies en la NOM-059	0	

Ámbito de los criterios	Criterio de ubicación respecto a:	Descripción	Nivel	Calificación
	Zonas de fragilidad ambiental (3%)	La distancia de resguardo permite proteger zonas de ALTA o MUY ALTA fragilidad morfo-climática definida en los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes ¹ .	Está fuera de predios colindante con zonas de fragilidad ALTA o MUY ALTA	1
			Colinda con zonas de fragilidad ALTA o MUY ALTA	0.5
			Está en zonas de fragilidad ALTA o MUY ALTA	0
	Cuerpos y corrientes de agua (3%)	Distancia hacia el cuerpo de agua o corriente natural más cercano ^{2 y 3}	Está a más de 500 m de cuerpos de agua o corrientes naturales	1
			Está a más de 150 m de cuerpos de agua o corrientes naturales	0.5
			Está a menos de 150 m de cuerpos de agua o corrientes naturales	0
La mancha urbana (10%)	Ubicación respecto a la mancha urbana (dentro o fuera), analizada en función del tipo de combustible utilizado ^{2 y 3}	A más de 1000 metros y utiliza leña	1	
		En mancha urbana o a menos de 1000 m y se prevé el uso de gas o diésel	0.5	
		En mancha urbana y se prevé el uso de leña	0	
Contaminación Atmosférica y salud 30%	Previsión de crecimiento urbano (8%)	Ubicación del predio a evaluar respecto a la previsión planificada de crecimiento urbano	La ubicación no corresponde a la zona de reserva para crecimiento urbano	1
			No se encuentra en la zona de crecimiento previsible, pero las emisiones de la actividad del parque ladrillero afectarán a esa zona en los siguientes diez años	0.5
	Los vientos dominantes (10%)	Los vientos dominantes no facilitan el transporte de contaminación desde la actividad ladrillera hacia zonas	El predio se ubica en la zona de reserva de crecimiento para los siguientes diez años	0
			Las emisiones afectarían muy poco (frecuencia anual <5%) a zonas vulnerables en época invernal	1

Ámbito de los criterios	Criterio de ubicación respecto a:	Descripción	Nivel	Calificación
Infraestructura 12%		vulnerables: escolares, hospitalarias, habitacionales y sitios de concentración poblacional ^{2 y 3}	Las emisiones afectarían poco (frecuencia anual = < 50%) a zonas vulnerables en época invernal	0.5
			Las emisiones afectarían (frecuencia anual > 50%) a zonas vulnerables en época invernal	0
	Vías de comunicación (4%)	A más de 150 metros lineales de carreteras federales, estatales, vías primarias y ejes metropolitanos ^{2 y 3}	Está a más de 150 m de tales vías	1
			Está a menos de 150 m de tales vías	0.5
			Colinda con esas vías	0
	El acceso a servicios Básicos (agua potable, energía eléctrica, drenaje) (2%)	Sí existen o es factible la inversión para introducir los servicios ¹	Cuenta con agua, drenaje y servicios sanitarios	1
			Es factible acercar los servicios	0.5
			No es factible acercar los servicios	0
	Factibilidad de dotación de agua tratada (2%)	Existe oferta de agua tratada y es económicamente factible dotar de la misma al parque ladrillero para sus procesos	Existe oferta a precio competitivo y a menos de 20 km de distancia	1
			Existe oferta pero su transporte es a más de 20 km de distancia	0.5
			No existe disponibilidad	0
	Infraestructura telefónica (2%)	Distancia desde las líneas de fibra óptica más cercanas ^{2 y 3}	Está a más de 150 m de tal infraestructura	1
			Está a menos de 150 m de tal infraestructura	0.5
			Colinda con esa infraestructura	0
Aeropuertos y aeropistas (2%)	Debe estar a más de 3000 m desde los límites de aeropuertos y aeropistas ^{2 y 3}	Está a más de 1 km de la infraestructura referida	1	
		A menos de 1 km de la infraestructura referida	0	
Gestión del riesgo 20%	Infraestructura de conducción de hidrocarburos, eléctricas y	A más de 1 km de oleoductos, poliductos, gasoductos, líneas de altas	Está a más de 150 m de tal infraestructura	1

Ámbito de los criterios	Criterio de ubicación respecto a:	Descripción	Nivel	Calificación
	producción de energía eléctrica (4%)	tensiones, subestaciones eléctricas y estaciones termoeléctricas ^{2 y 3}	Está a menos de 150 m de tal infraestructura	0.5
			Colinda con esa infraestructura	0
Infraestructura y almacenamiento de hidrocarburos (6%)		Más de 500 m de almacenamientos de hidrocarburos mayores de 5,000 kg (o su equivalente), destinados a su distribución o a otros procesos industriales ^{2 y 3}	Está a más de 150 m de tal infraestructura	1
			Está a menos de 150 m de tal infraestructura	0.5
			Colinda con esa infraestructura	0
Zonas de inundación (6%)		Distancia y localización respecto a las zonas inundables más cercanas ^{2 y 3}	Está a más de 150 m de zonas de inundación	1
			Está a menos de 150 m de zonas de inundación	0.5
			Está a dentro de zonas de inundación	0
Fallas geológicas o hundimientos (4%)		Fuera de ellas ^{2 y 3}	El sitio no corresponde a zonas de fallas o hundimientos	1
			Colinda con fallas o zonas de hundimientos	0.5
			El sitio presenta fallas o es zona de hundimientos	0

Fuente: 1 H Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque (2016), 2 SEMADET (2017) y 3 IEE (2010).

5 RESTRICCIONES POR SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

De acuerdo al análisis presentado, y como fue señalado en el capítulo 3.1, la modernización de la actividad pretende mejorar su desempeño ambiental, particularmente en cuanto a las emisiones de contaminantes criterio y contaminantes climáticos –con énfasis en los de vida corta-. De esta forma, la metodología de selección de predios para parques ladrilleros, parte del supuesto de usar hornos que en principio, e independientemente de que sean para uso por un solo productor o por un colectivo de productores asociados, cuenten con conducción de emisiones.

Por otra parte, la posibilidad de utilizar hornos de gran capacidad para ser manejados por un colectivo de productores, implica un escalamiento simultáneo de la capacidad para las etapas previas del proceso. En particular, se identifica que cuando la capacidad de quemado de adobe por semana aumenta de 10 o 20 mil piezas (7x14x28 cm) a varias decenas de millares, se requiere modificar el abasto de tierra mezclada y adobe moldeado para satisfacer oportunamente la alimentación del horno. Si esas actividades se realizan de manera tradicional, se multiplica la superficie de patios de tendido para secado del adobe.

Evidentemente una de las maneras de satisfacer las condiciones de producción incrementadas como se describió en el párrafo anterior, consiste en la mecanización de las operaciones de mezclado y moldeado, o incluso la sustitución del moldeado manual por la extrusión mecanizada. La introducción de tecnología de mecanización en este sentido, reduce la superficie necesaria para llevar esas operaciones, aunque impone otros requisitos como son la existencia de un área techada.

Existen varias fuentes donde consultar ejercicios de evaluación de tecnologías aptas para la modernización de las ladrilleras; en 2012 se realizó un ejercicio de evaluación del desempeño de hornos ladrilleros en la India (Shakti, 2012), el cual midió la eficiencia térmica y la demanda de energía eléctrica y mecánica de una serie de hornos de gran capacidad. Estos resultados, entre las cuales destaca el trabajo de la Coalición don difíciles de aplicar en México porque no existen tales tipos de hornos en el país y, por supuesto, las condiciones de operación no son las mismas.

La Coalición de Clima y aire Limpio (CCAC) publicó un informe de estrategias para la conversión tecnológica (CCAC, 2015) y el Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales (EELA) ofrece en el sitio Red ladrilleras (www.redladrilleras.net) el documento denominado Portafolio de Tecnologías en América Latina, en el cual analiza hornos móviles, de eje vertical, túnel, tipo Hoffman, Colmena y Cedam (multicámara) (CCAC, s/f).

En México, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) desarrolló un modelo de negocios con base en la selección de tecnologías a nivel de productor individual y de productores asociados. Entre las opciones que evalúan, se encuentran los hornos de eje

vertical (Vertical Shaft Brick Kiln), Hoffman, Colmena y multicámara (Cedan). En el caso de tecnologías individuales, evalúan las opciones de horno acoplado MK2, y tipo baúl, mejor conocido como Paulistinha, en comparación con los hornos tradicionales (INECC, 2018).

Por último, el escalamiento de la capacidad de producción conlleva otros efectos: el almacén de materiales para la producción requiere áreas mayores y posiblemente áreas techadas para la formulación y mezclado de los mismos. También el tipo de transporte que se requiere es de mucha mayor capacidad por razones de carácter económico: no bastan las tolvas de 7 metros cúbicos sino que se requieren góndolas de 14 o más toneladas de capacidad de carga. El movimiento de estos vehículos impone restricciones a las condiciones de los caminos por los cuales realiza el traslado final del material hasta el área de almacenamiento y producción: pendientes adecuadas, bases y sub-bases adecuadas para la carga vehicular y su peso, mantenimiento de los caminos de acceso cuando no sean revestidos y espacios para maniobras y tránsito en ambos sentidos.

6 MODELO DE NEGOCIOS GENERALIZADO

El modelo de negocios generalizado se presenta para un sistema de producción cooperativa de productos de bajas o nulas emisiones¹ y una de los aspectos básicos es la comercialización directa ante los usuarios finales de los segmentos de constructores medianos y grandes, así como ante personas que realizan autoconstrucción de sus viviendas. Para ello, se plantea que la producción se realice colectivamente bajo un esquema asociativo formal y bien organizado, capaz de llevar a cabo las siguientes actividades:

- a) Compras consolidadas de materia prima para lograr las mejores condiciones en precio, oportunidad de entrega y condiciones de crédito. Incluye agua, tierras necesarias para el proceso y combustibles –distintas formas de biomasa en una primera etapa-.
- b) Producción coordinada por la organización de productores bajo un esquema de condiciones controladas para lograr el estándar de calidad mínimo y con ritmos de producción de 50,000 a 60,000 ladrillos de 7x14x28cm a la semana (o bien su equivalente en masa cocida de productos alternos) por cada unidad productiva conformada por 12 asociados.
- c) Almacenamiento de producción no vendida a pie de horno, para soportar pedidos de alto volumen (más de 15,000 piezas) y enfrentar también la demanda en época de lluvias en las mejores condiciones de precio de venta.
- d) Distribución y entrega de producto a pie de obra por medio de sus propios transportes o bien por medio de subcontratación de transporte.
- e) Comercialización directa ante constructores medianos y grandes mediante la promoción, seguimiento y atención directa por parte de un representante de la colectividad de productores.
- f) Promoción de la venta directa al público en su área de almacenamiento o bien bajo esquemas de entrega a pie de obra.
- g) Control financiero y de la producción por parte de los productores asociados bajo figuras legales que sean compatibles con los fines de lucro que persiguen.

El diseño del parque industrial que albergue la producción de ladrillos y otros productos cerámicos, responderá en primer lugar a las necesidades operativas y de funcionamiento de los productores asociados. En el escenario más probable de que el terreno sea aportado en comodato por el gobierno municipal o por el estatal, el mismo parque podrá considerar en la medida en que sea posible, la incorporación de productores individuales no asociados, que estén dispuestos a trabajar bajo los criterios y las especificaciones de calidad de producto que adopten los productores colectivos.

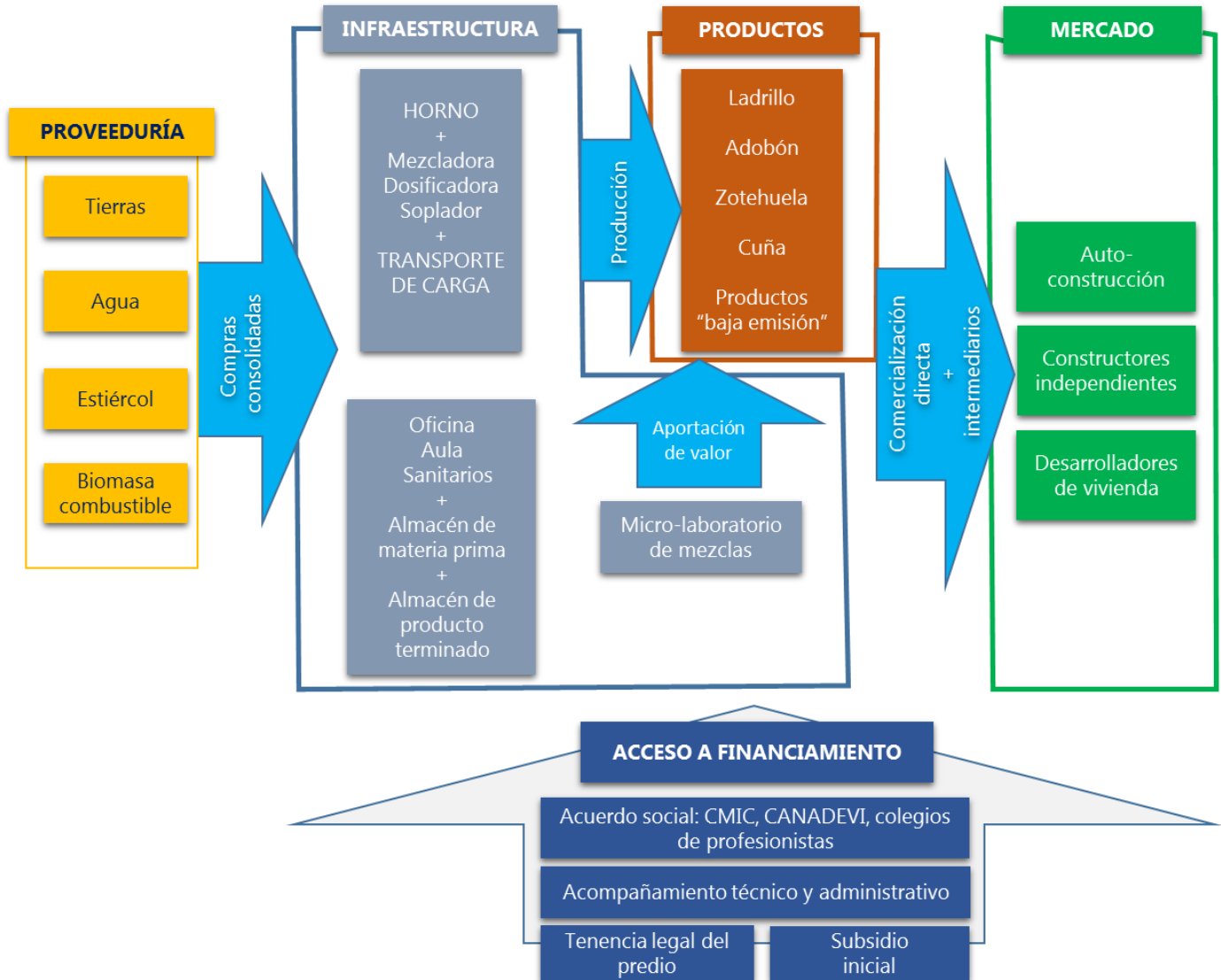
Los productores individuales que tengan cabida en el parque industrial se apegarían además a los procesos y acuerdos adoptados por la colectividad en cuanto a: precio de venta ya sea

¹ Incluye aquellos productos que no requieran cocción durante su elaboración, tales como los bloques de tierra comprimida (BTC) adicionados con cal (Arista-González, 2017; Aranda Jiménez y Suárez, 2017), con polímeros químicos **Fuente especificada no válida.** o bien con biopolímeros de nopal **Fuente especificada no válida.**

a pie de horno o puesto en obra y canales de comercialización adoptados por la organización de productores colectivos.

Con base en lo anterior, el modelo generalizado de negocios se muestra en la Figura 12, en la que se enfatiza el papel que juegan los transportistas independientes y el área de comercialización de los productores asociados, así como la vinculación con los productores independientes que tengan cabida en el parque industrial.

Figura 12. Modelo generalizado de negocios basado en la producción en un parque industrial



Fuente: elaboración propia.

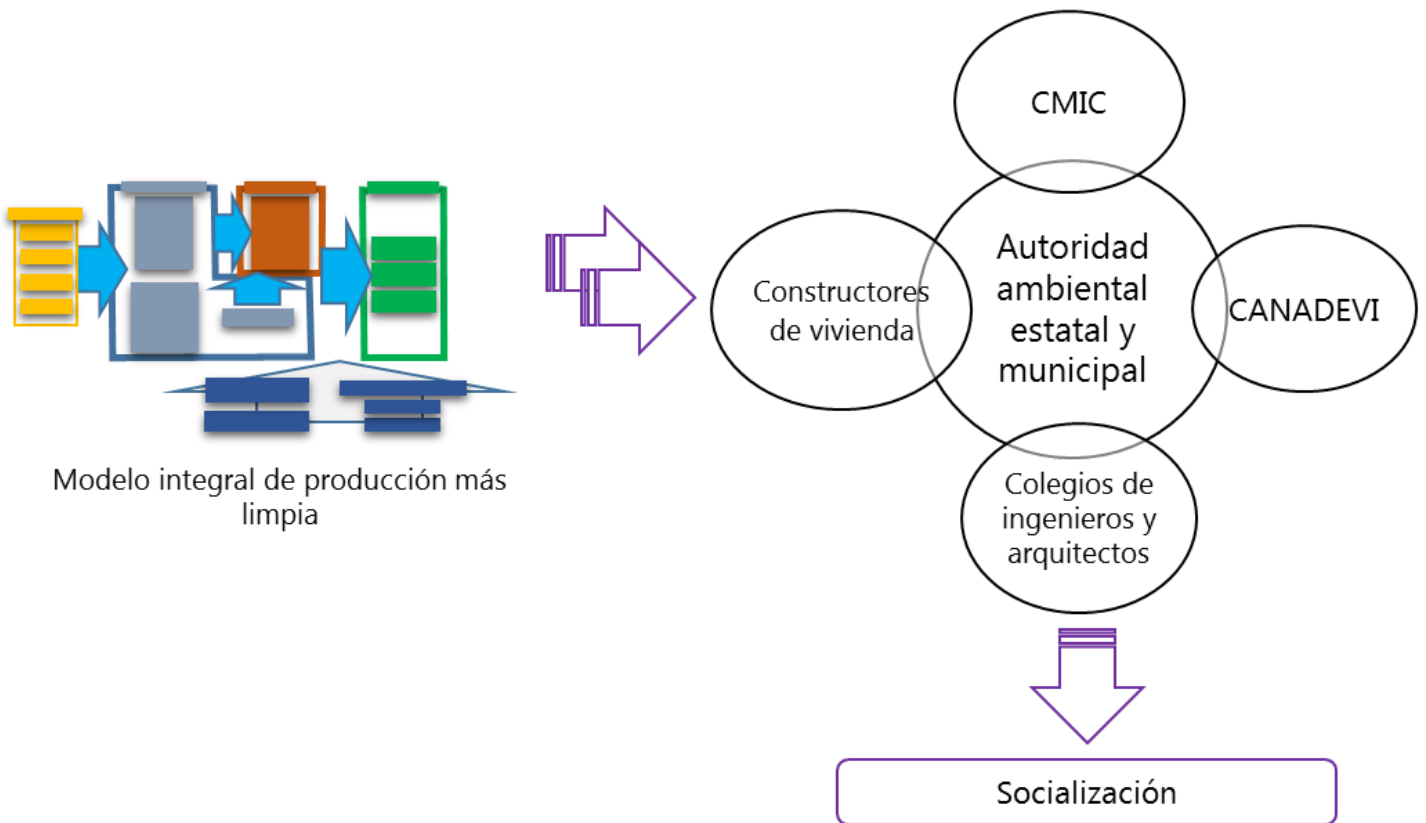
Dos supuestos fundamentales del modelo de negocios son, por una parte, la formalización de la actividad y, por la otra, el cobijo por un modelo de vinculación subordinado a una

política pública local y estatal orientada a la mejora del desempeño ambiental de la actividad por medio de su modernización y competitividad.

El modelo de vinculación implica los acuerdos necesarios para una colaboración amplia de los distintos sectores de la economía que pueden contribuir al éxito de la propuesta del modelo integral. La hipótesis subyacente es que los actores de la demanda en el mercado no establecen una diferencia en la preferencia de aquellos productos producidos bajo este o algún otro modelo de producción más limpia, se podría comprometer la posibilidad de éxito económico en su ejecución.

Otro elemento del modelo de vinculación, es la socialización activa y enérgica de los objetivos y esfuerzos para su ejecución, dado que la actividad es identificada de manera prácticamente generalizada como una muy contaminante, sin que ello ofrezca las vías de solución o de mejora, por lo que el sector de productores recibe los efectos negativos de esa percepción y la obligada intervención de la fiscalización ambiental por las autoridades competentes, sin los beneficios de una vía de acceso a la modernización. (Figura 13).

Figura 13. Modelo de vinculación para la producción más limpia

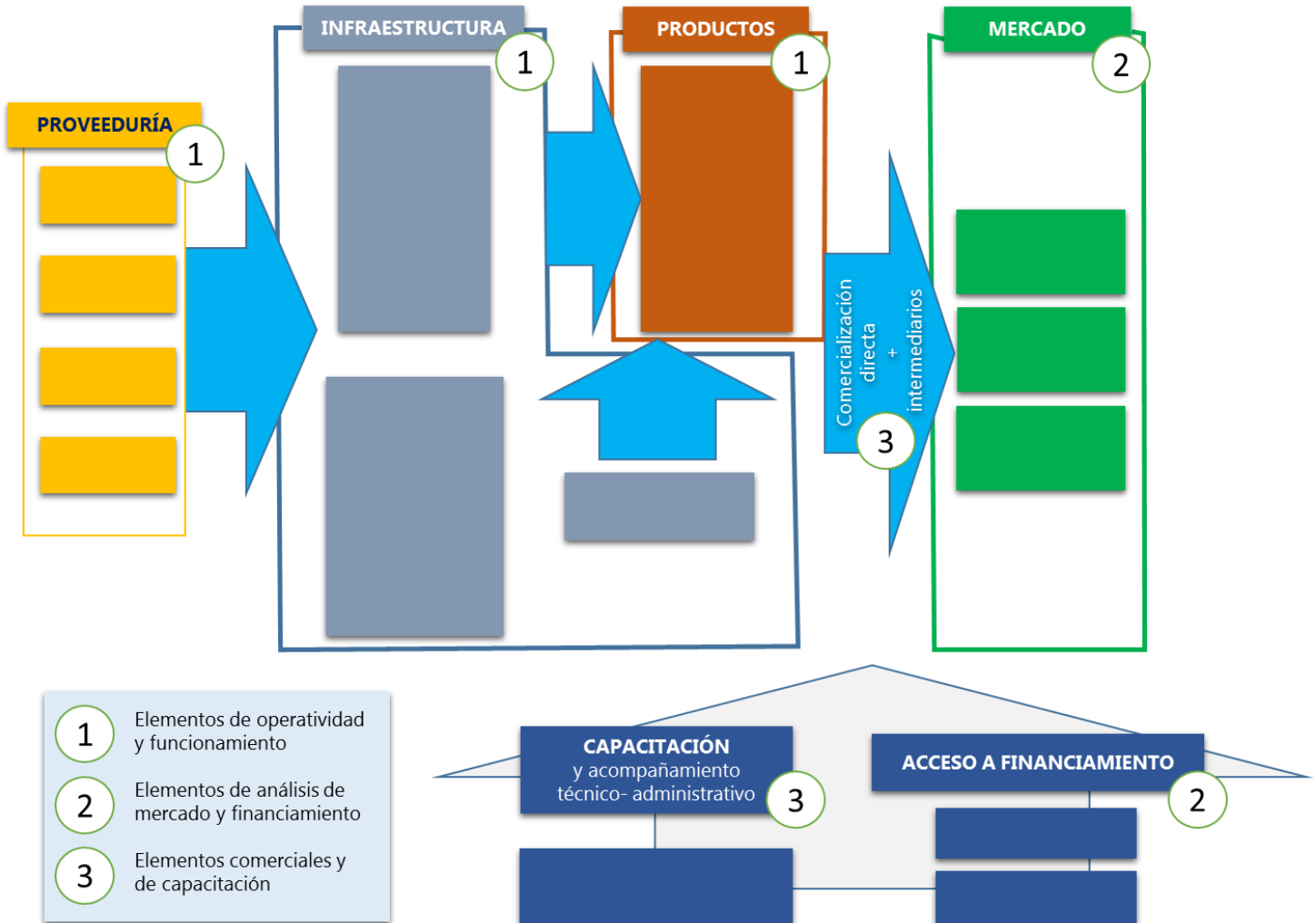


Fuente: elaboración propia.

Con base en el modelo generalizado de negocios, en los apartados siguientes se describirán los elementos de operatividad y funcionamiento, los elementos de análisis de mercado y

financiamiento y los elementos comerciales y de capacitación, tal como se observa en la Figura 14.

Figura 14. Elementos de operatividad, de mercado-financieros y comerciales-capacitación

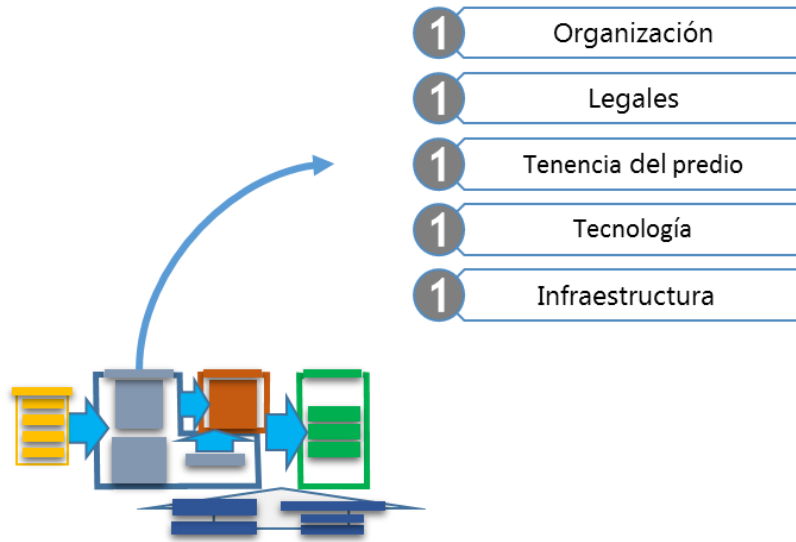


Fuente: elaboración propia.

6.1 Elementos de operatividad y funcionamiento

Los elementos de operatividad y funcionamiento del modelo de negocios, se clasificaron en: organización, legales, tecnología, infraestructura, y vinculación (Figura 15).

Figura 15. Categorías de elementos de operatividad y funcionamiento



Fuente: elaboración propia.

6.1.1 Organización

El modelo de negocios se basa en la combinación de producción colectiva por productores debidamente organizados y productores individuales asociados a la operatividad en un mismo sitio de concentración que denominaremos parque cerámico. Por lo tanto, uno de los criterios de evaluación de la factibilidad de una producción más limpia, radica en la pre-existencia de agrupaciones de productores organizados, las cuales pueden estar constituidas como uniones, asociaciones civiles o, preferentemente, como sociedades cooperativas.

Una vez determinado el nivel de organización formal y funcional que tiene los productores que se sumarán al modelo de negocios, es importante consolidarlos o bien guiarlos a la constitución de una Sociedad Cooperativa de Producción (SCP), que es la figura más adecuada entre aquellas contempladas en la Ley General de Sociedades Cooperativas.

La Sociedad Cooperativa de Producción se define en la ley citada como una organización integrada por personas físicas que tienen un interés en común y que buscan realizar actividades de producción y distribución de productos. Tiene entre sus características las siguientes: son de capital variable, tienen duración indefinida, son de responsabilidad limitada y se integran con un mínimo de cinco personas.

La constitución de la SCP por medio de asamblea de sus integrantes, debe protocolizarse ante notario e inscribirse en el Registro Público de Comercio para todo efecto legal (Contraloría Ciudadana para la Rendición de Cuentas, A.C., 2009). A partir de este momento, la SCP tendrá personalidad jurídica y patrimonio propio. Algunos aspectos vinculados a la constitución de una SCP, son:

- Establecimiento de las bases constitutivas que contendrán entre otros aspectos, la forma de integrar o acrecentar su capital social; los requisitos para admisión, exclusión o separación de miembros, áreas de trabajo y

sus reglas de funcionamiento; procedimientos de convocatoria y los derechos y obligaciones de los socios.

- Integración de una comisión técnica.
- Reglas de funcionamiento y administración.
- Reglas de aportaciones de los socios a la SCP.
- Reglas para incorporar personal asalariado.
- Reglas de disolución y liquidación.
- Estrategias de integración de sus actividades y procesos productivos, con el fin de acceder a las ventajas de economías de escala y estructurar cadenas de producción que brinden opción a los productores individuales.

En éste y los restantes elementos, el acompañamiento asistencial por parte de las autoridades municipales, estatales y federales involucradas, es imprescindible, por lo que esas estructuras gubernamentales deberán prever los recursos humanos y económicos que implica tal acompañamiento.

6.1.2 Legales

A partir de la constitución de la SCP, se finca la formalización legal de la actividad, la cual se enlista en dos vertientes para mejor clarificación: la fiscal/laboral y la territorial/ambiental. En la Tabla 13 se muestran las principales obligaciones del modelo de producción más limpia.

Tabla 13. Obligaciones legales asociadas al modelo integral de producción más limpia

Obligaciones legales fiscales y laborales	Obligaciones legales territoriales y ambientales
Inscripción en el Registro federal de Contribuyentes al mes siguiente del inicio de operaciones ¹ .	Obtención de Licencia de Uso del Suelo ⁶ .
Cumplimiento de obligaciones fiscales: Impuesto Sobre la Renta, Impuesto al Valor Agregado ² , Impuesto Especial sobre Producción y Servicios, Impuesto sobre nóminas, Predial ³ .	Autorización en Materia de Impacto Ambiental y Riesgo ⁷ .
Aportaciones para Fondos de Vivienda, Cuotas para el Seguro Social y Cuotas de Ahorro para el Retiro ² .	Obtención de Permiso de Construcción ⁶ .
Derechos por el Uso o Explotación de Bienes de Dominio Público ^{2 y 5} .	Obtención de Licencia de Funcionamiento ⁷ .
Mantener un sistema de contabilidad adecuado ² .	Registro como Generador de Residuos de Manejo Especial ⁷ .
Sistemas de control y verificación internos ² .	Bitácoras e informes semestrales y anuales de transferencia de contaminantes y manejo de residuos ⁷ .
Alta en el Registro Estatal de Contribuyentes de Jalisco ³ .	Bitácora y evidencia de consumo de biomasa de aprovechamientos forestales ⁸ .
Reglas de carácter laboral, derechos obligaciones de patrones y trabajadores ⁴ .	Archivo de autorizaciones de prestadores de servicios de manejo de residuos y proveedores de biomasa ⁷ .

Fuentes. ¹Contraloría Ciudadana para la Rendición de Cuentas, ²Código Fiscal de la Federación (LXIII Legislatura de la Cámara de Diputados, 2017b), ³Secretaría de Planeación Administración y Finanzas, SEPAF (2017), ⁴Ley Federal del Trabajo y Reglamento Federal de Seguridad y Salud (LXIII Legislatura de la Cámara de

Diputados, 2014), ⁵Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2017), ⁶Código Urbano para el Estado de Jalisco (Secretaría General de Gobierno de Jalisco, 2008), ⁷Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Congreso del Estado de Jalisco, 2000).

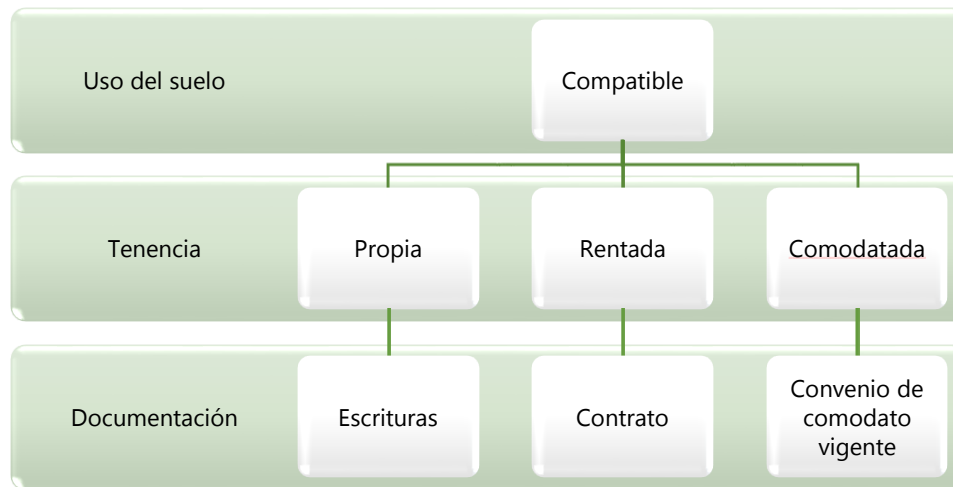
De lo anterior, resulta evidente que el sistema de administración del modelo de negocios debe contemplar un capítulo para el tema de administración ambiental, si consideramos que este es el objetivo que genera la necesidad de crear este modelo de producción más limpia. Se enfatiza que contar con un sistema de administración adecuado, no implica necesariamente la cobertura mínima de los aspectos territoriales y ambientales, razón por la cual debe concebirse integralmente a tal sistema.

6.1.3 Tenencia del predio

Uno de los obstáculos que está claramente identificado en diversas fuentes, es el de la tenencia de la tierra (INECC, 2016; SEMADET, 2017; Gobierno Municipal de San Pedro Tlaquepaque, 2017). La mayoría de los productores no cuentan con la propiedad del predio donde elaboran el producto y, aunque arriendan el mismo, no cuentan tampoco con documentación legal que los ampare como arrendatarios: en la zona centro el 27% de ellos producen en terreno propio, en la zona Altos Norte el 32% y en la zona Altos Sur el 20%

La situación de tenencia de la tierra, aunado a los escasos márgenes de utilidad con los que operan como se describió antes, ocasiona que en general el productor no sea un sujeto de crédito atractivo para las instituciones financieras.

Figura 16. Tipos de tenencia de la tierra y documentación requerida



Fuente: elaboración propia.

En términos generales, se identifican tres posibilidades para asegurar una legal disposición del sitio de un proyecto integral, como se ve en la Figura 16.

Aunado a lo anterior, debe verificarse la factibilidad de obtener autorización del uso del suelo, en función de lo que al respecto prevean los reglamentos o códigos urbanos

municipales en la materia. En el caso específico de Tlaquepaque y, a manera de ejemplo, la clasificación del uso del suelo para la producción de ladrillo es de industria pesada y de alto riesgo, lo cual limita de manera importante los sitios donde la actividad individual o mediante un parque de producción cerámica pueda establecerse (H. Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque, 2012).

La legal disposición del predio, además de cumplir con los requisitos para obtener autorización del uso del suelo, es fundamental para el arranque del modelo integral, pues como se planteará más adelante, el modelo de negocios identifica que en esa primera etapa requerirá subsidio gubernamental y por lo tanto será exigible esa legal disposición.

6.1.4 Tecnología

El modelo integral que se plantea se basa en la producción más limpia de elementos constructivos cerámicos, a través de un cambio transformacional en cuanto a la organización colectiva, pero un cambio gradual en cuanto a la tecnología de producción. En este sentido, la elaboración de productos de arcillas cocidas se plantea sobre la base de tecnologías que por una parte aprovechen con eficiencia la biomasa disponible -desde leña proveniente de explotaciones sustentables, hasta biomasa residual agrícola o industrial-, y que por la otra, cuenten con la flexibilidad necesaria para migrar en el mediano plazo al uso de combustibles más limpios como lo pueden ser el diésel o el gas.

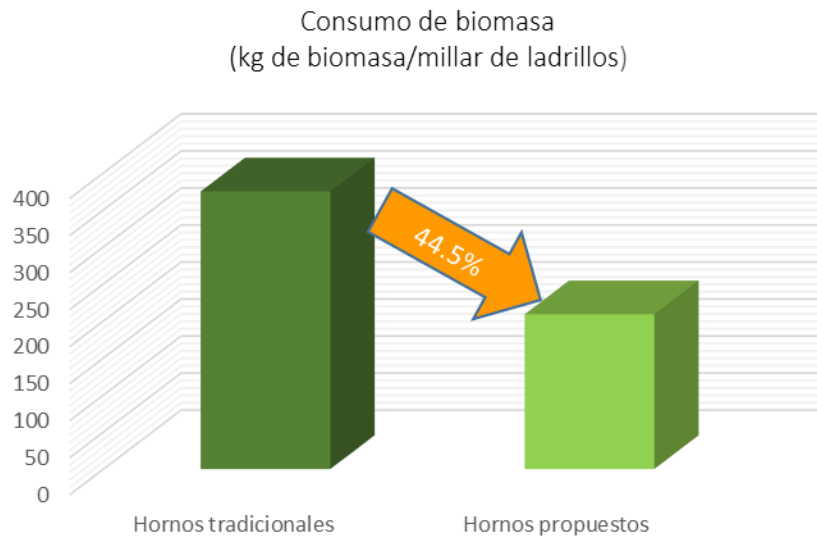
Además de ello, el modelo de negocios a partir de producción colectiva contempla la incursión en la elaboración de productos de "bajas o nulas emisiones", los cuales sustituyen el uso de procesos de cocción de las arcillas por otros de adición de polímeros químicos y biológicos, para luego proceder a la compresión mecánica de la mezcla en moldes apropiados.

En el desarrollo de un modelo de negocios de INECC, se realizó un ejercicio de selección de tecnologías acorde a los parámetros aquí descritos, dando por resultado la identificación de dos tecnologías para producción individual y dos para producción colectiva compatibles con la rentabilidad del modelo de negocios, capaces de lograr una reducción de cuando menos 45% en la emisión de contaminantes criterio y contaminantes climáticos de vida corta.

Dos condiciones asociadas a este desempeño son: la posibilidad de conducir las emisiones para su mejor control y medición y el abatimiento en la tasa de consumo de leña por tonelada de producto de arcilla cocida, como se aprecia en la Figura 17 (INECC, 2018). El principio que subyace es que la reducción de consumo de leña es uno de los elementos necesarios para reducir emisiones.

Por otra parte, la posibilidad de utilizar hornos de gran capacidad para ser manejados por un colectivo de productores, implica un escalamiento simultáneo de la capacidad para las etapas previas del proceso. En particular, se identifica que cuando la capacidad de quemado de adobe por semana aumenta de 10 o 20 mil piezas (7x14x28 cm) a varias decenas de millares, se requiere modificar el abasto de tierra mezclada y adobe moldeado para satisfacer oportunamente la alimentación del horno. Si esas actividades se realizan de manera tradicional, se multiplica la superficie de patios de tendido para secado del adobe.

Figura 17. Abatimiento de consumo de leña mediante mejora de tecnología de hornos



Fuente: elaborado con datos del modelo de negocios desarrollado por INECC (Cuadro 67, 2018).

Evidentemente una de las maneras de satisfacer las condiciones de producción incrementadas como se describió en el párrafo anterior, consiste en la mecanización de las operaciones de mezclado y moldeado, o incluso la sustitución del moldeado manual por la extrusión mecanizada. La introducción de tecnología de mecanización en este sentido, reduce la superficie necesaria para llevar esas operaciones, aunque impone otros requisitos como son la existencia de un área techada.

Existen varias fuentes donde consultar ejercicios de evaluación de tecnologías aptas para la modernización de las ladrilleras; en 2012 se realizó un ejercicio de evaluación del desempeño de hornos ladrilleros en la India (Shakti, 2012), el cual midió la eficiencia térmica y la demanda de energía eléctrica y mecánica de una serie de hornos de gran capacidad. Estos resultados, entre las cuales destaca el trabajo de la Coalición don difíciles de aplicar en México porque no existen tales tipos de hornos en el país y, por supuesto, las condiciones de operación no son las mismas.

La Coalición de Clima y aire Limpio (CCAC) publicó un informe de estrategias para la conversión tecnológica (CCAC, 2015) y el Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales (EELA) ofrece en el sitio Red ladrilleras (www.redladrilleras.net) el documento denominado Portafolio de Tecnologías en América Latina, en el cual analiza hornos móviles, de eje vertical, túnel, tipo Hoffman, Colmena y Cedan (multicámara) (CCAC, s/f).

En México, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) desarrolló un modelo de negocios con base en la selección de tecnologías a nivel de productor individual y de productores asociados. Entre las opciones que evaluaron, se encuentran los hornos de eje vertical (Vertical Shaft Brick Kiln o VSBK por sus siglas en inglés), Hoffman, Colmena y multicámara (Cedan). En el caso de tecnologías individuales, evaluaron las opciones de horno acoplado MK2, y tipo baúl, mejor conocido como Paulistinha, en comparación con los

hornos tradicionales (INECC, 2018). Entre los criterios que se utilizaron en ese estudio para evaluar las tecnologías de hornos, resaltan las que se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Criterios para seleccionar tecnologías de hornos con mejor eficiencia en consumo de biomasa

Aspectos evaluado	Factores incluidos	Ponderación por aspecto
Capacidad productiva	Número de cámaras y su modularidad Capacidad de producción mensual	25%
Eficiencia en la reducción de emisiones	Consumo de energía Combustibles compatibles (flexibilidad) Emisiones a la atmósfera Conducción de emisiones Aprovechamiento del calor residual	40%
Requerimientos de mano de obra	Requerimiento de equipamiento sustituto	9%
Disponibilidad de la tecnología en México	Capacidades locales para su construcción-operación	10%
Modelo de organización empresarial	Demanda de asociacionismo	16%

Fuente: adaptado de la matriz de selección utilizada en el modelo de negocios de INECC (2018).

Como resultado de la aplicación del proceso metodológico para selección de tecnologías, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) determinó que a nivel colectivo el horno multicámaras denominado tipo Cedan en Sudamérica, basado en un diseño de cuatro cámaras del Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, era la mejor opción para un modelo de producción colectivo, en tanto que los hornos MK2 o bien el tipo “baúl” o “Paulistinha”, eran adecuados para mejorar el desempeño ambiental en la producción individual de ladrillo (Figuras 18, 19 y 20).

Figura 18. Horno semi continuo multicámaras



Fuente: tomado de Red de Ladrilleras (EELA, 2017).

Figura 19. Horno tipo MK2



Fuente: tomado de Red de Ladrilleras (EELA, 2017).

Figura 20. Horno tipo “baúl” o “Paulistinha”




Fuente: tomado de Red de Ladrilleras, (EELA, 2017).

Por último, el escalamiento de la capacidad de producción conlleva otros efectos: el almacén de materiales para la producción requiere áreas mayores y posiblemente áreas techadas para la formulación y mezclado de los mismos. También el tipo de transporte que se requiere es de mucha mayor capacidad por razones de carácter económico: no bastan las tolvas de 7 metros cúbicos sino que se requieren góndolas de 14 o más toneladas de capacidad de carga. El movimiento de estos vehículos impone restricciones a las condiciones de los caminos por los cuales realiza el traslado final del material hasta el área de almacenamiento y producción: pendientes adecuadas, bases y sub-bases adecuadas para la carga vehicular y su peso, mantenimiento de los caminos de acceso cuando no sean revestidos y espacios para maniobras y tránsito en ambos sentidos. La Tabla 15, muestra los requerimientos operativos de dos unidades de producción: una basada en el horno de cuatro cámaras y otra basada en hornos individuales tipo MK2. Es importante mencionar que se utiliza como base de comparación estas tecnologías, aunque en la ejecución del modelo se podrían sustituir en el futuro estos hornos por otros similares o más ventajosos en función de su disponibilidad y comprobación de eficiencia.

6.1.5 Infraestructura

Los elementos de infraestructura necesarios se relacionan con el tipo de tecnología a seleccionar, la cual condiciona el modelo de negocios. La Tabla 15, muestra las principales características del modelo de negocios ya descritas y sus correspondientes necesidades en infraestructura.

Tabla 15. Características del modelo de negocios y elementos de infraestructura en función de la tecnología seleccionada

Características del modelo de negocios	Horno Multicámara Unidad X4	Horno MK2 Unidad X1
Organización cooperativa de la producción	Si	No
Capacidad de producción mensual en número de ladrillos	200,000	20,000
Crecimiento modular	Si	No
Combustibles	Biomasa, diésel o gas	Biomasa o diésel
Conducción de emisiones	Si	Si
Funcionamiento	Semi continuo	Discontinuo
Número de productores	12 a 20	1
Funciones de trabajo especializadas	Operador de mezcladora, Laboratorista Operador de horno Moldeadores/trinchadores Cargadores	Operador de horno Moldeador/trinchador/mezclador Cargadores
		
Elementos de infraestructura necesarios	Horno Multicámara Unidad X4	Horno MK2 Unidad X1
Área total necesaria	9,000 m ²	450 m ²
Patios de tendido	33 de 135 m ²	1 de 135 m ²
Área de almacenamiento de biomasa	Común	Individual
Área de almacenamiento de tierras	Común	Individual
Almacén de producto terminado	Si: techado.	No
Oficinas, laboratorio de tierras y aula	Si	No
Almacenamiento de agua	Común: 45,000 litros	Individual: 10,000 litros
Transporte de carga propio	Si: es deseable que sea tipo torton con plataforma para 20 toneladas de carga	No
Equipo y maquinaria	Indispensable mezcladora, sopladores y/o dosificadores	Puede utilizar sopladores o dosificadores

Fuente: elaboración propia.

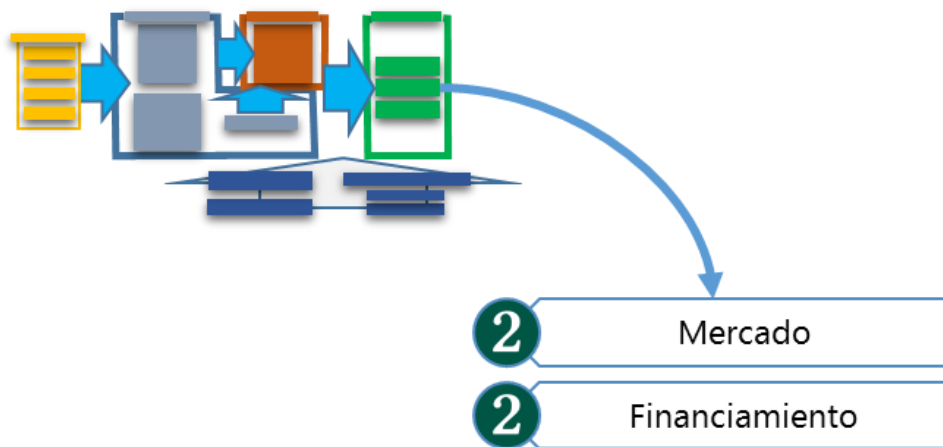
Los detalles y especificaciones de los distintos tipos de elementos de la infraestructura, serán descritos en el capítulo de propuesta de distribución de planta (lay out). El laboratorio se

refiere a un laboratorio mínimo para evaluación de la calidad de tierras y las mezclas convenientes en función del tipo de producto a elaborar y la tecnología de horno en la que se hará el cocimiento. Este tipo de laboratorio no sustituye a los laboratorios especializados y sólo funciona como un auxiliar en la operación diaria del modelo de producción más limpia.

6.2 Elementos de mercado y financiero

En este apartado se abordan los elementos de mercado y financieros asociados al modelo de negocios (Figura 21).

Figura 21. Elementos de mercado y financiamiento asociados al modelo de negocios



Fuente: elaboración propia.

6.2.1 Mercado

Como se mencionó antes, Jalisco ocupa probablemente el segundo lugar en número de productores artesanales de ladrillo en un universo de cerca de 17,000 unidades productoras a nivel nacional que producen desde 5,000 hasta 40,000 piezas por quema en hornos rústicos y tradicionales (INECC, 2016).

Los productos elaborados con mayor frecuencia son los ladrillos (29.13%) el “listón” o tabicón –un ladrillo de 6x13x34cm- (15.42%) el ladrillo para bóveda -4.5x10x21cm- (29.85%) dimensiones. Otros productos elaborados son: cuñas, tejas, pisos de barro y petatillos (SEMADET, 2017).

Los productos que compiten directamente con el ladrillo artesanal, son los tabicones y bloques de concreto (macizos o huecos) en opinión del 78% de los productores artesanales, mientras que el ladrillo industrializado (extruido) no compite de manera directa en los mismos segmentos de venta. De hecho, los tabicones y bloques superan la oferta y demanda para la autoconstrucción en las penínsulas de Yucatán y de Baja California, en los estados del norte, los estados costeros del Golfo de México y en la mayor parte de las zonas costeras de la vertiente del pacífico (INECC, 2016).

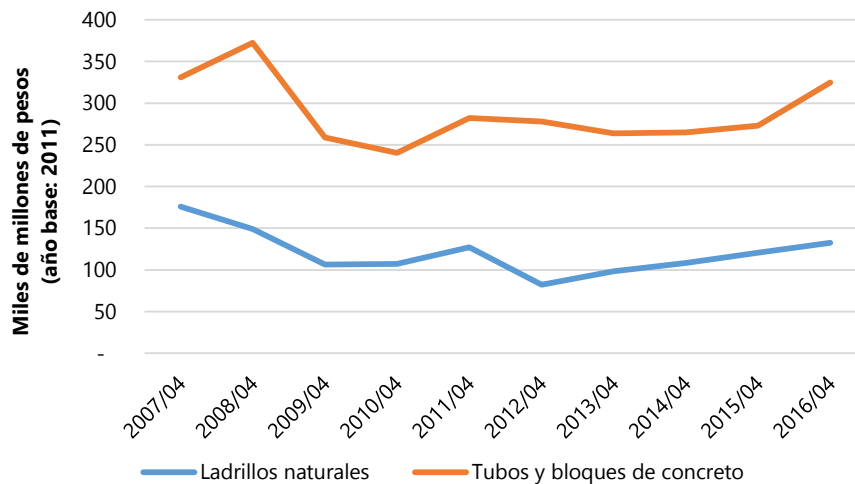
En los estados del centro-norte y occidente del país, la autoconstrucción y la construcción de vivienda media residencial prefieren el ladrillo rojo cocido, aunque el 66% de los constructores prefieren los productos de concreto, comparado con un 26% que prefieren el ladrillo cocido. Los productos alternos innovadores, especialmente aquellos de carácter innovador, no son una competencia significativa para los ladrillos cocidos (INECC, 2016).

Los datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera de INEGI para el período de 2004 a 2016, revelan que el valor de la producción de manufacturas de concreto es superior al de los ladrillos rojos cocidos y que la tendencia de la producción de éstos no es hacia el alza (Figura 22).

En el estudio de mercado nacional del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), se establece 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” (INECC, 2016).

Figura 22. Valor de la producción de ladrillos cocidos (naturales) contra tubos y bloques de concreto según la Encuesta Nacional Manufacturera del Instituto Nacional Estadística y Geografía (INEGI)



Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2016.

En el plan económico financiero elaborado por el proyecto de Eficiencia Energéticas en Ladrilleras Artesanales para Jalisco en 2014, se informó que en el período 2000 a 2010 el número de viviendas particulares en Jalisco incrementó en 30%, principalmente en la zona metropolitana de Guadalajara y plantea como hipótesis que la demanda de material de construcción debió aumentar en la misma medida: su pronóstico fue que en 2015 la demanda debía ser de 252,000 viviendas y en 2020 será de 287,000 viviendas. Así mismo en

ese estudio se estimó que la demanda de ladrillo rojo cocido sería de 490 millones de piezas en 2015 y 559 millones de piezas en 2020 (EELA, 2014). Es importante señalar que en sus estimaciones, EELA considera a la vivienda de interés social, la cual no necesariamente utiliza ladrillo rojo cocido de acuerdo al estudio de mercado nacional (INECC, 2016)

En el estudio de mercado nacional del INECC, se estimó que la producción mensual por productor en temporada de secas es de 22,560 piezas, mientras que en temporada de lluvias es de 12,704 piezas (estandarizadas a ladrillos 7x14x28cm) (INECC, 2016), asumiendo que cuatro meses del año son de lluvias, la producción promedio anual sería de 231,302 piezas por productor. Por lo tanto, si de acuerdo a la SEMADET existen 2,500 ladrilleras en el estado, la producción anual (año base 2016) en el estado de Jalisco, asciende a 578.25 millones de piezas, cantidad que debería ser suficiente para satisfacer la demanda de ladrillo prevista en el estudio de EELA.

Estas estimaciones no consideran la variación regional de oferta y demanda dentro del estado, a pesar de que es evidente que la producción se concentra principalmente en tres regiones: la zona metropolitana de Guadalajara, la región Altos Sur y la región Altos Norte. En el diagnóstico marco del sector ladrillero (SEMADET, 2017), las tres regiones mencionadas suman 1,418 ladrilleras, por lo que, utilizando los parámetros descritos en el párrafo anterior, la producción sumada en esas tres regiones sería cercana a las 328 millones de piezas anuales.

En contraste, en el estudio de EELA (2014) se estima que la producción de ladrillo 7x14x28cm, ladrillo pequeño para bóveda y piezas de mayor tamaño (tabicones y ladrillos), la producción sumada en Acatic y la zona metropolitana de Guadalajara asciende a 591.3 millones de piezas anuales (EELA, 2014), cifra que probablemente esté sobreestimada.

El 80% de los productores de tabicones y bloques de concreto del estado, consideran que sus productos no desplazarán al ladrillo rojo cocido y el 20% opina lo contrario y argumentan que los productos de concreto son de mejor calidad y resistencia mecánica. El 60% de los productores de tabicones y bloques de concreto cree que la demanda de sus productos se mantiene por las preferencias de ciertos segmentos de consumidores y consideran más bien que ambos productos, los de concreto y los ladrillos rojos cocidos, son complementarios en la demanda del mercado (INECC, 2016).

6.2.2 Financiamiento

La producción de ladrillo artesanal es por numerosas unidades de tipo familiar, lo cual impide alcanzar economías de escala y provoca una elevada competencia entre ellos mismos. El diagnóstico del sector ladrillero en el Estado de Jalisco en 2017, revela que el 86.91% de los hornos de producción artesanal son rústicos de tipo campaña y el 11.60% son del tipo fijo, mientras que una pequeña cantidad de ellos no cuentan con horno propio. Su capacidad varía desde 2000 ladrillos por quema en menos del 1% de los casos, 2,000 a 5,000 ladrillos en el 7.47%, desde 5,001 hasta 10,000 en el 25.97 de los casos y más del 60% tienen capacidades mayores de 10,000 piezas (SEMADET, 2017).

Como referencia, el análisis microeconómico de la producción en un caso en Guanajuato, reveló que la diferencia entre el ingreso marginal por la venta de ladrillo contra el costo marginal de producirlo, es positiva pero de apenas 34 centavos en promedio (año 2016), por lo cual los productores no deberían producir sin incremento en el precio del producto cuando los incrementos de materiales de combustión sean superiores al 75% combinados con 71% de incremento en el costo de las tierras o bien con 25% de incremento en el costo de la mano de obra (Alcántara-Jurado, 2017).

Por todo lo anterior, el productor artesanal es precio-aceptante en un entorno muy competido entre los mismos productores y control oligopólico de la comercialización por algunos intermediarios generalmente no productores, aunque algunos de ellos sí lo son. Los intermediarios son quienes tienen contacto tanto con los productores en la compra a pie de horno, como con los consumidores finales. (INECC, 2016). Un factor que opera en contra de esquemas asociativos entre los productores, es que el 25.60% de ellos no saben leer y escribir; sólo el 22.73% terminó la secundaria y el 8.12% la preparatoria.

El producto se comporta con elasticidad precio-oferta, variando entre las temporadas de secas y de lluvias cuando la producción se ve obstaculizada. En general el precio en época de lluvias es mayor y existen algunos intermediarios que cuentan con capacidad financiera para almacenar producto en temporada de secas y venderlo en temporada de lluvias. A pie de horno en temporada de secas, el ladrillo 7x14x28cm se ofrece a \$1.29 en la zona Centro, \$2.24 en la zona Altos Sur y a \$2.06 en la zona Altos Norte (SEMADET, 2017).

Financieramente, además del escaso margen de utilidad, la actividad es muy susceptible a las distancias a los bancos de materiales que proveen de las tierras y, paradójicamente, la ventaja que les significa a los productores la cercanía con los centros urbanos, es contrarrestada por el aumento de las quejas de los vecinos por los humos que despiden los hornos durante la quema del adobe (INECC, 2016).

De acuerdo con el modelo de negocios desarrollado por INECC (ver Tabla 16), los parámetros de elegibilidad de negocios financiables por parte de la banca comercial, se focalizan en la mediana y, en ocasiones, en la pequeña industria, con dos requisitos insalvables en este momento para los productores artesanales en cuanto al volumen anual de ventas y la demostración de estados financieros de dos años inmediatos anteriores al menos.

Tabla 16. Requisitos de elegibilidad para obtener financiamiento privado

Banco	Tamaño de empresa	Ventas anuales mínimas	Garantías
BAM	PyME	30 millones de pesos	Hipotecarias o líquidas 1.5 a 1
Banamex	PyME	Capital de trabajo requerido. Cuatro años de operación.	Obligado solidario
BBVA Bancomer	PyME	Capital de trabajo requerido. Dos años de operación.	Obligado solidario con un bien inmueble.

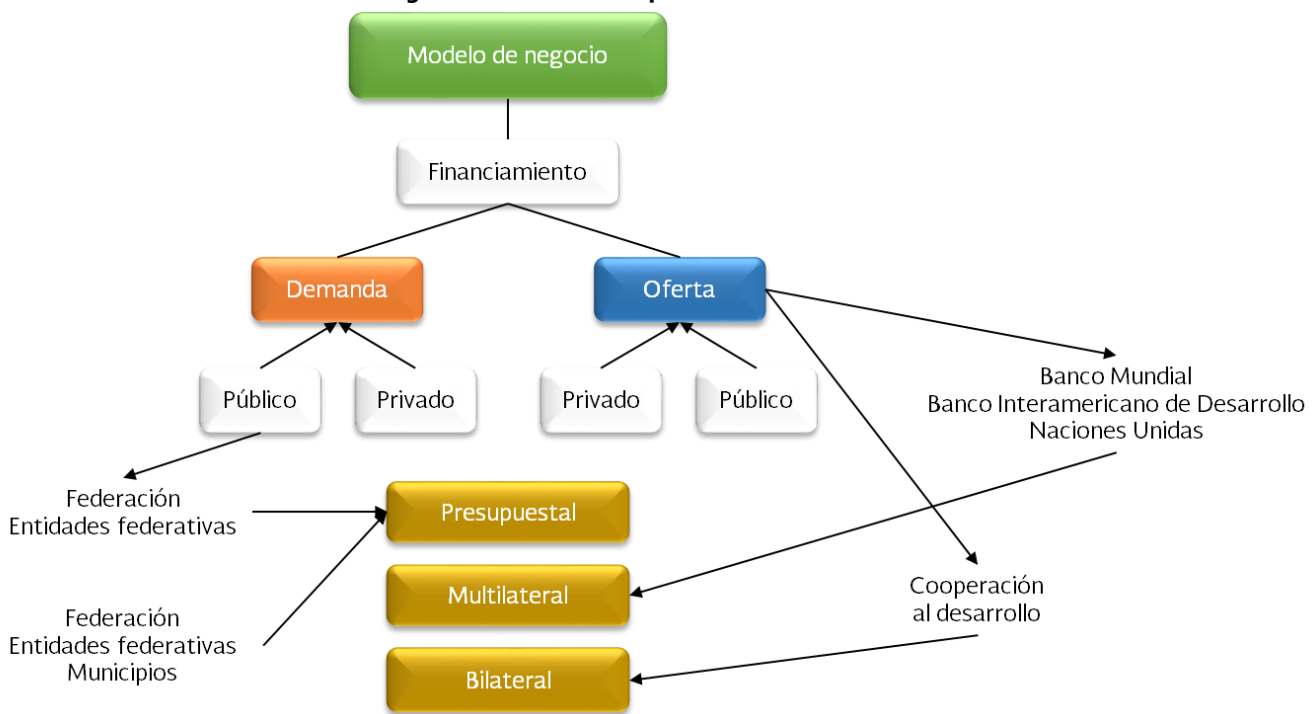
Santander	PyME	Capital de trabajo requerido. Cuatro años de operación.	Obligado solidario
-----------	------	---	--------------------

Fuente: modificado del modelo de negocios desarrollado por INECC (2018).

El panorama de elegibilidad descrito, determina la necesidad de acudir al subsidio gubernamental en el arranque de los primeros proyectos piloto basado en este modelo integral de producción más limpia. Los recursos pueden ser fiscales o provenir de programas de apoyo sociales o bien de apoyo al emprendimiento con mejora tecnológica.

Otro esquema que es factible para financiar la producción, de acuerdo con INECC, puede provenir del Financiamiento desde la perspectiva de la demanda: se refiere a la identificación de alternativas de fondeo para el proyecto que permitan subsidiar y/o subvencionar la operación del mismo, a través de la provisión de recursos para facilitar la compra por parte de los consumidores de los productos generados (INECC, 2018). La Figura 23 muestra las opciones de financiamiento.

Figura 23. Marco conceptual de financiamiento



Fuente: tomado de INECC (2018). Las instituciones mencionadas son sólo indicativas.

El mismo estudio señala:

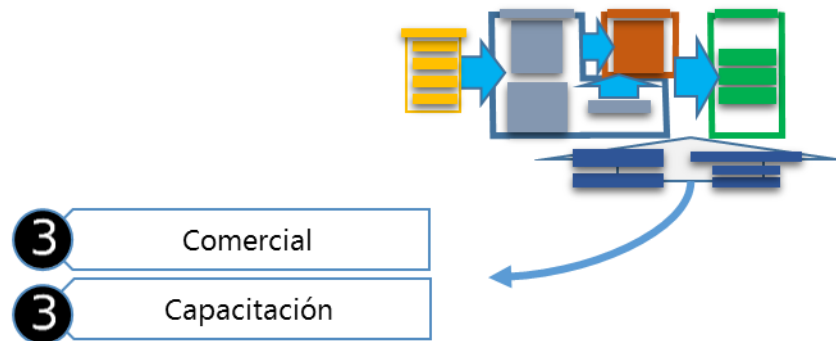
1. *“Financiamiento privada*: todas aquellas opciones de fondeo cuyo origen sean entidades privadas potencialmente interesadas en la puesta en marcha del proyecto, o de aquellos intermediarios financieros cuyos productos financieros de crédito sean aplicables al mismo”.

2. *“Financiamiento público:* todas aquellas opciones de fondeo cuyo origen sea el siguiente:
 - a) Presupuesto de entidades del sector gobierno del ámbito federal, estatal y municipal; inclusión de programas y proyectos presupuestales, así como fideicomisos y fondos especiales de recursos administrados por entidades del sector central y paraestatal”.

6.3 Estrategia comercial y de capacitación

En este capítulo se abordan las estrategias de comercialización y capacitación derivados del modelo integral de producción más limpia, como se ve en la Figura 24.

Figura 24. Elementos comerciales y de capacitación



Fuente: elaboración propia.

6.3.1 Estrategia comercial

La comercialización ocurre en más del 90% de los casos por medio de intermediarios (EELA, 2014), situación que se corroboró en visitas de campo en Tlaquepaque y en Zapopan. Los intermediarios son denominados “sitieros” debido a la costumbre de establecerse en puntos fijos en vialidades importantes, con el fin de ofertar el producto y llevarlo hasta el sitio de consumo. En estos sitios, no permiten el acceso de los productores que cuentan con camión propio. Los productores son entonces precio-aceptantes y se sujetan a prácticas oligopólicas de los intermediarios, quienes gobiernan la determinación del precio pagado por el producto a pie de horno (INECC, 2016).

La falta de liquidez del productor y las nulas posibilidades de acceso al financiamiento privado, provoca que una de sus fuentes de financiamiento provenga de los mismos intermediarios, quienes pagan entonces el producto a precios inferiores de lo normal (a pie de horno), con lo cual refuerzan la dependencia del productor hacia ellos y el carácter precio-aceptante que ya se mencionó.

En el modelo de negocio de INECC, se determinó que existe una dependencia de los sitieros y, si bien también existe una figura del productor-intermediario, su participación en Jalisco no es relevante a diferencia de lo que pasa por ejemplo en Guanajuato (INECC, 2018).

Ante tal situación, el modelo integral abarca la comercialización directa de los productos por medio de estrategias propias de contacto con los clientes y negociación del precio de venta tanto en entrega en obra como a pie de horno. Ello supone la especialización de la función de trabajo en personal clave para conducir la tarea.

El modelo de vinculación que se planteó, implica también el apoyo de las cámaras de la construcción (CMIC), de vivienda (CANADEVI), desarrolladores de vivienda y colegios de ingenieros y arquitectos, para lograr una diferenciación de la demanda hacia el producto elaborado bajo el modelo integral, en condiciones de:

- Posibilidad de facturación de venta.
- Especificaciones de cantidad.
- Oportunidad de entrega en obra.

Vale la pena aclarar que los intermediarios independientes no quedan fuera del modelo integral sino que se consideran pero no en calidad de financiadores de la producción ni en sustitución del contacto directo entre productores y clientes finales. Es decir, el modelo plantea que los productores se vuelvan precio-ofertante bajo negociación con el cliente.

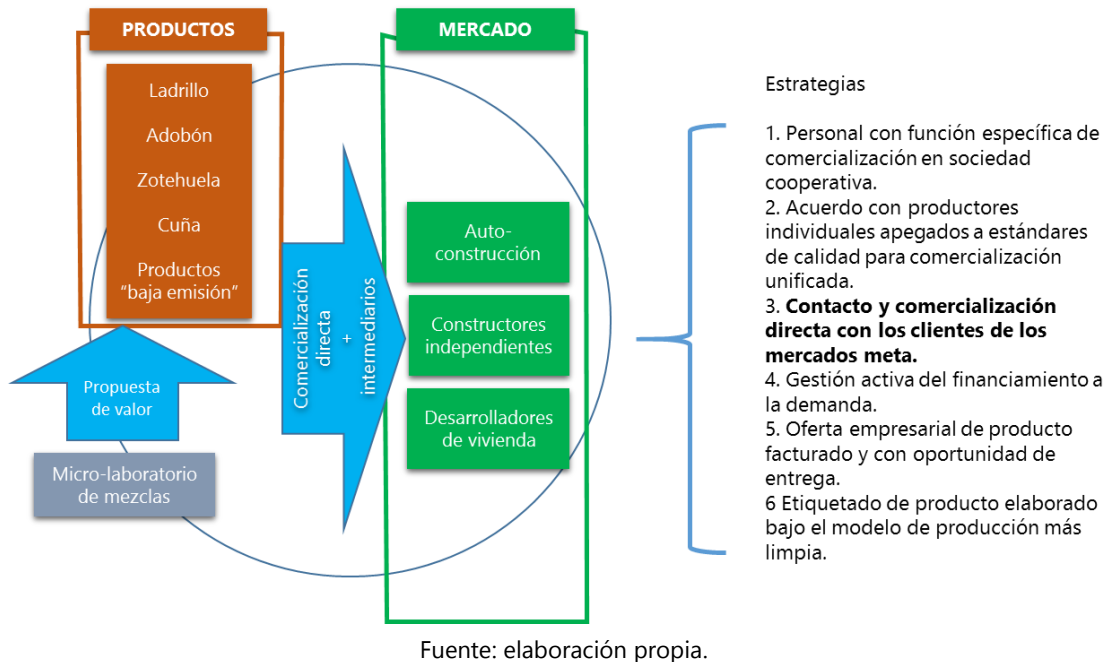
Por otra parte, el modelo de vinculación buscará que las instituciones de gobierno en conjunto con los agente de la demanda, gestionen activamente mediante un plan de trabajo específico los mecanismos de financiamiento a la demanda a través de esquemas de beneficios fiscales o subsidios a la vivienda construida con ladrillo cocido. En esta estrategia, el establecimiento de modelos de etiquetado de producto será fundamental (Figura 25).

Para atender al segmento de autoconstrucción (uno de los mercados meta) y para responder en las mejores condiciones a la elasticidad de oferta en los cambios de temporada seca a lluviosa, el modelo integral contempla una bodega de almacenamiento de producto que permita mantener la oferta en temporada de lluvias bajo condiciones ventajosas de precio de producto para comprador y vendedor, así como contar con un punto de venta para micro consumidores dedicados a la autoconstrucción. El uso de tecnologías modernas de comunicación como lo son las redes sociales, será indispensable para mantener la comunicación necesaria con los consumidores.

La instalación del laboratorio mínimo de tierras, en conjunto con los esquemas de capacitación que se abordarán en la sección siguiente, será clave para controlar la calidad del producto en función de las especificaciones establecidas con los clientes, ante un escenario de proveeduría de tierras provenientes de fuentes variadas y finitas.

En este sentido, las compras consolidadas y oportunas de materia prima, coadyuvarán a lograr las metas de calidad en coordinación con el trabajo del laboratorio mínimo del modelo integral.

Figura 25. Estrategias de comercialización



6.3.2 Estrategia de capacitación

Las estrategias de capacitación que demandará la operatividad del modelo integral, incluyen la sensibilización mediante talleres a los productores, que permitan a la vez detectar las fortalezas y debilidades de los productores –integrantes de la cooperativa más productores individuales- que deberán atenderse o aprovecharse en la capacitación técnica.

En otra vertiente, las estrategias apuntan a la especialización de las funciones dentro del modelo de negocios: administrativas, de comercialización, de producción, de mercadeo y de formulación de mezclas para cocimiento.

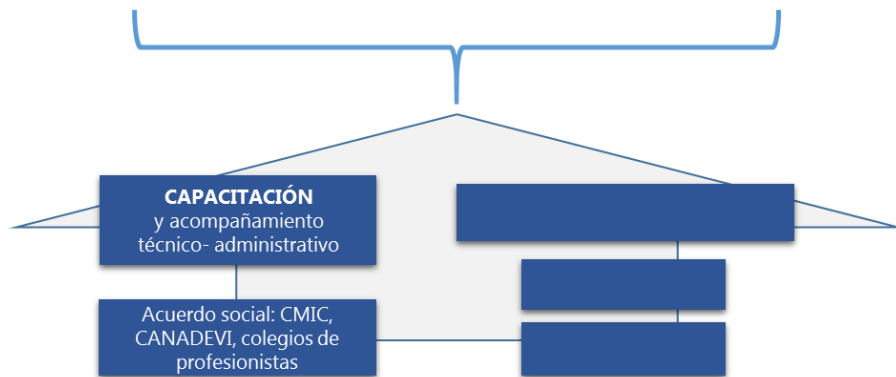
El modelo de negocios de INECC (2018) identificó las siguientes temáticas de capacitación a incluir en el diseño de un programa específico:

- **Buenas prácticas de producción:** sensibilización ambiental y de salud, eco eficiencia, manejo de residuos, normatividad forestal.
- **Tecnología:** innovación.
- **Cumplimiento legal:** ambiental y fiscal.
- **Procesos:** abastecimiento de tierras, mezclado, moldeo, trinchado, operación del horno.
- **Comercialización:** identificación y atención al cliente.
- **Administración y contabilidad:** registro contable, estados financieros y manejo de caja.

Figura 26. Estrategias de capacitación

Estrategias

1. Taller de sensibilización y detección de talentos
2. Vinculación al modelo de horno –escuela de SEMADET.
3. Capacitación diferenciada por especialidad.
4. Incorporación de esquemas de certificación de competencias.
5. Apoyo de programas sociales para la capacitación
6. Vinculación con los esquemas de asistencia técnica de las bancas de desarrollo.
7. Capacitación en la práctica mediante el acompañamiento técnico en un período de gracia de dos años después del arranque de la ejecución del modelo integral.



Fuente: elaboración propia.

Por último, las estrategias (esquemáticas en la Figura 26) atienden al tema del presupuesto necesario para realizar la capacitación y en ello se incluyen dos fuentes: los programas sociales y económicos ya existentes en los tres niveles de gobierno y el apoyo en fondos no reembolsables disponibles en materia de asistencia técnica en la banca de desarrollo (CAF, 2018).

En las estrategias de capacitación, destacan dos aspectos, de los cuales el primero consiste en el aprovechamiento del horno escuela promovido por el Gobierno de Jalisco o, en su defecto, las instituciones aptas para este fin detectadas en el modelo de negocios de INECC (2018):

- Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad del Hábitat
Tecnologías de tierra comprimida y caracterización de tierras
- Universidad de Guanajuato
Campus Salamanca Irapuato
Construcción y uso del horno multicámara
- Ingenieros sin Fronteras
Capítulo Querétaro en Tequisquiapan
Construcción y uso del horno MK2
- Tierra y Cal
San Miguel de Allende, Guanajuato

- Construcción y uso del horno MK2
- Ecoladrillos México
Taller de Arquitectura Sustentable T02K
Ciudad de México
Producción de ladrillos de tierra con aditivos comprimida

El segundo aspecto a destacar es el acompañamiento durante los dos primeros años desde el lanzamiento del modelo integral, con el objetivo de asegurar su correcto funcionamiento, pero además con el objetivo de funcionar como una capacitación en tiempo real del personal especializado en los temas administrativos.

7 PROPUESTA INTEGRADA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Con base en el modelo general de negocios, los elementos operativos, de funcionamiento, de mercado y de capacitación, así como en las estrategias comerciales y de capacitación planteadas en el capítulo anterior, en éste se describirá la distribución en planta para albergar en un parque de producción cerámica cooperativa e individual.

Los temas abordados aquí, son: los supuestos empleados para establecer la distribución en planta, los elementos de infraestructura que lo conforman y tres ejercicios de distribución en planta para tres situaciones diferentes.

7.1 Supuesto para la diseñar la distribución en planta

Los supuestos considerados para el parque de producción cerámica son.

1. La incorporación de una cooperativa de entre 15 y 20 productores asociados para producir y comercializar.
2. Dos unidades de producción individual ligados a la estrategia comercial de la cooperativa.
3. El uso de las tecnologías consideradas en este documento: horno multicámara para la producción colectiva y hornos tipo MK2 para la producción individual. Aunque la tecnología de hornos puede variar, se toma esta base para los diseños propuestos.
4. Funcionamiento del horno a base de biomasa de leña o residual.
5. Mecanización para las etapas de mezclado y cocimiento del producto en hornos, pero en una primera etapa sin extrusión y mecanización del moldeado.
6. Volúmenes de producción equivalentes a 50,000 ladrillos por semana (INECC, 2018).
7. Capacidad de almacenamiento de producto.

8. Compras consolidadas de tierras y biomasa.
9. Profesionalización de la administración para cumplir con las obligaciones legales.
10. Control de calidad de producto a base de la formulación controlada de mezclas de tierras para su elaboración.
11. Atención a los requerimientos normativos de áreas verdes, utilizando como base el 10% requerido por el municipio de San Pedro Tlaquepaque.
12. Utilización preferencial de especies nativas referidas a tres ambientes básicos: templado de montaña, semi-cálido de valles y tropical en la vertiente al pacífico.

Los tres escenarios hipotéticos planteados son los siguientes:

- Un parque de 2 hectáreas en un polígono rectangular, ubicado en terreno plano (menos de 5% de pendiente), con acceso por su lindero más largo. Este modelo se denomina "V1".
- Un parque de 2 hectáreas en un polígono rectangular, ubicado en terreno plano (menos de 5% de pendiente), con acceso por su lindero más corto. A este modelo se le denomina "V2"
- Un parque de 2 hectáreas en un polígono rectangular, ubicado en terreno con pendiente entre 5% y 10%, con acceso por su lindero más largo. Este modelo se denomina "I1".

7.2 Descripción de los elementos considerados en la distribución en planta

Los elementos que se consideraron en la distribución en planta, se dividen en tres grupos:

Primer grupo: elementos asociados a los procesos de producción

Segundo grupo: elementos asociados a la administración de la sociedad cooperativa

Tercer grupo: elementos de infraestructura

Procesos de producción

El dimensionamiento de las áreas necesarias, se basó en el proyecto arquitectónico de un parque ladrillero de Tlaquepaque Jalisco (Gobierno Municipal San Pedro Tlaquepaque, 2017).

Almacén de tierras

Son dos áreas destinadas a recibir las compras consolidadas de tierras de distintos tipos que serán mezcladas para el moldeado y posterior cocimiento. Son áreas abiertas y amplias.

Almacén de biomasa

Es el espacio destinado al almacenamiento de la biomasa obtenida mediante compras consolidadas. Es un espacio abierto en una primera etapa, cuya localización es cercana al horno multicámaras por su parte posterior donde se encuentran las bocas de las "cocinas"

en las cuales se alimenta el combustible. Se consideró una altura máxima de tres metros en el apilamiento de los posibles tipos de biomasa, ya sea leña o residual.

Área de mezclado

Es un espacio único destinado a elaborar el mezclado de las tierras bajo las especificaciones establecidas por el laboratorio mínimo de tierras. Ocupa maquinaria para mezclado y espacio suficiente para la "maduración" de la mezcla.

Entre sus restricciones se incluye que la localización sea lo más cercana posible a los dos almacenes de tierras y al laboratorio mínimo de tierras.

Área de tendido y trinchado

Son 33 áreas idénticas distribuidas a lo largo del predio con espacios de 1 metros entre una y otra pero con acceso a pasillos de circulación de "bobcats" y vehículos ligeros. Su localización es entre el área de mezclado y el área del horno.

Cada una de las 33 áreas está calculada para albergar tanto el tendido de hasta 1,200 ladrillos, como el trinchado de una cantidad similar.

Horno

En el modelo colectivo, es el espacio que ocupa el horno multicámaras (cuatro), con la siguiente restricción: su frente debe orientarse hacia el acceso de vehículos pesados, la parte trasera debe orientarse hacia el almacén de biomasa y su localización general debe facilitar el acceso de los equipos que transportan el adobe seco desde las áreas de moldeado y trinchado.

Almacén de herramientas

Son dos espacios techados y cerrados que permiten el almacenamiento de las herramientas necesarias en la producción. Uno de ellos debe ubicarse localiza cerca del área de mezcla y los patios de tendido, mientras que el otro se debe ubicar cerca del horno y el área de almacén de biomasa.

Almacén de producto terminado

Área púnica techada diseñada para captar los excedentes de producción que no se desplacen de inmediato después de su cocimiento. Se debe ubicar colindando con la vialidad para transporte pesado y del horno, pero también del acceso principal al predio.

Almacén de agua

Se consideraron dos áreas. La principal, con capacidad de almacenamiento de 40,000 l en cuatro contenedores de 10,000 l cada uno. Se debe ubicar en la cercanía del área de mezclado y sin restricciones de acceso desde las vialidades principales.

La segunda área de almacenamiento está ligada al consumo del área de oficinas, con capacidad de 5,000 l.

Administración

Área de oficinas y comedor

Un espacio destinado a albergar dos edificios. El primero para las oficinas de la administración, incluye área de recepción de visitantes. El segundo, es el del comedor con el equipamiento para la limpieza de utensilios. Su ubicación debe ser cercana al acceso. Las descargas de los servicios deben manejarse mediante el uso de fosas sépticas.

Área de capacitación

Edificio destinado a apoyar reuniones de trabajo y para capacitación. Su localización debe ser cercana a las oficinas principales.

Áreas de servicios

Dos edificios que albergan los servicios sanitarios, regaderas y vestidores. El primero se debe ubicar cerca del área de oficinas y el segundo en una zona estratégica en el área de producción, como lo es el área del horno. Las descargas de los servicios deben manejarse mediante el uso de fosas sépticas.

Laboratorio de tierras

Edificio que alberga el laboratorio mínimo de tierras, con capacidad para almacenamiento temporal de muestras además del espacio y mobiliario idóneo para realizar las pruebas a las mezclas de tierras.

Infraestructura

En los planos de distribución en planta no se detallan aspectos como instalaciones eléctricas, (cableado y transformadores). A continuación se describen los elementos de esta categoría.

Accesos

Para cada una de los tres modelos: V1 con acceso en el lindero más largo, V2 con acceso en el lindero más corto e I1) con acceso en el lindero más largo. El diseño contempla que el acceso conduce al área de estacionamiento y administración, pero también permite el paso de vehículos de carga tan grandes como el tipo torton, hasta los almacenes y el horno colectivo. La superficie de rodamiento debe ser de calidad subrasante.

Vialidades principales

Las vialidades están consideradas para vehículos tipo torton de plataforma, con dos ejes traseros y capacidad de carga de hasta 20 toneladas. El tipo de vialidad debe ser de superficie de rodamiento de calidad subrasante para vehículos pesados (hasta 20 toneladas). Las curvas se diseñaron con base en los radios de giro establecidos por la American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO, 2001).

Vialidades internas

Son los corredores internos con capacidad para movilizar bobcats o vehículos de carga ligeros (hasta tres toneladas y media), distribuidos de manera que permitan el acceso a: cada

uno de los 33 patios de tendido, área de horno y comunicación con las dos áreas individuales (X1). El tipo de vialidad debe ser de superficie de rodamiento de calidad subrasante para vehículos ligeros (hasta 33.5 toneladas)

La Tabla 1 muestra el cuadro de áreas para los elementos anteriores. En forma independiente, en la distribución en planta se incorporan dos áreas para productores individuales denominadas X1 y que deben ser autosuficientes en cuanto a: almacén de materia prima, área de mezclado, un área de tendido, almacén menor de biomasa y horno.

Tabla 17. Cuadro de áreas para los modelos V1, V2 e I1.

Nombre del elemento	Dimensiones (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Área de cada unidad (m ²)	Número de unidades	Subtotal de área por elemento (m ²)
ESTACIONAMIENTO	39.87x4.7	39.87	4.7	187.39	1	187.39
OFICINAS	15.36x5	15.36	5	76.80	1	76.80
BAÑOS	9.18x4.95	9.18	4.95	45.44	2	90.88
COCINA Y COMEDOR PRINCIPAL	10.58x5	10.58	5	52.90	1	52.90
AULA DE CAPACITACIÓN	12x5.15	12	5.15	61.80	1	61.80
LABORATORIO DE TIERRAS	3x3	3	3	9.00	1	9.00
HERRAMIENTAS	3x20	3	20	60.00	2	120.00
ALMACÉN DE TIERRA	6x15	6	15	90.00	2	180.00
MEZCLA	9x8.3	9	8.3	74.70	1	74.70
CONTENEDORES DE AGUA	15.21 r=2.2			15.21	4	60.84
PATIO DE TENDIDO Y TRINCHADO	9x15	9	15	135.00	33	4,455.00
ALMACÉN DE BIOMASA	8x8	8	8	64.00	1	64.00
HORNO DE 4 CÁMARAS	20x4	20	4	80.00	1	80.00
ÁREA DE PRODUCTO TERMINADO	30x15	30	15	450.00	1	450.00
MÓDULOS x1	15x30	15	30	450.00	2	900.00
ÁREA VERDE	5X100	5	100	500.00	2	1,000.00
ÁREA VERDE 2	200X5	200	5	1000.00	1	1,000.00
Subtotal elementos						8,863.31
Subtotal de vialidades						11,136.69

Fuente: elaboración propia

Áreas verdes

Se utilizó el criterio regulado en el reglamento de desarrollo urbano del municipio de San Pedro Tlaquepaque en Jalisco (H. Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque, 2012), el cual especifica 10% del área total.

La selección de especies es enunciativa solamente y se establece para tres condiciones climáticas: templada, semiárida y tropical (Figuras 27, 28 y 29).

Figura 27. Ejemplo de especie naturalizada apta para áreas verdes en climas semiáridos y templados

<p>NOMBRE COMÚN: Pirul</p>	<p>NOMBRE CIENTÍFICO: <i>Schinus molle</i></p>
<p><u>CARACTERÍSTICAS GENERALES</u></p> <p>Altura: 8 m a 15 m Diámetro de tronco: 1 m hasta 1.80 m Diámetro de copa: 6 a 9 m</p> <p>Prospera en climas subtropical, cálido-templado Se utiliza como árbol de ornato en calles, parques y jardines, no obstante, presenta desventajas pues sus flores y frutos resinosos ensucian bastante. Su sistema radicular es extendido y superficial, si encuentra buen suelo puede enraizar de manera profunda.</p> <p>Se adapta a cualquier tipo de suelo, aunque prefiere suelos blandos y arcillosos. Ubicarlo de preferencia en espacios abiertos, en cajetes de 2m mínimo. Plantar a una distancia de 6 m tanto de árbol y árbol y de construcciones. Puede afectar el cableado aéreo, construcciones e infraestructura subterránea.</p>	


Fuente: cortesía de Martha Romo.

Figura 28. Ejemplo de especie introducida apta para áreas verdes en climas tropicales

<p>NOMBRE COMÚN: Pata de vaca</p>	<p>NOMBRE CIENTÍFICO: <i>Bauhinia variegata</i></p>
<p><u>CARACTERÍSTICAS GENERALES</u></p> <p>Altura: 2 a 7 m Diámetro de tronco: hasta de 50 cm Diámetro de copa: 6 m</p> <p>Árbol de hoja caduca, con sistema radicular compacto y semiprofundo, se puede llegar a enterrar hasta 3 m aprox. el volumen del follaje puede llegar a ser igual al volumen del follaje. Necesita riegos abundantes hasta que alcanza 3 m de altura, después conviene proporcionarle humedad constante, aunque tolera las sequías. No necesita suelos ricos en materia orgánica, pero requiere que sean permeables. Es recomendable plantarlo en franjas de tierra de 70 cm o más, cuando la anchura es menor (40 cm) es necesario construir o colocar estructuras de concreto o tubo de PVC anchos. Resiste el trasplante en tallas menores a 3 m. No es muy susceptible a plagas, pero hay que tener cuidado con enfermedades de hongos o virus que puedan penetrar a través de heridas o daños a la corteza. Plantar en una separación de 3 m de tronco a tronco y de cualquier construcción. Puede afectar cableado eléctrico, pero se puede evitar con poda, la raíz tiene afectaciones mínimas a instalaciones subterráneas</p>	

Fuente: cortesía de Martha Romo.

Figura 29. Ejemplo de especie nativa apta para áreas verdes en climas semiáridos

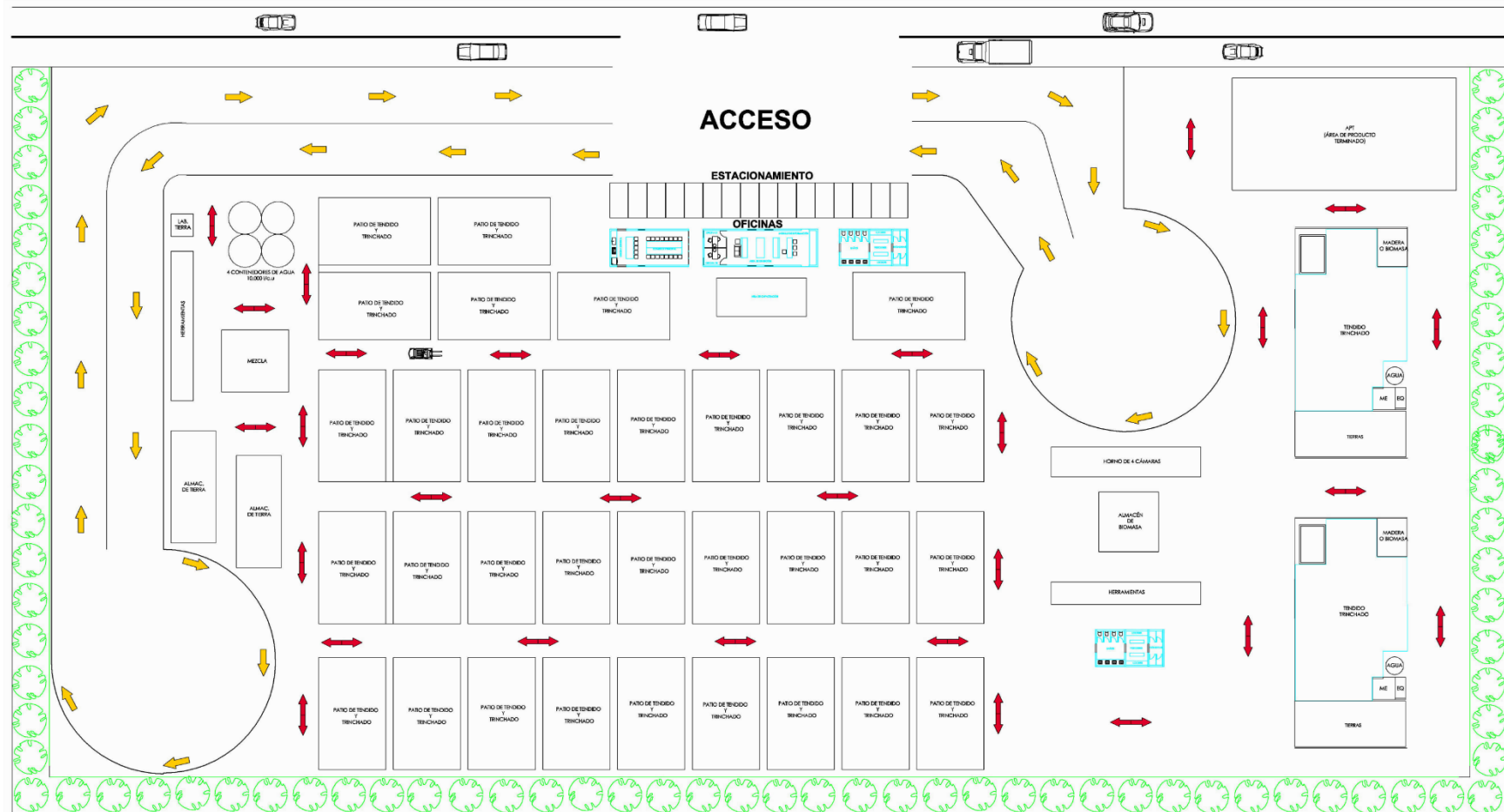
<p>NOMBRE COMÚN: Mezquite</p>	<p>NOMBRE CIENTÍFICO: <i>Prosopis laevigata</i></p>
<p><u>CARACTERÍSTICAS GENERALES</u></p> <p>Es un árbol o arbusto leñoso, subcaducifolio el tallo se ramifica a baja altura en ocasiones al nivel del suelo. Alcanza de 12 hasta 15 metros de altura. La madera es dura y pesada, en el centro es café o negra muy durable por su dureza y consistencia; su raíz es pivotante, muy profunda, algunas veces llega a enterrarse hasta 20 m de profundidad, crece en suelos arcillosos, rústicos y con nivel freático muy profundo.</p> <p>Puede ubicarse en cajetes o franjas de tierra de 1.20 m de ancho. Para la plantación se requieren separaciones de 6 m como mínimo. Separarlo de instalaciones subterráneas 2.5 m como mínimo del eje del tronco, raíces profunda que no afectan pavimentos. Tolera heladas y suelos muy pobres, tolera altas temperaturas y condiciones semidesérticas. Requiere de poco mantenimiento.</p>	

Fuente: cortesía de Martha Romo.

7.3 Propuestas de distribución en planta

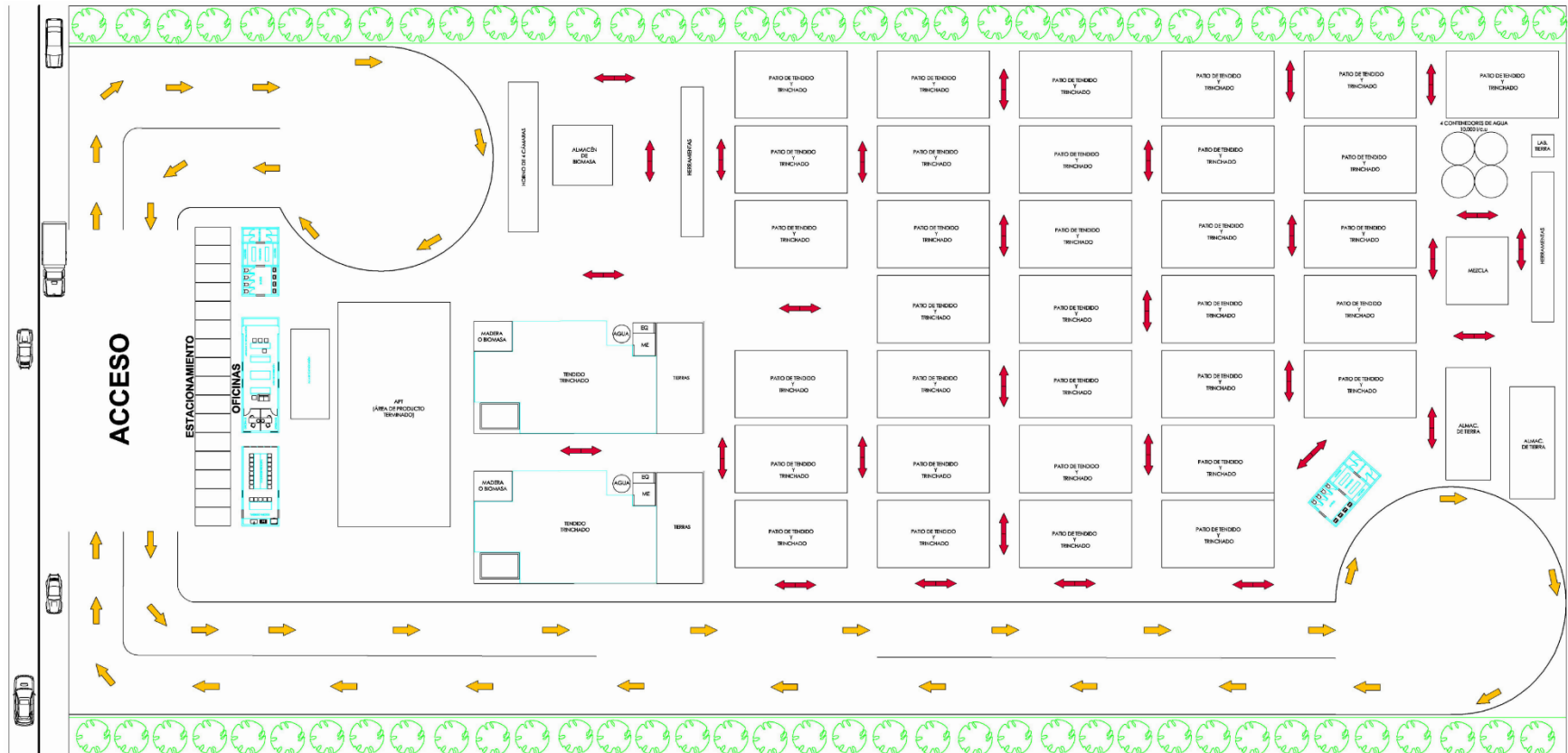
Las Figuras 30, 31 y 32, muestran la imagen de la distribución en planta para los modelos V1, V2 e I1, respectivamente.

Figura 30. Distribución en planta para el modelo V1: pendientes menores a 5% y acceso por el lindero mayor



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Distribución en planta para el modelo V2: pendientes menores a 5% y acceso por el lindero menor



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Distribución en planta para el modelo I1: pendientes entre 5% y 10%, con acceso por el lindero mayor



Fuente: elaboración propia.

8 CONCLUSIONES

El modelo de selección territorial para la construcción de parques ladrilleros responde a dos pasos de análisis básicos: por una parte, la identificación de aquellas áreas restringidas por razones normativas orientadas a la protección al ambiente y la salud de la población expuesta –sean los propios trabajadores y sus familias o las personas asentadas en las inmediaciones de las zonas de producción–; por la otra la identificación de los polígonos con aptitud variable para la instalación de la producción ladrillera.

En cuanto a la protección al ambiente y la salud de las personas, el modelo debe restringir el tipo de tecnología de cocimiento de producto a aquella o aquellas que cuente(n) con emisiones conducidas porque ello permite el control de las emisiones, la sujeción de la actividad a los métodos y límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera consignados en las normas oficiales mexicanas y, finalmente, cumplir el objetivo de protección perseguido.

El modelo de selección territorial se plantea en términos tales que abarca la diversidad de avances en planeación e infraestructura que pueden tener los distintos municipios del Estado de Jalisco, en tal sentido, prevé por ejemplo que en caso de no contar con atlas de riesgos, al información se supla con fuentes de información directas que permitan mejorar la toma de decisiones.

La combinación del uso de SIG con evaluaciones multi-criterio, no sustituye la participación directa de autoridades municipales y estatales en la selección final de sitios, bajo la premisa de que ningún sitio cumple de manera óptima con todas las condiciones que serían ideales para localizar los sitios para esta actividad; cualquier sitio tendrá fortalezas y debilidades, y la información que arroje la metodología expuesta, es tan sólo un insumo estructurado para tal fin.

El modelo de negocios planteado se centra en el control de la producción y la comercialización de producto, por una sociedad cooperativa de producción lo cual conlleva el proceso de formalización para el cumplimiento de las obligaciones legales de carácter ambiental en primer lugar y fiscales en el segundo.

Este modelo cooperativo se orienta a la organización de compras consolidadas, la comercialización directa o por medio de intermediarios externos, pero sobre la base de una negociación derivada del contacto directo con los clientes meta que en este caso son los desarrolladores de vivienda, los constructores grandes y los profesionistas dedicados a la construcción.

El lanzamiento de un proyecto inicial con estas características demanda la intervención subsidiaria del gobierno pues en un principio la producción no es atractiva para su financiamiento por la banca privada. Además, se requiere complementar con un modelo activo de vinculación con los actores claves, ejecutado por un eje conformado por la autoridad municipal, la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco y las autoridades del sector ambiental federal.

La sensibilización ambiental y de salud, así como la construcción de capacidades que requieren los productores incorporados al modelo de producción más limpia, se hará mediante un programa específico fondeado desde las entidades gubernamentales (con posibilidades de pactar recursos privados) o bien con fondeo no reembolsable de la banda de desarrollo. La estrategia principal en la capacitación, será el acompañamiento técnico en la administración del funcionamiento de la cooperativa durante los primeros dos años, como un proceso activo que apoye la construcción y transferencia de capacidades.

Las tres propuestas de distribución en planta, establecen los elementos mínimos necesarios para un proyecto de producción centrado en horno multicámara con capacidad de arranque de 200,000 piezas mensuales, acompañado de unidades individuales de producción. La aplicabilidad de las tres propuestas a cada caso particular, requerirá un análisis específico de cada sitio y las adecuaciones necesarias. Sin embargo, el modelo integral prevalece como una opción suficientemente genérica como para explorar su aplicación en otros sitios del territorio del estado o incluso en otras entidades federativas.

9 REFERENCIAS

- AASHTO. (2001). *A policy on geometric design of highways and streets*. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Alcántara-Jurado, E. (2017). *Análisis microeconómico para las unidades productoras de tabique artesanal. Caso localidad El Refugio, León, Guanajuato*. Querétaro: Tesis. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Buzai, G. D. (01 de Octubre de 2009). *Research Gate*. Obtenido de Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica. Sus cinco conceptos fundamentales.: https://www.researchgate.net/publication/298420203_Analisis_Espacial_con_Sistemas_de_Informacion_Geografica_Sus_cinco_conceptos_fundamentales
- CAF. (2018). *Proyectos*. Obtenido de Banco de Desarrollo de América Latina: <https://www.caf.com/es/proyectos/>
- CCAC. (2015). *Informe sobre la identificación de estrategias para la conversión de la tecnología en América Latina*. Lima: Red LadrilleClimate and Clean air Coalition. Red ladrilleras. http://www.redladrilleras.net/apps/manual_ccac/index.html.
- CCAC. (s/f). *Training manual brick sector in Latin America*. http://www.redladrilleras.net/apps/manual_ccac/pdf/es/Portafolio-Tecnologias-America-Latina.pdf. Coalición de Clima y Aire Limpio.
- CENAPRED. (2013). *Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*. México: C.N. Desastres.
- Congreso del Estado de Jalisco. (2000). *Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Obtenido de Leyes: 2017 <http://sedeur.app.jalisco.gob.mx/legislacion-urbana/estatal/Ley%20Estatal%20del%20Equilibrio%20Ecol%F3gico.pdf>
- Congreso del Estado de Jalisco. (2017). *Biblioteca virtual*. Obtenido de <http://congresoweb.congresoal.gob.mx/BibliotecaVirtual/LeyesEstatales.cfm>
- Contraloría Ciudadana para la Rendición de Cuentas, A.C. (2009). *Manual para la Constitución y Administración de Sociedades Cooperativas Comunitarias*. México: Programa de Cooperación de la Embajada de Finlandia en México.
- EELA. (2014). *Plan Económico Financiero de Alternativa Tecnológica para el Sector Ladrillero Artesanal (PEFAT)*. Texcoco. Estado de México: Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático.
- EELA. (2017). *Red Ladrilleras. Nuevas Tecnologías*. Obtenido de Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras de América Latina: http://www.redladrilleras.net/apps/manual_ccac. Consultado el 2 de julio de 2017.
- Gobierno de Jalisco. (2017). *Aire limpio Jalisco*. Obtenido de <https://jalisco.gob.mx/airelimpio/>
- Gobierno del Estado de Jalisco. (10 de enero de 2017). *Ley estatal del equilibrio ecológico y la protección al ambiente*. Obtenido de

https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/Ley%20Estatal%20del%20Equilibrio%20Ecolgico_0.pdf

- Gobierno Municipal San Pedro Tlaquepaque. (2017). *Proyecto arquitectónico de un parque ladrillero para la producción más limpia de ladrillo artesanal en el Municipio de San Pedro Tlaquepaque*. Tlaquepaque, Jalisco: Informe final.
- H. Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque. (2012). *Reglamento de Zonificación Urbana para el Municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco*. Obtenido de Transparencia Tlaquepaque: <https://transparencia.tlaquepaque.gob.mx/wp-content/uploads/2015/11/REGLAMENTO-DE-ZONIFICACION-URBANA-PARA-EL-MUNICIPIO-DE-SAN-PEDRO-TLAQUEPAQUE.pdf>
- H. Ayuntamiento de San Pedro Tlaquepaque. (2016). *Reglamento de las Ladrilleras de San Pedro Tlaquepaque*. Tlaquepaque: H. Ayuntamiento.
- 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/32Iireglamentocondicionesquedebereunirsitiosdestinadosareubicaciondeladrillerasa.pdf>
- H. Ayuntamiento de Tonalá. (5 de Febrero de 2016). *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. Congreso de la Unión. (13 de mayo de 2016). *Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_130516.pdf
- IIEG Jalisco. (27 de Octubre de 2017). *Atlas de Riesgos del Estado de Jalisco*. Obtenido de Instituto de Información Estadística y Geográfica y Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco: <http://sitel.jalisco.gob.mx/riesgos/>
- INE. (2013). *Oportunidades de reducción de contaminantes climáticos de vida corta (CCVC) en la producción de ladrillos en México y Brasil*. México: Instituto Nacional de Ecología.
- INECC. (16 de marzo de 2016). *Análisis de mercado del sector de la construcción y proyecto piloto a nivel región basado en un portafolio de políticas públicas*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Documentos: http://www.gob.mx/inecc/documentos/2015_cgcv_analisis-de-mercado-del-sector-de-la-construccion-y-proyecto-piloto-a-nivel-region-basado-en-un-portafolio-de-politicas-publicas-con-el-objetivo-de-reducir-los-ccvc-de-ladrilleras-artesanales-en-mexico
- INECC. (2018). *Estudio para desarrollar un modelo de negocios piloto en ladrilleras artesanales, para reducir emisiones de Contaminantes climáticos de Vida Corta*

- (CCVC) y Gases de Efecto Invernadero (GEI) y mejorar la calidad de vida de los actores clave. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- INEGI. (31 de 03 de 2017). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Recuperado el 30 de 10 de 2017, de Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE): <http://www.beta.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>
- 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 de Guanajuato*.
- LaGrega, M. D., & Buckingham, P. L. (1996). *Gestión de residuos tóxicos: tratamiento, eliminación y recuperación de suelos*. México: McGraw-Hill.
- LXIII Legislatura de la Cámara de Diputados. (13 de Noviembre de 2014). *Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf>
- LXIII Legislatura de la Cámara de Diputados. (5 de Febrero de 2017a). *Código de Comercio*. Obtenido de Leyes Federales de México: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/ccom.htm>
- LXIII Legislatura de la Cámara de Diputados. (27 de Enero de 2017b). *Código Fiscal de la Federación*. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cff.htm>
- NCGIA. (01 de 01 de 2017). *National Center for Geographic Information and Analysis, NCGIA*. Obtenido de NCGIA Education: <http://ncgia.ucsb.edu/education.php>
- SEDATU. (2014). Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo. En S. d. Urbano.
- Secretaría General de Gobierno de Jalisco. (2008). *Código Urbano para el Estado de Jalisco*. Obtenido de Congreso del Estado de Jalisco. Leyes estatales: <http://congresoweb.congreso.jalisco.gob.mx/BibliotecaVirtual/busquedasleyes/Listado.cfm#Codigos>
- Secretaría General de Gobierno de Jalisco. (2008). *Código Urbano para el Estado de Jalisco*. Obtenido de Congreso del Estado de Jalisco. Leyes estatales: <http://congresoweb.congreso.jalisco.gob.mx/BibliotecaVirtual/busquedasleyes/Listado.cfm#Codigos>
- SEMADET. (2017). *Elaboración del diagnóstico macro sobre el sector ladrillero en el estado de Jalisco*. Guadalajara Jalisco: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. Gobierno del estado de Jalisco.
- SEMADET. (31 de 05 de 2017). *Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial*. Obtenido de Proyecto de Elaboración del Diagnóstico Macro sobre el sector ladrillero en el Estado de Jalisco: https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/proyecto_de_elaboracion_del_diagnostico_macro_sobre_el_sector_ladrillero_en_el_estado_de_jalisco.pdf

SEMARNAT. (2017). *Programas de gestión para mejorar la calidad del aire*. Obtenido de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/69282/13_ProAire_Jalisco.pdf

SEMARNAT. (2017). *Trámites*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <https://www.gob.mx/tramites>

Shakti. (2012). *A roadmap for cleaner brick production in India*. Nueva Delhi: Shakti Sustainable Energy Foundation.