

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



TESINA DE
Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

**Estudio ambiental y social del Ciclo de Vida de la
producción de ladrillos artesanales, utilizando
combustibles tradicionales y alternativos en el
Algarrobal, Mendoza.**

Evaluación de daños
en los recursos naturales, en la calidad de los ecosistemas y en la salud humana

Tesista: **Analía A. Herrera**

Directora: **Bárbara Civit**

Grupo de investigación CLIOPE – UTN, FRM. Observatorio Meteorológico

Carlos Thays s/nº, Parque General San Martín, Ciudad de Mendoza (5500), Mendoza, Argentina.
aparena@gmail.com

Luján de Cuyo, Mendoza, setiembre 2014

“Porque todas las cosas vienen de Dios, y existen por él y para él.

¡Gloria para siempre a Dios!”

Pablo, el apóstol

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
ÍNDICE GENERAL	2
ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRÁFICOS	5
RESUMEN	7
PALABRAS CLAVES	8
INTRODUCCIÓN	9
Capítulo I: REGIÓN DE ESTUDIO	12
1- EL ALGARROBAL	12
2- ACTIVIDAD LADRILLERA LOCAL	13
Capítulo II: MATERIALES Y MÉTODOS	18
1- PENSAMIENTO DE CICLO DE VIDA	18
2- CICLO DE VIDA DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA EN EL ALGARROBAL	20
2.1- Análisis de Ciclo de Vida	21
2.2- Análisis Social del Ciclo de Vida	22
Capítulo III: DESARROLLO Y RESULTADOS	24
1- ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA	24
1.1- Definición de objetivo y alcance del estudio	24

1.2- Análisis de inventario	27
1.2.1- Proceso de fabricación	28
1.2.2- Inventario	29
1.3- Evaluación de impactos del ciclo de vida	32
1.3.1- Enfoque <i>midpoint</i>	34
1.3.2- Enfoque <i>endpoint</i>	37
1.4- Interpretación	40
1.4.1- Enfoque <i>midpoint</i>	41
1.4.2- Enfoque <i>endpoint</i>	43
1.4.3- Conclusiones y recomendaciones	44
2- ANÁLISIS SOCIAL DEL CICLO DE VIDA	46
2.1- Definición de objetivo y alcance del estudio	46
2.2- Análisis de inventario	48
2.2.1- Proceso social	48
2.2.2- Inventario	49
2.3- Evaluación de impactos	52
2.3.1- Elementos tóxicos de la combustión	54
2.3.2- Enfermedades detectadas en El Algarrobal	56
2.3.3- Relación entre la actividad ladrillera y la afectación de la salud	57

2.3.4- Revisión del indicador de salud y seguridad _____	61
Capítulo IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES _____	63
AGRADECIMIENTOS _____	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	67
ANEXOS _____	71

ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRÁFICOS

FIGURAS

[Figura 1:](#) Ubicación distrito El Algarrobal (12)

[Figura 2:](#) Imagen área de la zona ladrillera del Algarrobal (15)

[Figura 3:](#) Concepto de ciclo de vida (19)

[Figura 4:](#) Fases del ciclo de vida (21)

[Figura 5:](#) Mapa del proceso de fabricación (31)

[Figura 6:](#) Evaluación de impactos (34)

[Figura 7:](#) Mapa de actores (50)

CUADROS

[Cuadro 1:](#) Categorías de impacto (26)

[Cuadro 2:](#) Áreas de protección (27)

[Cuadro 3:](#) Entradas ACV (32)

[Cuadro 4:](#) Puntos críticos con enfoque *midpoint* (41)

[Cuadro 5:](#) Puntos críticos con enfoque *endpoint* (43)

[Cuadro 6:](#) Categorías de actores, de impacto y subcategorías (47)

[Cuadro 7:](#) Entradas y salidas ASCV (51)

[Cuadro 8:](#) Indicadores (53)

[Cuadro 9:](#) Contaminantes criterio (55)

[Cuadro 10:](#) Enfermedades en El Algarrobal (57)

GRÁFICOS

[Gráfico 1:](#) Resultados normalizados del análisis *midpoint* para el escenario 1 (35)

[Gráfico 2:](#) Resultados normalizados del análisis *midpoint* para el escenario 2 (36)

[Gráfico 3:](#) Resultados normalizados del análisis *midpoint* para el escenario 3 (37)

[Gráfico 4:](#) Resultados normalizados del análisis *endpoint* para el escenario 1 (38)

[Gráfico 5:](#) Resultados normalizados del análisis *endpoint* para el escenario 2 (39)

[Gráfico 6:](#) Resultados normalizados del análisis *endpoint* para el escenario 3 (40)

[Gráfico 7:](#) Impacto potencial total (42)

[Gráfico 8:](#) Daño total (44)

[Gráfico 9:](#) Elementos tóxicos emitidos en la cocción (59)

[Gráfico 10:](#) Emisiones de CO por combustible (60)

[Gráfico 11:](#) Emisiones de NO_x por combustible (60)

[Gráfico 12:](#) Emisiones de SO₂ por combustible (60)

[Gráfico 13:](#) Emisiones de SO₃ por combustible (60)

[Gráfico 14:](#) Emisiones de PM por combustible (60)

[Gráfico 15:](#) Emisiones de O₃ por combustible (60)

RESUMEN

Esta tesina de grado ha sido abordada bajo el objetivo de determinar la conveniencia del uso de combustible alternativo, en comparación con la quema de leña tradicional, en la actividad ladrillera que se lleva a cabo en el distrito El Algarrobal, de Las Heras, Mendoza. Se compararon para ello tres escenarios de quema de combustible en la etapa de cocción: uno con uso de leña (sistema vigente) y dos hipotéticos, utilizando gas natural y biogás. Dado que se trata de una actividad de importancia regional y que trae aparejadas problemáticas ambientales y sociales, se realizó un análisis desde estos dos puntos de vista.

El estudio se enmarcó dentro del “Pensamiento de Ciclo de Vida”, concepto que tiene en cuenta todas las etapas del ciclo de vida de un producto, proceso o servicio para la evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos asociados. Su objetivo principal es reducir el uso de recursos y las emisiones al ambiente, así como también mejorar el rendimiento socio-económico del objeto de estudio, a lo largo de todo su ciclo de vida. Entre el abanico de metodologías que este enfoque ofrece, se seleccionó el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para el estudio de los aspectos ambientales, y el Análisis Social del Ciclo de Vida (ASCV) para los sociales.

En el ACV, se utilizaron dos tipos de enfoque para evaluar las consecuencias ambientales de la actividad ladrillera: el enfoque *midpoint*, con el que se identificaron los **impactos potenciales** sobre diferentes categorías de impacto; y el enfoque *endpoint*, a fin de determinar los **daños potenciales**¹ en las áreas de protección correspondientes a los recursos naturales, la calidad de los ecosistemas y la salud humana. Éste último, constituye un análisis inédito en el ámbito científico local dedicado a la actividad ladrillera. En el ASCV, se definió un indicador que

¹ La diferencia entre impacto potencial y daño potencial, reside en que el primer concepto se refiere a la posibilidad que tiene una sustancia o una acción (uso de recurso o emisión), de causar un efecto sobre alguno de los compartimentos ambientales aire, suelo o agua; mientras que el segundo concepto, expresa o mide la consecuencia de esa sustancia o acción sobre un objetivo o receptor: la salud humana, la salud y calidad de los ecosistemas, y los recursos naturales.

sirva para evaluar los impactos sociales de la actividad ladrillera, así como la evolución de éstos tras incorporar los cambios propuestos en los escenarios hipotéticos.

Se alcanzó el objetivo propuesto y se logró demostrar parcialmente la hipótesis de trabajo, dando lugar a futuros estudios que profundicen los conocimientos sobre el tema abordado. Los resultados evidenciaron que, si en la etapa de cocción de la fabricación de ladrillos artesanales se reemplaza el uso tradicional de leña por un combustible alternativo, se reduce el impacto potencial producido por la actividad ladrillera, no así los daños ocasionados. Ello determinó: la necesidad de efectuar investigaciones más exhaustivas para definir los cambios necesarios que reduzcan las nocivas consecuencias ambientales y sociales del caso de estudio; la importancia de tomar en cuenta los resultados de los dos tipos de enfoques aquí aplicados (*midpoint* y *endpoint*) a la hora de tomar decisiones; y que éstas deben estar basadas sobre una visión amplia de la realidad, en una ponderación de los efectos positivos y negativos que cada cambio pudiera producir, y en el planteamiento de objetivos claros y prioridades consensuadas.

PALABRAS CLAVES

Actividad ladrillera, Análisis de Ciclo de Vida, Análisis Social del Ciclo de Vida,
Impactos potenciales, Áreas de protección

INTRODUCCIÓN

Actualmente la provincia de Mendoza presenta una fuerte demanda habitacional producto del crecimiento de la población, que ha determinado procesos de urbanización no planificados, aparejando problemas socio-económicos-ambientales. De esta manera, la necesidad básica de contar con una vivienda conlleva consecuencias en las tres dimensiones de la sustentabilidad².

En los últimos años se han creado programas gubernamentales nacionales que intentan satisfacer esa necesidad de la población (Pro.Cre.Ar, por ejemplo), ocasionando con ello efectos regionales sobre la sociedad, la economía y el ambiente. Así, se ha producido un aumento en la demanda de insumos de infraestructura y un incremento en el costo total de la construcción. Entre una de las principales materias primas demandadas se encuentra el ladrillo macizo de arcilla, elegido por sus adecuadas características como material para construir: bajo costo relativo, versatilidad en el diseño arquitectónico, y confiables propiedades de resistencia y durabilidad. Es de esperar entonces, que su fabricación en Mendoza fortalezca la posición de la provincia como polo proveedor regional, del cual el distrito El Algarrobal (Las Heras) es hoy en día el principal centro. Por tanto, toda recomendación relacionada con la incorporación de mejoras en la producción, será valiosa y deseada.

Paradójicamente a lo expuesto, en la actividad ladrillera del Algarrobal se evidencia una falta de innovación tecnológica en los procesos productivos y en las condiciones socioeconómicas en las que se lleva a cabo. Por ello se considera que es necesaria una revisión de las técnicas utilizadas, a fin de impulsar cambios en beneficio del sector.

Es necesario destacar también, el alto grado de informalidad con el que se lleva a cabo la producción de ladrillos en el mencionado distrito, así como en la mayoría de los lugares donde se realiza de manera artesanal. Esta situación se ve reflejada en la falta de cumplimiento y control de la reglamentación regulatoria existente, con las consecuencias que esto apareja: por un lado, un

² Se entiende por **sustentabilidad** o **desarrollo sustentable**, a la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer esta posibilidad a las generaciones futuras (United Nations, 1987).

alto grado de deterioro ambiental asociado, reflejado en diversos tipos de impactos (toxicidad, calentamiento global, deforestación, entre otros) abordados en este trabajo; por el otro, variedad de efectos perjudiciales en la población -especialmente en la formada por los trabajadores ladrilleros- que también son objeto de estudio de la tesina. Muchas de las problemáticas se encuentran estrechamente relacionadas, presentándose sinergismos y efectos encadenados. Es necesario entonces tomar medidas en pos de hallar soluciones integrales que regularicen tales situaciones, a favor de la comunidad.

Entonces, la producción de ladrillos en El Algarrobal es una actividad económica en potencial crecimiento, pero que no ha incorporado mejoras ni en la tecnología utilizada ni en las condiciones de trabajo, originando deterioro en el ambiente y en la calidad de vida de la población. Es en este contexto, que este estudio tiene como **objetivo general** “determinar la conveniencia del uso de combustible alternativo, en comparación con la quema de leña tradicional, en la actividad ladrillera”, bajo la **hipótesis** que *“si en la etapa de cocción de la fabricación de ladrillos artesanales, se reemplaza el uso tradicional de leña por un combustible alternativo, se reduce el impacto potencial y el daño producido por la actividad ladrillera”*. Para alcanzar el objetivo general que permita demostrar la hipótesis enunciada, se proponen como **objetivos particulares**:

a) analizar los impactos ambientales potenciales del Ciclo de Vida de la producción de ladrillos, cocidos con leña y con combustible alternativo (enfoque *midpoint*),

b) evaluar los daños potenciales generados en la producción de ladrillos cocidos con leña y con combustible alternativo, en las áreas de protección “recursos naturales”, “calidad de los ecosistemas” y “salud humana” (enfoque *endpoint*), y

c) seleccionar indicadores para el análisis de los impactos sociales potenciales del Ciclo de Vida de la producción de ladrillos, cocidos con leña y con combustible alternativo.

Es decir, que se analiza la posibilidad de incorporar una mejora tecnológica, que contribuiría a la resolución de algunos de los conflictos ambientales y sociales, utilizando como alternativas de combustible, gas natural o biogás en reemplazo de la leña. Así, desde el punto de

vista ambiental se presenta una comparación entre tres escenarios (el actual y dos alternativos), a fin de comprobar el más benigno; y desde el social, se establecen indicadores que permitan evaluar los efectos de tales cambios, en la población asociada al ciclo de vida de la fabricación artesanal de ladrillos.

Para lograrlo, se utilizó la metodología de “Análisis de Ciclo de Vida” -en el estudio ambiental- y de “Análisis Social del Ciclo de Vida” -en el social-. Estas herramientas metodológicas se consideraron las más pertinentes, ya que se encuentran avaladas a través de su normalización y su uso ha sido extendido dentro de la comunidad científica internacional.

Se espera que el análisis presentado contribuya a la elaboración de políticas integrales que fomenten el desarrollo sustentable de la comunidad, basadas en fundamentos técnicos que permitan analizar objetivamente los problemas planteados y las alternativas de solución.

En el Capítulo I de esta tesina, se expone la descripción general de la región de estudio, caracterizando tanto el distrito del Algarrobal en donde se emplazan los hornos ladrilleros, como las particularidades de la actividad a nivel local. En el Capítulo II, se presenta la metodología de Ciclo de Vida utilizada, su lógica y fundamentos, mencionando también las investigaciones que han servido de base para este trabajo. El Capítulo III, muestra el desarrollo del trabajo y los resultados obtenidos al aplicar la metodología al caso de estudio, con conclusiones parciales del análisis ambiental y del social. Por último, el Capítulo IV presenta la discusión, con las conclusiones finales, recomendaciones generales y posibles líneas de investigación futuras. Además, se especifican las referencias bibliográficas consultadas y nombradas en la tesina, y se incluye una sección de anexos en la que se puede acceder a cálculos realizados e información utilizada para el desarrollo del estudio.

Capítulo I REGIÓN DE ESTUDIO

1- EL ALGARROBAL

El principal centro de producción de ladrillos de la provincia de Mendoza, Argentina, se encuentra en el distrito El Algarrobal, ubicado en el departamento de Las Heras ([Figura 1](#)), a 10km de la Ciudad de Mendoza (OTIYA, 2012).



Figura 1: Ubicación distrito El Algarrobal. De izquierda a derecha, se observa un mapa de Argentina resaltando la provincia de Mendoza, un mapa de Mendoza resaltando el departamento de Las Heras y una ampliación de Las Heras destacando El Algarrobal. Fuente: OTIYA (2012).

Las Heras se encuentra en el extremo noroeste de la provincia. Cuenta con un relieve heterogéneo, que abarca de oeste a este, desde los más altos picos pertenecientes a la Cordillera Principal, pasando por formaciones de Precordillera, hasta la planicie. Ello determina también diversidad de condiciones climáticas, suelos y vegetación, pudiendo encontrar características propias de las provincias fitogeográficas andina –principalmente-, puneña -en menor medida- y también del monte. El clima en las planicies, donde se sitúa El Algarrobal, puede definirse como del tipo templado árido, con tendencia al cálido; la temperatura media anual es de 16°C y las

precipitaciones son escasas (FCE – UNCuyo, 1973, en DEIE, 2012; GOBIERNO DE MENDOZA, 2006). La vegetación autóctona característica –que le dio nombre a la zona- está representada por *Prosopis flexuosa* “algarrobo dulce”, pero actualmente la zona se encuentra fuertemente antropizada (Codes et. al., 2002).

El departamento de Las Heras, representa el 6.7% del territorio provincial (FCE - UNCuyo, 1973, en DEIE, 2012); en él habita el 11.7 % de la población mendocina (calculado a partir de DEIE, 2012); y cuenta en general con indicadores sociodemográficos más negativos en relación al promedio provincial, como mayor índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en hogares de la población rural, índice de repitencia alto, y tasa de natalidad y mortalidad superior a la media. Específicamente, en El Algarrobal habita el 6.59% de la población departamental (OTIYA, 2012) y por sus características lo podemos definir como un área del tipo rururbana³; dentro de Las Heras, es uno de los distritos con condiciones más desfavorables, observable en indicadores como NBI, analfabetismo y población sin obra social, que superan el promedio del departamento (calculado a partir de DEIE, 2001).

2- ACTIVIDAD LADRILLERA LOCAL

Mendoza es la 4^a provincia productora de ladrillos a nivel nacional, con un promedio que supera los 60 millones de ladrillos anuales; la actividad ha crecido durante los últimos ocho años y se espera que continúe en ascenso, como consecuencia de la demanda generada por el sector de la construcción. Se estima que actualmente existen alrededor de 300 hornos ladrilleros, ocupando a unas 2200 personas, en su mayoría inmigrantes del norte del país y de Bolivia. De esta manera, la provincia se posiciona como un polo proveedor, tanto para consumo interno como para toda la región (OTIYA, 2012).

³ De acuerdo a Cardoso & Fritschy (2012) el espacio rururbano “...representa un área de creciente expansión y superposición de elementos y funciones urbanas y rurales. En él se dan transformaciones en los usos del suelo, en las actividades y en las pautas de comportamiento de sus habitantes, plasmándose dichos procesos de tensión y conflicto en la morfología y el paisaje.”

La producción en Mendoza es principalmente artesanal y con escaso desarrollo tecnológico, llevada a cabo por Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES), en general de manera informal, en condiciones laborales precarias y con mano de obra extranjera (Arena et al., 2008). Si bien la fabricación se realiza durante todo el año, es principalmente fuerte durante el periodo de setiembre a abril, cuando las condiciones climáticas (temperatura, humedad y precipitaciones) son más favorables. Por lo general, los hornos de ladrillos se encuentran en fincas de donde se extrae la principal materia prima (arcilla) y en muchos casos no es el propietario del terreno quien lleva a cabo la explotación del lugar, sino que lo alquila a quien sería el contratista de los trabajadores (OTIyA, 2012). Como lo revelan varios estudios locales y regionales, todas estas condiciones se repiten a nivel nacional e internacional.

En El Algarrobal ([Figura 2](#)), la producción de ladrillos comenzó en la década de los 60, de manera artesanal y con prácticas tradicionales; desde ese entonces las mejoras tecnológicas han sido escasas y la infraestructura ha permanecido precaria. Esta actividad empezó a desarrollarse por la baja rentabilidad de la producción agrícola predominante en ese momento, en coincidencia con un aumento de la demanda de insumos para la construcción. Así, se dio paso a un cambio ambiental y social: el paisaje dominante dejó de ser el rural, para dar lugar a un escenario compuesto de mosaico urbano; algunas construcciones existentes, se adaptaron para ser refuncionalizadas; los dueños de las fincas modificaron su actividad económica, al alquilar sus tierras para la instalación de los hornos ladrilleros (Codes et. al., 2002). Los hechos dejan entrever que las transformaciones no fueron el resultado de una planificación consiente, sino que constituyeron respuestas reactivas ante las circunstancias preponderantes.



Figura 2: Imagen aérea de la zona ladrillera del Algarrobal. Se pone de manifiesto el uso intensivo del suelo y la poca visibilidad causada por las emisiones de material particulado y gases. Fuente: Civit et. al. (2012)

Es posible que lo expuesto sea, al menos una, de las causas por la que la actividad en la zona presenta las características que le identifican. La producción se encuentra concentrada en una pequeña área (OTIyA, 2012), con suelo de alto valor agrícola y apto también para la fabricación de ladrillos (Codes et. al., 2002). Por la informalidad de la actividad, los datos sobre la cantidad de hornos ladrilleros es difusa, pero según estudios de la OTIyA (2012) y Arena et. al. (2008), serían entre 118 y 180; la mayoría de ellos trabaja sin habilitación y se trata de pequeños hornos con baja capacidad de producción. En cuanto a la situación de los trabajadores ladrilleros, es muy precaria debido a las malas condiciones laborales, habitacionales y sanitarias, reflejadas en hechos como el establecimiento de comunidades en espacios poco aptos, precariedad habitacional, falta de cumplimiento de derechos laborales mínimos, pobreza, desarraigo y consecuencias en la salud, por nombrar algunos. (OTIyA, 2012; Arena et. al., 2008; Codes et. al., 2002).

Respecto a la regulación municipal, existen varias Ordenanzas que intentan dirigir la actividad: la 104/88, referida específicamente a la industria ladrillera; la 41/94, que prohíbe las actividades que utilicen el suelo como materia prima o que pudieran afectar áreas cultivadas, especialmente el llamado “cinturón verde” de Mendoza (del cual forma parte El Algarrobal), que abastece de productos primarios a toda la provincia y a otras zonas nacionales y extranacionales.

En 1997, se prohibió la instalación de hornos en zonas urbanas y a través de la Ordenanza 153/98, se unifican las normas vigentes que reglamentan la actividad a fin de alcanzar el ordenamiento general de la industria, mientras que la 35/2002, establece las medidas que tienen que cumplir los propietarios y/o productores de hornos de ladrillos. Por otra parte, el Municipio de Las Heras tiene la capacidad para sancionar –incluso clausurar- las instalaciones si: están establecidas en zonas no permitidas; el productor no cumple con el pago del permiso municipal; la excavación sobrepasa el metro de profundidad; se explota más del 25% del terreno; una vez cesada la actividad, el dueño de la propiedad no efectiviza el plan de recuperación previamente presentado y aprobado; o por denuncias vecinales por contaminación. Este último causal de sanción es de interés destacar, porque se considera a este tipo de fábricas como industria nociva, principalmente porque genera contaminación del aire (Arena et. al., 2008; Codes, et. al., 2002).

Justamente la contaminación atmosférica es la principal –pero no única- problemática ambiental que trae aparejada la fabricación artesanal de ladrillos, generada primordialmente por el uso de leña como material combustible en hornos de baja eficiencia. Precisamente, durante la cocción de los ladrillos, se emiten gases de efecto invernadero, gases acidificantes y material particulado (PM), tóxicos para el ambiente en general y para la salud humana en particular. Además, la extracción de recursos forestales causa desertificación en tierras secas, no sólo de Mendoza sino de otras partes del país, porque se deforesta para proveer de leña de alto poder calorífico a la producción artesanal de ladrillos; si bien en El Algarrobal ya no queda recurso forestal para extraer, el fenómeno de desertificación se verifica de todas formas como consecuencia, entre otras, de la extracción de suelo como materia prima. El suelo de la zona en estudio posee un alto valor agrícola, pero queda degradado luego que se extraen las capas superiores fértiles, perdiendo su valor como soporte de vida y para la agricultura u otros usos productivos. A esto se suma el cambio degradante del paisaje, que queda pintado con porciones de terreno socavadas, desorden territorial, disminución de la biodiversidad, entre otras (Civit et. al., 2012; OTIyA, 2012; De Monte & Díaz, 2011; Arena et. al., 2008; Codes et. al., 2002). Por lo

expuesto, se considera que -de no incentivar modificaciones bien planificadas- la producción de ladrillos en El Algarrobal no es sustentable (Codes et. al., 2002).

Habida cuenta de la necesidad de buscar soluciones a la situación imperante en la elaboración de ladrillos del Algarrobal, se describe a continuación la metodología que se utilizó para analizar de manera objetiva la realidad, y así poder dar luz respecto a las alternativas que pudieran ser implementadas.

Capítulo II MATERIALES Y MÉTODOS

1- PENSAMIENTO DE CICLO DE VIDA

Este estudio se enmarca dentro del “**Pensamiento de Ciclo de Vida**”, que es una manera de pensar y concebir las acciones, como por ejemplo consumir un determinado producto en lugar de otro, o pagar el suministro de electricidad. Los enfoques de ciclo de vida *“identifican tanto las oportunidades como los riesgos de un producto o tecnología nueva, desde la materia prima hasta el proceso de desecho. Para ello, existe una gama de enfoques de ciclo de vida que va desde lo cualitativo (el concepto del ciclo de vida) hasta lo exhaustivamente cuantitativo (el análisis del ciclo de vida)”* (UNEP, 2004). Por tanto este concepto tiene en cuenta todas las etapas de la vida útil de un producto, proceso o servicio. Es por ello que en esta clase de estudios se identifican y cuantifican los consumos de recursos (entradas) y la generación de emisiones y vertidos (salidas), que se producen desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final (“desde la cuna a la tumba”), pasando por la fabricación y el uso; se consideran también todas las etapas intermedias de transporte y distribución (Guinée, 2001, en Civit, 2009) ([Figura 3](#)).

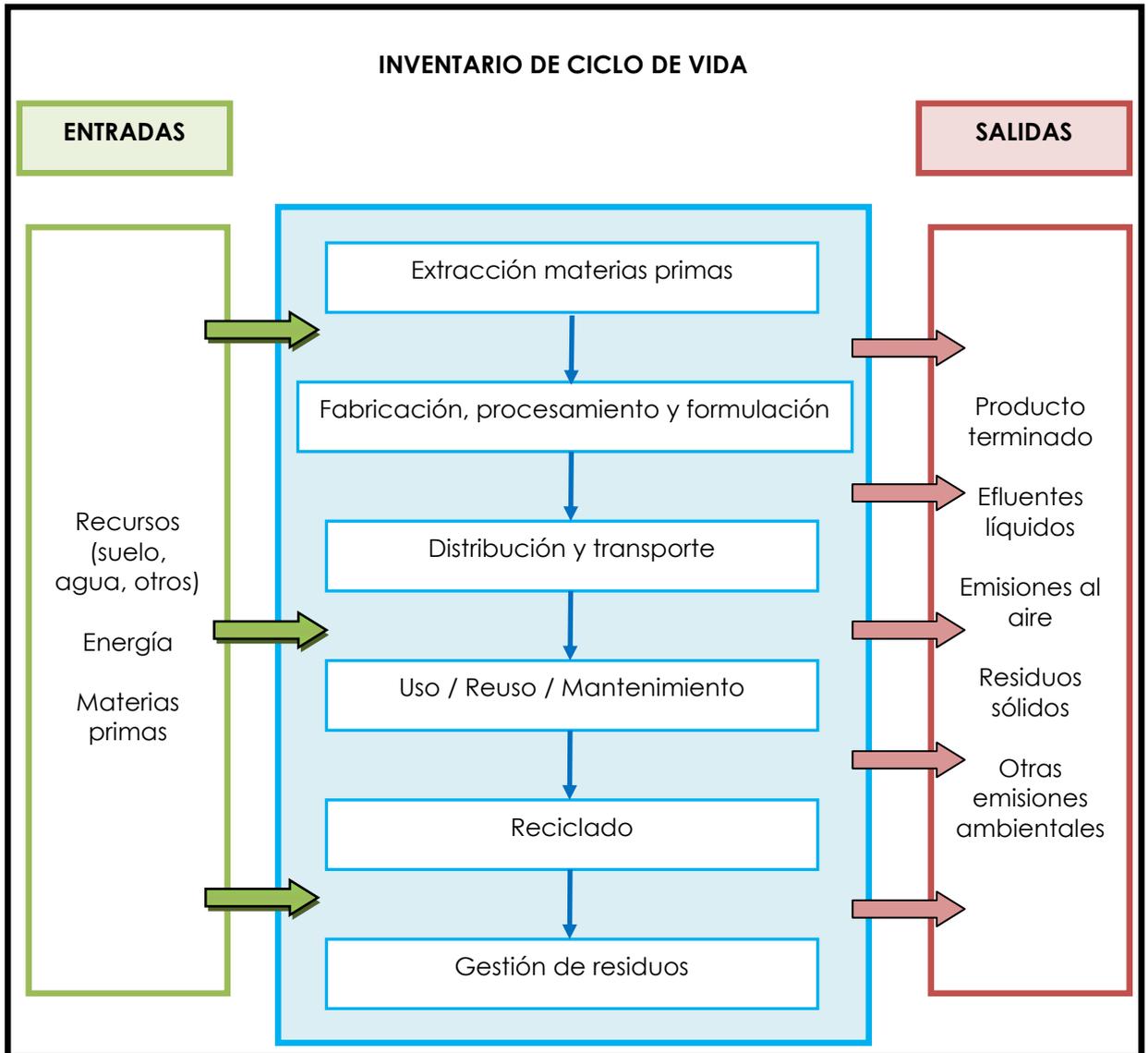


Figura 3: Concepto de Ciclo de Vida. Fuente: Elaboración propia a partir de SETAC (1991), en Civit (2009)

2- CICLO DE VIDA DE LA ACTIVIDAD LADRILLERA EN EL ALGARROBAL

Entre el abanico de metodologías que abarca el Pensamiento de Ciclo de Vida, se seleccionaron aquellas que permiten alcanzar los objetivos de este estudio: el **Análisis de Ciclo de Vida** (LCA por sus siglas en inglés, **ACV** a partir de ahora), con el que se valoraron los aspectos ambientales siguiendo las normas de la *International Organization for Standardization* (ISO)⁴; y el **Análisis Social del Ciclo de Vida** (S-LCA por sus siglas en inglés, **ASCV** a partir de ahora), herramienta con la que se analizaron los aspectos sociales, de acuerdo a las directrices del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Según la norma ISO 14040, un ACV *“se compone de cuatro fases: definición de objetivos y alcance del estudio; análisis de inventario; evaluación de impactos e interpretación de los resultados (...). Sin embargo, estas etapas no se cumplen sistemáticamente una después de la otra, sino que el ACV es un proceso iterativo, en el cual cada iteración puede alcanzar un nivel superior de detalle o bien, realizar cambios en las etapas precedentes de acuerdo a los resultados obtenidos en las últimas etapas”* (UNEP, 2000 en Civit, 2009; ISO, 2006) ([Figura 4](#)).

⁴ El ACV es un procedimiento que se encuentra normalizado en la Norma IRAM-ISO, en la serie 14000; específicamente, en las 14040 -Principios y Marco de Referencia- y 14044 -Requisitos y Lineamientos-.

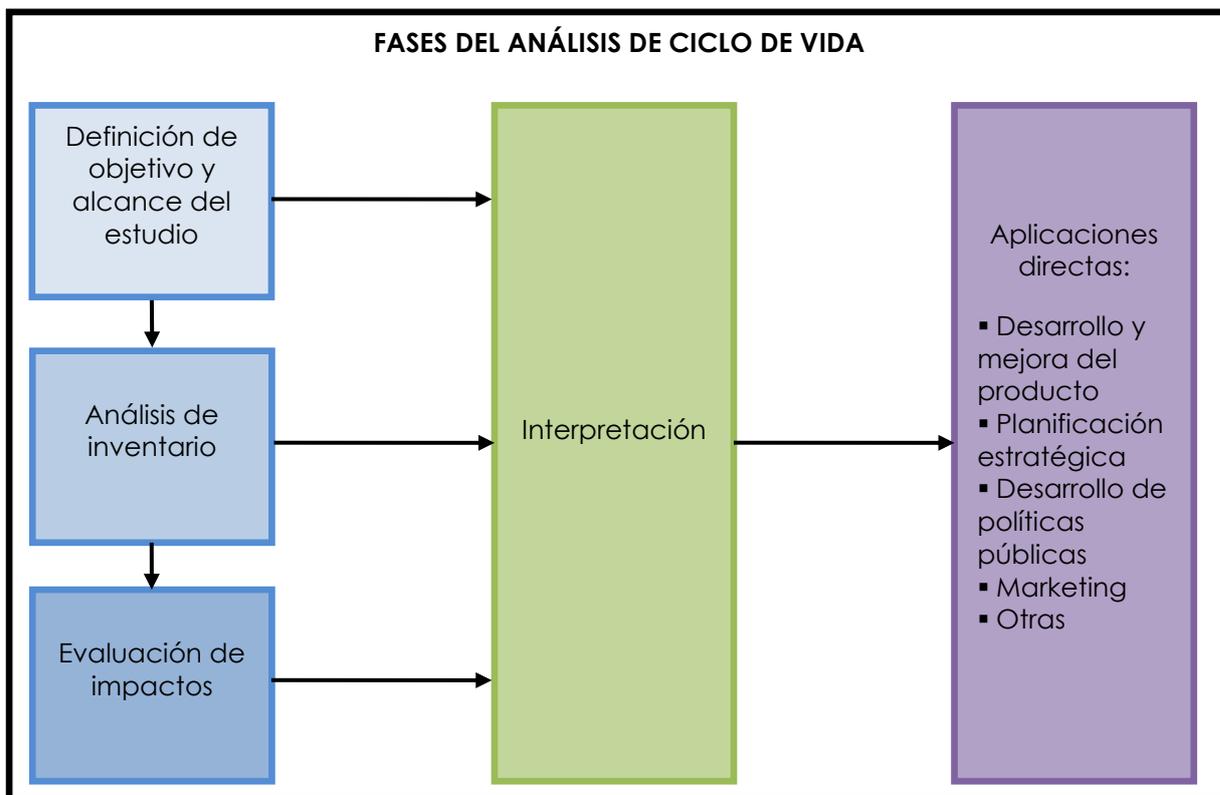


Figura 4: Fases del ciclo de vida. Fuente: Elaboración propia a partir de ISO (2006)

2.1- Análisis de Ciclo de Vida

Existen antecedentes de estudios sobre ACV de la actividad ladrillera en Mendoza (López et. al., 2013; Civit et. al., 2012; López et. al., 2011; Civit, 2009; Arena et. al., 2008; Arena et. al., 2007; Mitchell & Arena, 2001) y de los ladrillos como elemento de la construcción, que han analizado otros aspectos ambientales y que han tenido objetivos diferentes a los de esta investigación. Sin embargo, se han considerado como fuente de información y experiencia en el tema abordado.

De las investigaciones mencionadas, se seleccionaron dos como base sobre la cual construir el análisis ambiental. La primera de ellas, Arena et. al. (2008), porque aborda los

impactos potenciales ambientales con enfoque *midpoint*⁵, analizando la situación actual en la que se lleva a cabo la actividad ladrillera, pero sin presentar alternativas a ella. La segunda, Civit et. al. (2012), porque compara tres escenarios de uso de combustible, pero evaluando únicamente la huella de carbono⁶, dando así una visión parcial del problema. Estas investigaciones dieron apertura al camino de los estudios de ciclo de vida de ladrillos artesanales en Mendoza, abriendo también la posibilidad de revisión y continuidad en la temática. Esta tesina propone entonces, el análisis de otros impactos -además de las emisiones de gases de efecto invernadero- en tres escenarios diferentes, incorporando además el análisis tipo *endpoint*⁷, inédito en el ámbito local.

2.2- Análisis Social del Ciclo de Vida

Es necesario destacar que son aún muy escasos los ASCV en el plano internacional, y especialmente en el ámbito local. Si bien han sido desarrolladas las directrices para llevarlos a cabo, es imprescindible que sea ajustada su metodología a medida que se efectivizan nuevos estudios. De ahí, que todo aporte realizado en pos de tal fin resulta beneficioso (Benoit et. al., 2010; UNEP/SETAC, 2009).

El ASCV ejecutado, encuentra su base en la investigación de López et. al. (2013), en la cual se proponen indicadores que permitan estimar el impacto social potencial de la actividad ladrillera del Algarrobal, dejando abierta la posibilidad de corroborar o redefinir tales indicadores. Por lo que en la tesina, se ejecutó su revisión y se llevó a cabo un análisis más detallado de la salud⁸, como categoría fundamental para lograr un seguimiento de la situación en la zona de

⁵ El **enfoque *midpoint*** (o de puntos intermedios), significa que serán evaluados **impactos potenciales**, que podrían llegar a ocurrir *en cualquier lugar* del mecanismo ambiental (cadena de causa-efectos para determinada categoría de impacto) (Civit, 2009).

⁶ **Huella carbono de un producto** es la contabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de su ciclo de vida y la contribución al cambio climático global (GHG Protocol, 2011).

⁷ El **enfoque *endpoint*** (o de puntos finales), significa que serán evaluados los **daños potenciales** que efectivamente ocurren sobre un área de protección *al final* de un mecanismo ambiental (cadena de causa-efectos para determinada categoría de impacto) y que tienen un valor para la sociedad en sí mismos (Civit, 2009).

⁸ Se entiende por **salud** al estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente a la ausencia de afecciones o enfermedades (OMS, 2014).

estudio. Ello constituye un avance que permitiría, en el futuro, continuar con el análisis social completo.

El procedimiento estipulado para la realización de los ASCV tiene su base en los ACV, y se realizan de manera similar, con otro foco objetivo. Con ciertas especificaciones propias del ASCV que se detallan en los puntos correspondientes, las etapas son esencialmente homólogas.

Capítulo III DESARROLLO Y RESULTADOS

1- ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

1.1- Definición de objetivo y alcance del estudio

En la primera fase del ACV, *“se determina el objetivo del análisis, se describe el sistema que se desea evaluar, se establece el contexto y límites de dicho sistema y el nivel de precisión”* (Chambouleyron et. al., 2003).

Para llevar a cabo esta etapa se analizó la realidad socioambiental de la actividad ladrillera del Algarrobal, consultando bibliografía y a profesionales involucrados en el estudio de la problemática planteada. Se construyó así la **hipótesis** que *“si en la etapa de cocción de la fabricación de ladrillos artesanales, se reemplaza el uso tradicional de leña por un combustible alternativo, se reduce el impacto potencial y el daño producido por la actividad ladrillera”*. A partir de ella se fijó el **objetivo** de trabajo de: *“determinar la conveniencia del uso de combustible alternativo en comparación con la quema de leña tradicional, en la actividad ladrillera”*.

Establecido el objetivo, se seleccionaron los combustibles que fueron evaluados como alternativa; decisión sustentada fundamentalmente en dos estudios: OTIyA (2012), en el cual se menciona la posibilidad -planteada por una cooperativa ladrillera- de suplantar el actual uso de la leña por gas natural, pero donde también se destaca el inconveniente generado por la escasez de este recurso para uso industrial; y Civit et. al. (2012), que presenta como alternativas, el uso de gas natural y de biogás en la cocción de ladrillos. Por tanto, fueron tres los escenarios analizados: el actual –con leña- y dos modelos hipotéticos -con gas natural y con biogás-.

Luego, se delimitó el estudio en los términos propios en los que lo hace un ACV, es decir que se fijó el límite del sistema, la unidad funcional y las reglas de corte, sobre la base de investigaciones previas y de acuerdo a la norma ISO 1440:

- En todo ACV, el **límite del sistema** está definido por los procesos y las etapas del sistema que han de incluirse en el estudio (IRAM-ISO, 2008). En la tesina, considerando que el análisis y las optimizaciones propuestas son solo durante la etapa de producción, se determinó que el límite abarca *“desde la cuna a la puerta”*. Lo cual significa que se consideraron las entradas y salidas desde la extracción de las materias primas hasta el final de la fabricación de los ladrillos, excluyendo su uso y disposición final. Se tuvieron en cuenta las etapas de transporte de materias primas y el consumo de combustible usado en las maquinarias; no así la fabricación de la infraestructura y de la maquinaria, empleadas en el proceso de producción, puesto que no son impactos comparativamente significativos.

- La **unidad funcional (UF)** es el objeto de análisis, que debe ser medible ya que se trata de la unidad de referencia *“a partir de la cual se normalizan (en un sentido matemático) los datos de entrada y de salida”* (IRAM-ISO, 2008). Se estableció entonces la UF, como *“la producción de ladrillos macizos necesarios para construir 1m² de muro”*, para el que se precisan 50 ladrillos.

- Las **reglas de corte** determinan qué entradas y salidas se incluirán en la evaluación, de acuerdo a su masa, energía o importancia ambiental (IRAM-ISO, 2008). Se tomó en este estudio, el *“1% en masa”*, lo que determina que se excluyeron las entradas que representaban menos del 1% de masa de entradas total al sistema.

Se definieron también las **categorías de impacto**⁹ para el enfoque *midpoint*, que son seleccionadas siguiendo diversos criterios, como la relevancia ambiental, la pertinencia en el tipo de proceso evaluado, legislación y normativas, entre otros. Por tanto, en conocimiento de la situación ambiental general del Algarrobal y considerando el objetivo del estudio, se escogieron

⁹ **Categoría de impacto:** *“Clase que representa asuntos ambientales de interés a la cual se pueden asignar los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida”* (IRAM-ISO, 2008)

aquellas categorías juzgadas como esenciales para entender, comparar y proyectar los escenarios abordados. Un procedimiento similar se llevó a cabo en la elección de las **áreas de protección**¹⁰ a evaluar bajo enfoque *endpoint*, abriendo el paso así al primer aporte realizado en el ámbito científico local al respecto. En los cuadros a continuación se indican las categorías de impacto ([Cuadro 1](#)) y las áreas de protección ([Cuadro 2](#)) abordadas.

ENFOQUE MIDPOINT			
CATEGORÍA DE IMPACTO	ESCALA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN/UF
Cambio climático	Global	Determina el potencial para provocar calentamiento global, de gases de efecto invernadero. Tiene en cuenta la fuerza radiativa del gas	kg CO ₂ eq/UF
Toxicidad humana	Regional	Determina el potencial tóxico sobre el ser humano, de sustancias químicas liberadas al ambiente	kg 1,4DCB eq/UF (en aire urbano)
Ecotoxicidad terrestre		Determina el potencial tóxico sobre especies animales y vegetales, de sustancias químicas liberadas al ambiente terrestre	kg 1,4DCB eq/UF (en suelo industrial)
Ecotoxicidad de agua dulce		Determina el potencial tóxico sobre especies animales y vegetales, de sustancias químicas liberadas al ambiente acuático	kg 1,4DCB eq/UF (en agua dulce)
Formación de Material Particulado (PM) ¹¹	Regional/Local	Determina el potencial de sustancias químicas, de formar PM ₁₀	kg PM ₁₀ eq/UF (en aire)
Agotamiento de combustibles fósiles		Determina la potencial reducción de disponibilidad de combustibles fósiles	kg petróleo eq/UF

Cuadro 1: Categorías de impacto. Evaluadas a través de enfoque *midpoint*. Fuente: Elaboración propia a partir de ReCiPe (2009)

¹⁰ Las **áreas de protección** representan los temas que poseen un valor en sí mismo para la sociedad, afectadas por diferentes categorías de impacto (Jolliet et. al., 2004).

¹¹ El **material particulado (PM)**, por sus siglas en inglés, consiste en una compleja mezcla de partículas líquidas y sólidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire. Sus principales componentes son los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales y el agua. En función de su diámetro aerodinámico, se clasifican en PM₁₀ (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 µm) y PM_{2,5} (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 µm) (OMS, 2005).

ENFOQUE ENDPOINT		
ÁREA DE PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN
Recursos naturales	Representa el daño en la disponibilidad de los recursos para las generaciones futuras	\$/UF (Incremento del costo)
Ecosistemas	Representa el daño en la dinámica poblacional natural de las especies animales y vegetales	especies.año/UF (Pérdida de especies durante un año)
Salud humana	Representa el daño ambiental en los seres humanos	DALY/UF (Años de vida de un individuo perdidos/ajustados por discapacidad)

Cuadro 2: Áreas de protección. Evaluadas a través de enfoque *endpoint*. Fuente: elaboración propia a partir de Jolliet et. al. (2004)

Especificado y demarcado el sistema y los puntos a evaluar, se determinaron los **datos necesarios** para continuar con las siguientes fases: datos sobre el proceso de fabricación de ladrillos y de la problemática ambiental de la actividad ladrillera en general, así como también información sobre el marco legislativo, social y geográfico en el que se realiza. Dado que la actividad bajo estudio es artesanal y desarrollada informalmente, son prácticamente inexistentes los datos exactos. Cuando fue posible, se accedió a información otorgada por los propios trabajadores ladrilleros; de lo contrario, se acudió a fuentes de información secundaria, como estadísticas gubernamentales, información recopilada por diversas Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC), entrevistas y consultas a profesionales -involucrados tanto en la problemática abordada como en la metodología del ACV- y bibliografía existente. De esta manera, se procuró alcanzar un modelo lo más fidedigno posible a la realidad.

1.2- Análisis de inventario

“En la etapa de inventario toda la información relevante es cuantificada y organizada. Se identifican y cuantifican los insumos materiales y energéticos empleados y los desperdicios generados y liberados al ambiente” (Chambouleyron et. al., 2003). Es en este punto en el que se requiere la mayor cantidad de información precisa y detallada.

Dado los estudios previos (OTIYA, 2013; Civit et. al., 2012; Arena et. al. 2008) que recopilaban los datos necesarios, se confeccionó el mapa de proceso de la producción de ladrillos: en primer lugar se describió la fabricación; luego se identificaron las **entradas** y **salidas** de materiales, energía y emisiones; para finalmente referenciar las entradas a la UF, efectuando los cálculos oportunos para ello.

Además se confeccionaron los escenarios que consideraban el uso de combustibles alternos en la cocción de ladrillos, suplantando el sistema tradicional de cocción con leña. Solamente se reemplazaron en las entradas del proceso de fabricación, la leña por las alternativas. No se consideraron las modificaciones complementarias en el proceso productivo que tal cambio implicaría (como reformas edilicias, cambio en los tipos de hornos usados, construcción de infraestructura, reestructuración del proceso productivo o hasta traslado de la actividad hacia otro lugar, entre otras), escapando esto al propósito del estudio. Esto se debe a que antes de recomendar modificaciones estructurales de la actividad, era necesario comprobar que efectivamente el cambio de combustible sería favorable; de este modo sí sería lógico profundizar en estudios futuros, realizando pruebas experimentales e incluyendo en el análisis de los modelos propuestos, los impactos asociados a las reformas en infraestructura, materiales y otros, necesarios para incorporar los cambios sugeridos.

1.2.1- Proceso de fabricación

La fabricación de ladrillos artesanales en El Algarrobal puede ser dividida en cinco etapas, descritas a continuación.

Durante la **extracción de la tierra**, se consigue la principal materia prima: una mezcla de *arcilla* y *arena* al 70 y 30%, respectivamente. Generalmente, las arcillas se obtienen del mismo terreno en el que se emplazan los hornos, mientras que la arena se *transporta* desde el departamento de Luján de Cuyo.

En el **mezclado del barro**, la tierra se lleva a los denominados “pisaderos”, pozos circulares en los que se mezclan la arcilla excavada, la arena y también se agrega *materia orgánica* (se consideró aquí la incorporación de aserrín, *trasladado* desde el departamento de Maipú). El proceso se lleva a cabo con la ayuda de un tractor (por lo que se tomó en cuenta el consumo de *diesel*), durante 4 a 5 horas. Luego la mezcla se satura con *agua* y se la deja reposar entre 2 a 4 días, durante los cuales se completa el proceso de pudrición y pasado ese tiempo, se obtiene la plasticidad necesaria para que sea moldeable.

Posteriormente viene el **moldeado**. La mezcla en estado húmedo, se coloca en los moldes, luego se levanta el molde, *se lava* y se reutiliza, volviendo a repetir el paso.

Para el **secado**, los adobes se colocan sobre una playa de secado, en donde al cabo de 3 a 5 días (dependiendo de la cantidad de agua que contengan y de las condiciones meteorológicas), estarán completamente secos.

La fabricación finaliza con la **cocción** de los adobes. Como combustible se utiliza *leña dura* (de diferentes especies de árboles), *transportada* desde la zona del Valle de Uco de la provincia de Mendoza, o de otras provincias. Es esta la etapa más delicada del proceso, que debe mantenerse durante día y noche, durante 5 a 7 días, y en la que el ladrillo adquiere sus propiedades de solidez y consistencia. Debido a las características de los hornos, la cocción es irregular y el producto obtenido es de una calidad sumamente heterogénea, siendo ésta la principal debilidad de la producción, ya que se clasifican en ladrillos de primera, segunda y tercera, que son comercializados a diferentes precios, restándole eficiencia al comercio.

1.2.2- Inventario

La [Figura 5](#) muestra el mapa de proceso de fabricación artesanal de los ladrillos; se detallan tanto las entradas que de acuerdo a la regla de corte fueron incluidas, como las salidas más significativas. En el [Cuadro 3](#) se exponen los datos de las entradas, referenciados a la UF, que fueron cargados al *software* para su posterior evaluación; en el caso de las salidas, éstas son

detalladas de manera exhaustiva y cuantificadas de forma precisa, automáticamente por el programa informático de aplicación.

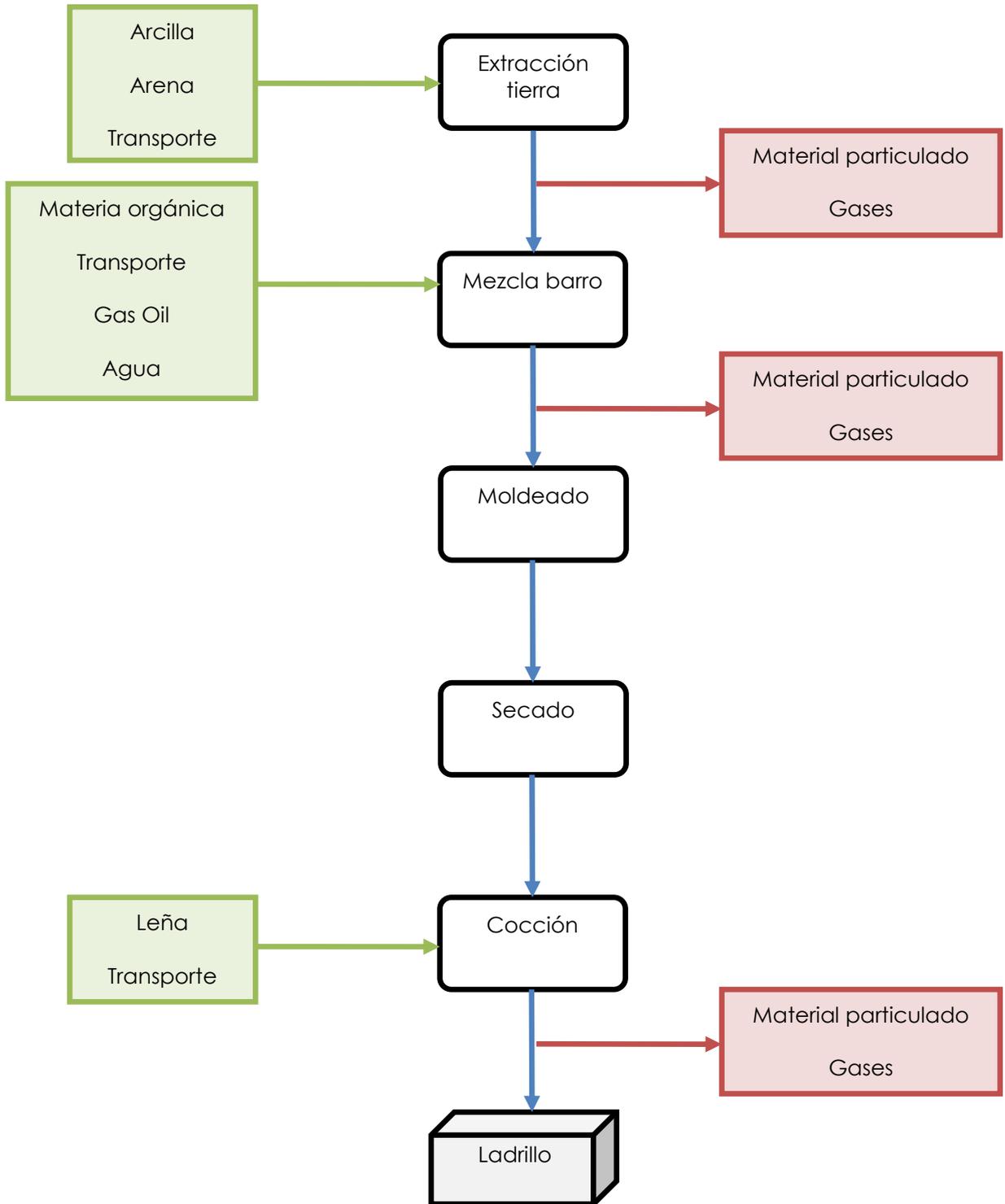


Figura 5: Mapa del proceso de fabricación. Se muestran las entradas cargadas al *software* y las salidas identificadas. Fuente: Elaboración propia.

ENTRADAS ACV				
INSUMO	PROCESO	VALOR BRUTO*	VALOR POR UF**	OBSERVACIONES
Tierra	Extracción tierra	1.7 kg(arcilla)/ladrillo	85 kg	Se consideró como un recurso que ingresa desde la naturaleza al sistema
		0.5 kg(arena)/ladrillo	25 kg	Se consideró como un material que ingresa desde la tecnosfera al sistema
Agua	Mezcla barro	2 kg/ladrillo	0.1 m ³	Se consideró como un recurso que ingresa desde la naturaleza al sistema
Materia orgánica	Mezcla barro	0,3 kg/ladrillo	0.075 m ³	Se consideró el uso de aserrín, como un material que ingresa desde la tecnosfera al sistema
Diesel	Mezcla barro	28 l/km; 0,01154 km/ladrillo	13.625 kg	Se consideró el consumo del tractor, como un combustible que ingresa desde la tecnosfera al sistema
Leña	Cocción	0,5 kg/ladrillo	57500 kcal	Se consideró el calor que ingresa desde la tecnosfera al sistema
Gas Natural		0,1 m ³ /ladrillo		
Biogás		0,3 kg/ladrillo		
Transporte	Extracción tierra (arena)	12,5 kg.km/ladrillo	0.625 tkm ^{***}	Se considera la carga y distancia, transportada por camiones de carga
	Mezcla barro (materia orgánica)	6 kg.km/ladrillo	0.3 tkm	
	Cocción (leña)	5312,5 kg.km/50 ladrillos	5.313 tkm	

*Valor bruto: Se computa el dato hallado de la cantidad de insumo usado, que se usó para calcular el valor/UF.

**Valor por UF: Es el dato efectivamente cargado en el software de aplicación.

***kgkm/tkm: Unidad en que se expresa la distancia recorrida por una carga determinada.

Cuadro 3: Entradas ACV. Se detallan las entradas identificadas y cargadas al software. Fuente: Elaboración propia.

1.3- Evaluación de impactos del ciclo de vida

En la tercera etapa “se analizan los potenciales impactos en la salud humana y en el ambiente de los recursos y emisiones identificados durante la fase de inventario estableciendo una relación entre el producto o proceso y su potencial impacto.” (Chambouleyron et. al., 2003).

“Por otra parte, la evaluación de impactos provee información para la etapa de interpretación” (UNEP, 2000, en Civit, 2009).

En esta etapa se identifica cada salida del inventario con las categorías de impacto y áreas de protección, a fin de determinar **impactos potenciales** (enfoque *midpoint*) y **daños** (enfoque *endpoint*) respectivamente. Se realizó entonces en primera instancia una evaluación intuitiva, enfatizando la relevancia de la cocción de los ladrillos como etapa crítica de la fabricación. Para concretar, se revisaron los programas informáticos específicos para ACVs. y se seleccionó el SimaPro 7.3 (2012), que incluye tanto las categorías de impacto definidas como la evaluación de daños. Se cargaron los datos del inventario y fueron analizados cuantitativamente de forma completa y rigurosa a través del método de evaluación ReCiPe V1.06 Mid/Endpoint (2011). Es éste un método que cuenta con 18 indicadores del tipo *midpoint* y los tres indicadores típicos de enfoque *endpoint*, elegido por ser actualizado y contar con un enfoque ajustado a condiciones regionales. De esta manera, se obtuvieron los resultados de la evaluación *midpoint* y *endpoint*.

Se presentan a continuación los resultados normalizados¹² arrojados por el programa (Gráficos 1-6), de cada uno de los tres escenarios evaluados: el escenario 1 representa la situación actual -en el que se utiliza leña como combustible durante la cocción de los ladrillos- mientras que los escenarios hipotéticos son el escenario 2 -en el que se reemplaza la leña por gas natural- y el escenario 3 -en el que se usa biogás-.

La [Figura 6](#) ilustra el proceso completo realizado para alcanzar estos resultados, a partir de los cuales, se llevó a cabo la siguiente y última fase del ACV.

¹² **Resultados normalizados:** Significa que los resultados se refieren a una escala común para todas las categorías de impacto o áreas de protección, a fin de hacerlas comparables entre sí (Arena et. al., 2008). En este trabajo han quedado representados en persona.año (p-año).

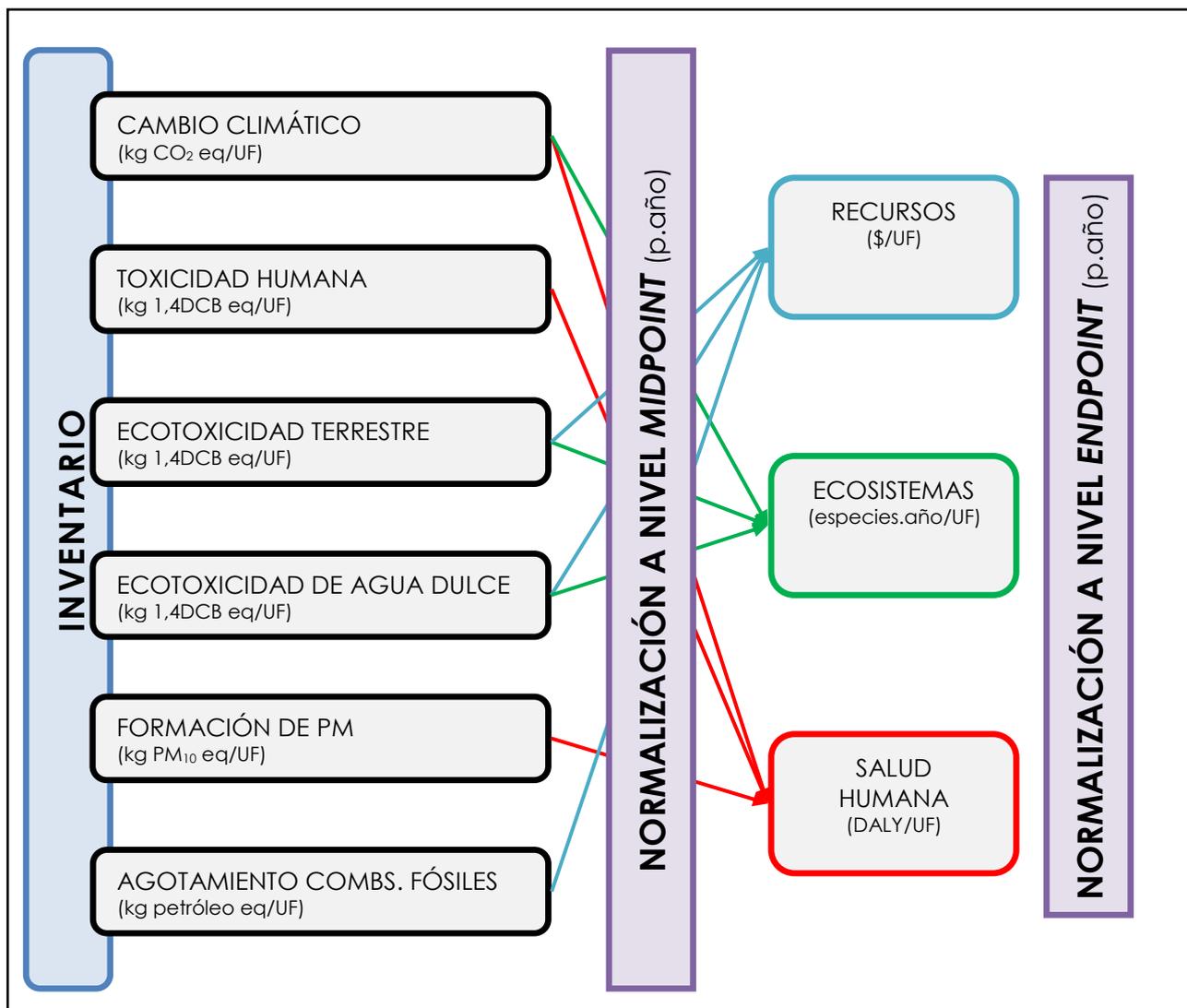


Figura 6: Evaluación de impactos. La figura ilustra el proceso realizado para alcanzar los resultados obtenidos; refleja además la diferencia y la relación entre impactos potenciales sobre las categorías de impacto y daños potenciales sobre las áreas de protección. Fuente: Elaboración propia.

1.3.1- Enfoque *midpoint*

Estos son los resultados obtenidos tras efectivizar el análisis con enfoque *midpoint*.

El [Gráfico 1](#) muestra los impactos al utilizar **leña**. Se observa que la **toxicidad humana** es la categoría de impacto más significativa -representando aproximadamente el **67%** del impacto total- debido principalmente (en un 94,7%) al **uso de leña** durante la cocción, y en menor medida

al consumo de diesel de la maquinaria (5%). El resto de las categorías son cuantitativamente menos importantes, aunque también el uso de leña y el consumo de diesel de la maquinaria son los elementos que más contribuyen.

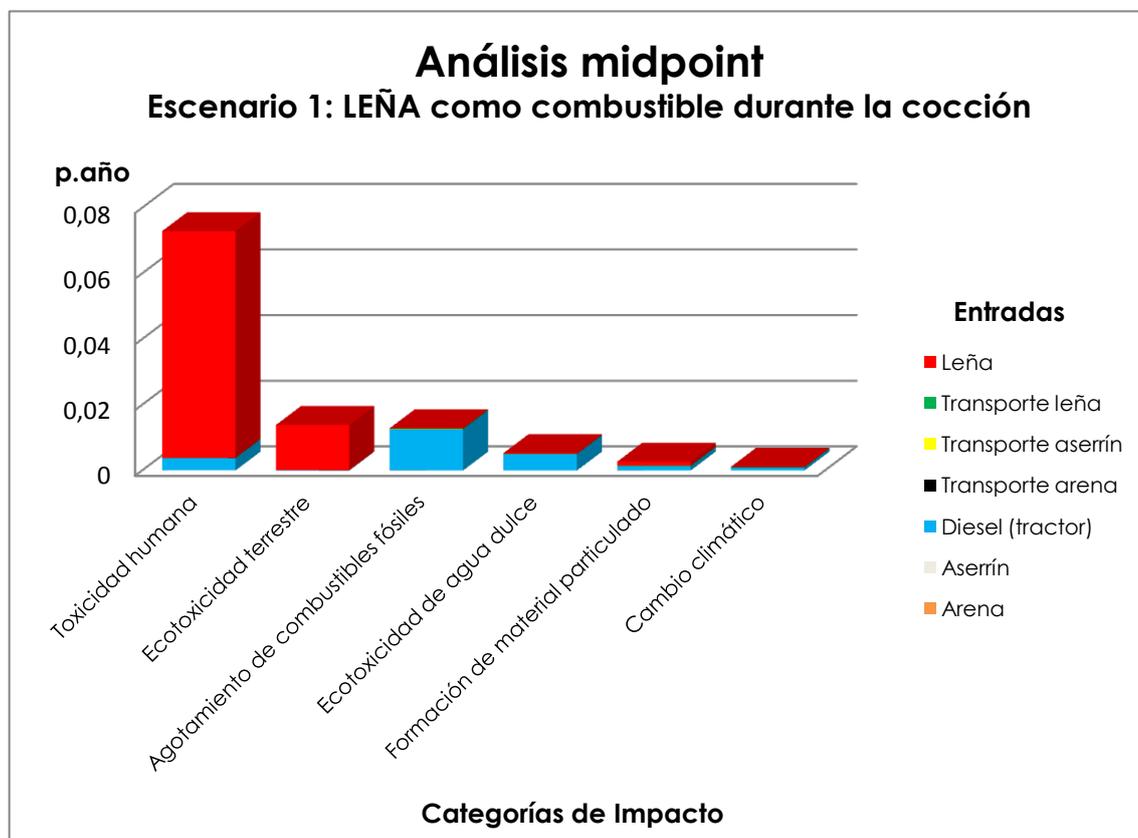


Gráfico 1: Resultados normalizados del análisis *midpoint* para el escenario 1. Se observa el impacto potencial producido por las entradas al proceso de producción en cada categoría de impacto, al utilizar leña como combustible durante la cocción.

El [Gráfico 2](#) muestra los impactos al utilizar **gas natural**. Se observa que si se reemplazara la leña por gas natural, el **agotamiento de combustibles fósiles** es la categoría de impacto más significativa -representando aproximadamente el **56%** del impacto total- como consecuencia del **consumo de diesel** de la maquinaria (en un 71%) y en menor medida al uso de gas natural (en un 28%). El resto de las categorías son cuantitativamente menos importantes, siendo afectadas también por el consumo de diesel y el uso de gas natural.

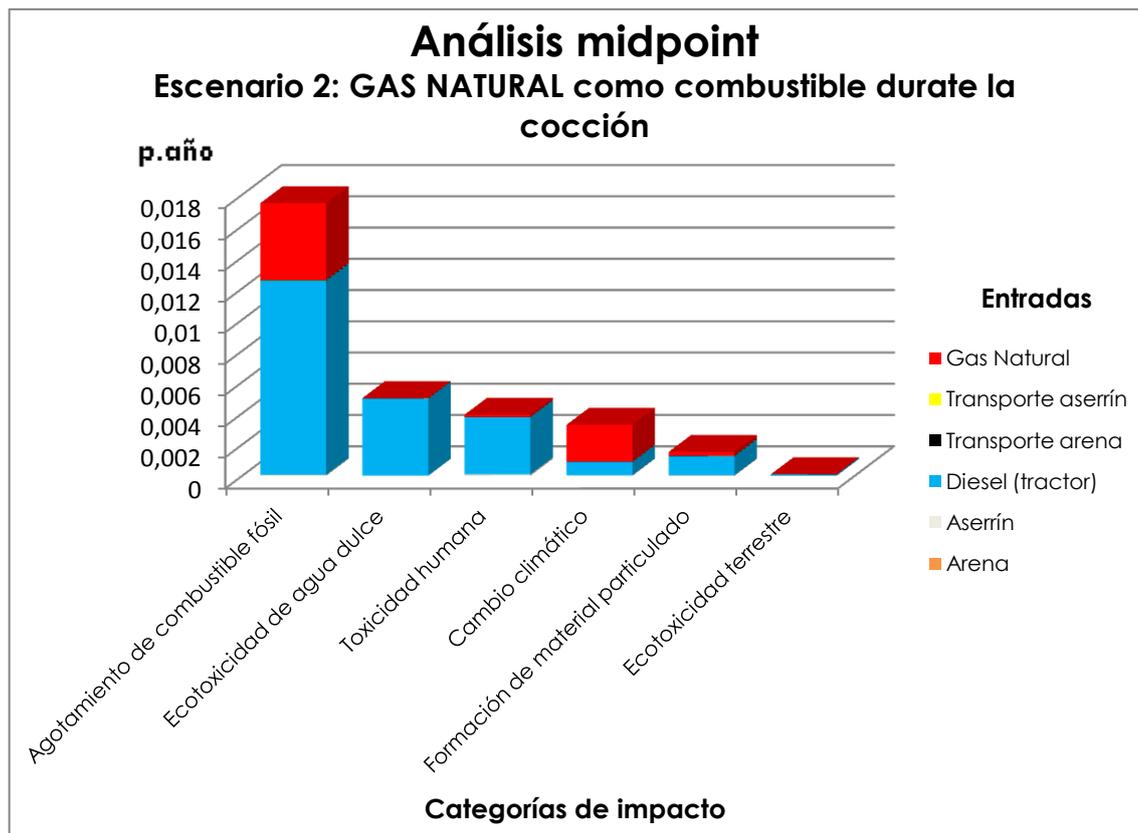


Gráfico 2: Resultados normalizados del análisis *midpoint* para el escenario 2. Se observa el impacto potencial producido por las entradas al proceso de producción en cada categoría de impacto, al utilizar gas natural como combustible durante la cocción.

El [Gráfico 3](#) muestra los resultados al utilizar **biogás**. Se observa que de reemplazar la leña por este combustible, es el **agotamiento de combustibles fósiles** la categoría de impacto más significativa -representando aproximadamente el **52%** del impacto total- debido principalmente (en un 98%) al **consumo de diesel** de la maquinaria. El resto de las categorías son cuantitativamente menos importantes, pero también el consumo de diesel y el uso de biogás son las actividades que más contribuyen.

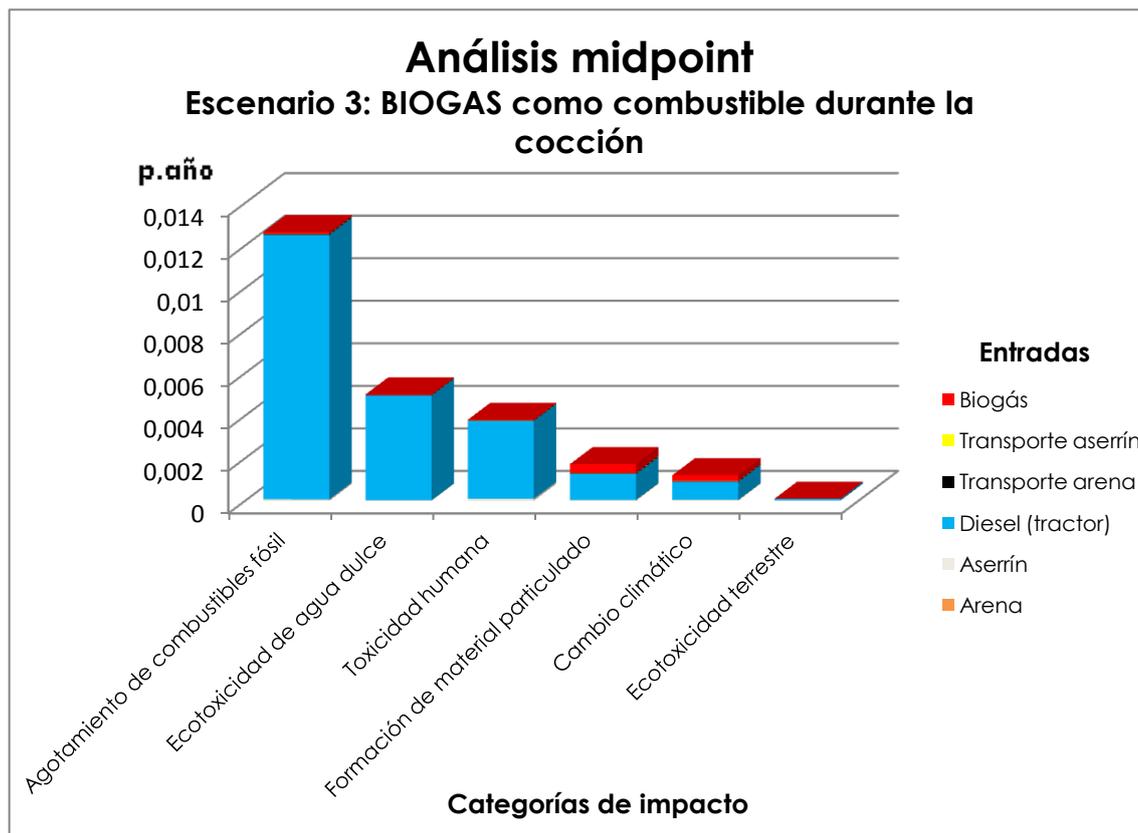


Gráfico 3: Resultados normalizados del análisis *midpoint* para el escenario 3. Se observa el impacto potencial producido por las entradas al proceso de fabricación en cada categoría de impacto, al utilizar biogás como combustible durante la cocción.

1.3.2- Enfoque *endpoint*

Estos son los resultados obtenidos tras efectivizar el análisis con enfoque *endpoint*.

El [Gráfico 4](#) muestra los resultados al utilizar **leña**. Se observa que el área de protección más dañada es la correspondiente a los **recursos** -representando el **78%** del daño total- debido principalmente (en un 96,5%) al **consumo de diesel** de la maquinaria. El nivel de daño en las otras dos áreas de protección es cuantitativamente menos importante, prácticamente igual en ambas, y afectadas principalmente por el uso de leña.

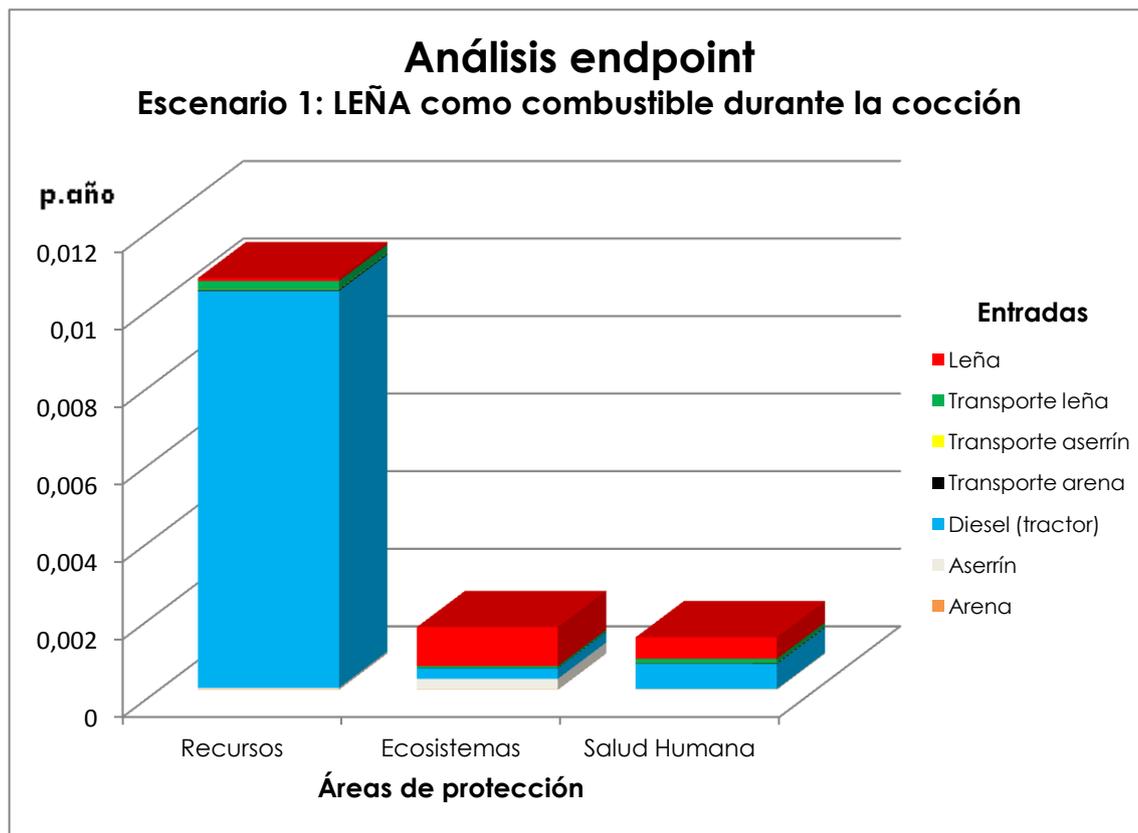


Gráfico 4: Resultados normalizados del análisis *endpoint* para el escenario 1. Se observa el daño potencial producido por las entradas al proceso de producción en cada área de protección, al utilizar leña como combustible durante la cocción.

El [Gráfico 5](#) muestra los resultados al utilizar **gas natural**. Se observa que de reemplazar la leña por este combustible, el área de protección que resulta más dañada es la correspondiente a los **recursos** -representando el **85%** del daño total- debido principalmente al **consumo de diesel** de la maquinaria (en un 71%) y en menor medida al uso de gas natural (en un 28%). El nivel de daño en las otras dos áreas de protección es cuantitativamente menos importante y son afectadas principalmente por el uso de gas natural.

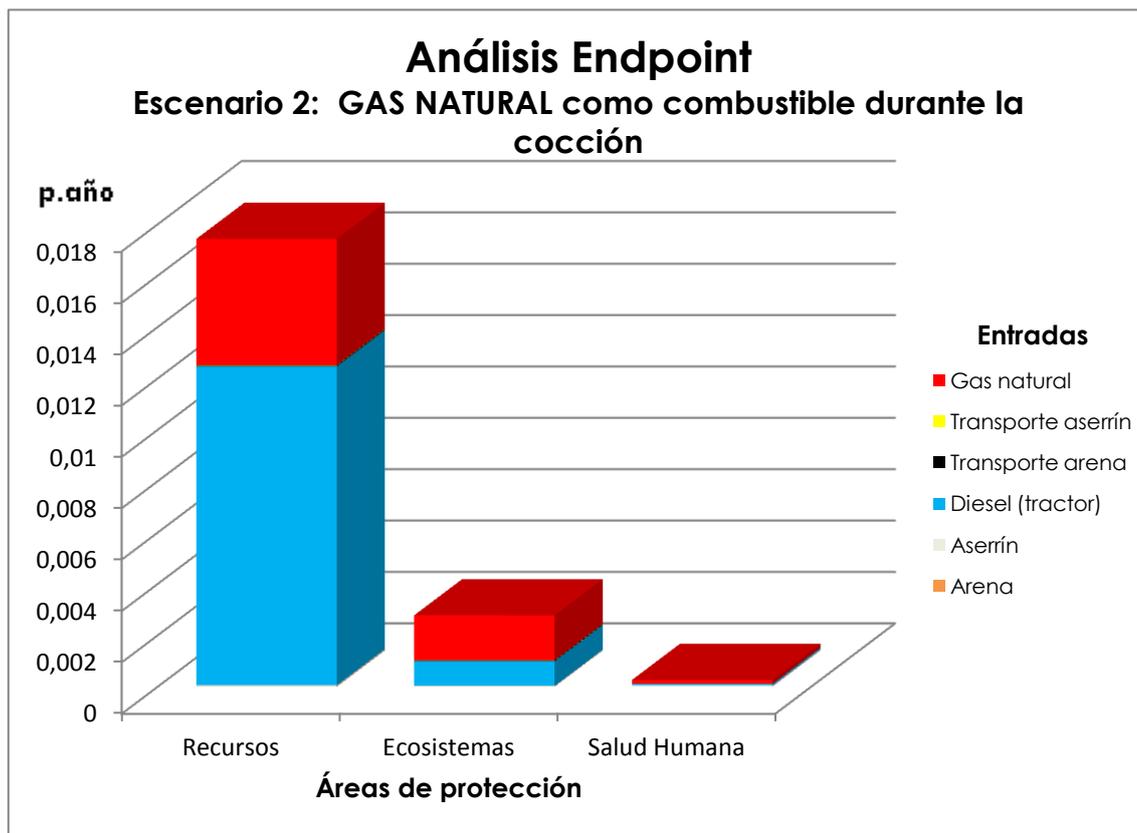


Gráfico 5: Resultados normalizados del análisis *endpoint* para el escenario 2. Se observa el daño potencial producido por las entradas al proceso de producción en cada área de protección, al utilizar gas natural como combustible durante la cocción.

El [Gráfico 6](#) muestra los resultados al utilizar **biogás**. Se observa que de reemplazar la leña por este combustible, el área de protección que resulta más dañada es la correspondiente a los **recursos** -representando cerca del **90%** del daño total- debido principalmente (en un 98%) al **consumo de diesel** de la maquinaria. El nivel de daño en las otras dos áreas de protección es cuantitativamente menos importante y son afectadas principalmente por el consumo de diesel de la maquinaria.

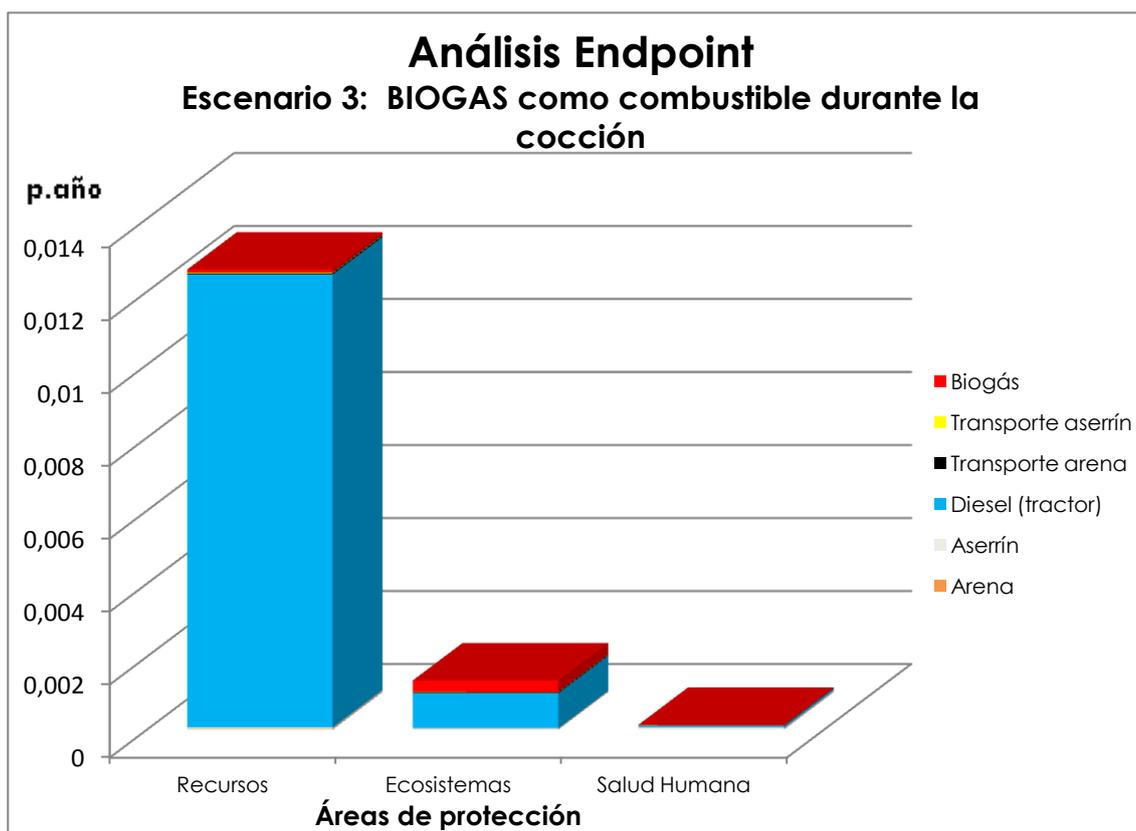


Gráfico 6: Resultados normalizados del análisis *endpoint* para el escenario 3. Se observa el daño potencial producido por las entradas al proceso de producción en cada área de protección, al utilizar biogás como combustible durante la cocción.

1.4- Interpretación

“En la etapa de interpretación del ciclo de vida se relacionan y combinan los resultados del inventario con los resultados de la evaluación de impactos para establecer las conclusiones y recomendaciones, de acuerdo a los objetivos del estudio realizado, para la toma de decisiones, teniendo en cuenta los objetivos, el alcance y la unidad funcional del estudio. Esta etapa permite conocer cuáles son las fases del ciclo de vida del sistema producto responsables de causar los mayores impactos o con cargas ambientales de mayor importancia que deban ser mejorados.” (Civit, 2009).

Con la información cuantitativa obtenida por el programa, se realizó una interpretación del enfoque *midpoint* y del enfoque *endpoint*, y se obtuvieron conclusiones de ambos.

1.4.1- Enfoque *midpoint*

En el siguiente cuadro ([Cuadro 4](#)) se han identificando los puntos críticos de cada escenario: la **etapa de fabricación** durante la que más impacto se genera y el **impacto potencial** más significativo.

ENFOQUE MIDPOINT		
PUNTOS CRÍTICOS:	ETAPA	IMPACTO POTENCIAL
Escenario 1: Leña	Cocción	Toxicidad humana
Escenario 2: Gas natural	Mezclado de barro	Agotamiento de combustibles fósiles
Escenario 3: Biogás	Mezclado de barro	Agotamiento de combustibles fósiles

Cuadro 4: Puntos críticos con enfoque *midpoint*.

Mientras que en el [Gráfico 7](#) se compara el **impacto potencial total** provocado en cada escenario. Se observa que el mayor impacto potencial se produce en el escenario actual, al utilizar leña como combustible durante la cocción de los ladrillos; de emplear alguno de los combustibles alternativos, el impacto disminuye notablemente: un 71% en el caso del gas natural y un 74% en el del biogás.

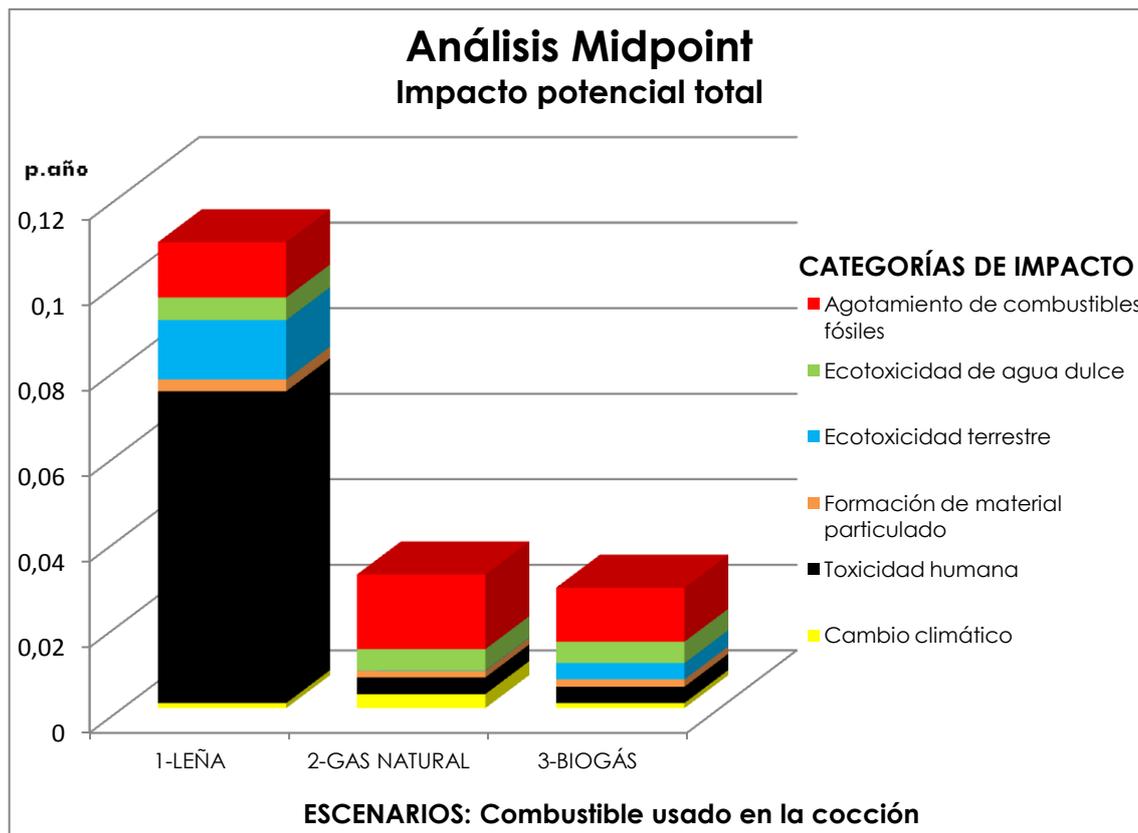


Gráfico 7: Impacto potencial total. Se observa el impacto potencial total generado en cada escenario.

De acuerdo a la evaluación de impactos y a la interpretación anterior, las conclusiones son consistentes con los resultados obtenidos en investigaciones previas. Queda demostrado que el **uso de leña**, determina que la **cocción** sea la etapa crítica del proceso productivo de los ladrillos, siendo notablemente impactante sobre la categoría correspondiente a la **toxicidad humana**; si se reemplaza por alguno de los **combustibles alternativos**, el **impacto potencial de la actividad ladrillera disminuye** de manera considerable y particularmente sobre la toxicidad humana. Entre el gas natural y el biogás no existen grandes diferencias en el impacto causado, siendo más significativo sobre la categoría correspondiente al agotamiento de combustibles fósiles, que es causado fundamentalmente por el consumo de diesel en la maquinaria y no por el combustible usado en la cocción. Ya sea que se utilice gas natural o biogás, es necesario construir infraestructura con la que actualmente no se cuenta en El Algarrobal; no obstante en el

caso del biogás existe mucha incertidumbre respecto de su funcionamiento (eficiencia, materia prima factible de emplear, condiciones de seguridad), mientras que en el caso del gas natural tales dificultades no se presentan. Se recomienda por tanto que la leña sea reemplazada por gas natural, repercutiendo en un beneficio directo sobre la población del sitio: tanto por la disminución del impacto sobre la toxicidad humana, como por la instalación de conexiones y construcción de demás infraestructura necesaria, que podrían ser aprovechadas también para las viviendas. Adicionalmente se sugiere que con el fin de disminuir aún más el impacto, se reemplace el diesel usado en la maquinaria durante el mezclado de barro, o bien se sustituya el tipo de implemento usado.

1.4.2- Enfoque *endpoint*

El análisis *endpoint* aquí realizado, constituye el primer antecedente de este tipo de estudio aplicado a la actividad ladrillera local.

En el siguiente cuadro ([Cuadro 5](#)) se han identificando los puntos críticos de cada escenario: la **etapa de fabricación** durante la que más daño se produce y el **daño** más significativo.

ENFOQUE ENDPOINT		
Puntos críticos:	Etapa	Daño
Escenario 1: Leña	Mezclado de barro	Recursos
Escenario 2: Gas natural	Mezclado de barro	Recursos
Escenario 3: Biogás	Mezclado de barro	Recursos

Cuadro 5: Puntos críticos con enfoque *endpoint*.

En el [Gráfico 8](#), en tanto, se compara el **daño total** provocado en cada escenario. Se observa que es con gas natural que se produce el mayor daño; con los otros escenarios, éste es menor; ello significa que de sustituir la leña el daño aumentaría respecto del actual, aproximadamente en un 51% al utilizar gas natural y en un 4% con biogás.

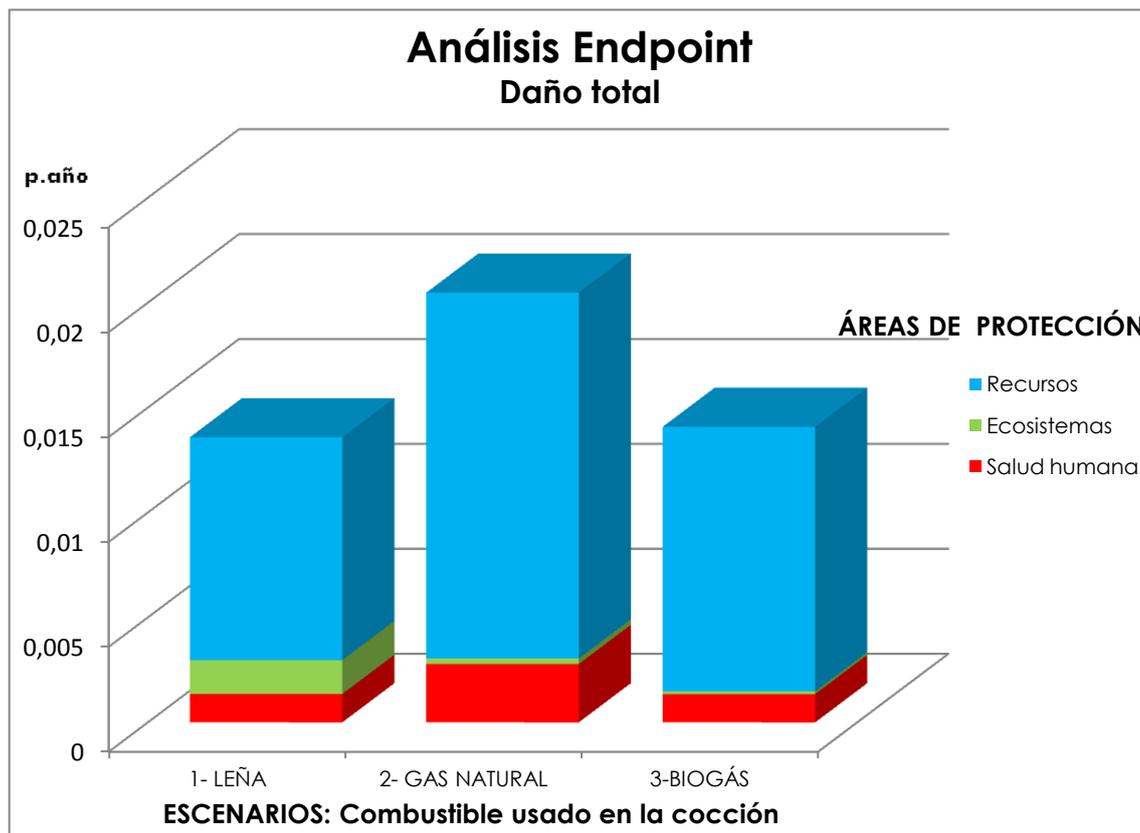


Gráfico 8: Daño total. Se observa el daño total generado en cada escenario.

Por tanto, considerando la evaluación de daños y la interpretación anterior, queda en evidencia el daño provocado por la actividad ladrillera sobre los **recursos, independientemente del combustible** utilizado durante la cocción, cobrando mayor preponderancia el **consumo de diesel** durante el **mezclado del barro**. Por ende, es lógico pensar que para lograr disminuir significativamente los daños de la producción, es necesario cambiar el combustible usado en esta etapa, o bien el tipo de implemento con el que se lleva a cabo. En conjunto con esta medida, de buscar una alternativa a la leña usada durante la cocción, el biogás resulta más conveniente, dado que la diferencia de daño provocado en un escenario y en el otro, es mínima.

1.4.3- Conclusiones y recomendaciones

Al analizar de manera conjunta los resultados obtenidos con enfoque *midpoint* y *endpoint*, no son coincidentes. Para el caso en estudio, esto significa que si bien la actividad ladrillera

genera potenciales impactos -en especial en la toxicidad humana- particularmente por el actual uso de leña durante la cocción, el daño por agotamiento de recursos no renovables -generado esencialmente por el consumo de diesel durante el mezclado- es lo que finalmente repercute en un mayor costo ambiental para la sociedad.

Esto conlleva a una aceptación parcial de la hipótesis planteada y al surgimiento de una nueva. Se verifica que de reemplazar la leña por un combustible alternativo como gas natural o biogás, el impacto de la actividad ladrillera disminuye en más de un 70%, posicionando la cocción de los ladrillos como la etapa crítica de su fabricación; pero el daño provocado, aumentaría de un 3 - 50% (según la alternativa seleccionada), aunque la mayor contribución sería causada por el consumo de diesel. Surge así, la presunción que *“si en la etapa de mezclado se reemplaza el uso de diesel o el tipo de implemento utilizado, se reduciría el daño producido por la actividad ladrillera”*. Con todo, no deben pasarse por alto dos puntos. En primer lugar, que efectivamente el uso de leña como combustible durante la cocción de los ladrillos, presenta un impacto potencial substancial en la toxicidad humana, afectando a la población del Algarrobal. En segundo lugar, que la disminución del impacto total que se alcanzaría al sustituir este combustible, sería considerablemente mayor que el aumento del daño total.

Sobre la base de estas evidencias, es recomendable realizar cambios tanto en la etapa de cocción como en la de mezclado. En la cocción sería necesario reemplazar la leña; la decisión del tipo de combustible a utilizar debe basarse en estudios más exhaustivos, que indaguen sobre los beneficios y perjuicios que provocaría la construcción y/o modificación de la infraestructura y del proceso productivo para las diferentes alternativas, y que aborden las implicancias existentes en un aumento del daño frente a la disminución del impacto potencial. En el mezclado es preciso sustituir el combustible o los implementos usados; ambos cambios requerirán también de un análisis más detallado que determine alternativas viables y que verifique las implicaciones de los mismos.

Es de suma importancia destacar, que las sugerencias y transformaciones propuestas hasta el momento para menguar los impactos ambientales de la actividad ladrillera, realizadas a través de estudios de ACVs., han sido basadas en análisis con enfoque *midpoint*. La evaluación detallada en esta tesina demuestra que -ya sea para esta u otro tipo de actividad o producto- la ejecución de un solo tipo de análisis no es concluyente y puede desviar los esfuerzos de mejora hacia un rumbo erróneo. De ahí, que es también aconsejable realizar un análisis conjunto a la hora de tomar decisiones y ponderar los resultados de acuerdo a la realidad en estudio.

2- ANÁLISIS SOCIAL DEL CICLO DE VIDA

2.1- Definición de objetivo y alcance del estudio

El ASCV, fue abordado bajo la misma **hipótesis** y **objetivo** que el ACV, con los mismos **límites del sistema** y **UF**. No obstante subyace en el estudio social una hipótesis implícita, por lo que el análisis se planteó bajo la suposición que *“si en la etapa de cocción de la fabricación de ladrillos artesanales, se reemplaza el uso tradicional de leña por un combustible alternativo, se reduce el perjuicio en la salud humana producido por la actividad ladrillera.”*

En cuanto a las **categorías de impacto**, en los ASCVs. son expresadas en función de las **categorías de actores** (o “partes interesadas”, por su traducción del inglés *stakeholders*) y se subdividen a la vez en **subcategorías**¹³. Se revisaron de forma crítica en este trabajo, las categorías y subcategorías de la investigación de Lopez et. al. (2013), contrastándolas con las sugeridas por UNEP y analizando lo que cada una de ellas implica ([Cuadro 6](#)).

¹³ Aquí las **categorías de impacto** están relacionados a aspectos sociales. La UNEP/SETAC (2009), define a las **categorías de actores** como a individuos o grupos que presentan intereses similares dentro de la cadena de valor del sistema bajo estudio. Las **subcategorías**, tratan de representar a los impactos dentro de una categoría, debido a la heterogeneidad de esta última.

CATEGORÍAS DE ACTORES	CATEGORÍAS DE IMPACTO	SUBCATEGORÍAS	Descripción
Trabajadores	Derechos humanos	Educación	Determina el avance en el nivel de educación de las sucesivas generaciones de trabajadores
		Trabajo infantil	Se identifican condiciones que favorezcan el trabajo infantil y si existen medidas de prevención o mitigación
	Condiciones de trabajo	Libertad de asociación y negociación colectiva	Se refiere a la libertad de los trabajadores para formar y afiliarse a asociaciones (incluso si ello comprometiera intereses económicos del empleador o el Estado) y a su derecho a organizarse en sindicatos, a participar en negociaciones colectivas y a la huelga
		Beneficios sociales	Determina si los trabajadores perciben remuneraciones no monetarias, el tipo y la medida en que lo hacen
Salud y seguridad	Salud y seguridad	Se busca evaluar la tasa de incidentes y las medidas de prevención y prácticas de gestión, en torno a todo lo que se refiere al bienestar del trabajador en el lugar de trabajo.	
Comunidad local	Repercusiones socioeconómicas	Deslocalización y migración	Referida tanto al aporte que determinada actividad económica realiza a la migración de comunidades, como al trato que ésta recibe
Sociedad	Repercusiones socioeconómicas	Contribución al desarrollo económico	Se refiere al aporte económico que la actividad realiza en la región geográfica

Cuadro 6: Categorías de actores, de impacto y subcategorías. Éstas son propuestas por Lopez et. al. (2013) y han sido revisadas en este trabajo. Fuente: Elaboración propia a partir de López et. al. (2013) y UNEP (2013).

A la hora de determinar los **datos necesarios** para continuar el estudio, fue preciso considerar que en los ASCVs., la información debe ser lo más detallada y específica del lugar posible; a su vez, cobran especial relevancia los datos cualitativos, los conocimientos de los actores involucrados a lo largo de la cadena de valor y la información subjetiva (Benoit et. al., 2013; UNEP/SETAC, 2009). Pues bien, además de los **datos** obtenidos durante la realización del ACV, se requirió información sobre la cadena de valor del proceso productivo llevado a cabo en

El Algarrobal; sobre características sanitarias y condiciones de calidad de vida de la población en estudio; y sobre contaminación atmosférica (tipos, causas y consecuencias; gases indicadores, niveles permitidos, dañinos y promedios medidos en otras regiones; enfermedades relacionadas con la contaminación del aire).

2.2- Análisis de inventario

En base al mapa de proceso elaborado en el ACV, se efectuó el inventario social. A diferencia del ambiental, en el que es deseable un alto grado de precisión cuantitativa referida a flujos físicos (materia o energía), en el social es valorada también la información cualitativa provista por los actores implicados en el ciclo de vida, referido a cuestiones ambientales, sociales o económicas (Benoit et. al., 2013; UNEP/SETAC, 2009).

Analizando toda la información recabada y sostenidos fundamentalmente por OTIYA (2013), se rastrearon los actores involucrados en la cadena de valor, se construyó un flujo de **entradas** y **salidas** en referencia a los mismos y se enumeraron aquellos datos que debieran ser tomados para concretar la fase de evaluación de impactos, resultando en un análisis no detallado en el estudio de base.

2.2.1- Proceso social

A fin de lograr una mayor comprensión de los procesos sociales que se dan en la cadena de valor, pasamos a explicar el mapa de acuerdo a lo que se realiza específicamente en El Algarrobal (OTIYA, 2013; Civit et. al., 2012; Arena et. al., 2008).

Existen dos grandes tipos de productores: los constituidos formalmente como empresas y los pequeños productores que trabajan en un marco de informalidad. El objeto de estudio se concentra en los segundos, que son los más importantes en número.

Los *pequeños productores* ladrilleros, son por lo general dueños de los hornos y los que afrontan el costo de la fabricación de los ladrillos. Las tierras en donde se emplazan los hornos y

de donde se extrae parte de la materia prima (arcilla), es alquilada a *propietarios*, generalmente antiguos agricultores o grandes acopiadores y comercializadores de ladrillos; también entran en la cadena, los *propietarios* que alquilan la maquinaria utilizada durante el mezclado; mientras que el resto de la materia prima es comprada a diversos *proveedores*. Los productores hacen las veces de trabajadores -incorporando muchas veces a toda la familia en la fabricación- y de contratistas, ya que en ocasiones deben ocupar *empleados* para que lleven a cabo, al menos, algunas de las tareas de la producción. Tanto los propietarios como los proveedores, reciben un porcentaje de la producción de ladrillos en concepto de pago; de igual modo, la ganancia de los productores y la remuneración de los empleados, la constituye el propio producto de segunda o tercera calidad que luego ellos mismos han de comercializar.

Entran en juego en el proceso descrito, servicios de apoyo y entidades reguladoras (organismos públicos y privados, municipales y provinciales) que deberían contribuir para alcanzar mejoras en los procesos de producción, generar vínculos con otros mercados, proveer servicios de desarrollo empresarial y brindar apoyo a fin de aumentar la competitividad de la cadena de valor de ladrillos, pero se encuentran bastante inactivos.

2.2.2- Inventario

La [Figura 7](#) muestra el mapa de actores involucrados en la cadena de valor de la fabricación artesanal de los ladrillos. En el [Cuadro 7](#) se exponen las entradas y salidas identificadas, considerando cuáles deberían ser los datos a consignar y que debieran ser traducidos por UF.

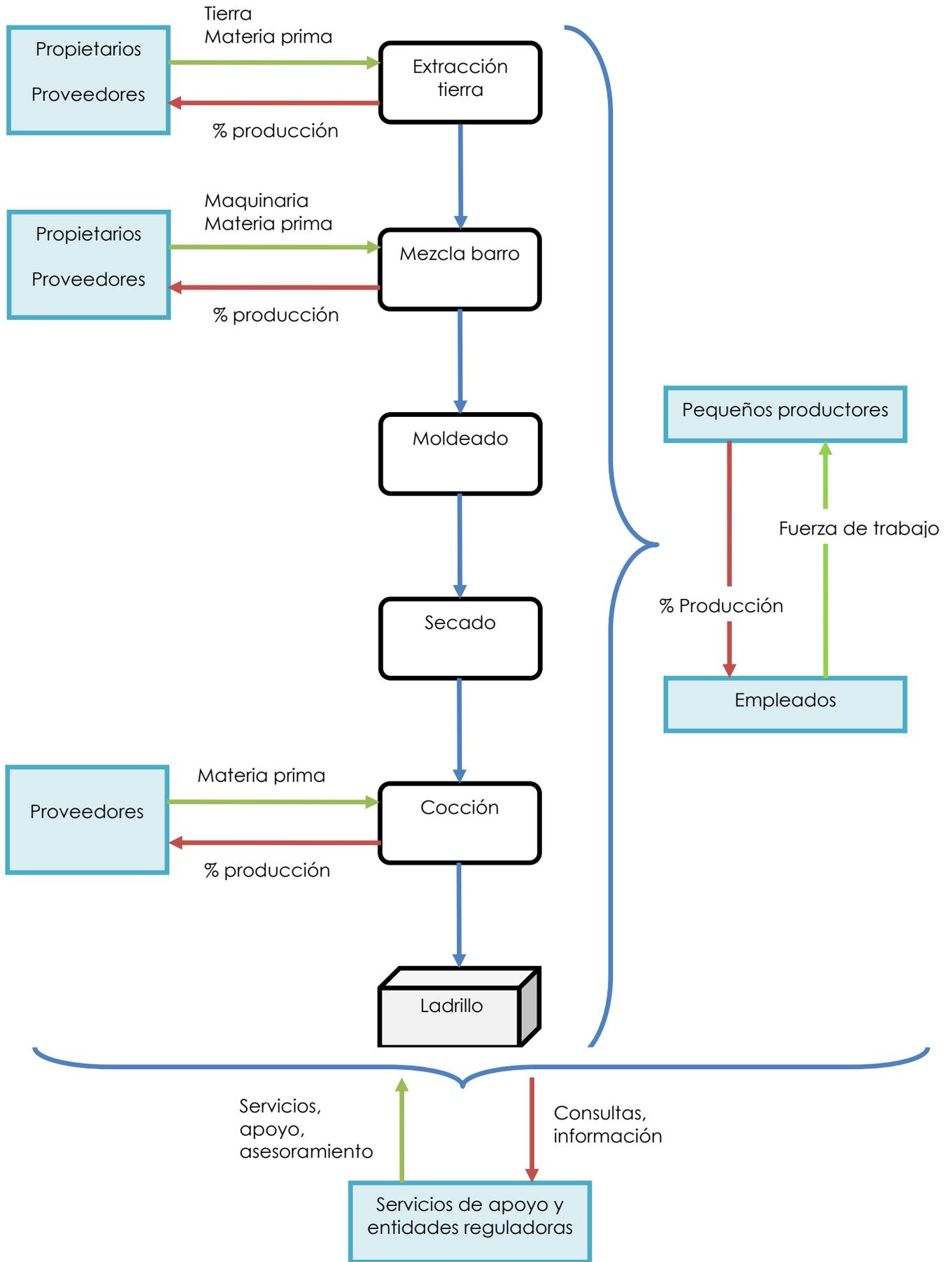


Figura 7: Mapa de actores. Se muestran los actores implicados en la cadena de valor y los flujos entre ellos. Fuente: Elaboración propia.

ENTRADAS y SALIDAS					
ACTORES	PROCESO	ENTRADA	VALOR BRUTO	SALIDA	VALOR BRUTO
Propietarios	Extracción tierra	Tierra	*Cantidad total de propietarios *Tamaño de terrenos *Cantidad de productores por terreno *Características generales del alquiler: nivel de formalidad, tipo de contratos, duración, forma de pago	% producción	*% para propietarios de tierras *Calidad del producto entregado a propietarios de tierra
	Mezcla barro	Maquinaria	*Cantidad total de propietarios *Características generales del alquiler: nivel de formalidad, tipo de contratos, duración, forma de pago		*% para propietarios de maquinaria *Calidad del producto entregado a propietarios de maquinaria
Proveedores	Extracción	Materia prima	*Cantidad total de proveedores, por materia prima *Características generales de los proveedores: tipos (grandes, pequeñas, medianas empresas), rango de formalidad (cumplimientos de legislación ambiental, laboral, de seguridad, de calidad, etc.) *Origen del insumo	% producción	*% para proveedores de c/materia prima *Calidad del producto entregado a proveedores de c/materia prima
	Mezcla				
	Cocción				
Pequeños productores	Extracción	Costo de producción	*Cantidad de productores por terreno *Cantidad de producto final producida por periodo de tiempo *Ganancia anual *Cantidad de trabajadores a cargo *Condiciones de trabajo: horas de	% producción	*% para pequeños productores *Calidad del producto para pequeños productores
	Mezcla				
	Cortado				
	Secado				

	Cocción		trabajo, contratación, beneficios sociales, trabajo del grupo familiar		
Empleados	Cortado	Fuerza de trabajo	*Cantidad total *Cantidad de trabajadores por productor *Ganancia anual *Condiciones de trabajo: horas de trabajo, contratación, beneficios sociales, trabajo del grupo familiar	% producción	*% para empleados *Calidad del producto para empleados
	Cocción				
Entidades de apoyo y de regulación	Extracción	Servicios, apoyo, asesoramiento	*Identificación y cuantificación de entidades: Gubernamentales, no gubernamentales, OSC.	Programas, proyectos, normativas, otros	*Identificación y cuantificación de programas, proyectos, normativas *Cuantificación de beneficiarios
	Mezcla				
	Cortado				
	Secado				
	Cocción				
	Producto terminado				

Cuadro 7: Entradas y salidas ASCV. Se detallan las entradas identificadas y los datos necesarios para su cuantificación y/o calificación. Fuente: Elaboración propia.

2.3- Evaluación de impactos

En la tercera etapa, considerando los indicadores propuestos por Lopez et. al. (2013) ([Cuadro 8](#)), se decidió analizar detalladamente el indicador para evaluar la **categoría de salud y seguridad de los trabajadores**, fundamentando su pertinencia y determinando la información necesaria y adecuada para medirlo. Se seleccionó esta categoría, al considerarse que la salud es uno de los principales problemas sociales relacionados -al menos en parte- con los hornos de ladrillos de la zona, pudiendo ser mejorado con el cambio de combustible utilizado durante la cocción; a la vez son los trabajadores de las ladrilleras el sector poblacional más sensiblemente afectado.

CATEGORÍAS DE ACTORES	CATEGORÍAS DE IMPACTO	SUBCATEGORÍAS	INDICADORES
Trabajadores*	Derechos humanos	Educación	Nivel de educación
		Trabajo infantil	Horas dedicadas a la actividad
	Condiciones de trabajo	Libertad de asociación y negociación colectiva	Tipo de relación de empleo
		Beneficios sociales	Existencia y/o tipo de beneficios sociales
Salud y seguridad	Salud y seguridad	Tipo de enfermedades frecuentes	
Comunidad local	Repercusiones socioeconómicas	Deslocalización y migración	Lugar de origen
Sociedad	Repercusiones socioeconómicas	Contribución al desarrollo económico	Participación de la actividad en el PBI regional

*Trabajadores: En nuestro trabajo, referido a los actores que en la fase de inventario fueron identificados tanto como productores, como a los identificados como empleados.

Cuadro 8: Indicadores. Éstos son propuestos por Lopez et. al. (2013) y han sido revisadas en este trabajo. Fuente: López et. al. (2013)

Así, se consultó bibliografía especializada a fin de identificar, por un lado, elementos tóxicos presentes en procesos de combustión, y por el otro, problemas de salud específicos que podrían causar tales elementos. A partir de encuestas realizadas a hijos de ladrilleros del Algarrobal¹⁴, de datos estadísticos de hospitales de la zona¹⁵ y de investigaciones previas realizadas allí, se detectaron las afecciones más frecuentes presentes en la población. Luego se procuró establecer una correlación causa-efecto entre la actividad ladrillera y afectación en la salud, a través de dos acciones. Primero y utilizando el ACV realizado anteriormente, se evaluó la presencia –en la combustión durante la cocción de los ladrillos- de los elementos tóxicos identificados; en segundo lugar, se contrastaron los problemas de salud relacionados a los elementos, con las afecciones detectadas en la zona; de esta manera, se puede conocer si la

¹⁴ Las encuestas se llevaron a cabo en la escuela 4-143, del Algarrobal, durante noviembre de 2012, en el marco del proyecto “Estudio de la sostenibilidad ambiental, social y económica en la producción de ladrillos artesanales en Mendoza”, por el grupo de investigación CLIOPE.

¹⁵ Se recogieron estadísticas proporcionadas por el Htal. H. E. Gailhac (Aristóbulo del Valle 1359, El Algarrobal) y Htal. Dr. R. Carrillo (Prolongación Martín Fierro y Álvarez Condarco, Las Heras), que asisten a la población en estudio.

comunidad está padeciendo problemas de salud que podrían estar vinculadas a procesos de combustión, como los que se dan en la cocción de ladrillos.

La cuarta fase del ASCV, podría ser objeto de investigaciones futuras, aplicando el indicador aquí propuesto.

2.3.1- Elementos tóxicos de la combustión

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), los elementos que provocan contaminación atmosférica¹⁶, incluso en concentraciones relativamente bajas se han relacionado con una serie de efectos adversos para la salud. Es por esto que el aire limpio es considerado un requisito básico para el bienestar del ser humano, siendo posible establecer una relación de causalidad en términos cuantitativos, entre el nivel de contaminación y resultados concretos relativos a la salud (OMS, 2006).

En esta tesina se han evaluado algunos contaminantes atmosféricos criterio¹⁷, emitidos en procesos de combustión como los que se dan durante la cocción de los ladrillos ([Cuadro 9](#)). Éstos presentan efectos más marcados en la población más vulnerable, como son niños, ancianos, embarazadas, personas con enfermedades crónicas y aquellas con malas condiciones de vida (situación de pobreza, por ejemplo); en todos los casos, son causantes -en mayor o menor grado- de mortalidad (OMS, 2006)

¹⁶ **Contaminación atmosférica** es la existencia en la composición del aire de una o más sustancias extrañas, en cantidades y periodos de tiempo tales, que pueden resultar nocivas para el hombre, los animales, las plantas o las tierras (OMS, 2006).

¹⁷ Los **contaminantes atmosféricos criterio o de referencia**, son elementos perjudiciales para los cuales se han establecido niveles permisibles que protejan la salud, el ambiente y el bienestar de la población.

CONTAMINANTE		EFECTOS EN LA SALUD		NIVELES PERMISIBLES	Observaciones
CO		Impide el transporte del oxígeno a la sangre, lo que puede ocasionar una reducción significativa en la dotación de oxígeno al corazón		-----	Es el más abundante de los gases contaminantes de referencia
NO _x	NO ₂	Inflamación de las vías respiratorias Bronquitis Disminución de la función pulmonar	Irritantes. Tos Respiración pesada, dolor en el pecho, latidos del corazón irregulares Edema pulmonar Otras	Media anual: 40 µg/m ³	Presenta una fuerte correlación con las concentraciones de otros contaminantes tóxicos La principal fuente de emisión son los procesos de combustión
	Otros				
SO _x	SO ₂	Irritación ocular Inflamación del sistema respiratorio, provocando tos, secreción mucosa, y agravamiento del asma y de la bronquitis crónica Aumenta la propensión a contraer infecciones del sistema respiratorio Cardiopatías	Irritantes de las vías aéreas superiores. Estimulan la broncoconstricción y secreción mucosa Bronquitis	Media de 24 hs: 20 µg/m ³	La principal fuente de emisión es la quema de combustibles fósiles
	Otros				
PM	PM ₁₀		Enfermedades respiratorias y cardiovasculares	Media anual: 20 µg/m ³	No se conoce un umbral por debajo del cual desaparezcan los efectos nocivos para la salud Las PM _{2,5} son cuantitativamente las más importantes en los procesos de combustión
	PM _{2,5}	Las de mayor peligro Pueden alterar el intercambio pulmonar de gases	Tos. Sibilancias. Infección en las vías respiratorias inferiores Disminución de la función pulmonar	Media anual: 10 µg/m ³	

			Ataques de asma Cáncer de pulmón Ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares		
O₃		Enfermedades pulmonares Problemas respiratorios Irritación de ojos, nariz, garganta y pulmones. Tos Dolor en el pecho y pulmonía Disminución de la función pulmonar Asma		Media de 8 horas: 100 µg/m ³	

Cuadro 9: Contaminantes criterio. Se identificaron los efectos en la salud y niveles recomendados por la OMS. Fuente: Elaboración propia a partir de EPA (2013 y 2011) y OMS (2006).

Podemos concluir que estos contaminantes, afectan principalmente y de manera diversa el sistema respiratorio humano.

2.3.2- Enfermedades detectadas en El Algarrobal

En el cuadro se resumen las afecciones más frecuentes de los trabajadores ladrilleros y sus familias ([Cuadro 10](#)).

ENFERMEDAD	DETALLE	Observaciones
Enfermedades respiratorias	Bronquitis	Causadas por una combinación de múltiples condiciones: alto grado de humedad en las viviendas y en el lugar de trabajo – frío – humo – nutrición deficiente
	Asma	
	Tuberculosis	
	Tos convulsa	
Problemas dermatológicas	Patologías de la piel, especialmente en manos, pies y rostros	
Dolencias traumatológicas	Dolores en manos, pies, espalda y otros	
Gastroenteritis y gastroenterocolitis		Generado principalmente por la falta de agua potable en algunos barrios
Cuadros oftalmológicos		
Chagas		
Desgaste precoz del cuerpo y aparición temprana de patologías crónicas		Causadas por el trabajo infantil
Alcoholismo y drogadicción		Generan violencia familiar
Accidentes laborales	S/registros formales	Si bien los registros no manifiestan que las lesiones hayan sido sufridas durante el trabajo, la comunidad tiene consciencia de la peligrosidad de la actividad

Cuadro 10: Enfermedades en El Algarrobal. Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas y OTIYA (2013)

Es importante destacar que todas ellas son provocadas por la combinación de un conjunto de condiciones ambientales que agravan los cuadros presentados, sin ser posible detectar causas específicas o puntuales. Esto se debe a que la comunidad ladrillera es una población altamente vulnerable por las condiciones económicas, laborales, habitacionales y aun culturales, en las que viven (OTIYA, 2013; OMS, 2006).

2.3.3- Relación entre la actividad ladrillera y la afectación de la salud

En primer lugar, quedó demostrado que efectivamente durante la cocción de los ladrillos, son emitidos los elementos tóxicos identificados; por tanto, la población del Algarrobal se encuentra expuesta a su acción contaminante, siendo lógico manifestar que son los trabajadores

de las ladrilleras el sector más vulnerable de la población. Los gráficos a continuación nos muestran estas emisiones. En el [Gráfico 9](#), es notable que cuando se utiliza leña como combustible, la emisión total de elementos tóxicos es mayor que en el caso de las alternativas (alrededor de un 36% superior), presentando con biogás el escenario con el que se generan menos emisiones durante la cocción. Los restantes gráficos ([Gráficos 10 a 15](#)) permiten visualizar cada elemento en particular. Queda evidenciado el hecho de que para la mayoría de ellos, el uso de leña representa el escenario en el que las emisiones son cuantitativamente más importantes, en especial para el SO_3 ([Gráfico 13](#)) y el PM ([Gráfico 14](#)); en todos estos casos, es igualmente el biogás el combustible con el que se observa menor emisión de cada uno de los elementos; la única excepción para estos hechos la constituye el SO_2 ([Gráfico 12](#)), cuyas emisiones son mayores utilizando gas natural, menos importantes con biogás y mucho menores usando leña.

Es importante reiterar que se ha tratado de demostrar aquí que la población en estudio se encuentra expuesta a las emisiones de elementos tóxicos para su salud, independientemente de que sobrepase o no los límites permitidos, que se encuentran referenciados para periodos de tiempo específicos, por lo que no han sido objeto puntual de enfoque en este trabajo.

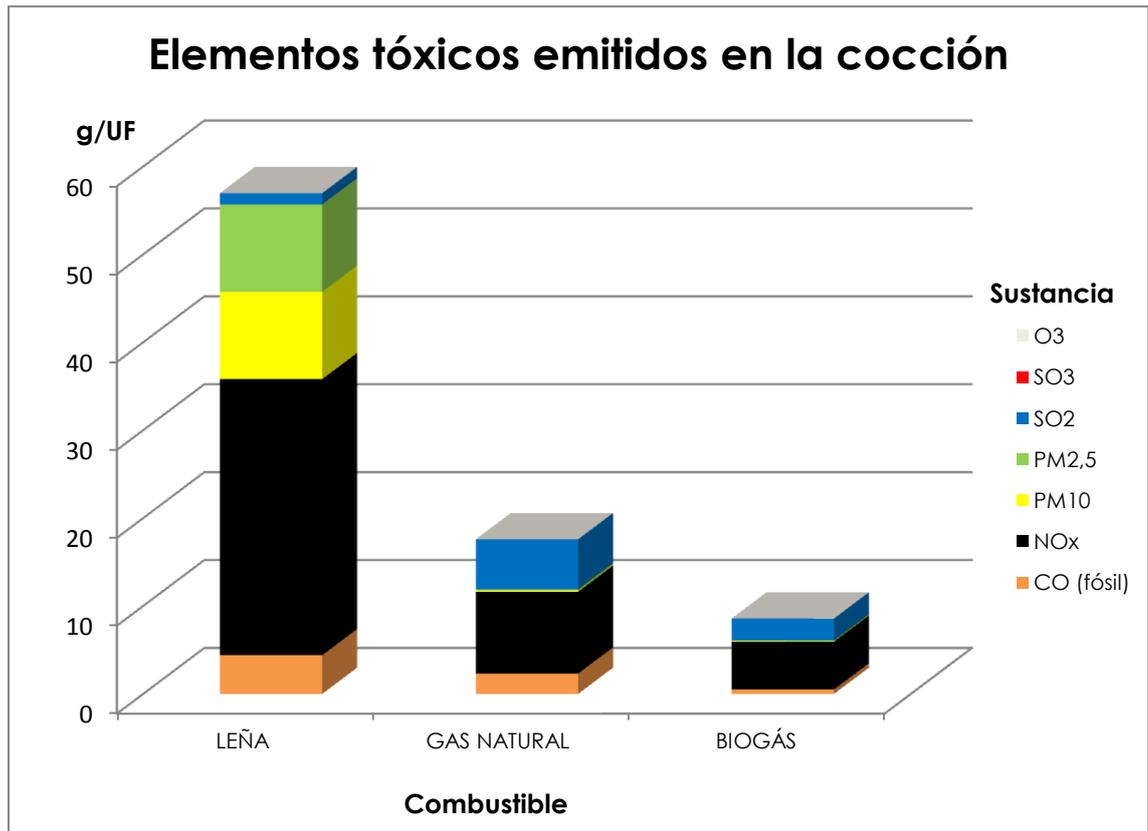


Gráfico 9: Elementos tóxicos emitidos en la cocción. Se muestran las emisiones totales de los contaminantes criterio, por cada combustible.

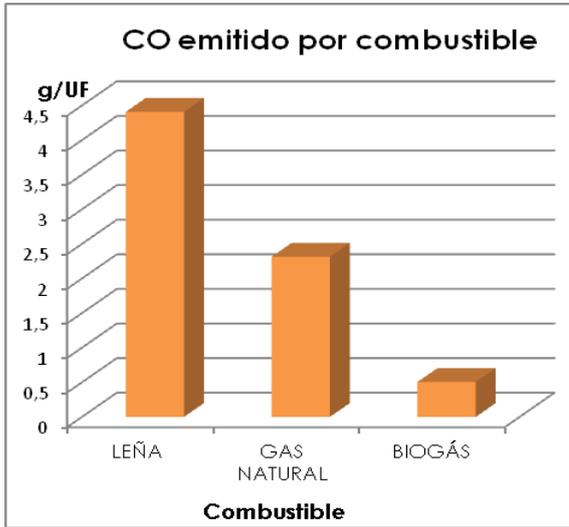


Grafico 10: Emisiones de CO por combustible.

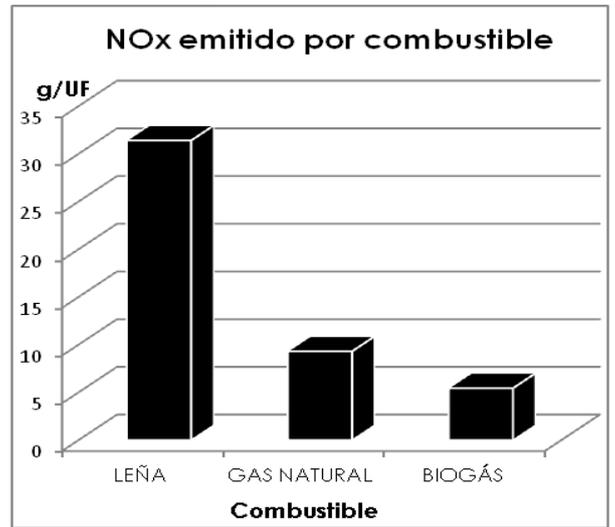


Grafico 11: Emisiones de NOx por combustible.

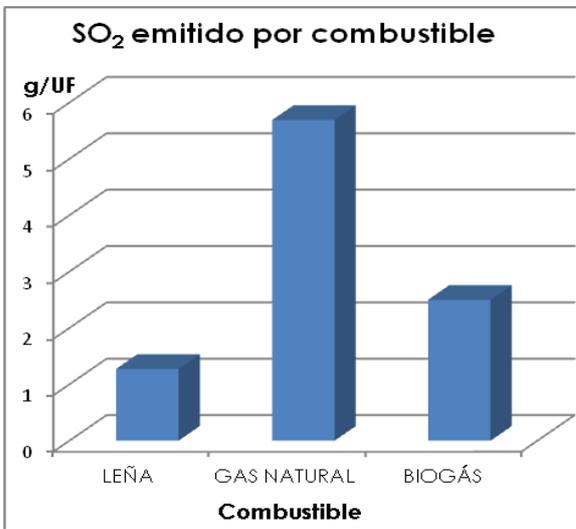


Grafico 12: Emisiones de SO₂ por combustible.

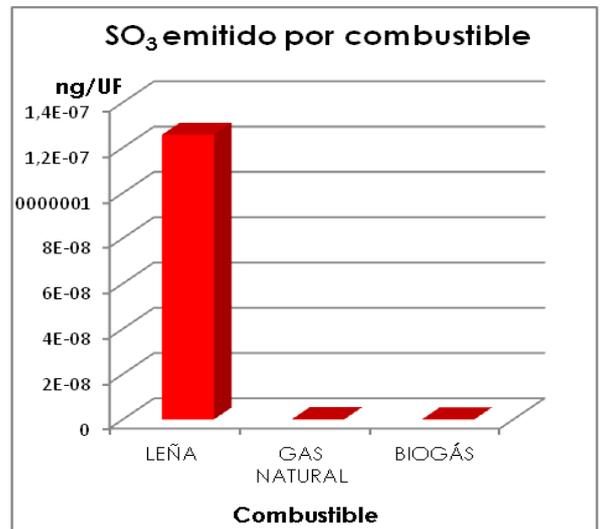


Grafico 13: Emisiones de SO₃ por combustible.

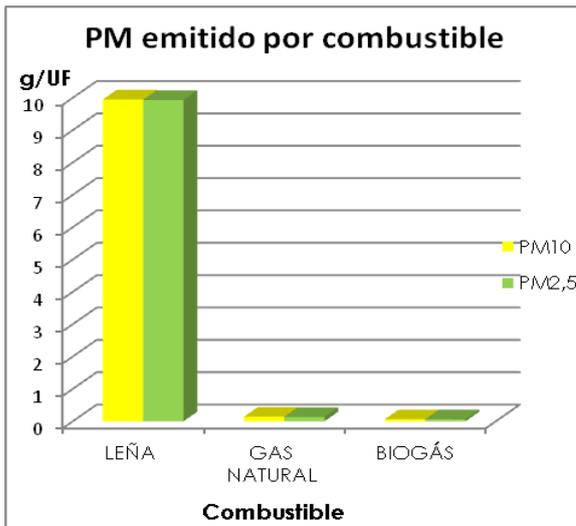


Grafico 14: Emisiones de PM por combustible.

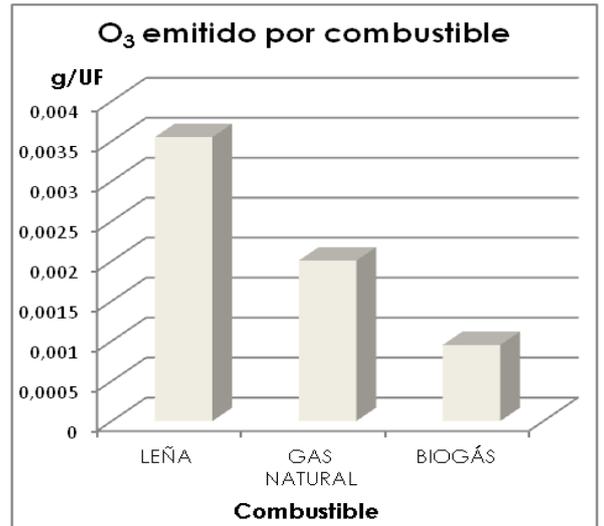


Grafico 15: Emisiones de O₃ por combustible.

En segundo lugar, al contrastar los cuadros 9 (contaminantes criterio) y 10 (enfermedades en El Algarrobal) queda claro que los trabajadores ladrilleros sufren afecciones que podrían estar relacionadas con su actividad laboral; específicamente, se observan enfermedades respiratorias varias, que son las relacionadas con los contaminantes emitidos durante la cocción de los ladrillos.

2.3.4- Revisión del indicador de salud y seguridad

Dada las evidencias presentadas, se considera que es posible ajustar el indicador de salud y seguridad de los trabajadores ladrilleros. En lugar de utilizar el “Tipo de enfermedades frecuentes” –como lo propone López et. al. (2013)- se redefine aquí como el **“Nº de consultas por afecciones respiratorias”**. Éste indicador se considera más adecuado ya que es más específico, al limitar el espectro de enfermedades a aquellas que –de acuerdo al análisis precedente- podrían estar directamente relacionadas con la actividad ladrillera. Además es del tipo cuantitativo, susceptible de ser evaluado a través del tiempo.

De acuerdo a la OMS (2009), la disminución de la exposición a los contaminantes atmosféricos, puede traducirse en una considerable reducción de sus efectos nocivos sobre la salud, significativo especialmente en el caso del PM, para el cual no existe un nivel por debajo del cual desaparezcan tales efectos. Así, con el nuevo indicador podrían evaluarse la evolución en la salud de los trabajadores ladrilleros, tras incorporar las alternativas tecnológicas propuestas en la tesina. Por otro lado, si bien sería más directo determinar niveles de contaminantes criterio en la zona en estudio, las mediciones son costosas tanto instrumental como operativamente; mientras que el indicador propuesto permitiría comenzar la toma de datos de inmediato si así se pretendiera, ya que ésta es información con la que cuentan los centros de atención médica locales.

El indicador debe ser evaluado. Ante todo, es necesario que en futuras investigaciones se profundice en la relación entre la actividad ladrillera y las enfermedades respiratorias asociadas.

Podría ponerse a prueba el indicador en zonas con características semejantes a las del Algarrobal, pero que no estén afectadas por la actividad, y determinar así si el N° de consultas en El Algarrobal es mayor. Es posible que el indicador, deba sufrir algunas modificaciones, como acotar la toma de datos a determinada época del año (a fin de eliminar la influencia de las enfermedades estacionales), a cierto estrato de la población (por ejemplo, la población más vulnerable) o sólo a enfermedades crónicas. Estas actividades podrían ser objeto de futuros estudios o proyectos sobre la temática.

Capítulo IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A través del ACV realizado con enfoque *midpoint* (con en el que se evaluaron los impactos potenciales), se verificó la hipótesis que si en la etapa de cocción de la fabricación de ladrillos artesanales, se reemplaza el uso tradicional de leña por gas natural o biogás -como combustibles alternativos- se reduce significativamente el impacto potencial producido por la actividad ladrillera. Mientras que aplicando el enfoque *endpoint* (con en el que se evaluaron los daños potenciales), se observó que de remplazar la leña por alguna de las alternativas estudiadas, el daño producido por la actividad ladrillera aumenta, aunque no de manera tan notable. Con ambos enfoques resultó ser considerable la influencia del consumo de diesel de la maquinaria utilizada durante la etapa de mezclado, constituyendo el aporte más importante a la generación tanto de impactos –al estudiar los escenarios en los que se usa gas natural o biogás- como de daños -independientemente del combustible empleado durante la cocción-. Las evidencias permiten proponer entonces la hipótesis que *“si en la etapa de mezclado se reemplaza el uso de diesel (o se modifica otro sistema), se reduciría el daño producido por la actividad ladrillera”*, la cual podría ser objeto de futuras investigaciones. Luego, por medio del ASCV, se manifestó la importancia de definir un indicador social adecuado que permita complementar el estudio ambiental. Según la hipótesis implícita subyacente sobre la que se realizó el análisis social, se presentaron pruebas -que podrían estudiarse en profundidad en investigaciones futuras- que demostraron que si en la etapa de cocción de la fabricación de ladrillos artesanales, se reemplaza el uso tradicional de leña por un combustible alternativo, se reduce el perjuicio en la salud humana producido por la actividad ladrillera.

La evaluación conjunta de ambos análisis, demuestra que los cambios tecnológicos en el proceso productivo de la fabricación de ladrillos en El Algarrobal, que pudieran ser incorporados con el fin de disminuir las consecuencias ambientales de la actividad, generan también efectos

directos en la comunidad. Nuevamente en este punto, hay resultados no coincidentes de acuerdo al enfoque analizado. Por un lado, el principal impacto potencial producido y efectivamente asociado al uso de leña como combustible durante la cocción de los ladrillos, se da en la toxicidad humana. Si se utiliza gas natural o biogás, este impacto es sensiblemente menor, así como las emisiones totales de contaminantes atmosféricos criterio, tóxicos para el ser humano. Esto habla de un beneficio directo sobre la sociedad, al resultar positivo en la salud poblacional. Por otro lado, al avanzar en el estudio del mecanismo ambiental (cadena de causa-efecto), se observa que el efecto último de la actividad ladrillera que más impactaría en la sociedad, es la disminución de los recursos naturales no renovables (combustibles fósiles en este caso); mientras que el daño en la salud humana sería -comparativamente en términos cuantitativos- menos importante, y de sustituir la leña por un combustible alternativo permanecería constante, en el mejor de los casos.

La recomendación, es que se incorporen reformas durante las etapas de cocción (uso de combustible alternativo) y mezclado (utilización de otro tipo de combustible o implemento), disminuyendo así el impacto ambiental potencial, generando beneficios al reducir la exposición de la población a elementos perjudiciales para su salud y disminuyendo el daño en los recursos. De ser así, para la elección del combustible han de analizarse las implicaciones de cada alternativa: enfrentar las incertidumbres en torno al uso de biogás, a fin de alcanzar un escenario potencialmente más benigno; o utilizar gas natural, un tipo de combustible conocido, cuyas instalaciones podrían aprovecharse también para abastecer a las viviendas, a costo de obtener un escenario ambiental menos favorable. Así mismo, el límite del sistema debería ampliarse en estudios posteriores, ya que el cambiar el combustible usado involucra reformas que no han sido tenidas en cuenta en la tesina, cuyas consecuencias podrían o no potenciar los beneficios alcanzados tras esta modificación. En cuanto a la etapa de mezclado, es preciso determinar si existen alternativas factibles de implementar y cuáles son sus efectos.

Los resultados obtenidos han sido fundamentales para la continuación de estudios en este tema. Asimismo, son pioneros en la determinación de daños potenciales del ciclo de vida de

los ladrillos tradicionales, comercializados para fabricar muros en el sector de la construcción. Por tanto, pueden ser la base de estudios que profundicen sobre los cambios que deben ser aplicados en el proceso de fabricación de ladrillos y en la metodología de su determinación, para lograr mejoras en las condiciones socioambientales vinculadas a la actividad. Se puede afirmar que fue alcanzado el objetivo de la tesina, tras haber demostrado la hipótesis enunciada en cuanto a la disminución de los impactos potenciales, y abrir el camino a la formulación de nuevas hipótesis de trabajo, con el fin de continuar la línea de investigación comenzada en la evaluación de los daños potenciales. Fue posible a través de la metodología aplicada, elaborar recomendaciones respecto al uso de diferentes combustibles durante la cocción de ladrillos artesanales, evaluando su conveniencia desde diferentes puntos de vista: ambiental y social. Se demostró de esta manera, que es necesario contar con una visión amplia de la realidad y tomar decisiones basadas en una consensuada y consiente priorización de objetivos, dado que toda modificación beneficiosa en un aspecto, conlleva costos de oportunidad en otro. Ello se deberá tener en cuenta, especialmente por los responsables de tomar decisiones a favor del bien común.

AGRADECIMIENTOS

A mamá y a papá. Por su amor incondicional.

A mi hermano y mi hermana. Porque sé que están ahí para lo que sea.

A mis hermanos/as de fe. Por sus oraciones, por su interés, por su ayuda de diferentes maneras.

A esos hermanos/as que se convirtieron en amigos/as, confidentes, consejeros/as, referentes, compañeros/as de servicio, esos/as que comparten un mismo destino, ustedes saben...

A los/as amigos/as de la vida, los/as de siempre, los/as de ahora, los/as que pasaron. Por su aliento y su compañía.

A mis compañeros/as de estudio. Por tantas horas de insomnio, de mates, de charlas, de risas, de apoyo mutuo, y porque saben mejor que nadie lo que esto significa.

A mis profesores/as, a aquellos/as que ejercen su profesión con vocación y servicio. Gracias por enseñar, por formar, por apoyar y por sobre todo, por inspirar.

A Bárbara, mi directora. Gracias por tu aliento, por acompañarme en el último tramo de esta carrera; gracias por tu ejemplo como profesional, pero por sobre todo, como persona.

Al grupo de investigación CLIOPE. Por abrirme las puertas de su lugar de trabajo y brindarme todo lo que necesitaba para llevar a cabo esta labor.

Gracias...

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENA, A.P.; CIVIT, B. & DA SILVA, S. M. (2008). *Perfil ambiental de la producción de ladrillos en Mendoza: Caso de estudio en El Algarrobal*. Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería 2008 EnIDI 2008, Mendoza, Argentina.
- ARENA, AP; MITCHELL, J & CIVIT, B (2007). *Evaluación de ciclo de vida de materiales mampuestos alternativos. Uso de factores de caracterización regionales*. IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, Brasil. ISBN 978-85-89478-20-5.
- BARE, J.; NORRIS, G. A.; PENNINGTON, D. P. & MCKONE, T. (2003). *Tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts (TRACI)*. Journal of Industrial Ecology. Vol. 6, Number 3–4. p:49-78.
- BENOÎT, C.; NORRIS, G. A.; VALDIVIA, S.; CIROTH, A.; MOBERG, A.; BOS, U.; PRAKASH, S.; UGAYA, C. & BECK T. (2010). *The guidelines for social life cycle assessment of products: just in time!* The international journal of life cycle assessment, 2010, vol. 15, nº 2, p. 156-163.
- CARDOSO, M. M. & FRITSCHY, B. A. (2012). *Revisión de la definición de espacio rururbano y sus criterios de delimitación. Contribuciones científicas*. GAEA: Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Buenos Aires, 27-39.
- CHAMBULEYORON, M.; CORREA, E.; PATTINI, A.; ARENA, P. (2003). *Análisis comparativo de metodologías cuantitativas y cualitativas de ecodiseño: Un aporte para el desarrollo sustentable de productos*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 7, nº2, 12.01-12.06. ISSN 0329-5184. La Plata, Argentina 2003.
- CIVIT, B.; LÓPEZ, M.; ARENA, A. P.; CURADELLI, S.; ALLENDE, D. & PIASTRELLINI, R. (2012). *Huella de carbono de la fabricación de ladrillos artesanales: Uso de distintas alternativas*

- de combustible en El Algarrobal, Mendoza.* III Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida de Produtos e Serviços - 03 a 06 de setembro de 2012, Maringá – PR – Brasil.
- CIVIT, B. (2009). *Sostenibilidad ambiental: Desarrollo de indicadores regionales para su aplicación en estudios de Análisis de Ciclo de Vida en la región árida del centro oeste argentino.* Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza Argentina. ISBN 978-987-9126-91-2.
- CLIOPE, grupo de investigación. (2012). Encuestas en la escuela 4-143, El Algarrobal, Las Heras, Mendoza. Realizadas durante noviembre de 2012, en el marco del proyecto “Estudio de la sostenibilidad ambiental, social y económica en la producción de ladrillos artesanales en Mendoza”.
- CODES, M. I.; ROBLEDO, S. B.; ALESSANDRO, M. & MAFFEI, A. (2002). *Impacto ambiental de las ladrilleras en El Algarrobal, Departamento de Las Heras, Mendoza, Argentina.* Facultad de Filosofía y Letras, UNCuyo. Mendoza.
- DE MONTE, D. P. & DÍAZ, O. E. (2011). *La industria ladrillera: Actividad milenaria, millonaria y postergada.* 2º Edición Concurso Bicentenario De La Patria: Premios Bialeto Massé. Ministerio De Trabajo De La Provincia De Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- DEIE (Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas). (2001). *Información censal nacional de población, hogares y viviendas 2001 por distrito: Las Heras. Mendoza*
- DEIE (Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas). (2012). *Las Heras: Mendoza, 1991-2012.* Mendoza.
- EPA (Environmental Protection Agency). (2013). *Air quality guide for Particle Pollution*
- EPA (Environmental Protection Agency). (2011). *Air quality guide for nitrogen dioxide*
- GOBIERNO DE MENDOZA - Ministerio de Ambiente y Obras Públicas - Subsecretaría de Medio Ambiente. (2006). *Informe ambiental 2006.* Mendoza, Argentina.
- IRAM-ISO (Instituto Argentino de Normalización y Certificación - International Organisation for Standardisation). (2008). *Norma Argentina 14044:2008 Gestión ambiental - Análisis de Ciclo de Vida - Requisitos y directrices.*

- ISO (International Organisation for Standardisation). (2006a). *ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*.
- ISO (International Organisation for Standardisation). (2006b). *ISO 14044:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*.
- JOLLIET, O.; MÜLLER-WENK, R.; BRENT, A.; GOEDKOOP, M.; HEIJUNGS, R.; ITSUBO, N.; PEÑA, C.; PENNINGTON, D.; POTTING, J. (2004). *The LCIA Midpoint-damage framework of the UNEP/SETAC life cycle initiative*. Int J Life Cycle Assess 9:394–404.
- LÓPEZ, M.; CIVIT, B.; CURADELLI, S.; PIASTRELLINI, R. & ARENA, A. P. (2013). *Evaluación social del ciclo de vida de la producción de ladrillos en El Algarrobal, Mendoza: Selección preliminar de indicadores*. CILCA 2013. 24 – 27 de marzo, Mendoza, Argentina.
- MITCHELL, J. & ARENA, A.P. (2001). *Evaluación ambiental comparativa de materiales mampuestos aplicados en muros de viviendas en regiones áridas andinas*. Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente. Vol 4, Nº 1.
- OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD). (2014). www.who.int/es/ [consulta online febrero de 2014].
- OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD). (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de los riesgos*. Ginebra, Suiza.
- OTyA (OBSERVATORIO DE TRABAJO INFANTIL Y ADOLESCENTE). (2012). *Trabajo infantil en hornos de ladrillos, Las Heras, Mendoza: Diagnóstico y propuestas a partir de un estudio rápido*. Dirección de prensa y comunicaciones. Mendoza.
- ReCiPe. (2014). <http://www.lcia-recipe.net/> [consulta online Marzo 2014]
- ReCiPe. (2009). *A life Cycle Impact assessment method which comprises category indicators at the Midpoint and the Endpoint level*.
- UNEP (United Nations Environment Programme). (2013). *The methodological sheets for sub-categories in social life cycle assessment (S-LCA)*. Gotemburgo, Suecia.

UNEP (United Nations Environment Programme). (2004). *¿Por qué adoptar un enfoque de ciclo de vida?* ISBN: 92-807-24500-9

UNEP/SETAC Life Cycle Initiative (United Nations Environment Programme/ Society of Environmental Toxicology And Chemistry). (2009). *Guidelines for social life cycle assessment of products. united nations environment programme.* ISBN: 978-92-807-3021-0 - DTI/1164/PA.

UNITED NATIONS. (1987). *Report of the world commission on environment and development: our common future.* Suecia.

WORLD RESOURCE INSTITUTE. (2011). *Product life cycle accounting and reporting standard. e-reader version.* 149 pp, disponible en <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard>.

ANEXOS

Anexo I: Cálculos realizados a partir de datos de la DEIE (72)

Anexo II: Cálculos realizados para cargar las entradas del inventario al software (73)

Anexo III: Entradas cargadas al software y salidas emitidas por el software (74)

III.A- Entradas (74)

III.B- Salidas (77)

Anexo IV: Tablas de resultados normalizados para el ACV (80)

IV.A- Enfoque *midpoint* (80)

IV.B- Enfoque *endpoint* (81)

Anexo V: Tabla de resultados de emisiones de elementos tóxicos (82)

ANEXO I CÁLCULOS REALIZADOS A PARTIR DE DATOS DE LA DEIE

Datos DEIE para realizar cálculos presentados en la tesina											
Datos DEIE (2012). "Las Heras. Mendoza, 1991-2012"											
DATO	VALOR	UBICACIÓN									
Población total Mendoza	1.738.929	Cuadro 2.1.1 Pág. 266									
Población total Las Heras	203.666	Cuadro 2.1.1 Pág. 266									
% de población mendocina que habita en Las Heras	11,71	Calculado									
Datos DEIE (2001). "Información Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 por Distrito. Las Heras"											
DATOS (en Cuadro 8)			Calculado	DATOS (en Cuadro 7)			Calculado	DATOS (en cuadro 9)			Calculado
Distrito	Población c/NBI	Población total	% de población con NBI	Distrito	Población de 10 años o + analfabeta	Población de 10 años o + total	% de población de 10 años o + analfabeta	Distrito	Población s/obra social	Población total	% de población s/obra social
El Borbollon	1553	3856	40,27	El Borbollon	210	2735	7,68	El Borbollon	3093	3856	80,21
El Pastal	474	1339	35,40	El Pastal	63	962	6,55	El Pastal	1068	1339	79,76
El Algarrobal	3672	12062	30,44	El Algarrobal	433	9031	4,79	El Algarrobal	9050	12062	75,03
Capdevilla	1275	4790	26,62	Capdevilla	154	3559	4,33	Capdevilla	3462	4790	72,28
El Resguardo	5368	21575	24,88	Uspallata	139	3799	3,66	El Resguardo	14149	21575	65,58
El Plumerillo	6812	34550	19,72	El Resguardo	451	16313	2,76	El Plumerillo	20622	34550	59,69
Uspallata	844	5217	16,18	El Plumerillo	677	26812	2,52	Panquehua	6828	12089	56,48
Panquehua	1901	12089	15,73	El Challao	414	18912	2,19	El Challao	11585	23623	49,04
El Challao	3003	23623	12,71	Panquehua	181	9521	1,90	Uspallata	2456	5217	47,08
Las Cuevas	27	283	9,54	Cdd	372	29203	1,27	Cdd	16115	34990	46,06
Cdd	2744	34990	7,84	El Zapallar	158	12683	1,25	El Zapallar	7071	15371	46,00
El Zapallar	1193	15371	7,76	La Cieneguita	81	10715	0,76	La Cieneguita	4396	13217	33,26
La Cieneguita	709	13217	5,36	Las Cuevas		225	0,00	Las Cuevas	94	283	33,22

ANEXO II CÁLCULOS REALIZADOS PARA CARGAR LAS ENTRADAS DEL INVENTARIO AL SOFTWARE

ENTRADAS IDENTIFICADAS EN EL INVENTARIO CARGADAS AL SOFTWARE										
UF	Unidad	kg/ladrillo	kg/UF	Otros datos				VALOR/UF		
50	ladrillos	2,5	125							
ENTRADA	VALOR BRUTO	Unidad	Fuente	DENSIDAD	Unidad PCI	Unidad	kg/UF	m ³ /UF	t.km/UF	kcal/UF
Arcilla	1,7	kg/ladrillo	Cortesía de Arena, P.				85			
Arena	0,5	kg/ladrillo	Cortesía de Arena, P.				25			
Agua	2	kg/ladrillo	Cortesía de Arena, P.				100	0,1		
Aserrín	0,3	kg/ladrillo	Cortesía de Arena, P.	200	kg/m ³		15			
Diesel	28	l/Km	Civit et. al. (2013)	0,845	kg/l		13,652			
	0,01154	km/ladrillo	Cortesía de Arena, P.							
Leña	0,5	kg/ladrillo	Civit et. al. (2013)			2300 kcal/kg	25			57500
Gas natural	0,139	m ³ /ladrillo	Calculado			8300 Kcal/m ³		6,928		57500
Biogás	0,329	kg/ladrillo	Calculado			3500 Kcal/Kg		16,429		57500
Transporte arena	12,5	kg.km/ladrillo	Cortesía de Arena, P.						0,625	
Transporte aserrín	6	kg.km/ladrillo	Cortesía de Arena, P.						0,3	
Transporte leña	5312,5	kg.km/UF	Cortesía de Arena, P.						5,3125	

ANEXO III ENTRADAS CARGADAS AL SOFTWARE Y SALIDAS EMITIDAS POR EL SOFTWARE

III.A- Entradas

III.A.A- Leña

SimaPro 7.3	proceso	Fecha:	14/03/2014	Período:
Proyecto	Ladrillos	Anaía		
Process				
Category type	material			
Process identifier	FUTN-FRM18481700003			
Type	Unit process			
Process name				
Status				
Time period	2010 and after			
Geography	South and Central America			
Technology	Unspecified			
Representativeness	Average from a specific process			
Multiple output allocation	Not applicable			
Substitution allocation	Not applicable			
Cut off rules	Less than 1% (physical criteria)			
Capital goods	First order (only primary flows)			
Boundary with nature	Not applicable			
Infrastructure	No			
Date	21/11/2013			
Record Generator				
Literature references				
Collection method				
Data treatment				
Verification				
Comment				
Allocation rules				
System description				
PRODUCTS				
Ladrillo macizo	125 kg		100	Others
RESOURCES				
Clay, unspecified, in ground	85 kg			Indefinido
Water, fresh	0,1 m3			Indefinido
MATERIALS/FUELS				
Sand, at mine/CH U	25 kg			Indefinido
Wood chips, mixed, from industry, u=40%, at plant/RER U	0,075 m3			Indefinido
Diesel, at regional storage/RER U	13,652 kg			Indefinido
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	0,625 tkm			Indefinido
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	0,3 tkm			Indefinido
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	5,313 tkm			Indefinido
ELECTRICITY/HEALT				
Logs, mixed, burned in furnace 30kW/CH U	57500 kcal			Indefinido

III.A.B- Gas natural

SimaPro 7.3	proceso	Fecha:	14/03/2014	Período:
Proyecto	Ladrillos Anaía GAS			
Process				
Category type	material			
Process identifier	FUTN-FRM18548300001			
Type	Unit process			
Process name	Ladrillos LEÑA			
Status	To be reviewed			
Time period	2010 and after			
Geography	South and Central America			
Technology	Unspecified			
Representativeness	Average from a specific process			
Multiple output allocation	Not applicable			
Substitution allocation	Not applicable			
Cut off rules	Less than 1% (physical criteria)			
Capital goods	First order (only primary flows)			
Boundary with nature	Not applicable			
Infrastructure	No			
Date	21/11/2013			
Record				
Generator				
Literature references				
Collection method				
Data treatment				
Verification				
Comment				
Allocation rules				
System description				
PRODUCTS				
Ladrillo macizo	125 kg		100 Others	
RESOURCES				
Clay, unspecified, in ground	85 kg		Indefinido	
Water, fresh	0,1 m3		Indefinido	
MATERIALS/FUELS				
Sand, at mine/CH U	25 kg		Indefinido	
Wood chips, mixed, from industry, u=40%, at plant/RER U	0,075 m3		Indefinido	
Diesel, at regional storage/RER U	13,652 kg		Indefinido	
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	0,625 tkm		Indefinido	
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	0,3 tkm		Indefinido	
ELECTRICITY/HEAT				
Natural gas, burned in industrial furnace >100kW/RER U	57500 kcal		Indefinido	

III.A.C- Biogás

SimaPro 7.3	proceso	Fecha:	14/03/2014	Período:
Proyecto	Ladrillos Anaía BIOGAS			
Process				
Category type	material			
Process identifier	FUTN-FRM18559300001			
Type	Unit process			
Process name	Ladrillos LEÑA			
Status	To be reviewed			
Time period	2010 and after			
Geography	South and Central America			
Technology	Unspecified			
Representativeness	Average from a specific process			
Multiple output allocation	Not applicable			
Substitution allocation	Not applicable			
Cut off rules	Less than 1% (physical criteria)			
Capital goods	First order (only primary flows)			
Boundary with nature	Not applicable			
Infrastructure	No			
Date	21/11/2013			
Record				
Generator				
Literature references				
Collection method				
Data treatment				
Verification				
Comment				
Allocation rules				
System description				
PPRODUCTS				
Ladrillo macizo	125	kg	100	Others
RESOURCES				
Clay, unspecified, in ground			85	kg
				Indefinido
Water, fresh			0,1	m3
				Indefinido
MATERIASL/FUELS				
Sand, at mine/CH U	25	kg		Indefinido
Wood chips, mixed, from industry, u=40%, at plant/RER U	0,075	m3		Indefinido
Diesel, at regional storage/RER U	13,652	kg		Indefinido
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	0,625	tkm		Indefinido
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	0,3	tkm		Indefinido
ELECTRICITY/HEAT				
Heat, at cogen, biogas agricultural mix, allocation exergy/CH U	57500	kcal		Indefinido

III.B.B- Gas natural

SimaPro 7.3		Inventario	Fecha:	18/03/2014	Período:								
Proyecto		Ladrillos Anaía GAS											
Calculation:		Analizar											
Results:		Inventario											
Product:		125 kg Ladrillo macizo (of project Ladrillos Anaía GAS)											
Método:		ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 / World ReCiPe H											
Indicador:		Inventario											
Unidad:		?											
Default units:		Sí											
Excluir procesos de infraestructura:		Sí											
Excluir emisiones a largo plazo:		Sí											
Sorted on item:		Sustancia											
Sort order:		Ascendente											
N°	Sustancia	Compartim ento	Unidad	Total	Sand, at mine/CH U	Wood chips, mixed, from industry, u=40%, at plant/RER U	Diesel, at regional storage/RE R U	Transport, lorry 3.5- 16t, fleet average/RE R U	Transport, lorry 3.5- 16t, fleet average/RE R U	Natural gas, burned in industrial furnace >100kW/RE R U			
1	1-Butanol	Aire	pg	571,644601	0,04382057	527,878123	43,2596484	0,10376071	0,04980514	0,3094429			
2	1-Butanol	Agua	ng	4,57628002	0,00408561	1,44984655	2,96242227	0,00669704	0,00321458	0,15001397			
3	1-Pentanol	Aire	pg	277,415871	0,18505398	265,785621	8,92853451	0,02074583	0,009958	2,4859577			
4	1-Pentanol	Agua	pg	665,806959	0,4441297	637,894344	21,4284943	0,04979002	0,02389921	5,96630164			
5	1-Pentene	Aire	pg	209,63736	0,13984172	200,848605	6,74712089	0,01567722	0,00752507	1,8785902			
6	1-Pentene	Agua	pg	503,139728	0,33561933	482,046758	16,1930582	0,03762526	0,01806013	4,50860727			
7	1-Propanol	Aire	ng	26,2252032	0,00172372	26,1007614	0,09580737	0,00022172	0,00010643	0,02658254			
8	1-Propanol	Agua	ng	6,3617665	0,0006882	6,31654072	0,03449678	8,0158E-05	3,8476E-05	0,00992216			
9	1,4-Butanediol	Aire	ng	1,8519459	0,00025778	1,54873333	0,30004016	0,00071855	0,00034491	0,00185116			
10	1,4-Butanediol	Agua	pg	740,783703	0,1031138	619,497815	120,016918	0,28742377	0,13796341	0,74046958			
11	2-Aminopropanol	Agua	pg	445,584105	0,00892248	444,780938	0,61803876	0,00144287	0,00069258	0,17407009			
12	2-Aminopropanol	Agua	ng	1,12118685	2,2297E-05	1,11918608	0,00153712	3,5879E-06	1,7222E-06	0,00043604			
13	2-Butene, 2-methyl-	Aire	pg	0,04651138	3,1378E-05	0,04455084	0,00149555	3,4756E-06	1,6683E-06	0,00042847			
14	2-Methyl-1-propanol	Aire	pg	967,036661	0,35633614	909,159741	52,7918279	0,12547541	0,0602282	4,54305272			
15	2-Methyl-1-propanol	Agua	ng	2,32085289	0,00085519	2,1819482	0,1267007	0,00030114	0,00014455	0,01090311			
16	2-Methyl-2-butene	Agua	pg	0,11162897	7,5309E-05	0,1069236	0,00358937	8,3415E-06	4,0039E-06	0,00102834			
17	2-Nitrobenzoic acid	Aire	pg	804,656726	0,01394543	803,28382	1,0700955	0,00250332	0,00120159	0,28516005			
18	2-Propanol	Aire	ng	182,075162	0,23550456	2,65421717	169,77099	0,38296574	0,18882356	8,84766076			
19	2-Propanol	Agua	ng	3,1659098	0,00013783	3,15537015	0,00812706	1,8941E-05	9,0915E-06	0,00224674			
20	2,4-D	Suelo	ng	559,016675	0,45167113	0,92823115	554,09829	1,3296306	0,63822269	1,57062866			
Continúa...													
702	Wood, unspecified, standing/m³	Crudo	mm³	0,33275229	0,0004719	0,00058974	0,32213686	0,00073935	0,00035489	0,00845956			
703	Xenon-131m	Aire	Bq	1,18940137	0,32506965	0,15750359	0,56566634	0,00323387	0,00155226	0,14547566			
704	Xenon-133	Aire	Bq	38,9373013	11,894551	4,97881938	17,3802159	0,11169478	0,0536135	4,51840679			
705	Xenon-133m	Aire	mBq	139,280551	11,9285988	22,1442135	82,7008238	0,2571002	0,1234081	22,1264065			
706	Xenon-135	Aire	Bq	15,8806508	4,75821945	2,04378624	7,15091008	0,04512231	0,02165871	1,86095404			
707	Xenon-135m	Aire	Bq	9,50106109	2,99904878	1,2011924	4,17611351	0,02770426	0,01329804	1,08370411			
708	Xenon-137	Aire	mBq	209,346042	94,4301971	22,4535843	73,0071427	0,74231422	0,35631082	18,3564929			
709	Xenon-138	Aire	Bq	1,75693119	0,70490135	0,20084301	0,67145055	0,00582233	0,00279472	0,17111923			
710	Xylene	Aire	mg	87,5630829	0,14827626	1,22569305	84,7534289	0,21437789	0,10290139	1,11840536			
711	Xylene	Agua	mg	98,6646144	0,07706522	0,11456579	98,0311913	0,20332909	0,09759796	0,14086496			
712	Zinc	Aire	mg	1,57388029	0,01827813	0,0744423	1,12465812	0,20356233	0,09770992	0,0552295			
713	Zinc	Suelo	mg	1,42162077	0,00219815	0,08187183	0,40749852	0,61936525	0,29729532	0,0133917			
714	Zinc-65	Aire	µBq	1,49480316	0,75947874	0,14826243	0,46415691	0,00569679	0,00273446	0,11447383			
715	Zinc-65	Agua	mBq	3,68788461	1,8737383	0,36578376	1,14513883	0,01405477	0,00674629	0,28242266			
716	Zinc, 9.0% in sulfide, Zn 5.3%, Pb, Ag	Crudo	mg	1,75558342	0,5978751	0,02708714	1,10281757	0,0025782	0,00123753	0,02398788			
717	Zinc, ion	Agua	mg	71,338702	0,06214259	0,18278757	69,8304561	0,7661312	0,36774297	0,12944158			
718	Zirconium	Aire	ng	6,83411299	4,53795579	1,12049763	0,59390337	0,0011836	0,00056813	0,58000446			
719	Zirconium-95	Aire	µBq	1,46111335	0,74236163	0,14482089	0,45369577	0,0055684	0,00267283	0,11189382			
720	Zirconium-95	Agua	µBq	42,7067355	21,6984137	4,23587823	13,261028	0,16275822	0,07812394	3,27053337			
721	Zirconium, 50% in zircon, 0.39% in cr	Crudo	ng	39,9975641	0,05191396	0,44327032	37,42653	0,08442501	0,040524	1,95090082			

III.B.C- Biogás

SimaPro 7.3 Proyecto		Inventario	Fecha:	18/03/2014	Período:							
		Ladrillos Anaía BIOGAS										
Calculation:		Analizar										
Results:		Inventario										
Product:		125 kg Ladrillo macizo (of project Ladrillos Anaía BIOGAS)										
Método:		ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 / World ReCiPe H										
Indicador:		Inventario										
Unidad:		?										
Default units:		Sí										
Excluir procesos de infraestructura:		Sí										
Excluir emisiones a largo plazo:		Sí										
Sorted on item:		Sustancia										
Sort order:		Ascendente										
Nº	Sustancia	Compartim ento	Unidad	Total	Sand, at mine/CH U	Wood chips, mixed, from industry, u=40%, at plant/RER U	Diesel, at regional storage/RE R U	Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RE R U	Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RE R U	Heat, at cogen, biogas agricultural mix, allocation exergy/CH U		
1	1-Butanol	Aire	pg	571,637504	0,0438841	527,878123	43,2596213	0,10376064	0,04980518	0,30230988		
2	1-Butanol	Agua	ng	4,449216	0,00407894	1,44984655	2,96242069	0,00669703	0,00321457	0,02295821		
3	1-Pentanol	Aire	pg	275,354984	0,18505397	265,785621	8,92853451	0,02074583	0,009958	0,42507081		
4	1-Pentanol	Agua	pg	660,860828	0,44412969	637,894344	21,4284943	0,04979002	0,02389921	1,02017037		
5	1-Pentene	Aire	pg	208,079987	0,13984172	200,848605	6,74712089	0,01567722	0,00752507	0,32121781		
6	1-Pentene	Agua	pg	499,402042	0,33561933	482,046758	16,1930582	0,03762526	0,01806013	0,77092102		
7	1-Propanol	Aire	ng	26,2027871	0,00172305	26,1007614	0,09580724	0,00022172	0,00010643	0,00416719		
8	1-Propanol	Agua	ng	6,35346437	0,0006882	6,31654072	0,03449678	8,0158E-05	3,8476E-05	0,00162004		
9	1,4-Butanediol	Aire	ng	1,85212962	0,00027695	1,54873334	0,30003161	0,00071852	0,00034491	0,00202428		
10	1,4-Butanediol	Agua	pg	740,857192	0,1107816	619,497819	120,013498	0,28741047	0,13796566	0,80971652		
11	2-Aminopropanol	Aire	pg	445,43411	0,00892248	444,780938	0,61803876	0,00144287	0,00069258	0,02407486		
12	2-Aminopropanol	Agua	ng	1,12081098	2,2297E-05	1,11918608	0,00153712	3,5879E-06	1,7222E-06	6,0173E-05		
13	2-Butene, 2-r	Aire	pg	0,04614872	2,7164E-05	0,04455079	0,00149439	3,4739E-06	1,6675E-06	7,1236E-05		
14	2-Methyl-1-propanol	Aire	pg	963,486466	0,35633614	909,159741	52,7918279	0,12547541	0,0602282	0,9928573		
15	2-Methyl-1-propanol	Agua	ng	2,31233261	0,00085519	2,1819482	0,1267007	0,00030114	0,00014455	0,00238283		
16	2-Methyl-2-butanol	Agua	pg	0,11075859	6,5196E-05	0,1069235	0,00358658	8,3374E-06	4,002E-06	0,00017097		
17	2-Nitrobenzol	Aire	pg	804,410366	0,01394543	803,28382	1,0700955	0,00250332	0,00120159	0,03880001		
18	2-Propanol	Aire	ng	174,546215	0,23546824	2,65422132	169,770926	0,38296563	0,18382351	1,31880972		
19	2-Propanol	Agua	ng	3,16400729	0,00013783	3,15537015	0,00812706	1,8941E-05	9,0915E-06	0,00034423		
20	2,4-D	Suelo	ng	561,049749	0,45167113	0,92823115	554,09829	1,3296306	0,63822269	3,60370259		
Continúa...												
702	Wood, unspecified	Crudo	mm3	0,32637191	0,0004719	0,00058974	0,32213686	0,00073935	0,00035489	0,00207918		
703	Xenon-131m	Aire	Bq	1,96908787	0,32506965	0,15750359	0,55656634	0,00323387	0,00155226	0,92516216		
704	Xenon-133	Aire	Bq	68,2614707	11,894551	4,97881938	17,3802159	0,11169478	0,0536135	33,8425761		
705	Xenon-133m	Aire	mBq	151,308446	11,9285988	22,1442135	82,7008238	0,2571002	0,1234081	34,1543018		
706	Xenon-135	Aire	Bq	27,5585152	4,75821945	2,04378624	7,15091008	0,04512231	0,02165871	13,5388184		
707	Xenon-135m	Aire	Bq	16,9496226	2,99904878	1,2011924	4,17611351	0,02770426	0,01329804	8,5322656		
708	Xenon-137	Aire	mBq	459,450058	94,4301971	22,4535843	73,0071427	0,74231422	0,35631082	268,460509		
709	Xenon-138	Aire	Bq	3,59022889	0,70490135	0,20084301	0,67145055	0,00582233	0,00279472	2,00441694		
710	Xylene	Aire	mg	87,1891707	0,14827627	1,22569305	84,7534289	0,21437789	0,10290139	0,74449319		
711	Xylene	Agua	mg	99,0754472	0,07706522	0,11456579	98,0311913	0,20332909	0,09759796	0,55169783		
712	Zinc	Aire	mg	1,54322568	0,01827813	0,0744423	1,12465812	0,20356233	0,09770992	0,02457489		
713	Zinc	Suelo	mg	1,48404838	0,00219815	0,08187183	0,40749852	0,61936525	0,29729532	0,0758193		
714	Zinc-65	Aire	µBq	3,53908591	0,75947874	0,14826243	0,46415691	0,00569679	0,00273446	2,15875657		
715	Zinc-65	Agua	mBq	8,73141076	1,8737383	0,36578376	1,14513883	0,01405477	0,00674629	5,32594881		
716	Zinc, 9.0% in	Crudo	mg	1,74082018	0,5978751	0,02708714	1,10281757	0,0025782	0,00123753	0,00922464		
717	Zinc, ion	Agua	mg	71,7091799	0,06214259	0,18278757	69,8304561	0,7661312	0,36774297	0,49991954		
718	Zirconium	Aire	ng	6,29107186	4,53795579	1,12049763	0,59390337	0,0011836	0,00056813	0,03696333		
719	Zirconium-95	Aire	µBq	3,45932212	0,74236163	0,14492089	0,45369577	0,0055684	0,00267283	2,1101026		
720	Zirconium-95	Agua	µBq	101,112179	21,6984137	4,23587823	13,261028	0,16275822	0,07812394	61,6759772		
721	Zirconium, 50	Crudo	ng	38,3373923	0,05190641	0,44327032	37,4265304	0,084425	0,040524	0,29073616		

**ANEXO IV
TABLAS DE RESULTADOS NORMALIZADOS PARA EL ACV**

IV.A- Enfoque *midpoint*

IV.A.A- Leña

		ENTRADAS						
		Desde la tecnosfera			Transporte		Calor/Energía	
CATEGORÍA DE IMPACTO	Unidad	Arena	Aserrín	Diesel	Arena	Aserrín	Leña	Leña
Toxicidad humana	p.año	8,508E-06	8,144E-05	0,0036625	1,385E-05	6,65E-06	0,0001178	0,069036993
Ecotoxicidad terrestre		2,894E-07	3,622E-06	8,165E-05	3,419E-06	1,641E-06	2,906E-05	0,013770354
Agotamiento de combustibles fósiles		1,176E-05	4,803E-05	0,0124451	3,046E-05	1,462E-05	0,0002589	9,02682E-05
Ecotoxicidad de agua dulce		4,535E-06	1,313E-05	0,0049276	1,364E-05	6,545E-06	0,0001159	0,000232365
Formación de material particulado		1,065E-05	2,59E-05	0,0012247	2,339E-05	1,123E-05	0,0001989	0,001227037
Cambio climático		6,87E-06	3,136E-05	0,000848	1,823E-05	8,752E-06	0,000155	0,00010547

IV.A.B- Gas natural

		ENTRADAS					
		Desde la tecnosfera			Transporte		Calor/Energía
CATEGORÍA DE IMPACTO	Unidad	Arena	Aserrín	Diesel	Arena	Aserrín	Gas Natural
Agotamiento de combustible fósil	p.año	1,176E-05	4,803E-05	0,0124451	3,046E-05	1,462E-05	0,00491026
Ecotoxicidad de agua dulce		4,535E-06	1,313E-05	0,0049276	1,364E-05	6,545E-06	1,25721E-05
Toxicidad humana		8,508E-06	8,144E-05	0,0036625	1,385E-05	6,65E-06	0,000138742
Cambio climático		6,87E-06	3,136E-05	0,000848	1,823E-05	8,752E-06	0,002358239
Formación de material particulado		1,065E-05	2,59E-05	0,0012247	2,339E-05	1,123E-05	0,000236751
Ecotoxicidad terrestre		2,894E-07	3,622E-06	8,165E-05	3,419E-06	1,641E-06	3,02047E-06

IV.A.C- Biogás

		ENTRADAS					
		Desde la tecnosfera			Transporte		Calor/Energía
CATEGORÍA DE IMPACTO	Unidad	Arena	Aserrín	Diesel	Arena	Aserrín	Biogás
Agotamiento de combustibles fósil	p.año	1,176E-05	4,803E-05	0,0124451	3,046E-05	1,462E-05	8,67301E-05
Ecotoxicidad de agua dulce		4,535E-06	1,313E-05	0,0049276	1,364E-05	6,545E-06	3,34611E-05
Toxicidad humana		8,508E-06	8,144E-05	0,0036625	1,385E-05	6,65E-06	3,34636E-05
Formación de material particulado		1,065E-05	2,59E-05	0,0012247	2,339E-05	1,123E-05	0,000424604
Cambio climático		6,87E-06	3,136E-05	0,000848	1,823E-05	8,752E-06	0,000282281
Ecotoxicidad terrestre		2,894E-07	3,62E-06	8,165E-05	3,419E-06	1,641E-06	9,77425E-07

IV.B- Enfoque *endpoint*

IV.B.A- Leña

		ENTRADA						
		Desde la tecnosfera			Transporte			Calor/Energía
ÁREA DE PROTECCIÓN	Unidad	Arena	Aserrín	Diesel	Arena	Aserrín	Leña	Leña
Recursos	p.año	9,684E-06	3,957E-05	0,0102416	2,507E-05	1,203E-05	0,0002131	7,4316E-05
Ecosistemas		4,32E-06	0,0002811	0,000269	5,749E-06	2,76E-06	4,887E-05	0,001003456
Salud Humana		5,269E-06	2,008E-05	0,0006438	1,303E-05	6,254E-06	0,0001108	0,000554453

IV.B.B- Gas natural

		ENTRADAS					
		Desde la tecnosfera			Transporte		Calor/Energía
ÁREA DE PROTECCIÓN	Unidad	Arena	Aserrín	Diesel	Arena	Aserrín	Gas natural
Recursos	p.año	1,174E-05	4,796E-05	0,0124129	3,038E-05	1,458E-05	0,004916045
Ecosistemas		7,872E-06	3E-05	0,0009619	1,947E-05	9,34E-06	0,001751804
Salud Humana		8,787E-07	5,713E-05	5,467E-05	1,169E-06	5,609E-07	0,000150115

IV.B.C- Biogás

		ENTRADAS					
		Desde la tecnosfera			Transporte		Calor/Energía
ÁREA DE PROTECCIÓN	Unidad	Arena	Aserrín	Diesel	Arena	Aserrín	Biogás
Recursos	p.año	1,17367E-05	4,7958E-05	0,0124129	3,03842E-05	1,45844E-05	8,65205E-05
Ecosistemas		7,87198E-06	3,00013E-05	0,0009619	1,94667E-05	9,34402E-06	0,000318687
Salud Humana		8,78698E-07	5,71329E-05	5,467E-05	1,16853E-06	5,60893E-07	1,83075E-05

ANEXO V

TABLA DE RESULTADOS DE EMISIONES DE ELEMENTOS TÓXICOS

ELEMENTO TÓXICO	UNIDAD	ESCENARIO		
		LEÑA	GAS NATURAL	BIOGÁS
CO (fósil)	g/UF	12,60754888	8,299621248	6,490090771
NOx	g/UF	62,15853223	30,52533985	26,6618223
PM ₁₀	g/UF	12,57471702	2,239555461	2,164390051
PM _{2,5}	g/UF	12,07732087	1,904602537	1,832371403
SO ₂	g/UF	59,27269935	62,85049531	59,66059447
SO ₃	g/UF	1,76446E-07	5,06547E-08	5,06085E-08
O3	g/UF	0,011573113	0,0098992	0,008844023