

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**Departamento de Ingeniería Comercial**



**"ANÁLISIS COMPARATIVO Y DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA  
LA INTEGRACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR Y SOSTENIBILIDAD  
EN LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA"**

**Nicole Javiera Abarca Iturra**

**INGENIERIA COMERCIAL**

**Diciembre 2024**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

**Departamento de Ingeniería Comercial**

**"ANÁLISIS COMPARATIVO Y DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA  
LA INTEGRACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR Y SOSTENIBILIDAD  
EN LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA"**

Tesis presentada por

**Nicole Javiera Abarca Iturra**

Como requisito para optar al Título de

**INGENIERA COMERCIAL**

Director de Tesis: **Dr. Patricio Mansilla Caro**

**Diciembre 2024**

TITULO DE TESIS:

**“Análisis comparativo y desarrollo de estrategias para la integración de la Economía Circular y Sostenibilidad en la gestión institucional de la Universidad Técnica Federico Santa María”**

AUTOR:

**Nicole Javiera Abarca Iturra**

**TRABAJO DE TESIS**, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Título de Ingeniero Comercial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Observaciones:

---

---

Dr. Patricio Mansilla Caro

Director de Tesis

Dra. Mariana Paludi Llanpart

Correferente

**Santiago, diciembre 2024**

Todo el contenido, análisis, conclusiones  
y opiniones vertidas en este estudio son  
de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: .....

Firma: .....

Fecha: .....

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi esfuerzo desde que empecé este camino y por el empeño y dedicación que brindé, siempre equilibrando mis pasatiempos, para en un futuro lograr unas de mis metas que era entrar a la universidad.

Ahora que estoy terminando esta etapa, miro hacia atrás y mi niña interior estaría muy orgullosa de saber que estoy cumpliendo unas de mis metas, pese a que existieron momentos de mucha exigencia y cansancio, siempre seguí adelante y agradezco todo el esfuerzo y pasión que le dediqué a este largo camino. Por nunca rendirme y siempre dar lo mejor de mí, aún en momentos no me sentía al cien. Agradezco a la disciplina que fui tomando en esta etapa, al crecimiento personal que obtuve en estos años, y por haberme encantado de la carrera que escogí.

Quiero partir agradeciendo a las personas que estuvieron para mí en todo momento de este camino, en primer lugar, a mi mamá, por ser un pilar fundamental y apoyo incondicional para mí, nada de esto hubiera sido igual. Agradecer a mi abuela Laura, por siempre confiar en mí y darme los mejores consejos en los momentos que más lo necesité en este recorrido y a mi tío Antonio, que estuvo para mí en todo momento de este largo camino y siempre me motivó a que podía exigirme aún más, para llegar a la meta. Y a mi tío abuelo que está en el cielo, que sé que estaría muy orgulloso de mí y me hubiera encantado que estuviera apreciando este momento, pero sé que siempre me está acompañando y protegiendo desde arriba.

Mencionar a toda mi familia, a mi madrina, mis tías/os, primos/as, que siempre estuvieron pendiente a mi avance y en cada logro, fueron los primeros en felicitarme y darme aliento en los momentos que lo necesité, siempre confiaron en mí desde el primer momento.

Agradecer a todas las personas que coincidí en esta etapa, mención especial a mis amigos de la universidad que nos acompañamos en cada momento Camila, Erick, Ignacia, en particular a alguien se convirtió en mi mejor amiga, Romina, gracias por todo tu apoyo e incondicionalidad en esta gran amistad que formamos, y el gran lazo que tenemos.

A todos los profesores que me enseñaron desde su experiencia y me brindaron los conocimientos que hoy en día puedo aplicar. Mención especial al profesor Patricio Mansilla, que siempre me alentó y siempre me recordó que soy capaz de todo lo que pueda pensar y también mencionar a la profesora Mariana Paludi, que en mi último semestre de carrera trabajamos en conjunto en la ayudantía que impartí, y me brindó herramientas que en mi futuro me servirán mucho.

Agradecida de cada persona que me motivó y me acompañó de alguna manera en este camino, los que me apoyaron y nunca dudaron de mí, gracias.

## DEDICATORIA

*Dedicado a mi madre Sandra Iturra, mi abuela Laura Rojas y mi tío abuelo que me cuida desde el cielo.*

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis, titulada *"Análisis Comparativo y Propuesta de Estrategias para la Integración de la Economía Circular y la Sostenibilidad en la Gestión Institucional de la Universidad Técnica Federico Santa María"*, aborda el creciente desafío de integrar la sostenibilidad y la economía circular en las instituciones de educación superior. La investigación se centra en un análisis comparativo entre la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) y otras universidades pioneras en sostenibilidad, con el objetivo de identificar brechas y proponer estrategias efectivas que fortalezcan el compromiso de la (UTFSM) con la sostenibilidad.

El estudio se estructura en diversas dimensiones clave: ambiental, académica y curricular, social e innovación. La **dimensión ambiental** se enfoca en los principales desafíos que enfrenta la UTFSM en la gestión de recursos y la reducción de la huella de carbono, destacando la necesidad de optimizar los servicios contratados y mejorar la eficiencia energética mediante acuerdos regulatorios y el manejo adecuado de residuos. En la **dimensión académica y curricular**, se examina cómo la sostenibilidad se ha incorporado lentamente en el currículo, identificando la falta de una estructura explícita y la necesidad de un enfoque más coordinado y transversal. La **dimensión social** explora el rol de la UTFSM en la comunidad local, señalando oportunidades para una mayor vinculación a través de proyectos que promuevan prácticas sostenibles, como la gestión de residuos y el uso de energías renovables. Finalmente, la **dimensión de innovación** destaca los proyectos actuales de la universidad en áreas como la geotermia, el hidrógeno verde y la transferencia tecnológica, subrayando la importancia de conectar estas iniciativas con la industria y las comunidades.

A lo largo de la tesis, se propone un conjunto de estrategias basadas en las mejores prácticas observadas y adaptadas al contexto de la UTFSM, incluyendo la implementación de programas de educación práctica en sostenibilidad, la mejora de la gestión ambiental en los campus, y la promoción de proyectos interdisciplinarios que aborden problemas complejos con un enfoque holístico. Las recomendaciones se complementan con un análisis de brechas y oportunidades, ofreciendo una hoja de ruta clara para avanzar hacia un modelo de gestión universitaria más sostenible y alineado con las tendencias globales.

## ABSTRACT

This thesis, titled "*Comparative Analysis and Strategy Proposal for the Integration of Circular Economy and Sustainability in the Institutional Management of Universidad Técnica Federico Santa María*", addresses the growing challenge of integrating sustainability and circular economy into higher education institutions. The research focuses on a comparative analysis between Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) and other pioneering universities in sustainability, aiming to identify gaps and propose effective strategies to strengthen UTFSM's commitment to sustainability.

The study is structured around key dimensions: environmental, academic and curricular, social, and innovation. The environmental dimension focuses on the main challenges UTFSM faces in resource management and carbon footprint reduction, emphasizing the need to optimize contracted services and improve energy efficiency through regulatory agreements and proper waste management. The academic and curricular dimension examines how sustainability has been slowly incorporated into the curriculum, identifying the lack of an explicit structure and the need for a more coordinated and transversal approach. The social dimension explores UTFSM's role in the local community, highlighting opportunities for greater engagement through projects that promote sustainable practices, such as waste management and the use of renewable energies. Finally, the innovation dimension highlights the university's current projects in areas such as geothermal energy, green hydrogen, and technology transfer, emphasizing the importance of connecting these initiatives with industry and communities.

Throughout the thesis, a set of strategies is proposed based on best practices observed and adapted to UTFSM's context. These include the implementation of practical sustainability education programs, improving campus environmental management, and promoting interdisciplinary projects that address complex problems with a holistic approach. The recommendations are complemented by an analysis of gaps and opportunities, providing a clear roadmap to advance toward a more sustainable university management model aligned with global trends.

## Tabla de contenido

1.	Introducción .....	13
2.	Origen y Propósito del Estudio.....	14
2.1.	Problemática de Investigación .....	14
2.2.	Desafíos de la UTFSM en Sostenibilidad y Economía Circular .....	18
2.3.	Economía Circular en la Educación Superior.....	19
3.	Justificación de la Solución .....	21
4.	Objetivos .....	21
4.1.	Objetivo General .....	21
4.2.	Objetivos Específicos.....	22
5.	Alcance .....	22
6.	Metodología de la Investigación.....	23
6.1.	Enfoque de Investigación.....	23
6.2.	Fuente de Datos.....	24
6.3.	Proceso Metodológico.....	25
7.	Estado del Arte.....	27
7.1.	Contextualización de la Economía Circular.....	27
7.2.	Factores instrumentales en la economía circular .....	29
7.2.1	Modelos innovadores de negocios .....	29
7.2.2	Economía Circular motor de la transformación hacia un desarrollo sostenible .....	31
7.2.3	Impacto de la Economía Circular en Universidades .....	33
7.3.	Contextualización de la Sostenibilidad.....	34
7.3.1	Historia del concepto sostenible y/o sustentable .....	34
7.3.2	Contexto de la Sostenibilidad en Chile .....	37
7.4.	Red Campus Sustentable .....	38

8.	Marco Teórico.....	41
8.1.	Marco Teórico Conceptual.....	42
8.1.1	Concepto de Economía Circular.....	42
8.1.2	Concepto de Sostenibilidad.....	42
8.1.3	Concepto de Sustentabilidad.....	42
8.1.4	Concepto de Desarrollo Sustentable.....	43
8.1.5	Concepto de Desarrollo Sostenible.....	43
8.1.6	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	43
8.1.7	Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP).....	46
8.1.8	Concepto de Reciclaje y Externalidades.....	46
8.1.9	Acuerdo de Producción Limpia (APL).....	46
8.1.10	Indicadores de Responsabilidad Social (IRS).....	46
8.1.11	Concepto de Hoja de Ruta.....	47
8.2.	Marco Teórico Metodológico.....	47
8.3.	Benchmarking.....	47
8.3.1	Tipos de Benchmarking.....	48
8.4.	Cuadro de Mando Integral (CMI).....	49
8.5.	FODA.....	49
8.6.	Entrevista.....	49
8.7.	Estrategias.....	50
8.8.	Plan de Acción.....	50
8.9.	Método Multicriterio (MMC).....	51
9.	Desarrollo.....	52
9.1.	Metodología de Selección de Universidades (MMC).....	52
9.1.1	Selección de Universidades.....	52
9.2.	Fases del Benchmarking.....	58

9.2.1	Primera fase: Planificación .....	58
9.2.2	Fase de Análisis .....	62
9.2.3	Resumen de Brechas Identificadas en la USM .....	66
9.2.4	FODA .....	68
9.2.5	Fase de Proyección y Acción: Propuestas y Estrategias por Dimensión.....	68
9.3.	Estrategias Detalladas por Dimensión: .....	69
9.3.1	Tabla de Resumen Propuestas y estrategias .....	74
9.3.2	Indicadores Claves de Desempeño (KPIS) .....	75
9.3.3	Cronograma de Implementación de Estrategias (2025-2030).....	77
9.4.	Implementación del Cuadro de Mando Integral (CMI).....	81
9.4.1	Perspectivas y Objetivos Estratégicos del CMI Adaptadas a la Sostenibilidad .....	82
9.4.2	Mapa Estratégico del CMI .....	90
9.5.	Resumen de Objetivos y KPIs .....	92
9.6.	Resumen de Plan de Implementación del CMI .....	92
9.7.	Cierre del Plan de Implementación del CMI .....	94
10.	Conclusiones.....	95
11.	Recomendaciones .....	97
12.	Bibliografía .....	99
13.	Webgrafía.....	101
14.	Anexos .....	103

## Índice de imágenes

Ilustración 1: Proceso Metodológico.....	25
Ilustración 2: Economía lineal.....	31
Ilustración 3: Principios de la Economía Circular .....	31
Ilustración 4: Triángulo de Nijkamp .....	36
Ilustración 5: FODA .....	68

## Índice de Tablas

Tabla 2: Universidades Miembros Campus Red Sustentable.....	53
Tabla 3: Calificación Universidades preseleccionadas. ....	56
Tabla 4: Selección 4 universidades .....	57
Tabla 5: Dimensiones .....	67
Tabla 6: Propuestas por Dimensión.....	69
Tabla 7: Tabla Resumen Propuestas y Estrategias. ....	74
Tabla 8: Indicadores Claves de Desempeño. ....	75
Tabla 9: Cronograma Dimensión Ambiental. ....	78
Tabla 10: Cronograma Dimensión Académica Curricular. ....	79
Tabla 11: Cronograma Dimensión Gestión Institucional .....	79
Tabla 12: Cronograma Dimensión Social y Contribución Pública.....	80
Tabla 13: Cronograma Dimensión Innovación y Proyectos Especiales.....	81
Tabla 14: Perspectiva Financiera. ....	83
Tabla 15: Perspectiva Clientes. ....	84
Tabla 16: Perspectivas Procesos Internos.....	86
Tabla 17: Perspectiva Aprendizaje y Crecimiento.....	88
Tabla 18: Resumen Objetivos y KPIs .....	92

## Índice de Gráficos

Gráfico 2: Mapa Estratégico .....	90
-----------------------------------	----

## 1. Introducción

En los últimos años, la sostenibilidad y la economía circular han adquirido gran relevancia en las discusiones sobre el futuro de las organizaciones. Las universidades, en su rol como centros de formación y generación de conocimiento, tienen la responsabilidad de liderar estas transformaciones, no solo a través de la enseñanza, sino también mediante la implementación de prácticas sostenibles en su propia gestión. Este enfoque no sólo contribuye a la preservación del medio ambiente, sino que también posiciona a las instituciones educativas como referentes en la transición hacia un desarrollo más sostenible.

La Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) ha realizado esfuerzos en materia de sostenibilidad, pero aún es posible avanzar al comparar su progreso con el de otras instituciones educativas en Chile. En este contexto, es importante evaluar y contrastar las estrategias que han adoptado universidades como la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), la Universidad de Chile (UCH), la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), y la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM). Estas universidades han implementado importantes iniciativas para integrar la sostenibilidad y la economía circular en su gestión institucional, lo que las convierte en valiosos puntos de referencia para desarrollar mejoras en la UTFSM.

La elección de estas universidades se basa en varios factores. En primer lugar, destacan por sus buenas prácticas y la información que proporcionan sobre sostenibilidad y economía circular. Además, la PUC, la PUCV, la UTEM, la UCH y la UTFSM son miembros activos de la Red de Campus Sustentable, una red comprometida con la promoción de la sostenibilidad en la educación superior chilena.

Por otra parte, para la selección de estas universidades mencionadas anteriormente, se ocupará el método multicriterio (MCC), que permitirá evaluar y priorizar los criterios de forma simultánea.

El objetivo de este documento es realizar un análisis comparativo (benchmarking) que permita identificar las mejores prácticas implementadas en estas instituciones y, a partir de ello, proponer estrategias que puedan ser aplicadas en la UTFSM. De esta manera, se elaborará un plan que facilite la adopción de la economía circular y la sostenibilidad

en la gestión institucional, logrando no solo una mejora interna en la utilización de recursos, sino también un mayor compromiso de la universidad con el entorno y la comunidad.

Asimismo, se incluye el análisis FODA como una herramienta estratégica para comprender la posición actual de la UTFSM frente a las universidades seleccionadas. Este análisis facilita la identificación de fortalezas y oportunidades que pueden potenciarse, al mismo tiempo que se reconocen debilidades y amenazas que requieren atención, proporcionando un marco claro para orientar las estrategias de mejora.

Por último, el Cuadro de Mando Integral (CMI) se integra como una herramienta clave para alinear las propuestas con los objetivos institucionales de la UTFSM. Este instrumento permite establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) en dimensiones críticas como financiera, procesos internos, aprendizaje y crecimiento, y social. Además, facilita el monitoreo y evaluación continua del progreso hacia las metas planteadas, asegurando que las estrategias implementadas sean efectivas y sostenibles en el tiempo.

La integración de estas metodologías refuerza el carácter estratégico de esta investigación, permitiendo no solo identificar y adoptar las mejores prácticas de las universidades comparadas, sino también diseñar un plan de acción sólido y alineado con los objetivos de la UTFSM, consolidando su compromiso con la sostenibilidad y la economía circular.

## **2. Origen y Propósito del Estudio**

### **2.1. Problemática de Investigación**

Las Instituciones de Educación Superior (IES) generan impactos socioambientales significativos debido a la magnitud y la complejidad de sus operaciones. Estas instituciones se asemejan a "pequeñas ciudades" (Jabbour et al., 2013) porque concentran un gran número de personas y realizan diversas actividades que requieren una alta demanda de recursos naturales y servicios.

En primer lugar, el consumo de recursos naturales es uno de los factores más importantes. Las IES utilizan grandes cantidades de energía y agua para mantener sus instalaciones operativas y satisfacer las necesidades de estudiantes, profesores y

personal administrativo. Actividades cotidianas, como la calefacción, la iluminación, el uso de equipos tecnológicos y el funcionamiento de laboratorios, incrementan notablemente el uso de estos recursos (Jabbour, 2010). Además, el volumen de residuos generados es considerable, dado el elevado número de personas que circulan por los campus. Esto incluye residuos sólidos, como desechos orgánicos, plásticos y papel, así como residuos peligrosos provenientes de los laboratorios. La gestión inadecuada de estos residuos puede provocar problemas de contaminación ambiental (Castro & Jabbour, 2013).

Otro impacto relevante es el relacionado con la movilidad y las emisiones de gases de efecto invernadero. El desplazamiento diario de miles de estudiantes y empleados hacia y desde las universidades contribuye significativamente a la emisión de estos gases, agravando la huella de carbono de las IES. Asimismo, el uso de vehículos institucionales y la realización de actividades que requieren transporte también generan emisiones contaminantes (Ferrer et al., 2010).

Por otro lado, las infraestructuras y los espacios verdes de las universidades también influyen en el entorno. Las IES requieren extensas áreas para edificios académicos, laboratorios, áreas deportivas y residencias estudiantiles, lo que puede afectar la biodiversidad local y el uso del suelo. El desarrollo de infraestructura puede desplazar ecosistemas naturales y alterar los hábitats de flora y fauna (Jabbour et al., 2013).

Además, las universidades son grandes consumidoras de bienes y servicios, lo que conlleva una considerable huella ambiental. Las actividades relacionadas con la adquisición y el uso de materiales de oficina, tecnología, alimentos y otros recursos necesarios para el funcionamiento académico y administrativo aumentan aún más el impacto ambiental de las IES (Castro & Jabbour, 2013).

Por lo tanto, los impactos socioambientales de las IES son elevados debido a la escala de sus operaciones y la diversidad de sus actividades. Esto subraya la necesidad de que estas instituciones asuman un compromiso serio con la sostenibilidad, promoviendo prácticas que minimicen su huella ambiental y fomenten el desarrollo sostenible en todas sus dimensiones.

Por otra parte, desde la Declaración de Estocolmo en 1972, las universidades han reconocido la interdependencia entre las actividades humanas y los impactos ambientales y, en los últimos veinte años, se han vinculado voluntariamente a proyectos e iniciativas para incorporar la sostenibilidad en sus sistemas (UNESCO, 1993; Alshuwaikhat & Abubakar, 2008).

Los denominados Campus Sostenibles (CS) son la apuesta de las universidades para integrar la sostenibilidad en sus currículos, operaciones e investigación. Un Campus Sostenible se define como un entorno universitario que aplica principios de desarrollo sostenible en la gestión de recursos, la infraestructura, la enseñanza y las actividades de investigación, con el fin de minimizar el impacto ambiental y promover una cultura de sostenibilidad dentro y fuera de la institución (Alshuwaikhat & Abubakar, 2008).

Si bien han aparecido múltiples marcos para analizar e incorporar la sostenibilidad en las IES, sólo son aplicados en países desarrollados, por lo que se hace necesario un marco asociado a los países emergentes (Saadatian, et al, 2009; Jabbouret al., 2013).

En un contexto global, las universidades han comenzado a reconocer la importancia de adoptar modelos educativos y de gestión que incorporen los principios de la economía circular y la sostenibilidad. La economía circular es un paradigma que propone un sistema de producción y consumo que minimiza el uso de recursos y la generación de residuos, priorizando la reutilización, reciclaje y regeneración de materiales.

Por otro lado, la sostenibilidad es un enfoque integral que aboga por un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Esto implica un equilibrio entre el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y el bienestar social (Brundtland, 1987).

La sostenibilidad abarca tres dimensiones interrelacionadas: la ambiental, la social y la económica. La dimensión ambiental se centra en la protección de los ecosistemas, la biodiversidad y los recursos naturales, promoviendo prácticas que minimicen el impacto ambiental, como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la conservación de la biodiversidad (United Nations, 2015).

La dimensión social se refiere a la promoción de la equidad y la justicia social, asegurando que las comunidades tengan acceso a recursos básicos, educación de calidad y un entorno saludable.

Finalmente, la dimensión económica busca un crecimiento inclusivo que genere prosperidad sin explotar los recursos naturales de manera insostenible (Sachs, 2015).

Estas tres dimensiones son esenciales para garantizar que las acciones actuales no solo beneficien a la generación presente, sino que también aseguren un planeta habitable y recursos suficientes para las futuras generaciones. La sostenibilidad se ha convertido en un principio rector en la formulación de políticas públicas, estrategias empresariales y, cada vez más, en el ámbito de la educación superior, donde las universidades desempeñan un papel crucial en educar y preparar a las futuras generaciones para enfrentar los desafíos globales (WCED, 1987).

A nivel internacional, se observa un avance significativo en la integración de los principios de la sostenibilidad y la economía circular en universidades de renombre, como la Universidad de Cambridge, la Universidad de Stanford, y la Universidad de Wageningen. Estas instituciones no solo implementan prácticas sostenibles en sus operaciones, como la gestión eficiente de recursos y la reducción de emisiones de carbono, sino que también han reformado sus currículos para incluir la enseñanza de estos principios. De esta manera, preparan a los estudiantes para un mundo donde la sostenibilidad y la circularidad serán esenciales para la toma de decisiones en cualquier sector (University of Cambridge, 2023; Stanford University, 2023; Wageningen<sup>1</sup> University, 2023).

La Universidad de Cambridge, por ejemplo, ha establecido un enfoque integral para la sostenibilidad mediante su *Sustainability Leadership Institute*, que conecta la academia con la industria para promover soluciones sostenibles.

Por su parte, Stanford University ha implementado “living labs” donde estudiantes y académicos colaboran con la industria para desarrollar proyectos sostenibles en tiempo real. Wageningen University es reconocida globalmente por su enfoque en la agricultura

---

<sup>1</sup> La Universidad de Wageningen se encuentra en la ciudad de Wageningen, en los Países Bajos, y es reconocida mundialmente por su liderazgo en investigación y educación en sostenibilidad, agricultura, y medio ambiente.

sostenible y la economía circular, liderando investigaciones y programas de formación que impactan directamente en la transición hacia sistemas más sostenibles (University of Cambridge, 2023; Wageningen University, 2023).

## **2.2. Desafíos de la UTFSM en Sostenibilidad y Economía Circular**

Sin embargo, en Chile, y en particular en la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), la adopción de la economía circular y la sostenibilidad dentro del marco universitario ha sido limitada y enfrenta una serie de barreras. Según el Informe de Sostenibilidad 2022 de la UTFSM, algunos de los desafíos que enfrenta la universidad incluyen la necesidad de fortalecer la sensibilización y formación de la comunidad universitaria en temas de sostenibilidad.

Además, se destaca la ausencia de sistemas de medición robustos que permitan evaluar de manera efectiva el impacto de las iniciativas implementadas, lo cual es clave para optimizar los esfuerzos y garantizar un avance sostenible en la gestión institucional (Universidad Técnica Federico Santa María, 2022).

A pesar de que la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) ha demostrado avances en sostenibilidad, como su colaboración con Codelco División Ventanas para mejorar procesos operacionales y aumentar la eficiencia energética e hídrica (UTFSM, 2024), y también el desarrollo del curso "Introducción a la Economía Circular", diseñado para capacitar en los principios fundamentales de este modelo (UTFSM, 2024), aún enfrenta desafíos para consolidar un enfoque estratégico integral que incluya la sostenibilidad y la economía circular en todas sus áreas de gestión y currículo académico.

Esto es consistente con lo que mencionan autores como Alshuwaikhat y Abubakar (2008), quienes destacan que sin un compromiso estructural y un sistema de evaluación claro, las iniciativas sostenibles tienden a ser fragmentadas y de bajo impacto.

Asimismo, la educación en sostenibilidad es fundamental para enfrentar los desafíos ambientales y sociales actuales. La "Declaración de Berlín" de la Conferencia Mundial de la UNESCO<sup>2</sup> sobre Educación para el Desarrollo Sostenible 2021 enfatiza que la

---

<sup>2</sup> La UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, es un organismo especializado de las Naciones Unidas establecido en 1945. Su misión es contribuir a la paz y la

educación es un potente facilitador del cambio positivo en mentalidades y concepciones del mundo, apoyando la integración de las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible.

Esta integración busca garantizar que las trayectorias de desarrollo no se orienten exclusivamente hacia el crecimiento económico en detrimento del planeta, sino hacia el bienestar de todos dentro de los límites planetarios (UNESCO, 2021).

Por otra parte, es esencial distinguir entre los términos "sustentable" y "sostenible". Aunque a menudo se utilizan como sinónimos, presentan matices diferentes. "Sustentable" se refiere a la capacidad de mantener algo por sí mismo a lo largo del tiempo, enfocándose en satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las futuras.

Por otro lado, "sostenible" implica un equilibrio más amplio, considerando la viabilidad económica, la equidad social y la preservación ambiental, asegurando que las actividades humanas puedan mantenerse indefinidamente sin agotar los recursos naturales (Gobierno de México, 2023; Ecología Digital, 2023).

### **2.3. Economía Circular en la Educación Superior**

La vinculación de las universidades con los sectores productivos es crucial para promover un desarrollo económico y social progresivo y sostenible. Sin embargo, esta relación ha evolucionado en el contexto de la creciente crisis ambiental que enfrenta la humanidad.

Esta crisis es, en gran medida, resultado de modelos productivos lineales caracterizados por "extraer-transformar-consumir-desechar", adoptados durante la expansión de la economía industrial. Desde la década de 1960, autores como Boulding han propuesto soluciones alternativas bajo el concepto de "economía circular", que busca transformar los sistemas productivos hacia modelos más sostenibles (Andrade et al., 2022).

En los últimos años, el agravamiento acelerado de la crisis ambiental ha intensificado el interés por impulsar la economía hacia esta modalidad circular, que promueve la

---

seguridad en el mundo mediante la promoción de la colaboración internacional en educación, ciencia, cultura y comunicación.

reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos, minimizando el impacto ambiental y fomentando la sostenibilidad a largo plazo.

De una manera esquemática, la economía circular debería operar con base en los principios de las 4R's (reduce, reuse, recycle, recover), que buscan minimizar el uso de recursos naturales y maximizar la reutilización de materiales para crear un sistema sostenible y regenerativo.

Esto implica rediseñar el modo en que se consumen y producen bienes, así como cómo se gestionan los residuos, considerando todos estos aspectos desde una perspectiva holística que abarque tanto los factores internos como externos de las organizaciones (Ellen MacArthur Foundation, 2013). En este contexto, las Instituciones de Educación Superior (IES) se enfrentan al reto de integrar este modelo en sus operaciones, enseñanza e investigación, adaptando sus prácticas a un paradigma que equilibra las necesidades económicas, ambientales y sociales.

No obstante, la implementación de la economía circular en las IES es una tarea compleja y multifacética. Este enfoque no solo requiere un cambio estructural profundo, sino también un compromiso activo por parte de las universidades.

Las dificultades en su aplicación se deben a factores como el nivel de compromiso institucional, la disposición de los líderes académicos, las políticas y regulaciones que rigen estas instituciones, y la disponibilidad de recursos financieros para llevar a cabo proyectos sostenibles (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017).

Es en este marco donde surge la necesidad de analizar las brechas existentes entre la situación actual de las IES y los objetivos ideales de la economía circular. Estas brechas pueden incluir una falta de infraestructura adecuada para el reciclaje y la recuperación de recursos, una cultura institucional que aún no valora completamente la sostenibilidad, o la ausencia de programas educativos que enseñen a los estudiantes a aplicar principios circulares en sus futuras profesiones. Abordar estas brechas es esencial para superar las barreras que dificultan la transición hacia una economía más sostenible y regenerativa.

Al cerrar estas brechas, se facilitará que las futuras generaciones puedan adoptar un enfoque holístico, entendiendo que la economía circular no se limita a los aspectos

económicos, sino que también abarca consideraciones sociales y ambientales. Esto contribuirá a promover un desarrollo más equilibrado y sostenible, donde las IES jueguen un papel clave en la educación de ciudadanos responsables y en la generación de soluciones innovadoras para los retos globales (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2017).

### **3. Justificación de la Solución**

La economía circular y la sostenibilidad representan desafíos y oportunidades significativas para las instituciones de educación superior en el contexto actual. La Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), como una entidad educativa prestigiosa, tiene el potencial de desempeñar un rol pionero en la formación de profesionales comprometidos con la sostenibilidad.

Sin embargo, la identificación de brechas en la integración de estos conceptos en su gestión y currículo académico destaca la necesidad de desarrollar estrategias que permitan su implementación efectiva.

Los potenciales impactos de abordar estas brechas incluyen una mejora significativa en la eficiencia del uso de recursos, la promoción de prácticas más responsables y sostenibles en toda la comunidad universitaria, y una mejor preparación de los estudiantes para enfrentar desafíos ambientales y económicos globales.

Además, la UTFSM podría fortalecer su reputación institucional al posicionarse como un líder en sostenibilidad, atraer a estudiantes y académicos interesados en la innovación sostenible, y fomentar alianzas estratégicas con industrias y organismos que promueven la economía circular.

### **4. Objetivos**

#### **4.1. Objetivo General**

Promover la transición hacia una universidad más sostenible mediante estrategias que optimicen la gestión de recursos, fomenten la cultura sostenible y fortalezcan las

capacidades de los estudiantes, contribuyendo a la competitividad institucional y a su reconocimiento en la implementación de la economía circular

#### **4.2. Objetivos Específicos**

- 1. Identificar y analizar las políticas y prácticas de economía circular y sostenibilidad** implementadas en la gestión y el currículo académico de la UTFSM y las universidades seleccionadas para el benchmarking.
- 2. Evaluar el grado de integración de la sostenibilidad y economía circular** en las áreas de infraestructura, uso de recursos y políticas internas de otras universidades en comparación con la UTFSM.
- 3. Proponer estrategias de mejora para la UTFSM** basadas en las mejores prácticas observadas, que permitan la integración progresiva de la economía circular y la sostenibilidad tanto en la gestión interna como en el currículo académico.
- 4. Realizar un Cuadro de Mando Integral (CMI)** que permita un sistema con indicadores clave para medir la viabilidad económica, el impacto en sostenibilidad, y el desempeño de las estrategias propuestas, asegurando su alineación con los objetivos institucionales.
- 5. Desarrollar un Plan de Acción específico para la UTFSM** concretos y graduales para implementar las estrategias, incluyendo responsables, plazos, y recursos, basados en los resultados del benchmarking, el Cuadro de Mando Integral y FODA.

#### **5. Alcance**

El estudio se centrará en analizar y comparar las prácticas de sostenibilidad y economía circular implementadas en la UTFSM y en las universidades seleccionadas: **Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)**, **Universidad de Chile (UCH)**, **Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)**, y la **Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM)**.

El análisis se enfocará en cómo estas universidades han integrado dichos conceptos tanto en la **gestión interna** (infraestructura, uso de recursos y políticas) como en el **currículo académico**. El objetivo es extraer lecciones y formular **estrategias aplicables** a la UTFSM, proponiendo mejoras basadas en las mejores prácticas observadas en las

instituciones evaluadas. El benchmarking incluirá aspectos **cuantitativos**, tales como políticas de sustentabilidad, uso de recursos energéticos y planes de acción relacionados.

Además, este estudio se complementará con herramientas metodológicas clave que permitan una evaluación integral. Entre ellas se incluye el **Cuadro de Mando Integral (CMI)**, que facilitará el diseño de estrategias basadas en indicadores clave de desempeño; el **análisis FODA**, que ayudará a identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas relacionadas con la sostenibilidad en la UTFSM; y la **metodología multicriterio**, que permitirá ponderar y priorizar alternativas estratégicas basadas en criterios definidos, proporcionando una visión estructurada y cuantitativa para la toma de decisiones.

Estas dimensiones complementarias enriquecerán los resultados del benchmarking y ofrecerán un enfoque más robusto y adaptado a las necesidades institucionales.

## **6. Metodología de la Investigación**

El presente estudio adopta un enfoque de benchmarking **competitivo<sup>3</sup> y funcional<sup>4</sup>** para analizar las mejores prácticas en sostenibilidad y economía circular de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) en comparación con universidades destacadas en la implementación de iniciativas sostenibles en Chile. Este enfoque no solo permite identificar brechas y oportunidades de mejora, sino también establecer estrategias que fortalezcan el compromiso de la UTFSM con la sostenibilidad, respaldado por su participación en la Red Campus Sustentable.

### **6.1. Enfoque de Investigación**

La metodología adoptada en este estudio es de carácter mixto, integrando herramientas cualitativas y cuantitativas para garantizar una evaluación integral. Las entrevistas abiertas proporcionan una perspectiva cualitativa que permite explorar en profundidad las

---

<sup>3</sup> "El benchmarking competitivo compara directamente los productos, servicios o procesos de una organización con los de sus principales competidores, con el objetivo de identificar brechas y mejorar su posición relativa en el mercado o sector" (Camp, R. C., 1989).

<sup>4</sup> "El benchmarking funcional analiza procesos o funciones específicas de otras organizaciones, independientemente de su sector o industria, para identificar buenas prácticas que puedan ser adaptadas al propio contexto" (Camp, R. C., 1989).

percepciones y conocimientos de expertos en sostenibilidad y economía circular. Paralelamente, el análisis documental interpreta estrategias y políticas de otras universidades, complementando la comprensión cualitativa.

Adicionalmente, se incorpora la **metodología multicriterio**, que utiliza un enfoque cuantitativo para evaluar y jerarquizar criterios, facilitando la selección de universidades comparables en el benchmarking. Este enfoque permite asignar pesos a diferentes criterios a través de un proceso estructurado, asegurando una evaluación basada en evidencia numérica y cualitativa. La combinación de esta metodología con el análisis cualitativo garantiza un enfoque robusto, permitiendo identificar brechas y formular estrategias adaptadas al contexto de la UTFSM de manera integral y fundamentada.

Este método se complementa con otras herramientas clave: el **Cuadro de Mando Integral (CMI)**, que permitirá establecer indicadores clave de desempeño y realizar un monitoreo efectivo de las estrategias propuestas; el **análisis FODA**, que ayudará a identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en el contexto institucional; y el **benchmarking competitivo y funcional**, que extrae las mejores prácticas de instituciones líderes en sostenibilidad. Estas metodologías, combinadas, garantizan un análisis integral que soporta la identificación de brechas y la formulación de estrategias adaptadas al contexto de la UTFSM.

## **6.2. Fuente de Datos**

La fuente de datos de este estudio combina información cualitativa y cuantitativa proveniente de entrevistas abiertas con expertos en sostenibilidad y economía circular, y un análisis detallado de documentos institucionales, como informes de sostenibilidad y políticas universitarias.

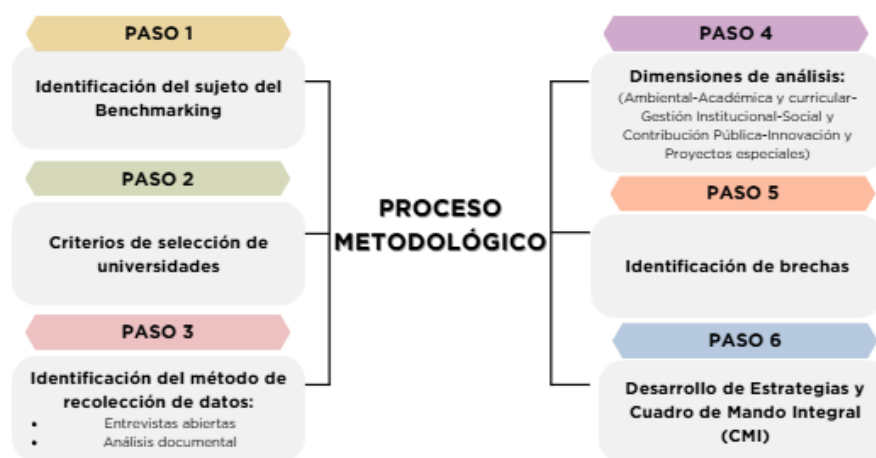
Este enfoque asegura una recopilación de datos completa y representativa, proporcionando una base sólida para el análisis comparativo y la propuesta de estrategias.

La recolección de datos se basa en:

1. **Entrevistas abiertas:** Se realizarán entrevistas con profesores y funcionarios expertos en economía circular y sostenibilidad. Estas entrevistas, se realizan de manera presencial en los campus de la UTFSM y mediante videollamadas por Google Meet, proporcionando una perspectiva detallada sobre la gestión, desafíos y oportunidades en sostenibilidad.
2. **Análisis documental:** Incluye la recopilación y evaluación de informes de sostenibilidad, políticas institucionales, y reportes académicos de universidades seleccionadas. Este análisis permitirá extraer datos cuantitativos clave y respaldar las observaciones cualitativas obtenidas en las entrevistas.

### 6.3. Proceso Metodológico

El proceso metodológico de este estudio se basa en un enfoque de benchmarking estructurado en varias etapas, diseñado para comparar y analizar las mejores prácticas en sostenibilidad y economía circular de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) con otras universidades destacadas en Chile. A continuación, se describe paso a paso:



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 1: Proceso Metodológico

1. **Identificación del sujeto del Benchmarking:** Se define la UTFSM como el sujeto del estudio, centrándose en las áreas de gestión institucional y currículo académico en términos de sostenibilidad y economía circular.
2. **Criterios de selección de universidades:** Se establecen criterios específicos para seleccionar las universidades comparables, como su reconocimiento en sostenibilidad,

pertenencia a redes colaborativas como la Red Campus Sustentable, y la disponibilidad de información detallada sobre sus políticas y prácticas sostenibles.

Esta selección se llevará a cabo con el apoyo de la **metodología multicriterio**, la cual permitirá jerarquizar los criterios mediante un análisis estructurado y asignarles pesos según su relevancia. De esta manera, se garantiza una evaluación objetiva y fundamentada para identificar las instituciones más adecuadas para el benchmarking.

3. **Identificación de universidades comparables:** Se eligen universidades que cumplan con los criterios establecidos y que sirvan como referencia valiosa para el benchmarking, destacando aquellas con un historial comprobado en la implementación de estrategias sostenibles.
4. **Identificación del método de recolección de datos:** La metodología empleará un enfoque mixto. Se realizarán:
  - **Entrevistas abiertas:** Como se mencionó anteriormente, se entrevistarán a profesores de la (USM) con amplio conocimiento del campus y de temas de sostenibilidad, para obtener una perspectiva cualitativa profunda sobre la integración actual de la sostenibilidad y la economía circular en la gestión institucional, así como sobre las oportunidades y desafíos que enfrenta la universidad en estas áreas.
  - **Análisis documental:** Se recopilarán y analizarán datos de informes de sostenibilidad, políticas institucionales y reportes académicos de las universidades seleccionadas.
5. **Dimensiones de análisis:** El estudio se estructura en cinco dimensiones clave para una evaluación integral:
  - **Dimensión ambiental:** Análisis de la gestión de recursos, eficiencia energética y huella de carbono.
  - **Dimensión académica y curricular:** Evaluación de la integración de la sostenibilidad en el currículo y el fomento de la investigación en temas sostenibles.
  - **Dimensión de gestión institucional y estrategias de sostenibilidad:** Revisión de políticas y estrategias que promuevan la economía circular en la administración universitaria.

- **Dimensión social y contribución pública:** Análisis del impacto en la comunidad y la contribución a políticas públicas sostenibles.
  - **Dimensión de innovación y proyectos especiales:** Evaluación de proyectos de economía circular y alianzas estratégicas para la innovación.
6. **Identificación de brechas:** A partir del análisis comparativo, se identificarán las brechas de desempeño y áreas de oportunidad en la UTFSM, en relación con las mejores prácticas observadas en las universidades seleccionadas. Estas brechas serán cruciales para diseñar estrategias que permitan cerrar las diferencias y mejorar la gestión de sostenibilidad en la UTFSM.
7. **Desarrollo de estrategias y Cuadro de Mando Integral (CMI):** Con base en la identificación de brechas, se propondrán estrategias de mejora específicas. Estas estrategias se organizarán y gestionarán mediante un Cuadro de Mando Integral (CMI), que incluirá indicadores clave para medir la efectividad y viabilidad económica de las propuestas.

## 7. Estado del Arte

El Estado del Arte es una revisión crítica de la información relevante sobre el tema de estudio, que establece el marco teórico y conceptual de la investigación. Donde, se examinaron aspectos fundamentales de la Economía Circular, la Sostenibilidad y su aplicación en la gestión universitaria.

### 7.1. Contextualización de la Economía Circular

La economía circular se presenta como un modelo alternativo y sostenible frente al tradicional modelo lineal de "tomar, hacer y desechar", que ha caracterizado el desarrollo industrial global. Este enfoque propone un ciclo regenerativo y reconstituyente, diseñado para optimizar el uso de recursos, minimizar residuos y preservar el capital natural. Reconocida como una herramienta clave para enfrentar los desafíos ambientales y económicos actuales, la economía circular busca integrar prácticas sostenibles en diversos sectores, promoviendo la reutilización, el reciclaje y la regeneración de materiales.

Su adopción, impulsada por iniciativas globales como el Plan de Acción de la Unión Europea en 2015, refuerza la necesidad de transitar hacia un desarrollo más equilibrado y responsable con el medio ambiente.

“De acuerdo con Martínez et al., (2021) a nivel internacional algunos países han implementado acciones referentes a la economía circular a causa de las consecuencias ocasionadas por las interconexiones de la economía mundial. Por lo tanto, es conveniente que cada país reconozca las áreas y los sectores en los que necesiten ayuda, con la finalidad de crear e implementar estrategias que permitan lograr un crecimiento más sostenible y adecuado”.

Cansi y Cruz (2020) enfatizan que la economía circular es considerada como una herramienta y estructura de resultados económicos y ambientales. Sin embargo, tiene como objetivo lograr el desarrollo sostenible para toda la sociedad, optimizando de tal manera aquellos recursos que son de gran utilidad para la conservación del medio ambiente. Además, minimizando los desechos que son producidos por los sectores industriales y aquellos que ocasionan las emisiones de gases, nos garantizan un entorno más sostenible y libre de contaminación.

Actualmente la economía circular está siendo implementada en el mundo real en muchos ámbitos y lugares diferentes, y el recorrido que tiene por delante es inmenso. En el año 2015 han visto la luz importantes contribuciones sobre economía circular, entre las que destacamos las siguientes: los libros de Webster y de Lacy y Rudqvist, los trabajos de EMF y McKinsey y de Wijkman y Skanberg (auspiciado por el Club de Roma), referidos a la Unión Europea (UE), y de U.S. Chamber of Commerce Foundation, centrado en los Estados Unidos. Además, en diciembre de 2015 la Comisión Europea publicó el Plan de Acción de la UE para la economía circular. (Pearce Turner, 1989).

El modelo económico lineal, vigente hoy día, consistente en «tomar, hacer, tirar», que confía en la disposición de grandes cantidades baratas y fácilmente accesibles de materiales y energía, además de medios baratos para deshacerse de lo que ya no interesa que ha estado en el corazón del desarrollo industrial y ha generado un nivel de crecimiento sin precedentes, está alcanzando sus límites físicos. Tal modelo no es

sostenible (Steffen et al., 2015). Una economía circular es una alternativa atractiva y viable que en el ámbito empresarial ya se ha empezado a explorar (EMF, 2015a y 2015b).

Una economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos. El concepto distingue entre ciclos biológicos y ciclos técnicos. Tal como fue previsto por sus creadores, una economía circular es un ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando stocks finitos y flujos renovables. Funciona de manera efectiva a cualquier escala.

## **7.2. Factores instrumentales en la economía circular**

Los modelos de negocio innovadores desempeñan un papel fundamental en la transición hacia una economía circular, desafiando los enfoques tradicionales y promoviendo prácticas sostenibles.

Estos modelos buscan maximizar el valor de los productos y materiales a lo largo de su ciclo de vida, reduciendo el desperdicio y optimizando el uso de recursos. Desde sistemas producto-servicio hasta estrategias de reciclaje avanzado, cada modelo representa un enfoque disruptivo que combina innovación y sostenibilidad, ofreciendo soluciones viables para enfrentar los desafíos ambientales y económicos actuales.

### **7.2.1 Modelos innovadores de negocios**

La economía circular surge como una respuesta al modelo económico lineal tradicional, que se basa en el consumo desmedido de recursos naturales y la generación de residuos. Este enfoque propone un cambio sistémico orientado a eliminar residuos desde el diseño, mantener los materiales en uso y regenerar los sistemas naturales, logrando así un equilibrio sostenible entre el desarrollo económico y la protección ambiental.

Más allá del reciclaje, la economía circular considera estrategias innovadoras para maximizar el valor de los recursos a lo largo de su ciclo de vida, generando oportunidades económicas y ambientales significativas a nivel global.

En su edición de abril del año 2013, la revista *Fast Company* destacó cinco modelos de negocio innovadores que están ayudando a materializar la economía circular en el ámbito

empresarial. Estos modelos representan enfoques disruptivos que buscan minimizar el desperdicio y maximizar el valor a lo largo del ciclo de vida de los productos:

1. **Sistemas producto-servicio (PSS):** Este modelo se centra en ofrecer servicios en lugar de vender productos físicos, lo que incentiva a las empresas a mantener los bienes en circulación durante más tiempo. Un ejemplo común es el arrendamiento de equipos o la prestación de servicios de mantenimiento, donde la empresa conserva la propiedad del producto, asegurando su reutilización y reciclaje al final de su uso.
2. **Segunda vida de materiales y productos:** Este enfoque prolonga la vida útil de los productos y materiales al darles un nuevo propósito o reutilizarlos en diferentes aplicaciones. Las empresas que adoptan este modelo buscan formas de reintroducir productos usados en el mercado, mediante la reparación, reacondicionamiento o renovación, reduciendo así la necesidad de extraer nuevos recursos.
3. **Transformación de producto:** Aquí, los productos son rediseñados o desmantelados para crear nuevos productos al final de su ciclo de vida original. La transformación de producto implica procesos industriales que permiten reutilizar componentes valiosos, disminuyendo el desperdicio y fomentando una economía regenerativa. Por ejemplo, una empresa podría convertir componentes de un automóvil obsoleto en piezas para nuevos vehículos.
4. **Reciclaje 2.0:** Este modelo va más allá del reciclaje tradicional, utilizando tecnología avanzada y métodos innovadores para convertir residuos en nuevos materiales de alto valor. Se enfoca en optimizar el reciclaje a nivel molecular, lo que permite recuperar materiales de manera más eficiente y con menor impacto ambiental. Ejemplos incluyen el reciclaje químico de plásticos o la recuperación de metales raros de dispositivos electrónicos.
5. **Consumo colaborativo:** Este modelo promueve el uso compartido de bienes y recursos a través de plataformas que conectan a los usuarios. En lugar de poseer artículos, las personas pueden acceder a ellos temporalmente mediante sistemas de alquiler o intercambio. Ejemplos incluyen el uso compartido de automóviles, viviendas (como en Airbnb) o herramientas, lo que reduce la demanda de nuevos productos y fomenta un uso más eficiente de los recursos.

## 7.2.2 Economía Circular motor de la transformación hacia un desarrollo sostenible

Hasta ahora, la economía global se ha basado en un modelo lineal, en el cual se toman recursos naturales para producir productos que, luego de ser utilizados, son desechados. Este modelo es problemático, ya que supone que tanto los recursos naturales como la capacidad de absorción de residuos del planeta son infinitas.

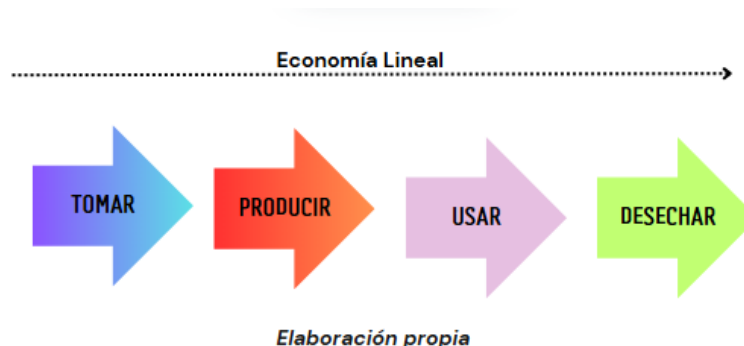


Ilustración 2: Economía lineal.

La naturaleza, sin embargo, no funciona así. En ella, la basura no existe. Todo residuo que se genera es aprovechado por algún otro organismo. La economía circular ofrece una alternativa que busca emular este modelo virtuoso de gestión de materiales en el funcionamiento de nuestras economías. Según la fundación Ellen MacArthur, organización líder en la materia a nivel global, la economía circular se basa en tres principios:

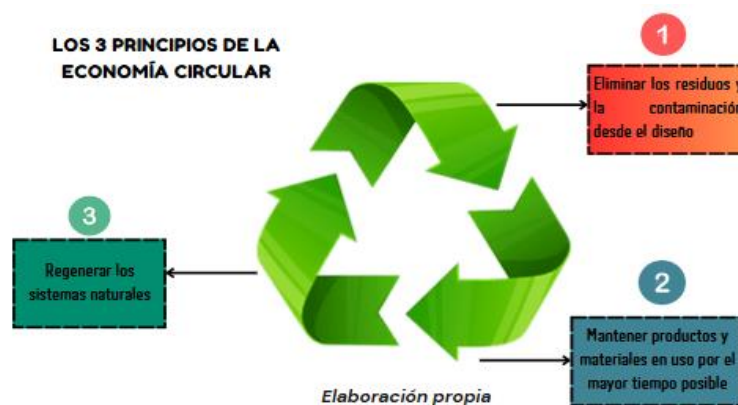


Ilustración 3: Principios de la Economía Circular

**1.Eliminar residuos y contaminación desde el diseño:** Rediseñar productos y sistemas para evitar la generación de desechos desde el inicio.

**2.Mantener productos y materiales en uso:** Extender la vida útil de los productos mediante la reutilización, reparación y reciclaje.

**3.Regenerar sistemas naturales:** Restaurar y proteger los recursos naturales, favoreciendo el uso de materiales renovables y prácticas sostenibles.

Estos principios implican un cambio sistémico, que busca desacoplar el desarrollo económico del consumo de recursos, reconociendo los límites naturales del planeta y los impactos dañinos del modelo lineal para los seres vivos. La transición a una economía circular busca construir resiliencia, generar oportunidades económicas y de negocio, y brindar amplios beneficios ambientales y sociales.

Entonces, ¿la economía circular significa reciclar más? Sin duda, el reciclaje es parte importante de la economía circular. Sin embargo, el modelo va mucho más allá.

Ofrece una mirada sistémica, que toma en cuenta todo el ciclo de vida de los productos para definir cuáles son las mejores formas de mejorar la gestión de los flujos de materiales renovables y los stocks de materiales no renovables. De esta forma, en la economía circular el reciclaje es solo una más dentro de un conjunto mucho más amplio de estrategias para superar la economía lineal.

La economía circular presenta enormes oportunidades económicas. El Foro Económico Mundial, en colaboración con la Fundación Ellen MacArthur, ha estimado que la economía circular podría generar ahorros de hasta US\$ 1 billón para el año 2025 (World Economic Forum & Ellen MacArthur Foundation, 2014).

Esto se debe a que prevenir la generación de residuos es mucho más eficiente que gestionar los desechos una vez producidos. La economía circular propone, por ejemplo, que es mejor compartir un libro con otra persona que reciclar sus páginas para hacer una nueva copia; que es más beneficioso diseñar productos de larga vida útil y que sean fáciles de reparar que enfrentarse a la gestión de residuos electrónicos derivados del paradigma de la obsolescencia programada; y que es preferible proteger los recursos

naturales para evitar agotarlos mediante un uso desmedido que comprometa su capacidad de regeneración. Además, se ha estimado que este nuevo enfoque de producción y consumo tiene un potencial económico de US\$ 4,5 billones al año 2030 y podría generar 95 millones de empleos a nivel global (Accenture, 2015).

### **7.2.3 Impacto de la Economía Circular en Universidades**

Tradicionalmente, las universidades han sido actores significativos en el ecosistema del conocimiento social, donde con su producción de Ciencia y Tecnología (CyT) y en el desarrollo de la educación a nivel superior han establecido un contexto dinámico de relaciones con los distintos actores de los sectores productivos. Dentro de ese cuadro general, la evolución hacia la economía circular remite a desarrollar, en las universidades, nuevas capacidades en el campo de la docencia y la investigación, así como en sus configuraciones organizacionales y condiciones operativas y en su interacción con los otros actores sociales, en particular los que operan con los sectores productivos. Todo esto con el fin de dar respuesta a las necesidades propias y de la sociedad que se generan con dicha evolución.

Desde una perspectiva general, es reconocido que, con su vinculación con los sectores productivos, las universidades potencian el alcance de las actividades de los actores que operan en los mismos al transferirles los conocimientos científicos y tecnológicos que producen. Para esa vinculación con los sectores productivos en el nuevo contexto de impulso a la economía circular, las universidades adaptan a las nuevas condiciones algunas de las modalidades que tradicionalmente desarrollaban para esos fines. Tal es el caso de las actividades de investigación aplicada y transferencia de tecnología que realizan en colaboración con empresas y organizaciones relacionadas con la economía circular. Estas investigaciones pueden enfocarse en desarrollar nuevas tecnologías, procesos o productos que promuevan la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de recursos, o abordar desafíos específicos en áreas como la gestión de residuos, la eficiencia energética, el diseño de productos sostenibles, entre otros con lo que pueden contribuir a desarrollar soluciones innovadoras (Joris,2024).

### **7.3. Contextualización de la Sostenibilidad**

La sostenibilidad, centrada en equilibrar lo ambiental, social y económico, ha ganado importancia en Chile gracias a iniciativas como la Ley REP y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En educación superior, la Red de Campus Sustentable lidera la integración de estas prácticas, promoviendo la gestión sostenible y la economía circular en universidades como la UTFSM y otras instituciones, fomentando un impacto positivo en sus comunidades.

#### **7.3.1 Historia del concepto sostenible y/o sustentable**

En la década de los años sesenta empieza a generarse la preocupación a nivel internacional por el tema del medio ambiente: importantes programas de gobierno y organismos internacionales, así como bastantes artículos e informes de gran divulgación, estuvieron dedicados a la protección del medio ambiente con fines principalmente conservacionistas. Igualmente, en dichos años se considera el surgimiento del movimiento ecologista y/o ambientalista contemporáneo, proponiendo cambios importantes a nivel político, social, cultural y económico.

Sin embargo, las instituciones más destacadas en estas áreas son Organizaciones No Gubernamentales (ONG), que han mostrado un notable entusiasmo en el estudio y promoción de estos temas. Ejemplos incluyen el Club de Roma y la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que han desempeñado un papel fundamental al trascender el enfoque en la protección del medio ambiente para posicionarla crisis ambiental como una prioridad en la agenda global. Este esfuerzo ha llevado el tema al ámbito de las políticas mundiales, regionales y locales, fomentando su inclusión como un asunto crucial para la comunidad internacional.

Fue en abril de 1968 cuando por invitación del club de roma se reunieron en aquella ciudad diversas personalidades: científicas, educadoras, economistas, humanistas, industriales y funcionarios nacionales e internacionales procedentes de 10 países, para discutir sobre el presente y el futuro de la especie humana. Se trataba de abordar las cuestiones que preocupan a todos los seres humanos: la pobreza en medio de la abundancia, la degradación del medio ambiente, el descrédito de las instituciones, la

urbanización descontrolada, la incertidumbre en el empleo, entre otros aspectos (Mayor, 2009).

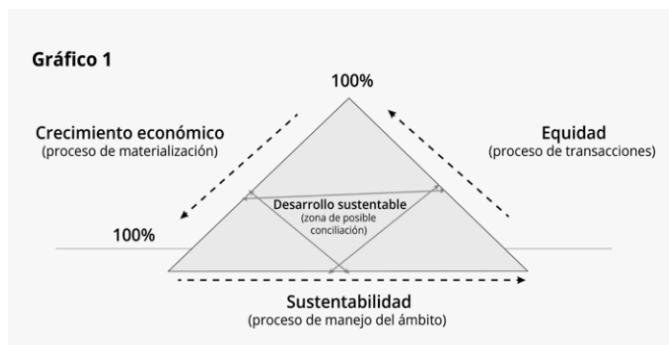
Por su parte la ONU celebra en París, en aquél mismo año, la conferencia sobre la conservación y el uso racional de los recursos de la biosfera, cuyo propósito fue el que los países convocados asumieron la responsabilidad internacional con relación al medio ambiente del planeta y se promoviera un encuentro mundial sobre el medio ambiente humano, que se concretaría en 1972. En marzo de 1972, Universe Books, de Nueva York, publica el libro *Los límites del crecimiento* (“The limits to growth”), estudio contratado por el Club de Roma al equipo del MIT (Massachusetts Institute of Technology), dirigido por el profesor Dennis Meadows y realizado por Donella H. Meadows, Dennis I. Meadows, Jorgen Randers & William W. Behrens, los cuales presentan allí los cinco factores básicos que determinan, y en último término limitan, el crecimiento en el planeta tierra: población, producción agrícola, recursos naturales, producción industrial y contaminación (Meadows et al., 1972).

En el año de 1984 se reunió por primera vez la comisión mundial de medio ambiente y desarrollo de la ONU, con el convencimiento que era posible para la humanidad construir un futuro más próspero, más justo y seguro, y entre cuyos objetivos estaban los de examinar los temas críticos de desarrollo económico y medio ambiente y formular propuestas realistas al respecto. Pero será hasta 1987 cuando dicha comisión presenta su informe: «Nuestro futuro común», conocido también como «Informe Brundtland», en honor a la secretaria de las Naciones Unidas de ese entonces, activista europea Harlem Brundtland. Es en este libro donde el concepto en consideración gana reconocimiento a nivel internacional, clarificando que «[...] está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias» (ONU, 1987, p. 29).

En abril de 1990 en la ciudad de Washington D.C., se realiza la conferencia anual sobre desarrollo económico del banco mundial, donde el economista holandés Peter Nijkamp presenta el trabajo titulado “Regional sustainable development and natural resources use” traducido como «Desarrollo regional sustentable y el uso de recursos naturales», donde sintetiza el concepto de sustentabilidad, simbolizando gráficamente la relación entre el

crecimiento económico, la equidad social y la sustentabilidad ambiental para dar lugar al desarrollo sustentable, área central del denominado triángulo de Nijkamp.

Figura N° 1 Triángulo de Nijkamp



Fuente: José Gregorio Barrios Vera. <https://www.gestiopolis.com/sostenibilidad-economica-social-prioridad-sustentabilidad-ambiental/>

Ilustración 4: Triángulo de Nijkamp

En el año 2015 las Naciones Unidas deciden transmitir el documento final titulado «Transformar nuestro mundo: la agenda 2030 para el desarrollo sostenible». Dicha nueva agenda universal contempla los 17 objetivos del desarrollo sostenible, pretendiendo de un lado, retomar los objetivos del desarrollo del milenio y lograr lo que con ellos no se consiguió, y del otro, contribuir a la construcción de un futuro sostenible:

“Estamos resueltos a liberar a la humanidad de la tiranía de la pobreza y las privaciones, y a sanar y proteger nuestro planeta. Estamos decididos a tomar las medidas audaces y transformativas que se necesitan urgentemente para reconducir al mundo por el camino de la sostenibilidad y la resiliencia. (ONU, 2105)”

Actualmente, la sostenibilidad sigue siendo uno de los temas más relevantes para el desarrollo de la sociedad en sus dimensiones ambiental, económica y social. Treinta años después de la publicación del informe Brundtland de las Naciones Unidas en 1987, titulado "Nuestro Futuro Común" (*Our Common Future*, en inglés), este concepto continúa guiando los esfuerzos globales hacia un desarrollo equilibrado y responsable.

El uso indiscriminado del término «sostenible» ha generado un agotamiento de su acepción inicial ya que, según los mejores cánones del marketing futurista, hoy en día todo es sostenible, término que goza de buena aceptación social y está muy relacionado con todo aquello que perdure en el tiempo. El uso indiscriminado del término «sostenible»

ha desvirtuado su significado original, convirtiéndolo en una expresión ampliamente aceptada, pero a menudo superficial, asociada a la permanencia en el tiempo. Por esta razón, y considerando otros aspectos que abordaré más adelante, prefiero utilizar el término «sustentable» en algunos casos. Este concepto no solo abarca la dimensión temporal, sino que también integra elementos clave relacionados con la vida humana, principio fundamental y esencia de la existencia, y otras aristas que preocupan a todos los seres del planeta (Zarta Ávila, P., 2018).

### **7.3.2 Contexto de la Sostenibilidad en Chile**

En el marco del desarrollo sostenible, Chile enfrenta tanto avances como desafíos importantes que condicionan su desempeño en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la ONU para el año 2030. Según el informe 2024 de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (SDSN), Chile cayó dos posiciones, ubicándose en el lugar 32 entre 167 naciones, aunque sigue siendo el país líder en América Latina (Naciones Unidas, 2024). Este retroceso se debe a una combinación de factores, incluidos un desempeño educativo menos favorable y persistentes desigualdades de género.

En el ámbito educativo, los resultados más recientes de la prueba PISA de 2022 reflejaron una disminución en el puntaje promedio del país, que pasó de 437,7 en 2018 a 434,4 puntos, con caídas significativas en Matemáticas y Lectura (OCDE, 2022). Este fenómeno, aunque global, afecta directamente el indicador de calidad educativa y limita el progreso en el ODS 4 (Educación de calidad).

Por otro lado, la equidad de género sigue siendo un desafío, con una marcada brecha salarial. De acuerdo con datos de la OCDE, solo el 15,4% de las mujeres en Chile alcanzan el nivel de ingresos medios de los hombres, lo que afecta el ODS 5 (Igualdad de género) y subraya la necesidad de políticas efectivas para reducir estas desigualdades (OCDE, 2022).

El informe también destaca un aumento en la desigualdad de ingresos, reflejado en el coeficiente de Gini, que se incrementó de 38,2 en 2019 a 44,9 en 2020, lo que repercute en el ODS 10 (Reducción de las desigualdades) y pone de manifiesto las dificultades en la distribución equitativa de la riqueza (Gillou, 2024). Además, Chile se enfrenta a

desafíos significativos en otros cinco ODS prioritarios: ODS 2 (Hambre cero), ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), ODS 13 (Acción por el clima), y ODS 15 (Vida terrestre). Cabe mencionar que el ODS 11 ha ganado relevancia en el informe más reciente, evidenciando la urgencia de abordar problemas relacionados con la urbanización sostenible.

En términos de colaboración internacional, el país también ha experimentado retrocesos en el ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos), lo que indica dificultades para fortalecer las asociaciones globales necesarias para impulsar un desarrollo sostenible efectivo (Victor Gillou, 2024). Estos desafíos resaltan la importancia de implementar políticas más robustas y acciones coordinadas para mejorar el desempeño del país en estos indicadores críticos.

#### **7.4. Red Campus Sustentable**

La Red Campus Sustentable surgió a partir de los Diálogos Universitarios, impulsados por la División de Educación Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), anteriormente conocida como Comisión Nacional de Medio Ambiente (Conama). Estos diálogos reunieron a diversos actores del ámbito universitario para discutir y compartir experiencias sobre sostenibilidad.

El primer encuentro de Campus Sustentables se llevó a cabo el 2 de diciembre de 2009 en Santiago, congregando a más de doscientas personas interesadas en la gestión ambiental y el desarrollo sostenible en el contexto universitario.

Un año después, en el año 2010, se organizó el Seminario "Universidad y Sustentabilidad" en el Centro de Extensión de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). Este evento contó con la participación de destacados expertos nacionales e internacionales en sostenibilidad universitaria, consolidando el interés en formalizar una colaboración interuniversitaria.

Como resultado de estas iniciativas, se elaboró el "Protocolo Marco para la Colaboración Interuniversitaria: Campus Sustentables". La firma de este protocolo se llevó a cabo el 29 de abril de 2010 en los salones de la CEPAL, y contó con la participación de las universidades fundadoras: Universidad de Santiago de Chile (USACH), Universidad

Tecnológica Metropolitana (UTEM), Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), Universidad Andrés Bello (UNAB), Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología, Universidad de Talca, y Universidad Bolivariana.

La Red Campus Sustentable se constituyó como una red chilena dinámica y cooperativa, diseñada para avanzar rápidamente en la implementación de acciones que promuevan la sostenibilidad en las instituciones de educación superior. Su estructura permite a las universidades colaborar en el desarrollo de políticas de gestión ambiental, compartir mejores prácticas, y fomentar el aprendizaje conjunto para abordar los desafíos ambientales y sociales de manera integral.

Hoy en día, la Red Campus Sustentable agrupa a más de 40 instituciones de educación superior, que incluyen universidades, institutos profesionales y centros de formación técnica, todas comprometidas con la incorporación de la sostenibilidad en sus campus y programas académicos (Red Campus Sustentable, 2023). Estas instituciones han adoptado políticas que incluyen la reducción de la huella de carbono, la mejora de la eficiencia energética, la gestión responsable de residuos y la promoción de la economía circular. Algunas de las universidades que forman parte de esta red son:

- Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM)
- Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)
- Universidad de Chile (UCH)
- Universidad de Santiago de Chile (USACH)
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
- Universidad Adolfo Ibáñez (UAI)
- Universidad de Concepción (UdeC)
- Universidad Austral de Chile (UACH)
- Universidad Diego Portales (UDP)
- Universidad de los Andes
- Universidad Católica del Norte (UCN)
- Universidad Andrés Bello (UNAB)

Estas instituciones participan activamente en la implementación de estrategias que abordan tanto la gestión de recursos naturales como la educación para la sostenibilidad.

Las políticas desarrolladas por la Red Campus Sustentable incluyen el compromiso con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la promoción de energías renovables, la optimización del uso de agua y energía, y el fomento de programas de reciclaje y gestión de residuos.

Además, estas universidades integran la sostenibilidad en su currículo académico, asegurando que las futuras generaciones de estudiantes estén preparadas para liderar en un mundo que valora la economía circular y la conservación ambiental.

### **Los objetivos principales de la red campus sustentables son:**

- Propiciar la incorporación de la sustentabilidad en las instituciones de educación superior a través de instancias de política pública.
- Generar instrumentos que fomenten la incorporación de la sustentabilidad en las IES.
- Generar instancias de formación que faciliten el accionar de los agentes de cambio institucionales en su comunidad educativa.
- Generar instancias de colaboración e intercambio de experiencias en base al aporte y participación de los socios.

Por otra parte, existen algunas alianzas en conjunto, tales como:

#### ➤ **Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC):**

Busca desarrollar proyectos de investigación interdisciplinaria para la generación de nuevos conocimientos a fin de hacer frente a los problemas derivados del Cambio Climático, como también impulsar proyectos de difusión y extensión como seminarios, congresos y cursos especializados en esta materia. El convenio fue firmado por 16 instituciones de educación superior y tiene vigencia hasta el año 2023.

#### ➤ **Programa Huella Chile**

La Red Campus Sustentable reconoce la urgencia que existe sobre la correcta gestión de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en las Instituciones de Educación Superior (IES) del país. Con el objetivo de avanzar en modelos estandarizados para que sus IES socias puedan cuantificar, disminuir y neutralizar sus emisiones GEI, se realizó una alianza con el Programa Huella Chile del Ministerio de Medio Ambiente.

### ➤ **Fundación Chile: Pacto Chileno por los plásticos**

Convenio de colaboración entre la Red Campus Sustentable y el Programa Pacto por los Plásticos de Fundación Chile, el cual se trabajó durante el año 2019 y en el que la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) es parte como Socio Colaborador, comprometiéndose a colaborar en la construcción e implementación del Plan de Acción al 2025 para abordar la problemática del packaging plástico y plásticos de un solo uso.

### ➤ **ARIUSA**

La Asociación de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (ARIUSA) es una red de redes universitarias ambientales en América Latina, el Caribe y España que coordinan sus actividades y cooperan para promover el compromiso de las universidades con la sustentabilidad.

## **8. Marco Teórico**

El marco teórico de este documento proporciona una base conceptual para comprender los principios y metodologías que sustentan la economía circular y la sostenibilidad, así como su aplicación en las instituciones de educación superior, con un enfoque específico en la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM).

Este estudio adopta un enfoque de benchmarking como herramienta clave para analizar y comparar las prácticas sostenibles de la (UTFSM) con otras universidades destacadas, identificando brechas y oportunidades de mejora.

En este contexto, resulta esencial aclarar conceptos fundamentales como economía circular, Desarrollo Sustentable y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre otros. Además de abordar herramientas metodológicas como el Cuadro de Mando Integral (CMI) y la importancia de las entrevistas abiertas a expertos en sostenibilidad, que complementan y enriquecen el análisis comparativo realizado.

El desarrollo de este marco teórico integra conceptos y teorías respaldadas por autores y organismos internacionales, asegurando que las estrategias propuestas en la investigación sean sólidas y alineadas con las mejores prácticas globales.

## **8.1. Marco Teórico Conceptual**

Esta sección aborda los fundamentos teóricos que sustentan el estudio, proporcionando definiciones y explicaciones sobre conceptos clave como la economía circular, el desarrollo sustentable y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Estos conceptos son esenciales para comprender el enfoque de sostenibilidad adoptado y su relevancia en el contexto de las instituciones de educación superior, con énfasis en la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM).

### **8.1.1 Concepto de Economía Circular**

La economía circular es un modelo económico que busca ser regenerativo y reconstituyente por diseño, manteniendo productos, componentes y materiales en su mayor nivel de utilidad y valor durante el mayor tiempo posible. Se basa en dos ciclos fundamentales: los ciclos biológicos, donde los materiales se biodegradan de forma segura, y los ciclos técnicos, donde los materiales se recuperan y reutilizan sin perder calidad (Pearce & Turner, 1989). Los principios de la economía circular incluyen la preservación y aumento del capital natural, la optimización del uso de recursos mediante el reciclaje y la reutilización, y la promoción de la eficiencia del sistema mediante la eliminación de externalidades negativas (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

### **8.1.2 Concepto de Sostenibilidad**

La sostenibilidad se refiere al desarrollo que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Este concepto integra tres dimensiones interdependientes: el crecimiento económico, la inclusión social y la protección ambiental. La sostenibilidad implica la adopción de prácticas que aseguren un equilibrio entre el uso de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente, promoviendo un desarrollo económico inclusivo y socialmente responsable (Brundtland, 1987; United Nations, 2015).

### **8.1.3 Concepto de Sustentabilidad**

El término "sustentabilidad" se refiere a un equilibrio entre el uso de recursos naturales y la preservación del medio ambiente para las generaciones futuras. Se relaciona con la

capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas (Brundtland, 1987). Incluye aspectos como la finitud de los recursos naturales, la contaminación, la producción limpia, y la necesidad de prácticas empresariales responsables que promuevan un desarrollo económico y social sostenible (Zarta Ávila, 2018).

#### **8.1.4 Concepto de Desarrollo Sustentable**

El desarrollo sustentable se ha convertido en un concepto fundamental desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992. Se define como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en riesgo las capacidades de las futuras generaciones (Brundtland, 1987). Sus pilares son el equilibrio entre la economía, la sociedad y el medio ambiente, elementos esenciales para garantizar un crecimiento sostenible (Larrouyet, 2015).

#### **8.1.5 Concepto de Desarrollo Sostenible**

El desarrollo sostenible es un enfoque que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Este concepto se basa en tres pilares fundamentales: el crecimiento económico, la inclusión social y la protección ambiental, los cuales deben integrarse de manera equilibrada para garantizar un desarrollo a largo plazo. La definición más reconocida de desarrollo sostenible proviene del Informe Brundtland de 1987, redactado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, que establece la necesidad de un desarrollo que "satisfaga las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades" (Brundtland, 1987; United Nations, 2015).

#### **8.1.6 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son una iniciativa de la ONU que busca abordar desafíos globales como la pobreza, la desigualdad y el cambio climático. Establecidos en 2015 como parte de la Agenda 2030, los ODS comprenden 17 objetivos y 169 metas, que requieren colaboración entre gobiernos, la sociedad civil y el sector privado para su éxito

(Naciones Unidas, 2015). Estos objetivos reflejan un compromiso internacional para construir un futuro más equitativo y sostenible.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015 como parte de la Agenda 2030, son los siguientes:

- **Fin de la Pobreza**

Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.

- **Hambre Cero**

Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible.

- **Salud y Bienestar**

Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

- **Educación de Calidad**

Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida.

- **Igualdad de Género**

Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas.

- **Agua Limpia y Saneamiento**

Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible, así como el saneamiento para todos.

- **Energía Asequible y No Contaminante**

Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

- **Trabajo Decente y Crecimiento Económico**

Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.

- **Industria, Innovación e Infraestructura**

Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

- **Reducción de las Desigualdades**

Reducir la desigualdad en y entre los países.

- **Ciudades y Comunidades Sostenibles**

Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

- **Producción y Consumo Responsables**

Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

- **Acción por el Clima**

Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

- **Vida Submarina**

Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, mares y recursos marinos.

- **Vida de Ecosistemas Terrestres**

Gestionar sosteniblemente los bosques, combatir la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras, y detener la pérdida de biodiversidad.

- **Paz, Justicia e Instituciones Sólidas**

Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir instituciones eficaces, responsables e inclusivas.

- **Alianzas para Lograr los Objetivos**

Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

### **8.1.7 Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP)**

La Ley 20.920, conocida como Ley REP, establece que los productores son responsables de la gestión y financiamiento del reciclaje de residuos derivados de sus productos. Esta legislación aplica a productos prioritarios como neumáticos, envases, aceites lubricantes y aparatos electrónicos, impulsando un sistema de gestión de residuos más eficiente y sostenible (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

### **8.1.8 Concepto de Reciclaje y Externalidades**

Según Mankiw (2012), el reciclaje es el proceso mediante el cual los residuos se transforman en nuevos productos, ayudando a reducir el consumo de recursos naturales y la contaminación. Las externalidades, por otro lado, son los efectos indirectos de una actividad económica que afectan a terceros, como la contaminación, que representa un costo social no asumido por el productor original (Mankiw, 2012).

### **8.1.9 Acuerdo de Producción Limpia (APL)**

Un Acuerdo de Producción Limpia (APL) es un instrumento de gestión ambiental voluntario establecido entre el sector productivo y el gobierno, con el objetivo de mejorar el desempeño ambiental de las empresas mediante la implementación de prácticas que optimicen el uso de recursos y minimicen la generación de residuos y emisiones contaminantes. Los APL promueven la innovación y la adopción de tecnologías limpias, contribuyendo a la transición hacia modelos productivos más sostenibles (Consejo Nacional de Producción Limpia, 2021).

### **8.1.10 Indicadores de Responsabilidad Social (IRS)**

Los Indicadores de Responsabilidad Social (IRS) son métricas utilizadas para evaluar y comunicar el impacto social, económico y ambiental de las actividades de una organización. Estos indicadores miden aspectos como la gobernanza corporativa, la ética

empresarial, el respeto por los derechos humanos, las prácticas laborales justas y la gestión ambiental. Los IRS ayudan a las empresas a identificar áreas de mejora y a rendir cuentas ante sus grupos de interés, promoviendo la transparencia y el compromiso con la sostenibilidad (ISO 26000, 2010; Global Reporting Initiative, 2020).

### **8.1.11 Concepto de Hoja de Ruta**

Una hoja de ruta es un plan estratégico que define una visión a largo plazo y las iniciativas necesarias para alcanzarla, proporcionando un marco para la acción en temas de sostenibilidad y gestión de recursos (Ministerio del Medio Ambiente, 2020).

## **8.2. Marco Teórico Metodológico**

En esta sección se presentan las herramientas y enfoques metodológicos utilizados en este estudio, incluyendo el benchmarking como eje central del análisis, el Cuadro de Mando Integral (CMI) como herramienta de gestión estratégica, y las entrevistas abiertas a expertos en sostenibilidad y (FODA) y también el método multicriterio (MCC), el cual permite evaluar y priorizar alternativas considerando múltiples criterios relevantes de forma simultánea. Esto facilita la toma de decisiones en contextos complejos, donde los factores a evaluar pueden ser tanto cualitativos como cuantitativos. Estos métodos permiten evaluar y comparar la integración de la economía circular y la sostenibilidad en la UTFSM, así como formular propuestas concretas para su mejora.

### **8.3. Benchmarking**

El **Benchmarking** es una herramienta esencial en la planificación estratégica y mejora continua de las organizaciones.

Según Camp (1993), el Benchmarking se utiliza para establecer objetivos alcanzables a partir de la comparación con las mejores prácticas de otras entidades, enfocándose en el entorno externo y no en los antecedentes internos o históricos de la propia organización. A través de este proceso, las organizaciones pueden identificar áreas de mejora y aplicar estrategias exitosas para optimizar su rendimiento (Coldling, 2000).

El Benchmarking se define como un proceso sistemático de evaluación y aprendizaje que permite a una organización analizar cómo otras llevan a cabo funciones específicas y, en

consecuencia, mejorar sus propios productos, servicios o procesos. Este proceso fomenta la cooperación y el intercambio de información, contribuyendo al desarrollo de sistemas personalizados de mejora (Cárdenas, 2006).

Watson (1997) destaca que el Benchmarking no debe interpretarse como una mera imitación, sino como un enfoque estratégico que ayuda a dirigir los recursos hacia las áreas con mayor potencial de impacto. Este método, popularizado por Xerox en los años 70, ha demostrado ser fundamental en la gestión organizacional al elevar la calidad y la satisfacción del cliente (Finnigan, 1997).

### **8.3.1 Tipos de Benchmarking**

La revisión de literatura identifica 3 tipos de Benchmarking, como los identifica Camp (1997), Finnigan (1997), y Spendolini (1994)

1. **Benchmarking Interno:** Se enfoca en comparar diferentes unidades dentro de la misma organización para transferir y aplicar mejores prácticas internas.
2. **Benchmarking Competitivo:** Implica la comparación directa con los competidores para obtener información detallada y mejorar el rendimiento relativo.
3. **Benchmarking Funcional o Genérico:** Compara procesos o prácticas con organizaciones líderes que no necesariamente son competidoras directas, permitiendo la adopción de innovaciones de otras industrias.

#### **Fases del Benchmarking según Robert C. Camp:**

Camp en (1993) describe un proceso en varias fases:

1. **Fase de Planificación:** Involucra definir el área de estudio y los socios con quienes se realizará la comparación, así como la metodología para recolectar datos. Watson (1997) sugiere que esta fase debe estar basada en una comprensión profunda del entorno y objetivos de la organización.
2. **Fase de Análisis:** Los datos recolectados se analizan y se comparan con las mejores prácticas para identificar las brechas de desempeño, que pueden ser positivas, negativas o en paridad.

3. **Proyección y Acción:** Consiste en establecer metas y diseñar un plan de acción que permita cerrar las brechas identificadas. Aquí se desarrollan estrategias específicas, se asignan responsabilidades y se establecen sistemas de monitoreo.
4. **Reajustar y Actualizar:** Finalmente, se debe hacer un seguimiento constante y adaptar las estrategias según sea necesario para mantener la competitividad.

#### 8.4. Cuadro de Mando Integral (CMI)

El Cuadro de Mando Integral (CMI) es una herramienta de gestión estratégica desarrollada por Robert Kaplan y David Norton en el año 1992. Esta herramienta permite a las organizaciones traducir su visión y estrategia en un conjunto de objetivos e indicadores de desempeño, organizados en cuatro perspectivas clave: financiera, clientes, procesos internos, y aprendizaje y crecimiento. El CMI no solo mide los resultados financieros, sino que también evalúa otros factores críticos para el éxito a largo plazo, como la satisfacción de los clientes, la eficiencia de los procesos operativos y la capacidad de la organización para innovar y mejorar continuamente. De esta manera, el CMI proporciona un marco integral para la toma de decisiones estratégicas y la mejora continua (Kaplan & Norton, 1996).

#### 8.5. FODA

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) es una herramienta estratégica utilizada para evaluar la situación interna y externa de una organización. Las **fortalezas** y **debilidades** se refieren a los factores internos que afectan el rendimiento de la organización, mientras que las **oportunidades** y **amenazas** corresponden a factores externos que podrían influir en su éxito. Este método proporciona un marco para identificar y comprender los aspectos críticos que afectan la capacidad de una organización para alcanzar sus objetivos, facilitando así la toma de decisiones estratégicas (Gürel & Tat, 2017).

#### 8.6. Entrevista

La entrevista es una técnica de recolección de datos que se utiliza ampliamente en la investigación cualitativa. Consiste en una conversación planificada entre el investigador y el entrevistado, con el objetivo de obtener información detallada y profunda sobre un

tema específico. Las entrevistas pueden ser estructuradas, semiestructuradas o no estructuradas, dependiendo del grado de flexibilidad en las preguntas y la interacción con el entrevistado. Este método permite explorar percepciones, experiencias y conocimientos de los participantes, proporcionando un contexto enriquecedor que no se puede capturar mediante métodos cuantitativos (Kvale & Brinkmann, 2009). *En este estudio, se realizarán entrevistas abiertas a profesores expertos en sostenibilidad para obtener insights valiosos sobre las prácticas de la Universidad Técnica Federico Santa María y su enfoque hacia la economía circular.*

### **8.7. Estrategias**

Las estrategias son planes o enfoques detallados que una organización diseña para alcanzar sus objetivos de manera efectiva. En el contexto de la gestión institucional, las estrategias se enfocan en la formulación y ejecución de acciones que permitan a una entidad posicionarse favorablemente en su entorno y lograr ventajas competitivas sostenibles. Según Porter (1980), una estrategia implica la elección de un conjunto de actividades distintivas que permiten a una organización diferenciarse de sus competidores. Las estrategias se desarrollan a partir del análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) y deben estar alineadas con la visión y misión de la institución.

### **8.8. Plan de Acción**

Un plan de acción es un documento estratégico que detalla las iniciativas y pasos específicos que se deben llevar a cabo para implementar las estrategias definidas. Incluye objetivos claros, actividades, responsables, plazos y recursos necesarios para cada acción, lo que permite un seguimiento y evaluación precisos del progreso. El propósito del plan de acción es garantizar que las estrategias se traduzcan en acciones concretas, facilitando la ejecución y el logro de los resultados esperados (Bryson, 2011). En el caso de la economía circular y la sostenibilidad en la UTFSM, el plan de acción se diseñará para abordar las brechas identificadas y facilitar la implementación gradual de las estrategias propuestas.

## 8.9. Método Multicriterio (MMC)

El **método multicriterio (MMC)** es una herramienta analítica diseñada para abordar problemas complejos que requieren evaluar múltiples criterios, muchas veces en conflicto entre sí. Según Belton y Stewart (2002), el MMC permite estructurar y analizar decisiones considerando simultáneamente diversos factores cualitativos y cuantitativos, proporcionando un marco transparente y sistemático para priorizar alternativas.

El MMC, según Figueira, Greco y Ehrgott (2005), combina criterios definidos por el tomador de decisiones con ponderaciones que reflejan la importancia relativa de cada uno. Los elementos clave incluyen:

1. **Criterios:** Factores de evaluación relevantes (ej., sostenibilidad, impacto social).
2. **Alternativas:** Opciones evaluadas según los criterios.
3. **Ponderaciones:** Pesos asignados a cada criterio para reflejar su importancia.
4. **Modelo de agregación:** Fórmula que combina las evaluaciones para generar puntajes totales.

### Fases del MMC

De acuerdo con Belton y Stewart (2002), las etapas del MMC incluyen:

- **Definición de criterios y alternativas:** Identificación de los factores críticos y las opciones de decisión.
- **Asignación de ponderaciones:** Determinación de la importancia relativa de los criterios.
- **Evaluación de alternativas:** Calificación de cada opción según los criterios.
- **Priorización:** Agregación de los puntajes ponderados para determinar el orden de preferencia.

## **9. Desarrollo**

El presente estudio tiene como objetivo y finalidad desarrollar estrategias que integren la economía circular y la sostenibilidad en la gestión de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM). A través de un análisis comparativo con universidades chilenas reconocidas por su liderazgo en sostenibilidad, se busca identificar buenas prácticas y proponer un plan de acción que se ajuste a las necesidades y características específicas de la UTFSM.

### **9.1. Metodología de Selección de Universidades (MMC)**

El **método multicriterio (MMC)** es ampliamente utilizado como herramienta analítica dentro del benchmarking, ya que permite evaluar y comparar alternativas de manera objetiva en función de múltiples criterios relevantes. Según Camp (1993), el benchmarking es "un proceso continuo de medición y comparación de productos, servicios o prácticas, tanto dentro de la propia organización como con las de los principales competidores". En este contexto, el MMC se convierte en una herramienta clave para analizar y priorizar referentes de excelencia.

A continuación, se mencionarán los distintos pasos, que ayudarán a seleccionar las instituciones que se trabajaran y analizaran y que servirá para el benchmarking de la UTFSM.

Se iniciará por el listado inicial de las universidades miembros de la Red Campus Sustentable (RSC), para iniciar la selección de las instituciones, categorizándolos por (2) criterios, lo que permitirá posteriormente preseleccionar 10 universidades.

Luego, de este paso se utilizará el método multicriterio para seleccionar a las 4 universidades que se trabajaran a lo largo del benchmarking de este estudio. Todo lo anterior, se explica y detalla en los siguientes pasos:

#### **9.1.1 Selección de Universidades**

##### **Paso 1: Listado inicial de las Universidades**

Este paso se definirá con un enfoque en las Universidades que sean miembros de la Red Campus Sustentable (RSC). Es importante explicar que la Red Campus Sustentable,

agrupa a diversas instituciones de Educación Superior en Chile, comprometidas con la sustentabilidad.

A continuación, se presente un listado de las universidades chilenas que son miembros de la RCS:

Universidades Miembros Campus Red Sustentable(RSC)		
1. Universidad Técnica Federico Santa María	21. Universidad Autónoma de Chile	41. Universidad Gabriela Mistral
2. Pontificia Universidad Católica de Chile	22. Universidad de Aysén	42. Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología
3. Universidad Andrés Bello	23. Universidad de Atacama	43. Universidad Internacional SEK
4. Universidad Tecnológica Metropolitana	24. Universidad de O'Higgins	44. Universidad Mayor
5. Duoc UC	25. Universidad de Valparaíso	45. Universidad Miguel de Cervantes
6. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación	26. Universidad de Antofagasta	46. Universidad Pedro de Valdivia
7. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	27. Universidad de Tarapacá	47. Universidad San Sebastián
8. Universidad Austral de Chile	28. Universidad de Playa Ancha	48. Universidad Santo Tomás
9. Universidad Católica del Norte	29. Universidad de La Serena	49. Universidad UCINF
10. Universidad de Talca	30. Universidad Adventista de Chile	50. Universidad UNIACC
11. Universidad de Santiago de Chile	31. Universidad Alberto Hurtado	
12. Universidad de Concepción	32. Universidad Arturo Prat	
13. Universidad de La Frontera	33. Universidad Bernardo O'Higgins	
14. Universidad Católica del Maule	34. Universidad Central de Chile	
15. Universidad de Los Lagos	35. Universidad de Ciencias de la Informática	
16. Universidad de Magallanes	36. Universidad de Las Américas	
17. Universidad de Chile	37. Universidad de Los Andes	
18. Universidad del Bío-Bío	38. Universidad de Viña del Mar	
19. Universidad Católica de Temuco	39. Universidad del Desarrollo	
20. Universidad Mayor	40. Universidad Finis Terrae	

Tabla 1: Universidades Miembros Campus Red Sustentable

Fuente: Elaboración propia.

## Segundo paso: Filtrado hasta 10 universidades

Con el listado anteriormente, se dará a conocer y aplicar los criterios de selección para dejar a las 10 universidades que destaquen según sus prácticas sostenibles y su rol pionero en sostenibilidad en Chile y obtener un benchmarking robusto.

Se utilizará el siguiente criterio, considerando lo siguiente:

- Prácticas sostenibles destacadas, tales como; iniciativas, reconocimientos, y proyectos relevantes, englobando estrategias relacionadas con la sostenibilidad o primeros en implementar políticas sobre este tema.

Se detallarán acciones sostenibles específicas de las instituciones que reflejan mayor avance en estos ámbitos, para luego preseleccionar a las 10 instituciones más relevantes.

## **Prácticas sostenibles y estrategias destacadas de las instituciones miembros de la Red Campus Sustentable (RCS)**

- Universidad de Concepción: Implementó un programa de reciclaje de mascarillas, destacándose en la gestión de residuos.
- Universidad de Talca: Ejecutó un proyecto, para fortalecer el emprendimiento y la innovación regional con enfoque sustentable.
- Universidad Católica del Norte: Desarrolló un análisis de eficiencia energética y construcción sustentable, integrando energías renovables en sus edificaciones.
- Universidad Santiago de Chile: Lanzó una Política de Sostenibilidad, mostrando compromiso institucional con la sustentabilidad.
- Universidad Austral de Chile: Participó en la implementación de sistemas de gestión, para la sustentabilidad en campus universitarios.
- Universidad Andrés Bello: Lidera en Chile, según el Impact Ranking 2022 por su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.
- Universidad Autónoma de Chile: Actualizó su política de Sostenibilidad y Responsabilidad Social Universitaria, avanzando en gestión socialmente responsable.
- Universidad de La Frontera: Reconocida por sus buenas prácticas como; gestión de residuos, energía y agua.
- Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC): Primera universidad chilena en comprometerse con el carbono neutralidad para 2038.
- Universidad de Chile (UCH): Aprobó la Política de Sustentabilidad Universitaria en 2012, transformándose en una universidad Sustentable.
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV): Pionera en Chile en elaborar y publicar el reporte de Sostenibilidad desde 2009.
- Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM): Recibió el Sello de Reconocimiento Organizacional de Excelencia y Neutralización 2020.
- Universidad Católica de Temuco: Promovió la cultura sustentable a través de iniciativas con la comunidad universitaria.

### **Paso 3: Preselección de las 10 universidades:**

Basándonos en los criterios anteriores, las 10 universidades preseleccionadas son:

1. Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)
2. Universidad de Chile (UCH)
3. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
4. Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM)
5. Universidad de Concepción
6. Universidad Católica del Norte
7. Universidad de Santiago de Chile
8. Universidad de Talca
9. Universidad Católica de Temuco
10. Universidad Austral de Chile

Cada una de estas universidades ha demostrado un compromiso que se destaca por la preocupación con la sustentabilidad, ya sea, a través de reconocimientos en el área, prácticas destacadas o políticas sostenibles.

### **Paso 4: Aplicación del método multicriterio (MMC)**

Con el fin de seleccionar las 4 instituciones finalistas y poder realizar el benchmarking en conjunto a la UTFSM. Se iniciarán las siguientes fases del método multicriterio:

Las fases de esta sección del método multicriterio se categorizarán en letras:

#### **A.- Definir los criterios de Evaluación:**

Se establecen cinco criterios para evaluar las universidades, basados en su relevancia para la integración de la economía circular y la sostenibilidad:

1. **Gestión institucional en sostenibilidad (30%):** Presencia de políticas y estrategias institucionales en sostenibilidad.
2. **Proyectos de economía circular (25%):** Implementación y éxito de iniciativas relacionadas con economía circular.
3. **Impacto Social (20%):** Vinculación con la comunidad y contribución al cambio social.

4. **Liderazgo en Sostenibilidad (15%):** Reconocimientos nacionales o internacionales en el área.
5. **Resultados medibles (10%):** Indicadores cuantitativos como huella de carbono, eficiencia energética y reciclaje.

#### B.- Asignar pesos (%) a los criterios:

- Gestión institucional: **30%**
- Proyectos de economía circular: **25%**
- Impacto social: **20%**
- Liderazgo en sostenibilidad: **15%**
- Resultados medibles: **10%**

#### C.-Evaluación y Calificación:

Cada universidad fue evaluada en una escala de 1 a 5 para cada criterio, utilizando información de los reconocimientos sostenibles de cada institución e información documentada en reportes ambientales.

N°	Universidad	Gestión institucional (30%)	Proyectos de economía circular (25%)	Impacto social (20%)	Liderazgo (15%)	Resultados medibles (10%)	Puntaje Total
1	PUC	$5 \times 0.3 = 1.50$	$4 \times 0.25 = 1.00$	$4 \times 0.2 = 0.80$	$5 \times 0.15 = 0.75$	$5 \times 0.1 = 0.50$	4.55
2	U. Chile	$5 \times 0.3 = 1.50$	$4 \times 0.25 = 1.00$	$5 \times 0.2 = 1.00$	$4 \times 0.15 = 0.60$	$5 \times 0.1 = 0.50$	4.60
3	PUCV	$4 \times 0.3 = 1.20$	$4 \times 0.25 = 1.00$	$4 \times 0.2 = 0.80$	$5 \times 0.15 = 0.75$	$4 \times 0.1 = 0.40$	4.15
4	UTEM	$4 \times 0.3 = 1.20$	$5 \times 0.25 = 1.25$	$3 \times 0.2 = 0.60$	$4 \times 0.15 = 0.60$	$4 \times 0.1 = 0.40$	4.05
5	U. Concepción	$4 \times 0.3 = 1.20$	$3 \times 0.25 = 0.75$	$3 \times 0.2 = 0.60$	$3 \times 0.15 = 0.45$	$4 \times 0.1 = 0.40$	3.40
6	UCN	$3 \times 0.3 = 0.90$	$4 \times 0.25 = 1.00$	$3 \times 0.2 = 0.60$	$4 \times 0.15 = 0.60$	$3 \times 0.1 = 0.30$	3.40
7	USACH	$4 \times 0.3 = 1.20$	$3 \times 0.25 = 0.75$	$4 \times 0.2 = 0.80$	$3 \times 0.15 = 0.45$	$4 \times 0.1 = 0.40$	3.60
8	U. Talca	$3 \times 0.3 = 0.90$	$3 \times 0.25 = 0.75$	$4 \times 0.2 = 0.80$	$3 \times 0.15 = 0.45$	$3 \times 0.1 = 0.30$	3.20
9	U. Austral	$4 \times 0.3 = 1.20$	$3 \times 0.25 = 0.75$	$4 \times 0.2 = 0.80$	$4 \times 0.15 = 0.60$	$4 \times 0.1 = 0.40$	3.75

Tabla 2: Calificación Universidades preseleccionadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla, se observan las 10 universidades preseleccionadas, la cual en cada criterio es ponderada con su (%) detallado en el paso (B). Este (%) se multiplica por el número de escala para cada criterio (1 al 5). Y los criterios de calificación son especialmente, los reconocimientos sostenibles que se destacan en cada institución, como se mencionó anteriormente.

Se puede observar, que las 10 instituciones se categorizan por colores, esto representa el puntaje obtenido en cada una de ellas. Por ejemplo, existen 4 instituciones de color verde, este color representa las universidades que obtuvieron un mayor puntaje mayor a

4. Las universidades de color amarillo claro son las que obtuvieron un puntaje menor a cuatro, pero mayor 3.50.

Finalmente, instituciones de color rojo representan, el puntaje total menor que el resto de las instituciones, que son menor a 3.50.

### Paso 5: Selección de las 4 universidades

Por ende, las 4 instituciones seleccionadas son las que alcanzaron el mayor puntaje total, las cuales son: **la PUC, UCH, PUCV y UTEM**. Estas universidades resaltan más que las otras universidades preseleccionadas, esto puede influir por distintos factores, ya sea por prácticas sostenibles que sostienen y además de los criterios de sostenibilidad que se calificaron.

Lo anteriormente mencionado, se observa en la siguiente tabla:

N°	Universidad	Gestión institucional (30%)	Proyectos de economía circular (25%)	Impacto social (20%)	Liderazgo (15%)	Resultados medibles (10%)	Puntaje Total
1	PUC	$5 \times 0.3 = 1.50$	$4 \times 0.25 = 1.00$	$4 \times 0.2 = 0.80$	$5 \times 0.15 = 0.75$	$5 \times 0.1 = 0.50$	4.55
2	U. Chile	$5 \times 0.3 = 1.50$	$4 \times 0.25 = 1.00$	$5 \times 0.2 = 1.00$	$4 \times 0.15 = 0.60$	$5 \times 0.1 = 0.50$	4.60
3	PUCV	$4 \times 0.3 = 1.20$	$4 \times 0.25 = 1.00$	$4 \times 0.2 = 0.80$	$5 \times 0.15 = 0.75$	$4 \times 0.1 = 0.40$	4.15
4	UTEM	$4 \times 0.3 = 1.20$	$5 \times 0.25 = 1.25$	$3 \times 0.2 = 0.60$	$4 \times 0.15 = 0.60$	$4 \times 0.1 = 0.40$	4.05

Tabla 3: Selección 4 universidades  
Fuente: Elaboración propia.

De las 10 universidades preseleccionadas, las 4 instituciones con el mejor desempeño fueron seleccionadas a través del método multicriterio. La metodología multicriterio ayudó a filtrar las universidades que destacan en temas de economía circular y sostenibilidad. Lo cual, permite gestionar un benchmarking más robusto y así comparar a la UTFSM con las demás universidades seleccionadas, con el fin de obtener las mejores conclusiones y así la UTFSM pueda adaptar y seguir potenciándose en materias de sostenibilidad.

Siguiendo con lo anterior, ahora que se obtuvieron las universidades seleccionadas para el benchmarking, partiremos por las fases que esta metodología presenta.

Según **Robert Camp (1993)**, este proceso se divide en **tres fases principales**, que estructuran el análisis y la implementación de mejoras. Estas son:

1. **Fase de Planificación:** Esta fase inicial se centra en preparar el proceso de benchmarking y definir claramente lo que se desea lograr. Tales como:
  - **Identificación de qué se va a comparar:** Determinar el proceso, producto o área que será objeto del benchmarking.

- **Selección de socios de benchmarking:** Identificar las organizaciones, instituciones o competidores que servirán como referencia.
  - **Definición de los métodos de recolección de datos:** Establecer cómo se recopilará la información (entrevistas, informes, visitas, etc.).
- 2. Fase de Análisis:** Aquí se examinan los datos recopilados para identificar brechas de desempeño y comprender las razones detrás de estas diferencias.
- **Recolección de datos detallados:** Obtener información específica sobre las prácticas de los socios seleccionados.
  - **Identificación de brechas:** Comparar el desempeño propio con el de los referentes para identificar áreas de mejora.
  - **Análisis de las causas:** Profundizar en las diferencias para entender qué factores explican el éxito de los líderes.
- 3. Fase de Proyección y Acción:** La última fase del benchmarking, se enfoca en establecer estrategias e implementar mejoras basadas en los hallazgos del benchmarking. Incluye:
- **Proyección de objetivos realistas:** Establecer metas específicas para cerrar las brechas identificadas.
  - **Desarrollo e implementación de planes de acción:** Diseñar estrategias concretas y llevarlas a cabo.
  - **Monitoreo y revisión:** Evaluar continuamente el progreso para garantizar que los objetivos se cumplan.

## 9.2. Fases del Benchmarking

A continuación, se iniciará y detallarán cada una de las fases de esta metodología, las cuales se categorizarán por letras, en este estudio:

### 9.2.1 Primera fase: Planificación

Según los resultados obtenidos con el método multicriterio, se pudo identificar y seleccionar las 4 universidades que serán de gran importancia al momento de iniciar el benchmarking.

- **Selección de Universidades**

Se utilizó el método multicriterio (MMC), para la selección de universidades comparables, considerando los cinco criterios que se utilizaron para esta selección con el (MMC), para evaluar las distintas instituciones, basados en su relevancia para la integración de la economía circular y la sostenibilidad:

1. **Gestión institucional en sostenibilidad (30%):** Presencia de políticas y estrategias institucionales en sostenibilidad.
2. **Proyectos de economía circular (25%):** Implementación y éxito de iniciativas relacionadas con economía circular.
3. **Impacto Social (20%):** Vinculación con la comunidad y contribución al cambio social.
4. **Liderazgo en Sostenibilidad (15%):** Reconocimientos nacionales o internacionales en el área.
5. **Resultados medibles (10%):** Indicadores cuantitativos como huella de carbono, eficiencia energética y reciclaje.

Las universidades seleccionadas destacaron en estos aspectos, posicionándose como referentes en sostenibilidad.

Se describen a continuación las universidades seleccionadas, en función de sus principales características relacionadas con sostenibilidad y economía circular, para lograr un conocimiento inicial sobre sus prácticas sustentables:

**a) Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)**

En base a documentos recopilados de la Red Campus Sustentable y también a los últimos reportes de Sostenibilidad, se pudo destacar que la UC presenta:

- Iniciativas destacadas:
  - Dirección de Sustentabilidad y el Instituto para el Desarrollo Sostenible.
  - Políticas de neutralidad de carbono para 2038.
  - Proyectos como Campus Verde, que integran eficiencia energética, gestión de residuos y biodiversidad.

En segundo lugar, se identifica la segunda institución a comparar en este Benchmarking y se da a conocer los principales hallazgos en temas sostenibles, según informes ambientales:

**b) Universidad de Chile (UCH):**

- Reconocida por su enfoque en investigación y contribución social.
- Logros en sostenibilidad:
  - Indicador RESIES 2021: Gobernanza destacada en sustentabilidad.
  - Paneles solares en edificios clave y proyectos de biodiversidad urbana.
  - Sistema avanzado de reciclaje y compostaje.

En tercer lugar, se seleccionó en base al método multicriterio, la siguiente PUCV, que permitirá analizar sus distintos desarrollos sostenibles dentro del Benchmarking, dentro de sus hallazgos, se puede identificar:

**c) Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)**

- Firme compromiso con la sostenibilidad, evidenciado en el Plan Estratégico 2023-2029.
- Metas relevantes:
  - Carbono neutral para 2035.
  - Núcleo Biotecnología Curauma, enfocado en economía circular y eficiencia energética.
- Cumplimiento del Acuerdo de Producción Limpia (APL) con resultados sobresalientes.

Finalmente, la última universidad seleccionada para este benchmarking es la UTEM, y en base a los reportes ambientales, se obtiene que:

**d) Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM)**

- Pionera en certificaciones de sostenibilidad:
  - Sello de Excelencia de Huella Chile.
  - Preacreditación en el Programa Estado Verde.

- Iniciativas innovadoras:
  - Reutilización de aguas grises, jardines verticales, y auditorías energéticas.
- Alianzas con redes locales para mejorar infraestructura verde.

Por otra parte, los métodos de recolección de datos para este benchmarking se establecen en base a los últimos reportes Ambientales o Sostenibles de las instituciones seleccionadas e informes. Además, se realizaron entrevistas a profesores e investigadores de la UTFSM, con el fin de observar cómo actualmente se están gestionando las practicas sostenibles dentro de la institución, obteniendo así una mirada más cercana.

Las entrevistas se realizaron presencial en el campus Vitacura y también de manera online por Google Meet, los entrevistados son académicos de la UTFSM, como, por ejemplo: en Ingeniería Química Ambiental, en temas de Economía circular y Sostenibilidad y por último en Gestión Estratégica.

Es importante recordar, que, a lo largo de este benchmarking, se analizarán y se compararán las prácticas sostenibles y economía circular de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) con las otras cuatro universidades chilenas, mencionadas anteriormente, las cuales son: Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), Universidad de Chile (U. Chile), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM).

El benchmarking integra cinco dimensiones que serán claves a lo largo de este estudio, estas son:

1. **Dimensión Ambiental:** Gestión de recursos, eficiencia energética y huella de carbono.
2. **Dimensión Académica y Curricular:** Integración de sostenibilidad en el currículo.
3. **Dimensión de Gestión Institucional:** Políticas y estrategias de sostenibilidad.
4. **Dimensión Social y Contribución Pública:** Vinculación con la comunidad y políticas públicas.
5. **Dimensión de Innovación y Proyectos Especiales:** Proyectos de economía circular y alianzas estratégicas.

## 9.2.2 Fase de Análisis

### B.- Segunda Fase del Benchmarking:

Esta fase se centra en comparar las prácticas de sostenibilidad y economía circular de las universidades seleccionadas. Los datos recopilados se analizan en función de las dimensiones clave, identificando fortalezas, debilidades y brechas en cada institución.

Este análisis constituye el núcleo del benchmarking, proporcionando información valiosa para el diseño de estrategias.

El análisis se organiza según las cinco dimensiones clave:

#### ❖ Dimensión Ambiental

Evalúa cómo las universidades gestionan recursos, reducen su impacto ambiental y promueven la eficiencia energética y la reducción de emisiones de carbono.

#### Comparación de prácticas:

- **PUC:** Instalación de 1,500 paneles solares, corredores ecológicos y reciclaje avanzado.
- **UCH:** En términos de reciclaje, ha establecido sistema de estaciones de reciclaje y programas de compostaje de residuos orgánicos.
- **PUCV:** Uso de energía solar y estrategias de biorremediación para aguas residuales.
- **UTEM:** Jardines verticales, reutilización de aguas grises y certificación ISO 14001.
- **UTFSM:** Monitoreo energético en tiempo real, plantas fotovoltaicas, pero carece de un plan integral de sostenibilidad.

#### Brechas para la UTFSM:

1. Falta de un plan estratégico ambiental a largo plazo.
2. Limitada implementación de proyectos de reciclaje y compostaje.

#### ❖ Dimensión Académica y Curricular

Analiza la integración de la sostenibilidad y la economía circular en los planes de estudio, así como el fomento de la investigación en estas áreas.

### **Comparación de prácticas:**

- **PUC:** Cursos interdisciplinarios y simposios internacionales.
- **UCH:** Programas de posgrado y proyectos de investigación colaborativos que analizan el impacto del cambio climático.
- **PUCV:** Minor en sostenibilidad y ética ambiental.
- **UTEM:** Semana de la Sostenibilidad y colaboración en proyectos comunitarios.
- **UTFSM:** Ofrece cursos aislados en sostenibilidad, con una integración limitada en las mallas curriculares.

### **Brechas para la UTFSM:**

1. Falta de transversalidad en la incorporación de la sostenibilidad en el currículo.
2. Oportunidad para crear eventos masivos que fomenten la cultura sostenible.

#### **❖ Dimensión de Gestión Institucional**

Examina las políticas y estrategias adoptadas por las instituciones para liderar en sostenibilidad desde una perspectiva organizacional.

### **Comparación de prácticas:**

- **PUC:** Comité de Sostenibilidad y políticas de carbono neutralidad.
- **UCH:** Desarrollo de un Observatorio de Sostenibilidad que monitorea el progreso en tiempo real y publica informes sobre energía, residuos y biodiversidad.
- **PUCV:** Plan de desarrollo estratégico y gobernanza para sostenibilidad.
- **UTEM:** Plan de Desarrollo Institucional 2021-2025, Sello Carbono Neutral.
- **UTFSM:** Sistema de Gestión Energética certificado, pero sin una estructura formalizada para sostenibilidad.

### **Brechas para la UTFSM:**

1. Necesidad de crear una Oficina Verde para centralizar las políticas de sostenibilidad.
2. Poca participación en alianzas estratégicas con sectores externos.

## ❖ **Dimensión Social y Contribución Pública**

Revisa la vinculación de las universidades con la comunidad y su rol en influir en políticas públicas y crear impacto social positivo.

### **Comparación de Prácticas:**

- **PUC:**
  - Programa de voluntariado ambiental enfocado en la conservación y restauración de humedales urbanos.
  - Colaboración con organismos gubernamentales para desarrollar políticas públicas relacionadas con sostenibilidad urbana.
  - Actividades comunitarias como la reforestación y programas de educación ambiental en escuelas.
- **UCH:**
  - Compromiso de incorporar la sostenibilidad como un eje central en su gestión institucional y actividades académicas.
  - A través de alianzas estratégicas con organizaciones públicas y privadas, busca impulsar políticas sostenibles y fomentar la participación tanto de los estudiantes como de la comunidad.
  - Organización de foros y seminarios que reúnen a expertos para abordar problemas ambientales.
- **PUCV:**
  - "Torneo de Innovación por el Clima," donde estudiantes compiten con soluciones innovadoras para problemas climáticos locales.
  - Colaboración con municipios en proyectos de economía circular, como campañas de limpieza de playas.
  - Talleres sobre sostenibilidad abiertos a la comunidad para promover educación ambiental inclusiva.
- **UTEM:**
  - Jornadas de limpieza de ríos y parques, involucrando a estudiantes en actividades prácticas de sostenibilidad.
  - Creación de techos verdes y revitalización de espacios públicos en colaboración con organizaciones comunitarias.

- Talleres de sostenibilidad para el público general, fomentando el conocimiento sobre prácticas responsables.
- **UTFSM**
- Talleres educativos sobre reciclaje y energías renovables en escuelas locales.
- Proyectos comunitarios enfocados en la restauración de áreas verdes y movilidad sostenible, como la expansión de ciclovías.

### **Brechas para la UTFSM:**

1. Escala limitada de actividades de vinculación con la comunidad, especialmente en comparación con las actividades masivas de la PUC y la UTEM.
2. Falta de programas sostenidos de educación ambiental dirigidos a la comunidad externa.
3. Necesidad de participación más activa en la formulación de políticas públicas.

### **❖ Dimensión de Innovación y Proyectos Especiales**

Explora proyectos innovadores y alianzas estratégicas que impulsan la economía circular y la sostenibilidad en el ámbito académico y tecnológico.

Comparación de Prácticas:

- **PUC:**
  - Centro de Innovación UC Anacleto Angelini, que impulsa proyectos sostenibles a gran escala.
  - Proyectos como la creación de materiales reciclables avanzados y tecnologías de ahorro energético.
  - Alianzas estratégicas con empresas privadas y organizaciones internacionales para fomentar la investigación en sostenibilidad.
- **UCH:**
  - Proyecto "Fabricación solar de nanotubos de carbono multifuncionales para el mercado de nanomateriales" busca reducir residuos industriales mediante la producción de nanotubos de carbono utilizando energía solar.

- Iniciativa "Proceso de purificación y concentración de litio de salmueras extraídas de salares (LiSa)" tiene como objetivo mejorar la eficiencia en la extracción de litio y la recuperación de agua en procesos mineros.
- **PUCV:**
  - Núcleo Biotecnología Curauma, enfocado en proyectos de biorremediación y conversión de residuos orgánicos en energía.
  - Desarrollo de infraestructura energética sostenible, como una planta solar que cubrirá el 33% de las necesidades del Campus Curauma.
  - Iniciativas de economía circular en colaboración con empresas locales.
- **UTEM:**
  - Premio Sustenta y liderazgo en innovación en energías renovables.
  - Desarrollo de tecnologías para reutilización de aguas grises y captura de agua de lluvia.
  - Incubadora de startups verdes, fomentando emprendimientos en sostenibilidad.
- **UTFSM:**
  - Laboratorio de Energías Renovables, que permite a estudiantes trabajar en prototipos de energía solar y eólica.
  - Colaboración con la industria en proyectos de reciclaje y manufactura sostenible.
  - Sin embargo, carece de un centro específico de innovación dedicado a sostenibilidad.
- **Brechas para la UTFSM:**
  1. Falta de un centro dedicado exclusivamente a la innovación en sostenibilidad y economía circular.
  2. Escasa promoción de alianzas estratégicas para proyectos sostenibles de mayor impacto.
  3. Potencial sin explotar para establecer una incubadora de startups enfocada en soluciones sostenibles.

### 9.2.3 Resumen de Brechas Identificadas en la USM

A continuación, se presenta un resumen consolidado de las brechas identificadas en la UTFSM, organizadas por dimensión, en comparación con las mejores prácticas observadas en las otras universidades chilenas:

Dimensión	Aspecto Evaluado	Brecha Identificada	Oportunidad de Mejora
Dimensión Ambiental	Gestión de Recursos y Eficiencia Energética	Falta de estrategias integrales para la gestión de energía y recursos.	Incrementar tecnologías limpias como paneles solares y desarrollar sistemas de monitoreo energético.
	Gestión de Residuos	Ausencia de un sistema integral de reciclaje y compostaje.	Implementar sistemas avanzados de reciclaje en todos los campus, similar a los de la PUCV.
Dimensión Académica y Curricular	Integración Académica de Sostenibilidad	Temas de sostenibilidad poco integrados en las mallas curriculares.	Diseñar un minor en sostenibilidad e incluir cursos obligatorios en programas académicos.
	Fomento de la Investigación	Poca cantidad de proyectos interdisciplinarios en sostenibilidad.	Incentivar la investigación aplicada en economía circular y sostenibilidad.
Dimensión de Gestión Institucional	Políticas y Estrategias de Sostenibilidad	Ausencia de un plan maestro de sostenibilidad y estructura dedicada como una Oficina Verde.	Crear una Oficina Verde y desarrollar un Plan Estratégico de Sostenibilidad al 2030.
	Gestión de Economía Circular	Escasez de prácticas institucionales de economía circular en procesos de compras y servicios.	Incorporar criterios de economía circular en la contratación de servicios y adquisición de materiales.
Dimensión Social y Contribución Pública	Vinculación con la Comunidad	Baja interacción con comunidades locales y falta de campañas de sensibilización ambiental.	Organizar talleres comunitarios y ampliar los programas sociales con enfoque sostenible.
	Participación en Políticas Públicas	Poca participación en la formulación de políticas públicas en sostenibilidad.	Colaborar con instituciones públicas y privadas en iniciativas de políticas ambientales.
Dimensión de Innovación y Proyectos Especiales	Proyectos de Economía Circular y Buenas Prácticas	Falta de un centro de innovación exclusivo para sostenibilidad, como el de la UC.	Crear un centro de innovación sostenible enfocado en la economía circular y energías renovables.
	Alianzas Estratégicas para Innovación	Menor cantidad de alianzas estratégicas en comparación con otras universidades líderes en sostenibilidad.	Fomentar colaboraciones con empresas y ONGs para desarrollar proyectos sostenibles de mayor impacto.

Tabla 4: Dimensiones  
Fuente: Elaboración propia.

## 9.2.4 FODA

El análisis FODA es una herramienta estratégica que permite evaluar factores internos y externos que afectan a una organización. En el contexto de esta tesis, el FODA analiza las condiciones actuales de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) en relación con la integración de la sostenibilidad y la economía circular, identificando las fortalezas y oportunidades que pueden aprovecharse, así como las debilidades y amenazas que deben gestionarse.

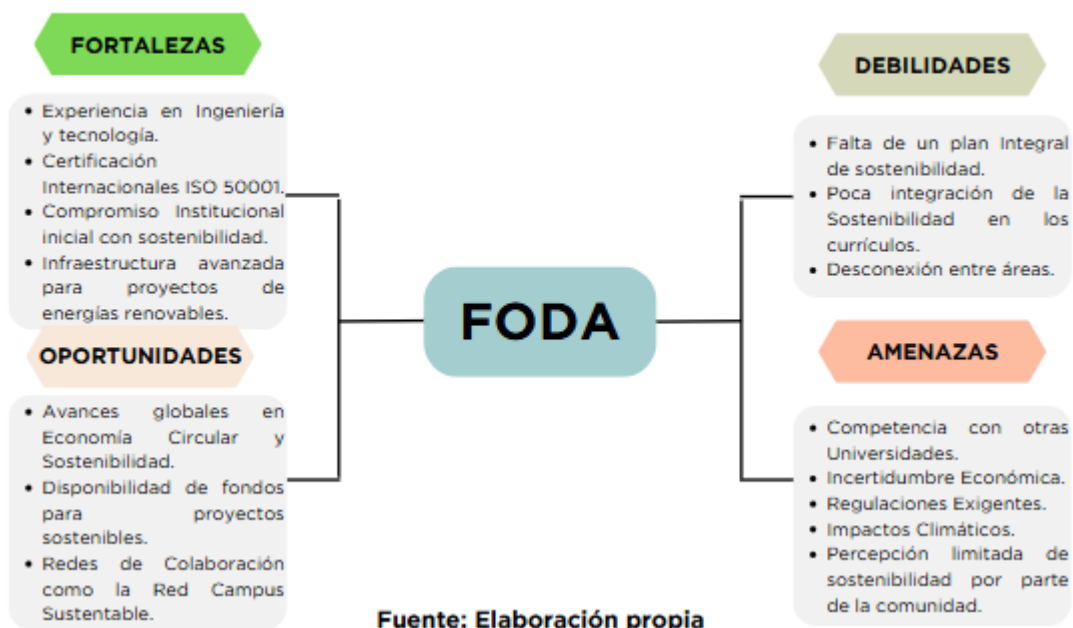


Ilustración 5: FODA

Este análisis destaca que la UTFSM cuenta con fortalezas clave en ingeniería y certificaciones que pueden ser potenciadas mediante alianzas estratégicas y acceso a financiamiento externo. Sin embargo, enfrenta desafíos internos como la falta de integración curricular y la escasez de personal capacitado, lo que requiere estrategias específicas para aprovechar sus oportunidades y mitigar las amenazas.

## 9.2.5 Fase de Proyección y Acción: Propuestas y Estrategias por Dimensión

### Tercera Fase del Benchmarking

A continuación, se presentan propuestas y estrategias específicas para cada dimensión, integrando las mejoras necesarias para la UTFSM según las brechas identificadas en el análisis comparativo.

Dimensión	Meta	Estrategia Propuesta
Ambiental	Reducir la huella de carbono en un 30%	Expandir la instalación de paneles solares y puntos de reciclaje en todos los campus.
Ambiental	Mejorar la gestión hídrica	Implementar sistemas de reutilización de aguas grises y captación de agua de lluvia.
Académica y Curricular	Diseñar un minor en sostenibilidad	Incorporar cursos interdisciplinarios en sostenibilidad y economía circular.
Académica y Curricular	Organizar eventos académicos masivos	Crear una Semana de la Sostenibilidad para fomentar la cultura ambiental.
Gestión Institucional	Crear una Oficina Verde	Centralizar la gestión de políticas ambientales y proyectos de sostenibilidad.
Gestión Institucional	Establecer metas estratégicas	Desarrollar un Plan Maestro de Sostenibilidad al 2030.
		ONGs.
Innovación y Proyectos Especiales	Crear un Centro de Innovación en Sostenibilidad	Fomentar proyectos en energías renovables y economía circular.
Innovación y Proyectos Especiales	Desarrollar una incubadora de startups verdes	Apoyar emprendimientos sostenibles mediante mentoría y financiamiento inicial.

Tabla 5: Propuestas por Dimensión

- **Propuestas por Dimensión:**

Fuente: Elaboración propia.

### 9.3. Estrategias Detalladas por Dimensión:

#### a) Estrategias para la Dimensión Ambiental:

##### 1. Expansión de Energías Renovables:

En primer lugar, instalar paneles solares en edificios clave de los campus y establecer sistemas de monitoreo energético, con el fin de evaluar cuáles son los campus que no poseen estos y así darles mayor prioridad.

- ❖ Beneficio: Reducir la dependencia de fuentes de energía no renovable.

- ❖ KPI: Porcentaje de energía renovable utilizada en los campus.

Actualmente, el campus Vitacura posee paneles solares y tiene alianzas con la marca Toshiba, esto se obtuvo gracias a la información recopilada en las entrevistas, pero se desconoce en los otros campus si estos poseen paneles solares, unos de los llamados es evaluar y dar conocimiento en este punto, para ponerlo en marcha en todos los campus de la UTFSM.

Este monitoreo generaría un impacto positivo y relevante a la UTFSM, ya que, en la información recopilada en las entrevistas, se dio a conocer que la universidad, particularmente en el Campus Vitacura posee una planta fotovoltaica que contribuye parcialmente a su consumo energético, con planes en marcha para aumentar el uso de energías renovables en el campus.

Sin embargo, a diferencia de otros campus de la USM que cuentan con certificaciones que acreditan el uso de energías 100% renovables, el Campus Vitacura aún no ha alcanzado este estatus.

Aunque recibe suministro eléctrico de su planta fotovoltaica, este no cubre la totalidad de su consumo energético. Lo cual, poner en acción este punto, generaría a futuro un beneficio sostenible a la UTFSM.

## **2. Gestión Hídrica Sostenible:**

Implementar sistemas de reutilización de aguas grises para riego y captación de agua de lluvia.

- ❖ Beneficio: Optimizar el uso de agua y reducir costos operativos.
- ❖ KPI: Reducción del consumo hídrico en un 20% en cinco años.

Según la información recopilada a los entrevistados, se pudo establecer que sería una excelente técnica en impulsar sistemas de reutilización de aguas grises, debido a que generaría un impacto positivo ambiental, para la institución. Asimismo, se ha demostrado un interés activo en la reutilización de aguas grises, principalmente a través de investigaciones y proyectos académicos en la UTFSM.

Por lo tanto, si existen estas iniciativas actualmente, sería muy relevante para la universidad en realizar estos tipos de estrategias, para impartir los sistemas de aguas grises.

## **b) Estrategias para la Dimensión Académica y Curricular**

### **1. Minor en Sostenibilidad:**

Incorporar un programa interdisciplinario que combine economía circular, cambio climático y energías renovables.

- ❖ Beneficio: Formar profesionales con competencias clave en sostenibilidad.
- ❖ KPI: Número de estudiantes inscritos en el minor.

Esta estrategia, propone que se concientice en fomentar al currículo académico en asignaturas que profundicen más estos temas de economía circular, sostenibilidad y potenciar más estas competencias en los estudiantes.

Por otra parte, implementar un minor en sostenibilidad, en el currículo académico, permitiría a los estudiantes ampliar sus conocimientos en un área específica que complementa su campo principal de estudio o que simplemente es de interés personal.

### **2. Semana de la Sostenibilidad:**

Organizar un evento anual con actividades como ferias, talleres y charlas sobre sostenibilidad.

- ❖ Beneficio: Promover la cultura ambiental entre estudiantes y la comunidad.
- ❖ KPI: Número de participantes y actividades realizadas.

El fin de esta estrategia es incentivar a los estudiantes a debatir de estos temas actuales ambientales, que generen conocimiento y traspasen sus ideales socioambientales. Incentivando así en un mayor grado a la comunidad universitaria en estas áreas.

## **c) Estrategias para la Dimensión de Gestión Institucional**

### **1. Creación de una Oficina Verde:**

Establecer una entidad central para gestionar iniciativas sostenibles, monitorear proyectos y comunicar avances.

- ❖ Beneficio: Alinear esfuerzos de sostenibilidad en toda la universidad.
- ❖ KPI: Número de políticas implementadas y monitoreadas.

Con las estrategias anteriormente mencionadas, es importante que exista una representación de grupos de personas, para monitorear estas estrategias. Según información recopilada en informes ambientales de la universidad y de las entrevistas, existe una comisión en materias de sostenibilidad. Sin embargo, incluyendo una Oficina Verde, se le agregaría una ventaja comparativa a la UTFSM.

Ya que, se caracterizaría por tener un enfoque operativo, debido a que una oficina verde tiene un rol más práctico y operativo, y como objetivo tendría la labor de implementar y coordinar acciones concretas para reducir el impacto ambiental en las actividades diarias de la universidad.

## 2. Plan Maestro de Sostenibilidad al 2030:

Diseñar un plan estratégico con metas a largo plazo en sostenibilidad ambiental, social y económica.

- ❖ Beneficio: Definir objetivos claros y medir progresos.
- ❖ KPI: Porcentaje de metas alcanzadas cada dos años.

Este plan estratégico, tiene el objetivo de que la UTFSM pueda incorporarlo en los próximos años y que cada vez pueda seguir identificando mejoras en sus acciones sostenibles.

### **d) Estrategias para la Dimensión Social y Contribución Pública**

#### 1. Talleres Comunitarios de Educación Ambiental:

Realizar actividades educativas sobre reciclaje, compostaje y ahorro energético en comunidades locales.

- ❖ Beneficio: Aumentar la conciencia ambiental en el entorno de la universidad.
- ❖ KPI: Número de talleres y participantes.

Esto seguiría incentivando a los estudiantes y a la comunidad universitaria y mejoraría aún más la concientización en temas del cuidado del medio ambiente, aplicando técnicas y aprendiendo de las distintas actividades sobre estos temas.

Esto se podría llevar a cabo, gracias a la implementación del Minor, Oficina Verde, Semana de Sostenibilidad, y enfocarlo a los electivos que desarrollan estos temas, tales como Ingeniería Sostenible, Economía Social, entre otros.

## 2. Observatorio de Sostenibilidad:

Monitorear políticas públicas ambientales y colaborar en su diseño.

- ❖ Beneficio: Incrementar la influencia de la UTFSM en la agenda ambiental regional.
- ❖ KPI: Número de políticas públicas con participación de la UTFSM.

Esto ayudaría a llevar un monitoreo durante el periodo de tiempo, para luego reflejarlo en Informes de Sostenibilidad o Ambientales de la universidad.

## e) Estrategias para la Dimensión de Innovación y Proyectos Especiales

### 1. Centro de Innovación en Sostenibilidad:

Crear un espacio físico y académico para desarrollar tecnologías limpias y proyectos de economía circular.

- ❖ Beneficio: Posicionar a la UTFSM como referente en innovación sostenible.
- ❖ KPI: Número de proyectos desarrollados y patentes registradas.

Este punto estratégico, está muy enlazado con la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises, la cual se mencionó en la dimensión ambiental.

### 2. Incubadora de Startups Verdes:

Impulsar emprendimientos sostenibles con financiamiento inicial y mentorías.

- ❖ Beneficio: Fomentar un ecosistema de innovación enfocado en sostenibilidad.
- ❖ KPI: Cantidad de startups creadas y porcentaje de éxito.

Esto sería una ventaja competitiva de la UTFSM, llevar a cabo startups en temas de sostenibilidad, lo cual se puede impulsar también en asignaturas de esta área, tales como; Creación de Empresas, Taller de Emprendimiento e Innovación, entre otros.

### 9.3.1 Tabla de Resumen Propuestas y estrategias

A partir del análisis de las estrategias anteriormente mencionadas, se resumen las más relevantes de cada dimensión, describiendo la meta de cada una y la estrategia propuesta.

Dimensión	Meta	Estrategia Propuesta
Ambiental	Reducir la huella de carbono en un 30%	Expansión de energías renovables y sistemas de reciclaje.
Académica y Curricular	Diseñar un minor en sostenibilidad	Incorporar cursos interdisciplinarios.
Gestión Institucional	Crear una Oficina Verde	Centralizar la gestión de políticas ambientales.
Social y Contribución Pública	Ampliar impacto comunitario	Programa de talleres y creación del Observatorio de Sostenibilidad.
Innovación y Proyectos Especiales	Crear un Centro de Innovación en Sostenibilidad	Fomentar proyectos en energías renovables y economía circular.

Tabla 6: Tabla Resumen Propuestas y Estrategias.

Fuente: Elaboración propia.

- **Reducir la huella de carbono en un 30% (Dimensión Ambiental)**

Esta meta lo que busca es minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades de la institución, fomentando prácticas sostenibles como el uso de energías renovables y sistemas de reciclaje. Por otro lado, el porcentaje del 30% fue definido considerando su viabilidad técnica y económica, siendo un objetivo alcanzable en el mediano plazo mediante las estrategias propuestas. Tales como; la expansión de energías renovables y sistemas de reciclajes.

- **Diseñar un minor en sostenibilidad (Dimensión Académica y Curricular)**

Propone incorporar un programa académico enfocado en la sostenibilidad, integrando cursos interdisciplinarios para preparar a los estudiantes con conocimientos y habilidades en este ámbito.

- **Crear una Oficina Verde (Dimensión de Gestión Institucional)**

Establece un espacio dedicado a centralizar y gestionar las políticas y acciones ambientales de la institución, asegurando una implementación coordinada y efectiva.

- **Ampliar el impacto comunitario (Dimensión Social y Contribución Pública)**

Aumenta la participación y el compromiso con la comunidad a través de programas de talleres y la creación de un Observatorio de Sostenibilidad, promoviendo una mayor conexión con el entorno.

- **Crear un Centro de Innovación en Sostenibilidad (Dimensión de Innovación y Proyectos Especiales)**

Fomenta la investigación y desarrollo de proyectos innovadores enfocados en energías renovables y economía circular, consolidando a la institución como un referente en sostenibilidad.

### 9.3.2 Indicadores Claves de Desempeño (KPIs)

Por otra parte, la tabla de indicadores claves de desempeño identifica y propone los (KPI) claves, para llevar a cabo estas propuestas y la meta anual que debiesen tener estas estrategias.

Estrategia	Indicador Clave (KPI)	Meta Anual
Energías renovables	Porcentaje de energía renovable utilizada en campus	Incremento del 10% anual.
Minor en sostenibilidad	Número de estudiantes inscritos	50 estudiantes.
Oficina Verde	Número de políticas implementadas	3 políticas nuevas por año.
Talleres comunitarios	Número de talleres y participantes	10 talleres, 300 participantes.
Centro de Innovación en Sostenibilidad	Número de proyectos desarrollados	5 proyectos por año.

Fuente: Elaboración propia  
 Tabla 7: Indicadores Claves de Desempeño.

## ➤ **Justificación de los (KPIs) y Metas Anuales de las Estrategias y Propuestas**

### **A. Energías Renovables**

**Indicador Clave (KPI):** Porcentaje de energía renovable utilizada en campus.

**Meta Anual:** Incremento del **10% anual**.

Este porcentaje del 10% anual, se estableció considerando la capacidad actual de los campus para implementar y ampliar sistemas de energía renovable, como, por ejemplo, los paneles solares. Un aumento del 10% anual es un objetivo realista que permite un crecimiento progresivo, alineado con las mejores prácticas en sostenibilidad energética observadas en las otras universidades seleccionadas en el benchmarking. Este incremento asegura que un periodo de 5 años se logre un cambio significativo en el uso de energías limpias.

### **B. Minor en Sostenibilidad**

**Indicador Clave (KPI):** Número de estudiantes inscritos.

**Meta Anual:** 50 estudiantes.

Este indicador se basa en una estimación razonable para los primeros años de implementación del programa, considerando el interés inicial en temas de sostenibilidad entre los estudiantes y la capacidad de los cursos para ofrecer una experiencia enriquecedora en estos temas. Los 50 estudiantes inscritos por año, permite evaluar la demanda y ajustar la oferta académica a mediano plazo.

### **C. Oficina Verde**

**Indicador Clave (KPI):** Número de políticas implementadas.

**Meta:** 3 políticas nuevas por año.

La cantidad de políticas refleja un ritmo sostenible de implementación, asegurando que estas sean bien diseñadas, evaluadas y ejecutadas. Tres nuevas políticas anuales permiten un avance constante en áreas clave como gestión de residuos, eficiencia energética y reducción de impacto ambiental, sin saturar los recursos administrativos de la universidad.

### **D. Talleres comunitarios**

**Indicador Clave (KPI):** Número de talleres y participantes.

**Meta Anual:** 10 talleres, 300 participantes.

Esta meta combina un enfoque en la calidad y cantidad de actividades comunitarias. Se estableció como una cifra manejable para garantizar la participación de los estudiantes, funcionarios y la comunidad externa. Además, asegura un impacto significativo en la sensibilización y educación ambiental de los asistentes.

## **E. Centro de Innovación en Sostenibilidad**

**Indicador Clave (KPI):** Número de proyectos desarrollados.

**Meta anual:** 5 proyectos por año.

Este número permite enfocar los esfuerzos en proyectos sostenibles de alta calidad, que promuevan la innovación en áreas como economía circular y energías renovables. Los cinco proyectos anuales aseguran un impacto tangible sin comprometer los recursos humanos y financieros necesarios para llevarlos a cabo con éxito.

### **9.3.3 Cronograma de Implementación de Estrategias (2025-2030)**

El cronograma propuesto para el año 2025-2030 establece un plan estratégico para la implementación de las iniciativas definidas en este estudio, alineadas con los objetivos de sostenibilidad y economía circular de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM).

Este cronograma organiza las estrategias en fases, asegurando una ejecución gradual, eficiente y monitoreada a lo largo del tiempo.

Las actividades se agrupan en períodos clave, permitiendo un seguimiento claro del progreso y facilitando la asignación de recursos. A través de la incorporación de tablas, se detalla la distribución temporal de cada acción, ofreciendo una visión integral de las metas y resultados esperados.

❖ **Dimensión Ambiental:**

Estrategia	2025	2026	2027	2028	2029-2030
Instalación de paneles solares faltantes en los distintos Campus.	Planificación.	Instalación en campus principales.	Ampliación a otros campus.	Evaluación de resultados.	Expansión final.
Implementación de sistemas de reciclaje.	Planificación.	Instalación en campus piloto.	Expansión a otros campus.	Monitoreo y ajustes.	Consolidación del sistema.
Sistemas de reutilización de aguas.	Estudios previos.	Instalación en campus piloto.	Ajustes y expansión.	Evaluación de impacto.	Optimización y mantenimiento.

Tabla 8: Cronograma Dimensión Ambiental.

**Fuente: Elaboración propia.**

El cronograma propuesto para las estrategias de sostenibilidad en la UTFSM abarca el período del año 2025-2030 y detalla acciones progresivas en tres áreas clave: instalación de paneles solares, implementación de sistemas de reciclaje y reutilización de aguas grises.

En 2025, cada estrategia se centra en la planificación y estudios preliminares necesarios para asegurar una base sólida, considerando aspectos técnicos y económicos.

Durante el año 2026, se inicia la implementación en campus piloto o principales, permitiendo probar las soluciones en entornos controlados.

Para el año 2027, se plantea la expansión de estas iniciativas a otros campus, incorporando ajustes basados en los resultados iniciales.

En el año 2028, se prioriza la evaluación de impacto, monitoreando indicadores clave de desempeño para medir la efectividad de las estrategias implementadas.

Finalmente, entre el año 2029 y 2030, las acciones se consolidan y optimizan, asegurando la sostenibilidad y mantenimiento de los sistemas instalados. Este enfoque progresivo garantiza un desarrollo eficiente y alineado con los objetivos estratégicos de la institución.

❖ **Dimensión Académica Curricular:**

Estrategia	2025	2026	2027	2028	2029-2030
Minor en sostenibilidad.	Diseño curricular.	Aprobación institucional.	Inicio del programa.	Evaluación progresivo.	Ampliación de programas.
Semana de la Sostenibilidad.	Planificación.	Evento piloto.	Expansión a todos los campus.	Consolidación anual.	Actividades complementarias.

Tabla 9: Cronograma Dimensión Académica Curricular.

Fuente: Elaboración propia.

El cronograma detalla el desarrollo de dos estrategias clave: el establecimiento de un Minor en sostenibilidad y la organización de la Semana de la Sostenibilidad, abarcando el periodo 2025-2030.

En el año 2025, se centra en la planificación inicial, incluyendo el diseño curricular para el Minor y la preparación de un evento piloto para la Semana de la Sostenibilidad.

Para el año 2026, el enfoque está en la aprobación institucional del programa académico y la realización de un evento piloto, testeando ambas iniciativas en un entorno limitado.

En el año 2027, el Minor comienza a implementarse como programa académico, mientras que la Semana de la Sostenibilidad se expande a todos los campus de la universidad. Y para el año 2028, se realiza una evaluación progresiva del Minor y se consolida la Semana de la Sostenibilidad como un evento anual.

Por último, entre los años 2029 y 2030, las estrategias se amplían con nuevas actividades complementarias y ajustes necesarios para garantizar su impacto sostenible y su continuidad a largo plazo.

❖ **Dimensión de Gestión Institucional:**

Estrategia	2025	2026	2027	2028	2029-2030
Creación de una Oficina Verde.	Diseño organizacional.	Contratación y formación.	Inicio de operaciones.	Desarrollo de políticas iniciales.	Expansión de funciones.
Plan Maestro de Sostenibilidad al 2030.	Desarrollo del plan.	Validación y aprobación.	Ejecución inicial.	Monitoreo y ajustes.	Evaluación intermedia y actualización.

Tabla 10: Cronograma Dimensión Gestión Institucional

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, se detalla el desarrollo de dos estrategias fundamentales: la creación de una Oficina Verde y la implementación de un Plan Maestro de Sostenibilidad

al año 2030. En el año 2025, se enfoca en la preparación inicial, con el diseño organizacional de la Oficina Verde y el desarrollo del Plan Maestro de Sostenibilidad.

Durante el año 2026, la atención se centra en la contratación y formación del personal para la Oficina Verde, mientras que el Plan Maestro pasa por procesos de validación y aprobación. En el año 2027, la Oficina Verde inicia formalmente sus operaciones, y el Plan Maestro entra en su etapa de ejecución inicial.

Para el año 2028, se desarrollan las políticas iniciales de la Oficina Verde, mientras que el Plan Maestro es sometido a monitoreo y ajustes, asegurando su alineación con las metas establecidas. Finalmente, entre los años 2029 y 2030, las funciones de la Oficina Verde se amplían para incluir nuevas iniciativas, y el Plan Maestro pasa por una evaluación intermedia y una actualización para adaptarse a nuevas oportunidades.

#### ❖ Dimensión Social y Contribución Pública:

Estrategia	2025	2026	2027	2028	2029-2030
Talleres comunitarios.	Diseño de talleres.	Implementación piloto.	Expansión a comunidades locales.	Evaluación y ajustes.	Consolidación regional.
Observatorio de Sostenibilidad.	Diseño conceptual.	Contratación de personal.	Inicio de operaciones.	Publicación de informes.	Colaboración en políticas públicas.

Tabla 11: Cronograma Dimensión Social y Contribución Pública.

Fuente: Elaboración propia.

El cronograma establece un plan para dos estrategias clave: la implementación de talleres comunitarios y la creación de un Observatorio de Sostenibilidad.

En el año 2025, se centra en el diseño de los talleres, asegurando que sean relevantes para las comunidades locales, y en el desarrollo conceptual del Observatorio de Sostenibilidad. En el año 2026, se inicia la implementación piloto de los talleres y la contratación de personal especializado para el Observatorio.

Para el año 2027, los talleres se expanden a más comunidades locales, mientras que el Observatorio comienza sus operaciones formales. En 2028, los talleres pasan por una evaluación y ajustes para optimizar su impacto, y el Observatorio publica informes que documentan los avances en sostenibilidad y su impacto institucional.

Finalmente, entre los años 2029 y 2030, los talleres comunitarios alcanzan una consolidación regional, y el Observatorio extiende su influencia colaborando activamente en el desarrollo de políticas públicas sostenibles.

#### ❖ Dimensión de Innovación y Proyectos Especiales:

Estrategia	2025	2026	2027	2028	2029-2030
Centro de Innovación en Sostenibilidad.	Estudios iniciales.	Diseño y aprobación.	Construcción e implementación.	Inicio de operaciones.	Desarrollo de proyectos clave.
Incubadora de startups verdes.	Planificación.	Selección de startups.	Programa de mentorías.	Expansión de startups.	Evaluación de impacto.

Tabla 12: Cronograma Dimensión Innovación y Proyectos Especiales.

Fuente: Elaboración propia.

Se describe en la tabla anterior, la creación de un Centro de Innovación en Sostenibilidad y el desarrollo de una incubadora de startups verdes.

En el año 2025, se enfocan los esfuerzos en estudios iniciales para el centro y en la planificación de la incubadora, estableciendo las bases estratégicas de ambas iniciativas. Durante el año 2026, el Centro de Innovación pasa a la fase de diseño y aprobación, mientras que la incubadora comienza el proceso de selección de startups, priorizando proyectos con alto potencial en sostenibilidad.

Para el año 2027, se construye e implementa el Centro de Innovación, y la incubadora lanza un programa de mentorías para apoyar el desarrollo de los startups seleccionados.

El año 2028, el Centro inicia sus operaciones, y la incubadora expande el alcance de los startups apoyados, consolidando su impacto.

Por último, los años 2029 y 2030, el Centro de Innovación desarrolla proyectos clave alineados con sus objetivos estratégicos, mientras que la incubadora realiza una evaluación integral del impacto generado por los startups en términos de sostenibilidad.

#### 9.4. Implementación del Cuadro de Mando Integral (CMI)

El Cuadro de Mando Integral (CMI) es una herramienta estratégica que permite a la UTFSM traducir sus objetivos de sostenibilidad en métricas medibles y acciones concretas. Este enfoque facilita el seguimiento del progreso, asegurando la transparencia en la gestión, permitiendo realizar ajustes basados en los datos objetivos.

Asimismo, el CMI conecta las estrategias sostenibles con los objetivos organizacionales a través de indicadores claves de desempeño (KPIs) medibles en cuatro perspectivas principales: Financiera, Clientes (Comunidad), Procesos Internos y Aprendizaje y Crecimiento.

#### **9.4.1 Perspectivas y Objetivos Estratégicos del CMI Adaptadas a la Sostenibilidad**

El **Cuadro de Mando Integral (CMI)**, adaptado al enfoque de sostenibilidad, permite vincular los objetivos estratégicos de una organización con dimensiones clave del desarrollo sostenible. Este enfoque integra las perspectivas tradicionales del CMI (Financiera, Clientes, Procesos Internos, Aprendizaje y Crecimiento) con objetivos que fomentan prácticas sostenibles y alineadas con la economía circular.

##### **➤ Perspectiva Financiera**

Enfocada en optimizar los recursos y maximizar el impacto económico de las iniciativas sostenibles, promoviendo la eficiencia energética, el ahorro de costos, y el retorno de inversión en proyectos verdes.

##### **Objetivos:**

1. Optimizar el uso de recursos financieros.

## 2. Reducir costos operativos asociados a la energía y residuos.

Indicador Clave de Desempeño (KPI)	Meta	Frecuencia de Evaluación
Porcentaje de reducción en costos energéticos	20% en 5 años	Anual
Porcentaje de ahorro en gestión de residuos	15% en 5 años	Anual

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Perspectiva Financiera.

- **Porcentaje de reducción en costos energéticos (20% en 5 años)**

La meta está basada en la creciente necesidad de optimizar el uso de energía en las instituciones de educación superior, dado que los costos energéticos representan una proporción significativa del presupuesto operativo.

Por otra parte, la adopción de tecnologías de eficiencia energética, como iluminación LED, sistemas de control automático, y generación de energía renovable (por ejemplo, paneles solares), puede generar ahorros sustanciales en el mediano plazo. Este porcentaje es ambicioso, pero alcanzable considerando experiencias de benchmarking con otras universidades destacadas en ámbitos sostenibles que han logrado reducciones similares en plazos similares.

- **Porcentaje de ahorro en gestión de residuos (15% en 5 años):**

La gestión eficiente de residuos es una prioridad al reducir el impacto ambiental y los costos asociados a la disposición de residuos sólidos. Esta meta se justifica por la implementación de estrategias como el reciclaje, compostaje, reducción en la generación

de residuos, y programas de sensibilización en la comunidad universitaria. El porcentaje del 15% en cinco años es razonable al considerar los impactos positivos observados en instituciones del benchmarking que han implementado programas de economía circular y gestión eficiente de residuos. Asimismo, refleja el compromiso de la universidad con la sostenibilidad y su alineación con normativas como la Ley REP, que fomenta la responsabilidad extendida del productor en la gestión de residuos.

➤ **Perspectiva de Clientes (Comunidad)**

Busca fortalecer la relación con estudiantes y partes interesadas al fomentar una cultura de sostenibilidad, mejorando la reputación institucional como un líder en prácticas responsables.

**Objetivos:**

1. Incrementar la participación comunitaria en iniciativas de sostenibilidad.
2. Mejorar la percepción de la UTFSM como líder en sostenibilidad.

Indicador Clave de Desempeño (KPI)	Meta	Frecuencia de Evaluación
Número de participantes en talleres comunitarios	500 personas anuales	Anual
Índice de percepción pública sobre sostenibilidad	Mejorar percepción en un 25%	Bianual

Tabla 14: Perspectiva Clientes.

Fuente: Elaboración propia.

- **Número de participantes en talleres comunitarios (500 personas anuales):**

Esta meta responde a la necesidad de involucrar activamente a la comunidad en las iniciativas de sostenibilidad y economía circular. Los talleres comunitarios son una herramienta clave para sensibilizar, educar, y fomentar la adopción de prácticas sostenibles a la comunidad.

La cifra de 500 participantes anuales es alcanzable para una universidad que busque liderar en este ámbito considerando la capacidad de convocatoria de una institución educativa y el impacto multiplicador que puede generar la participación de estudiantes, académicos y ciudadanos. Este objetivo está alineado con el compromiso de la universidad de generar un impacto positivo en su entorno social y fomentar la sostenibilidad en todos los niveles.

- **Índice de percepción pública sobre la sostenibilidad (Mejorar la percepción en un 25% en un plazo bianual):**

Este indicador refleja la importancia de la imagen institucional en relación con la sostenibilidad y la economía circular. Mejorar la percepción pública en un 25% en dos años es una meta estratégica que posiciona a la universidad como líder en prácticas sostenibles y como referente en educación ambiental.

La meta se justifica en la implementación de programas educativos, campañas de comunicación, alianzas estratégicas, y proyectos comunitarios que visibilicen los esfuerzos de la institución. Este avance también es clave para atraer más estudiantes, colaboradores y financiamiento, al fortalecer la reputación institucional y generar confianza en los valores sostenibles promovidos por la universidad.

- **Perspectiva de Procesos Internos**

Se centra en implementar procesos sostenibles dentro de la organización, como la gestión eficiente de recursos, reducción de residuos, y adopción de prácticas operativas responsables.

**Objetivos:**

1. Implementar procesos eficientes en la gestión de residuos y energía.

2. Mejorar la capacidad institucional para monitorear y gestionar indicadores de sostenibilidad.

Indicador Clave de Desempeño (KPI)	Meta	Frecuencia de Evaluación
Porcentaje de campus con sistemas de reciclaje	80% de campus en 5 años	Anual
Porcentaje de energía renovable utilizada	50% de consumo total en 5 años	Anual

Tabla 15: Perspectivas Procesos Internos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Porcentaje de campus con sistemas de reciclaje (80%de campus en 5 años):**

Esta meta responde a la necesidad de implementar y fortalecer sistemas de reciclaje como una práctica esencial en la gestión de residuos y economía circular. Al establecer una meta del 80% en cinco años, se busca garantizar que la mayoría de los campus adopten sistemas eficientes de separación y recolección de residuos reciclables.

Esta implementación no solo reduce el impacto ambiental, sino que también mejora la infraestructura para el manejo de residuos, promueve una cultura de sostenibilidad entre la comunidad universitaria y contribuye al cumplimiento de normativas nacionales como la Ley REP.

- **Porcentaje de energía renovable utilizada (50% del consumo total en 5 años):**

Este punto refleja el compromiso institucional con la transición hacia fuentes de energía limpia y renovable, contribuyendo a la reducción de la huella de carbono de la universidad.

Alcanzar un 50% de consumo energético proveniente de fuentes renovables en cinco años es posible mediante la adopción de tecnologías como paneles solares, sistemas eólicos y acuerdos con proveedores de energía verde. Este objetivo está alineado con las tendencias globales de sostenibilidad en las universidades líderes, posicionando a la institución como un referente en la implementación de energías renovables.

Además, esta transición genera ahorros a largo plazo, refuerza el compromiso ambiental institucional y mejora su imagen pública.

- **Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento**

Promueve la innovación, capacitación y desarrollo continuo de estudiantes y colaboradores en temas de sostenibilidad, impulsando la investigación y la economía circular como pilares estratégicos.

**Objetivos:**

1. Fomentar la educación en sostenibilidad en programas académicos.
2. Desarrollar una cultura organizacional sostenible.

Indicador Clave de Desempeño (KPI)	Meta	Frecuencia de Evaluación
Número de estudiantes inscritos en programas académicos de sostenibilidad	50 estudiantes por cohorte	Anual
Número de actividades de formación interna en sostenibilidad	10 actividades anuales	Semestral

Tabla 16: Perspectiva Aprendizaje y Crecimiento.

Fuente: Elaboración propia.

- **Número de estudiantes inscritos en programas académicos de sostenibilidad (50 estudiantes por cohorte<sup>5</sup>, anual):**

Este punto refleja el interés de la universidad al promover la formación académica especializada en sostenibilidad y economía circular.

Alcanzar una cifra de 50 estudiantes inscritos por cohorte es razonable para un programa educativo que está comenzando a establecerse, pero con potencial de crecimiento. El objetivo se justifica porque este tipo de formación es crucial para generar profesionales capacitados en abordar los desafíos ambientales y sociales actuales, así para fortalecer la reputación de la universidad como líder en temas de sostenibilidad.

Además, la meta apoya el desarrollo de competencias en áreas claves para la transición hacia una economía circular, fomentando así una oferta académica innovadora y relevante.

---

<sup>5</sup> "Cohorte" se refiere al grupo de estudiantes que comienza un programa académico en un año específico y avanza conjuntamente durante el mismo.

- **Número de actividades de formación interna en sostenibilidad (10 actividades anuales, semestral):**

La meta de organizar 10 actividades de formación interna al año está orientada a empoderar a la comunidad universitaria, especialmente al personal docente y administrativo, en la adopción de prácticas sostenibles.

Estas actividades (como talleres, seminarios, o charlas) son fundamentales para integrar la sostenibilidad en todos los procesos de la institución. El número planteado es realista, teniendo en cuenta que estas iniciativas no requieren grandes recursos, pero no tienen un impacto significativo en la cultura organizacional.

Además, fomenta un aprendizaje continuo y el compromiso colectivo hacia la sostenibilidad dentro de la universidad.

### 9.4.2 Mapa Estratégico del CMI

- El mapa estratégico muestra cómo los objetivos de cada perspectiva se interrelacionan para alcanzar la visión de sostenibilidad.

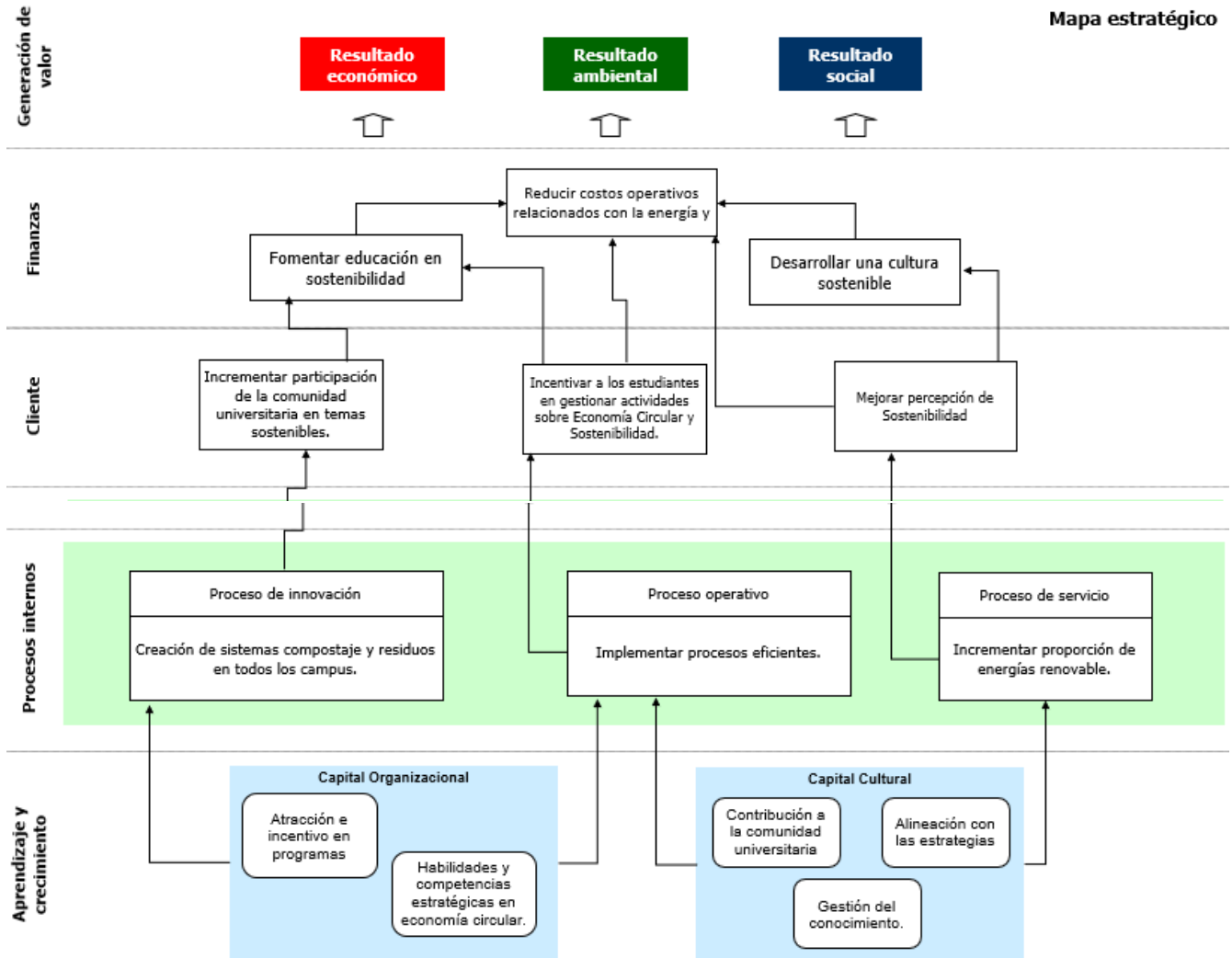


Gráfico 1: Mapa Estratégico

Fuente: Elaboración Propia.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Elaborado en plantilla Excel.

El mapa estratégico desarrollado sintetiza las principales iniciativas de sostenibilidad, alineándolas con los objetivos institucionales de la UTFSM. A través de una visión integrada, se vinculan perspectivas clave como financiera, de procesos internos, aprendizaje y crecimiento, y social, destacando las estrategias necesarias para fortalecer la sostenibilidad y la economía circular en la universidad.

#### **Perspectiva Financiera (Base):**

- **Relación:** La eficiencia en los recursos financieros asegura la viabilidad de las iniciativas sostenibles, como la instalación de paneles solares y el desarrollo de proyectos de economía circular.
- **Apoyo a la sostenibilidad:** Proporciona los recursos necesarios para implementar las estrategias en las dimensiones ambiental, social, y de innovación.

#### **Perspectiva de Procesos Internos:**

- **Relación:** Optimizar procesos, como la gestión de residuos y sistemas de reciclaje, refuerza la capacidad institucional para alcanzar metas operativas sostenibles.
- **Apoyo a la sostenibilidad:** Aumenta la efectividad en la implementación de estrategias clave y reduce la huella ambiental de la institución.

#### **Perspectiva del Cliente (Comunidad):**

- **Relación:** Incrementar el impacto comunitario mediante talleres de sostenibilidad y alianzas externas fortalece el compromiso social.
- **Apoyo a la sostenibilidad:** Genera una cultura compartida de sostenibilidad entre estudiantes, personal y la comunidad externa.

#### **Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento (Cima):**

- **Relación:** Proporciona las bases educativas y culturales necesarias para integrar la sostenibilidad como un valor institucional.
- **Apoyo a la sostenibilidad:** Forma profesionales capacitados y fomenta la investigación interdisciplinaria, asegurando un impacto a largo plazo.

## 9.5. Resumen de Objetivos y KPIs

Analizando lo anterior, respecto a la implementación del CMI, el Mapa Estratégico y los distintos indicadores y metas que se llevaron a cabo. Se establece un breve resumen de lo mencionado anteriormente de cada perspectiva:

Perspectiva	Objetivo Estratégico	KPI	Meta
Financiera	Optimizar el uso de recursos financieros.	Porcentaje de ahorro en costos energéticos.	20% en 5 años.
Clientes (Comunidad)	Incrementar la participación comunitaria.	Número de participantes en talleres.	500 personas anuales.
Procesos Internos	Implementar procesos eficientes.	Porcentaje de campus con reciclaje.	80% en 5 años.
Aprendizaje y Crecimiento	Fomentar educación en sostenibilidad.	Número de programas académicos.	2 nuevos programas.

Tabla 17: Resumen Objetivos y KPIs

Fuente: Elaboración propia.

## 9.6. Resumen de Plan de Implementación del CMI

Finalmente, para poner en marcha este plan de implementación del CMI, se proponen 3 fases en un periodo de los años 2025-2030, los cuales son descritos a continuación:

### Fase 1: Definición de Objetivos y KPIs (2025)

En este punto se detallan los distintos objetivos con sus indicadores, propuestos para el año 2025.

1. **Establecer un comité especializado en sostenibilidad** que, además de reforzar las acciones ya existentes, estructure un organigrama claro que defina roles y responsabilidades de sus integrantes. Este comité debe promover una mayor visibilidad entre la comunidad universitaria, fomentando la participación de los estudiantes y fortaleciendo el vínculo entre ellos y las iniciativas de sostenibilidad de la universidad.

La creación de canales de comunicación accesibles y espacios de interacción permitirá integrar a los alumnos de manera más cercana y efectiva en los proyectos del comité.

2. **Establecer los objetivos estratégicos para cada perspectiva:** Es de suma importancia tener claros los objetivos con los cuales se trabajarán durante los periodos establecidos, para llevar a cabo cada uno de ellos.
3. **Seleccionar los KPIs relevantes,** y que no existan incongruencias con los objetivos establecidos y puedan monitorearse con facilidad.

## **Fase 2: Implementación y Monitoreo (2026-2027)**

- Esta segunda fase, describe la implementación de los indicadores propuestos:
  1. **Implementar sistemas de monitoreo para recopilar datos sobre KPIs,** implica establecer herramientas y procesos tecnológicos que permitan recolectar, registrar y analizar información clave sobre los indicadores de desempeño (KPIs). Esto asegura un seguimiento continuo y preciso de las métricas asociadas a los objetivos estratégicos, facilitando la toma de decisiones basada en datos.
  2. **Capacitar a personal y estudiantes en el uso de herramientas de seguimiento** es clave para medir el progreso de las iniciativas de sostenibilidad en la UTFSM. Estas capacitaciones deben incluir el uso de tecnologías y metodologías para evaluar indicadores clave como eficiencia energética, reducción de residuos e impacto social. Además, deben ofrecer talleres prácticos sobre software de gestión ambiental y metodologías como el análisis AHP. Esto fortalecerá las competencias técnicas de la comunidad universitaria, fomentará el compromiso con los objetivos sostenibles y garantizará un monitoreo efectivo de las acciones implementadas.
  3. **Realizar revisiones semestrales del desempeño,** establecer herramientas y procesos tecnológicos para recopilar y analizar datos de los KPIs semestralmente, permite un seguimiento preciso de las métricas estratégicas, mejorando la toma de decisiones basada en información objetiva.

### **Fase 3: Evaluación y Ajustes (2028-2030)**

Durante este período, se prioriza la publicación de informes anuales para comunicar avances en sostenibilidad, fomentando la transparencia y la rendición de cuentas. A partir de los datos recopilados, se ajustan las estrategias para optimizar resultados y corregir posibles desviaciones. Además, se consolida el Cuadro de Mando Integral (CMI) como una herramienta estándar en la gestión institucional, integrándolo plenamente en la planificación y toma de decisiones.

- 1. Publicar informes anuales de progreso**, garantiza la transparencia y la rendición de cuentas al presentar avances hacia los objetivos estratégicos y resultados obtenidos.
- 2. Ajustar estrategias basadas en los datos recopilados**, permite optimizar acciones y corregir desviaciones, asegurando una alineación continua con las metas institucionales.
- 3. Consolidar el CMI como una herramienta estándar de gestión institucional**, integra el Cuadro de Mando Integral en los procesos de planificación y toma de decisiones para fortalecer la gestión estratégica.

#### **9.7. Cierre del Plan de Implementación del CMI**

El plan de implementación del Cuadro de Mando Integral (CMI) establece un camino claro y ordenado hacia la integración de la sostenibilidad en la gestión institucional de la UTFSM. Cada fase del plan —**Definición de Objetivos y KPIs, Implementación y Monitoreo**, y **Evaluación y Ajustes**— proporciona un marco estructurado para garantizar que las estrategias formuladas en este trabajo sean operativas y efectivas.

La **Fase 1** se centra en sentar las bases mediante la definición de objetivos claros, la selección de indicadores clave de desempeño (KPIs). La **Fase 2** impulsa la acción mediante la implementación de herramientas de monitoreo, la capacitación de la comunidad universitaria y revisiones periódicas que aseguren el avance continuo. Finalmente, la **Fase 3** cierra el ciclo estratégico con una evaluación integral de los resultados obtenidos y la adaptación de las estrategias según las lecciones aprendidas.

## 10. Conclusiones

El objetivo general de esta investigación fue desarrollar estrategias para integrar la economía circular y la sostenibilidad en la gestión de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), tomando como referencia un análisis comparativo con universidades líderes en sostenibilidad en el ámbito nacional. Este objetivo se cumplió utilizando un enfoque metodológico basado en benchmarking, el método multicriterio y el diseño de un Cuadro de Mando Integral (CMI) adaptado a la sostenibilidad. A partir de estos métodos, se identificaron hallazgos significativos que sirvieron de base para proponer estrategias concretas y viables.

Los resultados muestran que la UTFSM presenta un nivel medio de avance en sostenibilidad en comparación con las instituciones usadas en el benchmarking como la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), la Universidad de Chile (UCH), la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM). Estas universidades destacan por prácticas avanzadas como la implementación de políticas de carbono neutralidad, sistemas integrales de reciclaje, programas educativos en sostenibilidad y proyectos innovadores de economía circular.

En contraste, se detectaron carencias importantes en la UTFSM, tales como la ausencia de un sistema integral de reciclaje y compostaje, una baja integración de contenidos de sostenibilidad en el currículo académico, una débil vinculación comunitaria en temas sostenibles, la subutilización de energías renovables y la falta de sistemas operativos como la reutilización de aguas grises.

Con base en los hallazgos identificados, se diseñaron estrategias específicas adaptadas a las necesidades de la UTFSM. Estas propuestas incluyen la creación de un Centro de Excelencia en Economía Circular, enfocado en la promoción de la investigación y el desarrollo de proyectos aplicados; la optimización del uso de energías renovables mediante el incremento del porcentaje de energía limpia utilizada en los campus; y la implementación de un sistema para la reutilización de aguas grises, lo que contribuiría a reducir el impacto ambiental del consumo de recursos hídricos.

Además, se diseñó un Cuadro de Mando Integral (CMI) que permite monitorear indicadores clave de sostenibilidad en áreas como la gestión ambiental, el impacto social y el desarrollo curricular.

La investigación permitió identificar y priorizar dimensiones clave para la transición de la UTFSM hacia una gestión más sostenible, tales como la gestión institucional, la innovación, la contribución social y la sostenibilidad ambiental. Estas dimensiones fueron abordadas mediante estrategias específicas y objetivos claros, generando un marco práctico y aplicable.

Estas estrategias y propuestas ofrecen una hoja de ruta clara para la UTFSM, posicionándola como un referente en la integración de la sostenibilidad y la economía circular en la educación superior.

Este estudio no solo permitió cumplir con los objetivos planteados, sino que también sentó las bases para el desarrollo de iniciativas sostenibles que beneficien tanto a la comunidad universitaria como al entorno en el que opera. Además, se abren nuevas oportunidades para futuros estudios que amplíen la investigación en temas de sostenibilidad aplicada a la gestión universitaria.

## 11. Recomendaciones

La transición hacia una gestión más sostenible en la UTFSM requiere un enfoque estratégico y práctico que aborde las necesidades específicas de la institución. En este contexto, las recomendaciones presentadas tienen como objetivo no solo facilitar la implantación del cuadro de estrategias diseñado, sino también anticipar las dificultades que puedan surgir durante su implementación y proponer líneas de investigación futuras que fortalezcan el camino hacia la sostenibilidad.

La implantación del cuadro de estrategias para la integración de la economía circular y la sostenibilidad en la UTFSM puede enfrentar diversas dificultades, que incluyen:

1. Resistencia al cambio: Algunos miembros de la comunidad universitaria pueden mostrarse reacios a adoptar nuevos procesos y prácticas sostenibles. Para mitigar este riesgo, se recomienda las siguientes actividades:
  - Capacitación y sensibilización: Realizar talleres y campañas formativas sobre los beneficios de la sostenibilidad.
  - Participación: Involucrar a estudiantes, académicos y administrativos en la planificación e implementación de las estrategias, fomentando un sentido de pertenencia.
2. Falta de recursos financieros y técnicos: La implementación de proyectos sostenibles, como sistemas de reutilización de aguas grises o ampliación de plantas fotovoltaicas, puede requerir inversiones significativas. Por ende, se recomienda las siguientes acciones:
  - Búsqueda de financiamiento externo: Postular a fondos de sostenibilidad, nacionales e internacionales.
  - Estrategias de colaboración: Establecer alianzas con empresas e instituciones para compartir costos y conocimientos técnicos.
3. Carencia de indicadores claros de evaluación: La falta de métricas específicas para medir el impacto de las estrategias puede dificultar su monitoreo y ajuste. Para considerar esta dificultad, se sugiere:

- Definición de KPIs específicos: Diseñar indicadores medibles y relevantes para cada dimensión y analizar datos en tiempo real.
  - Uso de tecnología de monitoreo: Implementar sistemas digitales para recolectar y analizar datos en tiempo real.
4. Falta de Alineación institucional: Es posible que algunas áreas de la universidad no consideren la sostenibilidad como una prioridad. Para prevenir esto:
- Política institucional clara: Asegurar que las estrategias de sostenibilidad estén formalmente integradas en los planes de desarrollo institucional.
  - Apoyo del liderazgo: Garantizar el compromiso activo de las autoridades universitarias

Esta tesis abre múltiples oportunidades para profundizar en temas relacionados con la sostenibilidad y la economía circular en el ámbito universitario. Se proponen las siguientes líneas de investigación:

1. Evaluación del impacto de las estrategias de sostenibilidad en la UTFSM: Investigar cómo las estrategias implementadas afectan los indicadores de sostenibilidad, como la eficiencia energética, la gestión de residuos, entre otros.
2. Desarrollo de sistemas integrales de monitoreo: Diseñar e implementar herramientas tecnológicas avanzadas para recolectar y analizar datos sobre sostenibilidad en tiempo real.
3. Vinculación comunitaria y sostenibilidad: Investigar cómo las universidades pueden colaborar con comunidades locales para implementar proyectos sostenibles que beneficien a ambas partes.
4. Impacto educativo de la sostenibilidad: Analizar cómo la incorporación de contenidos de sostenibilidad en el currículo afecta las competencias y actitudes de los estudiantes.

Finalmente, estas recomendaciones están orientadas a facilitar la implementación efectiva del cuadro de estrategias, abordando las posibles dificultades que puedan surgir y proponiendo soluciones prácticas para superarlas.

Además, las líneas de investigación sugeridas abren oportunidades para que futuros investigadores amplíen y profundicen en los hallazgos de esta tesis, contribuyendo al avance de la sostenibilidad y la economía circular en el ámbito universitario. Con un enfoque colaborativo y una visión a largo plazo, estas propuestas pueden posicionar a la

UTFSM como un referente en la integración de la sostenibilidad en la educación superior, generando un impacto significativo en su comunidad universitaria.

## 12. Bibliografía

- Accenture. (2015). *Waste to wealth: The circular economy advantage*. Accenture.
- Alshuwaikhat, H. M., & Abubakar, I. (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: Assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of Cleaner Production*, 16(16), 1777-1785.
- Andrade, J., et al. (2022). *Economía circular y sostenibilidad*. Editorial Sustentable.
- Brundtland, G. H. (1987). *Our common future*. World Commission on Environment and Development.
- Campus Sustentable. (2023). *Acuerdo de Producción Limpia II: Campus Sustentable*. Universidad de Chile. Recuperado de <https://campussustentable.fen.uchile.cl/wp-content/uploads/2023/05/APL-II-Campus-Sustentable-Nov21-VFinal-1.pdf>
- Cerda, E., & Khalilova, A. (2024). Economía circular y transición sostenible. *Revista de Economía Industrial*, 401, 23-36. Recuperado de <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). (2024). *Documento de sustentabilidad*. Recuperado de [https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/572403/DocsTec\\_2529.pdf](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/572403/DocsTec_2529.pdf)
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.
- Larrouyet, M. (2015). *Economía circular: Hacia un modelo sostenible*. Universidad Nacional de Quilmes. Recuperado de [https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/154/TFI\\_2015\\_larrouyet\\_003.pdf?sequence=1](https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/154/TFI_2015_larrouyet_003.pdf?sequence=1)
- Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). (2023). *Reporte de sostenibilidad 2020*. Recuperado de [https://sustentable.uc.cl/wp-content/uploads/2023/05/REPORTE\\_SUSTENTABILIDAD\\_2020.pdf](https://sustentable.uc.cl/wp-content/uploads/2023/05/REPORTE_SUSTENTABILIDAD_2020.pdf)

- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). (2022). *Reporte de sostenibilidad PUCV 2022*. Recuperado de [https://www.pucv.cl/pucv/site/docs/20150817/20150817091647/reporte\\_de\\_sostenibilidad\\_pucv\\_2022.pdf](https://www.pucv.cl/pucv/site/docs/20150817/20150817091647/reporte_de_sostenibilidad_pucv_2022.pdf)
- Red Campus Sustentable. (2024). *Memoria Red Campus Sustentable 2023*. Recuperado de [https://www.redcampussustentable.cl/wp-content/uploads/2024/05/Memoria-RCS-2023\\_Comprimido.pdf](https://www.redcampussustentable.cl/wp-content/uploads/2024/05/Memoria-RCS-2023_Comprimido.pdf)
- Redalyc. (2015). *Análisis de sostenibilidad en campus universitarios*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231125817009.pdf>
- Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.
- Universidad de Santiago de Chile (USACH). (2024). *Reporte de sustentabilidad 2021*. Recuperado de [https://www.usach.cl/sites/default/files/2024-04/RSU\\_2021\\_7.pdf](https://www.usach.cl/sites/default/files/2024-04/RSU_2021_7.pdf)
- Universidad Técnica Federico Santa María (USM). (2022). *Reporte ambiental USM 2022*. Recuperado de <https://usm.cl/wp-content/uploads/2023/01/REPORTE-AMBIENTAL-USM-29-DICIEMBRE-2022.pdf>
- Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM). (2021). *Reporte de sostenibilidad 2020-2021*. Recuperado de <https://sustentabilidad.udem.cl/wp-content/uploads/2019/01/reporte-2020-2021.pdf>
- Vergani, F. (2024). Higher education institutions as a microcosm of the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 435, 140592. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140592>

### 13. Webgrafía

- Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. (2024). *Estas son las 14 universidades*. Recuperado de [https://www.agenciasustentabilidad.cl/noticias/estas\\_son\\_las\\_14\\_universidades](https://www.agenciasustentabilidad.cl/noticias/estas_son_las_14_universidades)
- Carrasco, A., Yáñez, J., Martínez, R., & Martínez, J. (s. f.). *Propuesta Hoja de Ruta Nacional a la Economía Circular*. Recuperado de [http://file:///C:/Users/nicol/Downloads/Propuesta-Hoja-de-Ruta-Nacional-a-la-Economia-Circ\\_240822\\_200325.pdf](http://file:///C:/Users/nicol/Downloads/Propuesta-Hoja-de-Ruta-Nacional-a-la-Economia-Circ_240822_200325.pdf)
- Chile cede dos puestos en ranking de Desarrollo Sostenible ante menor desempeño en educación y equidad de género. (2024, junio 21). *La Tercera*. Recuperado de <https://www.latercera.com/pulso/noticia/chile-cede-dos-puestos-en-ranking-de-desarrollo-sostenible-ante-menor-desempeno-en-educacion-y-equidad-de-genero/XH5MK3HZWBB5RMKL2YBWFRCVWQ/>
- Ecología Digital. (2023). *Diferencia entre desarrollo sustentable y sostenible*. Recuperado de <https://ecologiadigital.bio/cual-es-la-diferencia-entre-desarrollo-sustentable-y-sostenible-y-que-significan/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- Gobierno de México. (2023). *Diferencia entre sustentable y sostenible*. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/diferencia-entre-sustentable-y-sostenible>
- Informe de trabajo de integración curricular previo a la obtención del título, de L. E. A. P. Carrera de Administración Pública. (s. f.). *Edu.ec*. Recuperado de [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2212/1/TIC\\_AP92D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2212/1/TIC_AP92D.pdf)
- Propuesta Hoja de Ruta Nacional a la Economía Circular. (s. f.). Recuperado de [http://file:///C:/Users/nicol/Downloads/UniversidadesEconomiacircularODS\\_240822\\_200225.pdf](http://file:///C:/Users/nicol/Downloads/UniversidadesEconomiacircularODS_240822_200225.pdf)
- Red Campus Sustentable. (n.d.). *¿Qué es la Red Campus Sustentable?* Recuperado de <https://www.redcampussustentable.cl/la-red/>

- Stanford University. (2023). *Sustainability and Climate Change*. Recuperado de <https://sustainability.stanford.edu>
- Uchile. (s. f.). *Economía circular: una aproximación conceptual a la economía circular y el derecho internacional*. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/196088/Economia-circular-una-aproximacion-conceptual-a-la-economia-circular-y-el-derecho-internacional.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- UNESCO. (2021). *Declaración de Berlín: Conferencia Mundial de la UNESCO sobre Educación para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381229>
- United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- United Nations. (s. f.). *La crisis climática: una carrera que podemos ganar*. Recuperado de <https://www.un.org/es/un75/climate-crisis-race-we-can-win>
- University of Cambridge. (2023). *Sustainability at Cambridge*. Recuperado de <https://www.cam.ac.uk/sustainability>
- Usm. (2024). *Política de sostenibilidad y medio ambiente UTFSM*. Recuperado de <https://usm.cl/wp-content/uploads/2023/07/politica-utfsm-8-sostenibilidad-y-medio-ambiente.pdf>
- Usm. (2024). *Reporte ambiental UTFSM - 29 de diciembre de 2022*. Recuperado de <https://usm.cl/wp-content/uploads/2023/01/REPORTE-AMBIENTAL-USM-29-DICIEMBRE-2022.pdf>
- Wageningen University & Research. (2023). *Our Mission and Strategy*. Recuperado de <https://www.wur.nl/en/sustainability>
- World Economic Forum & Ellen MacArthur Foundation. (2014). *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>

## 14. Anexos

### Anexo 1: Entrevistas

- Entrevista: Académico en Economía Circular USM.

#### **Dimensión Ambiental**

Al discutir los mayores desafíos que enfrenta la USM en la gestión de recursos y la reducción de la huella de carbono, el entrevistado señaló: “La universidad no se comporta como una operación productiva convencional, por lo que es necesario repensar cómo aplicamos el conocimiento y tomamos decisiones clave. Esto incluye los servicios y contratos que sirven como soporte a las actividades diarias, como los servicios de limpieza y alimentación. Los desafíos radican en el aprovisionamiento sostenible y en clasificar a los proveedores en función de criterios que promuevan la gestión de residuos y reduzcan el impacto ambiental, como minimizar el tiempo de traslado y el uso de materiales dañinos” (Académico en Economía Circular USM, 2024).

El entrevistado destacó: “Hay algo muy característico en la USM, como el cuidado y la estética de los espacios, que también puede aprovecharse para la sostenibilidad. Esto incluye iniciativas como la captura de carbono, compostaje y la gestión del suelo para preservar el entorno” (Académico en Economía Circular USM, 2024).

En cuanto a las estrategias de eficiencia energética, explicó: “La universidad se ha suscrito a varios marcos regulatorios, como los Acuerdos de Producción Limpia, y ha implementado medidas de gestión de residuos y compostaje. Además, la USM ha firmado acuerdos internacionales que se relacionan con la protección de los océanos, en particular en Valparaíso. Estas iniciativas están alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y buscan reducir el impacto ambiental general de la universidad” (Académico en Economía Circular USM, 2024).

#### **Dimensión Académica Curricular**

Sobre la integración de la sostenibilidad en el currículo académico, específicamente en Ingeniería Comercial, el entrevistado comentó: “La sostenibilidad se ha integrado de manera muy tangencial y lenta. Hasta hace unos años, solo afectaba a una pequeña fracción de los estudiantes, y los cursos disponibles eran limitados. Aunque ha habido mejoras, la sostenibilidad sigue siendo una línea transversal que cuesta incorporar de manera general. No hay una estructura explícita ni encargados directos para estas temáticas, lo que provoca que queden aisladas en cursos particulares” (Académico en Economía Circular USM, 2024).

Agregó que “la integración de estos temas depende en gran parte de las decisiones académicas de los departamentos y del foco que quieran darle. Aunque hay mejoras y un buen camino hacia adelante, todavía existe un desinterés por parte de algunos estudiantes, y la adaptación del currículo ha sido un proceso lento” (Académico en Economía Circular USM, 2024).

Respecto a las políticas de sostenibilidad, señaló: “Sí, existen políticas como los acuerdos de condiciones limpias, manejadas por la administración del campus central, y siempre se busca mejorarlas. Sin embargo, hay un margen significativo para aumentar su valor y efectividad” (Académico en Economía Circular USM, 2024).

En términos de la vinculación con la comunidad, el entrevistado sugirió: “La universidad tiene dificultades para conectar bien con el entorno en temas de sostenibilidad. Se ha centrado principalmente en el desarrollo de patentes e investigación aplicada, pero podría mejorar conectándose más con redes locales y compartiendo esfuerzos con municipios y otras organizaciones del territorio. Esto es algo que estamos intentando abordar en algunos cursos. La USM debe encontrar formas de avanzar desde su enfoque técnico hacia un enfoque sociotécnico que tenga un mayor impacto en la huella de carbono, tanto a nivel nacional como internacional” (Académico en Economía Circular USM, 2024).

- Entrevista: Académico de Gestión Estratégica y jefe de Carrera USM (Ingeniería Comercial).

### **Dimensión Académica**

En cuanto a la integración de sostenibilidad y economía circular en el currículum académico, el entrevistado señaló: “La sostenibilidad es un sello importante en la

universidad. Un ejemplo claro es el curso de Ingeniería Sostenible, que nació en Ingeniería Comercial y ahora otras carreras lo están adoptando debido a su impacto positivo. Los estudiantes lo incorporan en sus proyectos y propuestas de valor, lo que demuestra cómo se está haciendo transversal. Sin embargo, este es un tema que sigue evolucionando, y ya se está pensando en nuevas ofertas de posgrado, como maestrías que lleven un fuerte sello en sostenibilidad.” (jefe de Carrera USM, 2024).

### **Dimensión Ambiental**

Respecto a las medidas implementadas para la gestión eficiente de recursos, el entrevistado afirmó:

“Es un tema muy relevante, especialmente considerando las dificultades que enfrentan otras universidades en el norte del país. La USM ha tomado medidas concretas, como usar jardines con suculentas para reducir el consumo de agua, explorar aguas subterráneas en Casa Central para el riego y, en el campus de Vitacura, instalar paneles solares en colaboración con Toshiba. Estas acciones son ejemplos claros de cómo hemos avanzado.”

Sobre los proyectos específicos para reducir la huella de carbono, mencionó:

“La universidad podría vincular más este tema con la logística, como la recepción y entrega de insumos. Actualmente, lo veo más desde la perspectiva de manejo de materiales, pero hay espacio para mejorar en iniciativas que reduzcan directamente nuestra huella de carbono.”

### **Dimensión Gestión Institucional**

En cuanto a las políticas de sostenibilidad, el entrevistado expresó: “La sostenibilidad está integrada en los valores y el plan estratégico de la universidad. Esto lo transmitimos en los cursos, y los estudiantes lo reconocen. Sin embargo, siempre hay espacio para trabajar más en su implementación y coordinación institucional.”

Sobre estrategias de gestión efectivas, comentó: “Es clave trabajar de manera transversal. Hemos avanzado en lo ambiental, como los jardines sostenibles en Vitacura, pero también en lo social y económico. Por ejemplo, capacitamos en temas como SQL y

Excel avanzado para apoyar tanto a estudiantes como a colaboradores. La sostenibilidad es un compromiso que debe reflejarse en todas nuestras áreas, no solo como una misión, sino como parte de nuestros valores.” (jefe de Carrera USM, 2024).

### **Dimensión Social**

Respecto a los programas y actividades que implementa la universidad, el entrevistado señaló:

“La USM siempre ha tenido un fuerte enfoque social. Fuimos una de las primeras universidades en implementar becas de gratuidad, lo que ahora beneficia a más del 30% de nuestros estudiantes. Además, ofrecemos cursos transversales para nuestros colaboradores y organizamos actividades comunitarias, como conciertos abiertos a los vecinos. Esto demuestra nuestro compromiso con la integración social.” (jefe de Carrera USM, 2024).

### **Dimensión de Innovación**

Sobre las alianzas con empresas que promueven la sostenibilidad, el entrevistado destacó:

“Estamos trabajando con grandes actores internacionales, como el centro de innovación VTT en Finlandia, líder en energías renovables e hidrógeno verde. También tenemos alianzas locales, como con una universidad de Punta Arenas para proyectos de hidrógeno verde y con Toshiba para la instalación de paneles solares en Vitacura. Estas alianzas son fundamentales porque la colaboración genera la fuerza que necesitamos para avanzar en sostenibilidad.” (jefe de carrera USM, 2024).

### **Recomendaciones para la Economía Circular**

El entrevistado sugirió: “Sería clave implementar iniciativas como la reutilización de aguas grises, por ejemplo, las de duchas y lavamanos, para el riego de jardines.

Además, deberíamos enfocarnos más en el reciclaje y reutilización de materiales como papel, metales y cartones. Estas acciones pueden tener un impacto significativo y faltan en nuestra gestión actual. Son pequeños pasos que pueden marcar la diferencia.” (jefe de carrera USM, 2024).

- **Entrevista: Académico en Ingeniería Química Ambiental USM**

### **Dimensión Académica**

¿Ud. ¿Cómo considera que la sostenibilidad y la Economía circular esta integradas actualmente en su caso en los cursos de Química u otros ramos que imparte?

Cuando se le preguntó cómo considera que la sostenibilidad y la economía circular están integradas en los cursos de Química y otras asignaturas que imparte, en relación con la Dimensión Académica el entrevistado explicó: “Hace mucho tiempo que estos temas están muy bien incorporados en los planes de estudio, especialmente en los cursos de Ingeniería Química y Ambiental. El desarrollo sostenible y la economía circular se abordan a través de una serie de asignaturas denominadas Talleres de Ingeniería Química, que van desde el Taller 1 hasta el Taller 5. En particular, los Talleres de Química 2, 4 y 5 tienen una fuerte integración de estos conceptos, ya que están diseñados para que los estudiantes los manejen a nivel detallado y los implementen en proyectos con impacto en sostenibilidad, innovación tecnológica, y más.

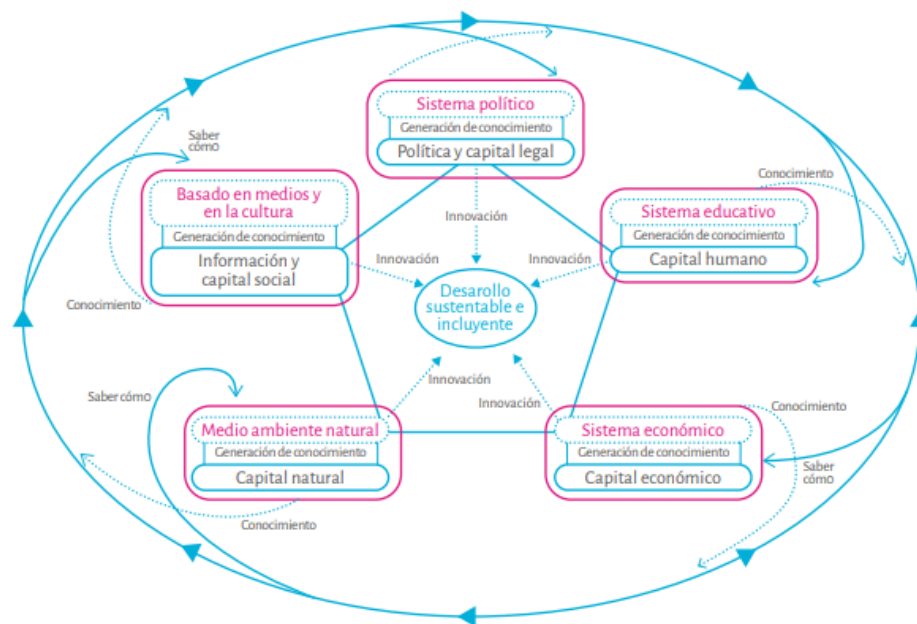
Estas asignaturas les permiten desarrollar proyectos que aplican directamente lo aprendido, en colaboración con el departamento y otras asignaturas relacionadas. Además, estos temas también están presentes en asignaturas de Ingeniería Ambiental, como el curso de Energía y Sostenibilidad, y en otras asignaturas electivas que se centran en sostenibilidad y economía circular. También se imparten cursos sobre la producción de energía sostenible en todos los programas, tanto diurnos como vespertinos, incluidos en el departamento de Ingeniería Comercial, lo que demuestra la incorporación intensa de estas temáticas en las mallas académicas” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

En cuanto a las mejoras en la enseñanza de estos temas, el entrevistado sugirió que “es necesario modificar la metodología de enseñanza, incorporando actividades más diversas y prácticas. Actualmente, las asignaturas incluyen clases expositivas y trabajos grupales, pero para estos temas, que están muy ligados a la vida cotidiana y a las problemáticas actuales como el cambio climático, es esencial realizar más actividades en terreno y dinámicas fuera del aula. Esto permitiría a los estudiantes observar los fenómenos de sostenibilidad de forma directa y generar discusiones más enriquecedoras

en el momento, lo que ayudaría a conectar mejor los conceptos con la realidad” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

Sobre el papel de los proyectos interdisciplinarios en la formación de estudiantes comprometidos con la sostenibilidad, el entrevistado comentó: “Son extremadamente importantes porque abordan múltiples dimensiones de la sostenibilidad. Se ha pasado de explicarles a los estudiantes la triple hélice (económica, social y ambiental) a un concepto

Figura 2. El Modelo de la “Quíntuple Hélice” y sus funciones



Fuente: Carayannis et al. (2012)

de cinco hélices, que incluye también la dimensión educativa y la participación del estado a través de regulaciones públicas. Esto les permite tener una mirada holística para enfrentar los problemas de manera efectiva, colaborando con diferentes disciplinas. Aprenden a abordar estas temáticas desde múltiples perspectivas, lo que amplía su análisis y facilita la aplicación práctica de los conceptos en distintas asignaturas.

Es un enfoque fundamental, especialmente para los ingenieros, y es una preocupación constante buscar maneras de integrar estas dimensiones de manera más abierta, incluso en carreras que no están directamente relacionadas con estos temas. Como profesores, debemos asegurarnos de que estas dimensiones se incluyan en la formación, considerando aspectos como la ética, las políticas y la educación enfocada en sostenibilidad, lo que enriquece el aprendizaje utilizando principios de trabajo multidisciplinario” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

## **Dimensión Ambiental**

Cuando se le preguntó qué iniciativas ambientales se podrían incorporar o mejorar en los laboratorios de la USM, el entrevistado señaló: “Siempre se puede mejorar, y la universidad, como organización, debería evidenciar iniciativas relacionadas con el uso de energías renovables y el manejo de sustancias químicas. Hay un gran potencial en las actividades universitarias y en el uso intensivo de los laboratorios.

Siempre hay muchas oportunidades de mejora que pueden tener un impacto significativo en la universidad si se implementan adecuadamente. Mejorar el desempeño ambiental y fomentar el uso de nuevas energías renovables, como la energía solar fotovoltaica, es esencial, y estas tecnologías deberían integrarse más en las actividades de todos los campus” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

Respecto a la conciencia ambiental de los estudiantes, el entrevistado comentó: “Sí, existe una cierta conciencia en todos los alumnos. Las generaciones actuales ya tienen un grado de conciencia que traen antes de ingresar a la universidad. Los estudiantes que participan en los cursos identifican fácilmente las problemáticas medioambientales, lo cual está relacionado con una conciencia previa sobre estos temas.

Sin embargo, es tarea de la universidad proporcionarles los conceptos y herramientas necesarios para abordar estas problemáticas y desarrollar soluciones sostenibles. Los estudiantes necesitan comprender los fundamentos y las rutas de acción para poder trabajar en estos temas de manera efectiva, y hay un nivel bastante alto de conciencia en esta generación” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

Sobre el impacto ambiental más notable observado en la universidad, el entrevistado mencionó: “Los impactos más evidentes son el reciclaje de materiales y la segregación de la basura, que ya se implementa en la universidad. Esto es fácil de observar en la disposición de los desechos. Sin embargo, hay áreas menos visibles, como la gestión de residuos en los casinos. También persisten desafíos importantes, como participar más activamente con la comunidad que rodea los campus. Por ejemplo, en San Joaquín, sería útil implementar medidas que beneficien a los entornos cercanos, como Valparaíso o el Campus Vitacura. Hay una oportunidad clara para mejorar la vinculación con el medio y

desarrollar soluciones que tengan un beneficio social en términos de sostenibilidad” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

En términos de la efectividad de las políticas de sostenibilidad institucionales, el entrevistado dijo: “La universidad ha avanzado bastante en programas de sostenibilidad, con acciones a corto, mediano y largo plazo. Algunas acciones, como la gestión de residuos, son visibles, pero otras, como la concienciación interna, son menos evidentes. Es fundamental que toda la comunidad, incluidos profesores y alumnos, estén alineados con el sistema de gestión, ya que esto incluye componentes sociales y requiere una participación y educación constante en estos temas” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

Sobre si la USM está alineada con las tendencias globales en sostenibilidad y economía circular, el entrevistado afirmó: “Sí, la universidad está alineada porque ha asumido el desafío y lo ha incorporado en sus mallas curriculares y proyectos de investigación. Hay una interesante línea de colaboración con otras universidades, especialmente en temas como el hidrógeno verde y la geotermia. La USM reúne equipos multidisciplinarios de investigadores para abordar estas problemáticas, y ha generado cursos y programas especializados, tanto en pregrado como en posgrado.

Actualmente se está diseñando un doctorado en energía sostenible, lo cual es un paso importante a mediano plazo” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

Además, el entrevistado añadió: “La universidad está pasando por una modificación de sus programas de estudio, y la sostenibilidad y la economía circular son temas que no pueden quedar fuera. Se están considerando conocimientos técnicos relacionados con la implementación de tecnologías como el hidrógeno verde, que son de gran relevancia a nivel global. También hay estudiantes y departamentos explorando el uso de herramientas avanzadas, como la inteligencia artificial, para medir la huella de carbono, lo que representa un área de gran complejidad, pero con un potencial significativo” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

### **Dimensión Social**

Al hablar sobre el papel que debería desempeñar la USM en la comunidad local en temas de educación y proyectos de sostenibilidad ambiental, el entrevistado expresó: “La

universidad tiene un desafío tremendo por delante, y debe ser un actor de cambio que mejore el entorno con un impacto social significativo. Localmente, el entorno de cada campus debería tener una mayor interacción con la comunidad. Aunque se han hecho avances en la vinculación con el medio, siempre hay espacio para hacer más. La universidad es una organización que educa a las personas, y debería usar esa capacidad para abrir y generar acceso a la educación en temas de sostenibilidad” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

El entrevistado agregó: “Podríamos interactuar más directamente con las comunidades para ayudar a desarrollar proyectos de gestión de residuos, energías renovables, reutilización de aceite usado, y prácticas de economía circular que prolonguen la vida útil de los productos. La universidad tiene muchas soluciones que pueden mejorar el bienestar social y ambiental del entorno a través de proyectos bien implementados. La vinculación social genera un impacto importante, y siempre se pueden hacer más cosas para beneficiar a la comunidad” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

### **Dimensión de Innovación**

En cuanto a los proyectos de innovación relacionados con la sostenibilidad, el entrevistado señaló: “Hay una gran cantidad de proyectos en marcha, aunque no conozco la carpeta completa de todos ellos. Muchos profesores están involucrados en iniciativas relacionadas con la sostenibilidad. Por ejemplo, algunos proyectos trabajan en la reutilización de residuos, como los desechos generados por la pandemia, especialmente las mascarillas, que de lo contrario terminarían en la basura” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

También mencionó: “Hay proyectos muy interesantes en energía renovable, como la geotermia y el desarrollo del hidrógeno verde, que buscan su aplicación en diversas industrias. La universidad tiene una Oficina de Innovación y Transferencia Tecnológica que conecta estos proyectos con la industria y otras universidades, asegurando que la innovación tenga un impacto práctico” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

El entrevistado destacó tres áreas clave de innovación: “social, ambiental y económica. Se están desarrollando soluciones como la recuperación de baterías de litio, que es un

problema importante hoy en día, y la desalinización del agua de mar mediante ósmosis inversa, lo cual es crucial para comunidades con escasez hídrica. Este tipo de proyectos libera recursos hídricos para las comunidades al evitar que la industria consuma el agua potable disponible” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).

Finalmente, añadió: “El desarrollo de energías limpias, como el hidrógeno verde, es fundamental, y se están explorando maneras de implementarlo eficientemente en diversas industrias. Estos proyectos son un ejemplo del compromiso de la USM con la innovación tecnológica que beneficia tanto a la sociedad como al medio ambiente” (Académico Ingeniería Química Ambiental USM, 2024).