

ANALYSIS OF THE SUSTAINABLE POTENTIAL OF PRODUCT-SERVICE SYSTEMS FROM AN ENVIRONMENTAL PERSPECTIVE. PROPOSAL OF CLASSIFICATION SYSTEM AND GRAPHIC REPRESENTATION

García Sáez, Elisa; Capuz-Rizo, Salvador F.
Universitat Politècnica de València

Product-Service Systems (PSS) have a big sustainable potential. But a PSS is not sustainable just by definition. Although in general terms a PSS is more sustainable than a traditional product based system, additional factors must be considered. Environmental, economic and social impacts must be analyzed in each case in order to know if its sustainability is bigger than the traditional product based system that is being replaced.

In the present work PSS sustainable potential is analyzed, being focused on the environmental aspects. Different approaches from the literature are reviewed and the strategies which make a PSS with less environmental impact than the traditional system are analyzed. Finally, several real experiences are analyzed and a new classification system depending on the strategy that reduce the environmental impact used is proposed, in order to have a better understanding of each PSS contribution to sustainable development.

Keywords: Product-Service Systems; PSS; sustainability; ecodesign, environmental impact

ANÁLISIS DEL POTENCIAL SOSTENIBLE DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Los Sistemas de Producto-Servicio (PSS) tienen un gran potencial sostenible. Sin embargo, un PSS no es sostenible por definición. Aunque en términos generales un PSS posee mayor sostenibilidad que un sistema tradicional basado en el producto, existen factores añadidos a tener en cuenta que pueden hacer que no sea así. Se debe analizar el impacto ambiental, económico y social en cada caso para saber si su sostenibilidad es mayor a la del sistema de producto tradicional que sustituye.

En el presente trabajo se estudia el potencial sostenible de los PSS, centrándose en la parte medioambiental. Se revisan las aportaciones de diversos autores y se analizan las estrategias que hacen que un PSS tenga menor impacto ambiental que el sistema tradicional. Finalmente, se analizan distintos casos de estudio y se realiza una nueva clasificación según la estrategia empleada que reduce el impacto ambiental, para así comprender mejor cómo puede contribuir cada PSS al desarrollo sostenible.

Palabras clave: Sistemas de Producto-Servicio; PSS; sostenibilidad; ecodiseño; impacto ambiental

1. Introducción y objetivos

Los Sistemas de Producto-Servicio se presentan como un planteamiento o estrategia hacia el desarrollo sostenible. El concepto principal en el que se basan es el cambio de lo material por lo inmaterial, satisfaciendo las necesidades del usuario no únicamente con productos, sino con productos y servicios interrelacionados. Un PSS es una propuesta de valor orientada a satisfacer las necesidades de los consumidores/usuarios a través de un sistema integrado de productos y servicios (Vezzoli et al. 2012).

El concepto base de los Sistemas de Producto-Servicio se basa en una de las 8 estrategias propuestas por Brezet y Van Hemel (1997): *Desarrollo de nuevo concepto*: la desmaterialización, el uso compartido de productos y por tanto la reducción de recursos consumidos. Como afirman Tukker y Tischner (2006) el principal factor de sostenibilidad de un PSS está asociado con la necesidad de satisfacer las necesidades con servicios en lugar de con productos (la desmaterialización). Si se satisfacen las necesidades de la población reduciendo la cantidad de recursos consumidos, se reducirá también la cantidad de energía asociada a esos productos. Por tanto, debido a su capacidad para generar rendimientos económicos a la vez que impactos sociales y ambientales positivos, el interés hacia los PSS sostenibles como modelo prometedor hacia un consumo sostenible ha aumentado en los últimos años (Piscicelli et al. 2015).

Sin embargo, un PSS no es sostenible “per se”, sino que debe ser diseñado para ello, teniendo en cuenta distintos factores a la hora de evaluar su sostenibilidad. A pesar del actual potencial que poseen los IPS²s¹ como un modelo de negocio para un sistema de producción y consumo más sostenible, un modelo genérico a un nivel global no supone necesariamente una mejora en la sostenibilidad (Vadoudi y Troussier, 2015). Es por ello que la sostenibilidad de cada PSS debe ser analizada independientemente.

Aunque apareció anteriormente en el debate político, no fue hasta 1987 cuando el término “Desarrollo Sostenible” se establece como un modelo universalmente aceptado, y lo hizo a través del informe *Our Common Future* de la Comisión Brundtland. Según éste, el Desarrollo Sostenible se puede definir como “aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Consta de tres pilares: el económico, el social y el ambiental. El desarrollo sostenible trata de lograr, de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente (UNEP), de lo que resultan tres objetivos: “Crecimiento” de la economía, distribuir el crecimiento de una manera justa y que en el proceso no se degrade el ecosistema (Campbell, 1996). Según la norma UNE 14001, el impacto ambiental se define como cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización. Cuando se evalúa el impacto ambiental de un producto o servicio se tiene en cuenta todo el ciclo de vida. Existen varias metodologías de valoración de impacto ambiental, como por ejemplo las tres tipologías metodológicas de valoración definidas por Rieradevall y Vinyets (1999): subjetiva/cualitativa, subjetiva/semicuantitativa y objetiva/cuantitativa.

En este estudio se analizan los aportes de distintos autores al conocimiento de los PSS sostenibles (SPSS). A continuación se analiza cualitativamente el impacto ambiental de diversos casos de estudio y se propone un modelo de análisis de SPSS según la estrategia utilizada, con el fin de facilitar la identificación de los factores que contribuyen al desarrollo sostenible en cada tipo PSS. Como resultado final se elabora una representación gráfica de dicha clasificación donde se muestran visualmente las distintas estrategias.

¹ Industrial product-service systems.

2. PSS sostenibles (SPSS)

Pigosso et al. (2010) hacen referencia a una afirmación del CIRP Working Group IPS² (2009) citando que la contribución de un IPS² a la sostenibilidad está basada en cuatro tipos diferentes de motivación:

- **Económica:** el beneficio es mayor en la prestación de servicios que en la venta de maquinaria.
- **Técnica:** un desarrollo igualitario de producto y de servicio posibilita la innovación.
- **Social:** la integración de ingeniería de producto y servicio permite a países ricos proteger y aumentar el empleo, mientras que a los países con bajo desarrollo técnico mejorar sus niveles de rendimiento.
- **Ecológica:** los IPS² reducen el consumo de recursos.

Los Sistemas de Producto-Servicio Sostenibles (SPSS) poseen gran potencial de distribución del bienestar y de prosperidad económica, a la vez que funcionan dentro de los límites de nuestro planeta (Vezzoli et al. 2015). Como se ha mencionado anteriormente, la sostenibilidad consta de tres pilares fundamentales: el económico, el ambiental y el social. La suma de la economía y la ecología se conoce como ecoeficiencia. Algunos autores hacen un uso confuso de los términos “sostenible”, “ecoficiente” y “ecológico”. En este estudio se hará referencia a la sostenibilidad en términos generales cuando se tengan en cuenta los tres pilares y a la ecoeficiencia cuando solo se tenga en cuenta el factor económico y ambiental. Para hacer referencia únicamente a los aspectos ambientales se utilizará el término ‘impacto ambiental’ o ‘sostenibilidad ambiental’. Son varios los acercamientos teóricos a los PSS sostenibles, a continuación se muestra una recopilación realizada por Vasantha et al. (2012) donde se muestra la aportación de distintos autores a la teoría de los PSS y la sostenibilidad:

Tabla 1. Referencias en la literatura sobre la sostenibilidad en PSS (Vasantha et al., 2012)

Autor (año)	Aspectos que conectan PSS y sostenibilidad
Tomiyama (2001)	La desmaterialización de los productos requiere un enriquecimiento del contenido de los servicios.
Morelli (2002)	Enfatiza el aspecto social de los PSS durante la fase de uso.
Alonso-Rasgado et al. (2004)	Destaca la importancia de la reutilización y la refabricación del hardware del diseño sostenible.
Aurich et al. (2006)	Destacan el potencial de los servicios técnicos para una producción y consumo más sostenible.
Morelli (2006)	PSS como una parte fundamental en el desarrollo de asociaciones orientadas a soluciones, y por consiguiente para soluciones sostenibles.
Kimita et al. (2009)	El PSS puede ser una oportunidad para los fabricantes para diferenciar sus productos ya que les permite conocer las diversas necesidades del cliente y satisfacerlas de una manera sostenible.
Maussang et al. (2009)	Destacan la necesidad de tener en cuenta los aspectos ambientales, económicos y sociales de un PSS en cuestiones de desarrollo sostenible.
Meier et al. (2010)	Orienta los IPS (Sistema Industrial Producto-Servicio) hacia la búsqueda del potencial tecnológico y económico que aumenta la competitividad y armoniza la ecología y economía en un mismo objetivo.
Tan et al. (2010)	Afirma que los acercamientos a los PSS son estrategias de innovación sostenible en una perspectiva total del ciclo de vida.

3. Ecoeficiencia y sostenibilidad ambiental en PSS

Según el Programa Ambiental de las Naciones Unidas y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (PNUMA / WBCSD, 1998), ‘la ecoeficiencia’ se logra mediante la

entrega de bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas a precios competitivos y mantengan la calidad de vida, al tiempo que reduce progresivamente el impacto ecológico y la intensidad de recursos a lo largo del ciclo de vida. El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible identificó cuatro elementos importantes de la ecoeficiencia (WBCSD, 1996): desmaterialización, cierre de bucles de producción, extensión del servicio, ampliación funcional.

Este mismo concepto de ecoeficiencia se puede aplicar en los PSS. Se asume que los PSS ayudan a reducir el impacto ambiental y aportan un mejor equilibrio social debido a que un mayor número de personas pueden utilizar el mismo producto pagando menos por este (Beuren et al., 2013). Es decir, se puede conseguir más con menos, fundamento principal de la ecoeficiencia.

Akao y Lindhal (2009) citan a Agri et al. (1999) destacando tres ventajas medioambientales de los PSS. Se centran en la materia prima y la energía de procesamiento que se son utilizadas. Son: disminución del uso de materia prima en la producción, aumento de la vida útil de cada parte del producto y minimización del número de veces que los materiales pasan por el ciclo de producción.

Según el análisis de Roy (2000) estudiosos alemanes, italianos y holandeses han identificado cuatro tipos principales de PSS que contribuyen a la sostenibilidad, ya que reducen la cantidad total de materiales y energía consumidos por unidad de producto/servicio suministrado. Son:

- **Servicios de resultado:** los que venden un resultado en lugar de un producto, p. ej. ofrecer un servicio de uso de moqueta. El proveedor de servicios suele asumir la responsabilidad por el suministro, mantenimiento, recogida y reciclaje de todos los aspectos físicos del sistema.
- **Servicios de uso compartido (o comunidades de producto):** el objetivo es aumentar la utilización de los elementos de un sistema mediante el intercambio de los productos requeridos. Por ejemplo, en la limpieza de ropa, esto implicaría compartir las instalaciones en un centro de lavado de una comunidad o lavandería comercial en lugar de tener lavadoras en los hogares individuales.
- **Servicios de prolongación de la vida del producto (o producto duradero):** Los servicios de extensión de vida del producto (a veces llamados productos duraderos) tienen como objetivo incrementar sustancialmente la vida útil de los productos o materiales a través del mantenimiento, reparación, reutilización y reciclado, lo que reduce la cantidad de energía y los recursos necesarios para proporcionar una función determinada. P. ej. el mantenimiento del mobiliario de oficina o mantenimiento de maquinaria.
- **Gestión de la demanda:** Aquellos casos en los que se sigue el principio de reducción de la demanda en lugar de aumentar la oferta. Suelen ser similares a la primera categoría de servicios de resultado.

Por su parte, Tukker y Tischner (2006), analizan el potencial sostenible de cada uno de los PSS según la clasificación general (PSS orientados a producto, a uso y resultado), cuantificando el factor de sostenibilidad de cada uno de ellos. Ese análisis es:

- **Servicios orientados a producto:** sólo se tienen que añadir los servicios a un sistema de producto existente. Las mejoras en la sostenibilidad se deben por ejemplo a un mejor mantenimiento.
- **Servicios orientados a uso:** incluyen alquiler del producto, uso compartido y puesta en común. Intensifican el uso de los productos.

- **Servicios orientados a resultado:** aquellos en los que el proveedor de PSS desarrolla una forma totalmente nueva de cumplir la función.

Vezzoli et al. (2014) en su libro *Product-Service System Design for Sustainability*, entre otros temas hablan del potencial ecoeficiente de los PSS, enumerando los siguientes intereses:

- **Optimización del ciclo de vida,** diseñando para alargar la vida del producto (y sus componentes) e intensificar su uso. Además, debido a que el fabricante/proveedor se convierte en el propietario, existe un incentivo económico a extender el ciclo de vida del producto (Vezzoli et al., 2015).
- **Extensión de la vida de los materiales,** valorizando el material de los productos desechados, reprocesándolos y obteniendo nueva materia prima, o incinerándolos para recuperar la energía. Vezzoli (2015) continua afirmando que el fabricante posee un interés económico potencial en reutilizar o refabricar componentes al final del ciclo de vida del producto con el fin de ahorrar en costes de desecho y de fabricación de nuevos componentes.
- **Minimizar los recursos utilizados,** diseñando para minimizar el uso de materiales y energía de un determinado producto, o en concreto, de un determinado servicio que ofrece ese tipo de producto. Durante la fase de uso, el fabricante posee un interés económico potencial en reducir la cantidad de recursos consumidos, ya que el beneficio depende del coste por unidad de servicio ofrecida al consumidor (Vezzoli et al., 2015).

Además de otras medidas que ayudan a aumentar la ecoeficiencia de un PSS:

- **Facilidad de adaptar nuevas tecnologías,** ya que se puede evitar una gran inversión inicial, p. ej. nueva tecnología más eficiente.
- **Rápida sustitución de tecnología obsoleta** con nuevos productos más ecoeficientes.

Es importante resaltar que no todas las conversiones a PSS suponen beneficios ambientales: un PSS puede necesitar ser especialmente diseñado, desarrollado y distribuido para ser muy ecoeficiente (Vezzoli et al., 2014). Como afirman Tukker and Tischner (2006), el desarrollo de un PSS no es intrínsecamente sostenible, de hecho hay casos donde un PSS causa mayores impactos ambientales que el sistema tradicional. Por ejemplo, sistemas donde los productos son prestados y devueltos, incluyen unos costes de transporte (y el resultante consumo de combustible y emisiones contaminantes) durante la vida del producto. En algunos casos específicos, el combustible y el impacto ambiental total puede hacer el sistema inviable a largo plazo (Vezzoli et al. 2015). Es más, incluso cuando se ha diseñado bien, se puede observar que algunas acciones dentro del PSS podrían generar efectos colaterales indeseados, normalmente denominados como efecto rebote (Vezzoli et al., 2014). Pigosso et al. (2010) afirman que los productos para PSS necesitarán ser más duraderos que los existentes actualmente y deberán tener distintas características que reflejen la necesidad del servicio. En este caso las estrategias de 'Optimización de vida útil del producto' y 'Diseño para el desmontaje' son de una importancia considerable.

Tukker (2004) realiza un análisis de pros y contras desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental de los distintos tipos de PSS. Resumiendo lo dicho por el autor:

- **Servicios relacionados con el producto, asesoramiento y consultoría, y arrendamiento de productos:** poseen probablemente mínimos beneficios ambientales, ya que la mayor mejora que se puede dar es debida a un mejor mantenimiento etc. Los casos de contratos de arrendamiento de productos pueden

incluso tener efectos ambientales negativos en el caso de que el arrendatario utilice el producto de forma descuidada debido a no ser el propietario del producto.

- **Alquiler, uso compartido o puesta en común de productos:** pueden suponer mayores beneficios ambientales si el impacto ambiental está relacionado con la producción del artefacto, ya que el mismo producto se comparte y utiliza más intensamente. Sin embargo, si en el caso de alquiler o uso compartido de productos el impacto recae en la fase de uso y el sistema no conduce a comportamientos de menor uso, tampoco se darán grandes beneficios ambientales. En esos casos, la puesta en común facilita la reducción de impactos ya que más personas utilizan el mismo producto al mismo tiempo.
- **El pago por unidad de uso:** supera el incentivo a la división entre costes de producción de un producto y los costes causados por la fase de uso. Es probable que se produzcan menores ganancias, pero no se esperan mejoras significativas debido a que el sistema tecnológico, en principio, no cambia radicalmente.
- **Los PSS de resultado funcional:** en teoría tienen el mayor potencial, ya que el proveedor ofrece un resultado más cercano a las necesidades finales del cliente y por lo tanto tiene una mayor libertad para diseñar un sistema de bajo impacto.

En el siguiente cuadro, Pigosso (2010) adaptando de Tukker y Tischner (2006) muestra el potencial sostenible de cada tipo de PSS.

Figura 1. Impactos ambientales según el tipo de PSS (Tukker y Tischner, 2006)

Tipo de PSS		Comparación de impactos ambientales con la situación de referencia (sistema de producto)				
		Peor	Igual	Reducción gradual (<20%)	Reducción considerable (<50%)	Reducción radical (<90%)
Orientado a producto	Producto asociado a servicio		←		→	
	Producto asociado a consultoría		←		→	
Orientado a uso	Arrendamiento de producto	←			→	
	Alquiler de producto o uso compartido		←		→	
	Puesta en común de producto		←		→	
Orientado a resultado	Actividades de gestión		←		→	
	Pago por unidad de uso		←		→	
	Resultado funcional		←			→

4. Mejoras sociales en PSS

Aunque menos presente en la bibliografía, también se necesita considerar la perspectiva social para que un PSS pueda ser un modelo sostenible. Varios autores citan la importancia del aspecto social pero pocos especifican en qué medidas interviene. Vezzoli et al. (2015), afirman que en un SPSS es el interés competitivo y económico del fabricante/proveedor el que fomenta la continua innovación para reducir el impacto ambiental y mejorar la igualdad y la cohesión social (Vezzoli et al. 2015).

Tras el estudio de la bibliografía se ha detectado tres áreas donde los PSS pueden aportar beneficios sociales. A continuación se muestra una tabla clasificando afirmaciones de distintos autores en cada uno de esos campos detectados:

Tabla 2. Recopilación de beneficios sociales de los PSS. Elaboración propia

Área	Beneficios
Mayor accesibilidad de la población a determinados productos	Los beneficios que supone no son sólo económicos, sino también, y en gran medida, sociales y éticos, ya que un SPPS puede hacer más accesible el uso de bienes y servicios a clases sociales de menores ingresos (Vezzoli et al. 2014).
	Permiten a los usuarios evitar la inversión inicial (p. ej. personas con bajos ingresos no necesitan la compra total de un panel solar) así como los gastos de mantenimiento (p. ej. si el panel solar se rompe accidentalmente no existe coste directo de reparación) (Vezzoli et al. 2015).
Fomento del empleo y de la economía local	Debería desencadenar una mayor, y más competente, participación de inversores locales en lugar de globales, y así fomentar y facilitar el refuerzo y prosperidad de la economía local (Vezzoli et al. 2015).
	Ya que los SPPS necesitan mayor mano de obra y relaciones más intensas, también pueden conducir a un aumento del empleo local y como consecuencia de la divulgación de habilidades (Vezzoli et al. 2015).
	SPPS pueden hacer una contribución importante, no sólo en productos ecológicos, sino también en la reducción de la pobreza, generación de empleo y desarrollo social (Ness, 2009).
	Como los servicios necesitan generalmente un trabajo más intenso que la fabricación, y el valor se crea a través de una comunicación directa con el usuario, existe una oportunidad para desarrollar soluciones personalizadas de producto-servicio que facilitará la creación de empleo y la satisfacción del usuario (Mont, 2000).
Apoyo a países en desarrollo	El enfoque de servicio tiene potencial para conseguir beneficios económicos, ambientales y sociales cuando se aplica a nivel comunitario en países pobres en desarrollo. Productos que forman parte del sistema de servicios pueden ser fabricados, mantenidos y reparados dentro de la comunidad, generando empleo para las mujeres en regiones pobres (Ness, 2009).
	SPPS ofrece potencial (...) para mejorar el servicio al cliente reduciendo el consumo de recursos y añadiendo beneficios sociales, especialmente en países pobres en desarrollo (Mont, 2000).

Además de estos tres grandes grupos, los PSS también pueden aportar beneficios sociales a través de un incremento de relaciones y en la generación de confianza entre usuarios (un mayor contacto entre personas que confían entre sí debido al uso compartido y a la puesta en común de productos).

Sin embargo, como sucede en la ecoeficiencia, en el ámbito social también puede haber efecto rebote. En especial en los sistemas de alquiler, uso compartido o puesta en común de productos, se está requiriendo una legislación actualmente inexistente para conseguir un funcionamiento adecuado. La confianza entre los miembros de la comunidad juega un papel importante. Si las personas carecen de confianza en otros usuarios, puede que sea necesaria una regulación (Bardhi y Eckhardt, 2012). Por su parte, Hartl et al. (2015) continúan afirmando que los consumidores apoyan una legislación porque piensan que el ser humano es egoísta y se necesita una regulación por las administraciones.

5. Análisis de casos desde el punto de vista ambiental

A partir de la bibliografía disponible se ha analizado cualitativamente distintos casos reales de PSS y se ha detectado las estrategias utilizadas que aportan una mayor sostenibilidad ambiental en cada caso. Una vez detectadas esas estrategias se han representado gráficamente con el fin de mostrar mediante qué estrategias los PSS pueden disminuir el impacto ambiental. En la tabla 3 se describen brevemente los casos analizados.

Tabla 3. Descripción de casos identificados en la bibliografía

Empresa: caso (fuente)	Descripción
Vitsoe: mobiliario de oficina (Tan, 2010)	Relación a largo plazo con los clientes (Vitsoe, 2008). Incluyen otras políticas como el embalaje reutilizable, de esta manera se reduce el gasto y el desperdicio del embalaje.
Wilkhahn: mobiliario de oficina (Goedkoop et al., 1999)	Tras tres visitas de mantenimiento, si el cliente quiere deshacerse del producto se le ofrece repararlo o refabricarlo. Si el cliente ya no lo necesita se recuperan las piezas, reciclando las inutilizables.
Ashland: venta y gestión de productos químicos (Hernández, 2012)	Reducción de costes de operación mediante un paquete de servicios de gestión (formación, utilización, gestión de residuos, eliminación o reciclaje, etc.). Pago por unidad, lo que reduce el uso de químicos y fortalece la relación.
Koppert: venta de pesticidas biológicos (UNEP, 2002)	La empresa vende el producto y asesora al cliente con el fin de alcanzar un uso del producto lo más eficiente posible.
Odin: venta online de fruta y vegetales orgánicos (UNEP, 2002)	El cliente recibe un envío de vegetales una vez a la semana pagando una suscripción. Al formar todo parte de un envío se optimiza el packaging utilizado.
Klüber: venta de lubricantes (Manzini y Vezzoli, 2003)	Venta y servicios de verificación del funcionamiento del lubricante suministrado así como su impacto ambiental, emisiones, ruidos y vibraciones. Este servicio proporciona una mayor eficiencia y mayor durabilidad de la máquina.
Casa Quick, Allegrini: venta de detergente (Manzini y Vezzoli, 2003)	Productor de detergentes ecológicos que distribuye el producto a domicilio. El producto se reparte en una furgoneta y vende a los vecinos de cada barrio la cantidad de detergente que necesitan en envases reutilizables.
Arrendamiento de carritos de bebé (Mont et al., 2006)	Los carritos de bebé son arrendados. Son devueltos a la empresa cuando los usuarios ya no los necesitan. Se reparan o refabrican para nuevos usuarios, adaptándolos a las nuevas tendencias de mercado.
Centro de lavado de vecinos (García, 2014)	La compra y mantenimiento de las lavadoras es llevada a cabo por todos los vecinos. Un uso más intenso de las lavadoras supondrá una mayor sustitución de estas por otras de tecnología más ecoeficientes.
Berkeley Public Library: Tool Lending (Hernández, 2012)	Alquiler de herramientas de bricolaje.
Zipcar UK: alquiler de vehículos (Hernández, 2012)	Sistema de alquiler de vehículos. El usuario busca en la plataforma un vehículo que esté estacionado en una localización que le interese, realiza la reserva y cuando va a recogerlo lo abre con su tarjeta de usuario.
Douwe Egberts: máquinas de café (Goedkoop et al., 1999)	Arrendamiento de máquinas, venta de café, operaciones y mantenimiento.
BlaBlaCar: car sharing	Un usuario va a realizar un trayecto y busca por medio de una plataforma otros usuarios que también lo vayan a realizar y así compartir los gastos.
Polyplank: núcleos de bobinas de papel (Lindahl et al., 2013)	Reutilización de núcleos para bobinas de papel. El fabricante arrenda los núcleos a la empresa fabricante de papel que los reutiliza en varias entregas. Cuando ya no se puede reutilizar se devuelve a Polyplank para ser reciclado.
Xerox: pago por fotocopia (Beuren et al., 2013)	Arrendamiento de las fotocopiadoras, mantenimiento, venta de papel y tóner, gestión de documentos y datos, etc. El usuario paga por fotocopia un precio fijo. La máquina está diseñada para ser refabricada.
Toyota: alquiler montacargas (Sundin et al., 2009)	Alquiler de montacargas, obteniendo mayor flexibilidad a las necesidades del usuario. Los montacargas reciben un servicio de mantenimiento y finalmente de refabricación.
AMG: venta de calor solar (UNEP, 2002)	Vende calor como producto final a través de energía solar y metano. El cliente paga por unidad funcional, por todo el servicio completo.
EGO: servicio de alquiler de ropa (Ceschin, 2013)	Sistema de ropa usada. El usuario selecciona 14 prendas y las va devolviendo y cambiando por otras. La empresa se encarga del lavado de la ropa y de la actualización de las prendas según las tendencias.
Diddi & Gori / The Evergreen TM: Servicio de moqueta (Roy, 2000; Manzini y Vezzoli, 2003)	La empresa ofrece el resultado final, se encarga de la instalación, el mantenimiento y la desinstalación, después de esta al empresa recicla las fibras, eliminando costes de materia prima.

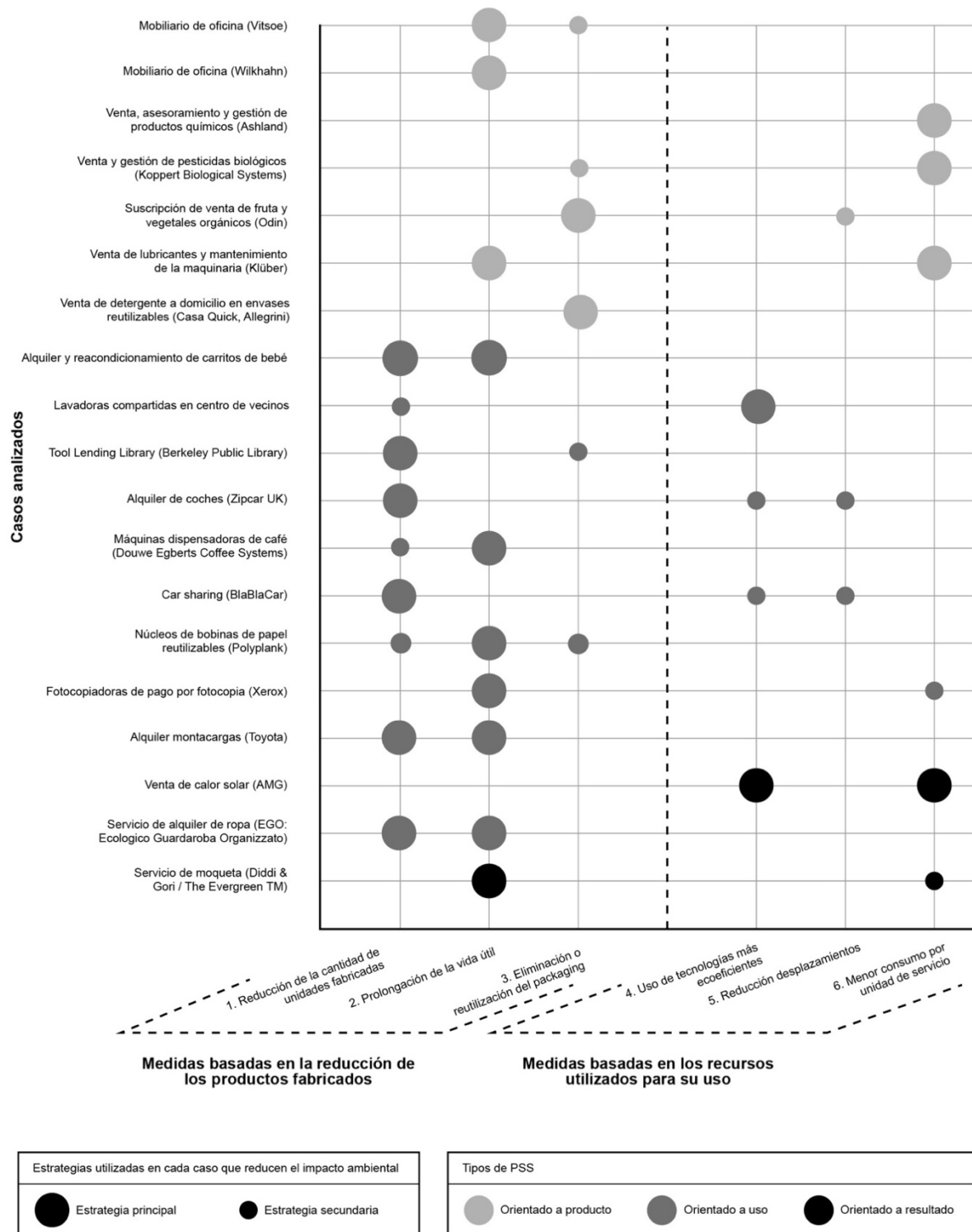
Tras el análisis de los casos, se ha identificado las estrategias utilizadas en cada caso que hacen posible que el PSS disminuya su impacto con respecto al sistema tradicional de producto. Se ha identificado cuáles son las estrategias principales y cuáles las secundarias. Algunas de estas estrategias se han citado anteriormente explicando las características de los SPSS. La clasificación que se propone se muestra en la tabla 4. Se ha realizado partiendo de los casos analizados donde se han identificado dos grandes grupos, uno recoge las medidas basadas en la reducción de los productos fabricados y otro recoge las medidas basadas en los recursos utilizados para su uso. Dentro de cada grupo se encuentran tres estrategias, algunas de las cuales están divididas a su vez en varias subestrategias.

Es necesario aclarar que la mejora ambiental no se ha cuantificado, por lo que las cantidades de impacto ambiental negativo evitado no son comparables entre los casos. El objetivo del análisis es detectar qué estrategias se utilizan y cuáles en mayores ocasiones. En la figura 2 se muestra el análisis diferenciando entre estrategia principal y secundaria y los distintos tipos de PSS (orientado a producto, orientado a uso y orientado a resultado).

Tabla 4. Clasificación de estrategias utilizadas que disminuyen el impacto ambiental del PSS

Medidas basadas en la reducción de los productos fabricados	Medidas basadas en los recursos utilizados para su uso
1. Reducción de la cantidad de unidades fabricadas <ul style="list-style-type: none"> a) Arrendamiento b) Alquiler y uso compartido c) Puesta en común de servicios (pooling) d) Pago por unidad de servicio 	4. Uso de tecnologías más ecoeficientes <ul style="list-style-type: none"> a) Renovación acelerada b) Aumento del esfuerzo investigador por parte de las empresas
2. Prolongación de la vida útil <ul style="list-style-type: none"> a) Mantenimiento b) Actualización y adaptación c) Reutilización, refabricación y reciclaje 	5. Reducción de desplazamientos <ul style="list-style-type: none"> a) Información y gestión en plataformas digitales
3. Eliminación o reutilización del packaging <ul style="list-style-type: none"> a) Reutilización del packaging b) Eliminación parcial o total del packaging 	6. Menos consumo por unidad de servicio <ul style="list-style-type: none"> a) Uso más optimizado b) Consumibles especializados

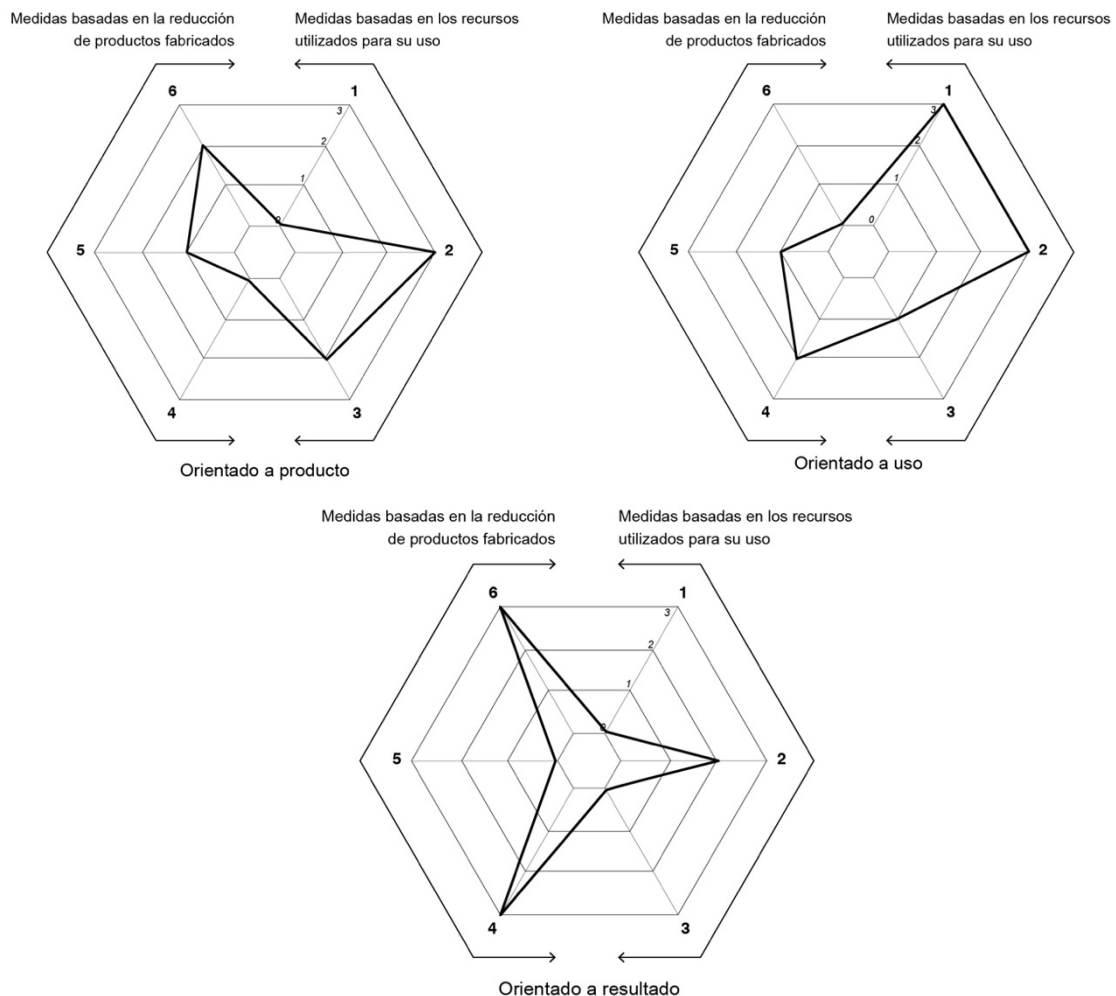
Figura 2. Análisis de cada caso según las estrategias utilizadas para la disminución del impacto



6. Modelo gráfico

Por último se ha elaborado un modelo gráfico donde poder visualizar la clasificación realizada según la orientación del PSS. En cada modelo puede apreciarse qué estrategia se ha utilizado en un mayor número de veces y con mayor relevancia dentro de cada caso de estudio.

Figura 3. Modelo gráfico de clasificación por estrategias según orientación del PSS



7. Conclusiones

En la figura 2 se observa cómo las estrategias utilizadas en mayor número de casos son las estrategias basadas en la disminución de productos fabricados y prolongación de ciclo de vida, esto es debido a que son las estrategias más sencillas de implementar en un sistema de producto y el primer paso hacia un PSS, aunque como puede verse en la figura 1 no son siempre las que ofrecen una mayor reducción del impacto ambiental, siendo los relacionados con el asesoramiento, consultoría, y arrendamiento los que suponen una menor mejora (Tukker, 2004).

En la figura 3 se refleja claramente qué estrategias se utilizan en cada tipo de PSS.

- **Orientados a producto.** En este caso la más utilizada es la prolongación de la vida útil del producto utilizando estrategias de mantenimiento, actualización y de reutilización, refabricación y reciclaje). También se utilizan estrategias relacionadas con la reutilización y eliminación parcial o total del packaging. También aparecen estrategias de disminución del transporte y menor consumo por unidad de servicio debido a los servicios de asesoramiento y gestión. Los PSS que aplican esta última estrategia se encuentran cercanos a los PSS de resultado, la única diferencia es que en este caso, aunque la empresa asesore al usuario de cómo utilizar el producto de una forma más eficiente, la propiedad sigue perteneciendo al usuario.

- **Orientados a uso.** En esta categoría se utilizan por igual las estrategias de reducción de cantidad de unidades fabricadas y prolongación de la vida útil del producto. Se reduce el número de unidades fabricadas debido al arrendamiento, alquiler, uso compartido, puesta en común y pago por unidad de servicio. Interesa prolongar el ciclo de vida ya que en este caso es el proveedor quien posee la propiedad del producto. También utilizan tecnologías más ecoeficientes debido a la renovación acelerada de productos que consumen energía para su funcionamiento a consecuencia de un uso más intenso del producto.
- **Orientados a resultado.** El uso de tecnologías más ecoeficientes, en aquellos PSS que necesitan energía en la fase de uso, y el menor consumo por unidad de servicio, en aquellos que necesitan de energía o de algún tipo de consumible, son las estrategias más utilizadas. El menor consumo por unidad de servicio se debe a un uso especializado del producto (es el proveedor especializado quien opera) y al empleo de consumibles más especializados, ofreciendo la función deseada consumiendo la menor cantidad de recursos posibles. También se emplean estrategias de prolongación de vida útil en aquellos casos en los que no se requiere energía para el funcionamiento.

Así, un método para conseguir SPSS sería estudiar el sistema y analizar cuáles de estas estrategias se pueden aplicar y cuáles posibilitan una mayor disminución de impacto ambiental, teniendo siempre en cuenta los efectos rebote de cada medida.

8. Bibliografía

- Akao, T. & Lindhal, M. (2009). *Introduction to Product/Service-System Design*. Londres: Springer.
- Bardhi, F., & Eckhardt, G. M. (2012). Access-based consumption: The case of car sharing. *Journal of Consumer Research*, 39, 881–898.
- Beuren, F.; Gomes, M. & Cauchick, M. (2013). Product-service systems: a literature review on integrated products and services. *Journal of Cleaner Production*, 47, 222-231.
- Campbell, S. (1996). Green cities, growing cities, just cities? Urban planning and the contradictions of sustainable development. *Journal of American Planning Association*, 62, 296-312.
- Ceschin, F. (2013). Critical factors for implementing and diffusing sustainable product-service systems: insights from innovation studies and companies' experiences. *Journal of Cleaner Production*, 45, 74-88.
- García, E. & Capuz, S. (2015). Estudio de la ecoeficiencia en los sistemas de producto servicio (PSS). Aplicación a las máquinas de lavado. Universidad Politécnica de València. *19th International Congress on Project Management and Engineering*. AEIPRO. Granada 2015 (pp. 1029-1040).
- Goedkoop, M., Van Halen, C., Te Riele, H. & Rommens, P. (1999). *Product Systems Service systems. Ecological and Economical Basics*. Países Bajos: PRé consultants.
- Hartl, B., Hofmann, E. & Kirchler, E. (2015). Do we need rules for “what's mine is yours”? Governance in collaborative consumption communities. *Journal of Business Research*.
- Hernández, R. (2012). *Designing Sustainable Product Service Systems: a business framework for SME implementation*. Doctoral thesis. Loughborough University
- Lindahl, M.; Sundin, E. & Sakao, T. (2013). Environmental and economic benefits of Integrated Product Service Offerings quantified with real business cases. *Journal of Cleaner Production*, 1-9.

- Manzini, E. & Vezzoli, C. (2002). *Product-Service Systems and Sustainability*. Paris; Milán: UNEP.
- Manzini, E. & Vezzoli, C. (2003). A strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the 'environmentally friendly innovation' Italian prize. *Journal of Cleaner Production*, 11, 851-857.
- Mont, O. (2000). *Product-Service Systems - Final Report International Institute of Industrial Environmental Economics*, Lund University. Stockholm, Sweden: Swedish EPA.
- Mont, O., Dalhammar, C. & Jacobsson, N. (2006). A new business model for baby prams based on leasing and product remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 14, 1509-1518.
- Ness, D. (2009). Sustainable product service systems: Potential to deliver business and social benefits with less resource use. En Hsiao-Fan Wang (Ed.), *Web-based green products life cycle management systems* (pp.232-249). Australia: Information Science Reference (IGA Global).
- Pigosso, D., Sousa, S., Filho, G., Ometto, R. & Rozenfeld, H. (2010). Is the Industrial Product-Service System really sustainable? En Sakao, T., Larsson, T. & Lindhal, M. (Ed). *Proceedings of the 2nd CIRP IPS² Conference 2010* (pp. 59-65). Linköping, Sweden: Linköping University.
- Piscicelli, L., Cooper, T. & Fisher, T. (2015). The role of values in collaborative consumption: insights from a product-service system for lending and borrowing in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 97, 21-29.
- Rieradevall, J. & Vinyets, J. (1999). *Ecodiseño y ecoproductos*. Barcelona: Rubes.
- Roy, R. (2000). Sustainable product-service systems. *Futures*, 32, 289-299.
- Sundin, E., Lindhal, M. & Ihomah, W. (2009). Product design for product/service systems: Design experiences from Swedish industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20, 723-753.
- Tan, A. (2010). *Service-oriented product development strategies*. PhD thesis. Lyngby: Technical University of Denmark (DTU).
- Tukker, A. (2004). *Eight types of Product-Service System: eight ways to sustainability? Experiences from Suspronet*. Delft: John Wiley & Sons.
- Tukker, A. & Tischner, U. (2006). *New Business for Old Europe. Product-Service Development, Competitive and Sustainability*. Sheffield, UK: Greenleaf Publishing.
- Tukker, A. & Tischner, U. (2006). Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production*, 14, 1552-1556.
- Vadoudi, K. & Troussier, N. (2015). Territory Based Industrial Product-Service System Design. *Procedia CIRP*, 30, 126-131.
- Vasanth, G., Roy, R., Leah, A. & Brissaud, D. (2012). A review of product-service systems design methodologies. *Journal of Engineering Design*, 23, 635-659.
- Vezzoli, C., Ceschin, F., Diehl, J. & Kohtala, C. (2012). Why have 'Sustainable Product-Service Systems' not been widely implemented?. *Journal of Cleaner Production*, 35, 288-290.
- Vezzoli, C., Ceschin, F., Diehl, J. & Kohtala, C. (2015). New design challenges to widely implement 'Sustainable Product-Service Systems'. *Journal of Cleaner Production*, 97, 1-12.
- Vezzoli, C., Kothala C. & Srinivasan, A. (2014). *Product-Service System Design for Sustainability*. Sheffield, UK: Greenleaf Publishing.