

---

**COMUNICACIÓN CORTA**

---

**ESTUDIO ENERGÉTICO DEL USO DE TICKETS ELECTRÓNICOS****ENERGY STUDY OF THE USE OF ELECTRONIC TICKETS***Joel Armengol<sup>1</sup> y Mercè Segarra<sup>1\*</sup>*

---

<sup>1</sup>Centro DIOPMA, Departamento de Ciencia de Materiales y Química Física, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès, 1, 08028-Barcelona, España.

Recibido: Septiembre 3, 2019; Revisado: Octubre 1º, 2019; Aceptado: Noviembre 12, 2019

---

**RESUMEN**

El entretenimiento siempre ha sido una de las actividades más deseadas por la sociedad para cubrir su tiempo de ocio. El deporte, el cine y el teatro, los museos, los parques de atracciones, los conciertos musicales y otros espectáculos forman parte de la llamada “cultura del ocio”, que se ha convertido en una actividad económica en sí misma. El acceso a estos eventos conlleva el disponer de una entrada, boleto o ticket, que acredita los derechos adquiridos mediante el pago, generalmente, de una tarifa. Estos comprobantes de pago o reserva suelen entregarse en forma de papel impreso. El objetivo general del presente estudio es realizar un análisis sobre el ahorro energético que supone el uso de tickets digitales. Para ello se realizará un análisis de ciclo de vida simplificado de distintos formatos de entrada para determinar cuáles son más sostenibles energéticamente y económicamente, o simplemente mejores para el medio ambiente.

**Palabras clave:** análisis de ciclo de vida; estudio energético; ticket electrónico.

**ABSTRACT**

Entertainment has always been one of the most desired activities by society to cover their leisure time. Sports, cinema and theatre, museums, amusement parks, music concerts and other shows are part of the so-called "leisure culture", which has become an economic activity by itself. Access to these events entails having an entry or ticket, which accredits the rights acquired by paying, generally, a fee. These payment or reservation vouchers are usually delivered in the form of printed paper. The general objective of the present study is to carry out an analysis on the energy savings that involves the use of digital tickets. For this, a streamlined life cycle analysis for different



Copyright © 2019. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

\* Autor para la correspondencia: Mercè Segarra, Email: [m.segarra@ub.edu](mailto:m.segarra@ub.edu)



formats will be carried out to determine which is the most energy and economically sustainable, or simply better for the environment.

**Keywords:** life cycle analysis; energy study; electronic ticket.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las necesidades globales actuales requieren cada vez más una mayor demanda energética para satisfacerlas, siendo necesario un aumento de recursos naturales para alcanzar la demanda requerida. El problema es que los recursos energéticos son cada vez menores. El desarrollo sostenible significa vivir (y prosperar) en este entorno cambiante (Ashby, 2016). No se puede vivir sin utilizar energía, agua y materiales. El reto es utilizarlos de una manera óptima para así "Satisfacer las necesidades de hoy sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades" (Brundtland, 1987), y hacerlo de manera equitativa.

A medida que avanza la tecnología, aparecen nuevos mecanismos que permiten reducir los recursos necesarios vinculados a una gran cantidad de las actividades que se realizan. Un ejemplo son los momentos de ocio. Habitualmente, para asistir a un evento, espectáculo o museo, se dispone de una entrada o ticket en formato papel que se adquiere en el mismo recinto. En 2017, el Louvre (Paris, Francia) fue el museo más visitado (TEA/AECOM, 2018), con más de 8 millones de visitantes, mientras que los parques temáticos de Walt Disney superaron los 150 millones de visitas. Es imposible saber el número de entradas que se consumen cada año en todo el mundo, de manera que también lo es calcular los recursos necesarios para producirlas.

El objetivo del presente estudio es realizar un análisis del ahorro energético que supone el uso de las entradas digitales frente los tickets tradicionales de formato papel que permiten el acceso a espectáculos y/o eventos. Además, se compararán los análisis de ciclo de vida (ACV) de distintas posibilidades para evaluar su sostenibilidad y su impacto sobre el medio ambiente.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Existen normativas creadas para proporcionar a las organizaciones un marco reconocido para la integración de la eficiencia energética (ISO 50001, 2018) y de las buenas prácticas ambientales (ISO 14001, 2015). En las últimas versiones de esta última se introduce la perspectiva de ciclo de vida de un producto, abarcando las siguientes etapas: materias primas, diseño, fabricación, envasado distribución, uso del producto y fin de vida útil.

El análisis de ciclo de vida (ACV) de un producto (ISO 14040, 2006) es una herramienta metodológica que pretende identificar, cuantificar y definir los diferentes impactos ambientales involucrados en su producción, ligados a las diferentes etapas del ciclo de vida de éste, desde la obtención de las materias primas hasta su fin de vida. El análisis se enfoca bajo el criterio de que los recursos energéticos y las materias primas no son ilimitados y que, desgraciadamente, se consumen más rápidamente que se reemplazan. Los pasos a seguir para realizar un ACV comprenden:

- 1) Recopilar un inventario de entradas y salidas relevantes del sistema del

producto.

- 2) Evaluar de los potenciales impactos medioambientales asociados con las entradas y salidas identificadas en el inventario.
- 3) Interpretar los resultados de las fases de análisis de inventario y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos del estudio.

El producto estudiado en este trabajo o unidad funcional es una entrada a un espectáculo, que puede ser obtenida por distintas vías que hemos etiquetado como posibles escenarios:

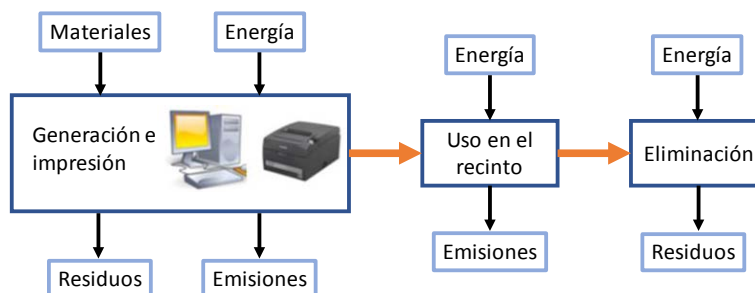
- Escenario #1: entrada comprada en el mismo recinto, impresa en papel térmico en el momento de su compra.
- Escenario #2: entrada comprada por internet mediante ordenador e impresa en color en papel normal en el propio domicilio.
- Escenario #3: entrada comprada por internet mediante *smartphone* y mostrada en el museo directamente con el teléfono móvil.

En este trabajo se presentan los resultados de un ACV simplificado, en el que sólo se analizarán los impactos del producto estudiado en la energía y la huella de CO<sub>2</sub>. Para ello se ha utilizado la herramienta Ecoaudit del software CES Selector (CES Selector, 2018) que permite estimar de una manera rápida el impacto ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Escenario #1: Entrada comprada en el mismo recinto.

Las fases analizadas en este supuesto comprenden desde la generación del ticket hasta su posible eliminación al final de uso. El siguiente esquema muestra los límites del sistema.



**Figura 1.** Etapas de la vida de una entrada comprada en el mismo recinto del espectáculo

Cada una de las etapas requiere energía y se generan residuos y/o emisiones. A continuación, se detalla el inventario de recursos y consumos energéticos correspondientes a una entrada impresa en el mismo recinto utilizando un ordenador de 180W que dispone de un monitor de 39 W y una impresora térmica de 50 W con papel térmico. Para generar una entrada se ha calculado que se requieren 3,5 minutos. El papel térmico contiene trazas de bisfenol A (hasta 42,6 mg/kg según Björnsdotter y col., 2017) que deberá tenerse en cuenta para el cálculo del impacto en la etapa de eliminación, que se ha considerado como reciclaje al final de la vida útil.

**Tabla 1.** Inventario del escenario #1

<i><b>Inventario</b></i>	<i><b>Consumo por unidad</b></i>	<i><b>Costo por unidad</b></i>
Electricidad	15,7 Wh	0,0021 €
Papel térmico	0,725g	0,0018 €
<b>Costo total</b>	-	<b>0,0039 €</b>

### 3.2. Escenario #2: Impresión propia.

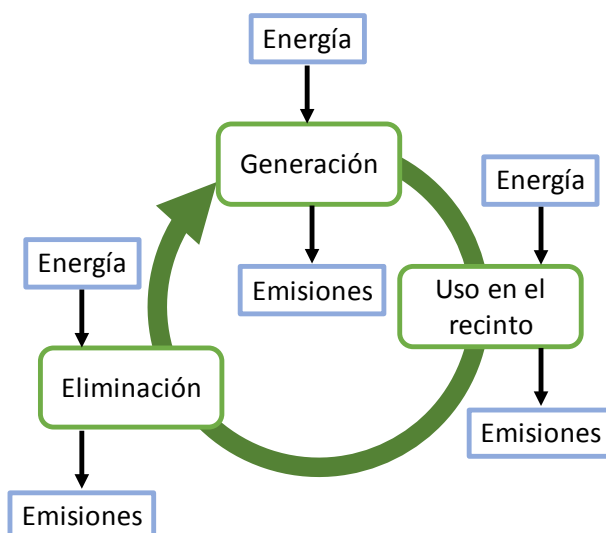
El usuario puede comprar la entrada por Internet e imprimirla en su propia impresora. En este caso, se ha considerado el uso de un ordenador portátil de 52,5 W y una impresora de tinta a color de 10 W con papel normal DINA4. Para generar e imprimir una entrada se ha calculado que se requiere conectar el ordenador durante 316,1 segundos y la impresora durante 69,9 segundos. La entrada después de su uso se lleva a reciclar.

**Tabla 2.** Inventario del escenario #2

<i><b>Inventario</b></i>	<i><b>Consumo por unidad</b></i>	<i><b>Costo por unidad</b></i>
Electricidad (ordenador)	4,61 Wh	0,00066 €
Electricidad (impresora)	0,19 Wh	0,00003 €
Impresión en color (tinta)	0,027 mL	0,1500 €
Papel DINA4 normal	5,6 g	0,0120 €
<b>Costo total</b>	-	<b>0,1627 €</b>

### 3.3. Escenario #3: Ticket digital.

En este supuesto, la entrada se compra usando un teléfono móvil, mostrándola al llegar al recinto sin necesidad de imprimirla. Una vez usada, el archivo se borra de la memoria, liberando el espacio que ocupaba. En este caso no se generan residuos sólidos que deban eliminarse al final de la vida útil. El esquema del ciclo de vida de este escenario se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Etapas de la vida de una entrada digital

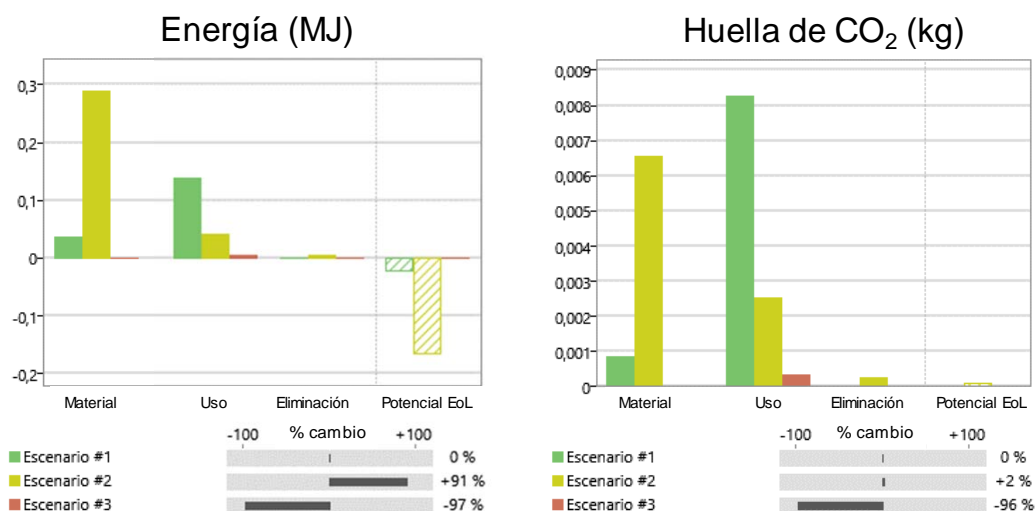
A continuación, se detalla el inventario de consumo energético correspondiente a una entrada descargada de Internet con un teléfono móvil tipo *smartphone* con un consumo de 6,91 W, que requiere un promedio de 226,7 segundos para comprarla, 60,5 segundos para mostrarla a la llegada al recinto y 34 segundos para borrar el archivo.

**Tabla 3.** Inventario del escenario #3

<i>Inventario</i>	<i>Consumo por unidad</i>	<i>Costo por unidad</i>
Electricidad	0,62 Wh	0,00008 €
<b>Costo total</b>	-	<b>0,00008 €</b>

### 3.4. Análisis de ciclo de vida

La siguiente figura muestra los gráficos para la energía y la huella de CO<sub>2</sub> de los tres escenarios estudiados. Los impactos de las etapas de fabricación y transporte están incluidos en los impactos de los materiales.



**Figura 3.** Auditoría energética (izqda.) y de huella de CO<sub>2</sub> (dcha.) para los escenarios estudiados. Gráficos obtenidos mediante (CES Selector, 2018)

## 4. CONCLUSIONES

1. El ticket digital supone un ahorro económico (98%) y energético importante (97%) respecto al formato convencional de entrada obtenida en el recinto usando papel térmico.
2. El ticket digital es un sistema mucho más sostenible que los otros estudiados ya que su huella de carbono es un 96% inferior a la entrada convencional.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Gobierno de la Generalitat de Catalunya el reconocimiento del grupo de investigación DIOPMA (2017SGR118).

## **REFERENCIAS**

- Ashby, MF., *Materials and Sustainable Development.*, Ed. Butterworth-Heinemann, 2016, pp. 2-3.
- Björnsdotter, M.K., de Boer, J., Ballesteros-Gómez, A., Bisphenol A and replacements in thermal paper: A review., *Chemosphere*, Vol. 182, No. 17, 2017, pp. 691-706.
- Brundtland, GH., *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future (WCED)*, 1987, pp. 15-16.
- CES Selector software., Granta Design Limited, Cambridge, UK, 2018. Disponible en: [www.grantadesign.com](http://www.grantadesign.com).
- ISO 14001:2015., *Organización Internacional para la Estandarización, Sistemas de gestión ambiental.*, 2015.
- ISO 14040:2006., *Organización Internacional para la Estandarización, Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.*, 2006.
- ISO 50001:2018., *Organización Internacional para la Estandarización, Sistemas de gestión de la energía*, 2018.
- TEA/AECOM., 2017., *Theme Index and Museum Index: The Global Attractions Attendance Report.*, Ed. J. Rubin, 2018, pp. 9-18.