

## MEJORA DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES Y DE USO DE UN CALZADO DE DESCANSO PARA EL “PIE DIABÉTICO”

Pablo Ungaro - Mariano Aguyaro

Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).  
Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Bellas Artes. Laboratorio de investigaciones en Diseño Industrial (LIDDI)

### Resumen:

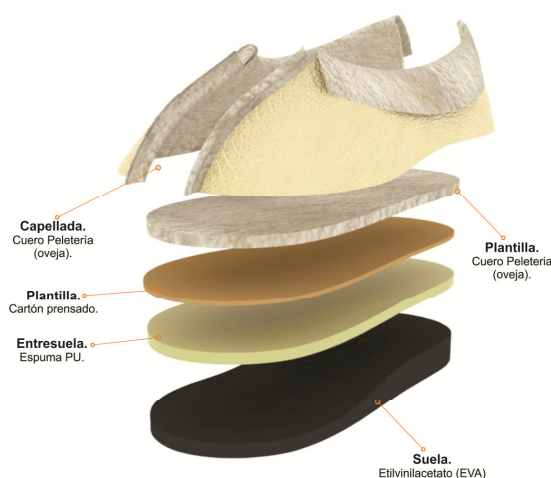
Desde el CITECMIC /INTI CUEROS y la Facultad de Bellas Artes a través del LIDDI (Laboratorio de Investigación en Diseño Industrial) se busca iniciar un aporte para una demanda concreta derivada tanto del sector de la Salud (Fundación Cormillot) como del sector productivo (Cooperativa “Vichino” y Coop de Curtidores) animadas por el Ministerio de Bienestar Social de La Nación.

Esta demanda tiene que ver con el desarrollo de un calzado de descanso para el pie diabético, patología que tiene una serie de especificidades que deben ser atendidas mediante el diseño de producto. Para ellos se procedió a analizar bajo parámetros específicos de Matriz de Abordaje y D4S una propuesta de calzado que desde CITECMIC / INTI CUEROS se realizó con anterioridad.

Este análisis tiene que ver con atravesar el producto por una matriz de ecodiseño para encontrar puntos críticos a rediseñar y producir un rediseño integral que contemple no solamente el rediseño del producto sino que incorpore una propuesta más amplia e integradora de la cadena de valor.

### Tipificación de Producto, Perfil de Impacto, Matriz de Abordaje, Eco It y Rueda Estratégica de Eco Diseño

El calzado de descanso propuesto en una primera instancia a las instituciones demandantes se trata de un producto “clásico” que utiliza cuero de oveja sin depilar “rasado” a 15 mm, con la utilización de una base compuesta de goma EVA, espuma



de poliuretano y cartón. Armado con costura y adhesivado tradicional.

De la matriz de Tipificación del Producto se desprende que el calzado analizado corresponde a un Producto Pasivo (2) esto es que “Las áreas de impacto clave van a estar en la extracción de materiales, en su procesamiento, en la fabricación, y la distribución implicada en estas fases” mientras que “los impactos durante la fase de uso van a ser bajos”. Por otra parte queda determinado que es un producto de vida corta (5) el producto, a su vez debe “enfaticar el comienzo y final de vida”.

Por otra parte se realizó un relevamiento de cada uno de los componentes del calzado (capellada, plantilla, entresuela y suela) de acuerdo a su incidencia en el producto, volumen, peso y proceso productivo. Por razones de espacio estos datos no se consignan en la presente ponencia.

En relación a la Matriz de Abordaje del D4S (Design for Sustainability) los datos más relevantes para ser mencionados sintéticamente para cada una de las diferentes etapas del Ciclo de Vida dan cuenta de que:

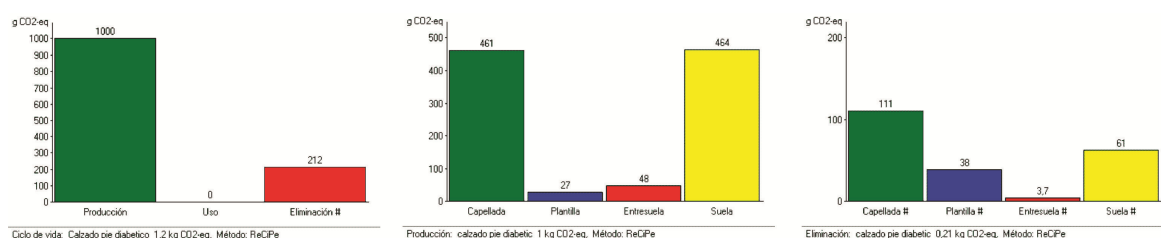
Para la capellada y la plantilla la mayor problemática está asociada al curtido de las pieles, proceso que utiliza una gran cantidad de agua y arroja serios contaminantes que deben ser tratados convenientemente según esquemas químicos preestablecidos.

La Plantilla de Armado de fibra celulosa y látex sintético puede contener compuestos tóxicos como cloro y sulfuro de hidrógeno asociados al proceso Kraft.

La entre suela de espuma de poliuretano contiene compuestos orgánicos tóxicos y en su incineración (disposición final) puede liberar monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno y dioxinas que afectan la salud humana.

La suela de EVA (etil vinil acetato) produce importantes emisiones de CO<sub>2</sub> y libera gases tóxicos en su incineración.

Del Eco It (Método ReCiPe)<sup>1</sup> se desprende que el mayor impacto tiene que ver contra la etapa de producción, 1000 gr de CO<sub>2</sub> eq, contra 212 gr de CO<sub>2</sub> eq durante la eliminación del producto, guarismos que luego se ven discriminados por componentes reflejando cual es el impacto de cada uno de ellos en el conjunto correspondiéndoles tanto a la capellada como a la suela los valores mayores.



<sup>1</sup> ECO-it es una sencilla herramienta para el eco diseño. Funciona con indicadores ecológicos que reflejan mediante puntuaciones individuales el impacto de un proceso o material sobre el medio ambiente. El impacto será más grave cuánto más alta sea la puntuación. De la Guía de utilización de ECO-it 1.4 Guía de utilización de ECO-it 1.4. PRé Consultants, Holanda, [www.pre.nl](http://www.pre.nl)

En el gráfico de la Rueda Estrategia de D4S<sup>2</sup> se puede observar en naranja la matriz del producto existente y en azul el impacto de las ideas conceptuales que se proponen para el rediseño del calzado. Desarrollaremos en principio la del producto existente para luego, en las conclusiones y propuestas comentar respecto a los criterios para una nueva propuesta.

Para el producto existente se ve que en el eje 8 (@) el mismo no posee características de innovación sino que más bien marca una copia de modelos ya asentados, si bien utilizando cuero medicinal (lo que implica un grado de innovación respecto a los productos del mercado).

Lo mismo sucede en el eje 1 (selección de materiales de bajo impacto) ya que algunos de los materiales que se utilizan tienen un gran impacto sobre todo durante la producción requiriendo importantes cantidades de agua y vertiendo productos contaminantes. No hubo en el proyecto anterior estudios consideraciones ambientales respecto al impacto ambiental sino que primaron el uso de materiales existentes a costos bajos en el mercado.

En relación al eje 2 (reducción en el uso de materiales) se percibe una reducción de materiales aunque esta resulta escasa. Se modificaron técnicas productivas pero no se prevén cambios significativos.

Respecto al eje 3 (optimización de la producción) los pasos necesarios para la producción se reducen básicamente en función de criterios de economía, mientras que otros como el consumo de electricidad de las máquinas de coser no es factible de ser reducido. Puede decirse que en función de los mismos criterios económicos intenta disminuir los consumibles. Utiliza adhesivos a base de neoprene por lo que los trabajadores deben usar protección.

El eje 4 (optimización del sistema de distribución), el packaging se reduce de manera significativa pero usa materiales no renovables aunque reciclables. La logística propuesta es la clásica del sector del calzado no presentando cambios en ese sentido.

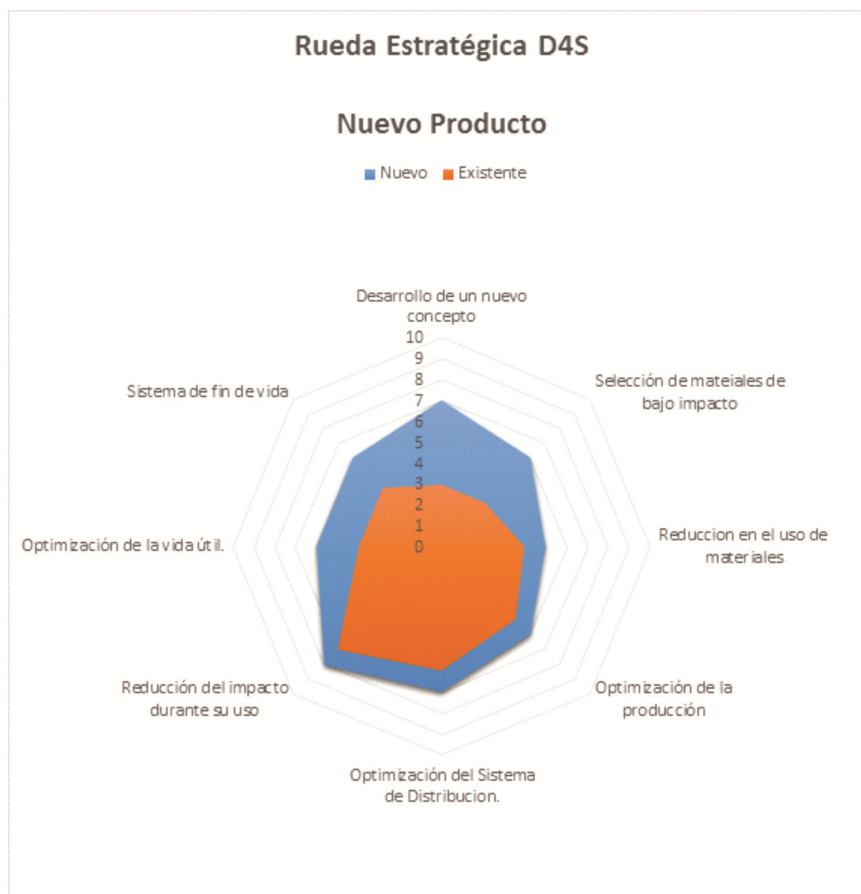
El eje 5 (reducción del impacto durante el uso) presenta el valor más elevado ya que el producto no presenta, al ser pasivo, no presenta un impacto significativo. No obstante como puede necesitar ser lavado, la forma del mismo implica un lavado no tan eficiente que puede aumentar el uso de agua.

Para el eje 6 (optimización de la vida útil) según los parámetros Australianos para el cuero medicinal el producto puede ser de corta vida ya que soporta potencialmente hasta 5 lavados sin perder las propiedades medicinales del aldehído. El diseño es tradicional y desde el punto de vista estético no presenta un atractivo particular aunque sin embargo esté bien resuelto.

Por último, el eje 7 (sistema de fin de vida) el producto en su totalidad no lo contempla si bien potencialmente sus componentes pueden ser reciclados y pueda ser desarmado con herramientas sencillas y de modo seguro para el operario. La incineración del poliuretano puede liberar componentes perjudiciales para la salud.

---

<sup>2</sup> "Es un modelo conceptual que muestra todos los campos de interés en el ecodiseño, agrupados en ocho estrategias que están vinculados con los ocho ejes de la rueda. Las estrategias de 1 a la 7 son "opciones de mejora" que conducen a mejoras ambientales que pueden ser ejecutadas en términos de tiempo entre cortos y medios (evolución). Desde un punto de vista ambiental la intención última del ecodiseño es lograr soluciones más estructurales y profundas, con una reducción sustancial del impacto ambiental en un lapso más largo (revolución). Estas opciones de mejora en el largo plazo se encuentran en la estrategia @ "Desarrollo de nuevo concepto"



## Conclusiones, Propuesta de Rediseño

Como se mencionó al inicio de la ponencia, desde el Centro CITECMIC/INTI CUEROS junto al LIDDI, se está asesorando a los productores en dos aspectos, por un lado en la mejora del calzado y por otro lado en la transferencia de la tecnología necesaria para el curtido de las pieles medicinales. Por lo tanto es posible llevar este trabajo teórico a un plano de aplicación concreta desde una perspectiva que avance en la “gestión de una cadena de valor” con mejor desempeño ambiental que la existente. Entonces el rediseño, que excede al producto como “objeto” aislado, se aborda desde una visión holística que va desde la selección de proveedores primarios hasta llegar a una propuesta que involucra al propio usuario.

En relación al proceso de transformación de la piel a cuero y cuestiones de cadena de valor:

Surge de la Matriz de Abordaje que en el producto en cuestión los problemas más agudos se encuentran en la fase de producción de las materias primas, en particular en la producción del cuero. Cabe destacar que la producción de este tipo de cuero ovino presenta parámetros ambientales sensiblemente mejores respecto a la producción de cueros depilados ya que no se utilizan sulfuros, cal ni cromo y por otra parte la carga orgánica de los efluentes es menor debido a que no se suman a estos los restos de pelo del depilado.

Si bien para lograr la materia prima, esto es el cuero terminado, este debe ser rasado para que la lana alcance un espesor particular estos restos de lana no forman parte de

la materia que engrosa el volumen de los efluentes sólidos ya que tiene valor comercial con un canal activo para su aprovechamiento.

La Cooperativa “Vichino” orientada a la de fabricación del calzado ha sido asesorada por el Ministerio de Acción Social de la Nación para la fabricación de un calzado de descanso para personas que sufren de “pié diabético” para ser comercializado mediante una relación con la Fundación Cormillot. Para ello el Ministerio ha operado de nexo entre la cooperativa, la propia Fundación Cormillot y el CITECMIC/INTI CUEROS junto al LIDDI. A su vez ha propuesto a una cooperativa de curtidores para que estos desarrollen los cueros medicinales. En este sentido del CITECMIC/INTI CUEROS se espera un aporte en el desarrollo experimental del cuero medicinal y en el rediseño del calzado.

En relación al desarrollo experimental del cuero ovino medicinal este centro tecnológico ya desarrolló un esquema de curtido al “glutaraldehído” que responde a la Normativa Australiana al respecto y este know how se transfirió a la cooperativa de curtidores.

No obstante nos proponemos intervenir, además, en la gestión de una cadena de valor que redunde en mejoras en los parámetros ambientales.

Las pieles ovinas que se empezaron a curtir por parte de la cooperativa de curtidores provienen mayoritariamente de la Región Sur del país, zona que por sus características climáticas condiciona que las pieles, para su primera conservación, sean “saladas” con cloruro de sodio que luego debe ser retirado en la etapa de “remojo” lo que presupone una contaminación muy importante del agua. Si por el contrario seleccionamos proveedores de la Región NOA podemos evitar la salazón de las pieles ya que el clima seco de esta región permite que las pieles sean “secadas” y conservadas a través de las condiciones naturales del clima local. Sin embargo estas pieles presentan características de calidad y tamaño inferiores respecto de las de la Región Sur, problema que puede ser mitigado a través del rediseño del producto. Por lo tanto y operando el CITECMIC/INTI CUEROS a través de su Nodo NOA es factible proponer e iniciar gestiones de cadena de valor.

Paralelamente y en tanto que es muy variable “manejo ambiental” por parte de los curtidores en un mismo esquema de curtido y que un manejo adecuado de estos procesos puede redundar en notables mejoras del desempeño ambiental del curtido se propone trabajar en un manual de transferencia de buenas prácticas desde el CITECMIC/INTI CUEROS. Partimos de la hipótesis que de esta manera podemos pasar del “rojo” al “amarillo”.

Sintetizando aplicamos entonces en este ítem desde:

1-Gestión de la Cadena de Valor

2-Manual de buenas prácticas de curtido de cuero medicinal al glutaraldehído

En relación al rediseño del calzado:

La Matriz de Abordaje nos indica problemas asociados a la utilización de los diversos materiales constitutivos del calzado y sus combinatorias. Por otra parte verificamos potencialidades de mejora en alguna de las etapas de “uso” del producto, desde una facilitación en la colocación y quitado del calzado en el pie enfermo y en el lavado (con menor uso de agua) y secado del mismo. Para esto proponemos un CAMBIO DE TIPOLOGIA en el producto.



Esta misma matriz nos indica que el producto posee problemas en cuanto a la duración de su vida útil y allí también proponemos una mejora.

Concretamente propone entonces el reemplazo de los materiales de los siguientes componentes que encuentran su justificación tanto a través de la Matriz de Abordaje como a través del Eco IT:

- a- La plantilla de armado de cartón Kraft ya que este material presenta en su fabricación un impacto ambiental considerable como se observa en la Matriz de Abordaje en relación al uso de agua, emisiones gaseosas y contaminación del agua y por otra parte durante el lavado del calzado no presenta un comportamiento óptimo al ser mojado. No se observa una lógica productiva que justifique sostener el uso de este material ya que para el armado pueden proponerse otras técnicas y materiales.
- b- La entre suela de espuma de poliuretano puede ser reemplazada por otra plantilla de cuero ovino, esto es puede tener una plantilla doble que potencialmente aumentaría la vida útil del producto. Inclusive hemos verificado prácticamente que una doble plantilla de cuero sin depilar presenta un mejor comportamiento en cuanto a la “acolchabilidad” y el confort del pie.
- c- A la suela de EVA también se propone reemplazarla con un fieltro de pelo de oveja propio del razado que se le realiza al cuero para que tome las propiedades adecuadas para el pie diabético. A su vez se plantea que la suela cuente con un material antideslizante el cual permita ser desmontado.

Planteamos dos instancias de mejoras en relación al “uso” del producto. Teniendo en cuenta que se trata de personas que tienen algún grado de enfermedad en el pie que incluye posibilidad de sagrado o de escaras de distinto tipo resulta relevante que el calzado permita una fácil colocación y retiro. Por otra parte esta misma problemática plantea que el calzado pueda ser fácilmente lavado. Un diagnóstico en este sentido del calzado existente analizado plantea que al ser cerrado la higienización y el secado del mismo es dificultoso.

Entonces partimos de la hipótesis de que si planteamos un cambio tipológico en el calzado, proponiendo un producto que pueda ser “abierto” para su fácil colocación redundará también en las fases de lavado y el secado. En estas últimas, al tener la posibilidad de “abrirlo” se mejora notablemente la eficiencia del lavado (con un menor uso de agua) y del secado que posibilita que los rayos ultravioletas del sol lleguen a toda la superficie, potenciando el efecto bactericida del cuero medicinal. Este concepto fue desarrollado para calzado deportivo por el diseñador japonés Masaya Hashimoto, de la empresa italiana de bases para calzado “Vibram” esta idea fue bautizada como “Furoshiki”.

Sintetizando, se enumeran las propuestas de mejoras para el ítem de uso del que deriva un cambio tipológico:

- d- Generación de un calzado que permita ser “abierto” para su colocación y retiro
- e- Esta misma “apertura” del calzado permite mejorar su lavado y secado y potencialmente al facilitar su lavado y ahorrar agua la pérdida del curtiente antibacteriano sea menos.

Aumento de la vida útil, perspectivas de experimentación:

En la Matriz de Abordaje se observa que la vida útil del producto puede llegar a ser corta, sobre todo si pensamos que, según el caso, el calzado puede requerir numerosos lavados en un rango temporal pequeño. La Norma Australiana especifica que el cuero ovino medicinal pierde por disolución del glutaraldehído su poder antimicrobiano a partir del 5 lavado, la norma especifica que, como mínimo, se debe cumplir con este parámetro. Los ensayos que se han realizado en el CITECMIC/INTI CUEROS en relación a esto dan parámetros similares al estipulado por la Norma Australiana.

Es natural que la corta vida útil del producto analizado nos de la pauta de que se deben proponer mejoras asociadas al final de vida, esto se asume replanteando los materiales tal como se expuso en los puntos a, b y c y que por otro lado pensemos en cómo aumentar la vida útil del producto de ser posible.

Lo que determina la vida útil del producto es entonces la capacidad del cuero de retener, a pesar de los sucesivos lavados, el glutaraldehído del curtiente. En los actuales sistemas de curtido eso solo se puede lograr aumentando la concentración del glutaraldehído en el cuero lo que está desaconsejado enfáticamente porque una concentración del 0,5% de este compuesto produce irritaciones en la piel.

Para plantear un aumento de la vida útil en este sentido tenemos que innovar en aspectos que trascienden al producto en sí. Planteamos con carácter experimental el siguiente concepto.

- f- Se plantea a los usuarios un esquema de lavado del calzado bajo pautas y con productos desarrollados al efecto. Se plantea una forma de lavado donde al final del mismo se le agregue un compuesto con un porcentaje de glutaraldehído menor al 0,5 %. Esto incluso puede suministrarse como líquido o como un pan de jabón sólido. Esta hipótesis debe ser corroborada a partir de experimentos de laboratorio.

Asimismo se abre la posibilidad de estudiar otros agentes anti microbianos como puede ser la Plata coloidal. En ese sentido hay ciertas experiencias en el País para estudiar, específicamente algunos usos de la nanotecnología ligada a la Plata.

Respecto de la matriz de abordaje, el antes y el después

Sintetizando y refiriéndonos a los criterios a tener en cuenta para el rediseño según podemos observar en la Rueda estratégica vemos que en el eje 8 (), esto es desarrollo de un nuevo concepto, el rediseño contempla cambios importantes respecto a lo que se encuentra disponible en el mercado si bien se puede distinguir la influencia de modelos anteriores se plantea como una solución original y el impacto ambiental de todas las etapas ha sido revisado y disminuido, presentando un impacto social previsible positivo abriendo un horizonte local de empoderamiento de pequeños productores de materias primas. Paralelamente se prevé, en el producto, una optimización funcional importante.

Para el eje 1 (selección de materiales de bajo impacto) si bien el cuero medicinal es el material que en el producto anterior presenta el impacto mayor desde el CITECMIC / INTI CUEROS se está trabajando en mejorar las prácticas de curido reduciendo considerablemente el impacto en la producción de esta materia prima que resulta irremplazable justamente por sus propiedades medicinales. Por otro lado se plantea el reemplazo de la espuma de poliuretano por plantillas de cuero medicinal o de fieltro medicinal.

En el eje 2 (reducción en el uso de materiales) se plantean mejoras perceptibles sobre la reducción de materiales ya que se reemplazan tanto la plantilla de armado como la plantilla de espuma de PU y la base de EVA.

Para el eje 3 (optimización de la producción) se propone modificar técnicas productivas interviniendo en toda la cadena de valor, no obstante en términos de producción no se propone una gran reducción de los pasos necesarios para fabricar el producto. Se propone la utilización de adhesivos de base acuosa.

Para el eje 4 (optimización del sistema de distribución) no presenta mejoras considerables, aunque si leves, respecto al modelo anterior.

Respecto al eje 5 (reducción del impacto durante el uso) se propone mejorar el producto generando una nueva tipología que mejora el lavado del producto reduciendo potencialmente el uso del agua y detergentes.

En el eje 6 (optimización de la vida útil) el rediseño propone una vida útil mejorada en condiciones normales de uso, planteando por un lado la posibilidad de centros especializados en el lavado con incorporación de glutaraldehído (hospitales, clínicas), o de carácter más experimental y alternativo, la generación de un producto (detergente, jabón) que incorpore estos químicos en el lavado hogareño.

En relación al eje 7 (sistema de fin de vida) podemos decir que el cuero medicinal en condiciones adecuadas puede ser biodegradable, por otra parte el reemplazo de los materiales promueve una mejora si bien deben desmontarse para su recuperación.

## Bibliografía.

- Ashby, M. & Johnson, K. (2014) *Materials and Design - The Art and Science of Material Selection in Product Design*. Third Edition. Butterworth. Heinemann (Elsevier). Oxford p. iv
- Ashby, M. (2012). *Materials and the Environment: Eco-Informed Material Choice*. London: Butterworth – Heinemann.
- Australian Standard™. (1998). *Textiles for health care facilities and institutions—Medical sheepskins. Part 1: Product specification and testing*.
- Battista, Eurne – (2015) *Diseño Sustentable: Del Discurso a la Práctica* en Bernatene, M.R. et al. – *La Historia del Diseño Industrial Reconsiderada* – Capítulo 6 – Libros de Cátedra – Edulp – La Plata
- Canale Guillermo. (2009) [S.O.S. Diseño Sustentable -Sustentabilidad, Economía y Diseño](#). Foro de Ética y Sustentabilidad- Diseño Sustentable -Buenos Aires
- Canale, Guillermo (2013). *Ciclo de Vida de Productos. Aportes para su uso en Diseño Industrial*. UNLa. Buenos Aires
- Canale, Guillermo (Editor) – (2014) *Materialoteca – Perfil ambiental de materiales* – Edición del Autor (Solamente la Introducción)
- Canale, Guillermo, Bernatene, M.R. and Flores, F. – (2013) *Contribution of Simplified LCA to Design for Sustainability – Cases of Industrial Application- Proceedings of 5th. International Conference on Life Cycle Assessment – Sustainability metrics from Cradle to Grave* – Fac. Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional



Canale, Guillermo, S.O.S. Diseño sustentable. Sustentabilidad, Economía y Diseño – 5º Foro de Ética y Sustentabilidad – Diseño Sustentable -Buenos Aires – 7/10/2009 – Publicado en el Boletín N° 158 del INTI – Buenos Aires – 08/2010

-Edward, Brian. (2009). Guía básica de la sostenibilidad. 2a Ed. Gustavo Gili. Barcelona.

-Guía de utilización de ECO-it 1.4 Guía de utilización de ECO-it 1.4 PRé Consultants, Holanda, [www.pre.nl](http://www.pre.nl)

-Nike. (2012). Nike\_MSI\_2012\_0724b.pdf. Retrieved 11 28, 2012, from [http://www.apparelcoalition.org/storage/Nike\\_MSI\\_2012\\_0724b.pdf](http://www.apparelcoalition.org/storage/Nike_MSI_2012_0724b.pdf)

-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2007). Diseño para la sostenibilidad: un enfoque práctico para las economías en vías de desarrollo. Universidad tecnológica de Delft.