

Silvia Curadelli
Miriam López
Roxana Piastrellini
Pablo Arena
Bárbara Civit

**Estudio Socioambiental
de la Producción de
Ladrillos Artesanales en
Mendoza desde la
Perspectiva del Análisis
de Ciclo de Vida**



**Estudio Socioambiental de la
Producción de Ladrillos Artesanales
en Mendoza desde la Perspectiva del
Análisis de Ciclo de Vida**

Estudio socioambiental de la producción de ladrillos artesanales en Mendoza desde la perspectiva del análisis de ciclo de vida / Silvia Curadelli ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-4998-14-9

1. Estudios de Casos. 2. Ladrillos. 3. Impacto Ambiental. I. Curadelli, Silvia
CDD 624.1836

Diseño de tapa: Fernando Cejas



Universidad Tecnológica Nacional – República Argentina

Rector: Ing. Hector Eduardo **Aiassa**

Vicerrector: Ing. Haroldo **Avetta**

Secretaria Académica: Ing. Liliana Raquel **Cuenca Pletsch**



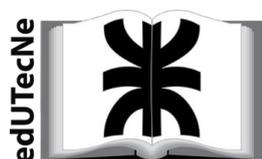
Facultad Regional Mendoza
Universidad Tecnológica Nacional

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza

Decano: Esp. Ing. José **Balacco**

Vicedecano: Ing. Ricardo Antonio **Fuentes**

CLÍOPE, Energía, Ambiente y Desarrollo Sustentable Director: Dr. Ing.
Alejandro Pablo **Arena**



edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional

Coordinador General a cargo: Fernando H. **Cejas**

Área de edición y publicación: Carlos **Busqued**

**Director Colección Energías Renovables, Uso Racional de Energía,
Ambiente:** Dr. Jaime **Moragues.**

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

Queda hecho el depósito que marca la Ley Nº 11.723

© edUTecNe, 2019

Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ)

Buenos Aires, República Argentina

Publicado Argentina – Published in Argentina



ISBN 978-987-4998-14-9



9 789874 998149

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

Agradecimientos

A las familias de ladrilleros de El Algarrobal y El Pastal en el Departamento de Las Heras y a las del Departamento de San Rafael, por su amabilidad, disponibilidad y generosidad brindadas durante las visitas a las ladrilleras.

A Héctor Nápole, Director de la Escuela N° 4-143, por abrirnos las puertas de su institución, y un especial reconocimiento a la Mg. Lic. Nilda Cordón quien, con su constante dedicación y compromiso, ha hecho posible concretar este proyecto.

A los becarios y pasantes del Grupo CLIOPE, muy especialmente a Gabriela Barón, Manuel García, Yemina Maccagno y Macarena Finocchiaro, por su dedicación y compromiso con el proyecto.

Al Dr. David Allende, por su importante aporte y participación activa.

A la Universidad Tecnológica Nacional - UTN, por depositar su confianza y brindarnos los recursos necesarios para realizar este trabajo.

Índice general

Índice de figuras	5
Índice de tablas	7
Prefacio	8
1. Características Generales de la Provincia de Mendoza.....	10
2. Panorama general de la Industria ladrillera	13
2.1 Comienzos de la actividad ladrillera en Mendoza.....	13
2.2 Evolución de la actividad en El Algarrobal.....	14
2.3 Caracterización de la actividad ladrillera	17
2.4 Proceso de fabricación de ladrillos cerámicos artesanales.....	19
2.5 Impactos ambientales asociados a la actividad	26
2.5.1 Sobre el recurso suelo.....	26
2.5.2 Sobre el recurso aire	27
2.5.3 Uso de combustible	28
2.5.4 Uso del agua	29
2.5.5 Alteraciones en el paisaje.....	29
3. Análisis de Ciclo de Vida	31
3.1 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida	31
3.2 Consideraciones metodológicas para el caso de estudio	36
4. Análisis Social de Ciclo de Vida.....	40
4.1 Fundamentos y estructura.....	40
4.2 Consideraciones metodológicas para el caso de estudio	43
4.2.1 Inventario de ciclo de vida	43
4.2.2 Selección de categorías de impacto	44
4.2.3 Definición de indicadores.....	45
5. Impactos ambientales de la producción artesanal de ladrillos cerámicos.....	47
5.1 Perfil ambiental	47
5.1.1 Categorías de punto medio.....	47
5.1.2 Categorías de punto final.....	57
6. Impactos sociales de la producción artesanal de ladrillos cerámicos.....	64
Bibliografía	70

Índice de figuras

Figura 1. Grado de vulnerabilidad de los ecosistemas de Mendoza.....	11
Figura 2. Oasis irrigados de la provincia de Mendoza.....	12
Figura 3. Imagen aérea de la zona ladrillera de El Algarrobal, Mendoza.....	14
Figura 4. Ubicación de la zona de estudio.....	15
Figura 5. Ocupación de la actividad ladrillera entre 1982 y 1991.....	16
Figura 6. Actualización de la ocupación de la actividad ladrillera hasta el año 2013.....	17
Figura 7. Extracción de la tierra durante la fabricación de ladrillos.....	19
Figura 8. Elaboración del “barro” durante la fabricación de ladrillos.....	20
Figura 9. Proceso de moldeado de los ladrillos.....	21
Figura 10. Secado de los adobes.....	21
Figura 11. Preparación del horno.....	22
Figura 12. Cocción de los ladrillos.....	23
Figura 13. Evolución de la temperatura en el interior de un horno artesanal que utiliza leña como combustible.....	24
Figura 14. Desarme del horno ladrillero.....	25
Figura 15. Esquema simplificado del proceso de elaboración de ladrillos artesanales.....	26
Figura 16. Nivel del terreno en zona de trabajo.....	27
Figura 17. Emisiones de humo durante el proceso de cocción de ladrillos.....	28
Figura 18. Horno de cocción con leña.....	29
Figura 19. Horno de cocción con GLP.....	29
Figura 20. Vista general del paisaje de un sector de la zona ladrillera.....	30
Figura 21. Etapas de un ACV.....	32
Figura 22. Evaluación de impacto de ciclo de vida.....	35
Figura 23. Estructura de un ACVS.....	42
Figura 24. Impactos potenciales de la fabricación de ladrillos según tipo de combustible utilizado en los hornos de cocción.....	47
Figura 25. Categoría de impacto: Cambio climático para el escenario de uso de Leña....	48
Figura 26. Categoría de impacto: Cambio climático para el escenario de uso de GLP....	49
Figura 27. Categoría de impacto: Cambio climático para el escenario de uso de Biogás..	49
Figura 28. Categoría de impacto: Toxicidad humana para el escenario de uso de Leña...	50
Figura 29. Categoría de impacto: Toxicidad humana para el escenario de uso de GLP...	50
Figura 30. Categoría de impacto: Toxicidad humana para el escenario de uso de Biogás	51
Figura 31. Categoría de impacto: Formación de material particulado, para el escenario de uso de Leña.....	51
Figura 32. Categoría de impacto: Formación de material particulado, para el escenario de uso de GLP.....	52
Figura 33. Categoría de impacto: Formación de material particulado, para el escenario de uso de Biogás.....	52
Figura 34. Categoría de impacto: Ecotoxicidad terrestre, para el escenario de uso de Leña.....	53
Figura 35. Categoría de impacto: Ecotoxicidad terrestre para el escenario de uso de GLP.....	53
Figura 36. Categoría de impacto: Ecotoxicidad terrestre para el escenario de uso de Biogás.....	54
Figura 37. Categoría de impacto: Ecotoxicidad de agua dulce para el escenario de uso de Leña.....	54
Figura 38. Categoría de impacto: Ecotoxicidad de agua dulce, para el escenario de uso de GLP.....	55
Figura 39. Categoría de impacto: Ecotoxicidad de agua dulce, para el escenario de uso de Biogás.....	55

Figura 40. Categoría de impacto: Agotamiento de combustibles fósiles, para el escenario de uso de Leña.....	56
Figura 41. Categoría de impacto: Agotamiento de combustibles fósiles, para el escenario de uso de GLP.....	56
Figura 42. Categoría de impacto: Agotamiento de combustibles fósiles, para el escenario de uso de Biogás.....	57
Figura 43. Impactos en las categorías de punto final para los tres escenarios de cocción de ladrillos.....	57
Figura 44. Categoría de impacto: Daños a la salud humana, para el escenario de uso de Leña.....	58
Figura 45. Categoría de impacto: Daños a la salud humana, para el escenario de uso de GLP.....	59
Figura 46. Categoría de impacto: Daños a la salud humana, para el escenario de uso de Biogás.....	59
Figura 47. Categoría de impacto: Daños a los ecosistemas, para el escenario de uso de Leña.....	60
Figura 48. Categoría de impacto: Daños a los ecosistemas, para el escenario de uso de LPG.....	60
Figura 49. Categoría de impacto: Daños a los ecosistemas, para el escenario de uso de Biogás.....	61
Figura 50. Categoría de impacto: Disponibilidad de recursos para el escenario de uso de Leña.....	61
Figura 51. Categoría de impacto: Disponibilidad de recursos para el escenario de uso de GLP.....	62
Figura 52. Categoría de impacto: Disponibilidad de recursos para el escenario de uso de Biogás.....	62
Figura 53. Nivel educativo del padre de familia.....	64
Figura 54. Nivel educativo de la madre.....	64
Figura 55. Nivel educativo en hijos mayores a 14 años.....	65
Figura 56. Horas de trabajo promedio por semana de niños y adolescentes entre los 14 y 19 años.....	65
Figura 57. Enfermedades más frecuentes en el grupo familiar.....	67
Figura 58. Lugar de procedencia del padre de familia.....	68
Figura 59. Lugar de procedencia de las madres.....	68

Índice de tablas

Tabla 1. Distancias de transporte de materias primas e insumos requeridos para la fabricación de ladrillos.....	37
Tabla 2. Aspectos considerados y cantidad de variables incluidas en las encuestas realizadas a los estudiantes de la Escuela El Algarrobal.....	44
Tabla 3. Selección de grupos de interés, categorías, subcategorías e indicadores de impacto.....	45
Tabla 4. Clasificación de indicadores de impacto.....	46

Prefacio

La historia de la mampostería y su importancia en la construcción es muy antigua. El papel que el ladrillo desempeñó en las grandes civilizaciones del mundo antiguo es crucial tanto para la comprensión de dichas sociedades como para el mejor conocimiento de nuestra propia cultura que, en gran parte, es heredera de aquellas comunidades.

La arcilla, abundante en la naturaleza, su relativa facilidad de moldeo, y su buena resistencia, convirtieron al ladrillo en un material ampliamente utilizado por las sociedades antiguas, y esta utilización ha perdurado hasta nuestros días.

Desde el antiguo Egipto, ya se conocía el empleo de mampuestos con arcilla sin cocer o adobe, y asentados con morteros de arcilla para la construcción de los muros. Luego tuvo su difusión por todo el mundo antiguo, ya que permitía la edificación de los grandes y complejos monumentos que representaron a las distintas civilizaciones.

En Latinoamérica, como en tantos otros lugares, las comunidades que la habitaban utilizaban los materiales disponibles en la zona para sus construcciones (fundamentalmente tierra arcillosa, piedra y madera). Según algunos autores (Schávelzon, D. 1987), la utilización de ladrillos cerámicos realizados en nuestro medio se remonta a fines del siglo XVII, que eran utilizados en construcciones coloniales e históricas.

Actualmente, en el mundo existe una gran industria productora de cerámicas rojas, la cual ha desarrollado diversos materiales para cubrir muchos de los requerimientos del área construcción, gracias a los permanentes avances tecnológicos. Un ejemplo son los ladrillos cerámicos, que por sus cualidades pueden ser usados simultáneamente como un elemento estructural, aislante, refractario, arquitectónico y ornamental, lo que les confiere una gran aceptación entre profesionales y usuarios en todas partes del mundo. Además, la posibilidad de manipular tecnológicamente e industrialmente al ladrillo, permitió uniformar y mejorarlo como materia prima.

En Latinoamérica la industria de la construcción y el uso de mampostería de ladrillos cerámicos comunes aún están íntimamente unidos a una cultura artesanal que resulta muy difícil revertir. Esta actividad, realizada como en época de la colonia, siendo una opción ventajosa, ya que un importante volumen de este material es utilizado a diario en nuestro medio debido, en gran medida, a un significativo menor costo de producción comparado con otros materiales de uso similar.

Este último aspecto está asociado a la fácil obtención y a la abundancia de suelos arcillosos que posee la zona y que constituye la materia prima esencial para la fabricación de elementos cerámicos.

No obstante, las condiciones ventajosas que presenta la actividad, estas se ven contrastadas con el daño ambiental y social que ocasionan. Siendo sus principales efectos la extracción incontrolada de suelo, las emisiones contaminantes a la atmósfera, y la precariedad laboral y sanitaria de los ladrilleros y sus familias.

Es por eso que, ante estos aspectos negativos en la producción artesanal de ladrillos, surge la necesidad de contar con estudios integrales para evaluar el impacto de la actividad, en relación a los efectos ambientales y sociales más relevantes, que incluyan todas las fases del ciclo de vida de la producción de los ladrillos, y que consideren a los distintos actores de la cadena de valor.

Dentro de las metodologías más difundidas para realizar esta evaluación se encuentran: el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el Análisis Social de Ciclo de Vida (ACVS). El ACV posibilita identificar la contribución de un determinado producto durante todo su ciclo de vida a distintos impactos ambientales, tales como el calentamiento global o el agotamiento de recursos. Permite además realizar estudios comparativos entre productos, e identificar las ventajas ambientales de cada alternativa evaluada. El ACVS identifica los aspectos de mejora en el ámbito social de los productos y permite comparar procesos productivos desde el punto de vista del impacto social.

Haciendo uso de estas metodologías, en este documento se analizan los potenciales impactos ambientales y sociales considerando la perspectiva de ciclo de vida, mediante estudios de ACV y ACVS de la producción de ladrillos artesanales en el principal polo ladrillero de la provincia de Mendoza (Argentina), situado en la localidad de El Algarrobal, departamento de Las Heras.

El documento se divide en siete capítulos. El Capítulo 1 expone los aspectos físico-naturales que caracterizan a la Provincia de Mendoza. El Capítulo 2 contextualiza a la actividad artesanal dentro de la industria ladrillera, describe las condiciones de vida y laborales de los trabajadores y detalla el proceso productivo del ladrillo. Además, incluye un apartado referido a las problemáticas ambientales asociadas a la actividad. El Capítulo 3 presenta una descripción de la estructura y los componentes de la metodología del ACV. El Capítulo 4 expone los fundamentos y la estructura del ACVS. Finalmente, los Capítulos 5 y 6 muestran los resultados del ACV y del ACVS, respectivamente.

1. Características Generales de la Provincia de Mendoza

La Provincia de Mendoza se ubica en el centro-oeste de Argentina, al suroeste de la Región de Cuyo. Limita al norte con San Juan, al este con San Luis, al sureste con La Pampa, al sur con Neuquén y al oeste con Chile.

La diversidad morfológica del relieve de Mendoza reúne condiciones climáticas muy contrastantes entre sí. Sin embargo, ofrece una particularidad que la distingue y es que durante el día normalmente se encuentra beneficiada por un sol radiante, ya sea en la planicie como en las montañas. Se presenta por un lado, el clima frío cordillerano, cubierto de nieve en invierno; y por otro, el clima de veranos cálidos en las llanuras, con escasas lluvias que aportan los vientos procedentes del Océano Atlántico, con promedios de precipitaciones anuales de 220 mm. En la zona cordillerana y precordillerana predomina el clima árido andino puneño, con temperaturas rigurosamente bajas y lluvias muy escasas, las precipitaciones se dan en forma de nieve, por influencia de la altitud y el relieve. Por el contrario, en el llano las temperaturas son más moderadas, donde la mayor cantidad de lluvias se presenta en verano.

En el norte del territorio mendocino prevalece el clima árido o semiárido, mientras que el centro se caracteriza por ser una zona de transición, que presenta lluvias estivales. En el sur predominan las precipitaciones pluviales de invierno.

Las temperaturas durante el verano oscilan, en promedio, entre los 18 °C y los 33°C. Durante esta estación, los días se presentan calurosos y las noches frescas. El invierno presenta, en promedio, temperaturas mínimas de 3 °C y máximas de 16 °C.

Estas características climáticas y geomorfológicas otorgan una identidad particular a las condiciones ambientales de Mendoza, generando un territorio árido en el que los recursos hídricos condicionan el asentamiento humano y las actividades económicas. Presenta un creciente estado de desertificación, que puede considerarse en niveles que van desde moderados a muy altos como producto de las distintas actividades humanas y procesos naturales, presentado una alta vulnerabilidad y fragilidad territorial (Roig, et al, 1991) (Fig.1). A su vez, la fragilidad de los ecosistemas determina potencialidades y limitaciones para el desarrollo de las actividades humanas. (Abraham A., Salomón M., 2009).

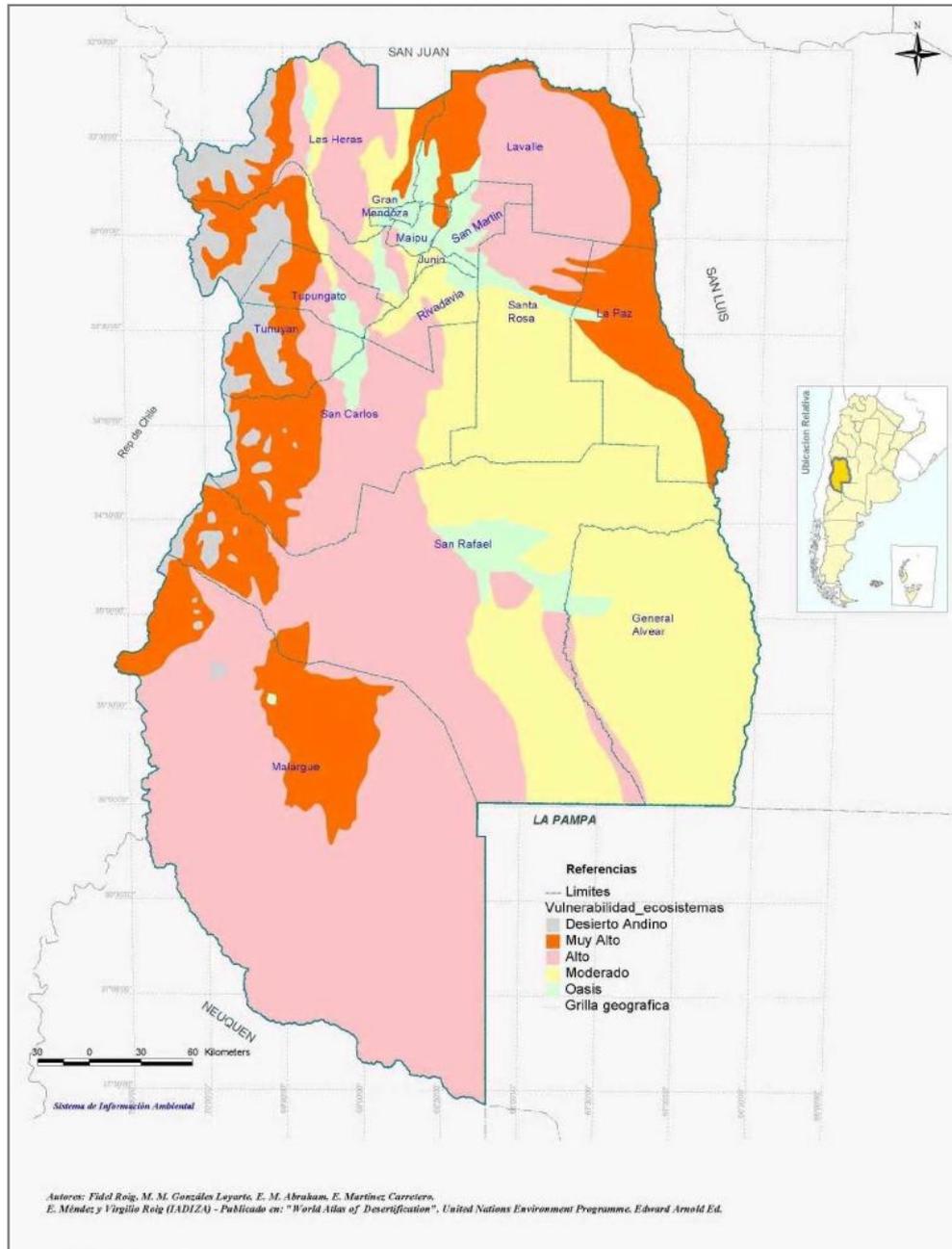


Figura 1. Grado de vulnerabilidad de los ecosistemas de Mendoza

Fuente: World Atlas of Desertificación.UNEP. United Nations Environment Programme. Edward Arnold, 1992.

A pesar de las características de aridez de su territorio, Mendoza presenta una composición de aspectos físico-naturales que identifican áreas caracterizadas por actividades productivas del tipo agroindustrial, coincidente con los oasis irrigados donde se intensifica la actividad (Fig. 2).

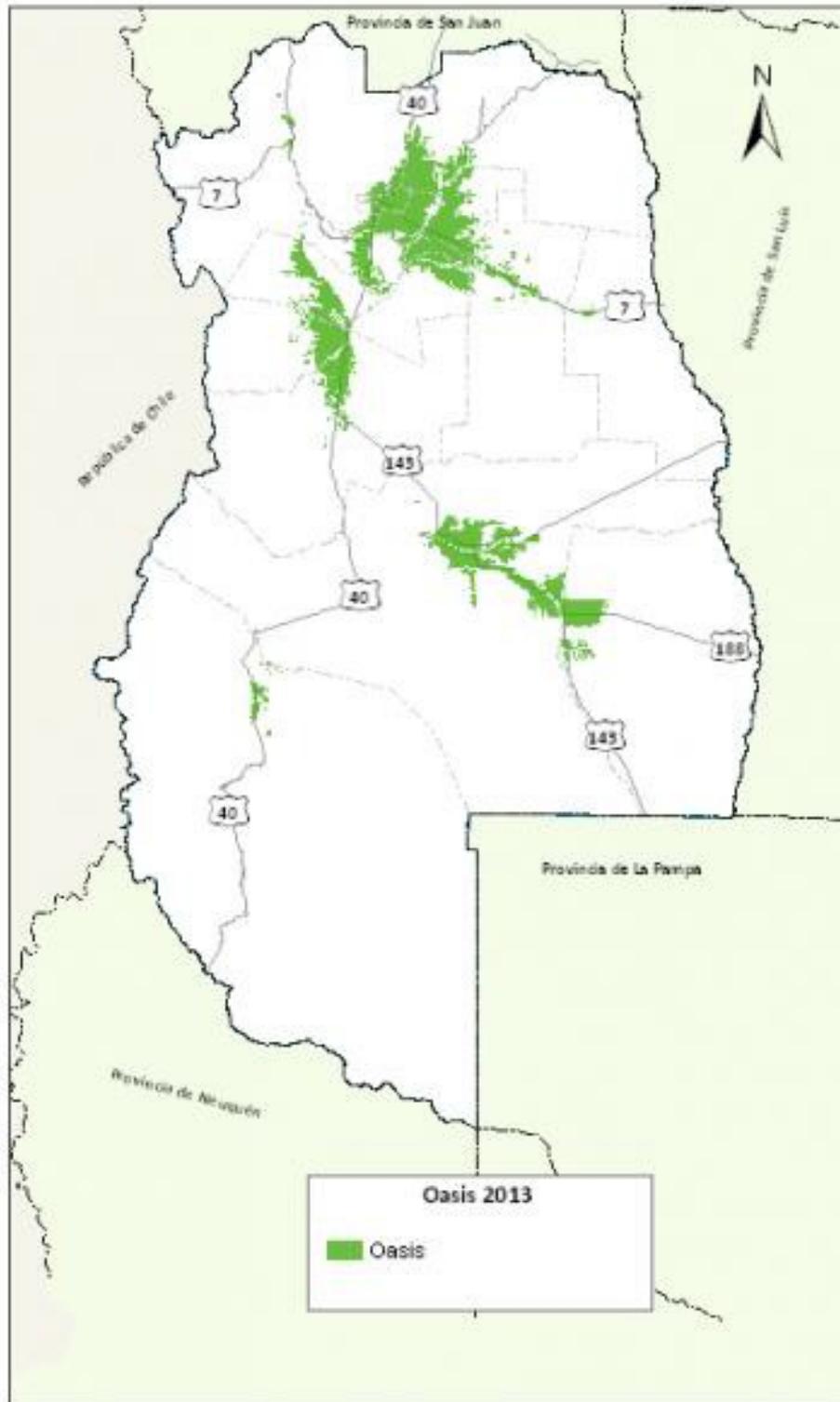


Figura 2. Oasis irrigados de la Provincia de Mendoza
Fuente: Sistema de Información Ambiental y Territorial (SIAT)

2. Panorama general de la Industria ladrillera

2.1 Comienzos de la actividad ladrillera en Mendoza

El período migratorio inicial producido en la provincia se extiende desde el año 1895 hasta el año 1914. Los inmigrantes que se asentaron en el departamento de Las Heras, se dedicaron especialmente a la actividad agrícola, correspondiendo a esta zona el 1,5% del total de hectáreas cultivadas a nivel provincial. Los principales cultivos eran la vid, la horticultura y los frutales¹.

El flujo migratorio se acelera a partir de 1947, alcanzando su mayor crecimiento alrededor de la década del 60, con una tasa anual del 4,8%. (Actualmente es de 24,7‰)².

Paralelamente comienza un crecimiento importante en la construcción en el marco de los planes de viviendas económicas, y como resultado se produce un incremento significativo de la demanda de materiales para la construcción. El ladrillo es el material mayoritariamente empleado en las edificaciones como consecuencia de las exigencias normativas de su utilización como material antisísmico³.

Este proceso de crecimiento urbano se desarrolló sin tener en cuenta un ordenamiento territorial. A partir del avance de las zonas urbanizadas se vio modificado el uso del suelo de la región. Áreas que originalmente eran destinadas a la actividad agrícola, se abandonaron o se utilizaron para el asentamiento de hornos productores de ladrillos debido a su creciente demanda. En muchos casos, estos suelos que fueran propiedad de los chacareros, pasan luego a ser arrendados para esta nueva actividad en crecimiento que permitía obtener mayores beneficios económicos con menores riesgos productivos. Estos cambios en el uso del suelo afectaron el valor y calidad de terrenos vecinos, generando un daño ambiental sobre los frutales y viñedos ubicados en la zona, muchos de los cuales fueron erradicados.

Otro aspecto importante que favoreció este cambio tan radical en el uso de las tierras, fue la disponibilidad de mano de obra. El abandono del trabajo agrícola produjo un incremento en el número de desocupados existente en ese momento quienes encontraron en la industria ladrillera una oportunidad concreta de trabajo.

¹ Fuente: Censo Nacional Agropecuario 1988 –INDEC

² MEDIO AMBIENTE SOCIOECONOMICO Y CULTURAL. PROVINCIA DE MENDOZA
<http://www.mineria.gov.ar/estudios/irn/mendo/ind-soci.asp>

³F. de Civit, M.E., G de Manchón, M.J., et al, "Un ejemplo de las relaciones ciudad-campo: Las Heras y sus vinculaciones con el núcleo de la Aglomeración Mendocina". Revista Geográfica N°76, 1972, pp.9-59.

En los años 90, esta actividad atrajo a más trabajadores, en esta oportunidad provenientes del norte argentino y de Bolivia. En su mayoría éstos eran inmigrantes ilegales, por lo cual su situación laboral y sanitaria era de completa desprotección.

Actualmente, y según información aportada por el Municipio de Las Heras, en el departamento existen 400 hornos inscriptos a los que se deben sumar los emplazamientos clandestinos, y se estima que en total trabajan unas 6.000 personas.

2.2 Evolución de la actividad en El Algarrobal

Al estudiar la sostenibilidad ambiental en la producción de ladrillos cerámicos artesanales, es necesario inicialmente reconocer el medio donde se generaron y en el que actualmente se desarrollan, al igual que el modo en que se implementaron estas prácticas productivas, es decir, la interacción entre estas actividades y el ecosistema en el que se encuentran.

La actividad ladrillera mendocina se concentra fuertemente en el distrito de El Algarrobal, ubicado en el sureste del Departamento de Las Heras, aproximadamente a 10 km de la Ciudad de Mendoza. En la Figura 3 se puede observar tanto la extensión de los emprendimientos como el uso intensivo del suelo y la poca visibilidad causada por las emisiones de material particulado y gases de combustión. El área de producción en estudio queda delimitada por la calle Lavalle, al norte; el canal Cacique Guaymallén, al sur; la calle Aristóbulo del Valle, al oeste; y el límite distrital al este. Asimismo existen productores, en otros departamentos como Lavalle, Guaymallén, San Martín y San Rafael, aunque en menor proporción (Fig. 4).



Figura 3. Imagen aérea de la zona ladrillera de El Algarrobal, Mendoza. (Imagen extraída mediante Google Earth).

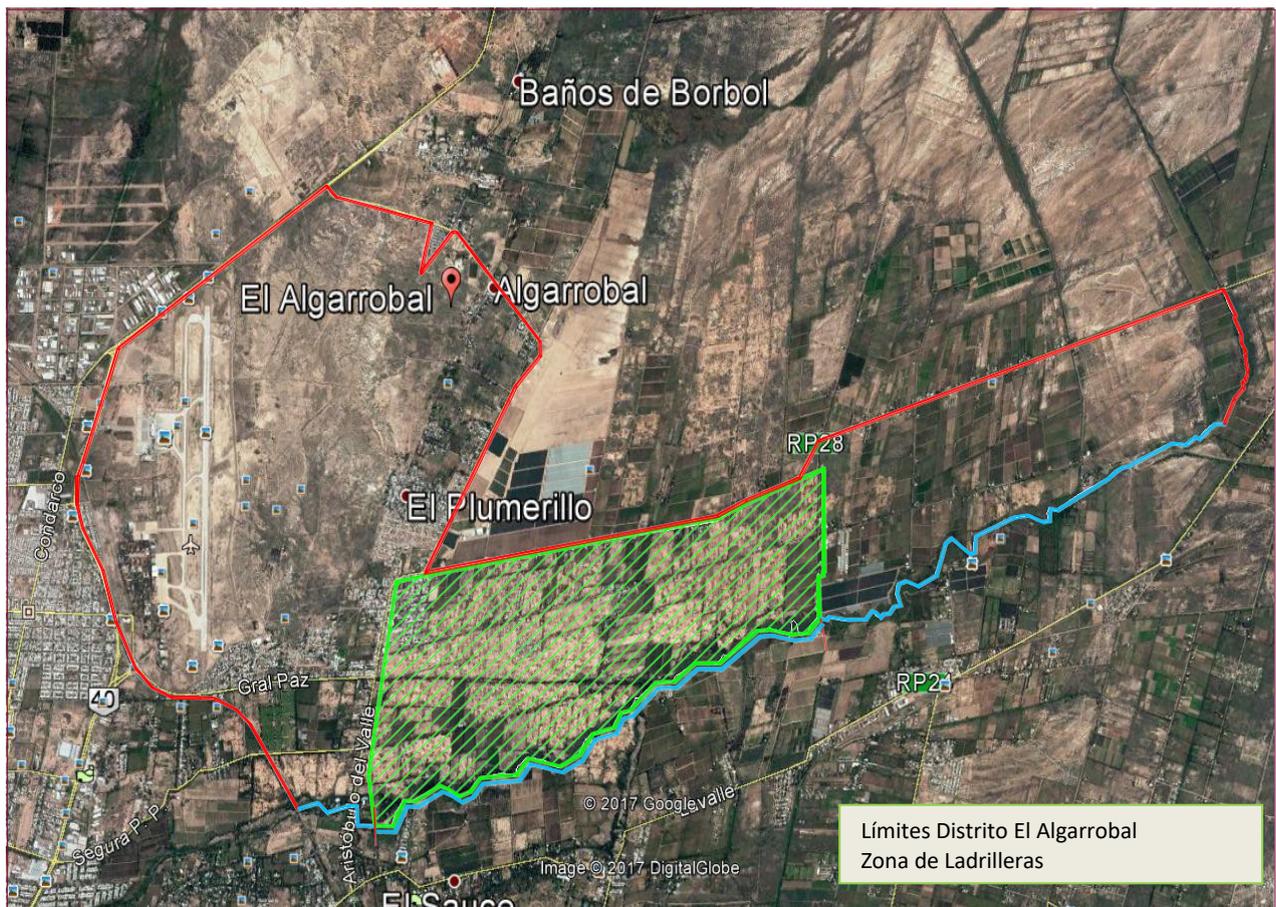


Figura 4. Ubicación de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia

Inicialmente este territorio se caracterizaba por la existencia de montes de algarrobos (*Prosopis* sp) que configuraban su paisaje, y posteriormente fueron desapareciendo como resultado del aumento de humedad en sus suelos, consecuencia del terremoto de 1861 (Codes 2002).

El avance de la actividad ladrillera en la zona de estudio, se visualiza en la Figura 5, elaborada en base a fotografías aéreas disponibles entre los años 1982 y 1991. El avance de las áreas de producción hasta el año 2013 se observa en la Figura 6.

La mayor parte de los emprendimientos ladrilleros que se desarrollan en El Algarrobal son informales. En el departamento de Las Heras se estima la existencia de más de un centenar de emprendimientos habilitados, sin embargo, muy pocos alcanzan la categoría de empresa formal.

Según el Municipio del Departamento de Las Heras, la producción de cada horno grande se estima en unos 100 mil ladrillos en dos meses, mientras que un horno chico aporta unos 15 mil ladrillos cada dos semanas. En relación con la ocupación de mano de obra, cada horno chico emplea alrededor de cinco personas y cada horno considerado como grande a una veintena de trabajadores⁴. En la provincia la gran mayoría de los hornos son considerados como chicos.

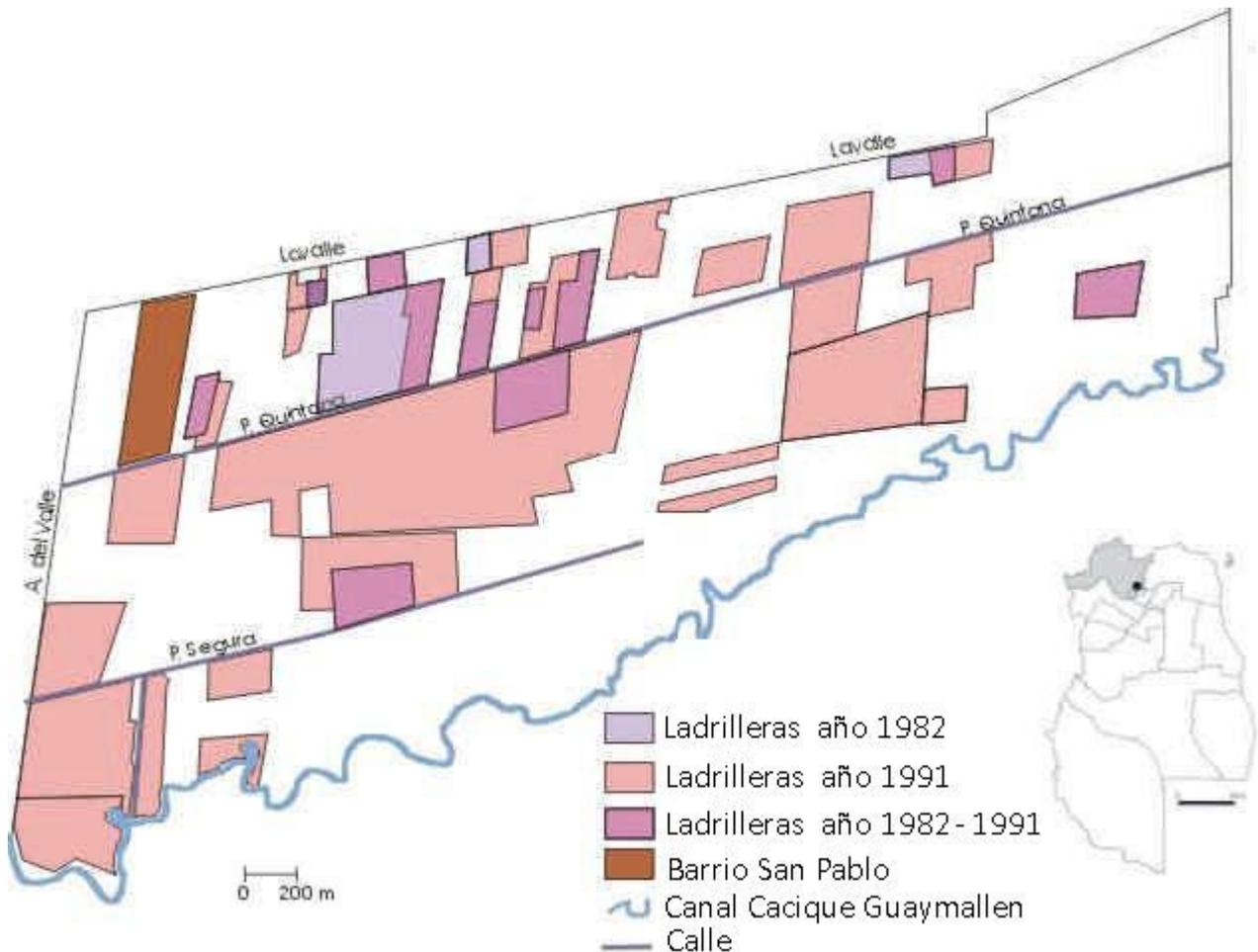


Figura 5. Ocupación de la actividad ladrillera entre 1982 y 1991
Fuente: Codes 2002

⁴ Más de 30 millones de ladrillos en viviendas. LOS ANDES. MARCELO SIVERA
www.losandes.com.ar/article/print/articulo/economico-145190

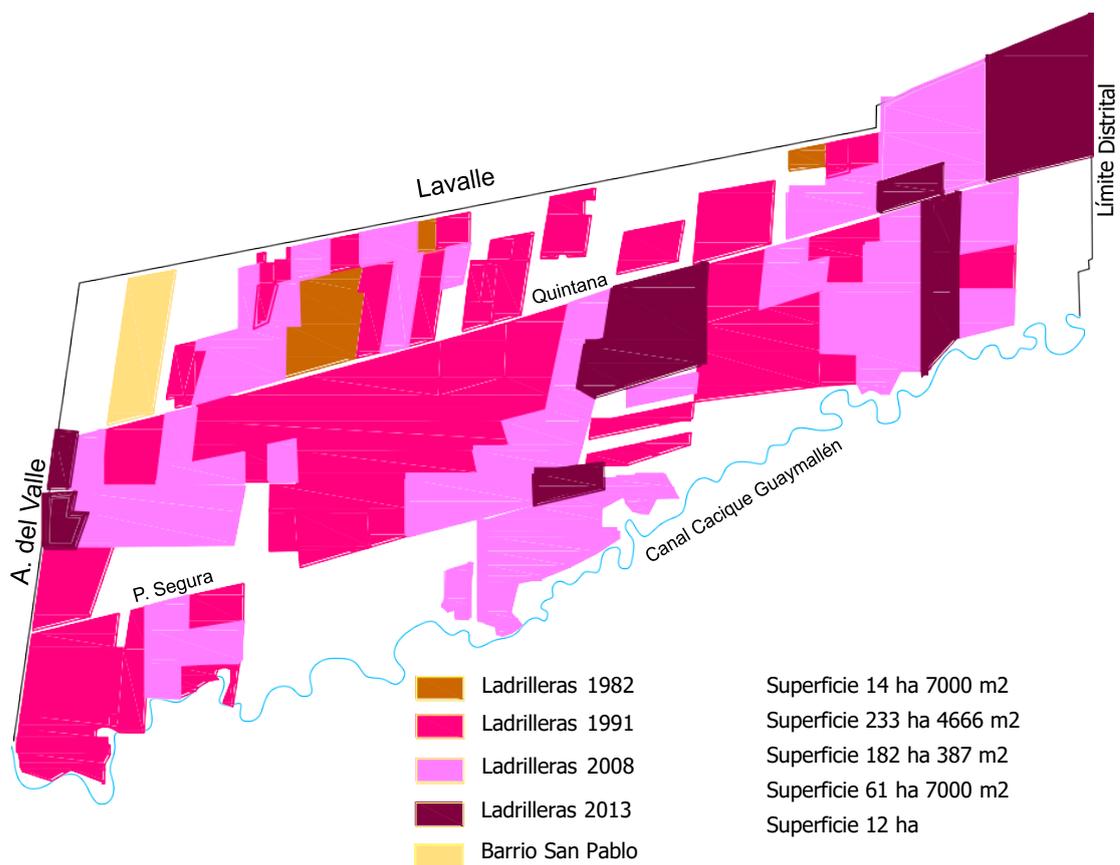


Figura 6. Actualización de la ocupación de la actividad ladrillera año hasta el año 2013
Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth

2.3 Caracterización de la actividad ladrillera

La fabricación del ladrillo artesanal se caracteriza por ser una actividad que permite escasamente una economía de subsistencia, con condiciones de vida muy precarias, elevada informalidad, niveles muy bajos de tecnificación y condiciones desfavorables de comercialización.

En general la localización de estos emprendimientos no está adecuadamente reglamentada. Existe una gran dispersión en el establecimiento de los productores que, por las características de sus prácticas, provocan un importante deterioro sobre el medio ambiente.

Las ordenanzas municipales que regulan esta actividad se basan en la Ley Nacional 22428/81, sobre la Conservación de Suelos, y establecen medidas concretas a las que son sometidos los propietarios y/o productores de hornos de ladrillos. Estas reglamentaciones están orientadas a un ordenamiento general de la actividad, como respuesta al avance indiscriminado e irracional de hornos instalados en tierras con alto valor para la producción agrícola y ganadera. Sin embargo no alcanzan a impedir el grado de deterioro de los terrenos, el impacto ambiental a las zonas aledañas y el impacto social del emprendimiento, tanto interno como circundante.

En este sentido, recientemente se ha presentado el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial. El Plan es el puntapié inicial de una serie de planes a elaborarse conforme al artículo 7 de la Ley N° 8051 (2009) - Ordenamiento Territorial de Mendoza. El mismo propone la elaboración de planes municipales, sectoriales, de áreas especiales, entre otros. Además, pone en relieve al ordenamiento territorial como política de Estado. Constituye el marco en el cual se orientará la política pública y otros planes de ordenamiento territorial que se desarrollarán a partir de sus disposiciones en el corto, mediano y largo plazo. Su finalidad es establecer objetivos para el desarrollo sustentable del territorio, buscando armonizar la realización de las diferentes actividades humanas con el cuidado del ambiente y establecer objetivos para el acceso a un hábitat adecuado por parte de toda la población. Hace foco en la necesidad de la planificación integrada del hábitat, la mitigación de riesgos ante amenazas naturales y antrópicas, la conectividad y accesibilidad para la integración de la provincia propiciando la movilidad sustentable, el desarrollo económico y energético según la vocación del territorio y la gestión integrada de los recursos hídricos. Como esta herramienta se aplicará en todos los ámbitos del territorio, los municipios pueden delimitar zonas con aptitud para la actividad industrial, predios o parques industriales, y zonas con aptitud para la extracción de arcilla y áridos, constituyendo de esta forma canteras habilitadas de materias primas.

a) Condiciones sanitarias de los trabajadores

Las condiciones en las que se desarrolla la actividad son bastante precarias. La vida de los trabajadores de la actividad ladrillera se desenvuelve alrededor de las explotaciones dentro del mismo terreno. En su mayoría, estas familias habitan viviendas de adobe con techos de nylon o chapa. Excepto algunas zonas donde el agua se abastece por red pública, en general no hay disponibilidad de agua potable por lo que utilizan el agua de pozo subterráneo. En varios casos deben aprovisionarse de surtidores públicos.

En su gran mayoría tampoco cuentan con servicio de red cloacal. El mal funcionamiento de este servicio provoca que el desborde de los efluentes contribuya a la contaminación de los cauces de riego. En cuanto a la energía eléctrica se comparte de manera informal el servicio de la propiedad entre todas las viviendas allí establecidas.

b) Condiciones de comercialización del producto

En la cadena de valor de la producción aparecen distintos actores. Por un lado están los clientes directos (constructoras, contratistas, clientes particulares, etc.), que en ocasiones compran los ladrillos directamente a los productores. Siendo estas las únicas ventas que realizan directamente los productores debido a su condición de informalidad.

Por otro lado, y a continuación del eslabón de la producción en los hornos, aparecen los intermediarios que se dedican a la compra y venta de ladrillos. Algunos poseen capacidad de

almacenamiento, transporte y comercialización en escalas intermedias o grandes. Ellos pueden ser particulares o empresas y son quienes, en general, realizan las ventas al medio local o a otras provincias y obtienen los mayores beneficios.

2.4 Proceso de fabricación de ladrillos cerámicos artesanales

A continuación, se describen las distintas etapas el proceso de fabricación de ladrillos artesanales que se realiza en la zona de estudio. Un esquema general se presenta en la Figura 15.

- a) *Extracción de la tierra (arcilla)*: La base para la fabricación del ladrillo es una mezcla plástica de agua y arcillas (tierra). Las arcillas están constituidas fundamentalmente por silicatos de aluminio hidratados. Es práctica habitual que los hornos de campaña se ubiquen en el terreno donde se realiza la extracción de la tierra (Fig. 7), y dadas las características particulares de la actividad, los trabajadores viven en el mismo terreno y su vida familiar gira en torno al horno. Esta situación conlleva a que toda la familia participe en las distintas tareas que se desarrollan y desde pequeños van aprendiendo el oficio que luego heredarán.



Figura 7. Extracción de la tierra durante la fabricación de ladrillos
Fuente: Elaboración propia

- b) *Preparación del barro*: La tierra excavada se traslada a los pisaderos, que son pozos circulares de tamaño variable (Fig. 8). En ellos se realiza la mezcla de la tierra arcillosa, con la materia orgánica que se adiciona para mejorar su amasado, como: virutas de madera, aserrín, pasto seco, estiércol, etc. Las proporciones son muy variables y depende fundamentalmente de las características compositivas de las arcillas y de la experiencia del fabricante. Algunos productores incorporan entre un 20% y un 30 % de arena fina del volumen total de la mezcla para mejorar su calidad. En este estado se deja reposar de 2 a 4 días incorporando la cantidad de agua necesaria para hidratarla totalmente, que puede ser mediante enlagueado, para permitir el proceso de pudrición

del barro. Para homogeneizar la pasta, y romper los terrones de tierra más grandes, se amasa durante 4 o 5 horas moviendo la pala que acciona la rueda tirada con un tractor (tradicionalmente se realizaba con animales).



Figura 8. Elaboración del “barro” durante la fabricación de ladrillos
Fuente: Elaboración propia

c) *Moldeado del adobe*: Luego que el barro hidratado presenta una mezcla homogénea (adobe), los operarios trasladan la mezcla en carretillas a un espacio limpio y abierto denominado cancha, lugar donde se moldea el barro en estado plástico, con un contenido de humedad de 15 a 20 %. Las partículas de estos materiales son capaces de absorber higroscópicamente hasta el 70% en peso, de agua. Debido a esta característica, es que la arcilla, que en estado seco presenta un aspecto terroso, hidratada adquiere la plasticidad necesaria para ser moldeada. La mezcla húmeda se coloca en los moldes o plantillas, se enrasan, se retiran y se lavan para volverlos a utilizar.

Se utilizan moldes de madera, metálicos y en algunos casos se utilizan maquinaria para prensarlos, obteniendo distintos tipos y tamaño de ladrillo. Por jornada normalmente pueden cortarse entre 1000 y 2000 ladrillos, llegando en algunos casos hasta 2.500 ladrillos que, mojados, pesan más de 15 kilos (Fig. 9).



Figura 9. Proceso de moldeado de los ladrillos
Fuente: Elaboración propia

d) *Secado de los adobes*: Una vez moldeado los adobes se colocan en la cancha o playa de secado. Un desecado parejo se logra colocando las caras en distintas posiciones. Esta etapa dura normalmente entre 3 y 5 días, dependiendo de las condiciones climáticas que pueden acelerar o retrasar el proceso.



Figura 10. Secado de los adobes
Fuente: Elaboración propia

e) *Preparación del horno y cocción de los ladrillos:* Cuando los adobes están completamente secos se procede al armado del horno. Estos se ubican en terrenos limpios, firmes y llanos, comenzando con por los túneles o troneras donde va colocada la leña, que es el combustible normalmente utilizado.

Los hornos de campaña se arman con los mismos adobes (Fig. 11). Normalmente son de forma trocopiramidal, aproximadamente 4 metros de altura y de tamaño variable, con capacidad de 30 a 100.000 ladrillos. Mientras se construye el horno y sobre cada capa de adobes colocados de canto, se agrega carbonilla para una mejor difusión del calor. En las troneras, también llamadas fogoneras se coloca el material de combustión: la leña. Se utiliza distintas variedades según lo que se ofrece en la zona, generalmente proviene de viñedos, olivares y plantaciones de frutales, en ocasiones también puede ser de montes nativos (por ejemplo el caldén de San Luis). El consumo de leña se estima en unos 600 g por cada ladrillo.



Figura 11. Preparación del horno de cocción
Fuente: Elaboración propia

El proceso de cocción (Fig. 12) se debe a un proceso físico - químico de calentamiento, de acuerdo con un plan preestablecido, de las piezas crudas moldeadas, seguido de un enfriamiento igualmente bien definido. Las arcillas de la mezcla se transforman en silicatos de aluminio cristalinos sin hidratar. En este proceso se produce una modificación fundamental en sus propiedades, dando lugar a un material de consistencia dura con una aceptable inalterabilidad de forma. Es por esto que la cocción de los productos cerámicos constituye una de las etapas más importante en el proceso de fabricación, poniendo de manifiesto la calidad del producto, si las operaciones o etapas previas de fabricación se han desarrollado convenientemente.

En general, los ladrillos están en el horno entre los 5 y 7 días, con combustión permanente durante el día y la noche. Para mantener una temperatura pareja dentro del horno, se alterna la carga de leña en cada extremo de las troneras cada 12 horas, y cerrando las bocas del extremo opuesto.



Figura 12. Cocción de los ladrillos
Fuente: Elaboración propia

El período de cocción depende del tipo de combustible utilizado (incluso del tipo de leña) y de las características de la pasta. Es necesario que el tiempo de cocción a la máxima temperatura, sea suficiente para permitir que el interior del ladrillo alcance la temperatura requerida y se produzca una cocción pareja. El proceso de cocción propiamente dicho se

produce una vez alcanzado el rango de temperaturas entre el inicio de la vitrificación (formación de fase vítrea) y el inicio de la deformación (produce que la pieza sea porosa y sin la forma esperada). La Figura 13 muestra la curva de evolución de la temperatura del proceso que se desarrolla en el interior de un horno artesanal que utiliza leña como combustible.

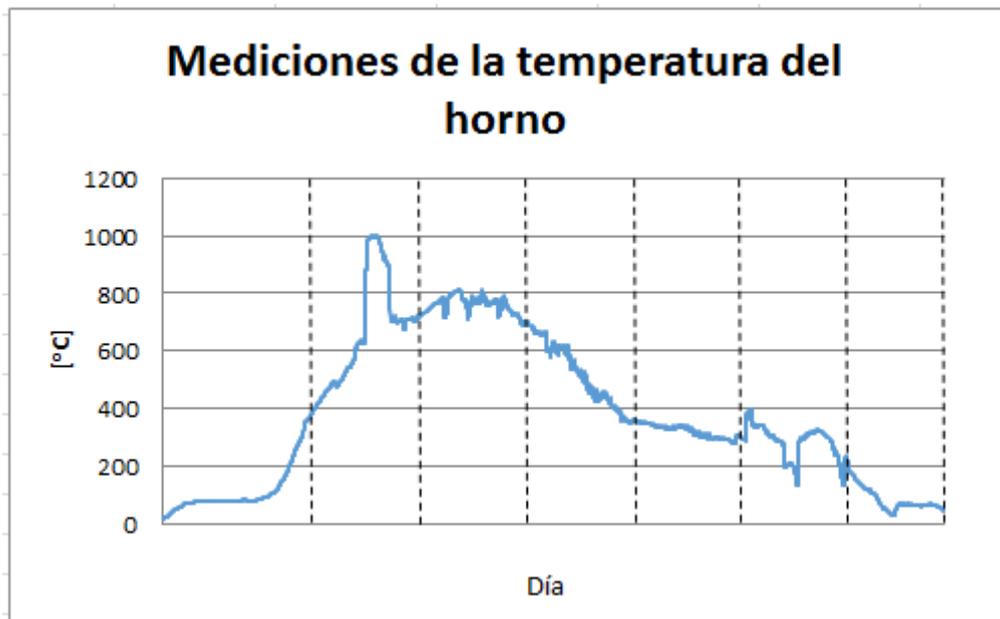


Figura 13. Evolución de la temperatura en el interior de un horno artesanal que utiliza leña como combustible.
Fuente: Mediciones propias

Dentro de este período de tiempo se desarrollan las etapas de precalentamiento a 300° C y eliminación del agua contenida en la arcilla, calentamiento hasta 700° C, maduración del biscocho entre 900 y 1000° C, enfriamiento lento hasta alcanzar los 500° C, y por último el enfriamiento final de los ladrillos, momento en el cual están en condiciones de comercializarse.

Sin embargo, la irregularidad en las temperaturas que alcanzan los ladrillos dentro del horno, provoca que no se produzca una cocción pareja en todos los sectores. Los que se encuentran ubicados en la parte media del horno se consideran de primera calidad, mientras que los más cercanos al fuego directo quedan recocidos y son denominados recochos o vitrificados. Por otro lado, están los que no terminan su cocción, es por ello que para completarla son colocados nuevamente en el horno. De este modo prácticamente se considera que no existen desperdicios (alrededor del 2 %) en el proceso de elaboración.

La producción de ladrillos se desarrolla prácticamente durante todo el año, sólo se interrumpe en los meses de invierno (junio - julio).

- f) *Desarme del horno:* Luego de pasados 2 o 3 días se comienzan a desarmar los hornos, cuyos ladrillos son palletizados o cargados directamente en camiones, y vendidos de forma inmediata. En algunos casos se mantienen las troneras, cuando se desarma el horno, porque contienen los ladrillos más cocidos y permite agilizar el proceso de armado en hornos posteriores (Fig. 14).



Figura 14. Desarme del horno ladrillero
Fuente: Elaboración propia

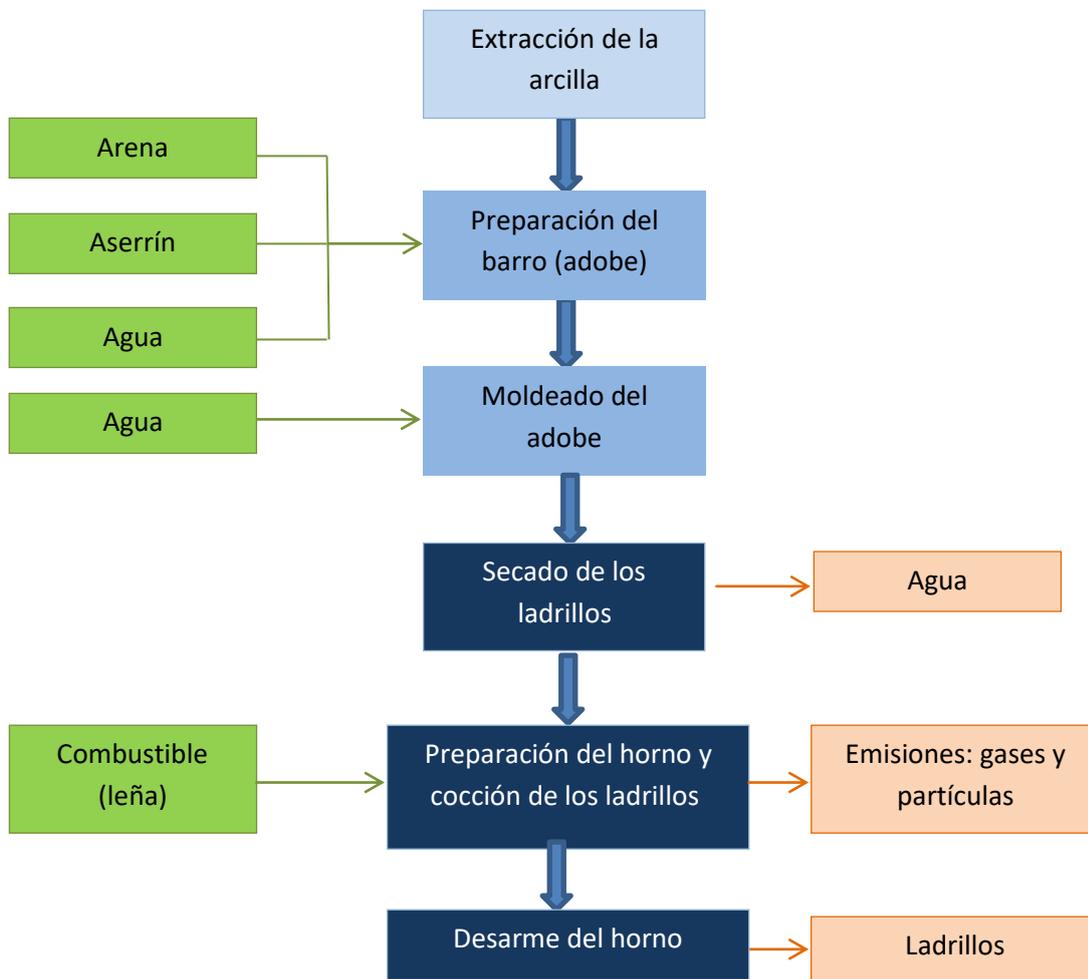


Figura 15. Esquema simplificado del proceso de elaboración de ladrillos artesanales

2.5 Impactos ambientales asociados a la actividad

Se presenta a continuación una descripción de los principales impactos al suelo, al aire, al agua y al paisaje, ocasionados por el desarrollo de la actividad ladrillera.

2.5.1 Sobre el recurso suelo

La fabricación artesanal de ladrillos cerámicos presenta la característica particular que emplea materias primas del lugar de emplazamiento de la actividad. Con el aumento de la demanda de ladrillos, se ha producido un importante incremento de la extracción de arcilla de los terrenos donde están ubicados los hornos. Esta práctica está produciendo una rápida degradación y

eliminación de la capa edáfica superficial (Figura 16). Dicha capa, rica en materia orgánica, fue el sostén de la actividad agrícola realizada en la zona a inicios del siglo XX.

Se conoce que los suelos de El Algarrobal utilizados para la fabricación del ladrillo son unos de los mejores de la provincia, en cuanto a su función soporte de cultivos, y en sentido amplio, de vida vegetal y animal. La rapidez con que estos suelos son destruidos o agotados es superior a la de su regeneración. Según datos del Atlas de Desertificación (UNEP, 1991), la zona afectada presenta actualmente un riesgo de desertificación moderado y la regeneración natural de la capa edáfica es muy lenta (aproximadamente de 100 años).

La falta de información oficial hace difícil conocer con exactitud el volumen total de suelo extraído en el área de estudio, pero se estima una pérdida de suelo de 2,07 m³ por cada mil ladrillos producidos⁵. La excavación de los suelos genera procesos de erosión y acumulación de agua debido a la baja permeabilidad del suelo arcilloso.



Figura 16. Nivel del terreno en zona de trabajo

2.5.2 Sobre el recurso aire

Otro aspecto importante derivado de esta actividad industrial, es el grado de contaminación atmosférica que genera (Fig. 17), por lo que resulta necesario considerar la situación de la población circundante a estos emprendimientos a efectos de determinar el grado de afectación y/o aceptación social que genera. Los contaminantes emitidos a la atmósfera no solo afectan la salud de los pobladores sino también provocan un daño directo sobre los frutales y viñedos ubicados en zonas aledañas, cuyo resultado es la erradicación de muchos de ellos.

⁵Se adoptó un ladrillo artesanal de dimensiones: 25,5 cm x 12,5 cm x 6 cm y de volumen total 1837 cm³ (promedio de muestras extraídas)



Figura 17. Emisiones de humo durante el proceso de cocción de ladrillos

La contaminación producida por polvo fino en suspensión, depende de las condiciones meteorológicas y de las características del lugar y se produce fundamentalmente durante la extracción de las materias primas que puede generar una importante carga de partículas.

2.5.3 Uso de combustible

En la fabricación artesanal es habitual el uso de leña como combustible para la cocción de los ladrillos (Fig. 18). Esto ocasiona, por una parte la liberación de emisiones de material particulado (compuesto por cenizas y hollín) y gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, y por otra promueve la deforestación de bosques nativos. Sólo en contados casos, se utilizan hornos operados con gas licuado de petróleo (GLP) (Fig. 19).

Generalmente los hornos de leña son baja eficiencia energética y consumen una cantidad de leña muy importante. En términos generales, se estima un consumo de 0,50 o 0,60 kg de leña por cada ladrillo. Según los relevamientos realizados, en general los hornos son alimentados con residuos de poda, entre ellos leña de frutales como ciruelos, manzanos, perales, o también olivos, eucalipto y cepas de vid entre los más frecuentes, provenientes de la provincia de Mendoza o de provincias vecinas (San Juan, La Rioja, etc.). En otras ocasiones, se utiliza como combustible leña de especies nativas producto del desmonte provenientes de distintos lugares de la región de Cuyo (principalmente San Luis).

Otro combustible que se utiliza es gas oil, requerido tanto en los vehículos de transporte de materias primas y productos finales, como en el tractor que realiza el mezclado de la pasta de barro.



Figura 18. Horno de cocción con leña



Figura 19. Horno de cocción con GLP

2.5.4 Uso del agua

El agua utilizada en la producción de los ladrillos puede ser tanto de fuentes subterráneas como superficiales, conducida esta última por los cauces de riego. Su consumo se realiza durante las etapas de hidratación y mezclado de las materias primas y de vaciado en moldes. Una parte del agua utilizada se evapora durante el amasado y secado de los ladrillos, la restante se elimina durante la cocción del ladrillo.

2.5.5 Alteraciones en el paisaje

Es importante tener en cuenta el impacto que la actividad provoca en el paisaje. Se produce una alteración del medio ambiente, ya sea tanto por el efecto visual producido por las emisiones de la combustión que se genera en los hornos, como por el deterioro del suelo, consecuencia de la extracción de materias primas (Fig. 20).



Figura 20. Vista general del paisaje de un sector de la zona ladrillera

De acuerdo con lo descrito anteriormente, concluimos que la producción ladrillera es una actividad que produce un importante impacto ambiental sobre los distintos compartimentos ambientales (suelo, agua, aire y paisaje), con importantes consecuencias en la salud humana y de los ecosistemas.

Sin embargo, si se analiza desde una visión más amplia, se debe considerar también el aspecto socioeconómico y en consecuencia, la relevancia que esta actividad posee en la zona, cuyo alcance va desde la contención de un importante sector de inmigrantes bolivianos, y la oportunidad de mantener sus tradiciones, hasta la posibilidad de generar una oferta de trabajo para la gran cantidad de mano de obra desempleada.

3. Análisis de Ciclo de Vida

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta de evaluación de impacto ambiental que recopila y evalúa las entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales que pueden ocurrir a lo largo del ciclo de vida de productos, procesos, actividades y/o servicios (ISO, 2006).

El ACV tiene en cuenta los consumos de recursos, las emisiones y los residuos que se producen a lo largo del ciclo de vida de un producto o actividad. Estos flujos de entrada (materiales, energía) y salida (emisiones y residuos) se identifican y cuantifican desde la extracción de materias primas, la fabricación, el uso, hasta la disposición final. Se consideran también las etapas intermedias como el transporte de las materias primas, de insumos, del producto terminado, de la distribución del producto a los diferentes mercados y a los sitios de disposición o plantas de reciclado una vez finalizada su vida útil. Es por eso que se conoce como una metodología de evaluación ambiental de la “cuna hasta la tumba” (Guinée et al, 2001).

Específicamente, las directrices para llevar adelante un ACV son proporcionadas por las Normas ISO 14040: 2006 y 14044: 2006.

El ACV, además de emplearse concretamente en la evaluación de impactos de productos o tecnologías, puede aplicarse con un sentido más amplio, en la toma de decisiones políticas y de estrategias comerciales que estén relacionadas con el consumo y modos de vida de los diversos sectores de la sociedad (Guinée et al, 2001).

3.1 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida

Según la norma ISO 14040, un análisis de ACV consta de cuatro etapas: a) definición de objetivos y alcance del estudio; b) análisis de inventario; c) evaluación de impactos y d) interpretación de los resultados (Fig. 21). 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.

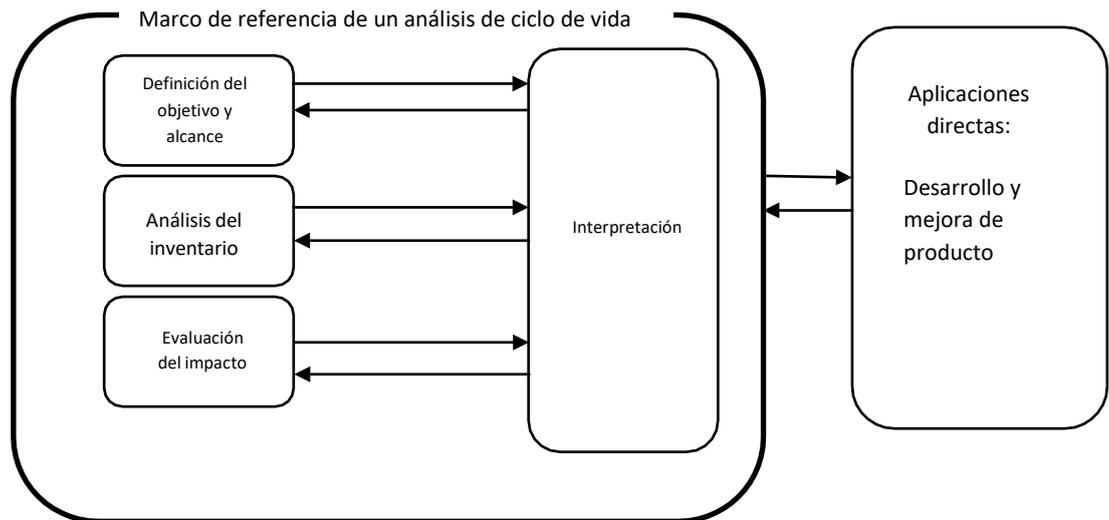


Figura 21. Etapas de un ACV
Fuente: Elaboración propia en base a ISO 14040:2006.

a. Objetivos y alcance:

Todo ACV comienza con una declaración explícita de la meta y el alcance del estudio, que establece el contexto del estudio y explica cómo y a quién se comunican los resultados. En esta fase se definen: el producto o servicio a evaluar, se elige la unidad funcional (UF) y se define el nivel de detalle requerido en el estudio, es decir los procesos que van a ser analizados. Cuando se establecen los límites del sistema⁶, se seleccionan los procesos y etapas del sistema que van a considerarse en el estudio. Para ello hay diferentes criterios o reglas de corte, que brindan una especificación de la cantidad de material o flujo de energía o el nivel de importancia ambiental asociado con procesos unitarios o sistema de producto para ser excluidos de un estudio (ISO 14040). Por ejemplo, considerar solamente los componentes de peso mayor al 5% del producto, o de cada componente se considerará solamente la etapa de fabricación, y siempre que sea posible, la fabricación de sus propias materias primas. Cuanta más información se incluya más extenso será el estudio, más tiempo se tardará en realizarlo y más costoso será. Es por esto que los límites se deben establecer de la manera más acotada posible

La unidad funcional es la cantidad de producto necesaria para cumplir la función principal del sistema, y proporciona una referencia respecto a la cual se contabilizan los flujos de entrada y salida.

Como se mencionó anteriormente, en un estudio de ACV el sistema debe ser analizado en su conjunto, considerando los flujos de entrada y salida de todas las etapas del ciclo de vida. Sin

⁶ Arena (1999) define sistema como “el conjunto de procesos orientados a la producción de un bien útil”.

embargo, el alcance del estudio puede limitarse a ciertas etapas, resultando distintos enfoques o alcances:

- Enfoque “de la puerta a la puerta”: se tienen en cuenta únicamente los flujos que ingresan y egresan del sistema en la etapa de producción (proceso de fabricación).
- Enfoque “de la cuna a la puerta”: se consideran los flujos de las etapas comprendidas entre la extracción de las materias primas necesarias para la fabricación del producto hasta que está terminado y listo para insertarse en el mercado (a la salida de la planta de fabricación).
- Enfoque “de la cuna a la tumba”: se contabilizan los flujos desde la extracción de las materias primas hasta la etapa de fin de vida del producto (incluyendo el transporte, el almacenaje y la distribución).
- Enfoque “de la cuna a la cuna”: se tienen en cuenta las mismas etapas que el enfoque “de la cuna a la tumba”, pero se considera que los flujos de salida correspondientes a la etapa de fin de vida pueden ser reincorporados como flujos de entrada (materias primas o insumos) al mismo u otro sistema.

b. Análisis del Inventario de Ciclo de Vida

El inventario de ciclo de vida (ICV) implica la recopilación de datos de los flujos de entrada y salida desde y hacia la naturaleza adoptando como referencia la UF definida en la Fase A. Entre las entradas se cuentan los flujos de materiales, energía y agua. Por su lado, las salidas comprenden a los productos elaborados y las emisiones al aire, los efluentes líquidos y los residuos sólidos. Con esta información se construye un modelo de todo el sistema que se representa en un diagrama de flujo.

c. Evaluación de impactos de ciclo de vida

En esta fase se evalúa la magnitud y la importancia de los potenciales impactos al ambiente resultantes del sistema en estudio, utilizando los resultados de la Fase B.

Para la realización de esta fase la norma ISO 14040 distingue entre elementos obligatorios y opcionales (Fig. 22). Los elementos obligatorios son:

- Selección de las categorías de impacto, definidas como clases que representan un problema o una preocupación ambiental. Ejemplo de categorías de impacto son: calentamiento global, acidificación, eutrofización, usos del suelo, toxicidad humana, etc.
- Clasificación: es la asignación de los datos obtenidos en el inventario a las distintas categorías de impacto.

- Caracterización: consiste en la modelización de los datos del inventario dentro de las categorías de impacto, mediante el uso de indicadores.

Los elementos opcionales son:

- Normalización: consiste en relacionar la magnitud cuantificada de una categoría de impacto respecto a un valor de referencia, de modo de obtener una única unidad de medida para todas las categorías de impacto evaluadas.
- Agrupación: es una clasificación de las categorías de impacto en grupos de impacto similares o por categorías en una jerarquía determinada.
- Ponderación: consiste en otorgar prioridades (importancia relativa) entre las distintas categorías de impacto.

Una vez que se han realizado los pasos descritos se obtiene el perfil ambiental del sistema producto consistente en una compilación discreta de los resultados de los indicadores para cada categoría de impactos.

Las categorías de impacto se clasifican en globales y regionales. Las categorías globales son aquellas que tienen efecto sobre todo el planeta independientemente del sitio donde se produzca el impacto. Por ejemplo, la emisión de gases de efecto invernadero provocan un aumento del potencial de calentamiento global y afecta al planeta en general. Dentro de este grupo encontramos el Cambio Climático, el Agotamiento del Ozono Estratosférico, el Agotamiento de los Recursos Abióticos, el Consumo de Energía, entre otras.

Las categorías de impacto regional o local son aquellas que contemplan los impactos producidos en una región o localidad determinada, sin afectar las condiciones generales del planeta. Su efecto potencial dependerá de las condiciones del lugar donde se produzca el consumo de recursos y/o las emisiones, y de las características del receptor de las mismas. En este grupo se encuentran la Acidificación, Eutrofización, Formación de Ozono Fotoquímico, Toxicidad Humana, Eco-Toxicidad, Uso del Suelo, Consumo de Agua, etc.

Existe una diferencia importante entre los distintos métodos de evaluación de impactos. Una opción es analizar el efecto último del impacto ambiental o *endpoint*, o bien, considerar los efectos intermedios o *midpoints*. Las categorías de impacto intermedias se hallan más cercanas a la intervención ambiental, permitiendo, en general, modelos de cálculo mejor ajustados a dicha intervención. Estos efectos se encuentran en cualquier lugar de la cadena causa-efecto (mecanismo ambiental) de una categoría de impacto particular, es decir entre la intervención ambiental y los puntos finales del impacto (Bare et al, 2000). Estas proporcionan información más detallada sobre el punto y la manera en que se afecta al medio ambiente. Las *categorías*

de impactos finales son variables y afectan a la sociedad (Udo de Haes, 1999), por lo tanto su elección resultaría más relevante y comprensible a escala global. La Norma ISO 14042 define de manera implícita tres áreas de protección (AoP), como categorías de impactos finales: salud humana, entorno natural (ecosistemas) y recursos renovables. Sin embargo, la metodología para llegar el efecto último no está plenamente elaborada ni existe el suficiente consenso científico necesario para recomendar su uso. Es por ello, que actualmente es más común recurrir a categorías de impacto intermedias.

En general, la modelización en los puntos finales requiere supuestos más complejos, lo cual implique probablemente mayores incertidumbres. La modelización en los puntos intermedios es más simple, pero es más difícil su interpretación. La elección de uno u otro tipo de modelo dependerá principalmente del objetivo y alcance del estudio. Ejemplos de modelos de caracterización de punto final son el Eco-indicador 99 (Goedkoop y Spriensma, 2001), el EPS 2000 (Steen, 1999), el IMPACT 2002+ (Jolliet et al., 2003) y el ReCiPe (Goedkoop et al., 2009), entre otros. Algunos modelos de punto medio son CML 2001 (Heijungset al., 1992), Eco-indicador 95, (Goedkoop, 1995), EDIP 2003 (Hauschild y Potting, 2004) y ReCiPe (Goedkoop et al., 2009).

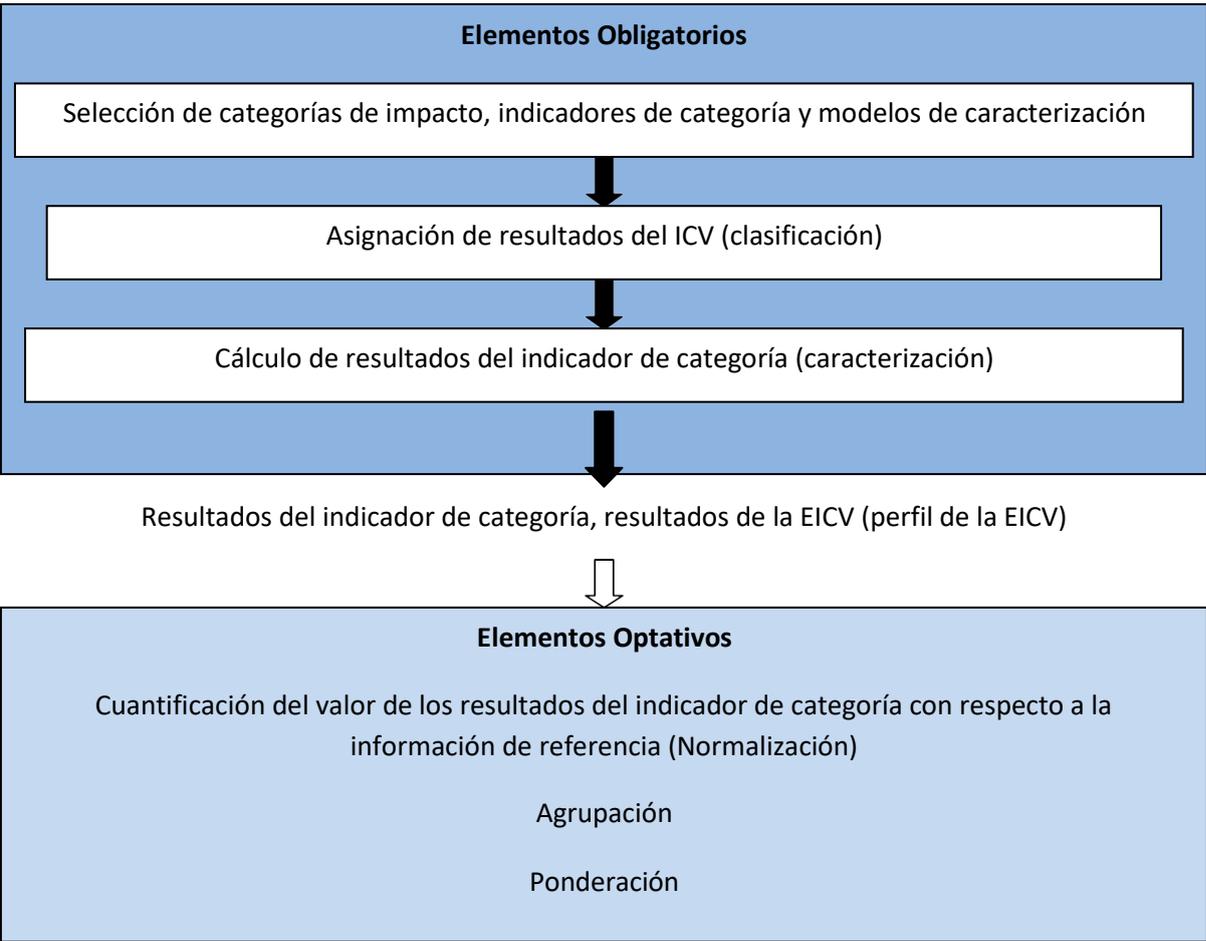


Figura 22. Evaluación de impacto de ciclo de vida. Fuente: ISO 14014:2006

a. Interpretación de los resultados

La interpretación de los resultados es el último paso de un ACV. Por medio de él los resultados se expresan de la forma más clara posible. Se evalúan los *hotspots* o puntos calientes que representan los materiales, etapas del proceso o las categorías de impacto donde existen oportunidades de mejora.

Además, durante esta fase se formulan las conclusiones, limitaciones y recomendaciones. Es indispensable que las conclusiones respondan a los requisitos establecidos en el objetivo y alcance del estudio. Las limitaciones deben expresar claramente bajo qué condiciones son válidos los resultados del ICV y de la EICV. Las recomendaciones deben basarse en las conclusiones finales y relacionarse con la aplicación prevista del estudio.

Para brindar un mayor entendimiento sobre la fiabilidad de los resultados, se recomienda la realización de un Análisis de calidad de los datos. Este elemento es obligatorio en análisis comparativos.

3.2 Consideraciones metodológicas para el caso de estudio

La Unidad funcional se estableció como *1 m² de muro de ladrillos macizos*⁷. Como regla de corte se consideró el 1% en masa. El sistema analizado comprende los procesos de obtención de la arcilla, mezclado, secado y cocción de ladrillos (Fig. 15). Se adoptó un enfoque “de la cuna a la puerta”, en el cual no se considera el uso y disposición final del producto.

El ICV se realizó teniendo en cuenta los siguientes materiales: arena, arcilla, aserrín de madera, carbonilla y agua. Como combustible se tuvo en cuenta el gas oil necesario para el tractor que realiza el amasado, el combustible para el horno y el requerido para el transporte de materias primas.

Para el amasado se consideró un consumo de 28 litros de gasoil por km recorrido de tractor. La Tabla 1 muestra las distancias consideradas para transporte de insumos y combustibles.

Las proporciones de insumos y materia primas utilizadas corresponden a datos obtenidos por medio de entrevistas realizadas a dueños y arrendatarios de ladrilleras de la zona. Esta información se complementó mediante análisis de muestras de las distintas materias primas utilizadas.

⁷ Se adoptó un ladrillo artesanal de dimensiones: 25,5 cm x 12,5 cm x 6 cm. Para el muro de 1 m² se consideraron necesarios 50 ladrillos.

Se analizaron escenarios alternativos para la etapa de cocción del ladrillo en una planta típica ubicada en la zona ladrillera de El Algarrobal considerando distintos combustibles, uno el real con la utilización de leña y otros dos hipotéticos en los que se emplea gas licuado de petróleo (GLP) y biogás. Se asumió que el GLP proviene a granel de la refinería Luján de Cuyo (Mendoza), mientras que el biogás se obtiene a partir de un biodigestor que utiliza residuos sólidos urbanos (RSU) del vertedero ubicado en la localidad de El Borbollón, Las Heras, Mendoza.

Tabla 1. Distancias de transporte de materias primas e insumos requeridos para la fabricación de ladrillos

<i>Materia Prima</i>	<i>Lugar de origen</i>	<i>Distancia transportada aproximada [km]</i>
Arena	Luján de Cuyo (Anchoris)	25
Aserrín	Maipú	20
Carbonilla	Maipú	20
Leña	Tunuyán-Tupungato	93
GLP	Luján de Cuyo (Destilería)	40
Biogás	Las Heras (El Borbollón)	13

Fuente: Elaboración propia

El análisis de impactos de ciclo de vida (incluido el cálculo de la huella de carbono) se realizó con el software SimaPro V. 8.0.5.13 (ACV software PréConsultants), a través del método de evaluación ReCiPe (Goedkoop *et al.*, 2009).

Dadas las características de la actividad y la zona seleccionada para el estudio, se consideraron como relevantes las siguientes categorías de impacto de punto medio:

- Cambio climático

Una emisión de un gas de efecto invernadero (GEI) provoca un aumento de la concentración atmosférica de estos gases que, a su vez, incrementa la capacidad de forzamiento radiativo de la Tierra⁸, conduciendo a un aumento de la temperatura media global.

Los principales GEI emitidos a la atmósfera son el dióxido de carbono (CO₂), el vapor de agua, el metano (CH₄), el ozono (O₃) y el óxido nitroso (N₂O).

La emisión de GEI por las actividades humanas se produce a una velocidad mucho mayor a la que ocurre naturalmente, ocasionando una modificación del balance energético del planeta. Las

⁸ Forzamiento radiactivo es la diferencia entre la luz solar absorbida por la Tierra y la energía irradiada devuelta al espacio.

principales consecuencias del calentamiento global consisten en la intensificación de la sequía y de la desertización en zonas áridas, y el incremento de lluvias torrenciales e inundaciones en zonas húmedas y costeras. Los pronósticos alertan sobre olas de calor prolongadas y frecuentes, aceleración del derretimiento de hielos y glaciares, incrementos del nivel del mar, y multiplicación de huracanes. El ambiente y la biodiversidad se verán extraordinariamente dañados, ocasionando la pérdida de ecosistemas y la extinción de especies. Así mismo, la pobreza en ciertas zonas del planeta originará flujos migratorios de personas hacia los países menos afectados.

El indicador de punto medio mayormente utilizado para evaluar esta categoría es el Potencial de Calentamiento Global (GWP). El GWP establece el efecto de calentamiento global relativo de un GEI específico con respecto al CO₂ (que se utiliza como referencia) en un período de tiempo determinado.

- Toxicidad humana o Daños a la salud humana

Esta categoría contempla los efectos de sustancias tóxicas existentes en el ambiente sobre las personas. Afecta a las tres áreas AoP (daños en la salud humana, en los ecosistemas y disponibilidad de recursos). Considera que un contaminante no permanece en el medio, compartimento ambiental (aire, agua o suelo) en el cual es emitido, sino que puede desplazarse y alcanzar otros compartimentos que serán, a su vez, contaminados. Los factores de caracterización disponibles de impactos toxicológicos sobre la salud humana en el LCA tratan de dar cuenta de destino químico, la exposición humana y los efectos toxicológicos sobre las personas.

- Ecotoxicidad terrestre y de agua dulce

En muchos aspectos, la ecotoxicidad se trata de manera similar a la toxicidad humana, incluyendo tanto el destino y como el efecto, sin embargo se contemplan algunas diferencias. Tanto, para el tratamiento del efecto como del destino de los contaminantes se aplica un modelo similar que para la toxicidad humana.

- Formación de material particulado

La contaminación del aire que causa aerosoles primarios y secundarios en la atmósfera puede tener un impacto negativo en la salud humana, que van desde síntomas respiratorios a hospitalizaciones y muerte (OMS 2006, Burnett et al. 2014, Lelieveld al. 2015). Las partículas finas con un diámetro de menos de 2,5 micras (PM 2.5) representa una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas. Problemas de salud humana PM2.5 causa, ya que llega a la parte superior de las vías respiratorias y los pulmones cuando se inhala. Aerosoles PM2.5 secundarios se forman en el aire de las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), amoníaco (NH₃) y

óxidos de nitrógeno (NO_x), entre otros elementos (OMS 2003). Estudios de la OMS muestran que los efectos de la exposición crónica de mortalidad es probable que sean atribuibles a $\text{PM}_{2.5}$ en lugar de AM a PM de partículas gruesas. Las partículas con un diámetro de 2,5-10 micras ($\text{PM}_{2.5-10}$) están relacionados con la morbilidad respiratoria (OMS 2006).

- Agotamiento de combustibles fósiles

La categoría Agotamiento fósil hace referencia al uso de combustibles fósiles a una velocidad mayor a la que se pueden extraer o regenerar. El término combustible fósil se asigna a un grupo de recursos que contienen hidrocarburos. Este grupo incluye por ejemplo a los materiales volátiles (como el metano), la nafta y los materiales no volátiles (como el carbón).

4. Análisis Social de Ciclo de Vida

4.1 Fundamentos y estructura

En los últimos años, se ha evidenciado cada vez más la necesidad de complementar el análisis ambiental de los productos, realizado mediante el ACV, con un análisis de los impactos sociales y económicos. Para ello, se están desarrollando las metodologías del Análisis de los Costos del Ciclo de Vida (ACCV) y el Análisis Social del Ciclo de Vida (ACVS).

El ACVS es una herramienta aún muy novedosa por esto, hay todavía muchas cuestiones metodológicas sin resolver y se dispone de pocos estudios de caso.

Los objetivos principales del ACVS son adquirir y sistematizar información sobre el impacto social de los productos, para dar apoyo a estrategias, políticas de gestión, planes de acción, prácticas de compra y acciones de comunicación.

En particular, el ACVS puede servir para (Jørgensen et al., 2008):

- a) identificar los potenciales de mejora en el ámbito social de los productos;
- b) comparar los productos desde el punto de vista del impacto social, así como ayudar en los procesos de certificación. Este segundo punto implica la posibilidad de influir sobre las elecciones de los consumidores hacia productos más sostenibles, así como sobre las decisiones de los políticos hacia la eliminación en el mercado de productos y servicios menos sostenibles entre sus semejantes (Swarr, et al., 2009), (Ekvall et al., 2011) sugiere que el ACVS puede ser usado para influir sobre las políticas de los gobiernos.

El ACVS es un proceso sistemático que permite recopilar información sobre los impactos sociales durante el ciclo de vida de los productos, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final. Los impactos sociales son las consecuencias negativas o positivas sobre el bienestar de los denominados "*stakeholders*" debidas a las actividades de la empresa. Los *stakeholders* son los grupos de actores sociales que tienen un interés compartido debido a su relación similar con el sistema objeto de análisis (por ejemplo: los trabajadores, los consumidores, los proveedores). El ACVS no considera las presiones sociales determinadas por los impactos ambientales, porque estos últimos ya están incluidos en el ACV.

La diferencia entre el ACVS y otras metodologías de evaluación del impacto social es que el primero tiende idealmente a analizar no sólo el impacto social asociado a una etapa del ciclo de vida (por ejemplo, la fabricación de un producto), sino a todas las fases del ciclo de vida (extracción de materias primas, transporte, fabricación, uso y disposición de residuos). Por eso,

la recopilación de información se puede volver problemática, especialmente en el caso de cadenas productivas muy largas o muy internacionalizadas.

El ACVS se basa en las categorías de impacto que se derivan de temas de interés social. La Guía para la realización de ACVS de la UNEP-SETAC (UNEP-SETAC 2009) propone las siguientes categorías de impacto:

- 1) Derechos humanos;
- 2) Condiciones de trabajo;
- 3) Salud y seguridad;
- 4) Patrimonio cultural;
- 5) Gobernanza;
- 6) Repercusiones socio-económicas.

Las categorías de impacto se refieren a conceptos muy abstractos y generales, y por eso se detallan en subcategorías de impacto, que denotan temas o atributos socialmente significativos. Las subcategorías se derivan, en su mayoría, de acuerdos y convenciones internacionales, como por ejemplo las Convenciones y Recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo y la Declaración Tripartita de Principios sobre las Empresas Multinacionales y la Política Social (Dreyer et al., 2006). Sin embargo, en muchos casos dichos acuerdos sólo representan unos requerimientos mínimos, que en general son respetados en los países industrializados. Por eso, se pueden incluir en el ACVS categorías de impacto e indicadores que van más allá de los criterios de conformidad mínimos establecidos por dichos tratados y acuerdos internacionales.

Las subcategorías se pueden clasificar según los impactos o según los stakeholders, y las dos clasificaciones son complementarias. Una categoría de impacto puede estar relacionada con diferentes categorías de stakeholders, y una categoría de stakeholders puede estar afectada por diferentes categorías de impacto. Las principales categorías de stakeholders que proponen la Guía para Análisis Social de Ciclo de Vida del Programa de las Naciones unidas para el Medio Ambiente la UNEP (UNEP/SETAC, 2009) son las siguientes:

- 1) Trabajadores/empleados;
- 2) Comunidad local;
- 3) Sociedad (nacional, local);
- 4) Consumidores (tanto los consumidores finales, como los consumidores asociados a cada etapa del ciclo de vida);
- 5) Actores en la cadena de valor (incluyendo los proveedores).
- 6) A estas se pueden añadir otras categorías de stakeholders (como por ejemplo las organizaciones no gubernamentales-ONG, el Estado o las generaciones futuras) u otras diferenciaciones o subgrupos (por ejemplo accionistas y socios comerciales).

La Figura 23 resume la estructura de un ASCV.

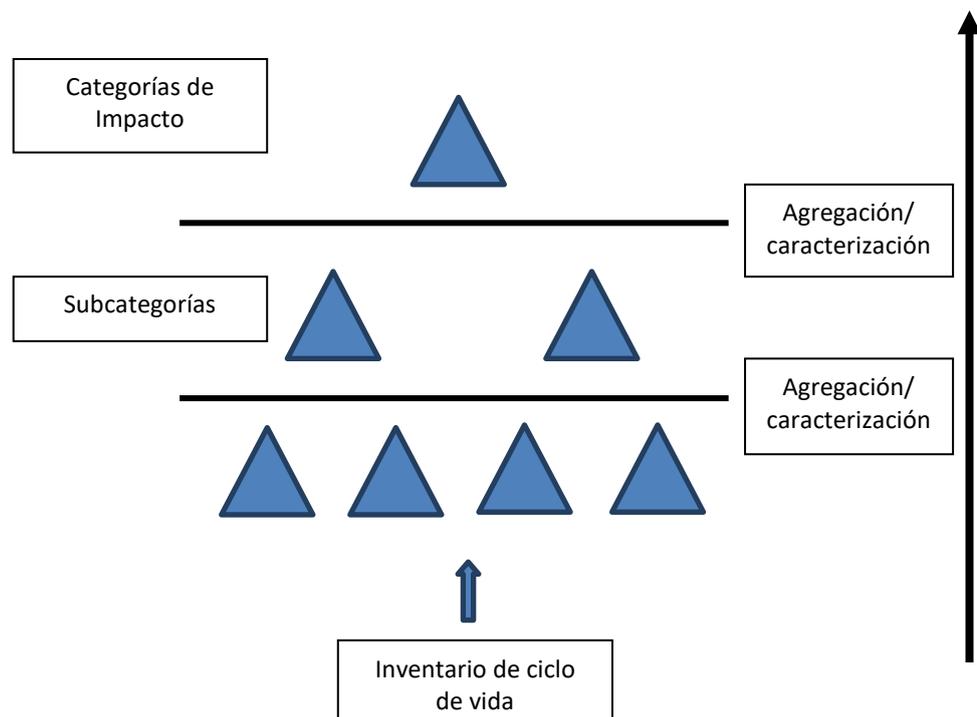


Figura 23. Estructura del ASCV. Fuente: UNEP/SETAC, 2009

Igual que el ACV, el ASCV se realiza en cuatro fases: 1) identificación de los objetivos y del alcance; 2) análisis de inventario; 3) evaluación de impactos; 4) interpretación de los resultados.

Cada una de estas etapas del ciclo de vida (y sus procesos de unidad) se puede asociar a lugares geográficos, donde uno o más de estos procesos se llevan a cabo (minas, fábricas, carreteras, carriles, puertos, tiendas, oficinas, las empresas de reciclaje, los vertederos). En cada una de estas zonas geográficas, los impactos sociales y socio-económico, se pueden observar en las categorías de grupos de interés listadas anteriormente.

Cada categoría de grupos de interés representa un conjunto de actores que se espera que tengan intereses comunes, debido a su relación similar al sistema-producto estudiado. Es claro que los grupos de interés pueden variar no sólo de un estudio a otro, sino también dentro de cada eslabón de la cadena de suministro.

Las subcategorías se analizan con indicadores de inventario, que sirven para organizar el proceso de recopilación de los datos de inventario. Los indicadores de inventario pueden ser expresados en diferentes unidades de medida y pueden ser cuantitativos o cualitativos. En las Hojas Metodológicas para Subcategorías de Impactos en ACVS de la UNEP/SETAC (UNEP/SETAC 2013) se incluye las definiciones de cada una de estas subcategorías, una

explicación de cómo la subcategoría se relaciona con el desarrollo sostenible, información sobre disponibilidad de datos, unos ejemplos de indicadores y unidades de medida, así como unas referencias bibliográficas.

4.2 Consideraciones metodológicas para el caso de estudio

4.2.1 Inventario de ciclo de vida

La recolección de datos se realizó a través de un diseño exploratorio, luego de entrevistas a organismos estatales dedicados a la provisión de vivienda social, tales como el Instituto Provincial de la Vivienda y el Municipio de Las Heras, de observaciones a actores sociales claves en tres unidades productivas de la zona de estudio y de encuestas.

Para el análisis cuantitativo se utilizaron fuentes secundarias en las que se inserta la población bajo estudio sobre tendencias económicas y estadísticas registradas por el hospital Dr. Héctor Elías Gailhac, referidas a enfermedades asociadas con la actividad.

También se realizó y aplicó una encuesta en la escuela secundaria N° 4-143 El Algarrobal, que recibe a los hijos de los trabajadores de los hornos de ladrillos. En total, se realizaron 230 encuestas para obtener una mayor riqueza de información, de las cuales 60 corresponden a hijos de horneros. En el cuestionario se incluyeron aspectos como: características de la vivienda, actividad familiar, aspectos sanitarios y salud, tiempo libre, percepción del lugar, entre otros (Tabla 2). Se interesó en estimar las frecuencias de respuestas en las diversas categorías presentes en el cuestionario, así como el análisis de su relación entre sí y con las variables: género, nivel de educación y situación económica.

Esta información se complementó con informes aportados por el Municipio de Las Heras (1998, 2010 y 2012), del Observatorio de Trabajo Infantil y Adolescente, Subsecretaría de Programación Técnica y Estudios Laborales del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación (2011) y de testimonios de informantes claves vinculados con la producción del ladrillo.

Tabla 2. Aspectos considerados y cantidad de variables incluidas en las encuestas realizadas a los estudiantes de la Escuela El Algarrobal

<i>Aspectos</i>	<i>Número de variables</i>
Información familiar	8
Alimentación	11
Tiempo libre y recreación	4
Vivienda	17
Energía	6
Uso del agua	19
Transporte	6
Salud	4
Actividades familiares	5
Percepción del entorno	4
Desechos	5

4.2.2 Selección de categorías de impacto

Para elegir las categorías y las subcategorías de impacto, se adoptaron las recomendaciones de Hauschild et al. (2008) y Benoît et al. (2010) referidas a un enfoque combinado de información *bottom-up* con información *top-down*. La tipología de información *bottom-up*, obtenida a través de un análisis sobre el terreno, permite tener en cuenta los datos disponibles y las perspectivas de todos los *stakeholders*, mientras que el uso de la tipología *top-down* permite asegurar criterios mínimos de aceptabilidad para las actividades de las empresas. En este contexto, las categorías y subcategorías seleccionadas son ampliamente reconocidas por organismos internacionales y además representan a la actividad ladrillera y a los intereses de los actores sociales involucrados.

Se consideraron como grupos de interés a los trabajadores de las ladrilleras, a la comunidad local representada por El Algarrobal, y a la sociedad representada por la provincia de Mendoza.

Las categorías de impacto consideradas son: Derechos humanos, Condiciones de trabajo, Salud y seguridad, y Repercusiones socio-económicas. Las subcategorías de impacto se clasificaron según las categorías de impacto y los grupos de interés seleccionados previamente (Tabla 3).

Es importante destacar que la subcategoría “Educación” definida en el presente estudio no está contemplada en las Directrices de la UNEP-SETAC (2009) como tal. Sin embargo, se considera relevante para medir, en la población estudiada, la existencia o no de un avance en el nivel de educación en las generaciones siguientes de los trabajadores de las ladrilleras.

Tabla 3. Selección de grupos de interés, categorías, subcategorías e indicadores de impacto

<i>Grupo de interés</i>	<i>Categoría de impacto</i>	<i>Sub-categoría de impacto</i>	<i>Indicadores</i>
Trabajadores	Derechos humanos	Educación	Nivel de educación
		Trabajo infantil	Tiempo dedicado a la actividad
	Condiciones de trabajo	Libertad de asociación/negociación igualitaria	Tipo de relación de trabajo
		Beneficios sociales	Existencia y/o tipo de beneficio social
Salud y seguridad	Salud y seguridad	Tipo de enfermedades frecuentes	
Comunidad local	Repercusiones socio-económicas	Deslocalización y migración	Lugar de procedencia

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Definición de indicadores

Se determinaron los indicadores socioeconómicos más adecuados para evaluar los impactos sociales potenciales de la actividad ladrillera en la región considerada. Para ello se seleccionaron indicadores aditivos medibles cuantitativamente y relacionados a la Unidad funcional, e indicadores descriptivos, medibles cuantitativa o cualitativamente y sin relación con la Unidad funcional (no aditivos a través de la cadena de producción) (Tabla 4).

Entre los indicadores aditivos se incluye “Cantidad de horas dedicadas a la actividad ladrillera por unidad funcional” y “Participación de la actividad en el PBI provincial”. El primero está relacionado al Trabajo infantil y se mide en función de las horas dedicadas a la actividad ladrillera por los niños menores de edad, que colaboran con sus padres (Ley N° 26.390).

Prohibición del Trabajo Infantil y Protección del Trabajo Adolescente). El segundo se refiere a la participación en el PBI provincial de la producción declarada, considerando la situación de ilegalidad en que se encuentra gran parte de los trabajadores.

Los indicadores descriptivos considerados son: Nivel de educación, Tipo de relación de trabajo, Existencia y/o tipo de beneficio social, Tipo de enfermedades frecuentes, y Lugar de procedencia.

El indicador Nivel de educación permite diferenciar el grado de educación adquirido entre padres e hijos. El indicador Tipo de relación de trabajo se consideró para diferenciar entre los trabajadores propietarios de la tierra y de la empresa, y los que trabajan en relación de dependencia. Este indicador se incluye en la Subcategoría Libertad de asociación/negociación igualitaria ya que permite analizar las condiciones en las cuales se desarrollan las relaciones laborales entre las partes (contratistas, contratados). La Existencia y/o tipo de beneficio social se obtiene del análisis de los servicios médicos que utiliza frecuentemente la familia. Asimismo, el tipo de enfermedades frecuentes permite distinguir las consecuencias de la actividad ladrillera en la salud de los trabajadores, dado que no se aplican ni exigen las condiciones de protección y salud laboral a los empleados. El indicador Lugar de procedencia se mide de acuerdo al porcentaje de población inmigrante dedicada a la actividad ladrillera, y por lo tanto permite analizar la inserción de dicha actividad en la sociedad, razón por la cual este indicador se incluye en la subcategoría Deslocalización y migración.

Tabla 4. Clasificación de indicadores de impacto

<i>Indicador</i>	<i>Tipo de indicador</i>	<i>Método de medición</i>
Nivel de educación	Descriptivo	Cualitativo
Tiempo dedicado a la actividad por UF	Aditivo	Cuantitativo
Tipo de relación de trabajo	Descriptivo	Cualitativo
Existencia y/o tipo de beneficio social	Descriptivo	Cualitativo
Tipo de enfermedades frecuentes	Descriptivo	Cualitativo
Lugar de procedencia de los padres	Descriptivo	Cualitativo

Fuente: Elaboración propia

5. Impactos ambientales de la producción artesanal de ladrillos cerámicos

5.1 Perfil ambiental

En primer lugar, se analizan las categorías de impacto ambiental de punto medio seleccionadas y luego, se realiza un análisis de los resultados de los indicadores de punto final.

5.1.1 Categorías de punto medio

La Figura 24 muestra los resultados normalizados⁹ para todas las categorías de impactos de punto medio seleccionadas para cada alternativa de combustible considerada.

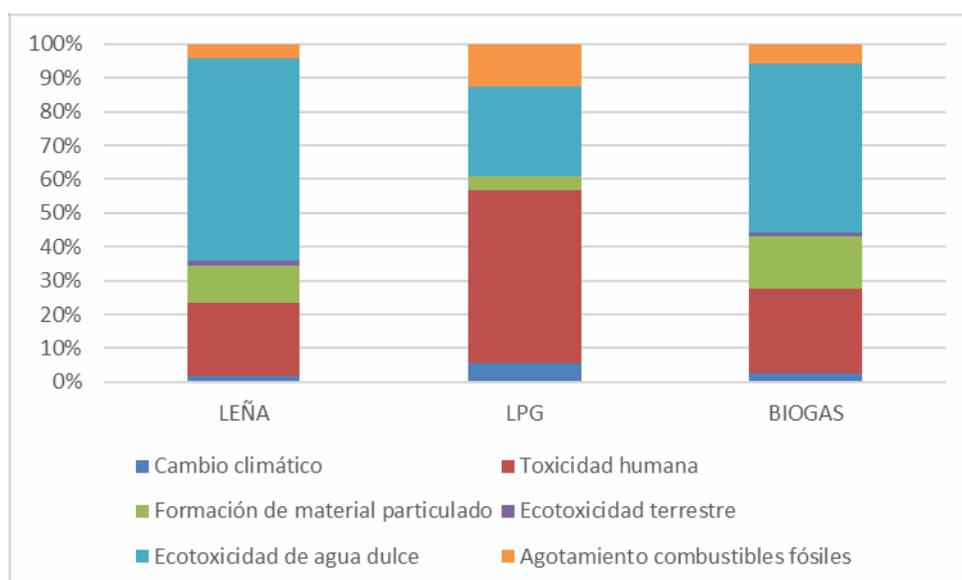


Figura 24. Impactos potenciales de la fabricación de ladrillos según tipo de combustible utilizado en los hornos de cocción

Se observa que las categorías Ecotoxicidad del agua dulce y Toxicidad humana son las más significativas para el proceso que usa leña como combustible, representando el 60% y 22% respectivamente del total del impacto producido. En el caso donde se utiliza GLP, las categorías Toxicidad humana (51%) y Ecotoxicidad de agua dulce (26%) son las más relevantes. Mientras que en la tercer alternativa, es decir en la que el combustible considerado para la cocción de los

⁹La Normalización se realizó con factores internacionales. La disponibilidad de factores de normalización regionales permitirá realizar una comparación más precisa de las categorías de impacto.

ladrillos es biogás, en la categoría Ecotoxicidad de agua dulce se produce el impacto más importante (50%) y el segundo corresponde a Toxicidad humana (25%).

A continuación, se muestran los resultados desagregados obtenidos según la categoría de impacto para cada uno de los escenarios evaluados.

5.1.1.1 Cambio climático

De las diferentes etapas del proceso de producción de ladrillos empleando leña como combustible, la cocción de las piezas cerámicas es la que asume la mayor importancia. Sólo la combustión de la leña aporta el 79%, al impacto total (Fig. 25).

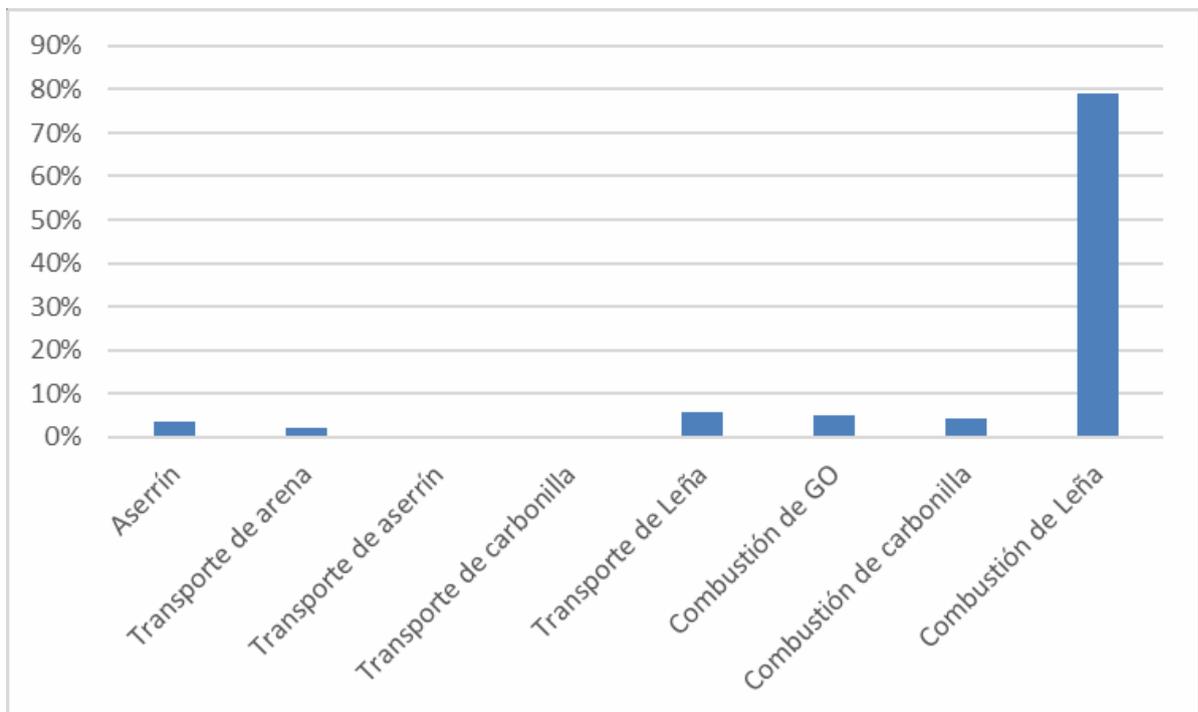


Figura 25. Categoría de impacto: Cambio climático para el escenario de uso de Leña

Cuando se utiliza GLP como combustible, la combustión del GLP produce el 97% de las emisiones de gases de efecto invernadero del proceso (Fig. 26).

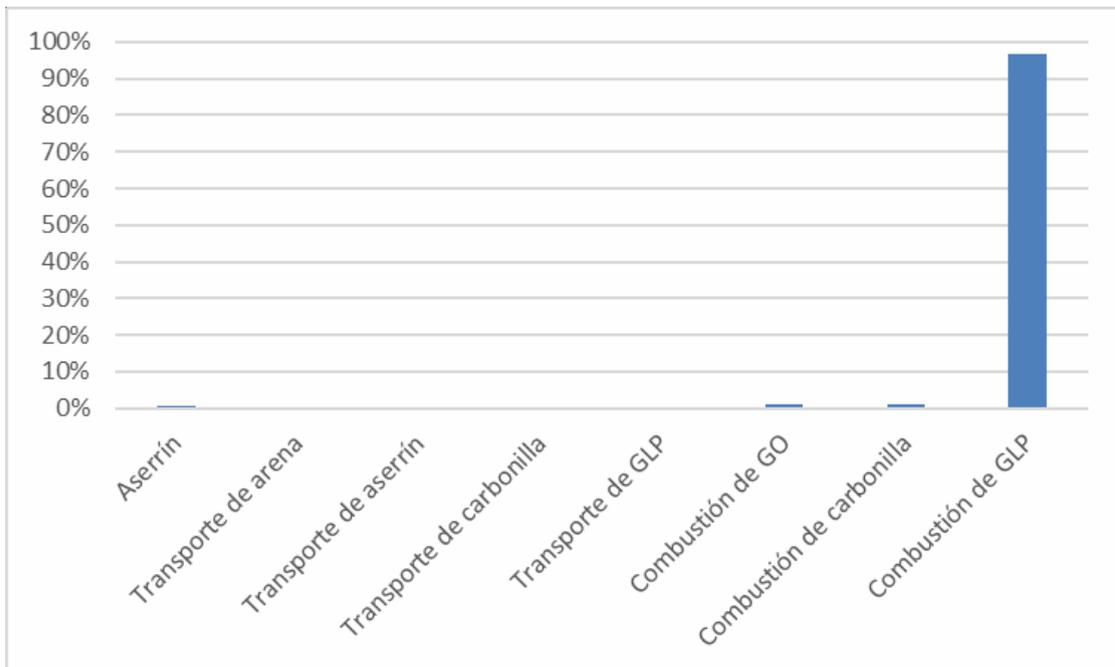


Figura 26. Categoría de impacto: Cambio climático para el escenario de uso de GLP

En el escenario que plantea la producción de ladrillos con el uso de biogás, la combustión del gas oil del tractor aporta el 26% de las emisiones totales, mientras que la combustión de la carbonilla y del biogás lo hacen con un 22% y 19% respectivamente (Fig. 27).

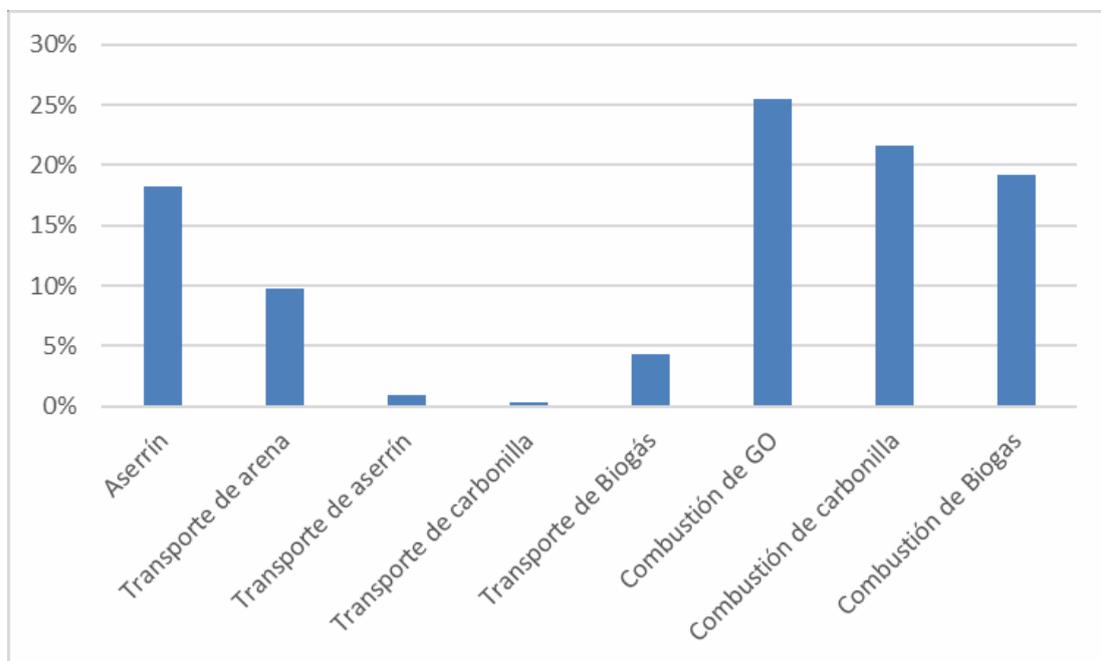


Figura 27. Categoría de impacto: Cambio climático para el escenario de uso de Biogás

5.1.1.2 Toxicidad humana

Las figuras 28, 29 y 30 muestran los valores obtenidos para la categoría Toxicidad humana según el tipo de combustible utilizado. En los casos de leña y GLP la combustión del combustible es la actividad que mayor contribuye al impacto total (86% y 97% respectivamente); mientras que para el caso en el que se utiliza biogás, el proceso crítico es la combustión de carbonilla (44%).

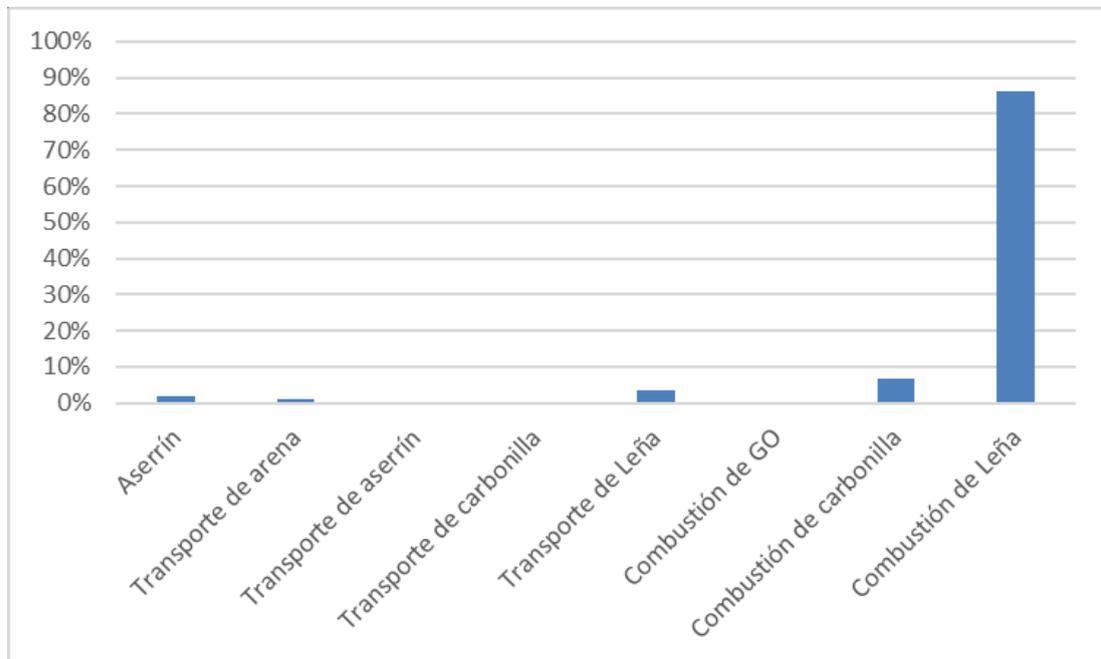


Figura 28. Categoría de impacto: Toxicidad humana para el escenario de uso de Leña

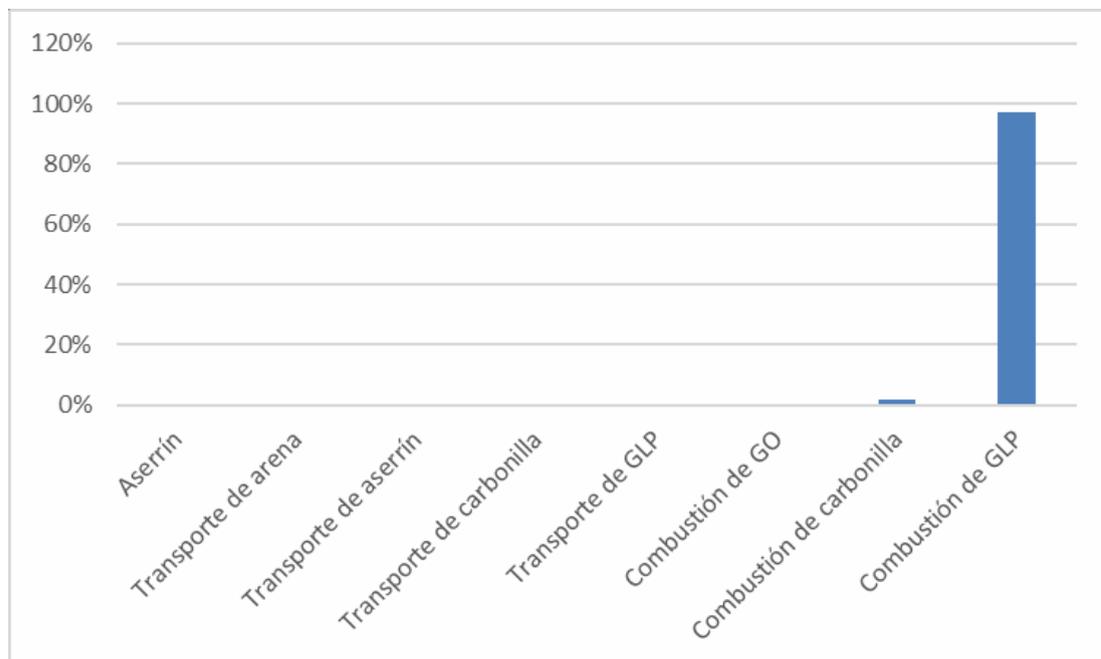


Figura 29. Categoría de impacto: Toxicidad humana para el escenario de uso de GLP

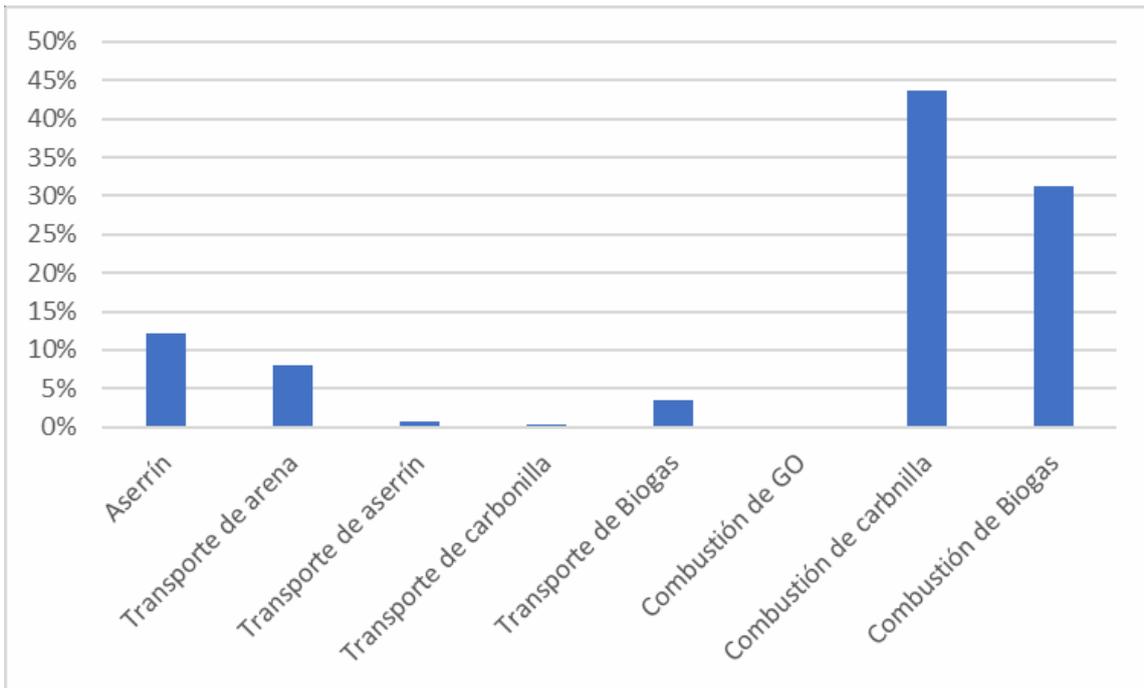


Figura 30. Categoría de impacto: Toxicidad humana para el escenario de uso de Biogás

5.1.1.3 Formación de material particulado

En relación a la Formación de material particulado, la combustión del combustible usado en los hornos es el proceso que tiene mayor relevancia tanto para el escenario que utiliza leña como para el que utiliza GLP, representando 84% y 77% del impacto total, respectivamente (Fig. 31 y 32). En el escenario que considera al biogás como combustible, el proceso más impactante en esta categoría es la combustión de la carbonilla (Fig. 33).

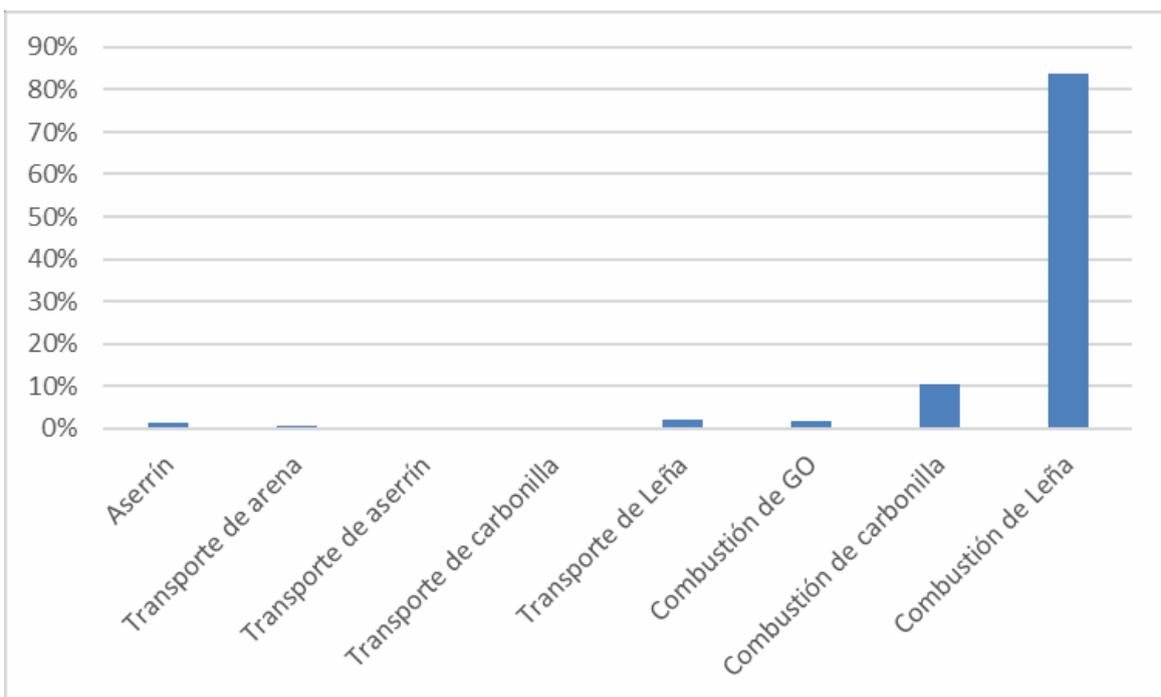


Figura 31. Categoría de impacto: Formación de material particulado, para el escenario de uso de Leña

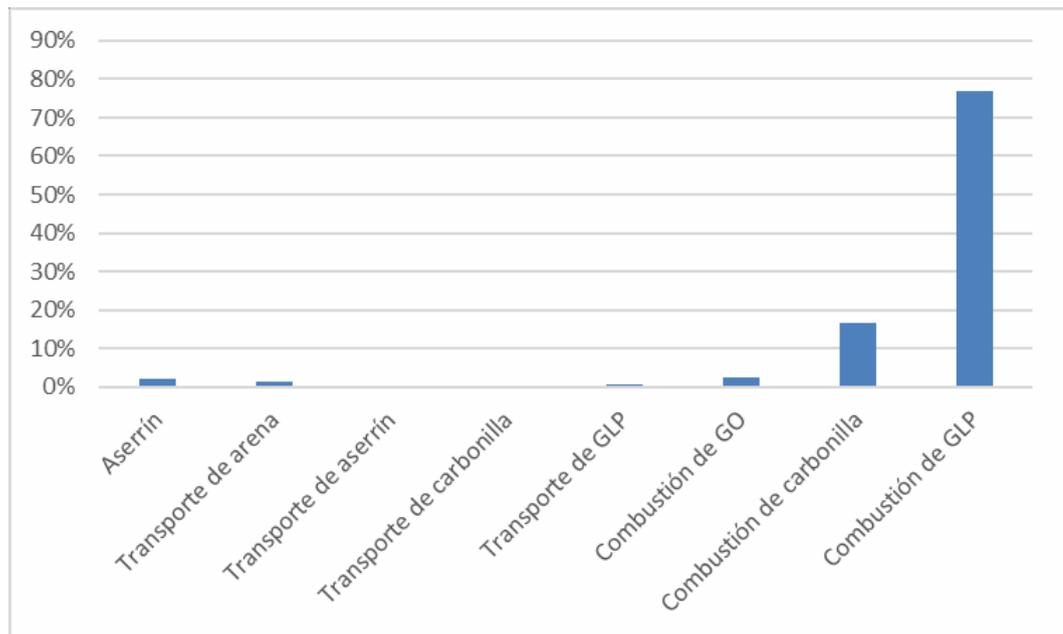


Figura 32. Categoría de impacto: Formación de material particulado, para el escenario de uso de GLP

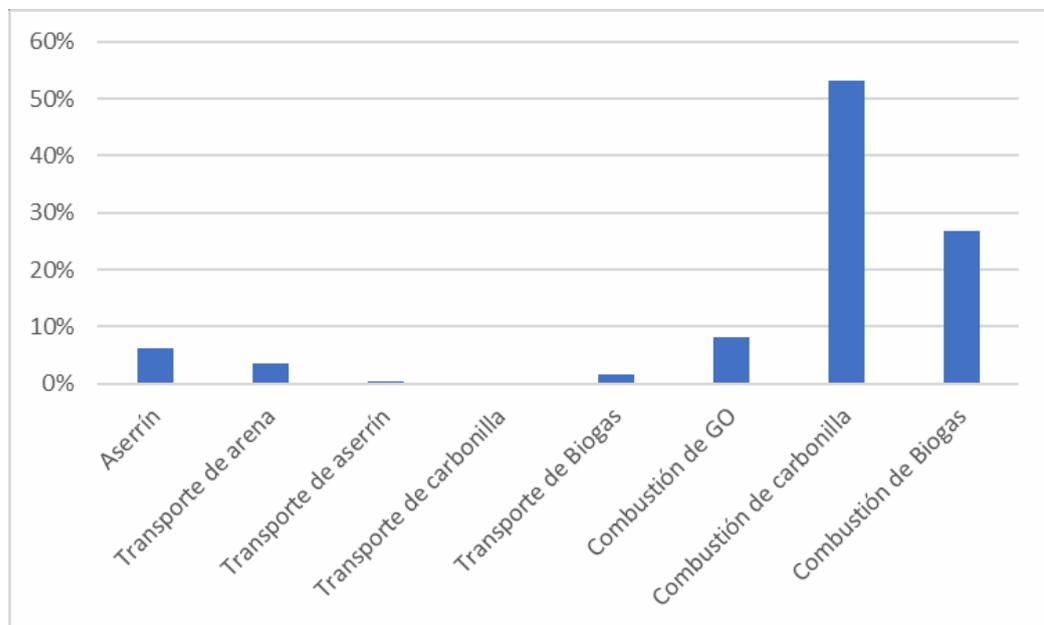


Figura 33. Categoría de impacto: Formación de material particulado, para el escenario de uso de Biogás

5.1.1.4 Ecotoxicidad terrestre

Los resultados muestran que, en el primer escenario, la combustión de leña es la etapa que más contribuye (85%) a la Ecotoxicidad terrestre; mientras que en los otros dos escenarios es la combustión de la carbonilla (48% para el caso de GLP y 50% para el de Biogás) (Fig. 34, 35 y 36).

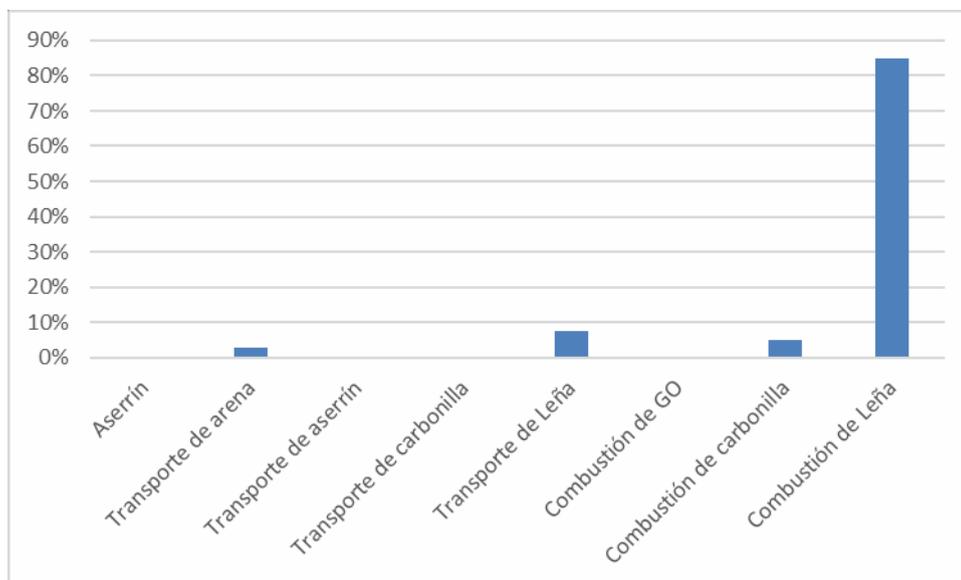


Figura 34. Categoría de impacto: Ecotoxicidad terrestre, para el escenario de uso de Leña

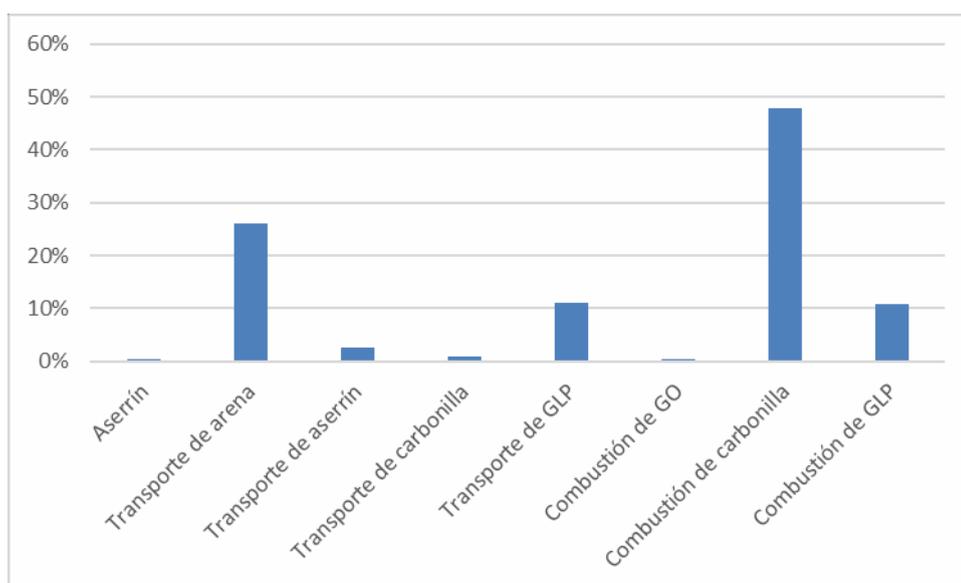


Figura 35. Categoría de impacto: Ecotoxicidad terrestre para el escenario de uso de GLP

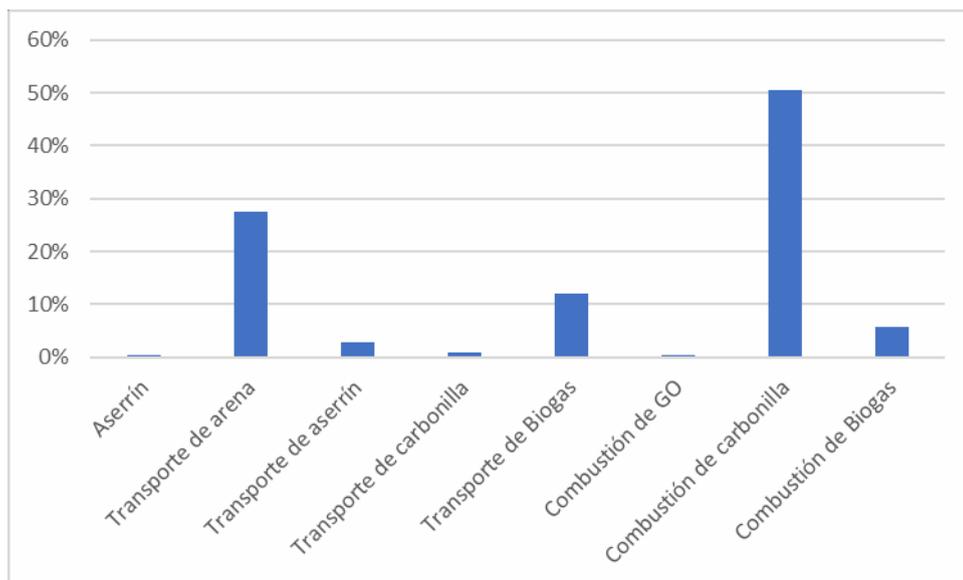


Figura 36. Categoría de impacto: Ecotoxicidad terrestre para el escenario de uso de Biogás

5.1.1.5 Ecotoxicidad de agua dulce

Al igual que para la categoría Formación de material particulado (apartado 5.1.1.3), la combustión del combustible usado en los hornos es el proceso que tiene mayor relevancia en los escenarios que utilizan leña y GLP, representando 91% y 90% respectivamente del impacto por ecotoxicidad de agua dulce (Fig. 37 y 38). En el escenario que considera al biogás como combustible, el proceso más impactante es la combustión de la carbonilla (Fig. 39).

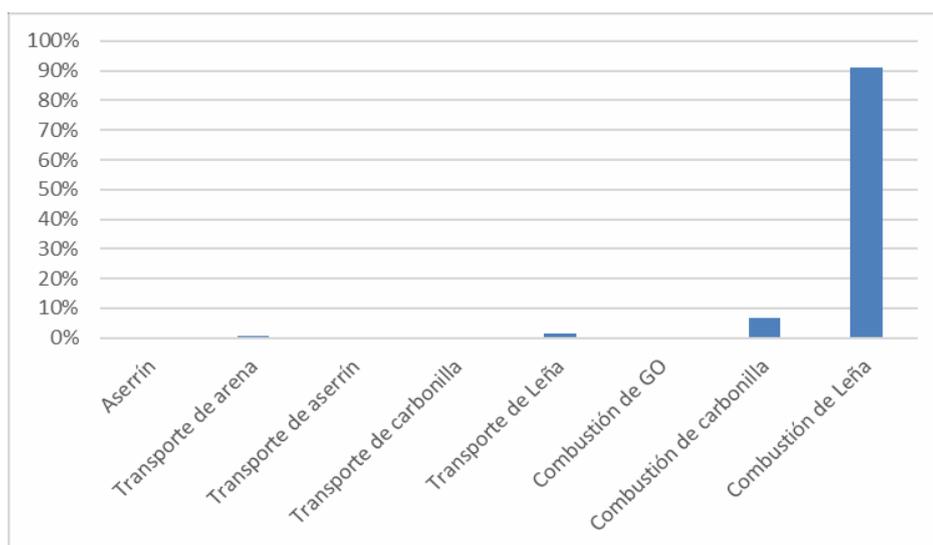


Figura 37. Categoría de impacto: Ecotoxicidad de agua dulce para el escenario de uso de Leña

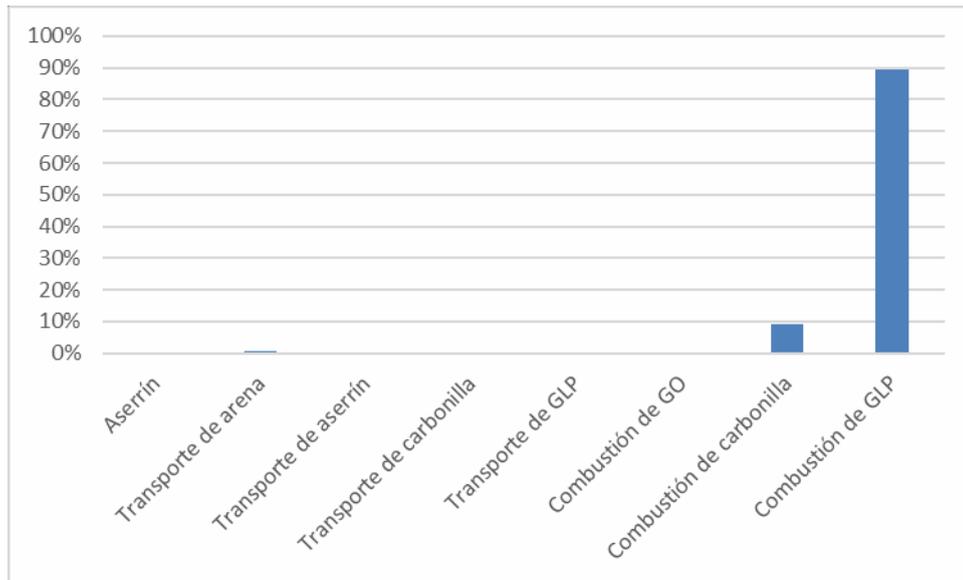


Figura 38. Categoría de impacto: Ecotoxicidad de agua dulce, para el escenario de uso de GLP

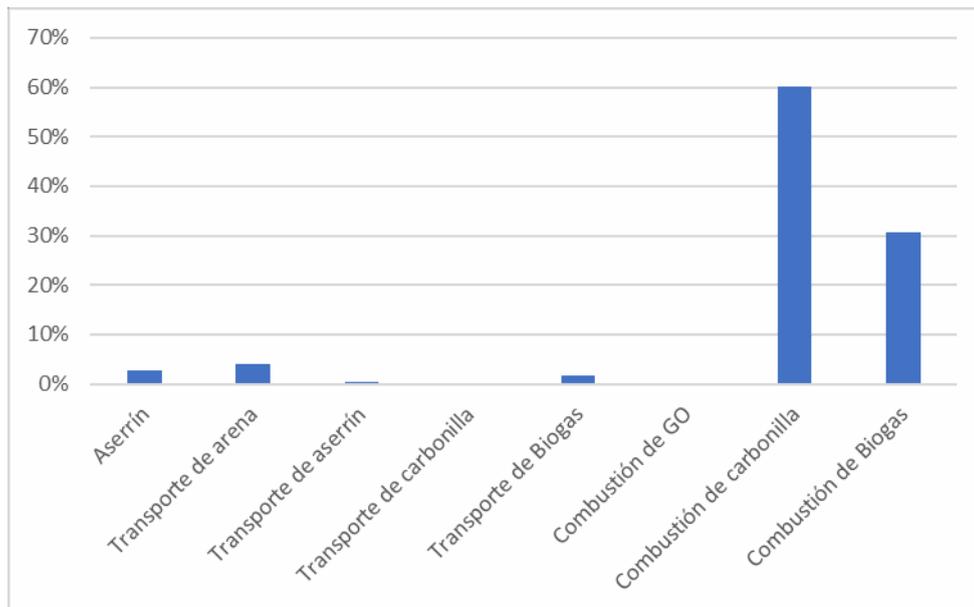


Figura 39. Categoría de impacto: Ecotoxicidad de agua dulce, para el escenario de uso de Biogás

5.1.1.6 Agotamiento de combustibles fósiles

Al analizar los resultados obtenidos para la categoría de impacto Agotamiento de combustibles fósiles (Fig. 40, 41 y 42), se observa que la quema de leña (77%) y la quema de LPG (97%) son las etapas que más contribuyen en los dos primeros escenarios. Para el caso en el que se utiliza biogás como combustible, la combustión de gas oil del tractor (28%) y la combustión de la carbonilla (24%) son los procesos que más aportan a la categoría.

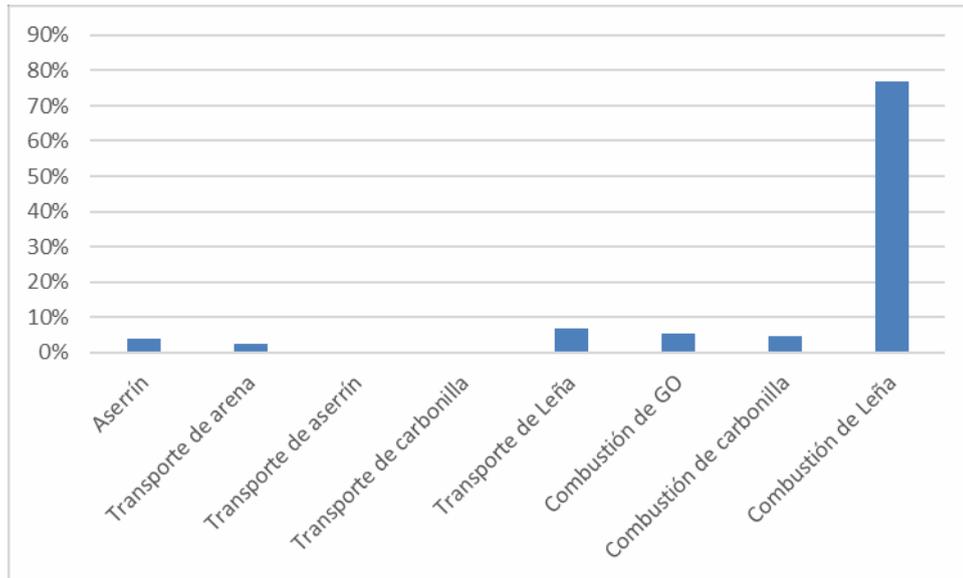


Figura 40. Categoría de impacto: Agotamiento de combustibles fósiles, para el escenario de uso de Leña

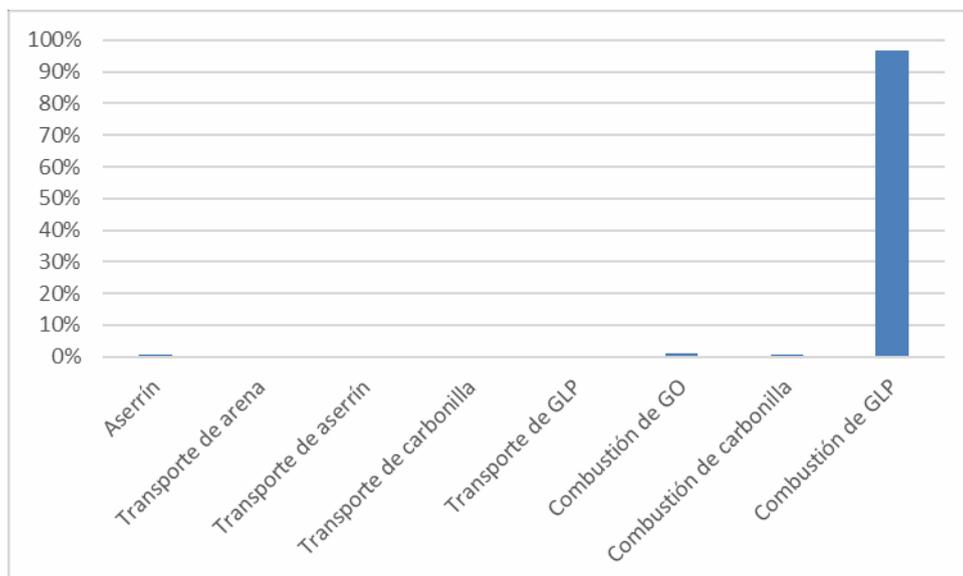


Figura 41. Categoría de impacto: Agotamiento de combustibles fósiles, para el escenario de uso de GLP

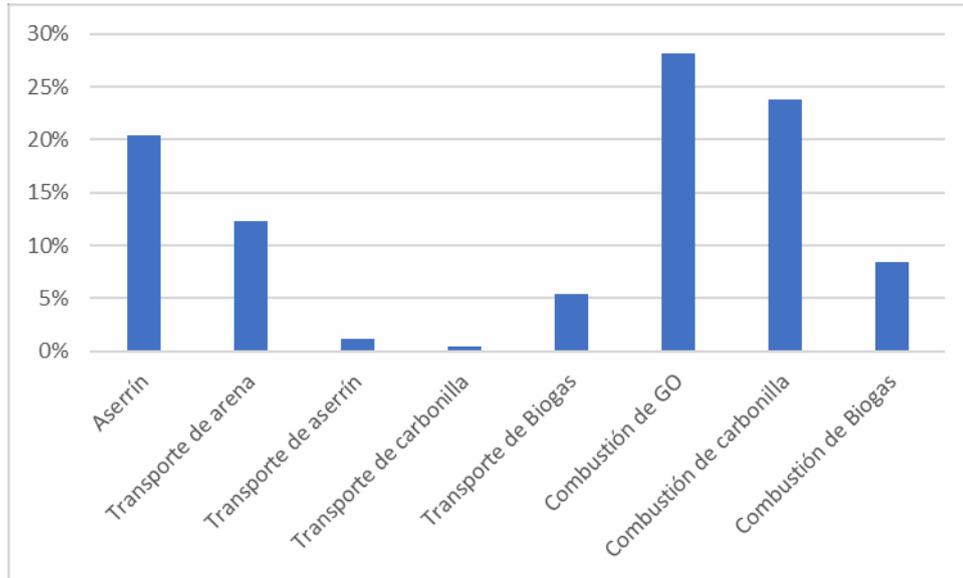


Figura 42. Categoría de impacto: Agotamiento de combustibles fósiles, para el escenario de uso de Biogás

5.1.2 Categorías de punto final

La Figura 43 muestra los resultados para las tres categorías de impacto de punto final obtenidas en los tres escenarios planteados.

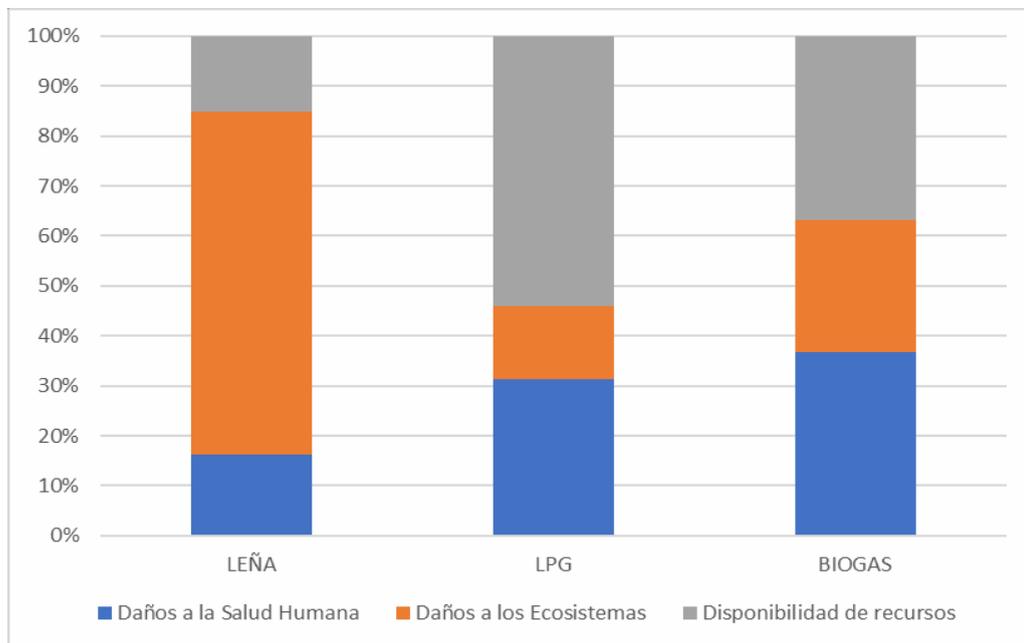


Figura 43. Impactos en las categorías de punto final para los tres escenarios de cocción de ladrillos

En el escenario que considera leña como combustible la incidencia en cada una de las categorías de impacto es de 69% para Daños a los ecosistemas, 16% para Daños a la salud humana, y 15% para Disponibilidad de recursos.

Cuando el combustible utilizado es LPG, la relación de los impactos es de 54% para Disponibilidad de recursos, 31% para Daños a la salud humana, y 25% para Daños a los ecosistemas.

En el caso del biogás, la incidencia es de 37% para Disponibilidad de recursos, 37% para Daños a la salud humana, y 26% para Daños a los ecosistemas.

A continuación, se analiza en detalle cada una de las categorías de punto final para cada uno de los escenarios propuestos en el estudio.

5.1.2.1. Daños a la salud humana

Los resultados desagregados de los aportes a la categoría *Daños a la salud humana* para cada tipo de combustible analizado se muestran en las figuras 44, 45 y 46. La combustión de leña (82%), la combustión de GLP (94%) y la combustión de carbonilla (40%) son las etapas que más contribuyen en la categoría, en los escenarios de uso de leña, GLP y biogás, respectivamente.

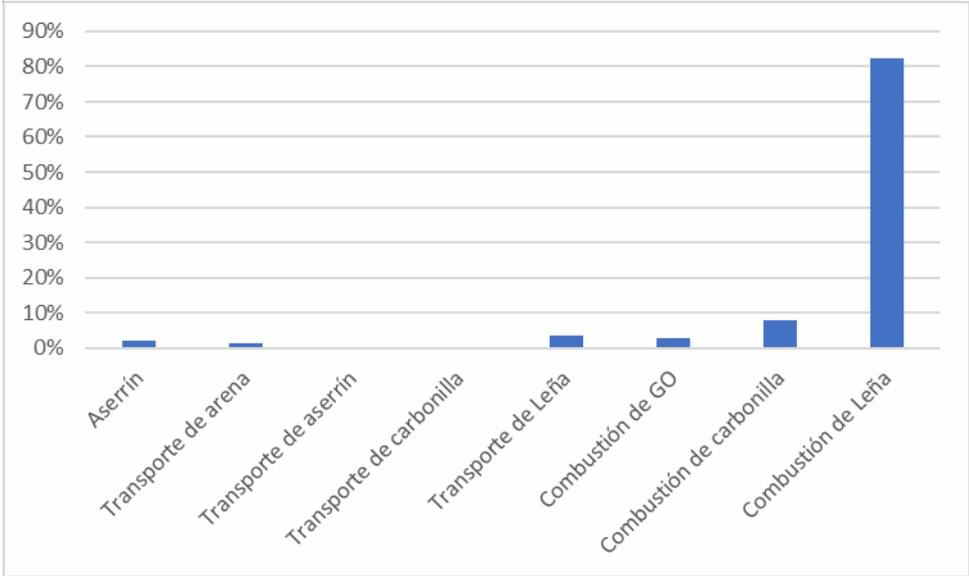


Figura 44. Categoría de impacto: Daños a la salud humana, para el escenario de uso de Leña

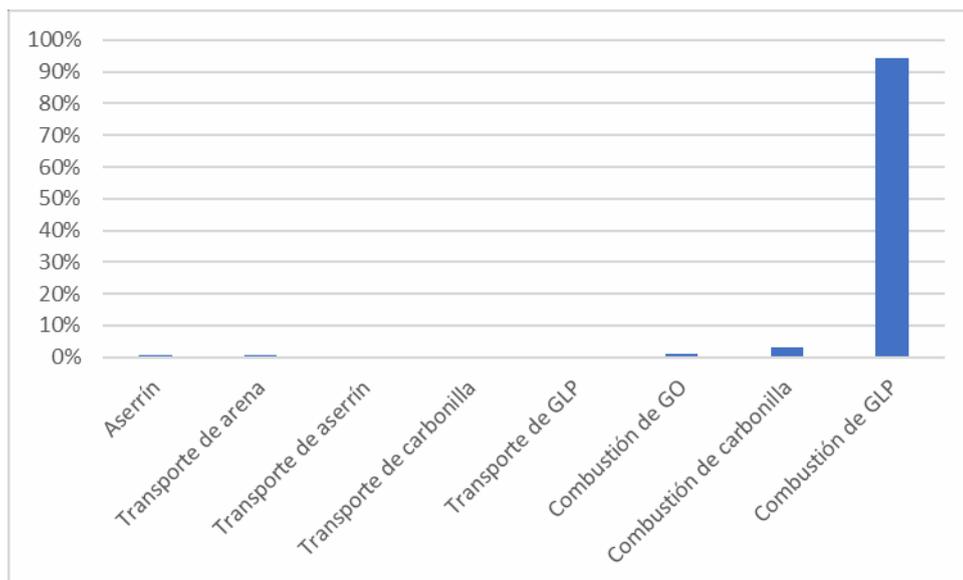


Figura 45. Categoría de impacto: Daños a la salud humana, para el escenario de uso de GLP

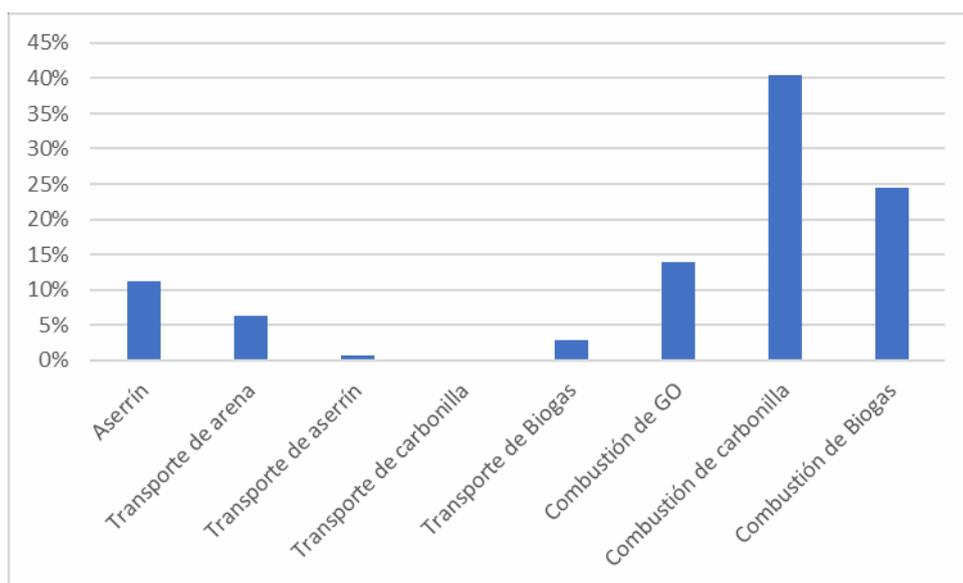


Figura 46. Categoría de impacto: Daños a la salud humana, para el escenario de uso de Biogás

5.1.2.2. Daños a los ecosistemas

Los resultados para la categoría Daño a los ecosistemas (Fig. 47, 48 y 49) tienen una tendencia similar a los encontrados para Daños a la salud humana: la combustión del combustible de cocción aporta el 97% y el 89% al impacto total, para los escenarios que utilizan leña y GLP respectivamente. Mientras que en el escenario que utiliza biogás, la combustión de carbonilla es el mayor contribuyente al impacto total (72%).

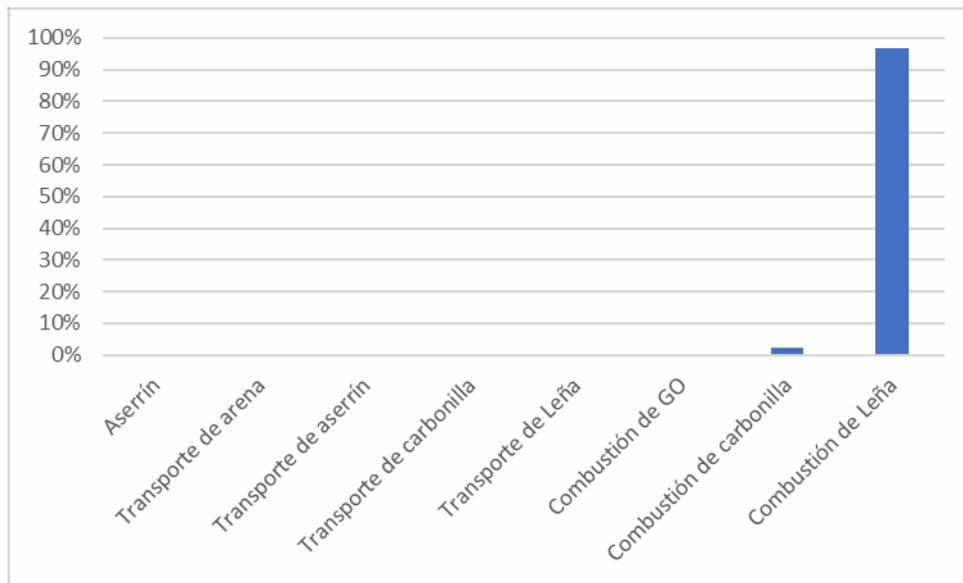


Figura 47. Categoría de impacto: Daños a los ecosistemas, para el escenario de uso de Leña

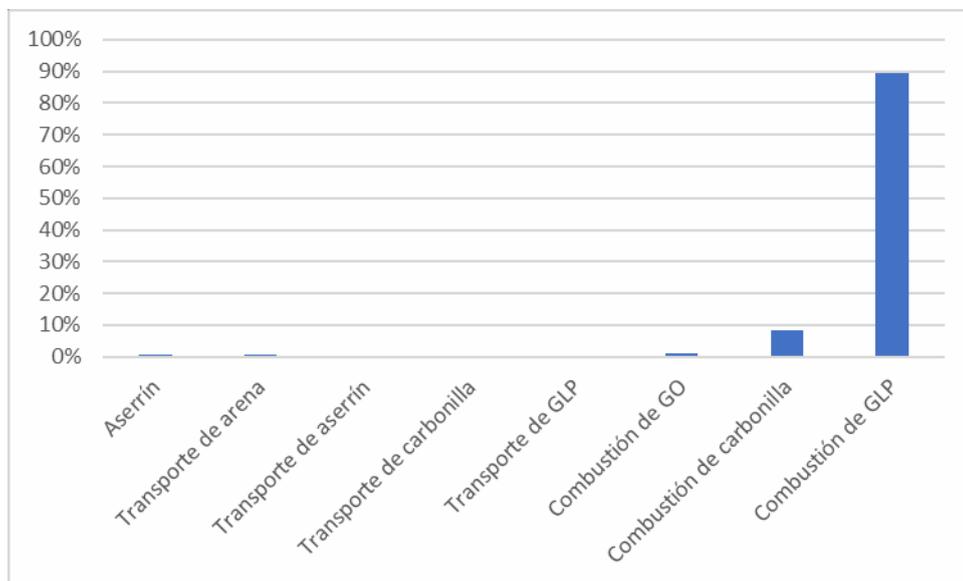


Figura 48. Categoría de impacto: Daños a los ecosistemas, para el escenario de uso de LPG

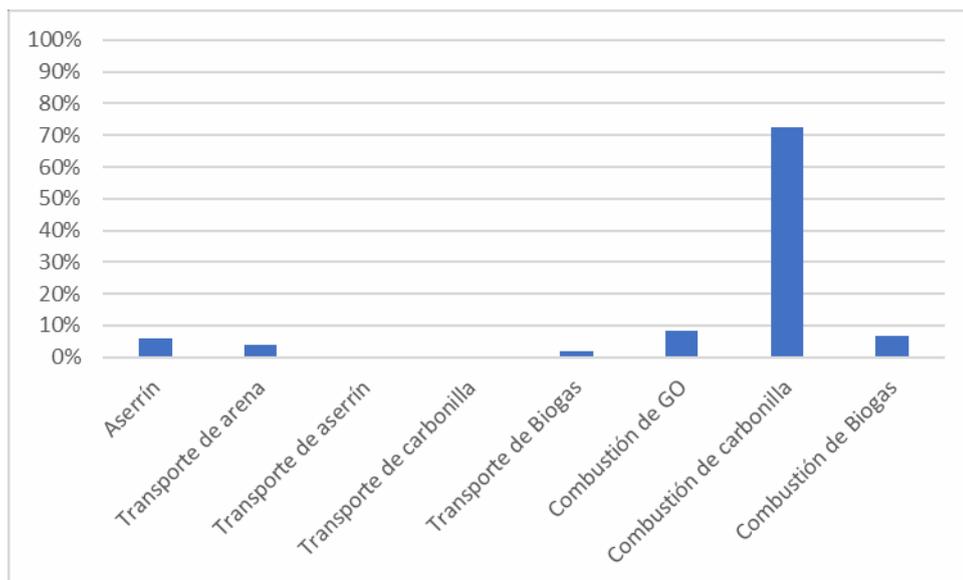


Figura 49. Categoría de impacto: Daños a los ecosistemas, para el escenario de uso de Biogás

5.1.2.3. Disponibilidad de recursos

En las figuras 50, 51 y 52 se presentan los resultados desagregados para la categoría Disponibilidad de recursos. La etapa de combustión de los combustibles de cocción es la que más aporta al impacto total para los casos de utilización de leña y LPG (78% y 97%, respectivamente).

En el escenario que utiliza biogás, la combustión de gasoil y la combustión de carbonilla son los procesos más influyentes, aportando 23% y 22% al impacto total, respectivamente.

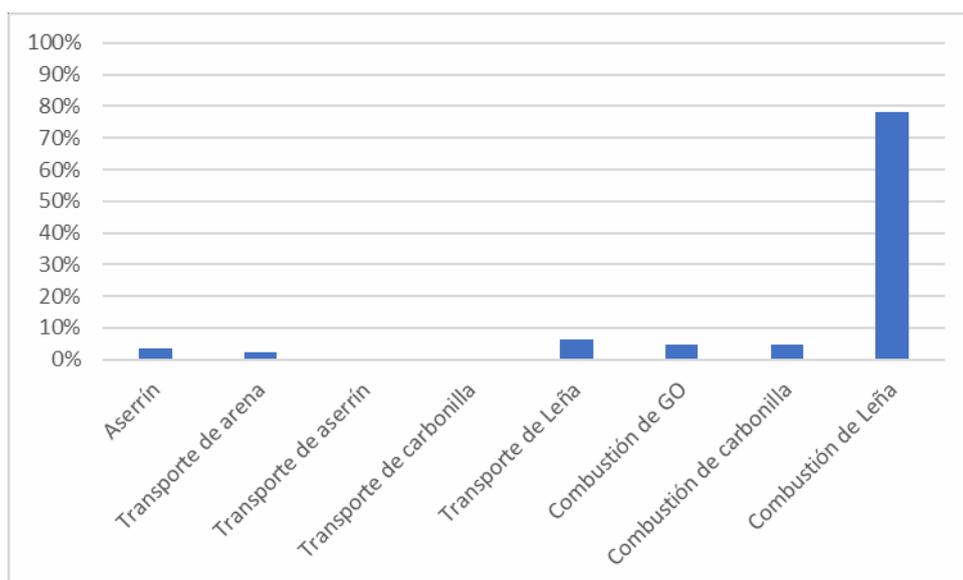


Figura 50. Categoría de impacto: Disponibilidad de recursos para el escenario de uso de Leña

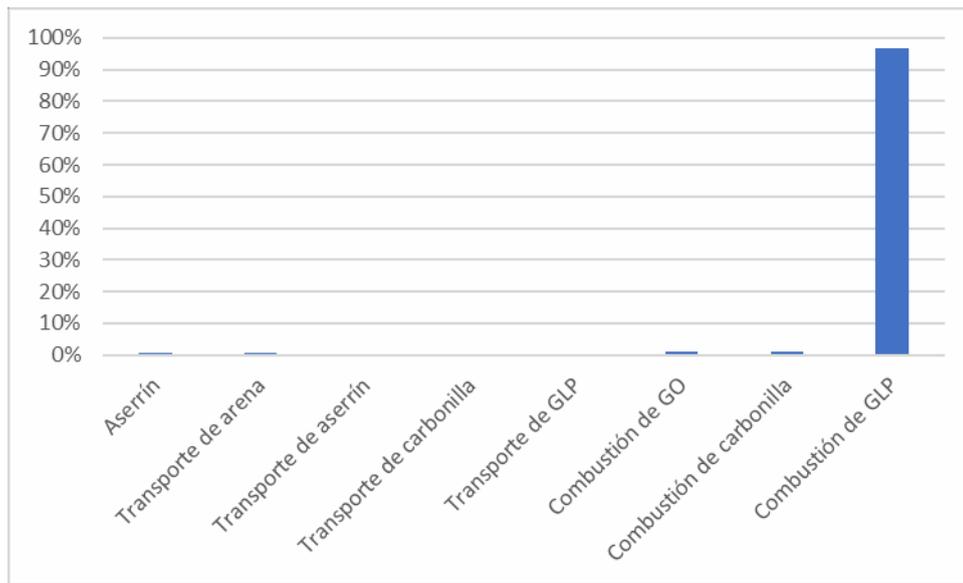


Figura 51. Categoría de impacto: Disponibilidad de recursos para el escenario de uso de GLP

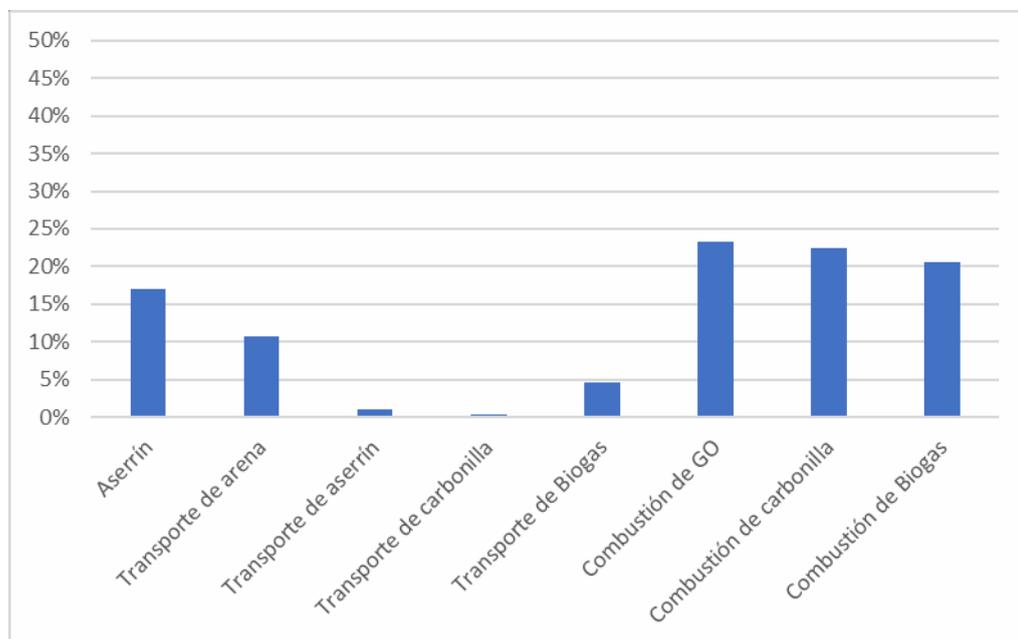


Figura 52. Categoría de impacto: Disponibilidad de recursos para el escenario de uso de Biogás

5.2 Síntesis de los impactos ambientales

Es importante remarcar la importancia de realizar un perfil ambiental incluyendo diversas categorías, para poder tener verdadera dimensión de los impactos potenciales de cada alternativa.

Según los resultados obtenidos en las categorías de punto medio, se puede concluir que:

- El proceso que utiliza leña como combustible de cocción en los hornos representa impactos potenciales relevantes para las categorías: Ecotoxicidad de agua dulce, Toxicidad humana y Formación de material particulado.
- El escenario que incorpora GLP como combustible produciría impactos ambientales relevantes, especialmente en las categorías: Toxicidad humana, Ecotoxicidad de agua dulce y Agotamiento de combustibles fósiles.
- El uso de biogás como combustible produciría impactos potenciales significativos en las categorías: Ecotoxicidad de agua dulce, Toxicidad humana y Formación de material particulado.

A priori, se podría suponer que la incorporación de GLP en lugar de leña, reduciría considerablemente el impacto en la categoría Cambio climático y las emisiones de material particulado asociadas a la fabricación de los ladrillos. Sin embargo, los resultados de esta investigación permitieron descartar esta hipótesis.

Además, se detectó que el biogás no sólo es el combustible más prometedor en cuanto a los impactos ambientales sino que aporta una solución al problema de quema indiscriminada de biomasa lignocelulósica que causa tantas complicaciones en la salud de la población.

Sin embargo, se debe considerar que el reemplazo de los hornos de leña en la zona ladrillera de Mendoza por otros que empleen GLP o biogás, implica modificaciones en la infraestructura industrial tradicional que deben ser evaluadas desde el punto de vista de la factibilidad técnica y económica.

6. Impactos sociales de la producción artesanal de ladrillos cerámicos

6.1 Nivel de educación

Los resultados del ACVS evidencian que no es significativa la cantidad de analfabetos adultos en la muestra estudiada de la población de productores de ladrillos. Por otro lado, sus hijos muestran un significativo aumento en el nivel educativo (Fig. 53, 54 y 55).

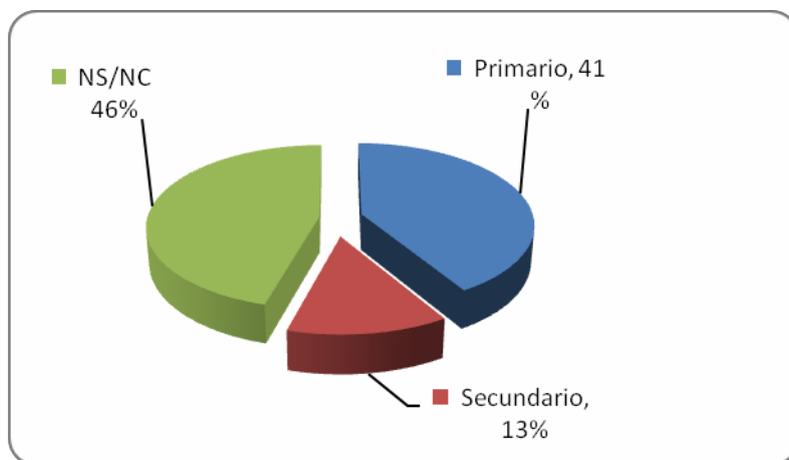


Figura 53. Nivel educativo del padre de familia

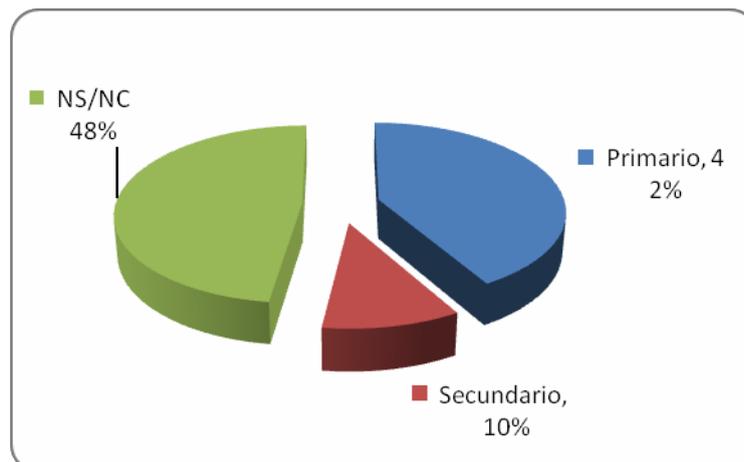


Figura 54. Nivel educativo de la madre

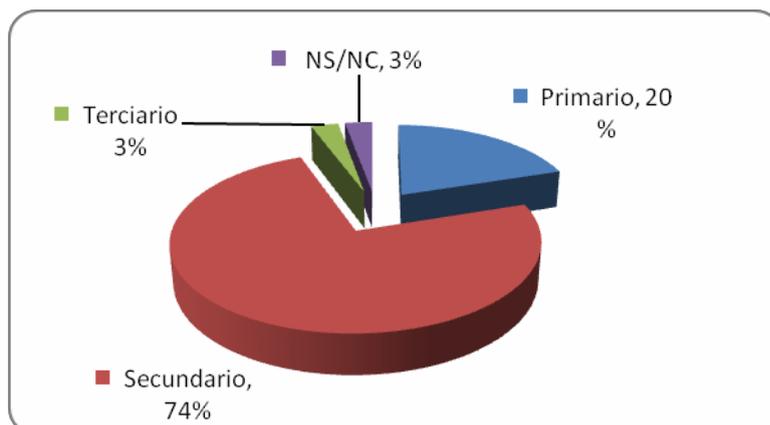


Figura 55. Nivel educativo en hijos mayores a 14 años

6.2 Tiempo dedicado a la actividad

Los resultados obtenidos para la variable “tiempo dedicado a la actividad” de la encuesta realizada (ver punto 4.2.1.) se muestran en la figura 56.

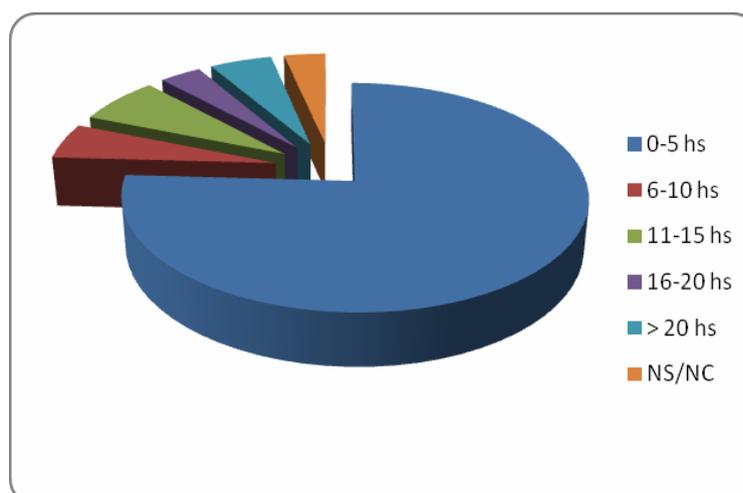


Figura 56. Horas de trabajo promedio por semana de niños y adolescentes entre los 14 y 19 años

Para dar un marco a este punto se mencionan los artículos relacionados más relevantes de Ley N° 26.390 sobre Prohibición del Trabajo Infantil y Protección del Trabajo Adolescente en nuestro país. En su artículo 2 esta Ley establece que: “Queda prohibido el trabajo de las personas menores de dieciséis (16) años en todas sus formas, exista o no relación de empleo contractual, y sea éste remunerado o no”. El artículo 8 expresa: “Empresa de la familia. Excepción. Las personas mayores de catorce (14) y menores a la edad indicada en el artículo anterior podrán ser ocupados en empresas cuyo titular sea su padre, madre o tutor, en jornadas que no podrán superar las tres (3) horas diarias, y las quince (15) horas semanales, siempre que no se trate de tareas penosas, peligrosas y/o insalubres, y que cumplan con la asistencia escolar. La empresa

de la familia del trabajador menor que pretenda acogerse a esta excepción a la edad mínima de admisión al empleo, deberá obtener autorización de la autoridad administrativa laboral de cada jurisdicción.

Según lo que establece esta ley, las actividades que realizan los estudiantes que respondieron la encuesta, no se enmarcarían como trabajo infantil ya que se realizan en una empresa familiar y no alcanzan las 15 horas semanales.

6.3 Tipo de relación de trabajo

La forma más frecuente de convenio de trabajo es la que se puede denominar “mediería”. Esta forma, en general, consiste en un acuerdo informal de asociación entre los propietarios de las tierras (concedente) y el “mediero” quien aporta su trabajo y herramientas. Las utilidades producidas se dividen entre ambas partes.

En la actividad ladrillera, según esta “relación de trabajo”, los propietarios proveen la tierra: el suelo como materia prima y el espacio, para la instalación de los hornos; y por el otro, los trabajadores aportan la mano de obra. Los ladrillos producidos se reparten entre ambas partes. En general, mediante un arreglo verbal se establecen las condiciones del acuerdo. Las mismas suelen consistir en que la producción se reparte en una relación aproximada de 60 % para el propietario y el restante 40% para el trabajador. También existen productores ladrilleros que tercerizan sólo algunas de las actividades como por ejemplo, el corte de los ladrillos y el armado del horno. Los costos asociados a esto son asumidos por el mismo productor.

Al considerar la situación de informalidad en que se encuentran los trabajadores surge como consecuencia que se eludan las leyes laborales y fiscales vigentes.

6.4 Existencia y/o tipo de beneficio social

Aproximadamente el 95% de la mano de obra que participa en este eslabón no está registrada y no cuenta con aportes sociales ni cobertura médica. La asistencia social está prácticamente a cargo del Estado. En la zona de El Algarrobal se dispone de un hospital, posta sanitaria, delegación municipal, Centro Integrador Comunitario (CIC). También se dispone de escuelas primarias y secundarias estatales, clubes sociales y deportivos y diversas Organizaciones de la Sociedad Civil que trabajan en el distrito: Asociación Conciencia, Fundación Vínculos Estratégicos y Fundación CONIN.

6.5. Tipo de enfermedades frecuentes

La figura 57 muestra la importancia de afectación de la población que trabaja en las ladrilleras en enfermedades respiratorias, como consecuencia de la exposición a contaminantes del aire que pueden producir efectos agudos (irritación de ojos, náuseas, dolor de cabeza) y efectos crónicos (bronquitis, asma, enfermedades cardiopulmonares). También es importante el número de enfermedades de tipo musculares consecuencia del arduo trabajo que realizan en los hornos donde se pasan el día cargando y moldeando el barro.

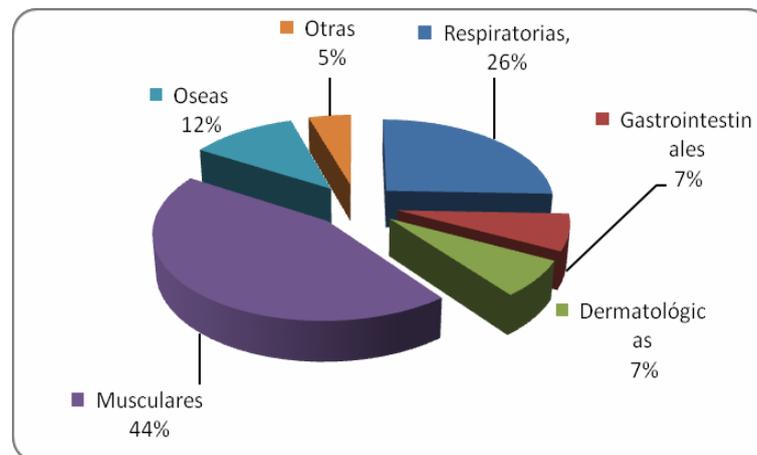


Figura 57. Enfermedades más frecuentes en el grupo familiar

6.6 Lugar de procedencia de los padres

En las figuras 58 y 59 se observa que más del 50% de los padres y las madres, provienen del vecino país Bolivia, mientras que sólo entre un 30%-40% son argentinos nativos, en su mayoría de Mendoza y en segundo lugar de provincias como San Luis, San Juan y Jujuy.

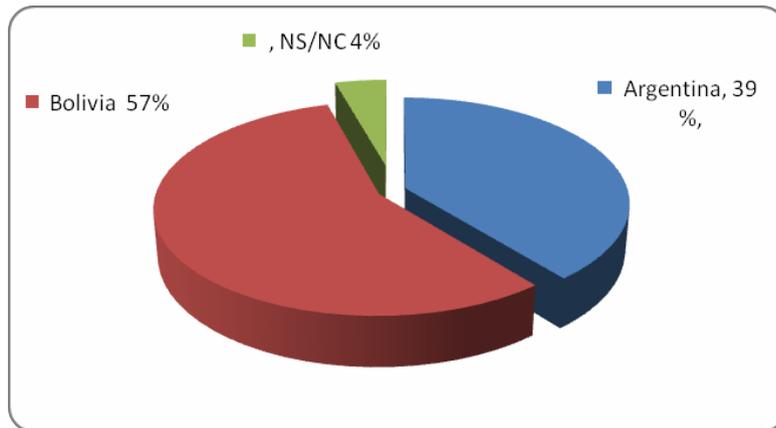


Figura 58. Lugar de procedencia del padre de familia

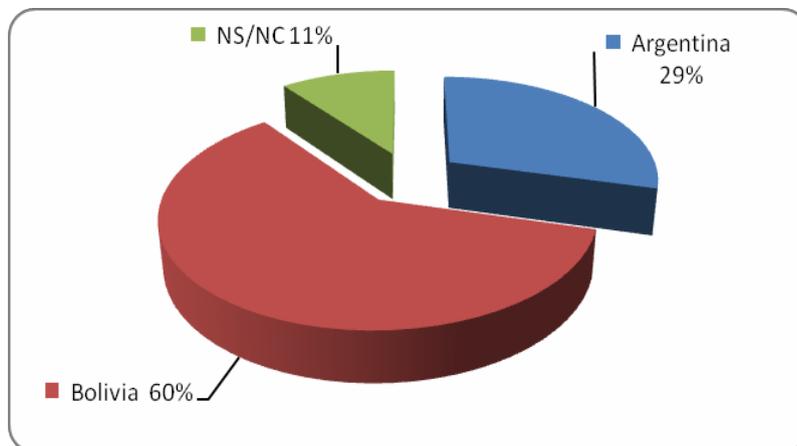


Figura 59. Lugar de procedencia de las madres

6.7 Síntesis de los impactos sociales

De acuerdo a los resultados de la encuesta realizada se observó lo siguiente:

- El nivel educativo de los hijos de los productores de ladrillos ha mejorado en los últimos años respecto al nivel de sus padres.
- No se registra trabajo infantil, según la legislación nacional vigente.
- Los trabajadores están desprotegidos en cuanto a cobertura médica, aportes sociales y beneficios sindicales.
- El Estado cubre ciertos beneficios sociales de la población de El Algarrobal mediante infraestructura y servicios médicos, educativos y recreativos. Las falencias son cubiertas por algunas organizaciones no gubernamentales que trabajan en la zona.
- Los trabajadores y sus familias sufren principalmente de enfermedades respiratorias y musculares, agudas y crónicas, producto de la actividad ladrillera.

En los hornos visitados, se advirtió que hay una amplia resistencia de los ladrilleros a proporcionar datos de la actividad y por lo tanto existe gran incertidumbre sobre la información recolectada. Sumado a ello, la actividad ladrillera no se encuentra registrada en índices de producción oficiales de la provincia (INDEC, 2013), dejando un vacío de información específica del sector.

Los resultados presentados tienen el objetivo de contribuir a la planificación y diseño de políticas públicas que garanticen que el conjunto de la actividad se encuentre regulado y registrado, y al logro de mejores condiciones de producción y comercialización. Para complementar esta investigación, sería recomendable la realización de un relevamiento de todos los establecimientos productores de ladrillos localizados en la provincia de Mendoza.

Bibliografía

Abraham E. y M. Salomon, 2009. Experiencias en el combate de la desertificación en Mendoza – Argentina. En: II Simpósio sobre Mudanças Climáticas e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro. Ciudad de Campina Grande PB. Brasil. 1:16.

Bare, J.; Hofstetter, P.; Pennington, D.; Udo de Haes, H. 2000. Midpoints versus endpoints: the sacrifices and benefits. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 5 (6), 319.

Benoît C, Norris G, Valdivia S, Citroth A, Moberg A, Bos U, Prakash S, Ugaya C, Beck T. (2010). The guidelines for social life cycle assessment of products: just in time!. *Int J Life Cycle Assess* (2010) 15:156–163.

BSI, 2011. PASS 2050. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards Institution, UK.

Burnett RT, Pope CA, III, Ezzati M, Olives C, Lim SS, Mehta S, Shin HH, Singh G, Hubbell B, Brauer M, Anderson HR, Smith KR, Balmes JR, Bruce NG, Kan H, Laden F, Pruess-Ustuen A, Turner MC, Gapstur SM, Diver WR, Cohen A (2014) An Integrated Risk Function for Estimating the Global Burden of Disease Attributable to Ambient Fine Particulate Matter Exposure. *Environmental Health Perspectives* 122 (4):397-403.

Carretero, E. 1991. Maps of desertification Hazards of Central Western Argentina, (Mendoza Province). Study case. (En: UNEP, "World Atlas of thematic Indicators of Desertification", E. Arnold, Londres, 69 p.)

Codes M., Robledo S., Alessandro M., Maffei A. 2002. Impacto Ambiental de las ladrilleras en El Algarrobal, Departamento de Las Heras, Mendoza, Argentina. Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. SeCyTP. UNCuyo

Dirección de Ambiente. 2008. Relevamiento de hornos de ladrillos. Departamento Inspectores Sanidad Ambiental. Municipalidad de Las Heras. Mendoza, Argentina.

Dreyer L, Hauschild M., Schierbeck J. 2006. A Framework for Social Life Cycle Impact Assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Volume 11, Issue 2, pp 88–97.

Ekvall T. 2011. Nations in social LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Volume 16, Issue 1, pp 1–2.

F. de Civit, M.E.; G de Manchón, M.J.; Butera, M. R.; Triolo, S.L.; PérezRomagnolli, E. Un ejemplo de las relaciones ciudad-campo: Las Heras y sus vinculaciones con el núcleo de la Aglomeración Mendocina. 1972.

Goedkoop M., 1995. The Eco-Indicator 95 - Final report. NOH report 9523, PréConsultans, Amersfoort, Países Bajos, 1995, 85 p.

Goedkoop, M.; Spriensma, R. 2001. The Eco-indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, Methodology report, Third Edition, PRÉ Consultants, Amersfoot, Países Bajos, 2001, 132 p.

Goedkoop M.J.; Heijungs R; Huijbregts M.; De Schryver A.; Struijs J.; Van Zelm R. 2009. ReCiPe 2008, A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level; First edition Report I: Characterisation, 2009, 126p.

Guinée, J. (2001). Handbook on life cycle assessment—operational guide to the ISO standards. *The international journal of life cycle assessment*, 6(5), 255-255.

Hauschild, M.; Potting, J. 2004. Spatial differentiation in life cycle impact assessment: the EDIP 2003 methodology. Guidelines from the Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, 285 p.

Hauschild M.Z., Dreyer L.C., Jørgensen A. 2008. Assessing social impacts in a life cycle perspective - Lessons learned. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 57, pp. 21–24.

Heijungs, R.; Guinée, J.B.; Huppes, G.; Lnakreijer, R.M.; Udo de Haes, H.A.; Wegener Sleeswijk, A.; Ansems, A.M.M.; Eggels, P.G.; van Duin R.; de Goede, H.P. 1992. Environmental Life Cycle Assessment of Products, Center of Environmental Science (CML), Leiden University, PaísesBajos, 1992.

INDEC, 2013. Indicador Sintético de la Actividad de la Construcción (ISAC). Instituto de Estadísticas y Censos. Argentina.

ISO, 2006a. ISO Norm 14040:2006. Life cycle assessment: principles and framework. Environmental Management. International Organisation for Standardisation, Ginebra.

ISO, 2006b. ISO Norm 14044:2006. Life cycle assessment. Requirements and guidelines. Environmental Management. International Organisation for Standardisation, Ginebra.

ISO, 2013. ISO/TS 14067:2013. Gases de efecto invernadero — Huella de carbono de productos — Requisitos y directrices para cuantificación y comunicación. Environmental Management. International Organisation for Standardisation, Ginebra.

Jolliet, O.; Margni, M.; Charles, R.; Humbert, S.; Payet, J.; Rebitzer, G.; Rosenbaum, R. 2003. IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8, 324 – 330.

Jørgensen A, Le Bocq A, Nazarkina L, Hauschild M. 2008. Methodologies for social life cycle assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* 13(11):96–103.

Lelieveld J, Evans JS, Fnais M, Giannadaki D, Pozzer A (2015) The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature* 525:361-371.

Ley Nacional Nº 26.390. Prohibición del Trabajo Infantil y Protección del Trabajo Adolescente. Modificación de las Leyes Nos 20.744, 22.248, 23.551, 25.013 y del Decreto Ley Nº 326/56. Sancionada: Junio 4 de 2008. Promulgada de Hecho: Junio 24 de 2008.

Ley Provincial Nº 8.051 - Ordenamiento territorial de la Provincia de Mendoza. Sancionada: Mayo de 2009.

Observatorio de Trabajo Infantil y Adolescente. 2011. “Trabajo Infantil en hornos de ladrillo, Las Heras, Mendoza” Subsecretaría de Programación Técnica y Estudios Laborales del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. Unicef Argentina.

Schávelzon, D. 1987. Excavaciones Arqueológicas en San Telmo. Defensa 751-55, el Zanjón de Granados: Informe preliminar. Instituto de investigaciones Históricas, Facultad de arquitectura y Urbanismo, Buenos Aires.

Udo de Haes, H.; Olivier J.; G. Finnveden; M. Hauschild; W. Krewitt; R. Müller-Wenk. (1999) Best available practice regarding impact categories and category indicators in life cycle impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 4 (2), 66.

UNEP-SETAC.2009. Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products. United Nations Environment Programme.

UNEP-SETAC. 2013. Methodological sheets for subcategories of social LCA. United Nations Environment Programme.

Roig, F. A., Gonzalez Loyarte, M. M., Abraham, E. M., Mendez, E., Roig, V. G. y Martinez Carretero, E. "Maps of desertification Hazards of Central Western Argentina, (Mendoza Province). Study case". (En: UNEP, Ed. "World Atlas of thematic Indicators of Desertification", E. Arnold, Londres, 1991).

Steen, B. 1999. A systematic approach to environmental strategies in product development (EPS). Version 2000 General system characteristics. Centre for Environmental Assessment of Products and Material Systems. CPM report. 1999:4. Chalmers University of Technology, Technical Environmental Planning, Suecia, 66 p.

Swarr T. 2009. Societal life cycle assessment—could you repeat the question?. *International Journal of Life Cycle Assessment*(2009) 14:285–289.

WRI Y WBCSD. 2011. Product life cycle accounting and reporting standard. World Resources Institute, World Business Council for Sustainable Development.

Autores

Silvia Graciela Curadelli

Ingeniera Química, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza.
Magister en Formulación, evaluación y administración de Proyectos e Inversión, Fac. de Ciencias Económicas de la Univ. Nac. de Córdoba.
Docente en Ingeniería Química (UTN-FRM), y en la Maestría en Ingeniería Ambiental (UNCuyo).
Desde 2010 realiza tareas de investigación y de servicios en el Grupo Cliope (UTN-FRM), en la temática de Ecoindicadores (Huella de carbono y Huella hídrica), Análisis Ambiental de Ciclo de Vida (AACV) y Análisis Social de Ciclo de Vida (ASCV).
Realizo trabajos para distintas instituciones como empresas privadas; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación; Senado de la Provincia de Mendoza; Industria ladrillera de Mendoza, entre otros.

Miriam Cecilia López

Ingeniera en construcciones, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza.
Especialista en Edificación, su patología y Control de calidad, en Docencia Universitaria y en Ingeniería Ambiental.
Profesora Titular Ordinaria en Ingeniería Civil II (UTN, FRM), Docente-Investigador Categoría C (UTN) y categoría III en Programa de Incentivos en la carrera Docente-Investigador del Ministerio de Educación y Justicia de la Nación. Es integrante del Grupo de investigación y desarrollo CLIOPE (UTN.FRM).
Dirección y codirección de proyectos de investigación relacionados con procesos constructivos y la sustentabilidad asociada a los mismos.
Participo en la realización de numerosos trabajos de asistencia técnica a distintas instituciones públicas y privadas.

Roxana Inés Piastrellini

Dra. en Ingeniería mención Civil-Ambiental. Ingeniera en Recursos Naturales Renovables.
Desempeña tareas de docencia en Ingeniería Electromecánica (UTN-FRM), Ingeniería Química (UTN-FRM), Ingeniería en Recursos Naturales Renovables (UNCuyo), y en la Maestría en Responsabilidad Social y Desarrollo Sostenible (UNCuyo).
Integrante del Grupo CLIOPE (UTN-FRM) desde hace más de 8 años, período en el cual ha realizado actividades de investigación y desarrollo vinculadas con estudios de Análisis de Ciclo de Vida, análisis energéticos de productos y servicios, fundamentalmente energéticos y de base agrícola. Tiene experiencia en la confección de bases de datos de ciclo de vida y geoespaciales, en el procesamiento de información satelital y geoespacial.
Realizo diversas actividades tecnológicas que comprenden la difusión en eventos de CyT, convenios, asesorías, informes técnicos y producción tecnológica con título de propiedad intelectual.

Alejandro Pablo Arena Granados

Dr. en Energética. Ingeniero Electromecánico.
Profesor titular de la UTN-FRM. Ha creado y dirige la Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano en conjunto con investigadores del INAHE-CONICET. Ha sido además creador y actual director del Doctorado en Ingeniería, Mención Civil-Ambiental.
Ha sido miembro fundador y chair de la Red Iberoamericana de Ciclo de Vida, de la Red Argentina de Ciclo de Vida y Huella Hídrica.
Ha creado y dirige el grupo de Investigación CLIOPE, compuesto por profesores y estudiantes de grado y posgrado, orientado a las energías renovables y las evaluaciones ambientales de productos y servicios.
Cuenta con más de 20 años de experiencia profesional y académica en Análisis de Ciclo de Vida de productos y servicios, y determinación de huellas ambientales. Revisor de revistas internacionales sobre la temática. Es también revisor internacional de estudios de ciclo de vida, y verificador de eco-etiquetas ambientales, del International EPD System.

Bárbara María Civit

Dr. en Ingeniería. Ingeniera Química.
Especialista en indicadores de Impacto regional en el marco del Análisis de Ciclo de Vida.
Integra la Red Argentina de Ciclo de Vida y la Red Latinoamericana de Ciclo de Vida. Es train de trainers en Huella de Carbono de Productos, Huella de Agua y Huella de Agua de la Global Footprint Standard. En 2012 formó la Red Argentina de Huella Hídrica.
Miembro del Technical Advisory Group on Water Footprinting LEAP-FAO.
Docente de grado y posgrado en temáticas afines a la sustentabilidad ambiental, pensamiento de ciclo de vida y uso sustentable del agua y otros recursos. Forma parte del Grupo Latinoamericano de Huella de Agua.
Participa en trabajos de asesoramiento y consultoría sobre ACV, Huella de Carbono, Huella de Agua.



Facultad Regional Mendoza
Universidad Tecnológica Nacional

ISBN 978-987-4998-14-9



9 789874 998149