UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

Dipòsit digital de documents de la UAB

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Waris Begum, Khadija. *Biblioteca de las cosas : UAB*. Treball de Final de Grau (Universitat Autònoma de Barcelona), 2026 (Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles). 13 pàgines.

This version is available at https://ddd.uab.cat/record/335210

under the terms of the  license.

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

Dipòsit digital de documents de la UAB

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Waris Begum, Khadija. *Biblioteca de las cosas : UAB*. Treball de Final de Grau (Universitat Autònoma de Barcelona), 2026 (Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles). 13 pàgines.

This version is available at https://ddd.uab.cat/record/335210

under the terms of the  license.

Biblioteca de las cosas - UAB

Khadija Waris Begum

Resumen– El CircuLab de los UAB OpenLabs es un laboratorio de innovación abierta situado en el recinto del Punto Limpio de la UAB. Este espacio está pensado para la comunidad universitaria, pero también para ciudadanía, empresas y entidades externas. Su objetivo es apoyar el desarrollo de proyectos relacionados con la economía circular y la transición verde, ofreciendo acceso a maquinaria, acompañamiento técnico y una comunidad de colaboración. Dentro del proyecto CircuLab-Deixalleria se plantea la creación de una biblioteca de las cosas: un servicio de préstamo de objetos y materiales que permita compartir recursos y reducir el consumo de productos de uso poco frecuente. Este tipo de iniciativas ya existe en distintos lugares y suele gestionarse de forma comunitaria o desde instituciones públicas. En el caso de la UAB, la biblioteca de las cosas podría funcionar como un sistema de préstamo accesible para estudiantes y otros miembros de la comunidad, facilitando el uso compartido de herramientas y materiales. Su implementación requeriría definir un modelo de gestión, elaborar un catálogo de objetos y establecer un sistema de préstamo y devolución. Entre los productos disponibles podrían incluirse herramientas, recursos para proyectos, objetos de uso ocasional y otros recursos útiles para actividades académicas o personales, fomentando así prácticas más sostenibles y colaborativas.

Palabras clave– economía circular · biblioteca de las cosas · economía colaborativa · sostenibilidad · campus universitario · UAB (Universidad Autónoma de Barcelona).

Abstract– The UAB OpenLabs CircuLab is an open innovation lab located on the ground of the UAB's Recycling Center. This space is designed for the university community, as well as for the general public, businesses, and other organizations. Its objective is to support the development of projects related to the circular economy and the green transition, offering machinery, technical support, and a collaborative community. Within the CircuLab-Recycling Center project, the creation of a "library of things" is planned a lending service for objects and materials that allows for resource sharing and reduces the consumption of infrequently used products. This type of initiative already exists in various places and is usually managed by communities or public institutions. In the case of the UAB, the "library of things" could function as an accessible lending system for students and other members of the community, facilitating the shared use of tools and materials. Its implementation would require defining a management model, organizing the catalog of objects, and establishing a lending and return system. Available products could include tools, project materials, occasional use items, and other resources useful for academic or personal activities, thus promoting more sustainable and collaborative practices.

Keywords– circular economy · library of things · sharing economy · sustainability · university Campus · UAB (Autonomous Univeristy of Barcelona).

1 INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de crisis ambiental y ante el creciente preocupación por el uso eficiente de los recursos, diversas organizaciones y las universidades están asumiendo un papel cada vez más activo en la promoción de modelos sostenibles. En este marco, surgen iniciativas que buscan no solo generar conocimiento, sino también impulsar prácticas concretas alineadas con los principios de la economía circular y la transición ecológica. La Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), a través de sus espacios de innovación abierta como el CircuLab, se posiciona como un agente clave en este proceso, facilitando entornos donde la comunidad universitaria y otros actores sociales pueden colaborar en el desarrollo de soluciones sostenibles. Una de estas iniciativas es el proyecto CircuLab-Deixalleria, que plantea la creación de una "Biblioteca de las cosas", como un sistema de préstamo de objetos y materiales. Este modelo promueve el uso compartido de recursos, contribuyendo a reducir el consumo innecesario y a

● E-mail: 1641182@uab.cat
● Estudiante: Khadija Waris Begum
● Professora: Montse Meneses Benitez. Montse.Meneses@uab.cat
● Curso: 2025/2026

fomentar hábitos más responsables. Su implementación en el entorno universitario representa una oportunidad para integrar la sostenibilidad en la vida cotidiana del campus, al tiempo que se fortalecen dinámicas de cooperación y aprendizaje colectivo.

1.1 Objetivo general del TFG

El objetivo general de este trabajo es diseñar una propuesta integral de Biblioteca de las Cosas para el CircuLab de la UAB, que incluye el modelo de gestión operativa, el sistema de préstamo y devolución, y un prototipo de plataforma digital para su administración, con el fin de evaluar su viabilidad de implementación en el entrono universitario y su contribución a los principios de la economía circular y la sostenibilidad ambiental.

1.2 Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general, se plantea los siguientes objetivos específicos:

1. **Analizar casos de estudio existentes** de Biblioteca de las cosas en el contexto local y nacional, identificando buenas prácticas, modelos de gestión y lecciones aplicables al contexto de la UAB.

2. **Definir el modelo operativo del servicio,** estableciendo los criterios de acceso y prioridad de usuarios, el protocolo de adquisición y clasificación de objetos, el sistema de membresía y las normas de uso y responsabilidad ante posibles deterioros o pérdidas.

3. **Diseñar un prototipo de plataforma digital** basado en una base de datos relacional que permita gestionar el catálogo de objetos, el registro de usuarios y el seguimiento del estado de los préstamos en tiempo real.

4. **Estimar el impacto ambiental del servicio mediante un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de un producto representativo del futuro catálogo,** cuantificando su huella de carbono y comparando el escenario de préstamo compartido frente al de compra individual, como prueba de concepto extensible al resto de artículos del catálogo.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Economía circular

El modelo económico lineal tradicional, basado en la lógica de ”extraer, producir y desperdiciar”, ha demostrado ser insostenible en un contexto de recursos finitos y creciente presión ambiental. Frente a este paradigma, la economía circular se presenta como un marco de soluciones sistémicas que hace frente a desafíos globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, los residuos y la contaminación, desvinculando la actividad económica del consumo de recursos finitos.

2.2 Consumo colaborativo

El consumo colaborativo, también denominado economía colaborativa, es una de las estrategias clave dentro del paradigma de la economía circular. El consumo colaborativo se define como una interacción entre dos o más personas, a través de medios digitalizados o no, que satisface una necesidad real mediante el acceso compartido a bienes o servicios. [11] Este modelo se diferencia del consumo tradicional en que permite que un mismo objeto satisfaga las necesidades de múltiples personas a lo largo del tiempo. Las bibliotecas de las cosas contribuyen una manifestación concreta del consumo colaborativo aplicado a bienes físicos de uso poco frecuente. En lugar de cada persona adquiere, por ejemplo, un producto para utilizarlo pocas veces al año, estas iniciativas permiten compartir el objeto entre múltiples usuarios, reduciendo tanto el gasto individual como el impacto ambiental asociado a la fabricación y posterior descarte del producto [1].

2.3 ¿Qué es una biblioteca de las cosas?

El Biblioteca de las cosas en un espacio para el servicio de préstamo entre la comunidad universitaria, ciudadanía, empresas y para organizaciones. Este servicio permite a los miembros de una comunidad tomar en préstamo objetos de uso poco frecuente como herramientas, electrodomésticos, material deportivo o equipos de ocio, entre otros en lugar de adquirirlos en propiedad. Funciona de forma análoga a una biblioteca convencional de libros, pero aplicada a bienes físicos, el usuario se asocia al servicio, accede a un catálogo de objetos disponibles y toma en préstamo el artículo que necesita durante un periodo determinado, devolviéndolo después para que pueda ser utilizado por otra persona. Las Bibliotecas de la Cosas constituyen una manifestación concreta del consumo colaborativo aplicada a bienes físicos, y la literatura académica las sitúa en la intersección entre la economía colaborativa y la economía social. Suelen adoptar una orientación comunitaria y sin ánimo de lucro, con cuotas de membresía simbólicas orientadas a cubrir los costes de mantenimiento más que a generar beneficio económico. El modelo busca corregir la infrautilización habitual de los objetos de uso ocasional, permitiendo que un mismo bien satisfaga las necesidades de múltiples usuarios y generando así beneficios económicos, ambientales y sociales.

2.4 ¿Qué es el CircuLab?

El CircuLab es un laboratorio de innovación abierta impulsado dentro de la red UAB OpenLabs, ubicado en el recinto del Punto Limpio de la Universidad Autónoma de Barcelona. Este espacio se concibe como una plataforma colaborativa orientada al desarrollo de proyectos vinculados con la economía circular y la sostenibilidad ambiental. A diferencia de los laboratorios tradicionales, el CircuLab adopta un enfoque abierto e inclusivo, dirigido tanto a la comunidad universitaria como a la ciudadanía, empresas y entidades interesadas en la transición verde. El laboratorio ofrece acceso a maquinaria, productos de diferentes tipos, recursos técnicos y asesoramiento especializado, con el objetivo de facilitar la experimentación, el prototipo y la implementación de iniciativas innovadoras. Asimismo,

promueve la creación de redes de colaboración entre distintos perfiles de usuarios, promoviendo el intercambio de conocimientos y la co-creación de soluciones. El CircuLab actúa, además, como un ecosistema que impulsa prácticas sostenibles y modelos alternativos de producción y consumo.

2.5 ¿Qué son los UAB OpenLabs?

La red de Laboratorios de Innovación Abierta de la UAB, conocida como UAB OpenLabs, es un ecosistema de la Universidad Autónoma de Barcelona orientado al desarrollo de ideas y proyectos que promueve la colaboración, la innovación y la transferencia de conocimiento entre personal investigador, estudiantes y ciudadanía. Los OpenLabs fomentan enfoques plurales y trabajan para que la experiencia tanto de individuos como de organizaciones pueda alimentar proyectos colaborativos que vayan más allá de los ámbitos profesionales o disciplinarios. Su actividad se orienta siempre hacia un futuro responsable, favoreciendo la capacitación digital e impulsando la innovación social y la eco-innovación. Sus objetivos son cuatro: dar apoyo a la innovación en investigación, educación y transferencia; contribuir a consolidar un ecosistema de innovación abierta dentro de la Universidad y su territorio para fomentar la innovación social digital, la eco-innovación y la innovación empresarial basada en retos sociales; capacitar a la comunidad universitaria mediante la adquisición de competencias digitales y fomentar vocaciones tecnológicas; y crear y consolidar comunidades y equipos colaborativos interdisciplinarios, abiertos y creativos. La red está formada por tres laboratorios: el Digital Lab, especializado en herramientas de digitalización; el Disseny Lab, ubicado en la Escuela de Ingeniería y orientado al diseño y la fabricación; y el CircuLab, centrado en la economía circular y la eco-innovación. Es en el marco de este último donde se desarrolla el proyecto de Biblioteca de las Cosas objeto del presente trabajo. [16]

2.6 Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y herramientas de evaluación ambiental

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología estandarizada internacionalmente, recogida en las normas ISO 14040 e ISO 14044, que permite cuantificar los impactos ambientales de un producto o servicio a lo largo de todas las etapas de su existencia: desde la extracción de materias primas hasta su fabricación, distribución, uso y fin de vida. En el contexto de una Biblioteca de las Cosas, el ACV resulta especialmente relevante porque permite demostrar de forma objetiva el beneficio ambiental que supone el uso compartido de objetos frente a su compra y descarte individuales. Para la realización del ACV en el presente trabajo se utiliza el software SimaPro, una de las herramientas más reconocidas a nivel académico y profesional en este ámbito. SimaPro permite modelizar los procesos asociados al ciclo de vida de cada producto del catálogo, acceder a bases de datos de inventario de ciclo de vida como Ecoinvent, y obtener resultados expresados en distintas categorías de impacto ambiental, entre ellas el calentamiento global medido en kg de CO_2 equivalente. Los resultados obtenidos constituirán la base cuantitativa para estimar el impacto ambiental del servicio de préstamo y el ahorro de emisiones que genera respecto al escenario de compra individual.

3 Estado del arte

3.1 Las bibliotecas de cosas: origen y expansión internacional

El concepto de *library of things* (LoT) surge como materialización práctica del consumo colaborativo aplicado a bienes físicos de uso infrecuente. Si bien iniciativas pioneras de préstamo de herramientas existen desde los años 1970 en comunidades norteamericanas, es a partir de la última década cuando el modelo experimenta una expansión significativa, impulsado por la convergencia entre la conciencia ambiental creciente y la digitalización de los sistemas de gestión. Casos de referencia como la *Library of Things* de Londres [9]o la *Toronto Tool Library* [15] en Canadá han demostrado la viabilidad del modelo a escala urbana, acumulando decenas de miles de préstamos y generando ahorros cuantificables tanto económicos como ambientales para sus comunidades. la literatura académica reciente ha sistematizado el análisis de estas iniciativas, identificando su posición en la intersección entre la economía colaborativa y la economía social, y desarrollando marcos morfológicos para clasificar sus distintos modelos de negocio.

Desde el punto de vista académico, los estudios sobre LoTs confirman que estas iniciativas combinan características de la economía colaborativa y la economía social, lo que las distingue de los modelos de alquiler comercial tradicionales. Esta hibridación determina sus estructuras de gobernanza, sus mecanismos de financiación y su orientación comunitaria[12].

3.2 Bibliotecas de cosas en el contexto catalán y universitario

En el contexto español y catalán, las bibliotecas de cosas son un fenómeno relativamente reciente pero en rápida expansión. La primera *Biblioteca de les Coses* en Cataluña nació en 2020, inspirada en el movimiento *Library of Things* de países anglosajones, con filosofía de prestar herramientas de uso ocasional para evitar el consumismo. Desde entonces, solo en Cataluña han surgido má de media docena de iniciativas similares. Entre los ejemplos más relevantes destaca la iniciativa del barrio del Poblenou de Barcelona, impulsada por la cooperativa Nusos y la entidad Rezero, y la Biblioteca de las Coses de Sant Martí[4], integrada en la red de equipamientos públicos del Ayuntamiento de Barcelona [6]. Datos operativos de estas iniciativas ilustran la magnitud del problema que abordan, un taladro eléctrico se utiliza de media tan solo 13 minutos a lo largo de su vida útil, y las herramientas eléctricas de uso doméstico solo son empleadas el 10 por ciento del tiempo para el que han sido diseñadas. En el ámbito universitario, el referente más próximo es la Biblioteca de les Coses de la UPC[17].

3.3 Universidades y economía circular: un rol estratégico emergente

Más allá de las bibliotecas de cosas específicamente, existe un creciente cuerpo de literatura que sitúa a las instituciones de educación superior como agentes clave en la transición hacia modelos de economía circular. Las universidades actúan no solo como autoridades del conocimiento e infraestructuras educativas, sino también como influenciadores sociales con capacidad de moldear prácticas y valores sostenibles. Sin embargo, su papel en las transiciones hacia la circularidad sigue siendo un concepto in-suficientemente desarrollado en la literatura académica. Así, iniciativas como el CircuLab de la UAB representan ejemplos pioneros de cómo los espacios de innovación abierta universitarios pueden articular proyectos concretos de eco-innovación con impacto real en la comunidad.

3.4 Evaluación del impacto ambiental: el ACV como herramienta de validación

La justificación del beneficio ambiental de los sistemas de préstamo compartido requiere herramientas de cuantificación objetiva. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV), estandarizado por las normas ISO 14040/14044, constituyendo una herramienta clave. El ACV se reconoce como un método fundamental para cuantificar y evaluar los impactos ambientales a lo largo de las cadenas de valor y los patrones de consumo, y se ha convertido en una herramienta clave en el marco de las políticas ambientales de la Unión Europea y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En el contexto específico del consumo colaborativo, estudios empíricos como el de Claudelin et al. (2022) [5] han demostrado que el diseño e implementación de una biblioteca de cosas en un entorno rural finlandés generó beneficios ambientales cuantificables gracias a la implicación de los agentes relevantes del territorio. Estos resultados respaldan el uso del ACV con SimaPro [14] como metodología para estimar el ahorro de emisiones del servicio propuesto para la UAB.

3.5 Brechas identificadas en la literatura

La revisión de la literatura permite identificar tres brechas principales que justifican la aportación del presente trabajo. En primer lugar, la mayoría de estudios sobre biblioteca de cosas se centran en iniciativas comunitarias o municipales. Los modelos de implementación en entornos universitarios son escasos y poco sistematizados. En segundo lugar, pocos trabajos combinan el diseño del servicio con una evaluación cuantitativa del impacto ambiental mediante ACV. En tercer lugar, no se han identificado propuestas que integren el diseño del servicio, la base de datos relacional para su gestión y la plataforma digital en un único sistema coherente orientado al campus universitario. El presente TFG pretende dar respuesta a estas tres brechas en el contexto específico de la UAB y el CircuLab.

4 METODOLOGÍA

Para dar respuesta a los objetivos del trabajo, se ha adoptado una metodología mixta de carácter aplicado, combinado análisis cualitativo y cuantitativos en siete fases diferenciadas.

4.1 Fase 1 - Revisión bibliográfica y documental.

Se ha llevado a cabo una revisión de la literatura académica y técnica sobre economía circular, consumo colaborativo, modelos de préstamo de objetos y metodologías de evaluación ambiental. Esta revisión ha servido de base para construir el marco teórico y identificar las principales dimensiones a analizar en los casos de estudio.

4.2 Fase 2 - Análisis de casos de estudio.

Se han seleccionado y analizado casos de referencia de biblioteca de las cosas ya existentes, tanto en el contexto local como en el internacional. Para cada caso se han analizado el modelo de gestión, el sistema de préstamo, el perfil de usuarios, la financiación y los resultados obtenidos, extrayendo lecciones aplicables al contexto de la UAB.

4.3 Fase 3 - Trabajo de campo.

Se han realizado entrevistas Online con estudiantes, con personas implicadas en iniciativas similares y con miembros del equipo del CircuLab de la UAB, con el objetivo de contrastar la información documental con la experiencia práctica e identificar los condicionantes específicos del entorno universitario. Como parte de este trabajo de campo, se ha llevado a cabo una entrevista con representante de una iniciativa consolidada en el ámbito de las biblioteca de objetos en Cataluña. La Caixa d'Eines i Feines, situada en el barrio del Casc Antic de Barcelona, un proyecto de carácter comunitario y territorial que promueve el préstamo de herramientas y objetos de uso cotidiano, el reaprovechamiento de materiales y la economía de proximidad [8]. Complementariamente, se ha distribuido un breve cuestionario entre miembros de la comunidad UAB (n=5), con el objetivo de explorar de forma preliminar el interés y las preferencias de los potenciales usuarios. Aunque el tamaño de la muestra no permite extraer conclusiones representativas, los resultados apuntan a una preferencia por la gestión mediante plataforma web, un plazo de préstamo de una semana, y el ahorro económico y la sostenibilidad como principales motivaciones de uso aspectos que se han tenido en cuenta en el diseño del servicio (Sección 5). Los resultados completos del cuestionario se incluyen en el Apéndice

4.4 Fase 4 - Análisis de Ciclo de Vida con SimaPro.

Siguiendo el marco metodológico establecido por las normas ISO 14040 e ISO 14067 para el Análisis de Ciclo de Vida, de forma específica por la norma ISO 14067 para la calculo de la huella de carbono de productos[13], se procedió al cálculo del impacto ambiental de una selección representativa de productos del futuro catálogo, utilizando el software SimaPro y la base de datos ecoinvent como fuente de los procesos de fondo. Se definió un proceso unitario denominado "Kit Arduino Uno - Producción"

dentro del proyecto Kit_Arduino, con 1 unidad (p) de Kit Arduino Uno como producto de salida, que representa la unidad funcional del análisis. Las cantidades de cada material se establecieron a partir de las especificaciones oficiales del fabricante (Arduino) para el kit Arduino Uno R3 estándar[2], incluyendo microcontrolador, sensor, placa de circuito, cables, protoband y materiales de embalaje. Al no disponer de información sobre el fabricante específico de cada componente individual, se utilizaron procesos de tipo ”market for X” de ecoinvent, que representa el mix promedio de proveedores a nivel global o regional, una elección más representativa que un proceso de producción específico cuando el origen exacto del componente es desconocido. Los circuitos integrados se modelizaron en dos líneas separadas (0.01 kg y 0.002 kg) porque corresponden a componentes funcionalmente distintos: el primero representa el microcontrolador principal, mientras que el segundo corresponde a los circuitos lógicos de los sensores adicionales incluidos en el kit (p. ej. sensor de temperatura). Esta separación permite, en fases posteriores del análisis, identificar con mayor precisión qué elementos del kit concentran el impacto ambiental. El alcance del estudio es cradle-to-gate: el inventario cubre exclusivamente la extracción de materiales, fabricación de componentes y transportes hasta el ”punto de venta”, sin incluir la fase de uso ni el fin de vida del producto. Esta delimitación responde a la disponibilidad de datos y, sobre todo, resulta coherente con el objetivo comparativo del estudio: dado que el consumo eléctrico del Arduino durante su uso es independiente del modelo de propiedad (compra individual o préstamo), el factor que realmente determina la diferencia de impacto entre ambos modelos es el número de unidades que es necesario fabricar para satisfacer una misma demanda de uso. Por tanto, el impacto de fabricación por unidad que es lo que mide este ACV se representa la métrica relevante para comparar ambos escenarios: cada préstamo adicional de un mismo kit ”diluye” su huella de fabricación entre más usuarios, mientras que la compra individual implica replicar ese impacto de fabricación por cada persona. Para la evaluación de impacto se empleó el método de caracterización IPCC 2021 GWP100 V1.03, seleccionado por ser el método de referencia más reconocida y utilizado internacionalmente para evaluar el potencial de calentamiento global, lo que facilita la comparabilidad de los resultados con otros estudios de ACV de productos electrónicos. Se aplicaron las opciones *Skip Categories: Never* y sin exclusión de procesos de infraestructura ni de emisiones a largo plazo, evaluando los tres componentes del GWP100: fósil, biogénico y de transformación del uso del suelo. Finalmente, se aplicó la función de análisis de contribución de procesos (Process Contribution) de SimaPro para identificar qué componentes concentran la mayor parte del impacto, con el objetivo de priorizar estrategias de ecodiseño y argumentar el modelo de reutilización compartida propuesto en este TFG.

4.5 Fase 5 - Diseño del sistema de gestión en Oracle SQL.

Diseño e implementación de una base de datos relacional para la gestión del inventario, los usuarios y los préstamos, incluyendo el modelo entidad-relación, el modelo relacional y las consultas SQL más relevantes.

4.6 Fase 6 - Diseño de la plataforma digital

Desarrollo de una demo funcional de la plataforma web del servicio mediante HTML, que ilustra la interfaz de usuario en un escenario de implementación real, incluyendo consulta del catálogo, búsqueda por categoría, visualización del estado de los artículos y formulario de solicitud de préstamo. El código fuente completo está disponible públicamente en el repositorio de GitHub del proyecto [18].

4.7 Fase 7 - Diseño espacio físico

Como punto de partida, se realizó un levantamiento fotográfico del estado original del espacio destinado a la Biblioteca de las Cosas, dentro del recinto del CircuLab-Deixalleria, con el fin de documentar sus condiciones previas a cualquier intervención de diseño. Véanse las Figuras 1, 2 y 3. Actualmente, el espacio se encuentra ocupado por estanterías metálicas modulares utilizadas como almacenaje provisional de materiales heterogéneos equipos electrónicos, herramientas, mobiliario y cajas sin una distribución funcional definida ni una separación clara entre zonas de personal y de usuarios. A partir de este levantamiento, se elaboró la propuesta de distribución del espacio mediante el software Floorplanner, definiendo las zonas funcionales para personal y usuarios.



Fig. 1: Vista general del espacio en su estado actual, mostrando las estanterías metálicas con materiales diversos almacenados de forma provisional y, al fondo, la zona acristalada correspondiente al despacho de materiales del CircuLab.



Fig. 2: Detalle de una de las estanterías, en la que se aprecia un cartel con la inscripción ”Biblioteca de les Coses”, indicando el uso previsto del espacio.



Fig. 3: Vista del espacio en dirección a la entrada principal, mostrando espacio libre disponible para la futura distribución.

5 PROPUESTA DE BIBLIOTECA DE LAS COSAS

5.1 Objetivos del servicio

La Biblioteca de las Cosas persigue los siguientes objetivos:

1. Reducir el consumo individual de productos de uso poco frecuente, ofreciendo a la comunidad universitaria y al entorno próximo un sistema de préstamo que sustituya la compra de objetos que solo se necesitan de forma ocasional.
2. Prolongar la vida útil de los objetos, dando una segunda vida a materiales y equipos recibidos a través del Punto Limpio del CircuLab que conserven valor de reutilización, evitando su descarte prematuro.
3. Reducir la huella ambiental asociada a la fabricación y al descarte de productos, disminuyendo la demanda de nuevos bienes y la generación de residuos derivada del consumo individual.
4. Generar ahorro económico para los usuarios, al permitirles acceder a herramientas y materiales sin necesidad de adquirirlos en propiedad.
5. Fomentar la cultura de la sostenibilidad y el consumo colaborativo en el campus, creando un espacio de encuentro entre estudiantes, PDI y PAS en torno a prácticas de uso compartido.
6. Facilitar el acceso ordenado y trazable a los recursos, mediante un sistema de gestión que permita controlar el inventario, los préstamo y el estado de conservación de los artículos en tiempo real.

5.2 Usuarios

El servicio estará abierto a distintos perfiles de usuarios, establecidos un orden de prioridad en el acceso. En primer lugar, la comunidad UAB (estudiantes, PDI y PAS), seguida de organizaciones sin ánimo de lucro, empresas pequeñas, la comunidad del entorno próximo (Bellatera, Sabadell) y , finalmente, el público general. Para acceso al servicio de préstamo, los miembros de la comunidad UAB podrán identificarse mediante su tarjeta universitaria o DNI, mientras que el resto de usuarios deberán presentar un documento de identificación válido (DNI, pasaporte, NIF de empresa o carné de conducir). La membresía será obligatoria para acceder a la Biblioteca de las Cosas, aunque no para el servicio de Borsa.

5.3 Catálogo de objetos

Los objetos que formarán parte del catálogo provendrán principalmente de donaciones de la propria UAB a través del Punto Limpio del CircuLab, así como aportaciones de la comunidad del entorno cercano. Cuando un objeto o material llega al punto verde, el personal técnico verifica si tiene valor de reutilización. En caso afirmativo, se determina si pasa a formar parte de la Biblioteca de las Cosas disponible para préstamo o de la Borsa disponible para donación. Los materiales que no sean aptos para ninguno de estos servicios se derivan al CircuLab para su transformación y re-valorización. Todos los objetos incorporados son registrados y clasificados en la base de datos del sistema.

5.4 Sistemas de préstamo

5.4.1 Proceso de gestión y préstamo de artículos

La Biblioteca de las Cosas opera mediante un sistema de gestión estructurado en dos flujos de proceso diferenciados: la gestión del estado y mantenimiento de los artículos del inventario, y la atención a las necesidades de préstamo de los usuarios. Ambos flujos son coordinados por el personal de la biblioteca, que actúa como agente central en la toma de decisiones a lo largo de todo el proceso.

5.4.2 Gestión del estado de los artículos

Cuando un artículo es devuelto por un usuario o incorporado al sistema, el personal de la Biblioteca de las Cosas lleva a cabo una revisión exhaustiva para determinar su estado de conservación. A partir de dicha revisión, el proceso se bifurca en función del resultado obtenido. Si el artículo se encuentra en buen estado, se procede a su catalogación en el sistema de gestión, quedando disponible para su préstamo a futuros usuarios. Si, por el contrario, el artículo presenta deterioro o desperfectos, se deriva a un proceso de reparación. Una vez concluida la reparación, se realiza una segunda evaluación del estado del artículo: en caso de que haya sido restaurado satisfactoriamente, se cataloga y se incorpora al inventario; si el artículo no puede ser reparado o continúa en mal estado tras el proceso de reparación, se determina su retirada definitiva del inventario y se gestiona su reciclaje, en coherencia con el enfoque de economía circular que caracteriza al proyecto.

5.4.3 Atención a las necesidades de préstamo

Cuando un usuario identifica una necesidad de un objeto o material concreto, el personal de la biblioteca verifica la disponibilidad del artículo en el inventario. Si el artículo se encuentra disponible, se localiza su ubicación mediante la plataforma Circulab, herramienta utilizada para la gestión del alquiler. A continuación, el usuario formaliza la petición del artículo, tras lo cual el personal realiza una verificación de identidad con el fin de garantizar la trazabilidad del préstamo y la correcta asignación del artículo. Una vez superada dicha verificación, el usuario recoge el artículo y procede a su uso. Finalizado el período de préstamo, el usuario devuelve el artículo a la biblioteca, momento en el

que se reinicia el ciclo con la revisión del estado descrita en el apartado anterior.

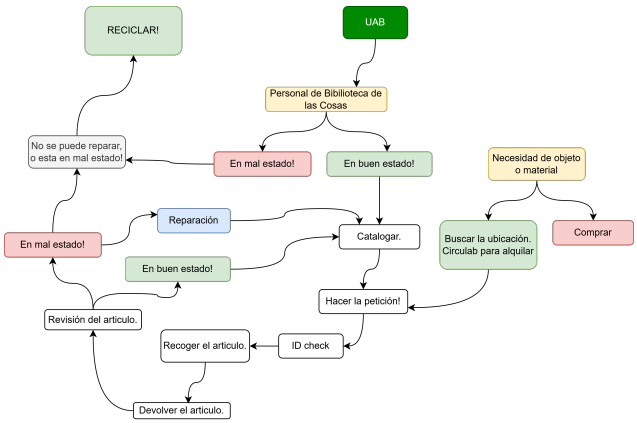

Fig. 4: Diagrama de flujo del proceso de gestión y préstamo de artículos de la Biblioteca de las Cosas de la UAB, desde la recepción y revisión del estado del artículo hasta su devolución o reciclaje. Generado a partir de software drawio.com

5.5 Gestión del servicio

La coordinación general del servicio recae en la Oficina de Sostenibilidad de la UAB. La gestión operativa estará a cargo de una persona becaria a media jornada (20 horas semanales), disponible de octubre a junio, responsable de clasificar, ordenar y gestionar el almacén, la base de datos y el proceso completo de préstamo y devolución. El servicio estará abierto dos días a la semana en un horario establecido. Si la demanda supera la capacidad de gestión de esta persona, la Oficina de Sostenibilidad valorará ampliar los recursos humanos según su reglamento interno.

5.6 Espacio físico

El espacio destinado a la Biblioteca de las Cosas se encuentra ubicado en el recinto del CircuLab-Deixelleria de la UAB y cuenta con una superficie total de $200\,m^2$, distribuida en dos zonas diferenciadas mediante una pared divisora. La primera zona, de aproximadamente $80\,m^2$, está destinada al CircuLab. La segunda zona, de $120\,m^2$, es la que se propone para albergar el servicio de la Biblioteca de las Cosas y es el objeto de descripción del presente apartado. Véase la Fig. 5.

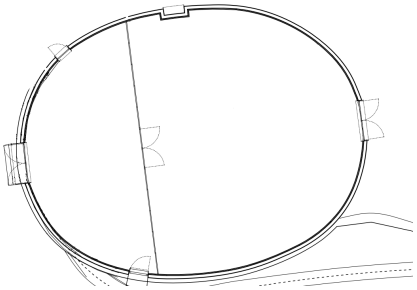

Fig. 5: Plano arquitectónico original del recinto del CircuLab-Deixelleria de la UAB. Se observa la planta ovalada del edificio con una superficie total de $200\,m^2$, la pared divisoria central que separa las dos zonas del espacio y las distintas entradas del recinto.

El espacio de $120\,m^2$ se ha concebido con un enfoque funcional y acogedor, con el objetivo de facilitar tanto la gestión operativa del servicio como una experiencia satisfactoria para los usuarios. La propuesta plantea dividirlo en dos áreas de dimensiones iguales, de $60\,m^2$ cada una, situadas a ambos lados de la entrada principal. A mano derecha se situaría el área destinada al personal del servicio. Esta zona incluiría un mostrador de atención desde el cual se gestionaría el proceso de préstamo y devolución de objetos. Y un espacio de almacén para reparación, revisión y restauración de los artículos. A mano izquierda se ubicaría el área orientada a los usuarios, que se subdividiría a su vez en dos espacios diferenciados. En la parte más próxima a la entrada se dispondría una zona de espera y prueba, equipada con asientos donde los usuarios podrían esperar o probar los productos antes de formalizar el préstamo. En la parte más al fondo se ubicaría la zona de estantería, donde los objetos del catálogo estarían expuestos y organizados de forma que los usuarios pudieran recorrerlos libremente y consultar el inventario disponible. El diseño general del espacio priorizaría un ambiente acogedor e inclusivo, incorporando elementos como plantas y zonas de descanso que contribuirían a generar una atmósfera agradable y coherente con los valores de sostenibilidad y comunidad que inspiran el proyecto. Observa Véase las Fig. 6 y la Fig. 7.

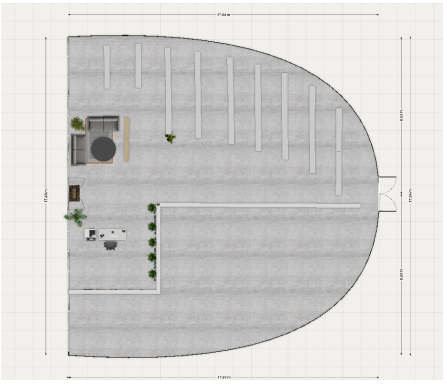

Fig. 6: Plano de distribución propuesto para el espacio de la Biblioteca de las Cosas ($120\,m^2$). Se muestra la división en dos áreas simétricas de $60\,m^2$ cada una, con la zonificación detallada de los espacios destinados al personal y a los usuarios. Generado con el software Floorplanner.com.[7]



Fig. 7: Vista en tres dimensiones del espacio diseñado para la Biblioteca de las Cosas, visto desde la puerta principal de entrada. A la izquierda se observa el área de usuarios, con la zona de estantería al fondo y la zona de espera y prueba en primer plano, equipada con sofás y plantas. A la derecha se aprecia el área de trabajo del personal, delimitada por un mostrador y decorada con vegetación, que aporta al conjunto una atmósfera acogedora y coherente con los valores del proyecto. Generado con el software Floorplanner.com.[7]

5.7 Diseño del sistema de gestión

Para la gestión del sistema se ha diseñado e implementado una base de datos relacional utilizando Oracle SQL Developer, desplegada sobre Oracle Cloud[10], lo que permite alojar la base de datos en un entorno accesible remotamente sin coste, replicando las condiciones de un despliegue real en producción. El modelo de datos se estructura en dos grupos de tablas. Por un lado, tablas de referencia o catálogo (tipo_usuario, tipo_documento_id, categoria_objeto, estado_objeto, origen_objeto, estado_prestamo), que normalizan los valores fijos del sistema. Por otro lado, entidades principales (usuario, membresia, objeto, prestamo, historial_estado_objeto, incidencia_reparación), que recogen la información operativa del servicio. La Fig. 8 muestra el diagrama entidad-relación completo, con las relaciones de clave foránea entre todas las tablas. El diseño incorpora mecanismos de integridad y trazabilidad: claves foráneas que garantizan la consistencia referencial entre tablas, restricciones (CHECK) que validan los valores permitidos, y una tabla específica de historial de estados que registra cada cambio de estado de un artículo a lo largo de su ciclo de vida. Sobre este modelo se han implementado ocho consultas SQL que dan soporte a la operativa diaria del servicio. Las Fig. 9, 10 y 11 muestran tres ejemplos representativos ejecutados sobre datos de prueba: la consulta del inventario de objetos disponibles para préstamo (Fig. 9), la verificación automática de elegibilidad de un usuario comprobando membresía activa y ausencia de préstamos vencidos (Fig. 10), y las estadísticas de préstamos vencidos por categoría de objeto (Fig. 11). El script SQL completo de creación de la base de datos está disponible en el repositorio de GitHub del proyecto [18]. La demo funcional de la plataforma web ilustra la interfaz de usuario del servicio, pero no se encuentra conectada en tiempo real a la base de datos en producción. En una implementación completa, la conexión se realizará mediante una capa de backend (por ejemplo, desarrollada en PHP, Node.js o Python) que actuaría como intermediaria entre la interfaz HTML y la base de datos Oracle Cloud: cada acción del usuario en la web se traduciría en la ejecución de una de las consultas SQL diseñadas. La presente demo y la base de datos relacional se supone, por tanto, los dos componentes ya desarrollados sobre los que se construiría dicha integración en una fase posterior del proyecto.

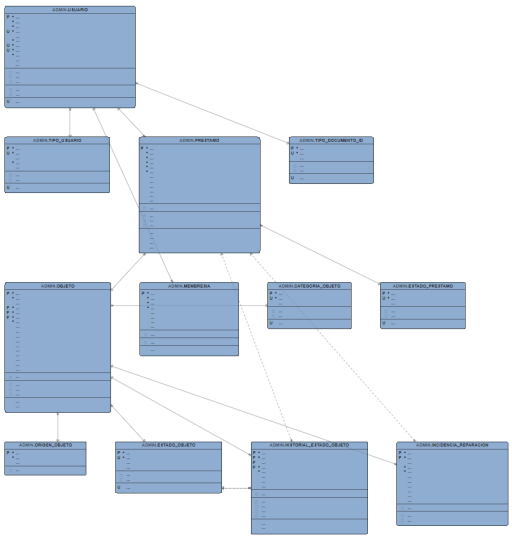

Fig. 8: Diagrama entidad-relación del modelo de datos de la Biblioteca de las Cosas.

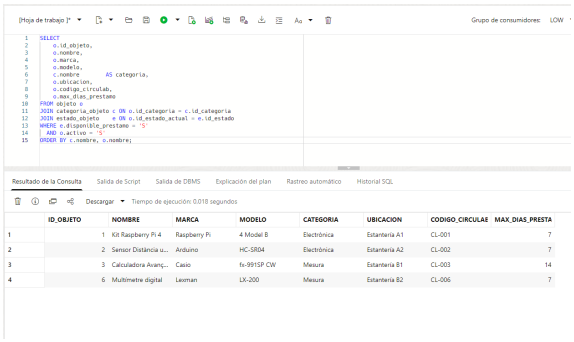

Fig. 9: Consulta SQL del inventario de objetos disponibles para préstamo.

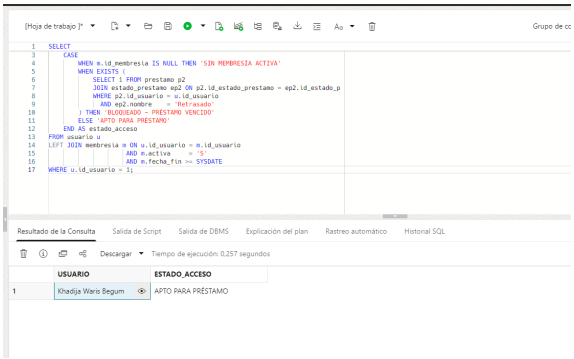

Fig. 10: Consulta SQL de verificación de elegibilidad de usuario para préstamo.

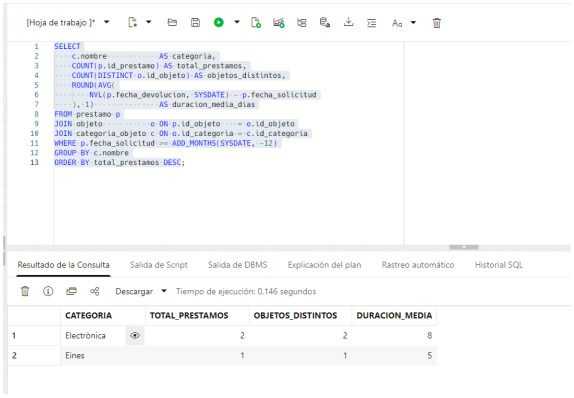

Fig. 11: Consulta SQL de estadísticas de préstamos por categoría.

5.8 Diseño de la Plataforma digital

Complementariamente a la base de datos, se ha desarrollado una demo funcional de la plataforma web de la Biblioteca de las Cosas. Esta demo tiene como objetivo ilustrar cómo sería la interfaz de usuario del servicio de préstamo en un escenario de implementación real. La página de inicio presenta el servicio junto a indicadores en tiempo real del catálogo (objetos totales, disponibles y préstamos activos), así como la información de ubicación y horario de atención (véase Fig. 12. A continuación, el catalogo de objetos permite consultar y filtrar los artículos disponibles por categoría (Accesorios, Electrónica, Mesura, Clínica), visualizando para cada uno su estado (disponible, en préstamo o no disponible) y la opción de reserva directa (véase Fig. 13. Finalmente, el formulario, el formulario de solicitud de préstamo recoge los datos del usuario, el objeto solicitado y las fechas de recogida y devolución, acompañado de un resumen visual del funcionamiento del servicio en cuatro pasos: consulta del catálogo, alta como socio/a, solicitud del préstamo y devolución del objeto(véase Fig. 14. Si bien se trata de un prototipo, permite validar la usabilidad del sistema y constituye la base sobre la que se desarrollaría la plataforma definitiva.

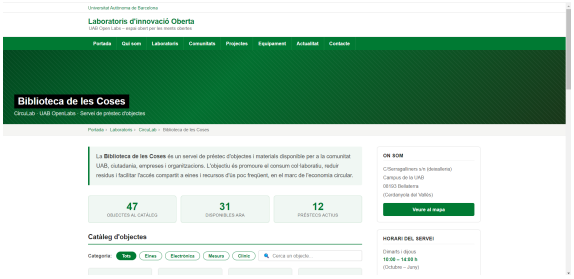

Fig. 12: Página de inicio de la demo web, con indicadores en tiempo real del catálogo y acceso a la búsqueda por categorías.

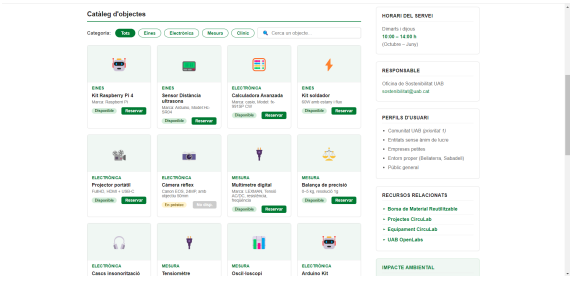

Fig. 13: Catálogo de objetos disponibles para préstamo, con estado de disponibilidad y opción de reserva.

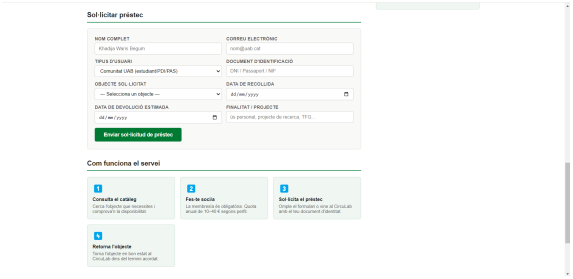

Fig. 14: Formulario de solicitud de préstamo y resumen del funcionamiento del servicio en cuatro pasos.

6 Impacto esperado

La implementación de la Biblioteca de las Cosas en el CircuLab de la UAB generaría impactos positivos en tres dimensiones interrelacionadas: ambiental, económica y social.

6.1 Impacto ambiental.

El principal beneficio medioambiental reside en la reducción de la demanda de fabricación de nuevos productos.

6.1.1 Resultados por componente

El análisis de ciclo de vida (ACV) del Kit Arduino Uno arroja un impacto total de 30.6 kg CO_2-eq (GWP100, fracción fósil) por unidad. La Tabla 1 muestra el desglose por componente. EL análisis de contribución revela que el impacto ambiental del kit está fuertemente concentrado en un número reducido de componentes. Los circuitos integrados lógicos suponen conjuntamente 19.33 kg CO_2-eq, equivalentes al 63.2% del total. la placa de circuito impreso (PWB) añde otros 9.47 kg CO_2-eq (30.9%). En conjunto, estos dos elementos representan 94.1% del impacto fósil total del kit mientras que el resto de componentes plásticos estructurales, cableado, embalaje y transporte tiene una contribución marginal, inferior al 7% en conjunto. Este patrón se coherente con la literatura sobre ACV de dispositivos electrónicos, donde la fabricación de semiconductores y placas de circuito impreso destaca como punto crítico ambiental debido a los procesos de fabricación en sala limpia, alta pureza de materiales y consumo energético intensivo que requieren.

TABLE 1: Resultados del ACV del Kit Arduino Uno (GWP100 - fósil)

Componente	kg CO_2-eq	% del total
Integrated circuit, logic (1)	16.10	52.6%
Printed wiring board	9.47	30.9%
Integrated circuit, logic (2)	3.23	10.6%
Resistor, SMD type	0.64	2.1%
Polypropylene, granulate	0.30	1.0%
Polystyrene, general	0.29	0.9%
Cable, data cable	0.17	0.6%
Corrugated board, mixed	0.094	0.3%
Transport, freight sea	0.10	0.3%
Copper, at regional storage	0.057	0.2%
Polyvinylchloride	0.041	0.1%
Paper, woodfree	0.026	0.1%
Total	**30.60**	**100%**

6.1.2 Escenario comparativo de uso

Para ilustrar el beneficio ambiental del modelo de préstamo compartido, plantea un escenario hipotético de uso: si se presta un kit Arduino Uno a razón de una vez por semana durante un año académico aproximadamente 30 semanas, repetido durante 3 años, esto supone un total de 90 préstamo a lo largo de la vida útil del kit. Bajo un modelo de compra individual, cada uno de los 90 usuarios tendría que adquirir su propio kit, lo que implicaría fabricar 90 unidades y generar un impacto acumulado de 90*30.6=2.754 kg CO_2-eq. En cambio, bajo el modelo de préstamo compartido propuesta en este TFG, basta con fabricar 1 único kit, reutilizado en los 90 préstamos, generando un impacto total de solo 30.6 kg CO_2-eq. Esto representa un ahorro de 2.723 kg CO_2-eq a lo largo de la vida útil del kit, equivalente a una reducción del 98.9% respecto al modelo de compra individual. Expresado en términos de impacto por uso, el modelo de préstamo reduce la huella de 30.6 kg CO_2-eq/uso (compra individual) a 0.34 kg CO_2-eq/uso (préstamo compartido) una reducción de casi dos órdenes de magnitud. Estos resultados, si bien basados en un escenario ilustrativo, evidencian el elevado potencial de mitigación ambiental del modelo de economía circular y colaborativa propuesto, especialmente para productos cuyo impacto ambiental está dominado por la fase de fabricación.

TABLE 2: Comparativa de huella de carbono: compra individual vs. préstamo compartido (escenario ilustrativo, 90 usos)

Indicador	Ind.	Com.
Kits fabricados	90	1
Huella total (kg CO_2-eq)	2.754	30.6
Huella por uso (kg CO_2-eq/uso)	30.6	0.34
Ahorro total (kg CO_2-eq)	**2,723**	
Reducción relativa	**98.9%**	

6.2 Impacto en la gestión del servicio.

La base de datos relacional desarrollada en Oracle SQL Developer permite al personal del CircuLab gestionar el inventario, los usuarios y los préstamos de forma centralizada y eficiente, eliminado la dependencia de registros manuales y reduciendo los errores operativos. La demo de la plataforma web, por su parte, facilita la consulta del catálogo y la solicitud de préstamos de forma autónoma por parte de los usuarios, lo que reduce la carga de trabajo presencial y amplía la accesibilidad del servicio más allá del horario de atención física.

6.3 Impacto social.

Más allá de los beneficios materiales, la Biblioteca de la Cosas tiene el potencial de fortalecer el sentido de comunidad en el campus, creando un espacio de encuentro entre estudiantes, PDI y PAS en torno a prácticas más responsables. La participación en el servicio puede actuar como punto de entrada a una mayor implicación en los proyectos del CircuLab y en la cultura de sostenibilidad de la UAB en general.

7 LIMITACIONES DEL PROYECTO

El presente trabajo presenta una serie de limitaciones que es importante señalar. En primer lugar, el Análisis de Ciclo de Vida se ha aplicado solo a un producto del futuro catálogo (el Kit Arduino Uno)[3], y no a todos los artículos que tendrá la Biblioteca de las Cosas. Esto se debe al tiempo y los recursos disponibles para un TFG. Por eso, los resultados obtenidos son válidos como primera prueba, pero no se pueden aplicar directamente a otros tipos de objetos con un impacto ambiental distinto (por ejemplo, herramientas o material textil, frente a productos electrónicos). Además, el análisis solo cubre la fabricación y el transporte de los materiales, sin incluir el uso ni el final de vida del producto, ya que no se disponía de datos fiables sobre esa parte. En segundo lugar, la demo de la plataforma web hecha en HTML muestra cómo sería la interfaz para el usuario, pero todavía no está conectada en tiempo real con la base de datos. Conectarla de forma real, mediante un backend, queda como un paso pendiente para el futuro. Por último, la base de datos se ha probado con datos ficticios, creados solo para comprobar que el sistema funciona correctamente, ya que el servicio aún no está en marcha. Por tanto, las consultas SQL muestran que el diseño funciona bien, pero no representan todavía el uso real que tendría la comunidad universitaria.

8 CONCLUSIONES

Este TFG me ha permitido diseñar una propuesta completa de Biblioteca de las Cosas para el CircuLab de la UAB, cubriendo desde el modelo de gestión hasta el sistema de bases de datos, el diseño del espacio físico y una primera demo de la plataforma digital. En relación los objetivos específicos planteados al inicio del trabajo, se puede concluir lo siguiente: he analizado casos de bibliotecas de cosas ya existentes, tanto a nivel local como internacional, lo que me ha permitido identificar buenas prácticas y aplicarlas al diseño del servicio para la UAB. He definido el modelo operativo del servicio, incluyendo los perfiles de usuario, el sistema de membresía, el protocolo de entrada de objetos y las normas de préstamo y devolución.

Además, he propuesto una distribución del espacio físico destinado al servicio, diferenciando las zonas de personal y de usuarios, con el fin de facilitar una experiencia de uso cómoda y ordenada. He diseñado un prototipo de plataforma digital, formado por una base de datos relacional en Oracle Cloud y una demo funcional de la interfaz web, que sienta las bases técnicas para el futuro desarrollo del sistema completo. He estimado el impacto ambiental del servicio mediante un Análisis de Ciclo de Vida de un producto representativo del catálogo (el Kit Arduino Uno), demostrando que el modelo de préstamo compartido puede reducir la huella de carbono en más de un 98% frente a la compra individual, en un escenario de uso ilustrativo. En conjunto, los resultados obtenidos se han mostrado que la Biblioteca de las Cosas es una propuesta viable para la UAB, con beneficios ambientales claros y una base técnica y física ya desarrollada sobre la que se podría construir el servicio real. Como líneas de trabajo futuro, sería interesante extender el Análisis de Ciclo de Vida al resto de categorías del catálogo, desarrollar la conexión real entre la plataforma web y la base de datos mediante un backend, y poner en marcha una primera fase piloto del servicio con datos y usuarios reales, lo que permitiría validar todo el sistema en condiciones reales de uso.

9 Uso de la IA generativa

Durante la elaboración de este TFG he utilizado herramientas de IA generativa como apoyo puntual en dos aspectos concretos del trabajo. Por un lado, las he usado para mejorar la redacción de los textos, principalmente en cuestiones de gramática, claridad y estilo. Por otro lado, he usado a estas herramientas como ayuda complementaria en el desarrollo del código HTML de la demo web y para mejorar algunas consultas SQL de la base de datos.

References

[1] Libardo S. Acosta B. Consumo colaborativo: Introducción, institucionalización y relación con la responsabilidad social organizacional. Master's thesis, Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira, 2019. https://www.researchgate.net/publication/334898645_Consumo_colaborativo_Introduccion_institucionalizacion_y_relacion_con_la_Responsabilidad_Social_Organizacional

[2] Arduino. Arduino hardware – classic family. https://www.arduino.cc/en/hardware/#classic-family, 2026. [Consultado: 20-mayo-2026].

[3] Arduino. Arduino hardware – kits. https://www.arduino.cc/en/hardware/#kits, 2026. [Consultado: 20-mayo-2026].

[4] Bibliodecoses. Biblioteca de les coses. https://www.bibliodecoses.cat/, 2026. [Consultado: 10-abril-2026].

[5] Anna Claudelin, Kaisa Tuominen, and Susanna Vanhamäki. Sustainability perspectives of the sharing economy: Process of creating a library of things in finland. *Sustainability*, 14(11):6627, 2022.

[6] Cooperativa Nusos, entidad Rezero y Ayuntamiento de Barcelona . Biblioteca de las cosas sant martí. https://www.mammaproof.org/barcelona/inauguracion-de-la-primera-biblioteca-de-las-cosas/, 2020. [Consultado: 10-abril-2026].

[7] Floorplanner. Floorplanner.com. https://floorplanner.com/es, 2026.

[8] La Caixa d'Eines i Feines. La caixa d'eines i feines. https://www.einesifeines.org/, 2026. [Consultado: 01-jun-2026].

[9] Library of Things. Library of things. https://www.libraryofthings.co.uk/, 2026. [Consultado: 15-abril-2026].

[10] Oracle. Oracle cloud. https://www.oracle.com/cloud/, 2026. [Consultado: 20-mayo-2026].

[11] Héctor Ruiz Ramírez and Bárbara Ruiz Rodríguez. Consumo colaborativo: confianza, sustentabilidad y protección del consumidor. *Revista Contribuciones a la Economía*, 16(2), 2018. Abril–junio 2018. https://www.eumed.net/rev/ce/2018/2/consumo-colaborativo.html.

[12] Emily Silva and Oksana Mont. *Libraries of things: at the intersection of sharing and social economies*, pages 42–64. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, 2025. https://www.researchgate.net/publication/389941877_Libraries_of_things_at_the_intersectic

[13] SimaPro. Lca standards and guidelines. https://simapro.com/insights/lca-standards-and-guidelines/, 2026. [Consultado: 10-mayo-2026].

[14] SimaPro. Simapro. https://simapro.com/, 2026. [Consultado: 20-mayo-2026].

[15] Toronto Tool Library. Toronto tool library. https://torontotoollibrary.com/, 2026. [Consultado: 15-abril-2026].

[16] UAB. Open labs. https://web.uab.cat/openlabs/, 2026. [Consultado: 01-abril-2026].

[17] Universitat Politècnica de Catalunya. Bibliotecnica – biblioteca de coses. https://bibliotecnica.upc.edu/es/biblioteca-coses, 2026. [Consultado: 10-abril-2026].

[18] Khadija Waris Begum. TFG_Biblioteca_Cosas – repositorio del código fuente de la demo web. GitHub. https://github.com/KhadijaWaris/TFG_Biblioteca_Cosas, 2026.

10 Apéndice

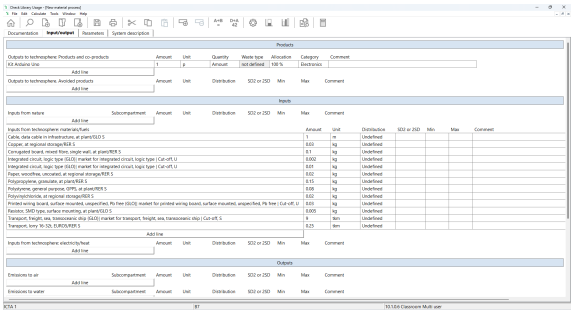

Fig. 15: Inventario del proceso ”Kit Arduino Uno” en SimaPro, con el producto de salida y los materiales utilizados como inputs.



Fig. 16: Resultados gráficos de caracterización (GWP100) por componente del kit.

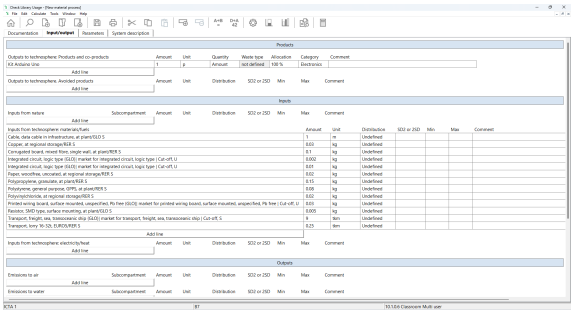

Fig. 17: Resultados numéricos de caracterización, con el impacto total de 30.6 kg CO_2-eq

```sql
-- Categorías de objetos
INSERT INTO categoria_objeto (nombre, descripcion) VALUES ('Eines', 'Herramientas manuales y eléctricas');
INSERT INTO categoria_objeto (nombre, descripcion) VALUES ('Electrònica', 'Components i dispositius electrònics');
INSERT INTO categoria_objeto (nombre, descripcion) VALUES ('Mesura', 'Instruments de medició');
INSERT INTO categoria_objeto (nombre, descripcion) VALUES ('Clínic', 'Material de ús clínic o sanitari');
COMMIT;

-- Usuaris de prova
INSERT INTO usuaris (nombre, apellidos, email, telefono, id_tipo_usuario, id_tipo_doc, num_documento)
VALUES ('Khadija', 'Waris Begum', 'khadija.waris@uab.cat', '689011222', 1, 1, 'UB012345');
INSERT INTO usuaris (nombre, apellidos, email, telefono, id_tipo_usuario, id_tipo_doc, num_documento)
VALUES ('Marc', 'Soler Puig', 'marc.soler@uab.cat', '606123444', 1, 1, 'UAB07890');
INSERT INTO usuaris (nombre, apellidos, email, telefono, id_tipo_usuario, id_tipo_doc, num_documento)
VALUES ('Laura', 'Fernández Gil', 'laura.fernandez@uab.cat', '680555666', 2, 2, '47890321B');
COMMIT;

-- Membresías activas
INSERT INTO membresia (id_usuario, fecha_inicio, fecha_fin, activa, cuota_pagada, fecha_pago)
VALUES (1, DATE '2025-10-01', DATE '2026-09-30', '5', 10.00, DATE '2025-10-01');
INSERT INTO membresia (id_usuario, fecha_inicio, fecha_fin, activa, cuota_pagada, fecha_pago)
VALUES (2, DATE '2025-10-01', DATE '2026-09-30', '5', 10.00, DATE '2025-10-01');
INSERT INTO membresia (id_usuario, fecha_inicio, fecha_fin, activa, cuota_pagada, fecha_pago)
VALUES (3, DATE '2025-09-15', DATE '2026-09-14', '5', 40.00, DATE '2025-09-15');
COMMIT;

-- Objetos del catálogo
INSERT INTO objeto (nombre, descripcion, id_categoria, id_origen, id_estado_actual, ubicacion, codigo_circulab, marca, modelo, max_dias_prestamo)
VALUES ('Kit Raspberry Pi 4', 'Kit completo con placa, fuente y carcasa', 2, 1, 1, 'Estantería A1', 'CL-001', 'Raspberry Pi', '4 Model B', 7);
INSERT INTO objeto (nombre, descripcion, id_categoria, id_origen, id_estado_actual, ubicacion, codigo_circulab, marca, modelo, max_dias_prestamo)
VALUES ('Sensor Distància ultrasons', 'Sensor de distancia por ultrasonidos HC-SR04', 2, 1, 1, 'Estantería A2', 'CL-002', 'Arduino', 'HC-SR04', 7);
INSERT INTO objeto (nombre, descripcion, id_categoria, id_origen, id_estado_actual, ubicacion, codigo_circulab, marca, modelo, max_dias_prestamo)
VALUES ('Calculadora Avançada', 'Calculadora científica avanzada', 3, 2, 1, 'Estantería B1', 'CL-003', 'Casio', 'fx-991SP CW', 14);
INSERT INTO objeto (nombre, descripcion, id_categoria, id_origen, id_estado_actual, ubicacion, codigo_circulab, marca, modelo, max_dias_prestamo)
VALUES ('Kit soldador', 'Kit de soldadura con estaño y flux', 1, 1, 2, 'Estantería C1', 'CL-004', 'Genérico', '60W', 7);
INSERT INTO objeto (nombre, descripcion, id_categoria, id_origen, id_estado_actual, ubicacion, codigo_circulab, marca, modelo, max_dias_prestamo)
VALUES ('Càmera rèflex', 'Cámara reflex digital con objetivo 50mm', 2, 2, 5, 'Estantería A3', 'CL-005', 'Canon', 'EOS 2#MP', 5);
INSERT INTO objeto (nombre, descripcion, id_categoria, id_origen, id_estado_actual, ubicacion, codigo_circulab, marca, modelo, max_dias_prestamo)
VALUES ('Multímetre digital', 'Multímetro con medición AC/DC, resistencia y frecuencia', 3, 1, 1, 'Estantería B2', 'CL-006', 'Lexman', 'LX-200', 7);
COMMIT;

-- Préstamos (algunos activos, uno retrasado, uno devuelto)
INSERT INTO prestamo (id_usuario, id_objeto, id_estado_prestamo, fecha_solicitud, fecha_prevista_dev)
VALUES (1, 4, 1, SYSDATE - 5, SYSDATE + 2);  -- Activo (kit soldador)
INSERT INTO prestamo (id_usuario, id_objeto, id_estado_prestamo, fecha_solicitud, fecha_prevista_dev)
VALUES (2, 5, 4, SYSDATE - 10, SYSDATE - 3);  -- Retrasado (cámara reflex)
INSERT INTO prestamo (id_usuario, id_objeto, id_estado_prestamo, fecha_solicitud, fecha_prevista_dev, fecha_devolucion)
VALUES (3, 1, 2, SYSDATE - 20, SYSDATE - 13, SYSDATE - 14);  -- Devuelto (raspberry pi)
COMMIT;
```

Fig. 18: Conjunto de datos de prueba (ficticios) introducidos en el sistema con fines de demostración



Fig. 19: Resultados del cuestionario: vinculación con la UAB, campus y facultad de procedencia de los encuestados.

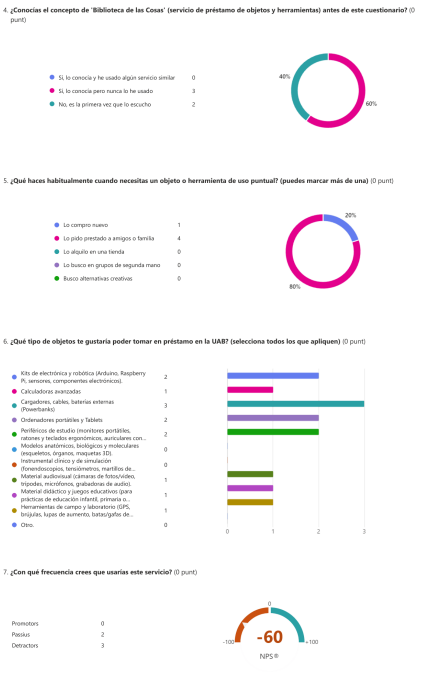

Fig. 20: Resultados del cuestionario: conocimiento previo del concepto de Biblioteca de las Cosas, hábitos actuales ante la necesidad de un objeto puntual, tipo de objetos demandados y frecuencia de uso esperada del servicio.



Fig. 21: Resultados del cuestionario: franja horaria de acceso preferida, disposición a pagar por una membresía anual, plazo de préstamo considerado y canal de gestión preferido (plataforma web, app movil o presencial).



Fig. 22: Resultados del cuestionario: motivaciones de participación, grado de acuerdo con preferir el préstamo frente a la compra, disposición a donar objetos propios y respuestas abiertas sobre objetos echados en falta y comentarios generales.



Fig. 23: Valoración global del cuestionario por parte de los encuestados.