

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

**Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano**

Sustentabilidad del hábitat

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)**

Programa de Diseño Responsable II



**ITESO**  
Universidad Jesuita  
de Guadalajara

**Programa de diseño de tecnología apropiada y su aprovechamiento en núcleos  
económicos locales 1L03**

**Investigación e Impacto de Materiales**

**PRESENTAN**

Programas educativos y Estudiantes

Lic. En Diseño Integral - Ana Carolina Arámbula Sosa - dn702549

Lic. En Ingeniería Industrial - Marijose Verduzco Anguiano - ii688227

Lic. En Ingeniería Industrial - Rodrigo Asanza Zepeda - ii694925

Lic. En Ingeniería Mecánica - Alan Daniel Guzmán Flores - im692450

Lic. Ingeniería Química - Perla Jacqueline Orozco Solis - iq699632

Profesores PAP: Mtra. Jared Jiménez Rodríguez

Mtro. Jesús Enrique Cueva Lomas

Mtro. Luis Enrique Flores Flores

## ÍNDICE

### Contenido

REPORTE PAP .....	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional.....	2
Resumen .....	2
1. Introducción.....	3
1.1. Objetivos .....	3
1.2. Justificación .....	3
1.3 Antecedentes.....	4
1.4. Contexto .....	5
2. Desarrollo .....	7
2.1. Sustento teórico y metodológico .....	7
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto .....	10
3. Resultados del trabajo profesional.....	15
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto .....	22
5. Conclusiones.....	28
6. Bibliografía.....	29
Anexos (en caso de ser necesarios).....	30

## REPORTE PAP

### Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

*Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.*

*A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.*

### Resumen

A través de este proyecto, se buscó desarrollar e implementar metodologías que evalúen y generen la información que describe el desempeño de las empresas productoras de materiales, como consecuencia de su falta de regulación. Lo anterior, se logró a través de dos líneas de trabajo: una ecoetiqueta que permita certificar a las empresas mexicanas luego de la evaluación del impacto ambiental generado en las etapas del ciclo de vida de un material en específico y una base de datos que permite conocer las distintas opciones de materiales que cumplan las características necesarias para el producto deseado. Esto se logró con la ayuda de las normas y leyes mexicanas, así como de las EPD's internacionales y la metodología de Ashby. Finalmente, se obtuvo como resultado del proyecto cinco entregables: ECOMAT y su correspondiente manual de usuario, las metodologías necesarias para el acercamiento y seguimiento de empresas, un formato interno tipo EPD para los materiales de Materioteca ITESO, un formato mejorado de la ficha física de Materioteca ITESO y una base de datos de los tipos de materiales dentro de ésta última.

## 1. Introducción

### 1.1. Objetivos

#### **Objetivo general:**

Desarrollar e implementar metodologías que evalúen el desempeño socioambiental para generar la información adecuada que describa el impacto ambiental generado por las empresas productoras de materiales.

#### **Objetivos específicos:**

- Promover ECOMAT como una certificación de evaluación ambiental correspondiente al desempeño de las empresas jaliscienses, de manera que se promueva que sus procesos sean más eficientes y responsables con el medio ambiente.
- Desarrollar una metodología representada por una herramienta que permita facilitar la selección de materiales a cualquier persona interesada en desarrollar un proyecto.

### 1.2. Justificación

El impacto ambiental generado al medio ambiente en las últimas décadas ha acelerado el deterioro de este. El ritmo de consumo y la demanda de recursos naturales han superado la capacidad de la naturaleza de poder regenerarlos. Sin embargo, para poder invertir estas consecuencias, es necesario tomar acciones en todos los ramos posibles de desarrollo, aumentando la eficiencia en el consumo de energía y tratando de utilizar un mayor porcentaje de energías renovables. Debido a lo anterior, este proyecto pretende reducir el impacto socioambiental relacionado al ciclo de vida de los materiales y generar las herramientas y metodologías pertinentes para lograrlo (EuropaPress, 2018).

### 1.3 Antecedentes

En el 2014, se consolidó el proyecto de investigación e impacto de materiales, que se enfoca principalmente en la sustentabilidad de los materiales. Para ello, se buscó apoyo en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), con el cual se establecen cuatro distintas fases: Definición de alcances y objetivos, Inventario de Ciclo de Vida (ICV), Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV) e Interpretación de resultados (Geoinnova, 2018).

A partir del desarrollo del Inventario de Ciclo de Vida (ICV), formato el cual se llena con la información relacionada al consumo de materias primas y energías, derivados del proceso en los años siguientes (2016 - 2017), se anexan a los materiales de Materioteca ITESO que tienen su EICV en la ficha técnica del material. Es importante mencionar que, Materioteca ITESO se refiere al primer espacio físico y virtual, al nivel nacional, en donde se logra facilitar la búsqueda de los materiales y recursos naturales provenientes mayormente de Jalisco y en donde se tiene un catálogo que incluye materiales sustentables mexicanos e internacionales que se comercializan en Jalisco (Materioteca ITESO, 2017).

En 2015 se realizó un proyecto enfocado en la comparación de las propiedades de los materiales, cuyo objetivo fue facilitar la comparación de las diversas propiedades sensoriales, técnicas de transformación, de impacto ambiental y generales. Para probar esta herramienta, se realizó una comparación entre tres distintos tipos de bloques de construcción (adobe, ladrillo y tabicón), en donde el análisis realizado proporciona información detallada de propiedades fisicoquímicas, propiedades ambientales y permite comparar los costos de cada bloque. Con esto se desarrollaron infográficos sintetizando la información para facilitar su comprensión y concientizar la importancia de la correcta selección de los materiales.

En el 2018, se creó el formato ECOMAT, herramienta con la cual se evalúan los aspectos socioambientales generados por parte de las empresas mexicanas a lo largo de sus cinco etapas del inventario de ciclo de vida (ICV).

Finalmente, en el 2019 se comenzó la elaboración de una base de datos de los materiales de Materioteca, herramienta con la cual se pudiera facilitar la correcta selección de materiales a partir de sus propiedades.

#### 1.4. Contexto

Resulta de gran importancia el desarrollo de proyectos enfocados en ayudar al medio ambiente debido a la alarmante situación que estamos viviendo hoy en día. Además, este proyecto es benéfico ya que en México aún no existen herramientas que evalúen el desempeño ambiental de las empresas productoras de materiales o que faciliten una mejor elección de materiales al momento de planear un proyecto. De esta manera se podría lograr una disminución notable en el impacto ambiental.

Por otro lado, existen países que han tomado la iniciativa para combatir el cambio climático mediante la formación de organizaciones y acuerdos internacionales. Tal es el ejemplo del Acuerdo de París, en donde se establecen estas medidas y el cual fue firmado por 195 países comprometidos a reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por país, con el objetivo de mantener el aumento de temperatura en el planeta por debajo de los 2°C (United Nation Climate Change, 2018).

Así mismo, existe otra medida ambiental empleada en varios países primermundistas a finales del siglo pasado; la aplicación de ecoetiquetas a los productos. Esto con el propósito de brindar más información al consumidor de lo que está adquiriendo exactamente en cuestión de consumo de energía, recursos y desperdicios; en otras palabras, estas etiquetas realizan un completo Análisis de Ciclo de Vida (ACV) a los productos, con el objetivo de promover que las empresas transformen sus procesos a que sean más eficientes y responsables con el medio ambiente (ISO 14020, 2000).

Por lo anterior, ECOMAT nace como un ecoetiquetado creado por Materioteca ITESO con la finalidad de poder conocer las propiedades y el impacto ambiental de los distintos materiales dentro de la Materioteca y al mismo tiempo, fomentar la correcta selección y el uso adecuado a estos materiales. Además, este distintivo es una permitirá

que las empresas al individuo Jalisciense a consumir responsablemente. Para ello, se tomaron como referencia diversas normas mexicanas como la ISO 14003, 14020, 14024, 14025, 14040 y la 14064, que tratan principalmente sobre las etiquetas y declaraciones ambientales, así como distintas leyes nacionales en las que se tratan los derechos laborales y las medidas de salud e higiene necesarias dentro de una empresa.

Por otro lado, cabe mencionar que en algunos países como Holanda, Alemania, Dinamarca e Italia existen lugares semejantes a las bibliotecas, pero referentes los materiales. Éstas tienen un objetivo en común; recabar información de los materiales y sus propiedades.

MATREC, por ejemplo, es una empresa italiana que se especializa en la investigación e innovación de sostenibilidad ambiental y economía circular que apoya a que los nuevos proyectos tengan alternativas de búsqueda más ecológicas (MATREC, 2019).

Así mismo, han surgido otras empresas con un gran compromiso social que trabajan constantemente en alimentar y facilitar la comprensión de información relacionada a los materiales y sus propiedades. Lo anterior tiene como finalidad precisar la selección de materiales en cualquier aplicación o proyecto y así reducir el impacto ambiental generado. Granta por ejemplo, es el líder en tecnología de información de materiales ya que con ayuda de diversas empresas y su información de materiales, busca normalizar la información relacionada a estándares industriales (Granta Design, 2019).

## 2. Desarrollo

### 2.1. Sustento teórico y metodológico

Dentro de la temática ambiental, el efecto invernadero es un fenómeno natural en el cual una fracción de la energía emitida por el sol hacia el planeta pasa por las nubes y el aire hasta llegar a la superficie terrestre y luego es absorbida y emitida en forma de calor. Éste último es absorbido por medio de los GEI y posteriormente regresa hacia la superficie dejándola con una temperatura adecuada para propiciar la vida (Cambio Climático Global, 2013).

Los principales GEI son: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, trifluoruro de nitrógeno & hexafluoruro de azufre (ECODES, 2009).

Con relación a lo anterior, se decidió elaborar este proyecto con la finalidad de reducir el impacto ambiental durante todas las etapas de ciclo de vida de los materiales, con ayuda de diversas normas mexicanas (Tabla 1).

<b>Norma Mexicana</b>	<b>Descripción</b>
14003:2004	Busca la reducción del impacto ambiental de productos o servicios a lo largo de todos sus ciclos.
14020:2000	Incluye los requisitos para el desarrollo y el uso de las etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales.
14024:2018	Se refiere a los programas referidos al etiquetado ambiental Tipo I.
14025:2006	Establece la metodología para el desarrollo de programas y declaraciones ambientales tipo III.
14040:2006	Respalda la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV).
14067:2018	Verifica informes de las emisiones generadas por los gases de efecto invernadero.

**Tabla 1. Normas mexicanas consultadas para la elaboración del proyecto.**



La ISO 14020 es la norma mexicana que establece los principios y requisitos generales de las etiquetas y las declaraciones en su gestión ambiental (ISO 14020, 2000). Así mismo, se consideró la metodología del ACV, respaldada por la ISO 14040 en la cual se establecen los principios y referencias que permiten realizarlo. Dentro del ACV, se considera el ICV y el EICV, con los cuales es posible obtener la cantidad de CO<sub>2</sub> eq. (14024, 2018). Además, el CO<sub>2</sub> eq. puede ser cuantificado a través de la ISO 14064, norma que permite verificar de manera voluntaria, los informes relacionados a las emisiones de GEI (Geoinnova, 2018), (Lloyd's Register, 2018).

De acuerdo con lo anterior, es importante tomar en cuenta el potencial de calentamiento global, mejor conocido en inglés como Global Warming Potential (GWP), medida que permite calcular relativamente la cantidad de calor atrapado por un determinado GEI, en comparación a un gas de referencia como el dióxido de carbono. La Tabla 2 muestra el panorama del potencial de calentamiento global (GWP) relativo al CO<sub>2</sub> a lo largo de los últimos 100 años de acuerdo con la AR5. Por otro lado, este reporte (AR5) es el quinto reporte generado a partir de los resultados del Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC), el cual sintetiza el panorama general correspondiente a la preocupación generada a partir de los conocimientos de la ciencia del cambio climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015).

GEI	GWP (AR5)
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	28
N <sub>2</sub> O	265
CF <sub>4</sub>	4880
HCF-152 <sup>a</sup>	506
NF <sub>3</sub>	16,100
SF <sub>6</sub>	23,500

**Tabla 2. Equivalencia del GWP con respecto a los GEI de acuerdo con el AR5.**

Además, otra de las normas de las cuales se soporta este proyecto es de la NOM ISO 14024, la cual se refiere a una ecoetiqueta cuyo objetivo es mostrar al consumidor que el producto cuenta con una verificación que lo considera como un producto ecológico (14024, 2018).

En lugares como la Unión Europea, por ejemplo, existe “ECOLABEL”, una ecoetiqueta que certifica que la fabricación del producto no contiene sustancias nocivas para el medio ambiente ni la salud, así como que disminuye en gran medida el consumo de materias primas, el ahorro energético mediante el mejoramiento del rendimiento y durabilidad del producto (ECOinteligencia, 2016).

También se consideró la NOM ISO 14025, la cual trata de la Environmental Product Declaration (EPD), o Declaración Ambiental de Producto; en español, que corresponde a un reporte en donde se expone de manera transparente, información verídica relacionada al impacto ambiental de los productos durante su ciclo de vida (The International EPD System, 2019).

Por otro lado, la ciencia de materiales es muy extensa y existe gran cantidad de información acerca de los materiales y sus propiedades. Granta Design por ejemplo, es una empresa de consulta especializada en la optimización de la selección de materiales que trabaja en conjunto con todos los sectores de la industria, recaban y procesan toda la información de materiales generada por cada empresa. Además, posee la base de datos más extensa y completa de materiales y sus propiedades (Granta Design, 2019).

El investigador de materiales y sus propiedades, así como el fundador de Granta, Mike Ashby y su colega David Cebom, desarrollaron una metodología para estandarizar el proceso de selección de materiales y así lograr la optimización y precisión en la selección de éstos. Dicha metodología se basa en gráficas conocidas como mapas de materiales, en las cuales se relacionan por pares ciertas propiedades de los materiales y además es posible hacer una aproximación del material más adecuado para una aplicación en específico de acuerdo a las propiedades más importantes que debe de tener una pieza. Además, en estos mapas se relacionan propiedades, resistencia mecánica, módulo de elasticidad, densidad, tenacidad, conductividad térmica, costes, etc. (Ashby, 1992).

Basados en esta la metodología mencionada, crearon entonces un software llamado Granta CES Edupack, el cual que permite evaluar las propiedades de los materiales y con

ellas lograr el conocimiento necesario para la correcta selección de materiales y el uso para el cual realmente requieren (Facultad de Ingeniería de Buenos Aires, 2011).

Con relación a lo anterior, el comportamiento de un componente no depende de una sola propiedad, por lo que los mapas de materiales muestran que las propiedades de las diferentes clases de materiales pueden variar en intervalos amplios, formando a su vez grupos en zonas cerradas en los diagramas. Esto significa que, una misma familia de materiales puede tener variaciones grandes en sus propiedades. La Figura 1 es un ejemplo de esos mapas de materiales (Ashby, 1992).

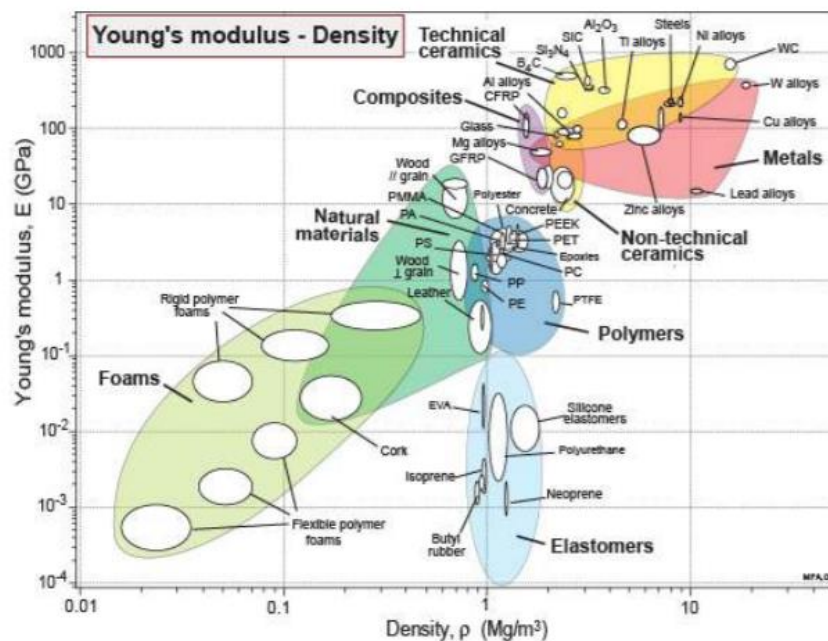


Figura 1. Mapa de materiales (Universidad de Buenos Aires, 2011).

## 2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

- **Descripción del proyecto**

Como se mencionó previamente, el proyecto busca a través de metodologías, la evaluación del desempeño socioambiental y así generar datos que describan el impacto ambiental generado por la producción y el uso de materiales.

La herramienta ECOMAT, por ejemplo, permite distinguir a las empresas mexicanas dispuestas a colaborar en el procedimiento para obtener la ecoetiqueta correspondiente al desempeño socioambiental generado.

También, se tiene interés en descubrir las áreas de mejora que puedan aparecer durante el proceso de acreditación mediante encuestas con preguntas objetivas, para que cada vez se tenga un proceso más claro y eficiente, que además permita que cuando se tenga el apoyo suficiente de SEMADET, pueda ser implementada como una ecoetiqueta oficial con sustento válido.

Por otro lado, se mejoraron los formatos que se requieren para recabar la información para ECOMAT; es decir, se tomaron los formatos de semestres anteriores para reacomodarlos de una manera sencilla tanto para facilitarle al usuario la comprensión del proyecto, como de la persona que será la encargada de la aplicación de la certificación. Uno de estos formatos elaborados fue el de la metodología de acercamiento a las empresas. De igual manera, se generaron encuestas dedicadas a la evaluación de la efectividad de las metodologías implementadas durante el acercamiento a las empresas.

Debido a que existe gran rotación de personal encargado de la aplicación de la certificación, se consideró indispensable crear una metodología que asegure que se tenga la información suficiente para que la empresa forme parte de la Materioteca ITESO y sirva adecuadamente para cumplir los objetivos de esta. También se enlistaron los pasos a seguir para cuando se requiera agregar un nuevo material, ya sea de una empresa que ya trabaja con Materioteca ITESO o aquella que aún no conoce la misma. Además, se redactó una serie de indicaciones para cuando se note cualquier falta de información de una empresa ya que es indispensable tener la información completa para tener un buen reporte.

Por lo anterior, se creó un manual para el usuario ECOMAT, que contiene desde un glosario con los términos que se consideraron importantes resaltar, hasta la explicación necesaria para obtener la certificación. Se comienza con una breve explicación de lo que es la ecoetiqueta ECOMAT, continúa definiendo el formato de desempeño socioambiental,

resaltando partes importantes y explicando cada rubro a considerar, finalmente muestra el puntaje final obtenido y el nivel de etiqueta que obtuvo la empresa evaluada.

La presentación principal del manual será inicialmente de manera digital, a manera de un libro interactivo en el cual se pueda navegar por los distintos capítulos o temas y volver al índice o inicio según se desee. La mayoría de las definiciones o textos explicativos del este manual se visualizarán con una ayuda gráfica y puede ser de distintos tipos: ilustraciones explicativas, gráficos, etc. Ayudando así, a que el contenido del manual sea más práctico y entendible.

Por otro lado, para la vertiente de este proyecto correspondiente a la Selección de materiales, se buscó crear una base de datos que contenga la mayor cantidad de información como propiedades de los tipos de materiales que se encuentran registrados dentro de Materioteca ITESO. Así mismo, se pretende trabajar siguiendo la metodología creada por Mike Ashby ya que es una metodología confiable y precisa para la selección de materiales. A continuación, tenemos la Tabla 3 en donde se muestran las propiedades más importantes a considerar y la categoría de propiedad en la que se encuentra cada una.

<b>Mecánicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo de Young</li> <li>• Limite Elástico</li> <li>• Resistencia a la tracción</li> <li>• Dureza</li> <li>• Resistencia a la fatiga</li> <li>• Resistencia a la fluencia</li> <li>• Amortiguamiento de vibraciones</li> </ul>
<b>Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad</li> <li>• Impacto Ambiental</li> <li>• Reciclabilidad</li> </ul>
<b>Térmicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductividad térmica</li> <li>• Calor Especifico</li> <li>• Coeficiente de expansión Térmica</li> </ul>
<b>Eléctricas y Magnéticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistividad</li> <li>• Constante Eléctrica</li> <li>• Permeabilidad Magnética</li> </ul>
<b>Interacción con el Entorno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosión</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidación</li> <li>• Desgaste</li> </ul>
<b>Producción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de Fabricación</li> <li>• Unión</li> <li>• Acabado</li> </ul>
<b>Estéticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Color</li> <li>• Textura</li> <li>• Aspecto</li> </ul>
<b>Económicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio</li> </ul>

**Tabla 3. Tipos de propiedades** (Gómez, 2012).

Así mismo, se pretende que se logre enriquecer en el futuro con la información completa de todos los materiales dados de alta en Materioteca ITESO

- **Plan de trabajo**

Desde principios del proyecto, se separó la carga de trabajo en tres distintas fases. La primera consistió en la investigación bibliográfica relacionada a los trabajos de otros semestres, así como literatura relacionada con la metodología ECOMAT, las declaraciones ambientales de productos y la selección de materiales. Así mismo, se aterrizó hacia las acciones que se llevarían a cabo para pasar a la siguiente fase del proyecto.

Para ECOMAT se revisaron los formatos previos de los proyectos PAP anteriores y se realizaron los cambios necesarios para que su uso fuera más amigable y eficiente. Así mismo, se programó y realizó una visita con las empresas La Piedra de Occidente y Tedima para realizar una prueba piloto de ECOMAT y poder realizar los EPD de cada uno de los materiales que tienen estas registradas dentro de Materioteca ITESO. Se trabajó con las dos empresas mencionadas anteriormente debido a que estas corresponden al grupo de empresas de las que se tienen registrados el mayor numero de datos, por lo que, al ser de las empresas más completas, permiten que se pueda trabajar de una mejor manera con las metodologías a implementar.

- **Desarrollo de propuesta de mejora**

Luego de haber leído y revisado los distintos documentos relacionados al proyecto, se comenzaron a realizar ajustes y una vez estructurado el plan de acción ECOMAT, se decidió realizar las primeras visitas a las empresas La Piedra de Occidente y Tedima, en donde se propuso la implementación de ECOMAT y al mismo tiempo se conoció más sobre su proceso. Para mejorar esta herramienta se recomienda que se use siempre y cuando se haya leído previamente el manual correspondiente al uso de ECOMAT. La herramienta en sí funciona correctamente y se reestructuró de tal forma que fuera fácil de usar y descargar para cualquier tipo de equipo de computo.

En el caso del manual para el usuario ECOMAT, se generó una guía fácil y rápida que explica los diferentes documentos que se requieren para la certificación, esto con la finalidad de que el usuario pueda obtener una breve introducción sobre el llenado de los formatos y haya un mejor entendimiento.

La ficha física de los materiales de Materioteca ITESO y la documentación para el acercamiento a empresas se realizaron a la par de la herramienta ECOMAT para garantizar que se tuviera una alimentación de datos completos y homogéneos.

En el caso de la base de datos para la selección de materiales se actualizó con todos los materiales vigentes registrados dentro de la Materioteca ITESO y se completó con propiedades de los materiales tales como: densidad, tensión, fluencia, etc.

Los documentos mencionados se muestran en el apartado de resultados correspondiente a este documento.

### 3. Resultados del trabajo profesional

Como resultado se obtuvieron los siguientes:

- ECOMAT Versión 1, 2019 y su manual mejorado.
- Metodologías para realizar el acercamiento y seguimiento a empresas.
- Formato tipo EPD para materiales de Materioteca ITESO.
- Formato mejorado de ficha física para los materiales de Materioteca ITESO.
- Base de datos de materiales de Materioteca ITESO.

Para lograr lo anterior, se diseñó desde el comienzo del proyecto un calendario de actividades para lograr cumplir los objetivos establecidos. A continuación, se muestra la cronología seguida.

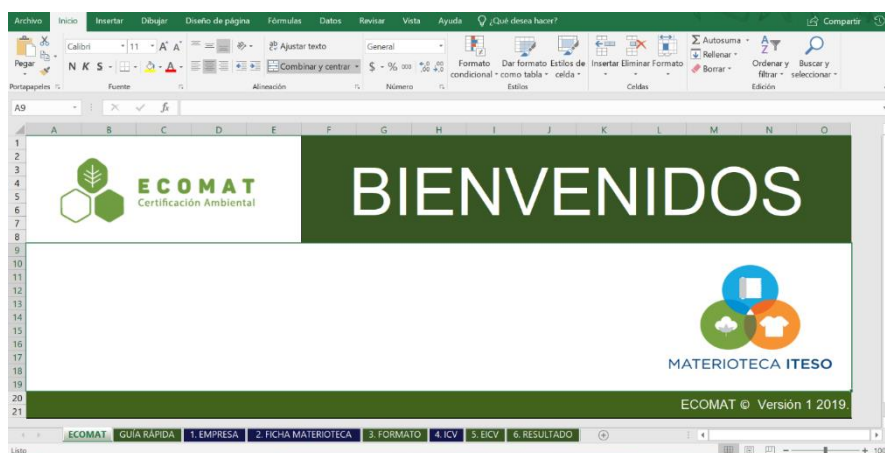
1. Imprimir lista de empresas
2. Iconos para diagrama de flujo
3. Desarrollo de diagramas de flujo de protocolos de acercamiento y visita a empresas
4. Primera entrega
5. Entrega de herramienta ECOMAT
6. Definir manual ECOMAT
7. Dar formato a manual ECOMAT
8. Definir presentación
9. Contactar empresas
10. Mejorar base de datos empresas
11. Evaluación de empresas
12. Segunda entrega
13. Evaluar metodologías implementadas
14. Análisis de datos
15. Entrega de documento a empresas
16. Entrega de diploma a empresas
17. Tercera entrega
18. Presentación final



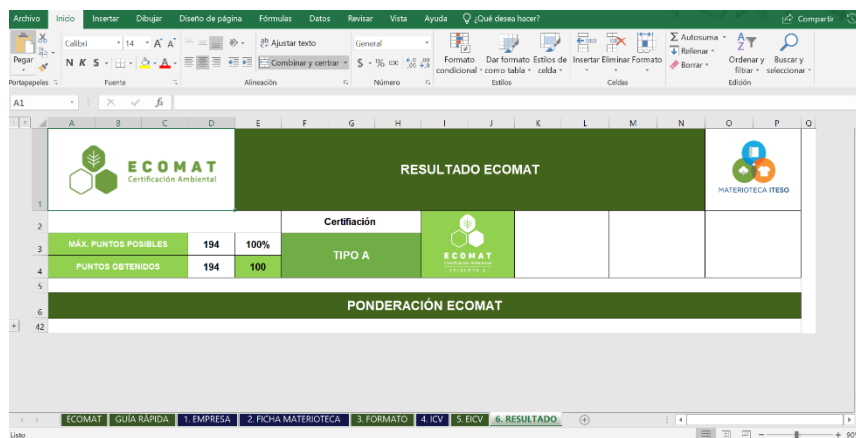
Con lo anterior se pudo se pudieron realizar distintas herramientas y metodologías que permitirán un correcto acercamiento a empresas o público en general para la realización de proyectos o productos más responsables con el medio ambiente.

Como primeros resultados, se obtuvieron: la versión 1, 2019 de ECOMAT, su manual para el usuario, la ficha física de Materioteca ITESO mejorada y un formato interno tipo EPD.

ECOMAT es una herramienta que cuenta con siete distintas pestañas con las cuales se busca obtener como resultado la ecoetiqueta correspondiente al desempeño socioambiental de los materiales evaluados (Figura 2 y Figura 3).



**Figura 2. Carátula de herramienta ECOMAT.**



**Figura 3. Pestaña de resultados de herramienta ECOMAT.**

Las pestañas de ECOMAT son las siguientes:

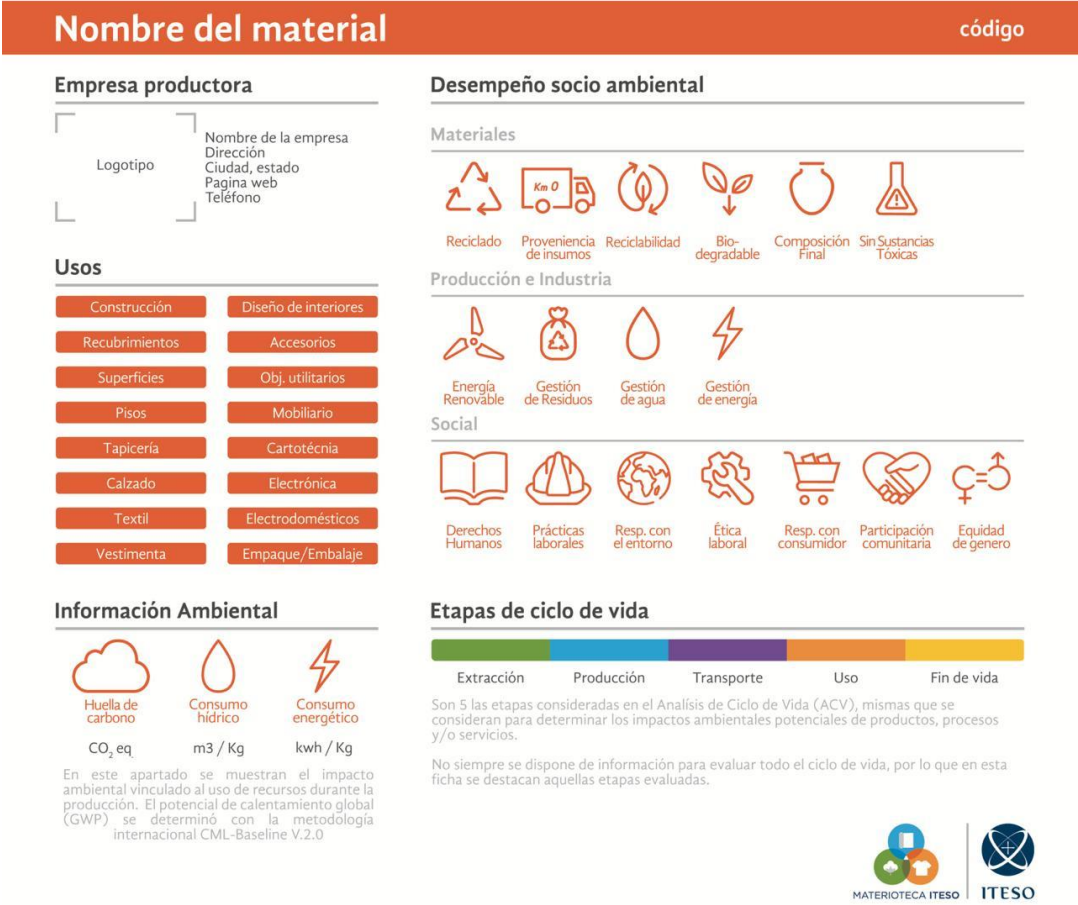
1. Carátula ECOMAT
2. GUÍA RÁPIDA
3. 1.EMPRESA
4. 2.FICHA MATERIOTECA
5. 3.FORMATO
6. 4.ICV
7. 5.EICV
8. 6.RESULTADOS

La carátula contiene el nombre y versión de la herramienta, así como el logo de esta. En el caso de la guía rápida, se menciona el método de llenado para dicha herramienta.

En la pestaña empresa corresponde al llenado de la información general de la empresa fabricante del material a evaluar, así como el código interno que tiene éste dentro de Materioteca ITESO.

Por otro lado, la pestaña “Ficha materioteca” tal como su nombre lo dice, contiene toda la información necesaria para el llenado de la Ficha física de Materioteca que se muestra en seguida en la sección de resultados de esta.

La pestaña de Formato evalúa los aspectos cualitativos del material, mientras que el ICV los cuantitativos. Posteriormente, en la pestaña de EICV se muestra el consumo hídrico, el consumo energético y la huella de CO<sub>2</sub>eq. Correspondiente a las etapas evaluadas del ciclo de vida del material. Finalmente, la última pestaña muestra la ecoetiqueta que obtuvo el material. Cada una de las pestañas se redirige hacia la “Guía rápida” con ayuda de los hipervínculos establecidos.



**Figura 4. Ficha física 2019 Materioteca ITESO.**

Como se mencionó anteriormente, una de las pestañas corresponde a la FICHA MATERIOTECA con la cual se alimenta automáticamente la ficha física mencionada previamente (Figura 4), mientras que la pestaña de ICV permite alimentar la información necesaria para obtener el EICV del material y que a su vez la herramienta genere el resultado correspondiente al tipo de ecoetiqueta obtenida. Luego de conocer lo anterior, se logra completar el formato tipo EPD para cada uno de los materiales evaluados (Figura 5).

**ECOMAT**  
Certificación Ambiental

**Nombre del Producto**

Fecha de Emisión:  
00/00/0000

Fecha de Expiración:  
00/00/0000

Imagen Empresa

Código QR

**ITESO**  
Universidad Jesuita de Guadalupe

**MATERIOTECA ITESO**

**Figura 5. Carátula formato interno tipo EPD Materioteca ITESO.**

Para lo anterior, se requirió de toda la documentación de acercamiento y seguimiento a empresas, la cual incluye:

- Correo de contacto.
- Contratos & convenios de confidencialidad.
- Presentaciones correspondientes a Materioteca ITESO & ECOMAT.

Paralelamente, se obtuvo una base de datos en la cual se alimentaron diversas propiedades de los materiales que se tienen registrados y actualizados dentro de Materioteca ITESO. Para ello, se realizó una extensa investigación en relación al tema de ciencia de materiales y selección de materiales.

Durante este proceso, se usó material bibliográfico del experto en materiales Mike Ashby, del cual fue extraída una metodología con bases ingenieriles para sistematizar el proceso de selección de materiales. Así mismo, complementando con artículos digitales en relación a las propiedades de materiales, se trabajó en un formato inicial de una base datos para el funcionamiento de la herramienta desarrollada y la cual se muestra en la Figura 6.

	Proveedores	Densidad (Mg/m <sup>3</sup> )LI	Densidad (Mg/m <sup>3</sup> )LS	Modulo de Young (Gpa)LI	Modulo de Young (Gpa)LS	Fluencia (Mpa)LI	Fluencia (Mpa)LS
<b>Ceramicos y Petreos</b>							
Vidrio	Vidrio de Borosilicato	2.2	2.3	61	64	265	384
	Vidrio Ceramico	2.2	2.8	64	110	750	2129
	Vidrio de Sicilice	2.17	2.22	68	74	1100	1600
	Vidrio de Sosa y Cal	2.44	2.49	68	72	360	420
Ceramicos Porosos	Ladrillo	1.9	2.1	15	25	50	140
	Concreto	2.2	2.6	25	38	32	60
	Piedra	2.5	3	20	60	34	248
<b>Polimeros</b>							
<b>Elastometros</b>							
	Caucho de Butilo	0.9	0.92	0.001	0.002	2	3
	Etileno de Acetato de Vinilo	0.945	0.955	0.01	0.04	12	18
	Isopropeno	0.93	0.94	0.0014	0.004	20	25
	Caucho Natural	0.92	0.93	0.0015	0.0025	20	30
	Neopreno	1.23	1.25	0.0007	0.002	3.4	24
	Elastometros Poliuretano	1.02	1.25	0.002	0.003	25	51
	Elastometros de Silicona	1.3	1.8	0.005	0.02	2.4	5.5
<b>Termoplasticos</b>							
	ABS	1.01	1.21	1.1	2.9	18.5	51
	Polimeros de Celulosa	0.98	1.3	1.6	2	25	45
	Ionomero	0.93	0.96	0.2	0.424	8.3	15.9
	Nylon	1.12	1.14	2.62	3.2	50	94.8
	Policarbonato	1.14	1.21	2	2.44	59	70
	PEEK	1.3	1.32	3.5	4.2	65	95
	Polietileno	0.939	0.96	0.621	0.896	17.9	29
	PET	1.29	1.4	2.76	4.14	55.5	62.3
	Acrylic	1.16	1.22	2.24	3.8	53.8	72.4
	Acetal	1.39	1.43	2.5	5	48.6	72.4

**Figura 6. Base de datos con propiedades de los materiales de Materioteca ITESO.**

Así mismo, se consideró importante trabajar con Granta CES-EduPack, para poder complementar la información de materiales ya existente y la que se ira generando con el paso del tiempo. También se realizó un documento que contiene toda la investigación generada, hallazgos, propuestas y limitantes que implican la realización de este proyecto, con el objetivo de lograr tener un registro de la información de la cual partió el desarrollo de este proyecto y así facilitar el entendimiento y el futuro desarrollo de este. Finalmente, se realizó el diagrama de proceso que va a seguir el Seleccionador de materiales, junto con la base de datos en la que va a estar basado el software (Figura 7).

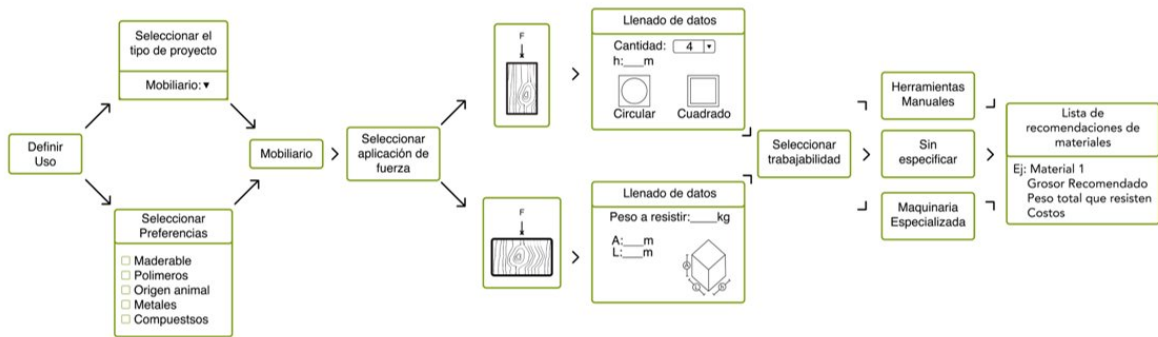


Figura 7. Diagrama para ejemplificar el uso de la base de datos para la selección de materiales.

#### 4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto

##### **Rodrigo Azanza Zepeda**

Principalmente, este proyecto me ayudo a ser más consciente sobre cuanto impacto tienen mis acciones diarias en el calentamiento global, lo que me ayudó a encaminar mis saberes profesionales de la Licenciatura de Ingeniería Industrial con un enfoque sustentable, ayudando a disminuir la contaminación y el despilfarro de recursos mediante diferentes acciones, una de ellas es informándome para después informar a otros. Antes de conocer este proyecto, no tenía ganas de ejercer como Ingeniero Industrial porque mi conciencia no quería usar energía trabajando para mejorar algún proceso o producto que de cierta manera estuviese relacionado con la contaminación del medio ambiente. Entonces entendí que puedo usar mis conocimientos para ser parte de la solución, trabajando en proyectos como el de Materioteca y Sustentabilidad.

La mayoría de los seres humanos que habitamos el planeta somos productores o consumidores de bienes que mejoran nuestra estancia en nuestra casa común, la Tierra, me enseñaron que esas dos acciones de alguna u otra manera son factores que aportan al calentamiento global, pero se puede disminuir el porcentaje de contaminación conociendo las propiedades y uso de los diferentes materiales utilizados en esos dos sectores.

Por otro lado, disfrute trabajar con un equipo multidisciplinario. Tener compañeros con diferentes conocimientos enriquece mucho el resultado de los objetivos que nos planteamos. También aprendí que no siempre vamos al mismo ritmo que nuestros compañeros, ni le dedicamos el mismo tiempo, por lo que es indispensable mantener la comunicación, fijar objetivos y limitar tiempos de entrega para poder avanzar lo más rápido posible todos juntos. Agregado al tema del compañerismo, durante el semestre me tocó redactar diferentes tipos de documentos como metodologías o formatos para enviar mails a empresas con diferentes propósitos, al terminar de redactar estos documentos, verificaba que estuviesen ortográficamente correctos y luego los subía a la nube donde mis compañeros y asesor los leían para dar su punto de vista, en todos los documentos se corrigió al menos una vez más. Entonces comprendí que necesitamos analizar los trabajos

desde diferentes puntos de vista porque todos tenemos una perspectiva de las cosas muy diferentes, y si el fin es que la mayoría de las personas comprendan lo que buscamos expresar en el documento, entonces debemos cerciorarnos de que se haya usado el vocabulario más general.

Por último, me emociona saber que formo parte de un proyecto que ya existe en otros países del mundo pero que en México aún está en pañales. Facilitar al consumidor a escoger el producto o material por medio de una Eco Etiqueta que clasifica al mismo en diferentes niveles de sustentabilidad.

### **Marijose Verduzco Anguiano**

Este semestre me tocó formar equipo con compañeros de distintas carreras: ingeniería química, mecánica, industrial y diseño, creo que logramos hacer un gran equipo pues todos desde nuestra perspectiva pudimos aportar conocimientos y datos significativos para nuestro proyecto. El trabajo que realicé junto con mis compañeros durante estos meses fue, afinar una metodología para contactar empresa nuevas y re-contactar empresas que ya se habían contactado anteriormente, entre otras cosas, como el manual y la herramienta ECOMAT con la que se evaluará el impacto ambiental que tienen las empresas en sus procesos. Personalmente apliqué los conocimientos de mi carrera en la realización de diagramas que me permitieron un mejor entendimiento de los procesos, también estandarizar una ruta para la correcta evaluación de empresas y crear un formato general tipo Declaración Ambiental de producto (EPD) que es la forma en que se entregaron los resultados generales y de SIMAPRO a las empresas participantes. Para todos estos documentos se necesitó conocer acerca de procesos de empresas y procesos para documentar de manera adecuada la ruta que debíamos seguir.

Me gustó mucho trabajar con este equipo, ya que se notó lo comprometidos que estuvimos todos con este proyecto que no solo era parte de una calificación, sino que somos conscientes de que el esfuerzo que pusimos para trabajar, tendrá un impacto positivo en nuestro planeta a mediano plazo y que podremos lograr que en una ciudad como Guadalajara que las empresa manufactureras estén más comprometida con el medio



ambiente desde un área que pueden controlar, sus procesos, y que como ingeniería me siento con gran responsabilidad de orientar lo que hasta hoy he aprendido en mi carrera hacia temas que ayuden a mejorar la calidad de los procesos para con el medio ambiente.

Por último, creo que trabajar en este PAP, puso a prueba mi capacidad como ingeniería y me da gusto decir que logré los objetivos que me propuse, también puedo decir que me ayudó a darme cuenta de la situación en la que vivimos como humanidad y del año que día a día hacemos a nuestro planeta y definitivamente me voy con un gran compromiso para desde mi trinchera poder hacer lo mejor para cuidarlo.

### **Alan Daniel Guzmán Flores**

Durante el desarrollo del PAP de Materioteca y Sustentabilidad del semestre primavera 2019 tuvimos que poner en práctica diversas competencias tales como la resolución de conflictos desde una perspectiva científica, la investigación y síntesis de información de diversas fuentes, el análisis de datos numéricos en relación a las propiedades de los materiales, el uso de programas informáticos en relación el mismo tema, la planificación y organización para el desarrollo de nuevas tecnologías de la información, y las cruciales habilidades comunicativas necesarias para normalizar el entendimiento de términos especializados.

En relación las aplicaciones profesionales de las habilidades desarrolladas considero que este PAP nos brinda una ventaja en el ámbito profesional ya que socialmente hablando todavía no está normalizado en un nivel nacional el uso de tecnologías de la información para la reducción del impacto ambiental en cualquier ámbito, lo cual nos da también un campo de aplicación muy amplio y la posibilidad de incorporarse a cualquier empresa interesada en darle un enfoque más sostenible a sus procesos.

De la misma manera como ya se mencionó el impacto social de este tipo de proyectos y conocimientos es de suma importancia para toda la comunidad, ya que el enfoque principal siempre será la reducción del impacto ambiental que generamos como sociedad. A la vez considero que mientras más se vaya fomentando y normalizando un

cambio de paradigma a un pensamiento más sustentable, será exponencial el crecimiento de empresas mejorando sus procesos y del desarrollo proyectos con este mismo enfoque.

De la misma manera todos los conocimientos desarrollados en el PAP sirven en gran medida para darlo a tu propia vida un enfoque más sostenible, lo cual es algo que actualmente ya vivo día a día, buscando cada vez hacer cambios más impactantes para el cometido. Esto también sirve en gran medida para dar el ejemplo al resto de la comunidad.

### **Perla Jacqueline Orozco Solis**

Con este proyecto tuve la oportunidad de complementar mi formación académica y curricular ya que me adentré en el tema de las certificaciones socio ambientales y pude conocer más normas y leyes mexicanas que me ayudaron a obtener nuevos conocimientos. Así mismos, reforcé mis conocimientos de eléctrica y las declaraciones ambientales de productos. Fue enriquecedor ya que el plan de estudios de Ingeniería química en ITESO se encuentra más enfocada a los procesos industriales y no tanto a las normatividades.

Tuve, además, la oportunidad de analizar la información correspondiente a los proyectos anteriores de la ecoetiqueta y aporté mejoras para lograr una mejor herramienta con calidad suficiente para detallarse e implementarse a los materiales dentro de Materioteca ITESO.

Otro aspecto importante fue que me fue posible observar y comprender un panorama más amplio sobre cómo se gestionan empresas con distintos giros como los pétreos y las maderas y así poder tener mejores herramientas en futuras oportunidades de trabajo. Además, la realización del formato ECOMAT me permitió mejorar y complementar mis conocimientos de materias pasadas y desde luego de la herramienta de Excel.

Económica y socialmente hablando, este proyecto es un claro ejemplo del trabajo en equipo y la solidaridad ya que, con ayuda de nuestros conocimientos de las distintas profesiones, logramos enfocarnos en realizar productos herramientas útiles para ayuda al medio ambiente.

Como aprendizaje ético me llevo que las empresas con las cuales tuvimos contacto tuvieron muchas disponibilidad y amabilidad con nosotros como muestra de la confianza

que nos tuvieron y desde luego nosotros les demostramos lealtad y sinceridad al momento de conocer los detalles de sus procesos. Me gustaría que en lo profesional tuviera siempre la oportunidad de enfrentarme con gente cuyos valores sean siempre su estilo de vida.

En lo personal, claramente me hizo aprender y disfrutar mucho ya que la sustentabilidad es un tema que me inspira bastante y últimamente es un tema que siempre está latente en mi vida. Me permitió reafirmar la correcta elección de carrera y convencerme de que un día podré tener un negocio y que voy por el camino correcto. La colaboración con compañeros de distintas carreras me permitió aprender nuevas cosas que complementan mi formación como ingeniero químico y sobre todo me ayudó a adaptarme con personas con distinta mentalidad y estilo de vida.

Finalmente, como proyecto de vida me llevo que no hay mejor receta que el esfuerzo diario y los valores bien implementados para lograr cumplir cualquier meta que se proponga.

#### **Ana Carolina Arámbula Sosa**

Realizando este proyecto me interesé y aprendí sobre nuevos temas que me ayudaron a dar un mejor enfoque de lo que quiero hacer a lo largo de mi carrera, aprendí sobre temas ambientales y certificaciones analizando una o varias etapas del ciclo de vida de un material y el impacto ambiental que crean.

Trabajar con mis compañeros de ingeniería mecánica, química e industrial y sin su ayuda y conocimiento en su área el proyecto no se hubiera realizando tan efectivamente, las distintas maneras de pensar y enfoques a los que cada uno estaba dedicado lograron avanzar y mejorar el proyecto de la mejor manera posible. Aporte a este proyecto el rediseño de formatos y herramientas creadas para contactar y re contactar empresas para seguir haciendo crecer la información de nuevos materiales a la materioteca, continuamos un proyecto nuevo y logramos establecer las bases de cómo debe funcionar la herramienta que esperamos de información sobre cuales materiales sirven mejor para propósitos específicos. Aporte también el rediseño de iconos y diagramas para mejorar el entendimiento de la función de la herramienta ECOMAT y sus manuales, rediseñamos la ficha física y la ligamos directamente con los resultados arrojados a ECOMAT para que todos los resultados de ECOMAT estuvieran visualmente relacionados con la herramienta.

Decidí enfocarme más en rediseñar los formatos ya hechos ya que conocí nuevos temas para enfocar mi carrera como lo es el diseño sustentable y varios temas relacionados con certificaciones ecológicas y productos enfocados en reducir impacto ambiental y desechos innecesarios. Aprendí que el medio ambiente no solo es preocuparte por el ecosistema y la vida del planeta si no preocuparte de igual manera por los derechos de las personas que contribuyen a la producción de materiales y productos y que estas personas merecen un mejor trato y mucho más digno. Me sensibilice no solo al cuidado del medio ambiente sino también a la problemática que sufren las personas que trabajan en condiciones poco favorables.

## 5. Conclusiones

Se logró el cumplimiento de los objetivos establecidos en este proyecto ya que se desarrolló e implementó una herramienta que permite evaluar el desempeño socioambiental para general información adecuada que describa el impacto ambiental generado por parte de las empresas productoras de materiales llamada ECOMAT y se comenzó el desarrollo de una metodología representada por una herramienta que permita facilitar la selección de materiales a cualquier persona interesada en desarrollar un proyecto.

A su vez, se generó la documentación necesaria desarrollar las metodologías que permitieron el acercamiento adecuado a las empresas productoras de los materiales registrados en la Materioteca ITESO, y con los cuales fue mejor el seguimiento del proceso para lograr recabar la información necesaria para las herramientas desarrolladas y así obtener la mayor cantidad posible de EPD's y fichas físicas de los materiales existentes.

Perspectivas a futuro:

Se recomienda que los futuros integrantes que pertenezcan a la continuación de este proyecto lean este documento y revisen las herramientas y formatos que derivan de éste para lograr la correcta comprensión del seguimiento. Así mismo, se requiere la terminación y mejoramiento de la base de datos de materiales complementándola con toda la información de los materiales dados de alta en Materioteca ITESO.

Por otro lado, durante este proyecto se inició el llenado de los formatos de ECOMAT y EPD's para cada uno de los materiales registrados de las empresas "La Piedra de Occidente" y "Tedima". Sin embargo, debido a la falta de información correspondiente a todas las etapas del ICV del material y por cuestiones de tiempo, se recomienda que en los siguientes PAP se terminen las Fichas físicas y las EPD de cada uno de esos los materiales, tomando ECOMAT como herramienta de ayuda.

## 6. Bibliografía

14024. (10 de Marzo de 2018). *Infocalidad*. Obtenido de Estándar 14024 sobre ecoetiquetado: <http://www.infocalidad.net/archives/noticia/iso-publica-la-nueva-version-del-estandar-14024-sobre-ecoetiquetado>
- Ashby, M. F. (1992). *Material Selection in Mechanical Design*. Heimann: Butterworth.
- Cambio Climático Global. (2013). *Los Gases de Efecto Invernadero*. Obtenido de <https://cambioclimaticoglobal.com/gasesinv>
- ECODES. (19 de Agosto de 2009). *Qué son los gases de efecto invernadero*. Obtenido de <https://ecodes.org/noticias/que-son-los-gases-de-efecto-invernadero#.XJgvOShKg2w>
- ECOinteligencia. (2016). *¿Qué es ecolabel y cómo conseguir la Etiqueta Ecológica Europea*. Obtenido de <https://www.ecointeligencia.com/2016/08/ecolabel/>
- EuropaPress. (2018). *La Tierra alcanzará un punto de no retorno para el 2035*. Obtenido de Excelsior Web: <https://www.excelsior.com.mx>
- Facultad de Ingeniería de Buenos Aires. (2011). *Materias*. Obtenido de <http://materias.fi.uba.ar/7213/CLASE2CESEDUPACKMATERIALESII.pdf>
- Geoinnova. (2018). *Análisis del Ciclo de Vida: ISO 14040*. Obtenido de Medio Ambiente: <https://geoinnova.org/blog-territorio/analisis-del-ciclo-de-vida-iso-14040/>
- Gómez, V. (2012). *Selección de Materiales*. Obtenido de <https://chirinosilvaroger.files.wordpress.com/2012/05/seleccion-de-materiales.pdf>
- Granta Design. (2019). *Granta Design*. Obtenido de <https://grantadesign.com/about/company>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2015). *Climate Change 2014*. Obtenido de Synthesis Report: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf)
- ISO 14020. (2000). *Etiquetas y Declaraciones ambientales*. Obtenido de Principios Generales: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14020:ed-2:v1:es>
- Lloyd's Register. (2018). *ISO 14064 Sistemas de Gestión de Gases de Efecto Invernadero*. Obtenido de <http://www.lrqa.es/certificaciones/iso-14064-norma-cambio-climatico/>
- Materioteca ITESO. (2017). Metodología ECOMAT.
- MATREC. (2019). *MATREC*. Obtenido de [www.matrec.com/en/about-us/the-matrec-group](http://www.matrec.com/en/about-us/the-matrec-group)
- The International EPD System. (2019). *Environmental Product Declarations (EPD)*. Obtenido de <https://www.environdec.com/>
- United Nation Climate Change. (2018). *Acuerdo de París*. Obtenido de [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish\\_.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf)
- Universidad de Buenos Aires. (2011). *Mapa de propiedades de los materiales: representando el universo de los materiales*. Obtenido de <http://materias.fi.uba.ar/7213/CLASE2CESEDUPACKMATERIALESII.pdf>

Anexos (en caso de ser necesarios)