

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DIAGNÓSTICO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN  
MANUFACTURA Y GENERACIÓN DE UNA PROPUESTA  
PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DESDE LA  
PERSPECTIVA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

**JONATAN JOSUÉ BORJA ALVARENGA**

**JENINFER JASMIN GÓMEZ LEMUS**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO(A) INDUSTRIAL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2022

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

SECRETARIO GENERAL:

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

SECRETARIO:

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

DIRECTOR:

**MSC. GEORGETH RENÁN RODRÍGUEZ ARÉVALO**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO(A) INDUSTRIAL**

Título:

**DIAGNÓSTICO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN  
MANUFACTURA Y GENERACIÓN DE UNA PROPUESTA  
PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DESDE LA  
PERSPECTIVA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Presentado por:

**JONATAN JOSUÉ BORJA ALVARENGA**

**JENINFER JASMIN GÓMEZ LEMUS**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

**ING. ANDRÉS OMAR AGUILAR MENÉNDEZ**

**SAN SALVADOR, MAYO DE 2022**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. ANDRÉS OMAR AGUILAR MENÉNDEZ

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todopoderoso, quien me ha permitido completar satisfactoriamente esta etapa de mi vida, en quien puse mi confianza desde el momento que decidí iniciar mi formación profesional, quien me ha bendecido grandemente, me ha acompañado en cada momento, ha sido mi guía, me ha dado fortaleza en momentos difíciles y es quien me ha brindado sabiduría.

A mi amada mamá, Rubinia Borja, con quien estoy profundamente agradecido, por bríndame primeramente su amor y cariño incondicional todos los días, por darme su apoyo en momentos difíciles, regalarme sus consejos y palabras sabias en cada instante, quien ha estado al pendiente y cuidado de mí siempre, quien con su esfuerzo y dedicación no dejó de apoyarme nunca y me ha sacado adelante.

A mis familiares y amigos, para los que están y para los que ya no están, son quienes desde la cercanía o lejanía siempre creyeron en mí y me han apoyada en cada momento de mi carrera, me han aconsejado en cada momento, han sido parte de mí en este camino que he recorrido.

Al ingeniero Omar Aguilar, asesor de este trabajo de grado, por su tiempo invertido, por brindarnos sus conocimientos y experiencia para el desarrollo adecuado de este trabajo, por guiarnos adecuadamente cuando lo necesitábamos, por todas sus asesorías.

A Jenifer Gómez, compañera de trabajo de graduación y trabajos académicos, con quien hemos compartido días y noches de desvelo estudiando y realizando tareas, por su trabajo en equipo, por su dedicación, por su tiempo invertido.

Y por último gracias a la Universidad de El Salvador, quien ha sido y será mi alma mater, gracias a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y a la Escuela de Ingeniería Industrial y cada uno de los docentes que fueron parte de mi formación y aprendizaje.

**Jonatan Josué Borja Alvarenga**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de obtener un título universitario por estar conmigo en cada paso que doy de mi vida, por haberme dado fuerzas para permitirme llegar hasta este nivel y poder lograr mis objetivos, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este largo camino.

A mis padres que siempre fueron mi apoyo incondicional, por sus consejos y ánimos en esos momentos donde ya no quería continuar, por estar a mi lado en cada instante de mi vida, por la motivación y perseverancia que los caracterizan y que han hecho en mí una persona de bien, por sus constantes consejos que me han permitido seguir mis objetivos y así cumplir mis metas; pero principalmente por su amor y dedicación. Gracias padres, los amo con todo mi corazón, mis logros obtenidos son para ustedes.

A mi hermana por su comprensión constante y que ante cualquier dificultad que se ponía, siempre estuvo conmigo en las buenas y malas, gracias por sus consejos y apoyo que me ayudaron a tomar buenas decisiones. Por esta y muchas otras razones también le dedico mi trabajo y esfuerzo.

A cada una de las personas que contribuyeron para este sueño hecho realidad muchas gracias. Y de manera muy especial agradezco a nuestro asesor de tesis que siempre estuvo apoyándonos en nuestro proceso, pendiente de nuestras inquietudes y resolviendo nuestras preguntas.

Y finalmente pero no menos importante a mi compañero de tesis que ha sido un excelente instrumento para terminar nuestro trabajo de graduación, sin su apoyo y determinación esto no hubiera sido posible, gracias por siempre darme los ánimos para continuar. Este título se lo debo y se lo dedico a mis padres y a toda mi familia y amigos. Gracias a todos ustedes podre decir soy Ingeniera Industrial de la Universidad de El Salvador.

**Jenifer Jasmin Gómez Lemus.**

# ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>i</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>ii</b>
<b>IMPORTANCIA.</b> .....	<b>iii</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ALCANCES Y LIMITACIONES</b> .....	<b>iv</b>
<b>CAPITULO I: ANTECEDENTES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.</b> .....	<b>1</b>
<b>A.    MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>1</b>
1.    La economía Circular: concepto y su injerencia en la economía .....	1
1.1.    Concepto de La Economía Circular .....	1
1.2.    Economía y producción: de Lineal de Circular .....	2
1.3.    Los principios de la economía circular .....	3
1.4.    Actores Claves que Promueven la Economía Circular .....	4
2.    Definición del sector manufacturero.....	7
2.1.    El papel de la industria manufacturera.....	7
2.2.    Ejemplos de Aplicación de la Economía Circular en algunas Empresas .....	10
2.3.    Economía Circular en El Salvador.....	11
3.    Productividad .....	15
3.1.    Definición .....	15
3.2.    Factores de mejoramiento de la productividad.....	16
3.3.    Técnicas para mejorar la productividad.....	17
<b>B.    MARCO CONTEXTUAL</b> .....	<b>20</b>
1.    Surgimiento y Evolución de la Economía Circular .....	20
2.    La economía circular y la Industria 4.0: un nuevo paradigma de producción. ....	24
3.    COVID-19: impacto y recuperación.....	25
4.    Economía circular en Centroamérica .....	26
5.    Iniciando en la Economía Circular en el salvador .....	26
<b>C.    MARCO LEGAL.</b> .....	<b>30</b>
1.    Organismos internacionales que apoyan la economía circular. ....	30
2.    Instituciones nacionales que apoyan la economía circular.....	31
<b>CAPITULO II: PLANIFICACIÓN DEL DIAGNOSTICO</b> .....	<b>31</b>
<b>A.    DISEÑO DEL ÍNDICE DE ECONOMÍA CIRCULAR</b> .....	<b>31</b>
1.    Procedimiento para el desarrollo del índice de economía circular .....	31
1.1.    Índices de economía circular .....	31
1.2.    Definición de índice de economía circular .....	32
2.    Identificación de las variables.....	33

3.	Identificación y descripción de las dimensiones de economía circular. ....	34
3.1.	Definición de las dimensiones para el diagnóstico de economía circular en manufactura .....	34
4.	Identificación y definición de los indicadores. ....	36
4.1.	Definición de los indicadores para el diagnóstico de economía circular en manufactura .....	36
4.2.	Indicadores de economía circular .....	37
4.3.	Cálculo de las variables .....	42
5.	Metodología de recolección de información .....	44
5.3.	Instrumento de recolección de información para medir el índice de economía circular .....	46
<b>CAPITULO III: EJECUCIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE ECONOMÍA CIRCULAR. ....</b>		<b>49</b>
<b>A. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y DATOS .....</b>		<b>49</b>
1.	Justificación de la muestra para la ejecución del diagnostico .....	49
2.	Tabulación de los datos obtenidos .....	49
<b>B. CÁLCULO DE LOS INDICADORES, VARIABLES E ÍNDICE .....</b>		<b>75</b>
1.	Cálculo de los indicadores .....	75
2.	Cálculo de las variables de circularidad .....	79
2.1.	Cálculo de la variable nivel de economía circular en dirección (D) que evalúa la función dirección .....	79
3.	Cálculo del índice de economía circular del secto manufacturero. ....	80
3.1.	Comparación del índice de economía circular del sector manufacturero con valores internacionales .....	81
<b>C. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES VARIABLES E ÍNDICE. ....</b>		<b>82</b>
1.	Análisis de los indicadores de economía circular .....	82
1.1.	Análisis de los indicadores de la variable: nivel de economía circular en dirección (D) .....	82
1.2.	Análisis de los indicadores de la variable: nivel de economía circular en recursos humanos (R) .....	83
1.3.	Análisis de los indicadores de la variable: nivel de economía circular en mercadeo (M) .....	84
1.4.	Análisis de los indicadores de la variable: nivel de economía circular en producción (P) .....	85
1.5.	Análisis de los indicadores de la variable: nivel de economía circular en finanzas (F) .....	86
2.	Análisis del valor de las variables de economía circular .....	87
2.1.	Variable nivel de economía circular en dirección .....	87
2.2.	Variable nivel de economía circular en recursos humanos .....	88
2.3.	Variable nivel de economía circular en mercadeo .....	88



2.4.	Variable nivel de economía circular en producción .....	89
2.5.	Variable nivel de economía circular en finanzas .....	90
3.	Análisis del índice de economía circular medio .....	90
<b>D.</b>	<b>HALLAZGOS Y CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>92</b>
1.	Hallazgos principales del diagnóstico .....	92
1.1.	Proceso de diseño en la conceptualización de la solución.....	94
1.1.1.	Formulación.....	94
1.1.2.	Análisis.....	95
a)	Variables de entrada y de salida .....	95
b)	Limitaciones .....	95
c)	Variables de solución .....	96
d)	Restricciones .....	96
e)	Criterios.....	96
1.2.	Esquema general de la propuesta .....	97
1.2.1.	Ejes del plan.....	98
<b>CAPITULO IV:</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN DE ECONOMÍA CIRCULAR.....</b>	<b>99</b>
<b>A.</b>	<b>METODOLOGÍA GENERAL .....</b>	<b>99</b>
1.	Estructura de la propuesta.....	99
2.	Definición de los ejes estratégicos. ....	100
2.1.	Eje de producción. ....	100
2.2.	Eje de distribución. ....	101
2.3.	Eje ambiental.....	102
3.	Acciones por ejes estratégicos.....	103
3.1.	Acciones del eje de producción .....	103
3.2.	Acciones del eje de distribución .....	105
3.3.	Acciones del eje ambiental.....	107
<b>B.</b>	<b>DESARROLLO DE LAS ACCIONES .....</b>	<b>109</b>
1.	Desarrollo de las acciones del eje de producción.....	109
1.1.	Acción 1. Diseñar basándose en economía circular. ....	109
	Paso 1: Organización y estrategia empresarial .....	109
	Paso 2: Seleccionando un producto .....	109
	Pasó 3: Análisis del producto.....	109
	Paso 4: Generación y selección de nuevas ideas .....	109
	Paso 5. Detallar el concepto .....	110
	Paso 6: Evaluar y continuar .....	110

1.2.	Acción 2: Diseñar con un enfoque dirigido a aumentar el porcentaje de materias primas secundarias.....	110
	Paso 1. Caracterización técnica .....	110
	Paso 2. Caracterización centrada en el usuario. ....	111
	Paso 3. Interpretación de datos.....	111
	Paso 4. Visión de experiencia material .....	111
	Paso 5. Generación de ideas.....	111
	Paso 6. Fase de diseño.....	111
1.3.	Acción 3. Reducir residuos y chatarra “hacia una fabricación sin residuos” .....	112
	Paso 1. Planificación y organización del pmr .....	112
	Paso 2. Elaboración del prm .....	112
	Paso 3. Implantación y seguimiento del estudio. ....	113
1.4.	Acción 4. Revalorizar los productos secundarios y subproductos a través de procesos simbiosis industrial.....	114
	Paso 1: Planificación .....	114
	Paso 2. Evaluación del sitio.....	114
	Paso 3. Reclutamiento de participantes y recopilación de datos .....	114
	Paso 4: Identificación de sinergias potenciales.....	114
	paso 5. Implementación y monitoreo.....	115
2.	Desarrollo de las acciones del eje de distribución .....	115
2.1.	Acción 1. Establecer sinergias entre la logística directa y la logística inversa ...	115
	paso 1: establecer una motivación para implementar el modelo de logística inversa .....	115
	paso 2: plantearse objetivos de acuerdo a las motivaciones definidas. ....	116
	paso 3: establecer los recursos estratégicos. ....	116
	paso 4: establecer políticas documentadas del proceso de recuperación de productos. ....	116
	paso 5: establecer alternativas de recuperación. ....	116
	paso 6: establecer hábitos generales de la logística directa-inversa. ....	117
2.2.	Acción 2. Desarrollar estrategias de mercado/precio para aumentar la disposición a comprar productos sostenibles.....	117
	Paso 1: Integrar el color verde en los colores corporativos. ....	117
	Paso 2: Organizar eventos de tipo ecológicos. ....	117
	Paso 3: Implementar colaboración con otras empresas.....	117
	Paso 4: Usar materias primas de proximidad. ....	117
	Paso 5: Usar las redes sociales para dar a conocer las acciones de mkt ecológico. ...	118
	Paso 6: Incluir etiquetas ecológicas. ....	118

2.3.	Acción 3. Unificar las redes locales de producción-distribución-consumo. ....	118
	Paso 1: Establecer una cadena de suministros sostenible. ....	118
	Paso 2: Establecer una gestión y reutilización de residuos. ....	118
	Paso 3: Establecer un sistema de producción más limpia. ....	119
2.4.	Acción 4. Crear protocolos de recuperación para reutilización. ....	119
	Paso 1: Establecer un coordinador de reciclaje. ....	119
	Paso 2: Clasificación del material. ....	119
	Paso 3: Establecer zonas de almacenamiento de los residuos. ....	119
	Paso 4: Establecer un proceso de consolidación. ....	120
3.	Desarrollo de las acciones del eje ambiental. ....	120
3.1.	Acción 1. Fortalecer el sistema de gestión ambiental. ....	120
	Paso 1: Establecer una política ambiental en toda la organización. ....	120
	Paso 2: Identificar los aspectos ambientales. ....	120
	Paso 3: Identificar los requisitos legales y otros. ....	120
	Paso 4: Definir objetivos y metas ambientales. ....	121
3.2.	Acción 2. Reducir el consumo energético. ....	121
	Paso 1: Máximo aprovechamiento del uso de energías renovables. ....	121
	Paso 2: Máximo aprovechamiento del equipo de oficinas. ....	121
	Paso 3: Máximo aprovechamiento de los sistemas eléctricos industriales. ....	121
<b>C.</b>	<b>BENEFICIOS EN LA PRODUCTIVIDAD. ....</b>	<b>123</b>
1.	Beneficios en la productividad generados por las acciones. ....	123
1.1.	Beneficios en la productividad generados por las acciones del eje de producción. ....	123
1.2.	Beneficios en la productividad generados por las acciones del eje de distribución. ....	124
1.3.	Beneficios en la productividad generados por las acciones del eje ambiental. ....	125
2.	BENEFICIOS QUE GENERAN LAS ACCIONES DEL PLAN DE ACCIÓN EN LOS FACTORES DE PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS. ....	125
<b>D.</b>	<b>EVALUACIONES DE LAS ACCIONES E IMPLEMENTACIÓN. ....</b>	<b>127</b>
1.	Resumen de costos. ....	127
2.	Amortización del plan de acción. ....	127
3.	Evaluación ambiental del plan. ....	129
3.1.	Evaluación ambiental general. ....	129
4.	Evaluación social del plan. ....	133
5.	Estructura de desarrollo del trabajo – EDT. ....	138
6.	Cronogramas de acciones. ....	139
6.1.	Cronograma del plan de acción. ....	139

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>142</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>144</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>147</b>
Anexo 1. Cuestionario digital (Google form).....	147
Anexo 2. Correo de respuesta de costos de acciones.....	155

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1-Técnicas para mejorar la productividad, recuperado de <a href="https://www.grupoitemsa.com/formacion/areas-de-formacion/tecnicas-y-herramientas-de-productividad/">https://www.grupoitemsa.com/formacion/areas-de-formacion/tecnicas-y-herramientas-de-productividad/</a>.....</i>	19
<i>Tabla 2. Emisiones de CO2 en El Salvador .....</i>	29
<i>Tabla 3. Emisiones de CO2 del sector manufacturero y de la construcción .....</i>	30
<i>Tabla 4. Metodología para el desarrollo del Índice de economía circular.....</i>	32
<i>Tabla 5. Objetivos de la variable de economía circular.....</i>	33
<i>Tabla 6. Calificación para las variables de economía circular .....</i>	34
<i>Tabla 7. Resumen de los resultados para el porcentaje de participación de cada variable en la sumatoria del índice de economía circular. ....</i>	34
<i>Tabla 8. Desglose de los indicadores de economía circular diseñados para el diagnostico .....</i>	42
<i>Tabla 9. Desglose del cálculo del índice de economía circular para cada variable diseñada para el diagnostico.....</i>	42
<i>Tabla 10. Listados de empresas parte de la muestra. Información de ASI y FUNDEMAS .....</i>	44
Tabla 11: Resumen de la muestra utilizada. ....	49
Tabla 12. Resultados pregunta 1 .....	50
Tabla 13. Resultados pregunta 2.....	51
Tabla 14. Resultados pregunta 3.....	52
Tabla 15. Resultados pregunta 4.....	53
Tabla 16. Resultados pregunta 5.....	54
Tabla 17. Resultados pregunta 6.....	55
Tabla 18. Resultados pregunta 7.....	56
Tabla 19. Resultados pregunta 8.....	57
Tabla 20. Resultados pregunta 9.....	58
Tabla 21. Resultados pregunta 10.....	59
Tabla 22. Resultados pregunta 11.....	60
Tabla 23. Resultados pregunta 12.....	61
Tabla 24. Resultados pregunta 13.....	62
Tabla 25. Resultados pregunta 14.....	63
Tabla 26. Resultados pregunta 15.....	64
Tabla 27. Resultados pregunta 16.....	65
Tabla 28. Resultados pregunta 17.....	66
Tabla 29. Resultados pregunta 18.....	67
Tabla 30. Resultados pregunta 19.....	68
Tabla 31. Resultados pregunta 20.....	69

Tabla 32. Resultados pregunta 21 .....	70
Tabla 33. Resultados pregunta 22 .....	71
Tabla 34. Resultados pregunta 23 .....	72
Tabla 35. Resultados pregunta 24 .....	73
Tabla 36. Resultados pregunta 25 .....	74
Tabla 37. Tipos de indicadores .....	75
Tabla 38. Datos para ejemplo de cálculo de indicadores dicotómicos .....	76
Tabla 39. Datos para ejemplo de cálculo de indicadores de selección única .....	77
Tabla 40. Datos para ejemplo de cálculo de indicadores de selección múltiple .....	77
Tabla 41. Desglose del cálculo del índice de economía circular para cada variable ...	78
Tabla 42. Criterios de evaluación del IECSM .....	79
Tabla 43. Resumen y suma de indicadores de la variable "D" .....	79
Tabla 44. Datos para el cálculo del IECSM .....	81
Tabla 45. Rango en el que se encuentra el IECSM .....	81
Tabla 46. Análisis de los indicadores de la variable "D" .....	83
Tabla 47. Análisis de los indicadores de la variable "R" .....	84
Tabla 48. Análisis de los indicadores de la variable "M" .....	85
Tabla 49. Análisis de los indicadores de la variable "P" .....	86
Tabla 50. Análisis de los indicadores de la variable "F" .....	87
Tabla 51. Esquema general de la propuesta .....	97
Tabla 52. Explicación de los ejes del plan .....	98
<i>Tabla 53: Acción 1, eje de producción.</i> .....	103
<i>Tabla 54: Acción 2, eje de producción.</i> .....	103
<i>Tabla 55: Acción 3, eje de producción.</i> .....	104
<i>Tabla 56: Acción 4, eje de producción.</i> .....	105
<i>Tabla 57: Acción 1, eje de distribución.</i> .....	105
<i>Tabla 58: Acción 2, eje de distribución.</i> .....	106
<i>Tabla 59: Acción 3, eje de distribución.</i> .....	106
<i>Tabla 60: Acción 4, eje de distribución.</i> .....	107
<i>Tabla 61: Acción 1, eje ambiental.</i> .....	107
<i>Tabla 62: Acción 2, eje ambiental.</i> .....	108
Tabla 63. Estructura de identificación de los beneficios en la productividad.....	123
<i>Tabla 64: Factores de productividad internos relacionadas a las acciones del plan.</i> ..	126
<i>Tabla 65: Factores de productividad externos relacionados a las acciones del plan.</i> ..	126
Tabla 66. Resumen de costos .....	127
<i>Tabla 67. Datos escenario 1 de amortización</i> .....	128
<i>Tabla 68. Escenario 1 de Amortización</i> .....	128
<i>Tabla 69. Datos escenario 2 de amortización</i> .....	128
<i>Tabla 70. Escenario 2 de Amortización</i> .....	129
<i>Tabla 71. Matriz de evaluación ambiental.</i> .....	132
<i>Tabla 72: Criterio generación de empleo.</i> .....	133
<i>Tabla 73: Criterio pobreza</i> .....	133
<i>Tabla 74: Criterios del consumismo.</i> .....	133
<i>Tabla 75: Criterio aumento de la calidad de vida.</i> .....	133
<i>Tabla 76: Calificaciones de la evaluación social.</i> .....	134
<i>Tabla 77: Matriz factores sociales y acciones circulares.</i> .....	137
Tabla 78. Frecuencias evaluación social. ....	137
Tabla 79. Cronograma del plan de acción .....	141

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1-Eschema del sistema de la Economía Circular, recuperado de capítulo 1 avances en la medición de economía circular en Colombia.</i> .....	2
<i>Ilustración 2-Mapa de actores clave, recuperado de Manual con herramientas para implementar la economía circular en empresas</i> .....	5
<i>Ilustración 3-Eschema relación entre la cadena de valor y algunas estrategias de economía circular para el sector plásticos, recuperado de manual con herramientas para implementar la economía circular en empresas.</i> .....	6
<i>Ilustración 4-Eschema relación entre la cadena de valor y algunas estrategias de economía circular para el sector textil, recuperado de manual con herramientas para implementar la economía circular en empresas</i> .....	7
<i>Ilustración 5-Factores de productividad en las empresas, fuente: tesis desarrollo de una propuesta para mejorar la productividad del sector transporte de carga de El Salvador.</i> .....	17
<i>Ilustración 6. Línea de tiempo, las acciones en función de la gestión de Desechos Sólidos</i> .....	27
<i>Ilustración 7. Tasa de circularidad en los países europeos. Fuente Eurostat.</i> .....	82
<i>Ilustración 8: Metodología general del plan de acción de economía circular. (Elaboración propia)</i> .....	99
<i>Ilustración 9: Pasos de implementación acción 1 de Producción</i> .....	110
<i>Ilustración 10: Pasos de implementación acción 2 de Producción.</i> .....	112
<i>Ilustración 11: Pasos de implementación acción 3 de Producción.</i> .....	114
<i>Ilustración 12: Pasos de implementación acción 4 de Producción.</i> .....	115
<i>Ilustración 13: Pasos de implementación acción 4 de Producción</i> .....	115
<i>Ilustración 14: Pasos de implementación acción 1 de Distribución.</i> .....	117
<i>Ilustración 15: Pasos de implementación acción 2 de Distribución.</i> .....	118
<i>Ilustración 16: Pasos de implementación acción 3 de Distribución.</i> .....	119
<i>Ilustración 17: Pasos de implementación acción 4 de Distribución.</i> .....	120
<i>Ilustración 18: Pasos de implementación acción 1 de Medio Ambiente.</i> .....	121
<i>Ilustración 19: Pasos de implementación acción 2 de Medio Ambiente.</i> .....	122
<i>Ilustración 20. Estructura de desarrollo del trabajo - EDT</i> .....	138
<i>Ilustración 21: Preguntas de la 3 -5.</i> .....	148
<i>Ilustración 22: Preguntas de la 6-9.</i> .....	149
<i>Ilustración 23: Preguntas de la 10-12.</i> .....	150
<i>Ilustración 24: Preguntas de la 13-15.</i> .....	151
<i>Ilustración 25: Preguntas de la 16-19.</i> .....	152
<i>Ilustración 26: Preguntas de la 20-23.</i> .....	153
<i>Ilustración 27: Preguntas de la 24-25.</i> .....	154
<i>Ilustración 28. Correo de información de costo de las acciones del plan</i> .....	155

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Resultados pregunta 1 .....	50
Gráfica 2. Resultados pregunta 2 .....	51
Gráfica 3. Resultados pregunta 3 .....	52
Gráfica 4. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 3. ....	52
Gráfica 5. Resultados pregunta 4 .....	53
Gráfica 6. Resultados pregunta 5 .....	54
Gráfica 7. Resultados pregunta 6 .....	55
Gráfica 8. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 6 .....	55
Gráfica 9. Resultados pregunta 7 .....	56
Gráfica 10. Resultados pregunta 8 .....	57
Gráfica 11. Resultados pregunta 9 .....	58
Gráfica 12. Resultados pregunta 10 .....	59
Gráfica 13. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 10 .....	59
Gráfica 14. Resultados pregunta 11 .....	60
Gráfica 15. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 11 .....	60
Gráfica 16. Resultados pregunta 12 .....	61
Gráfica 17. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 12 .....	61
Gráfica 18. Resultados pregunta 13 .....	62
Gráfica 19. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 13 .....	62
Gráfica 20. Resultados pregunta 14 .....	63
Gráfica 21. Resultados pregunta 15 .....	64
Gráfica 22. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 15 .....	64
Gráfica 23. Resultados pregunta 16 .....	65
Gráfica 24. Resultados pregunta 17 .....	66
Gráfica 25. Resultados pregunta 18 .....	67
Gráfica 26. Resultados pregunta 19 .....	68
Gráfica 27. Resultados pregunta 20 .....	69
Gráfica 28. Resultados pregunta 21 .....	70
Gráfica 29. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 21 .....	70
Gráfica 30. Resultados pregunta 22 .....	71
Gráfica 31. Resultados pregunta 23 .....	72
Gráfica 32. Resultados pregunta 24 .....	73
Gráfica 33. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 24 .....	73
Gráfica 34. Resultados pregunta 25 .....	74
Gráfica 35. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 25 .....	74
Gráfica 36. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable "D" .....	87
Gráfica 37. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable "R" .....	88
Gráfica 38. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable "M" .....	89
Gráfica 39. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable "P" .....	89
Gráfica 40. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable "F" .....	90
Gráfica 41. Aportación de circularidad de las variables al IECSM .....	91

## INTRODUCCIÓN

La economía circular se define como un modelo de producción y consumo que implica compartir, arrendar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar los materiales y productos existentes durante el mayor tiempo posible. En este contexto surge la necesidad de conocer como estos conceptos se están aplicando en la manufactura, por lo cual se presenta el siguiente trabajo de graduación denominado diagnóstico de la economía circular en manufactura y generación de una propuesta para mejorar la productividad desde la perspectiva de ingeniería industrial. El diagnóstico alude al análisis que se ha realizado para determinar cuál es la situación del sector manufacturero en términos de economía circular. Esta determinación se ha realizado sobre la base de datos y hechos recolectados y ordenados sistemáticamente los cuales permiten juzgar de manera atinada qué es lo que está pasando.

Este diagnóstico inicia presentando el marco contextual y la respectiva planificación del diagnóstico; el marco contextual como tal se encuentra enmarcado dentro de lo que se ha denominado antecedentes de a economía circular, dentro del cual lo acompañan el marco conceptual y el marco legal correspondiente. El marco conceptual se inicia definiendo el concepto de economía circular, sus diferencias con la economía lineal clásica y sus principales objetivos y principios. Al tratarse de un diagnóstico en manufactura, se presenta una definición de ésta y lo que significa la denominada manufactura circular; y para cerrar se presenta una definición de productividad debido a que la propuesta final estará enfocada a la mejora de ésta. El marco contextual por su parte muestra el surgimiento y evolución de la economía circular, como esta ha emergido a la par del concepto de sostenibilidad, acompañada a esta se plasma como ha sido el inicio y parte de su evolución dentro del país. En el marco legal podrá encontrar los organismos internacionales y nacionales que generan su apoyo y contribución a la economía circular.

Para el desarrollo de la planificación del diagnóstico, el cual es un proceso previo a las acciones que se desarrollaran en la ejecución del diagnóstico, se inicia con el diseño del índice de economía circular, el cual es un elemento que se utilizará para realizar un abordaje cuantitativo de la economía circular en el sector manufacturero, este diseño está conformado por la identificación de la variables que son parte de dicho índice, las cuales están relacionadas con las principales funciones empresariales, a partir de dichas variables se presenta la identificación y definición de los indicadores que son parte de las variables, estos indicadores corresponden a un objetivo que busca cumplir, una escala de ponderación, una fórmula y un valor de referencia asignado; posteriormente se presenta la forma en cómo se calcula cada una de las variables establecidas y luego la respectiva fórmula del índice de economía circular del sector manufacturero.

A continuación, el poseedor de este escrito encontrara, la preparación para la determinación del índice de economía circular, partiendo de la identificación de las empresas a investigar, pero como en toda investigación o diagnóstico no es posible hacer parte del estudio a todos los elementos que conforman un universo, por lo cual se hace una selección de muestra, para lo cual se presenta el respectivo muestreo y la obtención de la muestra. Teniendo establecido lo anterior se enmarca la metodología de recolección de información, para lo cual se diseña un instrumento de recolección de información, el cual es utilizado en el desarrollo del diagnóstico, este instrumento tiene estrecha relación con los respectivos indicadores establecidos; se detallan los pasos cómo se abordaron a las empresas y cuál fue el mecanismo para obtener la información.



Luego se presenta un sondeo externo del sector manufacturero en materia de economía circular, esto para conocer el devenir y aplicación de este modelo en otros países, este sondeo se estructura a partir de que información se requiere, una definición de fuentes de información, el establecimiento de una muestra de países específico, la ejecución del sondeo mismo y la respectiva presentación de la información recolectada.

Se prosigue con el apartado de la ejecución del diagnóstico el cual se inicia con la presentación de la tabulación de los datos obtenidos a partir del instrumento de recolección de información que se envió a las empresas que fueron parte de la muestra, en la cual por cada pregunta se presenta una tabla resumen de datos, la gráfica que estos arrojan y un análisis individualizado de lo que estos datos representan.

Se continúa con el cálculo de los indicadores planteados en la planificación, así como el cálculo de las variables y el índice de economía circular. Se inicia con la explicación general de los cálculos, en el cual se muestra por medio de una serie de pasos sucesivos el cálculo tanto de indicadores, variables e índice; primero se plantea identificación de las variables de economía circular, luego la identificación de los indicadores que las conforman, posteriormente la fórmula general de cálculo de los indicadores y por último el cálculo de la variable de circularidad e índice de economía circular del sector manufacturero. Se prosigue con el cálculo de los indicadores, en este se especifica la lógica de éstos, y a partir de estos se presenta la obtención numérica de todos los indicadores de cada variable de circularidad; obtenidos estos datos que son esenciales para el cálculo de las variables se presenta el cálculo de las cinco variables identificadas y por último con el valor de estas cinco variables y la ponderación establecida en la etapa anterior, se determina el Índice de Economía Circular del Sector Manufacturero (IECSM). Se prosigue con el respectivo análisis de los valores obtenidos tanto para indicadores, variables e índice que corresponde al diagnóstico que se está generando del sector a partir de estos valores. Se detalla un análisis individualizado de cada indicador, a continuación de esto se explica el análisis de las variables e índice, y luego de estas explicaciones se hace de manera detallada el análisis de las cinco variables y por último el del índice. Se culmina con una sección de hallazgos generales que se han hecho en el sector manufacturero en este diagnóstico y con la conceptualización de la propuesta que se pretende presentar, esto a partir de una priorización de una serie de problemas detectados, un análisis FODA del diagnóstico, presentación y priorización de estrategias y un esquema general de la propuesta.

El presente trabajo de grado se concluye con la presentación de la propuesta para mejorar la productividad, la cual consiste en la elaboración de un plan de acción circular, el cual está diseñado para ser aplicado en cualquier empresa del sector manufacturero, este inicia con la presentación de la metodología general del plan, en el que se engloban la estructura general de esta propuesta, los ejes estratégicos de dicho plan y las acciones que forman parte de cada uno de estos ejes. Se procede con el desarrollo de cada una de las acciones establecidas por eje, esto consiste en detallar los pasos que se deben ejecutar para convertir dichas acciones en realidad; desarrolladas estas acciones se procede a presentar las evaluaciones correspondientes, para lo cual se presentan los costos y tiempos de duración de las actividades por las cuales está conformada cada una de las acciones, dichos costos sumados, forman el costo total del plan, para lo cual se detalla su respectivo plan de amortización. Se continúa con las respectivas evaluaciones ambiental y social culminado con la respectiva estructura general del trabajo establecida para quien desee echar andar este plan y los respectivos cronogramas, tanto de cada una de las acciones como el cronograma del plan.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

- Realizar un diagnóstico para determinar la situación actual de la economía circular en el sector manufacturero, con el fin de plantear una propuesta de apoyo a la productividad del sector.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

#### Etapa de planificación del diagnóstico.

- Desarrollar un marco conceptual donde se describan los principios, metodología, aportaciones, ventajas y desventajas de la economía circular.
- Diseñar un índice de economía circular para realizar un abordaje cuantitativo de la economía circular en el sector manufacturero.
- Definir variables de economía circular asociadas a las principales funciones empresariales, las cuales conformaran el índice de economía circular.
- Demarcar los indicadores que conformaran las variables de economía circular establecidas que permitan recolectar información concisa y verídica del uso y aplicación de la economía circular.
- Identificar las empresas del sector manufacturero que operan en la actualidad, y establecer una muestra que brinden la información primaria requerida.
- Desarrollar un instrumento de recolección de información para medir el índice de economía circular en la etapa de ejecución del diagnóstico.
- Realizar un sondeo externo del sector manufacturero en materia de economía circular que permita conocer el desarrollo de ésta en países de la región.

#### Etapa de ejecución del diagnóstico.

- Ejecutar el instrumento de recolección de información para recolectar los datos requeridos para medir el índice de economía circular del sector manufacturero.
- Calcular el valor de los indicadores de economía circular que conforman cada una de las variables establecidas, los cuales brindan información concisa y verídica del uso y aplicación de la economía circular en el sector manufacturero.
- Establecer el valor numérico de las variables de economía circular asociadas a las principales funciones empresariales, las cuales conformaran el índice de economía circular.
- Cuantificar el valor del índice de economía circular a partir de los valores de las variables determinadas y las ponderaciones establecidas en la etapa de planificación del diagnóstico.

- Realizar un análisis de los datos cuantitativos obtenidos de los indicadores, variables e índice de economía circular para determinar la situación y tendencias de circularidad en el sector manufacturero.

#### Etapa de evaluación.

- Establecer los ejes estratégicos contenidos en este plan de acción circular con el propósito de ordenar el desarrollo de cada una de las acciones circulares a plantear.
- Definir cada una de las acciones circulares asociadas a los ejes estratégicos las cuales incorporan los principios establecidos por la economía circular para lograr la sostenibilidad ambiental.
- Desarrollar cada una de las acciones circulares con el propósito de profundizar en las actividades que se deben llevar a cabo para la implementación de la economía circular en las empresas del sector manufacturero.
- Definir los beneficios que otorgan las acciones circulares planteadas en dicho plan, a la productividad de las empresas del sector manufacturero con el propósito de demostrar que la economía circular además preservar el medio ambiente otorga competitividad las empresas.
- Estimar el costo de implementar las acciones presentadas en dicho plan, con el propósito de visualizar de una manera general el costo que representaría para las empresas del sector manufacturero.
- Realizar la evaluación ambiental y social de la implementación de las a proyecto, con acciones circulares con el propósito de visualizar los impactos negativos y positivos de estas, para garantizar la completa viabilidad de dicho plan.

## **IMPORTANCIA.**

El Producto Interno Bruto (PIB) de El Salvador registró un crecimiento de 2.38% para el año 2019, en el cual el sector manufacturero representó un 83% del crecimiento anual, siendo este un valor porcentual bastante representativo. Dentro de las actividades de la industria manufacturera, las mayores contribuciones se registraron por la fabricación de productos minerales no metálicos, de sustancias químicas, maquila de confección y de otros productos, así como la fabricación de metales comunes y productos metálicos.

Según la información del Banco Central de Reserva, la economía registró un menor dinamismo en los dos primeros trimestres del 2019 (1.8% en promedio), mientras que en el tercer y cuarto trimestre se recuperó, aumentando en promedio 3.0% y registrando así un alza que permitió que 2019 cerrara con una dinámica económica similar a la observada en 2018.

Las instituciones que brindan apoyo al sector manufacturero en el país como las entidades gubernamentales y privadas deben garantizar el desarrollo sostenible, mediante la implementación de diferentes políticas, modelos que apoyen la productividad del sector y garanticen el desarrollo sostenible.

La economía circular es una estrategia que tiene como objetivo reducir la entrada de los materiales y la producción de desechos, cerrando los flujos económicos y ecológicos de los recursos. Por lo que resulta imprescindible apostar por un modelo productivo basado en el reciclaje como factor fundamental para el aumento de la eficiencia y la evolución hacia un modelo de economía circular.

Para el sector manufacturero las medidas de la economía circular como la prevención de residuos, el diseño ecológico y la reutilización podrían ahorrar dinero a las empresas mientras se reduce el total anual de emisiones de gases de efecto invernadero. Debido a que actualmente, la producción de los materiales que se usan diariamente es responsable del 45% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El desarrollo sostenible en el tiempo se puede lograr con la toma de decisiones fundamentadas en un diagnóstico que permita visualizar el grado de conocimiento del estado actual que poseen las empresas manufactureras respecto a la economía circular, permitiendo de esta manera cuantificar los beneficios que esta genera, tanto al medio ambiente como el valor agregado que genera a las empresas de este sector.

Esto es otra de las razones principales por las cuales el presente diagnóstico, es de vital importancia para establecer el nivel de conocimiento del estado actual que tienen las empresas del sector manufacturero y así obtener fundamentos para continuas aplicaciones del modelo de economía circular en el sector.

## JUSTIFICACIÓN

Desde hace varias décadas, se creía en la industria manufacturera que los esquemas económicos sólo podían estar sujetos al modelo lineal, es decir estos producían, usaban y desechaban, lo cual ha generado el agotamiento de una serie de recursos naturales y de los combustibles fósiles, en este contexto el interés del sector manufacturero por resguardar sus insumos naturales y mantener su estabilidad a lo largo del tiempo, le permitió visualizar nuevos esquemas económicos como lo es la economía circular, la cual es un modelo en el que la planificación, abastecimiento, producción y reprocesos están diseñados y gestionados como salidas que maximizan el funcionamiento de los empresas y desde luego de los ecosistemas, aportando además al bienestar humano.

El enfoque circular ofrece a las industrias una vía de crecimiento estable y resistente, una respuesta para reducir la dependencia de los recursos primarios y finitos, y una forma de atenuar la exposición a situaciones críticas de precios de los recursos. Además, por esta vía las empresas pueden obviar con éxito y en buena medida importantes costes sociales y ambientales. Por otro lado, la economía circular trae también consigo la generación de mayor empleo local, especialmente en puestos de trabajo de baja y media especialización, lo que permite afrontar uno de los problemas más serios que afectan a las economías de los países en vías de desarrollo.

El concepto de Economía Circular como modelo económico alternativo, ofrece nuevas oportunidades para garantizar la sostenibilidad, mejorando la eficiencia en el uso de recursos, dado que aboga por reducir al mínimo la generación de residuos y busca reintroducirlos de nuevo en el ciclo productivo gracias a una visión regenerativa, esta es una economía restaurativa y regenerativa por el lado de la producción y el consumo, teniendo como eje la reutilización y recirculación de materiales, componentes y residuos a lo largo de las cadenas productivas de las empresas. De esta manera aboga por reducir las externalidades negativas sobre el medio ambiente y la salud humana.

Abonando a lo anterior se debe aprovechar el interés que poseen las industrias manufactureras a implementar los principios que establece la economía circular, mostrando todas las implicaciones que esto conllevando, dejando ver los grandes beneficios que tiene no solamente para el medio ambiente sino también el valor agregado que les genera a las empresas que lo implementa.

El desarrollo de este trabajo de grado, deja en evidencia la situación actual que poseen las empresas manufactureras con respecto a la economía circular, y los múltiples beneficios que se obtienen al implementar este modelo, dejando claro que cualquier aumento importante en la productividad material produce un impacto positivo en términos de desarrollo económico, social y ambiental.

## **ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **ALCANCES:**

- Esta investigación cumplirá los lineamientos y principios de la economía circular.
- Las estrategias y variables desarrolladas podrán ser aplicadas a empresas manufactureras que usen materiales o productos que puedan reciclarse.
- Se establecerán variables e índices que otorgarán posibles mejoras a la producción y los procesos industriales con el enfoque de economía circular que promuevan el cuidado del medioambiente.
- Se enfocará solamente en el procesamiento, cálculo y análisis de los datos obtenidos en la etapa planificación del diagnóstico.
- Se calcularán las variables planteadas en la etapa de planificación del diagnóstico, lo cual permitirá obtener un valor cuantitativo de la aplicación de la economía circular en las empresas manufactureras.
- Se establecerán los análisis de cada uno de los indicadores que conforman las variables del índice de economía circular.
- Se establecerán acciones de economía circular aplicables en las diferentes empresas manufactureras.
- Se estimará el costo de ejecutar un plan de acción circular aplicable en las empresas del sector manufacturero de El Salvador.

### **LIMITACIONES:**

- Para la realización del estudio se dificulta la parte de observación y visita a las empresas debido a la situación actual de COVID-19.
- La poca información de algunas empresas debido a que los portales en sus páginas no están actualizados y no mencionan sus avances tecnológicos en cuestión de la economía circular.
- El presupuesto es una de las limitaciones para hacer una investigación más profunda y con más detalle, debido a que el realizar visitas a empresas y conocer sus sistemas requiere de gastos propios para poder costear viajes y pasajes.
- El periodo de tiempo de recolección de información comprende entre 6 a 12 meses a partir de febrero de 2021.
- La poca información de algunas empresas debido a que los portales en sus páginas no están actualizados y no mencionan sus avances tecnológicos en cuestión de la economía circular.

# **CAPITULO I: ANTECEDENTES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.**

## **A. MARCO CONCEPTUAL**

### **1. LA ECONOMÍA CIRCULAR: CONCEPTO Y SU INJERENCIA EN LA ECONOMÍA**

#### **1.1. CONCEPTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR**

La economía circular supone un cambio radical en la visión productiva de las empresas y la visión consumista de los consumidores en su interacción con las empresas productoras, es decir, unos cambios en los paradigmas económicos que sustentan nuestro modelo capitalista. Estos cambios surgen de los diseños de los procesos productivos, los cuales deben mantener el valor de los productos haciendo uso de los recursos limitados y limitar las externalidades negativas que produce el proceso productivo en el medio ambiente.

La economía circular como concepto otorga la oportunidad de revertir el proceso destructivo de los recursos de nuestro planeta y preservar la sostenibilidad y la biodiversidad del planeta, manteniendo el proceso de creación de valor de las empresas e incluso mejorándolo, contribuyendo a disminuir los costes que afrontan en dicho proceso.

El cambio que plantea la economía circular necesita de dos sujetos intervinientes en el proceso: el primero es la propia empresa, cuya acción tiene que ir encaminada a alterar su cadena de valor adaptándola a un proceso productivo circular, y para ello es necesario que se produzca la interacción con el segundo sujeto, los consumidores, cuya mentalidad tiene que experimentar un cambio a favor del nuevo modelo productivo circular, donde su incorporación a dicho modelo circular es esencial para su correcto funcionamiento.

Es fundamental activar la transición hacia un nuevo modelo productivo que reduzca la presión sobre el medio ambiente, y que sea capaz de generar desarrollo económico y social. En este escenario, el paradigma de la Economía Circular (EC) se presenta como la alternativa a este modelo lineal.

La EC permite responder a los desafíos del crecimiento económico y productivo actual porque promueve un flujo cíclico para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de los materiales y la energía de productos y servicios disponibles en el mercado. La EC es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible.

Es por eso que este modelo se apoya en el principio de las 3 RSS (Reducir, Reusar, Reciclar), aplicable a todo el ciclo de vida de los productos y en estrategias de diseño sostenible. Las estrategias de diseño sostenible como la de Cradle to Cradle propuesta por McDonough y Braungart son importantes porque facilitan que los productos y servicios puedan ser reintroducidos al sistema como recursos biológicos o técnicos, es decir que actúan como catalizadoras del funcionamiento de la EC.

El concepto de Economía Circular surge como síntesis de las problemáticas ambientales y económicas generadas de la producción de bienes y servicios de forma lineal-que se basa en extraer, utilizar y desechar-. Este propone un cambio de paradigma que permite frenar el deterioro del capital natural del planeta y reducir el crecimiento exponencial de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero -GEI. En particular, invita a rediseñar los sistemas de producción y consumo, a través de la armonización de estos con el cuidado, protección, resiliencia y restauración de las capacidades de la naturaleza para proveer bienes y servicios a la sociedad; al pasar de la denominada economía lineal, a la circular.

La Economía Circular contempla un sistema regenerativo en el que los insumos, los residuos, las emisiones y las pérdidas de energía son minimizados mediante la ralentización, el cierre y la reducción de la magnitud de los ciclos de materiales y energía. Este sistema puede lograrse mediante el diseño duradero de productos pensando en el mantenimiento, la reparación, la reutilización, la manufactura, la restauración y el reciclaje de estos.



*Ilustración 1-Esquema del sistema de la Economía Circular, recuperado de capítulo 1 avances en la medición de economía circular en Colombia.*

La Economía Circular es un sistema de producción y consumo que promueve la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía; teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas y el uso circular de los flujos de materiales a través de la implementación de innovaciones tecnológicas, alianzas y colaboraciones entre actores, y el impulso de modelos de negocio que respondan a los fundamentos del desarrollo sostenible.

## 1.2. ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN: DE LINEAL DE CIRCULAR

La economía circular se refiere a una economía de carácter industrial cuya principal finalidad es restaurativa (a través del restablecimiento de los efectos negativos que la producción industrial tiene en nuestro medio ambiente). La economía circular busca



apoyar la producción en el uso de energía renovable, minimizar el impacto de la huella ecológica y erradicar los desperdicios que se producen a través de alternativas a diseños de productos. Además, esta economía circular está centrada en la sostenibilidad de sus productos, que han de cumplir una serie de requisitos en cuanto a su diseño y materiales reciclables.

El término va más allá de la mecánica de producción lineal y consumo de bienes y servicios en las áreas que busca redefinir. Según McDonough y Braungart (2002), el concepto de economía circular en el ámbito empresarial está basado en los estudios de los seres vivos que se basan en sistemas no lineales. Estos seres vivos a los que me refiero tienen la noción de optimizar los sistemas en lugar de los componentes, que también se puede denominar como 'diseño de ajuste'. Implica una gestión cuidadosa de los flujos de materiales, que, en la economía circular, son de dos tipos como los describen: nutrientes biológicos, diseñados para reingresar a la biosfera de forma segura y construir capital natural, y nutrientes técnicos, que están diseñados para circular como una alta calidad sin entrar en la biosfera.

Como resultado, la economía circular establece una clara distinción entre el consumo y el uso de los materiales: la economía circular defiende la necesidad de un modelo de "servicio funcional" en el que los fabricantes o minoristas retengan cada vez más la propiedad de sus productos y, cuando sea posible, actuar como proveedores de servicios, vendiendo el uso de productos, no su consumo unidireccional. Este cambio tiene implicaciones directas para el desarrollo de sistemas de devolución eficientes y efectivos y la proliferación de prácticas de diseño de modelos de productos y negocios que generan productos más duraderos, facilitan el desmontaje y la renovación, y consideran el producto turnos de servicio, cuando corresponda. Como explica Stahel:

"El modelo lineal convirtió los servicios en productos que pueden venderse, pero este enfoque de producción es un desperdicio. En el pasado, la reutilización y la extensión de la vida útil eran a menudo estrategias en situaciones de escasez o pobreza y conducían a productos de calidad inferior. Hoy en día, son signos de una buena gestión de los recursos y una gestión inteligente".

### 1.3. LOS PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

El sistema de economía circular está basado en los siguientes principios que son:

- a) **Diseño de la prevención de residuos:** los productos y servicios se pueden concebir y diseñar de manera que se reduzca radicalmente la creación de desechos a través de una mejor integración con los ciclos materiales biológicos y tecnológicos. Se debe pensar en cómo dar una segunda vida al objeto a partir del diseño, con nuevos valores añadidos, para reducir drásticamente posteriores consumos de materiales y energía. Este principio establece que la fase de diseño es fundamental para determinar los impactos ambientales de productos y servicios, por lo tanto, para evitar la generación de desperdicios y la contaminación es necesario diseñar productos, servicios y modelos de negocio que permitan la recirculación de materiales saludables en ciclos infinitos en la economía, y pensados para impactar positivamente el medio ambiente.

- b) **Construcción de resiliencia a través de la diversidad:** los productos y servicios tienen que adaptarse a distintas utilidades a lo largo de su ciclo de vida. Los productos, aun manteniendo su eficiencia, tendrán que ser más simples, modulares y versátiles. La resiliencia de los productos propone reducir la obsolescencia e incrementar drásticamente la funcionalidad y el uso.
- c) **Uso de energías renovables:** la producción, el consumo y el uso de un producto necesita recursos energéticos. La Economía Circular propone utilizar solamente recursos renovables, por su disponibilidad ilimitada, para reducir drásticamente el impacto negativo en el medioambiente (emisiones de gases invernadero, vertidos tóxicos, etc.) y la salud humana.
- a) **Los residuos son “comida”:** este principio cambia radicalmente la manera de entender los desechos, que ya no son rechazados, sino que se pueden transformar en un recurso muy importante de los ciclos biológicos. Por ejemplo, con su reutilización, en ciclos de materiales tecnológicos a través de simbiosis industrial, reutilizando los residuos descartados por una industria, en otra. Este principio propone dejar de desperdiciar nuestros recursos al mantener productos y materiales circulando en la economía sin que terminen en los rellenos sanitarios. Para esto se debe diseñar productos y componentes de forma que estos puedan ser reutilizados, reparados y re manufacturados.
- b) **Pensamiento sistémico:** este principio establece que las diferentes partes se relacionan entre sí y con el sistema, a diferentes escalas espacio-temporales y en relaciones con variables múltiples. Todo esto, utilizando un enfoque de flujos y reservas, orientado a la circularidad y la transformación social y del medio natural. Un ejemplo muy claro es lo que hacen algunas empresas locales: reaprovechando ropa vieja como cortinas, sábanas, manteles, etc., para transformarlas en objetos de actualidad (bolsos, mochilas, monederos, etc.), dándoles un nuevo uso y revalorizándolos para que vuelvan a entrar en la sociedad actual.
- c) **Pensamiento local:** las organizaciones y las comunidades están influenciadas por su contexto y, por eso, tienen una relación dinámica de proximidad. En los ecosistemas ocurre de forma similar, y eso puede dar las pautas para que los grupos de personas puedan aprovechar al máximo los recursos y, al mismo tiempo, puedan favorecer y fortalecer la capacidad creativa e innovadora local. Pensamiento en cascadas. Se basa en la posibilidad de incrementar el valor de una materia prima o secundaria a través de la definición de sus funciones concretas, e intentar reintroducirla en una parte del ciclo de vida de su mismo uso o en la de otros usos distintos.
- d) **Enfoque en el rendimiento:** el rendimiento tiene que ser sinérgico y basado en la creación de beneficios múltiples, incluyendo la creación de valores añadidos, de puestos de trabajo y la reducción del consumo de recursos. Eso supondría la reducción de los impactos negativos a partir de sistemas naturales y socioeconómicos.

#### 1.4. ACTORES CLAVES QUE PROMUEVEN LA ECONOMÍA CIRCULAR

Permite identificar los actores que facilitarán la implementación de las oportunidades de Economía Circular de la empresa, a lo largo de toda la cadena de abastecimiento. Se sugiere identificar actores en los siguientes cuadrantes:

- **Clientes:** compradores directos e indirectos
- **Personal interesado:** empleados, competencia
- **Cadena de suministro:** proveedores de insumos, proveedores de materias primas nacionales e internacionales, empresas prestadoras de servicios de energía, gas y agua, entre otros
- **Profesionales de interés:** agremiaciones relacionadas con el objeto de la empresa, proveedores de tecnología, asesores en temas energéticos, asociaciones de recicladores, gobierno local, entre otros.



*Ilustración 2-Mapa de actores clave, recuperado de Manual con herramientas para implementar la economía circular en empresas*

A través de este mapeo de actores se busca identificar a los actores claves del sistema que promueva le economía circular en donde nos permite analizar sus intereses, su importancia e influencia sobre los resultados de una intervención.

A continuación, se presentan algunos actores y su posible rol dentro de la Economía Circular:

- **Fabricante de materias primas:** Como fabricante de materias primas, su papel es brindar soluciones en materiales que favorezcan la circularidad de los productos elaborados con los insumos. Se puede evaluar los insumos ofrecidos para verificar su favorecimiento a la reciclabilidad, la durabilidad y que sean materiales amigables con el medio ambiente y las personas. Adicionalmente, su papel es el de innovar para ofrecer soluciones que aún no se encuentran en el mercado.
- **Proveedor de insumos y servicios para fabricación:** Como proveedor de insumos y servicios para fabricación, su papel es apoyar las estrategias de Economía Circular planteadas por las empresas transformadoras, desarrollando nuevas tecnologías y ofertas que se alineen con los requerimientos asociados por ejemplo a la recuperación de materiales y reciclaje.
- **Fabricante de productos intermedios para negocios Business to Business (B2B):** Como fabricante de productos intermedios que son comercializados con la industria, su papel es trabajar de la mano con los fabricantes de productos finales para diseñar productos que estén alineados con los principios de la

Economía Circular. Esto con el objetivo de generar modelos de recuperación o reúso de materiales con los clientes de productos intermedios.

- **Proveedor de servicios de transformación de material al final de su uso:** Como proveedor de servicios de transformación de materiales al final de su uso, su papel es brindar soluciones costo-efectivas que permitan obtener materiales recuperados de alta calidad, así como desarrollar mecanismos de recolección, clasificación y recuperación efectivos que permitan desarrollar las estrategias de Economía Circular de las empresas que estén incursionando estos modelos.
- **Fabricantes de productos finales para negocios Business to Consumer (B2C):** Como fabricante de productos que son comercializados a consumidores finales, su papel es trabajar de la mano con sus proveedores para diseñar y fabricar productos que estén alineados con los principios de la Economía Circular. Puede también impulsar modelos de recuperación de productos al final de su uso.
- **Proveedor de servicios logísticos:** Como proveedor de servicios logísticos, su papel es brindar soluciones que permitan el desarrollo de cadenas de suministro inversas efectivas, para lograr la recuperación óptima de materiales útiles en las cadenas de valor.

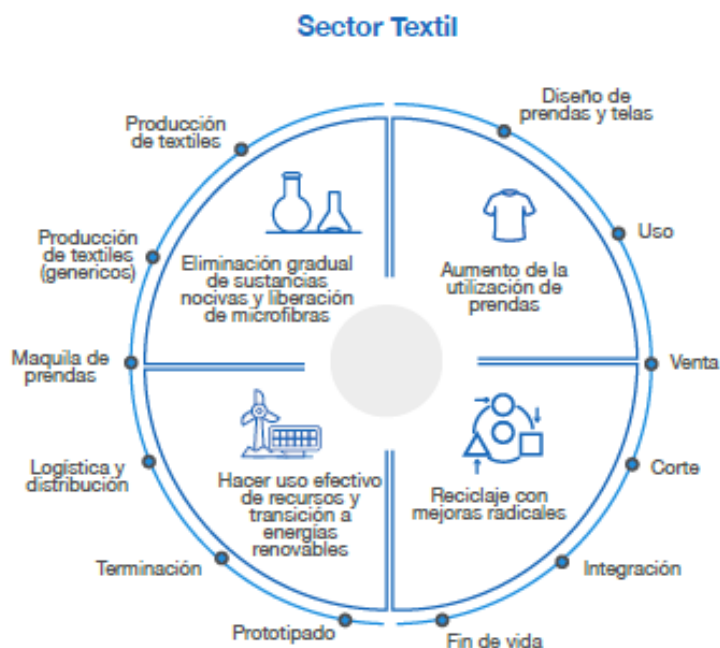
Además, a través de los siguientes gráficos que presentan la relación entre la cadena de valor y algunas estrategias de economía circular para los sectores de la construcción, plásticos y textiles, identificamos el posible papel de la empresa en una economía circular:



*Ilustración 3-Esquema relación entre la cadena de valor y algunas estrategias de economía circular para el sector plásticos, recuperado de manual con herramientas para implementar la economía circular en empresas.*

En el sector plásticos podemos observar en el esquema el ciclo de reciclaje que va enfocado en ciertos puntos como el reúso que va en el uso industrial y el uso del empaque consumidor final, también reciclaje con economía y calidad radicalmente mejoradas que mencionan el tratamiento al finalizar la vida útil y su disposición final, y

el rediseño básico e innovación que abarca el diseño y requerimientos de clientes, la selección y compras de materias primas, la producción y el transporte y entrega.



*Ilustración 4-Esquema relación entre la cadena de valor y algunas estrategias de economía circular para el sector textil, recuperado de manual con herramientas para implementar la economía circular en empresas*

En el sector textil la economía circular y sus estrategias se ejemplifican en 4 partes donde se puede ver en el esquema la eliminación gradual de sustancias nocivas y liberación de microfibras que

## **2. DEFINICIÓN DEL SECTOR MANUFACTURERO.**

### **2.1. EL PAPEL DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.**

La industria manufacturera es la actividad económica que transforma mediante procesos artesanales o altamente tecnificados materias primas y componentes o partes en bienes finales, destinados tanto para el consumo de los hogares como para su empleo en la elaboración de bienes más complejos. Debido al grado de mecanización y arrastre del que puede ser objeto teóricamente se le considera como uno de los principales motores del crecimiento económico. En El Salvador, la industria manufacturera ocupa el segundo lugar en importancia sectorial aportando un 22.6% a la generación del producto total. Durante el periodo comprendido entre 1960 y 2007, creció a una tasa promedio positiva de 3.4%, revirtiendo la fuerte contracción que experimento a inicios de la década de los ochenta.

De 1980 a 1985 redujo paulatinamente su tasa de desaceleración, exhibiendo posteriormente un crecimiento continuo hasta 1993. Sin embargo, de 1993 al 2020 aunque ha exhibido tasas de crecimiento positivo su tendencia ha sido decreciente.

- **TIPOS DE MANUFACTURERAS**

Según la forma de transformar los recursos naturales, las empresas manufactureras pueden ser de tres tipos:

1. Industrias Básicas: extraen la materia prima de la naturaleza, como la industria minera o la petrolera.
2. Industrias Transformadoras: modifican la materia prima en un bien de consumo diario, como la industria textil o la alimentaria.
3. Industria Manufacturera: Su proceso productivo elabora artículos en serie, como la industria tecnológica y de la computación.

- **CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS**

Las manufactureras suelen clasificarse según el ramo del negocio al que se dediquen, ejemplo de ellas son:

1. Productoras de bebidas y alimentos, de tabaco y sus derivados.
2. Productoras de textiles, calzados y vestimenta, de madereras y sus derivados.
3. Imprentas, productoras de papel, cartón y productos derivados.
4. Petroleras, productoras de plástico, químicos, caucho y otros derivados del petróleo.
5. Empresas mineras y procesadoras de metales básicos.
6. Empresas fabricantes de herramientas, maquinarias y equipos.

- **CARACTERÍSTICA DE LAS MANUFACTURERAS**

Las características más emblemáticas que distinguen a las empresas manufactureras de cualquier otro tipo son:

1. Constituyen el sector secundario de la economía de cualquier país.
2. Transforman materias primas provenientes del sector primario de la economía en artículos terminados.
3. Su producción es comercializada por el sector terciario de la economía o por otros sectores para la extracción de materia prima o para su transformación en la elaboración de un producto diferente.
4. Está conformado por Pymes y grandes empresas.
5. Para transformar la materia prima en productos requiere el uso de herramientas, maquinarias y mano de obra o fuerza de trabajo.
6. Fabrica productos destinados al consumidor o artículos secundarios para la producción.
7. Requiere talento humano capacitado para la actividad fabril y para la administración de la empresa.

- **PRINCIPALES TIPOS DE PROCESOS DE MANUFACTURA**

Todos los materiales que se someten al proceso de manufactura se pueden diferenciar por sus características que determinan su resistencia, tamaño, forma, densidad, etc.

Para crear un producto elaborado cada uno de ellos pasa por una serie de operaciones que se pueden dividir en dos principales grupos:

#### 1. Proceso continuo

Este tipo de manufactura se caracteriza por la producción de lotes de productos, ya sea por cantidad o peso, cuyo cálculo se efectúa por medio de variables de rango continuo. Estas variables comprenden carácter físico o químico como peso, resistencia, volumen, color, conductividad, transparencia, etc.

#### 2. Proceso discreto

En este se fabrican piezas, partes o ensamblajes que se pueden contabilizar de manera sencilla y, además, facilita la clasificación de productos que, según sus atributos admisibles o desventajosos, se determina su calidad. De este modo, cada atributo puede ser medido por una escala discontinua, de numeración o simple conteo.

#### 3. Proceso de manufactura flexible

Un proceso de manufactura flexible es aquel que se utiliza para combatir los niveles de variación que se presentan en los estilos de productos o partes. Se lleva a cabo de manera independiente para no interrumpir el procedimiento completo de fabricación, mientras se realizan los cambios necesarios.

Este sistema flexible identifica todas las unidades de trabajo para ejecutar correctamente cada operación y permite efectuar cambios de instrucciones de manera diligente. De esta manera, se optimiza la fabricación de diferentes productos a los que se les pueden hacer ajustes inmediatos.

#### • **RASGOS DE LA PRODUCCIÓN POR MANUFACTURA**

Como lo hemos mencionado a lo largo de esta entrada, un proceso por manufactura tiene la principal función de transformar diversas materias primas para obtener múltiples productos.

Detrás de cada proceso existe una necesidad por parte de un público concreto, es ahí donde radica la razón de ser de cada uno. Ante las demandas del mercado se encargan de abastecerlas en tiempo y forma.

Un proceso por manufactura comprende cinco etapas:

1. Manejo de las materias primas.
2. Acondicionamiento físico de los recursos.
3. Transformación por procesos químicos.
4. Clasificación de acuerdo a sus características.
5. Elaboración de productos.

De manera general, el concepto de manufactura posee los siguientes rasgos que la distinguen:

- En función de la complejidad de elaboración del producto, las acciones manufactureras pueden requerir un mayor o menor número de procesos de producción intermedia.

- Cada proceso implica la actividad humana como técnica artesanal y así también, se vale de maquinaria y tecnología.
- Los procesos son variados y divergentes, por lo que se segmenta cada uno a su respectiva especialización de actividades.
- La optimización de los recursos es su primacía y como consecuencia las empresas reciben diversos beneficios.

## 2.2. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN ALGUNAS EMPRESAS

Cuando se diseña una lavadora o cualquier otro producto, no solo se debe pensar en su utilidad o en que sea ecológica, también se debe establecer qué ocurrirá con cada uno de sus componentes cuando ya no sirva. Es decir, se trata de prevenir, desde el diseño, cómo se va a reutilizar cada pieza. Y aquí es donde entra en juego la economía circular.

Así, para practicar una economía sostenible y circular deben cambiar nuestros hábitos de consumo y la forma en la que las empresas diseñan y fabrican sus productos. El objetivo es que las generaciones futuras puedan disfrutar de los recursos naturales que nos ofrece la Tierra.

- **Botellas que se convierten en alfombrillas y salpicaderos para los coches.** El reciclaje es una de las bases de la economía circular, y por eso existen empresas como Eko-rec, dedicada a reciclar botellas de PET después del consumo para transformarlas en alfombrillas y salpicaderos para el coche o packaging.
- **Neumáticos que se transforman en zapatos.** La empresa Ecozap fabrica zapatos ecológicos y de Comercio Justo veganos, sin utilizar pieles ni tóxicos y usando materiales como los neumáticos. ¿Te apetece pisar fuerte respetando el medio ambiente?
- **Construcción sostenible de casas y oficinas.** Sustainer Homes es una empresa holandesa que construye casas y oficinas a partir de módulos de madera fresados que duran toda la vida.
- **Decoración con desechos electrónicos y plásticos.** Miniwiz es una empresa que tiene la sede en Taiwán y que se dedica a reciclar basura proveniente de aparatos electrónicos o productos de la construcción para convertirlos en material de construcción. Entre otras cosas, creó el interior de las tiendas de Nike.
- **Ciudades con materiales reciclados.** ¿Te gusta montar en bici por tu ciudad? Si te has fijado en los separadores del carril bici, has visto uno de los productos que fabrica la empresa Zicla a partir de residuos de plástico derivados del consumo. No solo se apuesta por el reciclaje, sino también por ciudades más sostenibles.
- **Heritage Acre Foods**, planea procesar cerdos en su planta y captar los residuos y los desechos para hacer un biocombustible que alimentará la planta.
- **LanzaTech**, una empresa que diseña y produce combustibles alternativos.



## 2.3. ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SALVADOR

### **El Salvador elaborará hoja de ruta sobre economía circular**

El Salvador será uno de los primeros países de la región en contar con un diagnóstico de la situación actual de la economía circular en el país y una hoja de ruta relevante en materia de cambio climático, gracias a la asistencia técnica solicitada al *Climate Technology Centre & Network* (CTCN) y que fue presentada de manera virtual a representantes de diferentes sectores del país relacionados con la temática.

“Se reconoce que debemos pasar de únicos ciclos de vida a procesos circulares, uno de los caminos es incorporando tecnología (identificando la adecuada y transfiriéndola), algo en lo que podemos apoyarnos en CTCN”, detalló Luis Menjivar, enlace nacional CTCN y director del Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales, del Ministerio de Medio Ambiente.

Agregó que para el logro de los objetivos se requieren rediseños, reutilización, reciclaje, re manufactura, reparación. “Esperamos, más adelante, poder fusionar la economía circular con las energías renovables, contar con procesos que no comprometan el medio ambiente, reconocer los residuos como materia prima, entre otros retos que tenemos como país para entrar en una lógica de economía circular”, dijo Menjivar.

La asistencia técnica consiste en la sistematización de experiencias para el diagnóstico, por lo que será necesario desarrollar un mapa actualizado de actores claves y partes interesadas, iniciativas públicas/privadas, definición de territorios y caracterización de brechas y barreras.

Estos insumos servirán para la construcción de la hoja de ruta de economía circular relevante en materia de cambio climático, con la finalidad de combatirlo y cumpliendo al mismo tiempo con las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), convirtiendo a El Salvador en un referente en economía circular.

“Empresas importantes de nuestro país han iniciado con el ajuste de sus procesos productivos encaminados con esa nueva dinámica, pero todavía falta mucho por recorrer y estoy segura de que, con el esfuerzo de todos, saldremos adelante en este nuevo reto”, aseguró durante el lanzamiento Ivanya Avendaño, directora de Gestión Territorial del Ministerio de Medio Ambiente.

Durante el lanzamiento, que contó con la participación de Rose Mwebaza, directora de CTCN, también hubo ponencias sobre el “Progreso de la economía circular en el país”, a cargo de Yolanda Salazar, del Centro Nacional de Producción Más Limpia; “Avances de la ASI en la economía circular” por Luis Gómez, de Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) y Mauricio Solalinde, de Fundación Moisés Bertoni; así como la presentación de la “Asistencia técnica en economía circular” por Cristhian Abanto, Christopher Hoor y Salvador Rivas, de Deuman.

### **El Salvador: ASI propone modelos económicos circulares**

Industriales buscan desarrollar estrategias y políticas para promover la sostenibilidad ambiental en el sector productivo.

La Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) y La Embajada Británica en El Salvador, firmaron un acuerdo de cooperación para la concientización y uso de herramientas para una recuperación económica ambientalmente sostenible que tiene como eje el modelo de economía circular.

Este acuerdo, consiste en utilizar la mayor parte de materiales biodegradables posibles en la fabricación de bienes de consumo para que puedan volver a la naturaleza sin causar daños medioambientales.

El gremial desarrollo el II Foro de Economía Circular que buscaba abrir el espacio para ser fuente de conocimiento sobre las tendencias globales, iniciativas de las empresas y de entidades gubernamentales, así como también mostrar casos de éxito en ideas provenientes de la economía circular.

Asimismo, lanzarán la primera aplicación móvil de economía circular en El Salvador, que conectará a personas comprometidas con la Sostenibilidad y que busquen mantener sus residuos dentro de la economía con las empresas que se encargan de re procesarlos.

### **Lanzan Iniciativa Economía Circular en El Salvador**

La tendencia en el mundo es caminar hacia la implementación de modelos de Economía Circular y El Salvador no es la excepción frente a esto; la tendencia en el mundo es caminar hacia la implementación de modelos de Economía Circular y El Salvador no es la excepción frente a esto; por este razón, en Alianza con **Carvajal Empaques, Termoencogibles, La Constancia, FONAES, la Iniciativa Regional para el reciclaje inclusivo, la Embajada del Reino de los países bajos y FUNDEMAS**, lanzan la iniciativa para el fortalecimiento del reciclaje inclusivo en El Salvador.

Este esfuerzo se basa en los siguientes objetivos:

1. Aumentar las tasas de recolección de los residuos reciclables (educación ciudadana)
2. La inclusión de los recicladores en los sistemas de gestión de residuos
3. La dinamización de las cadenas de transformación de residuos reciclables.

A través de esta iniciativa se busca contribuir a la implementación de un modelo de economía circular para el país, la generación de empleos formales, la dignificación de la labor de los recicladores con una fuente de ingresos sostenible para más de 60 personas directas y 200 indirectas.

El proyecto se enfocará en las etapas de separación y clasificación en la fuente, recolección, acopio, pre-acondicionamiento y comercialización de residuos aprovechables. La propuesta prevé trabajar inicialmente un piloto con una cooperativa de recicladores ya establecida en Cuscatancingo, para luego extender el proyecto a otros municipios del país mediante un modelo que sea replicable y escalable.

Aunque el proyecto iniciará con una cooperativa cuya operación radica en Cuscatancingo, los recicladores desarrollan rutas de recolección en los municipios de San Salvador, Mejicanos, Apopa y Ayutuxtepeque; evidenciando las redes de conexión que actualmente generan los recicladores. Actualmente, la recolección de los residuos se hace a pie, y la compra de material en la eco- estación está supeditada a que llegue un comprador o que estos alquilen transporte para su comercialización. Su alcance de recolección, y comercialización se ve limitado.

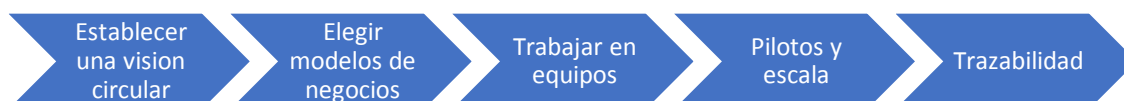
Por lo tanto, este proyecto tiene un enfoque estratégico de país, que tendrá impactos sociales, ambientales y económicos y se tiene previsto trabajarlo con procesos de articulación público, privado y sociedad civil. Promueve la disminución de importación de materia virgen, aumenta el reciclaje para satisfacer el mercado salvadoreño y mejora las condiciones socioeconómicas de los recicladores que permita mejorar sus condiciones de vida.

Para lograr que este avance sea posible y aportando al ODS 17 se han desarrollado alianzas estratégicas con empresas que serán socias del proyecto como Termoencogibles, La constancia, FONAES, Carvajal Empaques y la Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo (IRR) y FUNDEMÁS desarrollará el rol de ejecutor de proyecto. En este momento, nos encontramos en el desarrollo de la fase cero del proyecto que es un diagnóstico inicial de la Cadena de Valor de reciclaje; esto nos permitirá tener datos relevantes y junto con información de estudios previos se constituyen en la primera línea base con información real de reciclaje en el país.

La fase I del proyecto iniciará en enero 2020 con una duración de 12 meses basado en tres grandes ejes:

- Organizar y fortalecer a los recicladores de una cooperativa conformada por 60 personas y que trabajan en el municipio de Cuscatancingo. Asimismo, se fortalecerá iniciativas de reciclaje del municipio de San Salvador. Posteriormente, se replicará a otros municipios.
- Mejorar las capacidades de gestión comercial de los recicladores y cadenas de valor para la comercialización de los materiales recuperados.
- Articular e incidir en políticas público-privada para la implementación de un marco regulatorio enfocado en reciclaje.

### **Pasos para implementar la economía circular**



Con estas acciones y entre algunos de los principales impactos, se espera:

- Beneficiarios directos: 60 recolectores capacitados y con competencias fortalecidas.
- Beneficiarios indirectos: 200 recolectores involucrados que inician procesos de formalización en competencias para la recolección y comercialización de materiales reciclables y entre ellos, se apuesta a que 30% serán mujeres beneficiadas.
- Incremento gradual en ventas. Se ha estimado que partiendo de una base de \$10 dólares diarios por persona (datos proporcionados por los recicladores), al tener las competencias de comercialización y la cadena formalizada para la comercialización, se podría incrementar en un 100% sus ventas diarias.
- Contar con una metodología de recolección.

- Reducir los niveles de contaminación del suelo y del aire.

## **Ejemplos empresas salvadoreñas con un programa de economía circular:**

### **a) La Constancia y Coca-Cola**

La Constancia y Coca-Cola lanza programa de economía circular para reciclar hasta el 100% de envases plásticos. La Constancia, en conjunto con la compañía Coca-Cola, presentó su proyecto Hagámosla Circular. Ésta es una iniciativa de transformación **desde el ciclo productivo que permitirá a la empresa recolectar y reciclar** hasta el cien por ciento de sus envases plásticos en El Salvador. Con este proyecto, se ha pasado de operar un modelo lineal de producción de envases hacia un modelo circular, en el que ya está incorporando un 25% de resina local reciclada en todos sus envases plásticos.

Como empresa han generado la demanda de resina local reciclada. Solamente entre julio y septiembre se lograron recolectar más de **22 millones de botellas** equivalentes a aproximadamente 895.000 libras de plástico que han retirado del medio ambiente, y el cual han evitado se convierta en contaminante directo de los recursos naturales

**La Constancia** ha construido, en conjunto con aliados estratégicos un nuevo proceso para la elaboración de sus envases plásticos. El proceso tradicional operaba de forma lineal y consistía en que sus proveedores adquirieran materia prima para producir preformas, la empresa fabricaba los envases con los cuales se comercializaban sus productos. Y finalmente, luego de que el consumidor disfrutara de ellos eran desechados.

Actualmente, La Constancia junto con Coca-Cola han construido un modelo de economía circular, que implica reincorporar esos materiales que previamente eran desechados luego de un solo uso. Ahora, la empresa da nueva vida al plástico, reciclándolo.

En La Constancia se produce y envasan sus productos, luego son llevados a puntos de venta en todo el país. El consumidor los obtiene, disfruta y desecha el envase plástico. Estos desechos ya están siendo recolectados y entregados a una empresa recicladora aliada, **INVEMA, que los transforma en material plástico reciclable o pellets**. Luego estos pellets se convierten en materia prima para el proveedor de preformas plásticas, **AMCOR**, que incorpora el material reciclado y el material virgen. Finalmente, las preformas son adquiridas por La Constancia y ahí se convierten en nuevas botellas.

Hagámosla Circular es una de las iniciativas que hacen parte de la plataforma de sostenibilidad de la compañía, que incluyen esfuerzos mundiales bajo cuatro grandes ejes: gestión del agua, empaque circular, energía renovable y agricultura sostenible.

### **b) Holcim y Geocycle promueven el Co-procesamiento para el tratamiento de Desechos**

Holcim, a través de Geocycle, brinda soluciones en el manejo sostenible de desechos a la vez que genera recursos de energía alternativos; esto lo hace a través del co-procesamiento. Se refiere al proceso simultáneo de reciclar materiales minerales y recuperar energía dentro de un solo proceso industrial: la manufactura del cemento. Se lleva a cabo al incorporar desechos previamente preparados al horno de cemento para su disposición final de una forma segura y amigable con el medio ambiente.

En el año 2018, Geocycle El Salvador co-procesó 20 mil toneladas de desechos, entre residuos de empresas pertenecientes a las industrias farmacéutica, automovilística, química, textil, manufacturera, plásticos, petróleo, papel, entre otros. Como parte importante de su contribución ambiental, el año pasado Geocycle co-procesó aproximadamente 700 mil llantas usadas sumando alrededor de 6 millones de llantas co-procesadas desde el año 2001.

Con la energía generada a través de los desechos mediante el co-procesamiento, Holcim El Salvador ha logrado reducir en un 15% el uso de combustibles y la meta es aumentar gradualmente este porcentaje año con año.

Con el fin de aumentar su capacidad instalada, en 2019 Holcim y Geocycle están realizando una importante inversión de más de US\$1 millón de dólares destinados a la adquisición de un sistema de alimentación de estos materiales al horno, aumentando de 3,000 a 10,000 kilos de desechos por hora, así como a la ampliación de la plataforma de almacenamiento de los residuos, completamente equipada con equipos anti-incendios de última generación.

Las soluciones que se promueven a través de Geocycle encajan dentro del pilar de ***Economía Circular del Plan 2030***, buscando una producción más limpia en el proceso de fabricación de cemento, pero también brindando a las empresas una solución para disponer de sus residuos y evitando que lleguen a los ríos y mares del planeta o se depositen en rellenos sanitarios esperando de cientos a miles de años para descomponerse.

### 3. PRODUCTIVIDAD

#### 3.1. DEFINICIÓN

En términos generales, la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos para la producción de bienes y servicios. Así pues, una definición común de la productividad es la que la refiere como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la “eficiencia con la cual los recursos - humanos, capital, conocimientos, energía, tiempo, etc.- son usados para producir bienes y servicios” (Levitan, 1984).

Según la OIT, la productividad puede definirse de la siguiente manera: “**es la relación entre producción e insumo**”.

La productividad se puede expresar matemáticamente mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad de bienes o servicios(productos)}}{\text{Cantidad de recursos gastados(insumos)}}$$

Este concepto es válido para una empresa, una industria o toda la economía y como se puede deducir de la fórmula anterior, no es más que el cociente entre la cantidad producida y la cantidad de los recursos que se hayan empleado en la producción.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran a juego otros aspectos muy importantes como la calidad.

### **Economía circular: clave para impulsar la productividad**

La Economía Circular (EC) está reorientando muchos de los sistemas productivos tradicionalmente lineales –producir, usar y desechar- hacia modelos que permiten alargar la vida útil de los productos, reusarlos, recuperarlos y/o repararlos, y en últimas, reciclarlos para convertirlos en otros materiales útiles para el mismo proceso productivo o para trasladarlo a otras industrias.

Además de ser soluciones ecoeficientes, buscan la eco-efectividad reduciendo la dependencia permanente de nuevos flujos de materiales. Por lo tanto, es también una estrategia de eficiencia en la cadena de suministros y de reducción de costos de abastecimiento y disposición final.

Europa materializa ya en marcos normativos y de inversión su transición hacia modelos de producción sostenible. Con antecedentes en varios de sus países -España y Holanda, por ejemplo- recientemente el Pacto Verde Europeo emitió un Plan de Acción de Economía Circular centrado en: electrónica y TIC, baterías y vehículos, envases y plásticos, textiles, construcción y edificios, y cadena agroalimentaria. China no quiere quedarse atrás, ya en el 2008 formalizó su Ley de Promoción de la Economía Circular y en el 2016 su Instituto del Sistema Económico y Administración del Desarrollo Nacional inició acercamientos de cooperación con la UE para avanzar con mucho mayor firmeza en la implementación.

En América Latina tenemos casos de empresas que han avanzado en rediseñar sus procesos bajo los preceptos de ecoeficiencia y eco efectividad de la EC. Sin embargo, ¿Contamos en nuestros países con marcos normativos y promotores que alienten esta transición? América Latina tiene un nivel mucho menor de implementación en comparación con la UE y Asia, y un desarrollo de normativas mucho más reciente.

### **3.2. FACTORES DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

En periodos pasados se pensaba que la productividad dependía de los factores trabajo y capital, sin embargo, actualmente se sabe que existe un gran número de factores que afectan su comportamiento. Entre ellos destacan las inversiones, la razón capital/trabajo, la investigación y desarrollo científico tecnológico, la utilización de la capacidad instalada, las leyes y normas gubernamentales, las características de la maquinaria y equipo, los costos de los energéticos, la calidad de los recursos humanos, los sindicatos, etc.

El mejoramiento de la productividad no solo es hacer las cosas mejor: principalmente, es hacer las cosas correctas de una mejor forma. En la próxima figura se identifican los principales factores que afectan la productividad o las “cosas correctas”, las cuales deberían ser el principal interés de los administradores de los programas de mejora de la productividad.

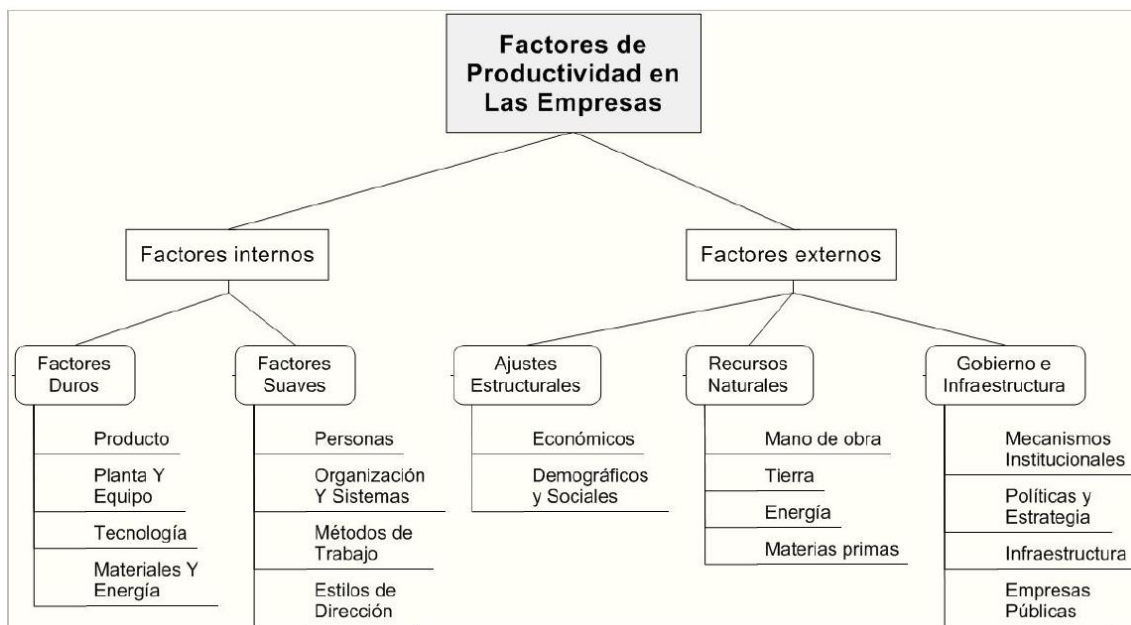


Ilustración 5-Factores de productividad en las empresas, fuente: tesis desarrollo de una propuesta para mejorar la productividad del sector transporte de carga de El Salvador.

### 3.3. TÉCNICAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD

Cómo establecer y mantener en toda la organización un clima de permanente interés por mejorar los resultados, cómo conseguir una utilización más efectiva y rentable de las instalaciones y maquinaria o cómo asegurar la implantación y la actualización permanente de los métodos y tiempos correctos de ejecución del trabajo, sin negativas repercusiones sobre el clima laboral. Cómo mejorar la productividad de la empresa y la calidad empresarial.

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
<b>1. Sistemas De Distribución En Planta De Talleres (Layout)</b>	Cómo analizar las distintas posibilidades de distribución en planta de los talleres de su Empresa, seleccionando aquella que mejor resuelva el difícil equilibrio entre tiempo y coste de realización, potenciando la racionalidad del proceso productivo, el funcionamiento de las instalaciones y su conservación, la calidad del producto, la seguridad en el

	trabajo, etc., en un entorno operativo de flujo tenso y flexible.
<b>2. Mejora Continua (Kaizen)</b>	Cómo establecer y mantener en toda la organización un clima de permanente interés por mejorar los resultados de la Empresa, aumentando los niveles de productividad y calidad, normalizando operaciones, perfeccionando métodos y reduciendo tiempos y costes, mediante la aplicación sistemática de las más modernas y eficaces técnicas de gestión.
<b>1. Equipos De Mejora</b>	Cómo crear equipos de mejora, potentes e integrados, que aseguren el constante aumento de la productividad y de la competitividad de su Empresa, reforzando el rol de liderazgo de los Mandos y los valores de motivación y creatividad de sus miembros.
<b>2. Mejora Del Entorno De Trabajo De Talleres: Técnica De Las 5s</b>	Cómo iniciar y estimular una nueva actitud mental que ayude a la exitosa introducción de más importantes cambios en la organización de los talleres, creando y manteniendo un entorno de trabajo limpio, organizado y seguro, basado en la filosofía japonesa "5S", apto para mejorar la calidad de vida laboral de los trabajadores y los niveles de eficacia y calidad operativas.
<b>3. Mejora Del Entorno De Trabajo De Oficinas: Técnica De Las 5s</b>	Cómo crear y mantener en sus Servicios técnicos, Gabinetes de estudios y Oficinas administrativas un entorno de trabajo limpio, ordenado y seguro, que facilite la mejora continua de la calidad y de la productividad, fomentando y desarrollando el espíritu de grupo, el sentido de la organización y el respeto de las normas y procedimientos.
<b>4. Mantenimiento Productivo Total(Tpm)</b>	Cómo conseguir una utilización más efectiva y rentable de las instalaciones y maquinaria de la Empresa, mediante la aplicación de las técnicas TPM que facilitan la reducción de los costes de mantenimiento, el aumento de la disponibilidad y eficiencia del equipo productivo y la mejora del grado de motivación del personal (gracias a su responsabilidad en el mantenimiento periódico planificado y en el preventivo que se efectúe en los momentos de no producción).
<b>5. Análisis Y Mejora De Los Métodos De Trabajo</b>	Cómo identificar oportunidades de mejora en cualquier proceso productivo y hacer que la Organización se beneficie realmente de las seleccionadas, aplicando metodologías que garanticen



	el éxito de las implantaciones (criterios de selección de los trabajos a mejorar; estudios, pruebas y ensayos; herramientas de apoyo, etc.).
<b>6. SMED (Cambio Rápido De Útiles Y Herramientas Para Optimizar Preparaciones De Máquina Y Cambios De Modelo</b>	Cómo optimizar el rendimiento de máquinas e instalaciones, reduciendo drásticamente el tiempo dedicado a las preparaciones de máquina y a los cambios de serie o de modelo, mediante la correcta aplicación de la técnica SMED. Se estudia la necesidad de utilizar esta técnica, sus principios y funcionamiento, ventajas, etc., con ejercicios prácticos y con el desarrollo de una aplicación completa.
<b>7. Estudio De Trabajo Y Cronometraje Industrial</b>	Cómo asegurar la implantación y la actualización permanente de los métodos y tiempos correctos de ejecución del trabajo, sin negativas repercusiones para el clima laboral y los sistemas de incentivo de la Empresa.
<b>8. Introducción Al Cronometraje Industrial</b>	Cómo adentrarse en las técnicas de medición del trabajo para orientar y encauzar con garantías la implantación y la actualización permanente de los métodos y tiempos correctos de ejecución del trabajo, sin negativas repercusiones sobre el clima laboral y los sistemas de incentivo de la Empresa.
<b>9. Diseño De Puestos De Trabajo: Productividad Y Ergonomía</b>	Cómo adecuar los sistemas de trabajo a los operarios y los productos a sus consumidores (diseño y rediseño de puestos y productos), de modo que pueda compatibilizarse el necesario objetivo de productividad con los de la exigible seguridad y razonable confort de los trabajadores.

Tabla 1-Técnicas para mejorar la productividad, recuperado de <https://www.grupoitemsa.com/formacion/areas-de-formacion/tecnicas-y-herramientas-de-productividad/>

## B. MARCO CONTEXTUAL

### 1. SURGIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

La historia de la economía circular no tiene una fecha de inicio específica. Sin embargo, fue a fines de los años 70 que cobró impulso, gracias a académicos, líderes de opinión y empresas que llevaron su aplicación práctica a sistemas económicos modernos y a procesos industriales. A partir de allí, se han creado distintas filosofías, llegando a establecerse como un modelo económico que surge de la verdadera concienciación sobre la finitud de los recursos naturales y la necesidad de preservarlos.

Por ejemplo, el químico alemán Michael Braungart, junto al arquitecto estadounidense Bill McDonough, creó el concepto y certificación Cradle to Cradle™ (de la cuna a la cuna), una filosofía de diseño que compara los procesos industriales y comerciales con un proceso de metabolismo biológico, donde los desechos equivalen a nutrientes que pueden ser recuperados y reutilizados. Allí hace la diferencia entre los materiales técnicos y biológicos.

Por su lado, Janine Benyus es autora de Biomimicry: Innovation Inspired by Nature, disciplina que invita a estudiar los fenómenos de la naturaleza con el fin de encontrar soluciones a problemas humanos.

Economía de rendimiento, Ecología industrial, Capitalismo natural, Economía azul y Diseño regenerativo son otras de las filosofías donde se hace énfasis en qué es la economía circular y en cómo se puede aplicar en la actualidad.

Mientras prime el factor económico sobre el social y medioambiental, la economía circular y economía lineal deberán seguir conviviendo en el mercado. Sin embargo, las materias primas son limitadas, por lo que la economía circular se presenta como la alternativa lógica y viable si es que se desea una proyección sustentable al largo plazo.

En la segunda mitad del siglo XVIII la revolución industrial cambió radicalmente las formas de producción y consumo, fomentando una rápida transformación de los otrora descentralizados, artesanales y lentos sistemas de producción. Esto ha sido posible debido a diversos factores, como la tecnología, el desarrollo (máquina de vapor), el desarrollo organizacional, la globalización de mercados y recursos (colonialismo), la disponibilidad de energía asequible (carbón) y la mano de obra; esto último incrementando dinámicas de urbanización.

El sistema lineal de producción y consumo no ha cambiado mucho desde la primera revolución industrial, y todavía se basa en la extracción de materia prima, la producción de bienes, el consumo y la generación de residuos. Este sistema lineal, que en algunos casos ha sido beneficioso en términos de desarrollo y bienestar, ya no es sostenible a causa del aumento de la intensidad material y energética, reforzado por el crecimiento del consumo, algo que no es compatible con un mundo finito de recursos limitados, como limitada es su capacidad de adaptación al creciente impacto de las emisiones de agentes contaminantes.

El concepto de economía circular fue definido con el objetivo de cambiar radicalmente el actual sistema lineal de producción y consumo para desasociar el uso de recursos naturales y las externalidades negativas del bienestar y el desarrollo. El enfoque de una economía circular fue teorizado por Walter R. Stahel en 1976, que se basó en el

concepto de que un ciclo económico puede incrementar la creación de empleo, la competitividad, y reducir el uso de recursos y generación de desperdicios, incluyendo también principios relacionados con la durabilidad de los productos y la venta de servicios en vez de productos: El concepto también fue desarrollado por diferentes escuelas de pensamiento, incluyendo:

- Permacultura.

El concepto de permacultura fue introducido por Millison y Holmgren a finales de los años 70 con una específica referencia al asentamiento humano, así como un sistema de diseño social basado en la observación y la reproducción de ecosistemas naturales y principios ecológicos. Se incluye también el concepto de justa distribución y uso, en respeto a los humanos y la naturaleza.

- Ecología Industrial.

El concepto de ecología industrial fue formulado en los años 80 por R. Frosch, quien analizó el material y los flujos de energía a través de un sistema industrial, teorizando la posibilidad de reducir y maximizar el uso de la energía y el insumo de materiales, minimizando a su vez las externalidades negativas de la producción industrial. Un concepto similar, conocido como simbiosis industrial, ya había sido introducido en los años 40 y a día de hoy sigue todavía en uso. Este concepto observa distritos industriales y/o grupos industriales, más que una sola industria. También es importante citar el concepto de metabolismo industrial que es central en el desarrollo de una ecología industrial.

- Cuna por cuna.

El concepto de cuna por cuna fue empleado por primera vez e introducido por W. Stahel y posteriormente retomado por B. McDonough y M. Braungart. La cuna por cuna parte del concepto de nutrición biológica y técnica, que modifica y elimina radicalmente la más pura concepción del deshecho, ello sumado a la necesidad de usar primordialmente la energía solar.

- Biomimetismo

A finales de los años 90 el concepto de biomimetismo fue introducido por J. Benyus, y sería usado ampliamente en la arquitectura a posteriori. El biomimetismo mira la innovación inspirándose en la naturaleza y siguiendo tres principios básicos:

- La naturaleza como modelo para emular formas, procesos y sistemas.
- La naturaleza como medida: para usar estándares de evaluación basados en la naturaleza y en ciclos naturales.
- La naturaleza como mentora: usar la naturaleza para extraer conocimientos - más que materiales

Por otra parte, la economía circular está basada en cinco principios rectores:

1. Prevenir los problemas de residuos.

Plantea la fabricación de productos con materiales cuya degradación se adapte a los procesos naturales y de una forma tóxica o que se posibilite su reutilización con la menor pérdida de calidad posible. Por ejemplo, ¿cómo tenemos nuestro cubo de reciclaje de plástico y envases? ¿Sería posible que nuestras compras en el supermercado no generaran bolsas y bolsas de basura de cada mes?

2. Construir resiliencia a través de la diversidad.

Quiere decir que los procesos productivos abandonan un único paradigma de la máxima eficiencia por otro en el que haya una capacidad de reacción al cambio mediante sistemas más adaptables y modulares. Grosso modo, se trata de no apostar el éxito a una sola carta, que es una estrategia de beneficios evidente en la agricultura, por ejemplo.

### 3. Usar energía de recursos renovables.

Esto está relacionado con la primera característica, ya que supone la prestación de un servicio esencial, sin la generación de residuos tóxicos. El uso de energía de recursos renovables, consiste en obtener energía de recursos naturales: el sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente.

### 4. Pensar en sistemas.

Es decir, idear procesos económicos teniendo en cuenta cómo encajan dentro de contextos que vayan más allá de la dinámica de extraer, procesar, consumir y tirar. Es necesario tener en cuenta los ciclos de la naturaleza y el medio ambiente y hacer que nuestra economía forme parte de ese ciclo.

### 5. Pensar en cascadas.

Supone en cómo extraer valor en cada uno de los pasos de los sistemas en los que se encajan los procesos. En el proceso de aprovechamiento de la madera, por ejemplo, sacar provecho de la degradación de la madera por parte de microorganismos que la transformen en energía o que den más vida a ésta después de ser un mueble o un palé.

El modelo desarrollado actual, que describe los ciclos de los nutrientes tecnológicos y biológicos, es de interés, aunque tiene claras limitaciones, particularmente relacionadas con los temas olvidados de la escala y dimensión físicas de producción y consumo.

Sin embargo, esta conceptualización tiene cierto potencial si se traslada a un nivel territorial, equilibrándolo con un mayor enfoque en el consumo y el metabolismo social, ofreciendo la posibilidad de teorizar y estructurar un enfoque de desarrollo territorial circular.

La economía circular es una alternativa imprescindible para la sostenibilidad. Se trata de un pensamiento económico basado en la reducción del consumo de los materiales y la producción de desechos. Con la economía circular se cierran los “bucles” o flujos económicos y ecológicos de los recursos.

La economía circular es una alternativa para cuidar nuestro presente y preservar nuestro futuro. Se trata de un sistema que tiene por objetivo reducir el impacto del ser humano en los recursos naturales consecuencia del consumismo frenético de la actualidad. A pesar de que parece una solución para un problema actual, el origen de la economía circular lo encontramos hace siglos.

Los modelos empresariales que implantaban economía circular empezaron a utilizarse por pequeños emprendedores, aunque no de una forma uniforme, ya fuera a través del establecimiento de cadenas de suministro circular, tareas de recuperación y reciclaje de materiales, extensión del tiempo de vida útil de los productos y plataformas para compartir. En la actualidad y desde sus inicios en 2013 han sido medianas y grandes empresas –especialmente a través de sus directivos- las que han extrapolado estos modelos de negocio a los suyos propios, iniciando la aplicación de modelos de economía circular con el objetivo de posicionarse a futuro para capturar la ventaja competitiva que prevén que este tipo de modelo va a generar.

Algunos de los ejemplos son:

A nivel empresarial se pueden destacar algunas iniciativas relacionadas con la Economía Circular:

- En Escocia, la empresa de capital privado Circularity Capital, realiza inversiones en proyectos donde se fomente otro tipo de economía no lineal, una economía basada en el reaprovechamiento, el rediseño y el reúso de objetos que hayan quedado obsoletos, aumentando así la productividad de los recursos actuales al incorporarlos a diversos ciclos productivos.
- La empresa colombiana, Bioestibas, tiene una propuesta que fue seleccionada como una de las 30 ideas sociales más prometedoras en el mundo por The Chivas Venture. A partir de 2016, decidieron aprovechar desechos agrícolas como los tallos de hortensias para convertirlos en estibas ecológicas. Sí, así es, 6,000 toneladas de desperdicio se convirtieron en materiales reciclables sustitutos de la madera en la fabricación de estibas. Además, la empresa inició con el uso de desechos recuperados de ríos y océanos para elaborarlas también, a partir del reciclaje de plástico. Un claro ejemplo de sostenibilidad, pues no solo contribuye a una conciencia medioambiental, evitando la tala de 27.000 árboles al año y disminuyendo la contaminación que produce la combustión de 16.740 toneladas de desechos, sino también porque ha generado empleo a 114 mujeres cabeza de familia.

A nivel institucional, destacan ciertas iniciativas legislativas y normativas, en concordancia con la voluntad empresarial de implantar estos modelos, como son:

- El “Plan de Acción de la Unión Europea (UE) para la Economía Circular”, elaborado por el Parlamento Europeo a propuesta de la Comisión.
- En el transcurso de los últimos años, el Gobierno chileno ha establecido una serie de políticas y estrategias encaminadas a promover la transición hacia una economía circular. Entre los países de América Latina y el Caribe, Chile es el que cuenta con el mayor número de iniciativas públicas dedicadas a la economía circular. En 2016, se promulgó la Ley No. 20.920, marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, que tiene por objeto disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

La economía circular supone un cambio radical en la visión productiva de las empresas y la visión consumista de los consumidores en su interacción con las empresas productoras, es decir, unos cambios en los paradigmas económicos que sustentan nuestro modelo capitalista. Estos cambios surgen de los diseños de los procesos productivos, los cuales deben mantener el valor de los productos haciendo uso de los recursos limitados y limitar las externalidades negativas que produce el proceso productivo en el medio ambiente.

La economía circular como concepto otorga la oportunidad de revertir el proceso destructivo de los recursos de nuestro planeta y preservar la sostenibilidad y la biodiversidad del planeta, manteniendo el proceso de creación de valor de las empresas e incluso mejorándolo, contribuyendo a disminuir los costes que afrontan en dicho proceso.

El cambio que plantea la economía circular necesita de dos sujetos intervinientes en el proceso: el primero es la propia empresa, cuya acción tiene que ir encaminada a alterar su cadena de valor adaptándola a un proceso productivo circular, y para ello es

necesario que se produzca la interacción con el segundo sujeto, los consumidores, cuya mentalidad tiene que experimentar un cambio a favor del nuevo modelo productivo circular, donde su incorporación a dicho modelo circular es esencial para su correcto funcionamiento.

Desde la Revolución Industrial el modelo productivo ha permanecido inalterable, la forma en la que la raza humana, desarrolla actividades con el fin de producir bienes y servicios es la misma desde que los primeros “Homo Erectus” comenzaron a desarrollar herramientas de caza: el modelo de producción lineal o de economía lineal que sigue un patrón de “recolectar-producir-disponer”. Así las compañías extraen los recursos que les resulten necesarios para la posterior fabricación de sus bienes y servicios aplicando energía para ello, con el fin último de vender dicho bien o servicio a un consumidor final, quien desechará dicho bien o servicio cuando haya agotado su uso.

Tal y como ahora se desarrollará, los principales límites de la economía lineal son: desperdicios en la cadena de producción, desperdicios de productos en el final de su ciclo de vida y desperdicio de recursos energéticos.

Recientemente muchas compañías han empezado a tomar conciencia de que el sistema de economía lineal incrementa su exposición al riesgo de precio en relación con las materias primas y los recursos utilizados en sus procesos productivos. Junto a otras, estas compañías se sienten presionadas por la disyuntiva que surge entre subir los precios de sus productos para compensar las variaciones (el incremento) que sufren los inputs necesarios para el proceso productivo o asumir como propios dichos costes sin repercutirlos en sus clientes.

Según el Informe realizado por la consultora “McKinsey Global Institute” en noviembre de 2011, desde la entrada en el nuevo milenio ha ocurrido dos fenómenos:

- Los precios de los recursos naturales utilizados en la producción se han elevado a diferencia de lo que ha ocurrido con los precios de los bienes y servicios ya manufacturados destinados al consumidor final; y
- la volatilidad de los precios en los mercados de materias primas como el de alimentación y productos agrícolas no relacionados con el sector alimentario es muy elevada con respecto al milenio anterior. A esto hay que sumarle el aumento de la población que se condensa cada vez más en núcleos urbanos, lo que conlleva un mayor coste, tanto monetario como medioambiental, de extracción y transporte de recursos hasta los centros manufactureros.

En base a estos dos fenómenos, obtenemos dos nuevos motivos que impulsan la búsqueda de un nuevo modelo que pueda reducir los costes productivos y mantener aun así el precio y calidad ofrecidos, el modelo de economía circular.

## **2. LA ECONOMÍA CIRCULAR Y LA INDUSTRIA 4.0: UN NUEVO PARADIGMA DE PRODUCCIÓN.**

La transición hacia la economía circular está estrechamente vinculada al concepto de la “cuarta revolución industrial”. Las soluciones tecnológicas a las que se hace referencia en el marco de la economía circular incluyen tecnologías digitales—tales como aplicaciones de cadena de bloques (blockchain), impresión en 3D y automatización, computación en la nube y análisis de macrodatos— que a menudo se agrupan bajo el término “Industria 4.0”. Se considera que estas tecnologías son clave para los modelos de negocio circulares, ya que permiten utilizar los flujos de información y los análisis de datos para reducir la generación de residuos y cerrar los ciclos de materiales mediante

la reutilización y el reciclaje y la adopción de procesos de fabricación más eficientes y de logística inversa.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de formas en que la Industria 4.0 puede servir de catalizador para promover prácticas de circularidad:

- En el sector manufacturero (hacia el cual se dirige este diagnóstico), la impresión 3D puede eliminar los residuos durante el proceso de diseño si se emplea el prototipado para reducir al mínimo la cantidad de material sobrante en los procesos de producción. También facilita el desmontaje para que los materiales puedan volver a ser utilizados en el futuro o reciclados.
- En el sector de la construcción, el modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) se puede utilizar para simular el rendimiento del edificio desde la fase inicial del proyecto. De esta manera se minimiza el uso de materiales y recursos humanos durante la obra, se mejora la eficiencia del espacio y se recuperan los materiales reutilizables de una manera eficaz y funcional.
- Los sistemas inteligentes de manejo de residuos se basan en redes de sensores, análisis de macrodatos y computación en la nube para recoger, clasificar y distribuir los residuos. Por lo tanto, la generación y difusión de información sobre los flujos de residuos, impulsada por las tecnologías de la Industria 4.0, es de vital importancia para incrementar las tasas de reciclaje frente a opciones de destino final como ser vertedero e incineración.
- El avance hacia la servitización requiere de nuevos modelos de “producto como servicio”, tales como la prestación de servicios de movilidad junto con, o en vez de, la venta puntual de vehículos particulares. Esta tendencia cuenta con el firme apoyo de los defensores de la economía circular, que consideran que constituye un factor desencadenante de patrones de consumo más sostenibles. Esto exige cambios fundamentales en la forma en que las empresas y los consumidores perciben y valoran la propiedad.

En el marco de la crisis de la COVID-19, que acarreará una dramática ralentización económica en la región en 2020 y 2021, y los retos ambientales que se avecinan, la Industria 4.0 y la economía circular constituyen una parte esencial de la reflexión sobre la transformación productiva en América Latina. A raíz del riesgo de fluctuaciones en los precios de los productos básicos y la dificultad asociada al aumento de la productividad y la adición de valor en los sectores extractivo y agrícola, los países de la región han pasado del sector primario al manufacturero a medida que sus economías se han desarrollado. Aunque esta transición sigue siendo importante, es necesario tener en cuenta tres tendencias actuales: la “comoditización” de la manufactura, que ha conducido a que los precios de los bienes manufacturados alcancen mínimos históricos; la creciente demanda de ciertos minerales y productos primarios específicos; y las diferencias en cuanto a la productividad y las presiones ambientales a las que se enfrentan la mayoría de los países latinoamericanos.

### **3. COVID-19: IMPACTO Y RECUPERACIÓN**

La crisis sanitaria causada por la COVID-19 ha sacudido los cimientos del modelo económico lineal. La dramática ralentización de la producción a nivel mundial – que se inició en China, donde se produjo el primer brote importante de coronavirus en 2019 – pone en tela de juicio los supuestos beneficios derivados de un modelo económico que se rige por las cadenas de valor mundiales (CVM). La CEPAL estima que en 2020 el valor de las exportaciones de la región hacia China pudo caer hasta un 10,7 % y, destaca

la dependencia de países como Chile, Perú y Brasil en el mercado chino. Además, la perturbación de los flujos comerciales, en combinación con la insuficiente capacidad productiva de los países, ha causado estragos en las cadenas de suministro y el abastecimiento de productos sanitarios esenciales, tales como mascarillas protectoras y ventiladores mecánicos, no solo en los países en vías de desarrollo, sino también en los países más desarrollados. Las CVM se organizan principalmente en torno a vectores económicos como la especialización, los costos, el acceso al mercado y economías de escala que rara vez tienen en cuenta consideraciones ambientales como la huella de carbono y la utilización de los recursos. En resumen, las CVM no han tenido en cuenta las interdependencias que unen los sistemas ambientales, sociales y económicos.

Un informe especial de la CEPAL señala que los esfuerzos por crear un nuevo modelo económico son más importantes que nunca.<sup>51</sup> Es probable que el brote de la COVID-19 en la región de ALC provoque la mayor crisis económica y social de las últimas décadas. En promedio, se prevé que el PIB se contraiga en 5,3 % en 2020 en América Latina, lo que tendrá consecuencias devastadoras en términos de pérdidas de empleo y mayores niveles de pobreza y desigualdad. Los problemas que existían antes de la crisis, tales como bajos niveles de inversión en servicios públicos y redes de protección social deficientes, sumados a la enorme escala y especial vulnerabilidad del sector informal, hacen que a los Gobiernos de ALC les resulte aún más difícil identificar soluciones para combatir los efectos económicos de la pandemia.

En el marco de la pandemia de la COVID-19, y el cuestionamiento generalizado del modelo económico existente que ha surgido a raíz de la crisis, la economía circular ofrece un marco para que América Latina se replantee su futuro. La recuperación económica en el período pos-COVID-19 requerirá un modelo económico que propicie el bienestar, aumente la resiliencia y beneficie a las empresas, las personas y el medioambiente a través del desacoplamiento del desarrollo socioeconómico y el consumo de recursos. La economía circular representa una alternativa atractiva frente al modelo lineal que impera en el mundo desarrollado.

#### **4. ECONOMÍA CIRCULAR EN CENTRO AMÉRICA**

En la economía centroamericana se está aún muy lejos de darle la importancia merecida al factor medio ambiente. Los métodos de producción en la pequeña y mediana industria (PMI) son importantes para el medio ambiente y éstos, generalmente, son fuertemente contaminantes y poco eficientes. Además, los respectivos ramos y empresas hacen poco esfuerzo por disminuir la generación de desechos y emisiones contaminantes. Causas fundamentales de ésta situación son: instalaciones de producción y métodos de gestión obsoletos, falta de información y sensibilización de la Pequeña y Mediana Empresa (PMI), falta de vigilancia/fiscalización de parte de las autoridades, falta de estímulos económicos y posibilidades de financiamiento, insuficientes ofertas de asesoría para la protección ambiental en las industrias y poco personal calificado en el ramo de la gestión empresarial del medio ambiente, así como en la protección ambiental integrada en la producción.

#### **5. INICIANDO EN LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SALVADOR**



El Salvador es el país más pequeño en Centro América, cuenta con 6.4 millones de habitantes siendo uno de los países más densamente poblados. Sus principales actividades económicas están ligadas a la manufactura y el comercio. Siendo un gran exportador de productos textiles, de papel, etc.

Sobre la Economía Circular, está dando sus primeros pasos, siendo grandes impulsores el gobierno y asociaciones como la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI), FUNDEMAS entre otras.

Una fortaleza para la Economía Circular es que el país presenta un buen desarrollo de networking, lo que facilita la interrelación de emprendedores. Ha avanzado en los últimos años en generar condiciones de empleabilidad a través de los emprendimientos, dado particularmente por iniciativas gubernamentales e internacionales (de cooperación).

### Historia del reciclaje en El Salvador del 1998-2020

En el Año 1997, el ejecutivo crea una secretaria de estado que se encargue de formular, planificar y ejecutar las políticas de gobierno en materia de medio ambiente y recursos naturales y se crea el Ministerio. En conformidad al decreto legislativo N° 233 se crea la ley de medio ambiente que tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la constitución de la república que se refiere a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente, el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones.

En la ilustración 10, se muestran en línea de tiempo, las acciones en función de la gestión de Desechos Sólidos:

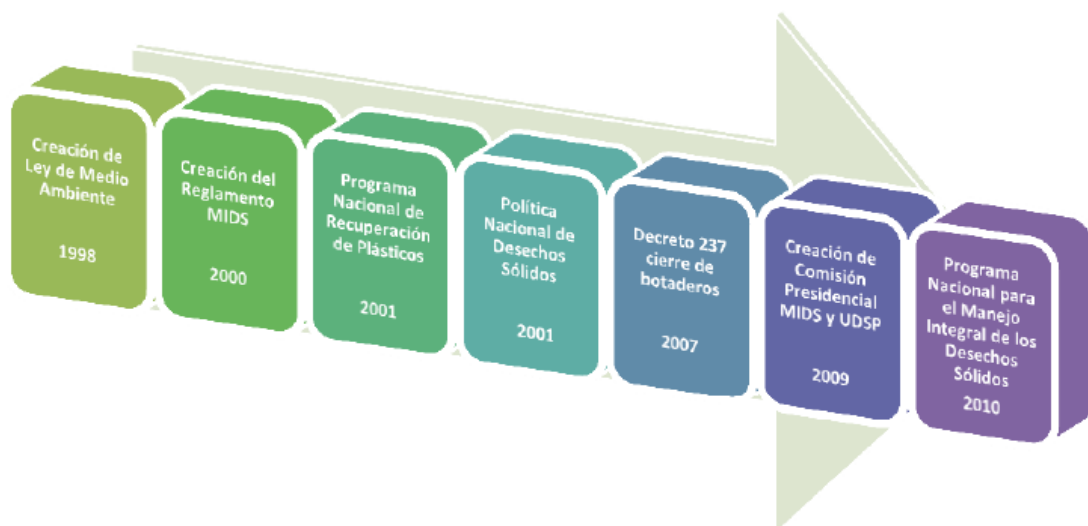


Ilustración 6. Línea de tiempo, las acciones en función de la gestión de Desechos Sólidos

El artículo 52 de la LMA establece que el Ministerio promoverá programas de reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final. Hasta 2010, es lanzado el programa nacional de manejo integral de desechos sólidos.

El Art. 60 de la LMA, establece el requerimiento del permiso ambiental para personas naturales o jurídicas que usen, generen, recolecte, almacene, reutilice, recicle residuos y desechos peligrosos.

En este sentido se han dado en el periodo 1998-2018 diversas iniciativas a nivel de gobierno con apoyo de cooperación internacional, así como proyectos de empresas privadas sobre recuperación de residuos y reciclaje.

Se han creado diversas asociaciones municipales para el manejo integral de residuos sólidos que incluyen la recuperación de residuos con potencial de reciclaje.

### **Emisiones de CO2 – El Salvador**

En El Salvador las emisiones de CO2 durante 2019 han crecido 246 kilo toneladas, un 3,57% respecto a 2018.

Las emisiones de CO2 en 2019 han sido de 7.146 kilo toneladas, con lo que El Salvador es el país número 64 del ranking de países por emisiones de CO2, formado por 184 países, en el que se ordenan los países de menos a más contaminantes.

Además de sus emisiones totales de CO2 a la atmósfera, que lógicamente dependen entre otras variables de la población del país, es conveniente analizar el comportamiento de sus emisiones per cápita. Como se ve en la tabla, las emisiones per cápita de CO2, que han aumentado en el último año, han sido de 1,11 toneladas por habitante en 2019.

Por último, es interesante observar el comportamiento de las emisiones de CO2 por cada 1000 dólares de PIB, que mide, para un mismo país, la "eficiencia medioambiental" con la que se produce a lo largo del tiempo. En el último periodo El Salvador ha emitido 0,13 kilos por cada 1000\$ de PIB, más que en 2018.

En la tabla podemos ver la evolución de las emisiones de CO2, que han crecido desde 2009, mientras que las emisiones per cápita han descendido y al contrario que las emisiones de CO2 por cada 1000\$ de PIB.

Las emisiones totales de dióxido de carbono también han aumentado en los últimos cinco años, al igual que las emisiones per cápita, luego la situación continúa empeorando.

Fecha	CO2 Totales Kts	CO2 Petróleo Kts	CO2 Kg/1000\$	CO2 t per cápita
2019	7.146		0,13	1,11
2018	6.900	7.044	0,12	1,08
2017	6.860	6.311	0,13	1,08
2016	7.461	6.927	0,14	1,18
2015	7.432	6.885	0,14	1,18
2014	6.939	6.440	0,14	1,10
2013	6.943	6.267	0,14	1,11
2012	7.116	6.557	0,15	1,14
2011	6.994	6.401	0,15	1,13
2010	6.741	5.900	0,15	1,09
2009	6.871	5.900	0,15	1,12
2008	6.982	5.900	0,15	1,14
2007	7.745	6.200	0,18	1,27
2006	7.372	6.200	0,17	1,22
2005	6.940	6.200	0,17	1,15
2004	6.678	6.000	0,16	1,11

2003	6.623	6.100	0,17	1,11
2002	6.300	5.800	0,16	1,06
2001	6.224	5.700	0,16	1,05
2000	5.822	5.500	0,15	0,99
1999	5.876	5.500	0,15	1,01
1998	5.904	5.500	0,16	1,02
1997	5.631	4.700	0,15	0,98
1996	4.626	4.400	0,13	0,82
1995	5.170	4.600	0,15	0,92
1994	4.743	3.600	0,14	0,86
1993	4.085	3.200	0,13	0,75
1992	3.768	3.200	0,13	0,70
1991	3.353	2.800	0,12	0,63
1990	2.640	2.400	0,10	0,50
1989	2.480	2.200		0,48
1988	2.486	2.300		0,49
1987	2.513	2.200		0,50
1986	2.109	2.200		0,42
1985	2.126	1.900		0,43
1984	1.949	1.800		0,40
1983	1.994	1.800		0,42
1982	1.931	1.600		0,41
1981	2.064	1.700		0,44
1980	2.068	1.989		0,45
1979	2.449			0,54
1978	2.624			0,59
1977	2.463			0,57
1976	2.389			0,56
1975	2.351			0,57
1974	2.095			0,52
1973	2.065			0,52
1972	1.882			0,49
1971	1.643			0,44
1970	1.580			0,43

Tabla 2. Emisiones de CO2 en El Salvador

### El Salvador - Emisiones de CO2 de las industrias manufactureras y de la construcción (% de la combustión total de combustible)

Las emisiones de CO2 de las industrias manufactureras y de la construcción contienen las emisiones de la combustión de combustibles en la industria. La categoría 1 A 2 de fuente / sumidero del IPCC incluye estas emisiones. Sin embargo, en las Directrices del IPCC de 1996, la categoría del IPCC también incluye las emisiones de los auto productores industriales que generan electricidad y / o calor. Los datos de la IEA no se recopilan de una manera que permita dividir el consumo de energía por uso final específico y, por lo tanto, los auto productores se muestran como un elemento separado (Auto productores no asignados). Las industrias manufactureras y la construcción también incluyen las emisiones de los insumos de coque en los altos hornos, que pueden informarse en el sector de transformación, el sector industrial o en la categoría 2 de fuentes / sumideros del IPCC, procesos industriales.

Fecha	Valor	Cambiar, %
2014	11.9	6,58 %
2013	11.2	-41,53 %
2012	19.1	24,79 %
2011	15.3	4,81 %
2010	14.6	4,64 %
2009	14.0	-14,30 %
2008	16.3	-17,73 %
2007	19.8	11,28 %
2006	17.8	-5,77 %
2005	18.9	-0,92 %
2004	19.1	-3,74 %
2003	19.8	

Tabla 3. Emisiones de CO2 del sector manufacturero y de la construcción

## C. MARCO LEGAL.

### 1. ORGANISMOS INTERNACIONALES QUE APOYAN LA ECONOMÍA CIRCULAR.

- **Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos**

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), es una organización internacional intergubernamental que reúne a los países más industrializados de economía de mercado. En la OCDE, los representantes de los países miembros se reúnen para intercambiar información y armonizar políticas con el objetivo de maximizar su crecimiento económico y coadyuvar a su desarrollo y al de los países no miembros.

- **Organización Internacional de Normalización**

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es una organización independiente y no-gubernamental formada por las organizaciones de normalización de sus 164 países miembros. Es el mayor desarrollador mundial de estándares internacionales voluntarios y facilita el comercio mundial al proporcionar estándares comunes entre países. Se han establecido cerca de veinte mil estándares cubriendo desde productos manufacturados y tecnología a seguridad alimenticia, agricultura y sanidad.

- **Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,**

El objetivo principal de la ONUDI es de promover y acelerar el desarrollo industrial en los países en desarrollo, a fin de contribuir a la instauración de un nuevo orden económico internacional, basado en la cooperación a nivel global, regional y nacional, así como a nivel sectorial.

- **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente**

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) es el portavoz del medio ambiente dentro del sistema de las Naciones Unidas. El PNUMA actúa como catalizador, promotor, educador y facilitador para promover el uso racional y el desarrollo sostenible del medio ambiente mundial.

- **Centro de Comercio Internacional (ITC)**

El Centro de Comercio Internacional (ITC) es la agencia conjunta de la Organización Mundial del Comercio y de las Naciones Unidas, su objetivo es que las empresas en

países en desarrollo sean más competitivas en el mercado global, acelerando el desarrollo económico y ayudando a conseguir los objetivos de desarrollo del milenio de las Naciones Unidas

## **2. INSTITUCIONES NACIONALES QUE APOYAN LA ECONOMÍA CIRCULAR.**

- **Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI).**

Es la institución encargada de velar propiciar el desarrollo económico y social del país a través del fortalecimiento del sector industrial, fomentando y protegiendo la producción industria nacional, defendiendo los intereses legítimos de los industriales, particularmente los de sus asociados.

La misión y visión de la ASI, está comprometida a satisfacer a sus agremiados y clientes con excelentes servicios, orientados al apoyo de su productividad y desarrollo económico, mediante una organización con solidez y prestigio, con procesos eficientes de gestión y una filosofía permanente de mejora continua.

- **Fundación Ellen MacArthur**

La Fundación Ellen MacArthur fue creada en 2010 con el objetivo de acelerar la transición a la economía circular. Trabajamos con gobiernos, empresas y academia para construir una economía regenerativa y reparadora desde el diseño.

- **La Embajada Británica en El Salvador.**

La Embajada Británica en El Salvador llevo a cabo la firma de un importante acuerdo de cooperación para la implementación del proyecto: concientización y uso de herramientas para una recuperación económica ambientalmente sostenible, que tiene como eje principal el modelo de economía circular, con el objetivo principal de impulsar la integración de modelos económicos circulares al sector productivo a través del desarrollo de estrategias y políticas que busquen alcanzar la sostenibilidad ambiental.

- **FUNDEMAS**

La Fundación Empresarial para la Acción Social, FUNDEMAS, organización sin fines de lucro que nace el 25 de mayo del año 2000, gracias a un visionario grupo de empresarios, que vieron la necesidad de instaurar una organización dedicada a promover, en el sector empresarial salvadoreño, la adopción de valores, políticas y prácticas de RSE para lograr la competitividad de las empresas y el desarrollo económico y social sostenible de El Salvador.

## **CAPITULO II: PLANIFICACIÓN DEL DIAGNOSTICO**

### **A. DISEÑO DEL ÍNDICE DE ECONOMÍA CIRCULAR**

#### **1. PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL ÍNDICE DE ECONOMÍA CIRCULAR**

##### **1.1. ÍNDICES DE ECONOMÍA CIRCULAR**

Para realizar un abordaje cuantitativo de la economía circular, de diferentes sectores, subsectores o ramas de la manufactura de un país, puede recurrirse al uso de índices.

La estructura y metodología de elaboración general de dichos índices podría ser equivalente a la aplicada en el denominado Índice de Competitividad Productiva, consistente en la aplicación del método polinómico y de un esquema de opciones múltiples. La misma se reproduce a continuación.

El Método Polinómico se basa en la aplicación de una herramienta matemática sencilla como el Polinomio, para resolver problemas de diverso nivel de complejidad vinculados a la necesidad de “cuantificar atributos particulares de una entidad u objeto en análisis...”

## 1.2. DEFINICIÓN DE ÍNDICE DE ECONOMÍA CIRCULAR

Los índices de economía circular realizan mediciones y realizan evaluaciones a nivel de empresas y pueden ser empleados para realizar abordajes indicativos de ramas o segmentos del sector manufacturero a través de su aplicación en grupos de empresas seleccionadas por su representatividad, a través de un conjunto limitado de indicadores clave significativos que capten los principales elementos de la economía circular.

Es decir, es una herramienta de medición que permite evaluar el nivel de importancia que las empresas y el sector manufacturero en general le confieren a la economía circular en el desarrollo de sus actividades.

En la siguiente tabla se muestra la metodología para diseñar el índice de economía circular con el cual se analizará el sector manufacturero según la estructura empresarial del sector.

<b>Identificación de las variables</b>	Identificar una serie de variables o atributos que, pertinentemente organizados y agrupados en tantos niveles como resulte razonable, compongan al atributo general que quiere medirse.
<b>Ponderación de las Variables</b>	Proceder a calificar por medio de una ponderación cualitativa, con una escala adecuada, cada uno de los atributos identificados según su importancia con la aplicación y uso de la economía circular en el sector.
<b>Diseño de los Indicadores</b>	Identificación de los indicadores, Identificación de los atributos que se desean medir de cada variable, establecer la escala de valores posibles que puede tomar cada indicador de las variables Ponderar cada atributo de la escala según su importancia relativa con la economía circular en función del juicio de quienes estudian el caso y determinar el mayor valor de cada escala, el cual será el valor base o de referencia para su respectivo indicador.
<b>Diseño de la Fórmula</b>	Formular una ecuación polinómica con la suma ponderada de todas las variable identificadas, una para cada macro variable, y luego una general con la sumatoria de las macro variables ponderadas.

Tabla 4. Metodología para el desarrollo del Índice de economía circular

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

A continuación, se detallan el nombre de la variable, objetivos y su respectiva función empresarial asociada.

Función	Nombre de la variable	Objetivo de circularidad de las variables
<b>Dirección</b>	Nivel de economía circular en dirección	Evaluar el nivel de planeación, formalización y aplicación de políticas de economía circular que existen dentro de la industria manufacturera en la función de dirección de las empresas de este sector productivo.
<b>Recursos humanos</b>	Nivel de economía circular en recursos humanos	Investigar la capacidad del nivel de conocimiento de circularidad en términos del factor humano, tanto para la realización en las actividades de administración como las de contratación de dicho recurso dentro de las empresas manufactureras.
<b>Mercadeo</b>	Nivel de economía circular en mercadeo	Indagar sobre los elementos de economía circular implementados en las estrategias de mercado que sirven para maximizar los beneficios empresariales relacionados a esta función empresarial.
<b>Producción</b>	Nivel de economía circular en producción	Determinar las capacidades de circularidad existentes en el sector manufacturero, en cuanto a procedimientos, uso de materiales, generación de desechos y utilización de técnicas aplicadas en el área de producción, esto desde el diseño hasta el almacenamiento de los productos.
<b>Finanzas</b>	Nivel de economía circular en Finanzas	Conocer las estrategias, procedimientos y seguimientos que realizan las organizaciones del sector manufacturero en materia de economía circular en el área de finanzas.

Tabla 5. Objetivos de la variable de economía circular

Variable de Economía Circular	Generación de beneficios económicos	Mantener productos y materiales en uso	Eliminación de residuos y contaminantes	Aumento de valor añadido empresarial	Optimizar el uso de recursos y energía	TOTAL	Ponderación
<b>Nivel de economía circular en dirección</b>	2	2	2	2	2	10	20.83%
<b>Nivel de economía circular en recursos humanos</b>	1	1	1	2	3	8	16.67%
<b>Nivel de economía circular en mercadeo</b>	3	3	3	1	1	11	22.92%

<b>Nivel de economía circular en producción</b>	3	2	3	2	3	13	27.08%
<b>Nivel de economía circular en Finanzas</b>	1	1	1	2	1	6	12.50%
<b>TOTAL</b>						48	100.00%

Tabla 6. Calificación para las variables de economía circular

A continuación, se presenta el resultado de las ponderaciones a partir de la técnica desarrollada, cabe destacar que el resultado representa el criterio grupal sobre el cruce de las variables con los criterios:

<b>Índice de economía circular</b>	<b>Dirección</b>	<b>20.83%</b>
	Recursos humanos	16.67%
	Mercadeo	22.92%
	Producción	27.08%
	Finanzas	12.50%
<b>TOTAL</b>		<b>100.00%</b>

Tabla 7. Resumen de los resultados para el porcentaje de participación de cada variable en la sumatoria del índice de economía circular.

### 3. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS DIMENSIONES DE ECONOMÍA CIRCULAR.

Muchos autores señalan que generalmente cuando se presentan variables de estudio complejas, se hace necesario o adecuado especificar dimensiones de estudio y posteriormente, establecer los indicadores.

Entonces las dimensiones son definidas como los aspectos o facetas de una variable compleja.

En la siguiente tabla se muestra el desglose de las dimensiones de las variables identificadas para el índice de economía circular del sector manufacturero.

#### 3.1. DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES PARA EL DIAGNÓSTICO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN MANUFACTURA

Variable	Nivel de economía circular en Dirección
Dimensión	Descripción
<b>Formalización</b>	Hace referencia a la cantidad de documentación escrita con la que cuenta la organización. La documentación incluye manuales de procedimientos, descripciones de puestos, y manuales de políticas.
<b>Innovación</b>	La capacidad de absorber las habilidades y conocimientos necesarios para que las organizaciones incluyan la economía circular como parte de ellas.
<b>Planeación</b>	Formulación de estrategias encaminadas a adoptar o fortalecer la economía circular como modelo económico en las empresas dedicadas a la manufactura.
<b>Alianzas estratégicas</b>	Se refiere a la inclusión en convenios, acuerdos o contratos con otras empresas del rubro o con recolectores de residuos



	para hacerlos parte de las políticas empresariales referentes a la economía circular.
--	---

Variable		Nivel de economía circular en Recursos Humanos	
Dimensión	Descripción		
<b>Conocimiento de las habilidades</b>	Se trata del contacto cercano con los trabajadores, para saber si pueden desarrollar el trabajo que se está desempeñando en la empresa.		
<b>Selección de Personal</b>	Se refiere al proceso en el cual se compara la demanda de personal con la oferta disponible y se determina el personal necesario que se requiere para llevar a cabo las actividades de la empresa.		
<b>Instrucción</b>	Facilita la formación para la realización de tareas específicas que se han de realizar en función de los planes y objetivos.		
<b>Desarrollo de Personal</b>	Capacidad de crecimiento profesional dentro de las organizaciones.		

Variable		Nivel de economía circular en Mercadeo	
Dimensión	Descripción		
<b>Publicidad</b>	La comunicación persigue difundir un mensaje y que éste tenga una respuesta del público objetivo al que va destinado.		
<b>Post venta</b>	Se refiera a acciones que se toman con los consumidores luego de que estos han adquirido los productos, para realizar la expansión de la economía circular.		
<b>Visibilidad</b>	Uso de elementos visuales que muestren a los consumidores que la organización promueve la conservación del medio ambiente por medio del uso de la economía circular.		
<b>Valor del cliente</b>	Se refiere al valor que se le da al cliente en el desarrollo de la implementación de la economía circular y como este puede ser parte del desarrollo de esta.		

Variable		Nivel de economía circular en Producción	
Dimensión	Descripción		
<b>Abastecimiento</b>	Comprende las operaciones para la adquisición de materiales necesarios para el desarrollo de actividades, su almacenaje y distribución.		
<b>Reutilización</b>	Describe las acciones que se toman durante la producción para realizar acciones que promuevan la reutilización de materiales y productos deteriorados.		
<b>Calidad</b>	Se refiere al método y equipo utilizado para el aseguramiento de la calidad de los productos o servicios que las empresas elaboran.		
<b>Diseño</b>	Comprende la medición de las acciones de economía circular utilizadas desde la adaptación y diseño de productos.		

Variable		Nivel de economía circular en Finanzas	
Dimensión	Descripción		
<b>Acceso a recursos financieros</b>	Se refiere al nivel de la empresa manufacturera para optar por un financiamiento para la aplicación de la economía circular.		

<b>Inversión y desarrollo</b>	Hace referencia a la disponibilidad de las empresas a realizar inversiones tangibles o intangibles para adoptar el modelo de economía circular.
<b>Proyecciones de crecimiento económico</b>	Se refiere a la visión de un crecimiento a corto, mediano y largo plazo en referencia al crecimiento en los ingresos para la economía de las organizaciones.

#### **4. IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES.**

##### **4.1. DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES PARA EL DIAGNÓSTICO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN MANUFACTURA**

###### **Objetivos de los indicadores**

Se desglosan correlativamente los objetivos que se buscarán cumplir con todos los indicadores que se han desarrollado para este diagnóstico, agrupados para cada una de las dimensiones que se contemplarán; posteriormente se detalla en la cuadrícula como se calculará cada indicador.

###### Dirección

- Establecer la tasa de materiales que se intercambian entre la empresa del sector manufacturero para la elaboración de sus productos.
- Conocer si la industria manufacturera cuenta con documentación que la acredite en el desempeño de la economía circular.
- Identificar si la industria manufacturera cuenta con planes de implementación de la economía circular para el desarrollo de sus actividades industriales.
- Determinar la existencia de acuerdos o contratos con recolectores de materiales que promuevan la utilización de materiales reciclados.
- Identificar si la industria manufacturera cuenta con el uso de normas relacionadas con la economía circular.

###### Recursos humanos

- Conocer si las empresas del sector manufacturero capacitan a sus empleados en la aplicación de economía circular.
- Identificar el grado de contratación de personal especializados en términos de producción circular con la que cuenta el sector manufacturero.
- Identificar si las empresas del sector manufacturero están generando nuevos puestos de trabajo relacionados a la aplicación de economía circular.
- Conocer el número de personal empleado para promover iniciativas e implementación de economía circular.
- Determinar el nivel de aplicación por parte de pruebas de conocimiento técnico respecto a la circularidad en la contratación del personal.

###### Mercadeo

- Saber la implementación de la educación ambiental hacia los clientes de los productos generados por la manufactura, después de adquirirlos.
- Identificar si la industria manufacturera realiza uso de etiquetas que concienticen sobre la economía circular y la necesidad de preservar el medio ambiente.

- Conocer si las empresas manufactureras proporcionan servicios de reparación de los productos que venden, para contribuir a la circularidad de los materiales que conforman sus productos.
- Establecer la tasa de recuperación de residuos de empaques y embalajes que tiene la industria manufacturera, para contribuir a la circularidad de los materiales que conforman.
- Determinar el uso de recursos publicitarios, para concientizar a los consumidores sobre el uso de productos, empaques o envoltorios reciclables.

#### Producción

- Determinar el nivel de utilización de materias primas vírgenes en el sector manufacturero por medio de rangos porcentuales de la utilización.
- Conocer el nivel de utilización de materias primas recicladas en el sector manufacturero por medio de rangos porcentuales de la utilización.
- Identificar la cota de uso de materias primas ecológicamente certificadas que promueven la sostenibilidad en la utilización de materiales de la manufactura.
- Conocer la reducción de residuos que se han generado en la industria manufacturera a raíz de la implementación de la economía circular en esta.
- Identificar el porcentaje de reutilización de componentes y materiales en la producción de la industria manufacturera, que copera a la economía circular.

#### Finanzas

- Percibir si se han obtenido financiamiento destinando a la aplicación de la economía circular en instituciones financieras externas.
- Identificar si las empresas del sector han realizan proyecciones de crecimiento económico en base a principios e implementación de economía circular.
- Conocer si las empresas cuentan con capital de trabajo para implementar la económica circular.
- Conocer qué tipo de inversiones fijas tangibles han realizado las empresas del sector para adoptar la economía circular.
- Identificar qué tipo de inversiones fijas intangibles han realizado las empresas del sector para adoptar la economía circular.

### 4.2. INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR

N°	Objetivo	Indicador	Escala ponderada	Formula	VR
<b><u>Dirección</u></b>					
1	Establecer la tasa de materiales que se intercambian entre la empresa del sector manufacturero para la elaboración de sus productos	Porcentaje de materiales intercambiados con otras empresas	De 0% a 4.99% = 1 De 5% a 9.99% = 2 Más del 10% = 3	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
2	Conocer si la industria manufacturera cuenta con	Documentación relacionada a economía circular	SI/NO	# de valores de referencia cumplidos/#	1

	documentación que la acredite en el desempeño de la economía circular			de valores de referencia totales	
3	Identificar si la industria manufacturera cuenta con planes de implementación de la economía circular para el desarrollo de sus actividades industriales	Planes de economía circular en la empresa	SI/NO	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	1
4	Determinar la existencia de acuerdos o contratos con recolectores de materiales que promuevan la utilización de materiales reciclados	Acuerdos o contratos con recolectores	De 0 a 1 acuerdos = 1 De 2 a 3 acuerdos = 2 Más de 4 acuerdos = 3	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
5	Identificar si la industria manufacturera cuenta con el uso de normas relacionadas con la economía circular	Uso de norma relacionada a economía circular	norma ISO 14001 = 1 norma ISO 50001 = 1 norma ISO 14006 = 1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
<b>Recursos humanos</b>					
6	Conocer si las empresas del sector manufacturero capacitan a sus empleados en la aplicación de economía circular	Capacitación de personal	Capacitación teórica =1 Capacitación practica =1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	2
7	Identificar el grado de contratación de personal especializados en términos de producción circular con la que cuenta el sector manufacturero	Tasa de operadores especializados	De 0% a 1.99% = 1 De 2% a 3.99% = 2 Más del 4% = 3	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
8	Identificar si las empresas del sector manufacturero	Creación de nuevos puestos de trabajo	SI / NO	# de valores de referencia cumplidos/#	1

	están generando nuevos puestos de trabajo relacionados a la aplicación de economía circular.			de valores de referencia totales	
9	Conocer el número de personal empleado para promover iniciativas e implementación de economía circular	Empleados contratados para implementar la economía circular	De 0 a 1 empleados = 1 De 2 a 3 empleados = 2 Más de 4 empleados = 3	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
10	Determinar el nivel de aplicación por parte de pruebas de conocimiento técnico respecto a la circularidad en la contratación del personal	Pruebas de selección de personal	Pruebas técnicas=1 Pruebas de conocimientos=1 Pruebas de intereses vocacionales=1 Pruebas situacionales=1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	4
<b><u>Mercadeo</u></b>					
11	Saber la implementación de la educación ambiental hacia los clientes de los productos generados por la manufactura, después de adquirirlos	Educación post consumo a los clientes	Programas de reciclaje = 1 Impulsar cursos de economía circular = 1 Realización de seminarios de educación circular = 1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
12	Identificar si la industria manufacturera realiza uso de etiquetas que concienticen sobre la economía circular y la necesidad de preservar el medio ambiente	Uso de etiquetas referentes a economía circular	Uso de etiquetas removibles = 1 Utilización de etiquetas con mensajes ambientales = 1 Uso de Etiquetas realizadas con materiales reciclados = 1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
13	Conocer si las empresas manufactureras proporcionan servicios de reparación de los productos que venden, para contribuir a la circularidad de los	Servicio de reutilización o reparación de los productos	Servicio de cambio de productos = 1 Servicio de reparación de productos = 1 Servicio de reciclaje de los productos = 1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3

	materiales que conforman sus productos				
14	Establecer la tasa de recuperación de residuos de empaques y embalajes que tiene la industria manufacturera, para contribuir a la circularidad de los materiales que conforman	Tasa de recuperación de residuos de empaques o embalajes	De 0% a 24.99% = 1 De 25% a 49.99% = 2 Más del 50% = 3	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
15	Determinar el uso de recursos publicitarios, para concientizar a los consumidores sobre el uso de productos, empaques o envoltorios reciclables	Uso de publicidad de concientización ambiental	Anuncios de circularidad en televisión = 1 Anuncios de circularidad en internet = 1 Anuncios de circularidad en vallas = 1 Anuncios de circularidad en radio = 1 Anuncios de circularidad en prensa impresa = 1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	5
<b>Producción</b>					
16	Determinar el nivel de utilización de materias primas vírgenes en el sector manufacturero por medio de rangos porcentuales de la utilización.	Utilización de materia prima virgen	De 100% a 75% = 1 De 74.99% a 50% = 2 De 49.99% a 25% = 3 Menos de 24.99% = 4	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	4
17	Conocer el nivel de utilización de materias primas recicladas en el sector manufacturero por medio de rangos porcentuales de la utilización.	Utilización de materia prima reciclada	De 0% a 24.99% = 1 De 25% a 49.99% = 2 De 50% a 74.99% = 3 Más del 75% = 4	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	4
18	Identificar la cota de uso de materias primas ecológicamente certificadas que promueven la sostenibilidad en	Utilización de materiales ecológicamente certificados	De 0% a 4.99% = 1 De 5% a 9.99% = 2 Más del 10% = 3	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de	3

	la utilización de materiales de la manufactura			referencia totales	
19	Conocer la reducción de residuos que se han generado en la industria manufacturera a raíz de la implementación de la economía circular en esta	Porcentaje de reducción de residuos a raíz de la economía circular	De 0% a 14.99% = 1 De 15% a 29.99% = 2 Más del 30% = 3	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
20	Identificar el porcentaje de reutilización de componentes y materiales en la producción de la industria manufacturera, que copera a la economía circular	Porcentaje de componentes reusados	De 0% a 14.99% = 1 De 15% a 29.99% = 2 Más del 30% = 3	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
<b>Finanzas</b>					
21	Percibir si se han obtenido financiamiento destinando a la aplicación de la economía circular en instituciones financieras externas	Uso de fuentes de financiamiento externo	Financiamiento bancario = 1 Financiamiento nacional de sistemas no bancarios = 1 Financiamiento extranjero = 1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3
22	Identificar si las empresas del sector han realizan proyecciones de crecimiento económico en base a principios e implementación de economía circular	Proyecciones de crecimiento económico	SI / NO	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	1
23	Conocer si las empresas cuentan con capital de trabajo para implementar la económica circular	Capital de trabajo	SI / NO	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	1
24	Conocer qué tipo de inversiones fijas tangibles han realizado las empresas del	Inversión fija tangible	Terreno = 1 Obra Civil = 1 Maquinaria y equipo = 1 Equipo de oficina = 1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores	4



	sector para adoptar la economía circular			de referencia totales	
25	Identificar qué tipo de inversiones fijas intangibles han realizado las empresas del sector para adoptar la economía circular	Inversión fija tangible	Investigaciones = 1 Estudios para aplicación = 1 Previsión de riesgos = 1	# de valores de referencia cumplidos/# de valores de referencia totales	3

Tabla 8. Desglose de los indicadores de economía circular diseñados para el diagnóstico

### 4.3. CÁLCULO DE LAS VARIABLES

Una vez definidos los indicadores se procede a calcular el valor de las variables de economía circular. Para la definición de la ponderación de las variables se realiza un promedio de los resultados según la evaluación entre el análisis de grupo. Estas ponderaciones se muestran en la siguiente tabla:

Índice de economía circular				
Variable	Ponderación	Indicadores	Formula	Nomenclatura
Nivel de economía circular en dirección	20.83%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	D
Nivel de economía circular en recursos humanos	16.67%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	R
Nivel de economía circular en mercadeo	22.92%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	M
Nivel de economía circular en producción	27.08%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	P
Nivel de economía circular en Finanzas	12.50%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	F

Tabla 9. Desglose del cálculo del índice de economía circular para cada variable diseñada para el diagnóstico

#### Formula del índice de economía circular del sector manufacturero

De la tabla anterior se calcula el índice de economía circular como la suma de cada variable multiplicada por su respectiva ponderación, de la siguiente manera:

*Indice de economia circular*

$$= 0.2083D + 0.1667R + 0.2292M + 0.2708P + 0.1250F$$

Donde:



D: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en Dirección” divididos entre 5.

R: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en Recurso Humano” divididos entre 5.

M: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en Mercadeo” divididos entre 5.

P: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en Producción” divididos entre 5.

F: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en Finanzas” divididos entre 5.

En base a los resultados de la fórmula del índice de economía circular se adopta para clasificarlo una serie de rangos que permite dar una calificación de medición para el sector manufacturero. El Índice de economía circular del Sector manufacturero adoptará un valor entre 0% y 100% y se utilizará una escala mixta, entre la escala ordinal y la escala de intervalos, para poder posicionar el índice de economía circular establecido por medio del valor numérico obtenido, por lo tanto, el criterio para su evaluación se muestra en la tabla siguiente:

Rango	Nivel de economía circular
<b>00.00 % &lt; IECSM ≤ 33.33 %</b>	Bajo
<b>33.33 % &lt; IECSM ≤ 66.67 %</b>	Medio
<b>66.67 % &lt; IECSM ≤ 100.00 %</b>	Alto

Sea:

IECSM = Índice de Economía Circular del Sector Manufacturero

- MUESTRA ESTABLECIDA

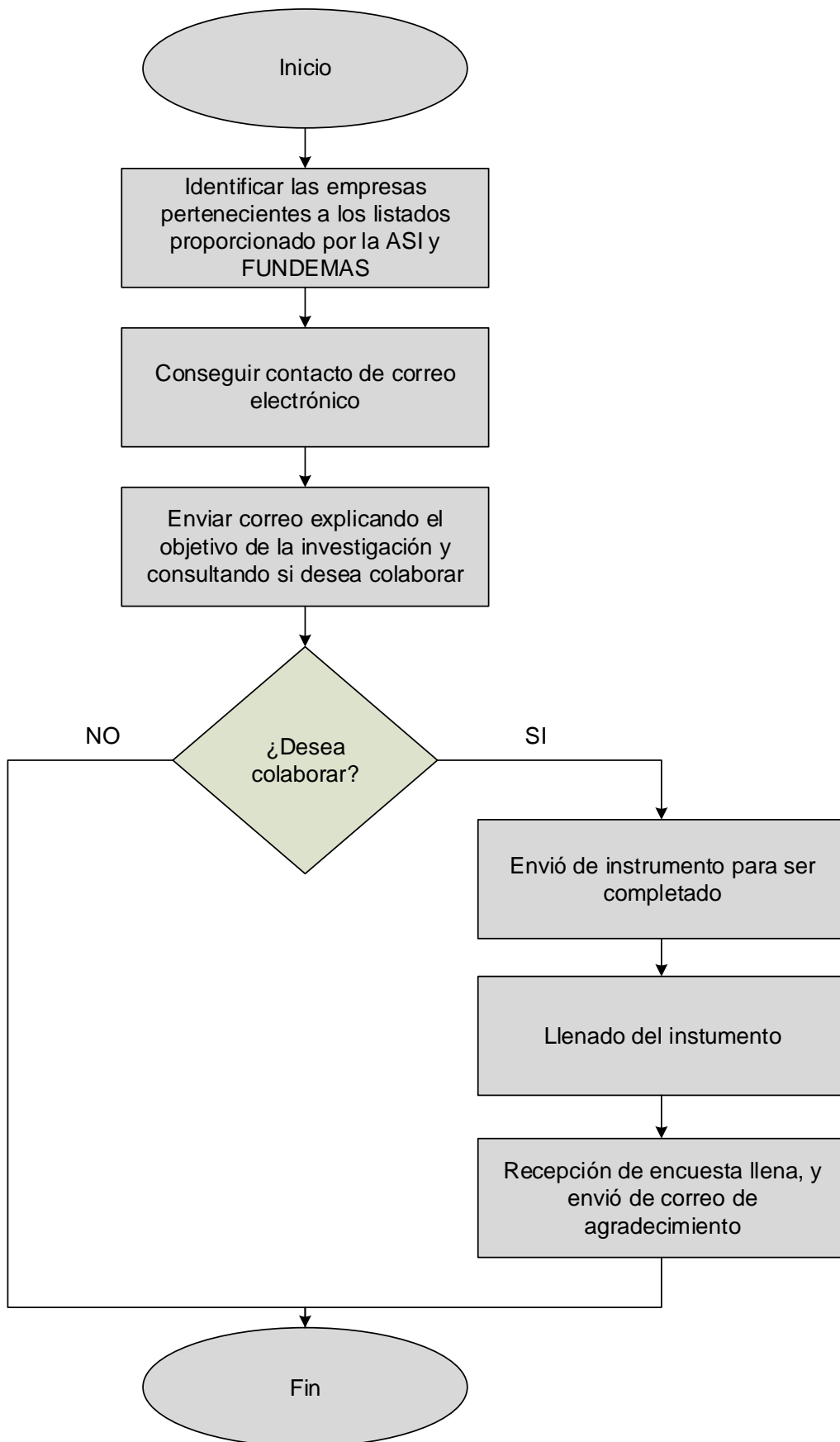
Para el estudio, se solicitó a entidades nacionales relacionadas con la economía circular y a la vez con empresas manufactureras, están son ASI y FUNDEMAS, estas entidades proporcionaron información de empresas que estén aplicando economía circular o están encaminadas a aplicarla, y por conveniencia se determina esta cantidad de empresas como la muestra. Por lo tanto, la muestra estará conformada por 31 empresas destacadas en este listado.

A continuación, se presenta el listado empresas manufactureras que actualmente aplican economía circular proporcionado por ASI y FUNDEMAS, en las cuales se centrará el muestreo:

N°	CLAEES Rev4.0	Nombre Comercial
1	1020102	CALVOCONSERVAS EL SALVADOR, S. A. DE C. V.
2	1050101	LACTOLAC
3	1050101	INDUSTRIAS LÁCTEAS SAN JOSE, S, A DE C. V.
4	1071201	CRIO INVERSIONES, S. A. DE C. V.
5	1073001	CHOCOLATES MELHER
6	1079201	SABOR AMIGO
7	1103001	LA CONSTANCIA, LTDA. DE C. V.
8	1312001	TEXTUFIL, S. A. DE C. V.
9	1391003	TEXTILES SAN ANDRES, S.A. DE C.V.
10	1511002	TENERÍA EL BÚFALO , S. A. DE C. V.
11	1709101	FOAM INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.
12	1709102	ALAS DORADAS, S. A. DE C. V.
13	1709102	KIMBERLY-CLARK DE CENTRO AMÉRICA, LIMITADA DE C. V.
14	1709204	HISPALIA, S. A. DE C. V.
15	2022001	SHERWIN WILLIAMS DE CENTRO AMÉRICA, S.A. DE C.V.
16	2100101	LABORATORIOS SUIZOS, S. A. DE C. V.
17	2220101	IPSA
18	2220101	CHONSA PLÁSTICOS INDUSTRIAL, S. A. DE C. V.
19	2220101	POLYBAG, S. A. DE C. V.
20	2220102	CARVAJAL EMPAQUES, S. A. DE C. V.
21	2220102	MATRICERIA ROXY
22	2220102	SALVAPLASTIC
23	2220103	TERMOENCOGIBLES, S. A. DE C. V.
24	2220201	TOTO, S. A DE C. V.
25	2394001	HOLCIM EL SALVADOR, S. A. DE C. V.
26	2395003	PLYCEM
27	2431001	CORINCA, S. A. DE C. V.
28	2593002	IMACASA
29	2930003	YAZAKI
30	3100101	INDUFOAM
31	3290201	IBERPLASTIC, S. A. DE C. V.

Tabla 10. Listados de empresas parte de la muestra. Información de ASI y FUNDEMAS

## 5. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN



Esquema 1: Metodología de abordaje de las empresas para la recolección de información.

Para la estructura del cuestionario se tomará con base a las variables de economía circular establecidas para el diagnóstico del sector manufacturero y a los indicadores correspondientes, agrupando así los paquetes de preguntas relacionadas con dichas variables.

### 5.3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA MEDIR EL ÍNDICE DE ECONOMÍA CIRCULAR



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
DIAGNÓSTICO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN MANUFACTURA**



**OBJETIVO:** Realizar un diagnóstico para determinar la situación actual de la economía circular en el sector manufacturero, con el fin de plantear una propuesta de apoyo a la productividad del sector.

**INDICACIÓN:** la siguiente encuesta es con fines académicos, consta de diferentes tipos de preguntas, lea con atención las interrogantes que se le presentan. Marque con una "X" las opciones que considere apropiadas. El llenado de esta encuesta no le tomará más de 20 minutos. De antemano muchas gracias por su colaboración.

#### Set de preguntas referentes a la variable Nivel de economía circular en Dirección

1. ¿Cuentan con documentación relacionada a la economía circular?

SI  NO

2. ¿Poseen plan de implementación de acciones referentes a la economía circular?

SI  NO

3. ¿Cuál de las siguientes normas poseen como certificado de economía circular?

Norma ISO 14001   
Norma ISO 50001   
Norma ISO 14006   
Ninguna

4. ¿Poseen acuerdos o contratos con recolectores de materiales? ¿Cuántos?

De 0 a 1 acuerdos  De 2 a 3 acuerdos  Más de 4 acuerdos

5. ¿Cuánto es el porcentaje de materiales que intercambian con otras empresas para elaborar sus productos?

Nada  De 0% a 4.99%  De 5% a 9.99%  Más del 10%

#### Set de preguntas referentes a la variable Nivel de economía circular en Recursos Humanos

6. ¿Qué tipo de capacitación ofrecen a sus empleados con respecto al uso y aplicación de economía circular?

Teórica  Práctica  Ninguna

7. ¿Cuál es el nivel de especialización en economía circular de sus empleados?

Básico  Intermedio  Avanzado

8. ¿Han generado nuevos puestos de trabajo a raíz de aplicar economía circular?

SI  NO

9. ¿Cuántos colaboradores de su empresa están dedicados a la implementación de economía circular?

De 0 a 1 colaboradores  De 2 a 3 colaboradores  Más de 4 colaboradores

10. ¿Cómo evalúan el nivel de conocimiento, aptitudes, actitudes y desempeño del recurso humano relacionado a la economía circular?

Pruebas técnicas  Pruebas de conocimientos   
Pruebas vocacionales  Pruebas situacionales   
Ninguna

#### Set de preguntas referentes a la variable Nivel de economía circular en Mercadeo

11. ¿Qué medidas post consumo aplican en la empresa para realizar la concientización ambiental en los clientes?

Programas de reciclaje   
Cursos de economía circular   
Realización de seminarios de educación circular   
Ninguna

12. ¿Cuáles de las siguientes acciones de economía circular realizan respecto al uso de etiquetas de sus productos?

Uso de etiquetas removibles   
Utilización de etiquetas con mensajes ambientales   
Uso de Etiquetas realizadas con materiales reciclados   
Ninguna

13. Posterior a la venta de los productos, ¿Cuáles de las siguientes acciones de economía circular realizan con sus clientes?

Servicio de cambio de productos   
Servicio de reparación de productos   
Servicio de reciclaje de los productos   
Ninguna

14. ¿Cuál es la tasa de recuperación de residuos de empaques o embalajes?

De 0% a 24.99%  De 25% a 49.99%  Más del 50%

15. ¿Cuáles medios de comunicación utiliza para realizar concientización ambiental en las personas?

Televisión  Internet  Vallas publicitarias   
Radio  Prensa escrita  Ninguna de las anteriores

### Set de preguntas referentes a la variable Nivel de economía circular en Producción

16. ¿Qué porcentaje de la materia prima que utilizan es materia prima virgen?

De 100% a 75%  De 74.99% a 50%   
De 49.99% a 25%  Menos de 24.99%

17. ¿Qué porcentaje de la materia prima que utilizan es reciclada?

De 0% a 24.99%  De 25% a 49.99%   
De 50% a 74.99%  Más del 75%

18. ¿Qué porcentaje de materia prima que utilizan es ecológicamente certificada?

Ninguno  De 0% a 4.99%  De 5% a 9.99%  Más del 10%

19. Con la implementación de la economía circular en la manufactura, en su empresa, ¿Cuál es el porcentaje generado de reducción de residuos?

De 0% a 14.99%  De 15% a 29.99%  Más del 30%

20. En su proceso productivo, ¿Cuál es el porcentaje de componentes reusados?

De 0% a 14.99%  De 15% a 29.99%  Más del 30%

### Set de preguntas referentes a la variable Nivel de economía circular en Finanzas

21. Para aplicar economía circular, ¿A cuál de los siguientes financiamientos han recurrido?

Financiamiento bancario   
Financiamiento nacional de sistemas no bancarios   
Financiamiento extranjero   
Ninguno

22. ¿Realizan proyecciones de crecimiento económico en base a principios e implementación de economía circular?

SI  NO

23. Su empresa, ¿cuenta con capital de trabajo para la aplicación de economía circular?

SI  NO

24. ¿Cuáles de las siguientes inversiones fijas tangibles han realizado para aplicar economía circular?

Terrenos   
Obra Civil   
Maquinaria y equipo industrial   
Equipo de oficina   
Ninguna

25. ¿Cuáles de las siguientes inversiones fijas intangibles han realizado para aplicar economía circular?

- Investigaciones
- Estudios para la implementación
- Previsión de riesgos
- Ninguna

## **CAPITULO III: EJECUCIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE ECONOMÍA CIRCULAR.**

### **A. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y DATOS**

#### **1. JUSTIFICACIÓN DE LA MUESTRA PARA LA EJECUCIÓN DEL DIAGNOSTICO**

Se estableció en el Capítulo II, numeral 3.2 que la muestra a utilizar para la ejecución de este diagnóstico de economía circular es de 31 empresas del sector manufacturero y el tipo de muestreo a utilizar, como se estableció en el contenido antes mencionado es muestreo por conveniencia; estas 31 empresas del sector manufacturera pertenecen a un listado otorgado por la ASI (Asociación Salvadoreña de Industriales) y FUNDEMÁS (Fundación Empresarial para la Acción Social).

Cabe mencionar que todas las respuestas obtenidas fueron recolectadas en formato digital, con una presentación vía correo electrónico con la persona encargada de brindar las respuestas para luego enviar los documentos de los instrumentos de recolección de información.

<b>RESUMEN DE LA MUESTRA ADOPTADA</b>		
<b>Empresas contactadas</b>	<b>Encuestas enviadas</b>	<b>Encuestas contestadas</b>
<b>31</b>	<b>31</b>	<b>28</b>

*Tabla 11: Resumen de la muestra utilizada.*

#### **2. TABULACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS.**

A continuación, se presentan la tabulación y análisis de los datos obtenidos del cuestionario realizado a las empresas pertenecientes a la muestra y así posteriormente proceder al cálculo de los indicadores de la economía circular.

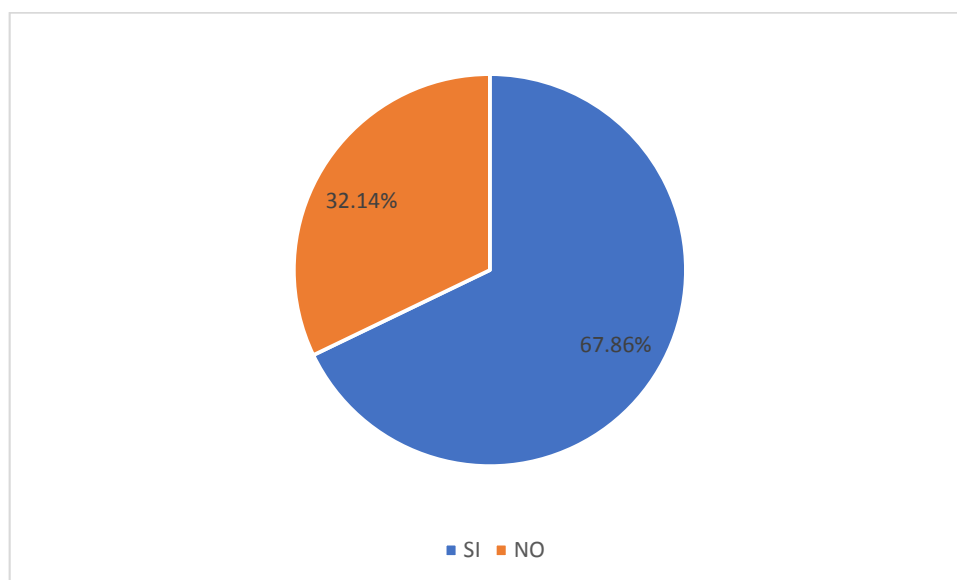
**Pregunta 1.** ¿Cuentan con documentación relacionada a la economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 1 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
SI	19	67.86%
NO	9	32.14%
TOTAL	28	100.00%

Tabla 12. Resultados pregunta 1

**Gráfica:**



Gráfica 1. Resultados pregunta 1

**Análisis:**

La pregunta contempla conocer si las empresas del sector manufacturero que aplica economía circular poseen documentación referente a la está, los datos arrojan que cerca de dos tercios de estas empresas tienen algún tipo de testimonio material referente a la economía circular con el cual respaldan, demuestran y sustentan la adopción de está, su aplicación, naciente y creciente desarrollo dentro de la manufactura salvadoreña.



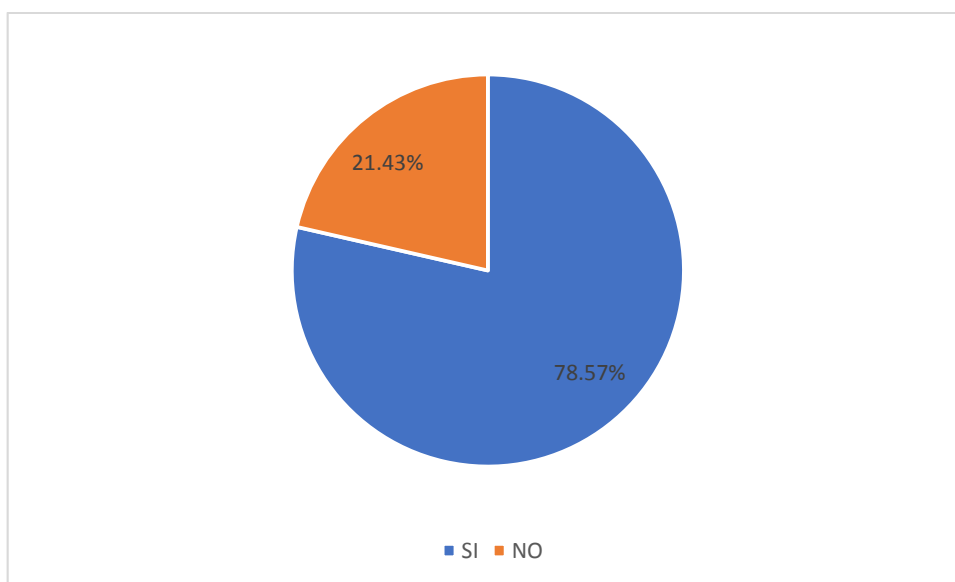
**Pregunta 2.** ¿Poseen plan de implementación de acciones referentes a la economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 2 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
SI	22	78.57%
NO	6	21.43%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

*Tabla 13. Resultados pregunta 2*

**Gráfica:**



*Gráfica 2. Resultados pregunta 2*

**Análisis:**

La mayor cantidad de respuestas afirmativas a esta pregunta demuestran que las empresas del sector manufacturero que se ha incursionado en la economía circular, cuentan con un conjunto de acciones y actividades que deben llevarse a cabo para ponerla en funcionamiento e implementarla, demostrando con esto que han establecido factores clave de éxito para que las acciones centrales que se han desarrollado para esta implementación.

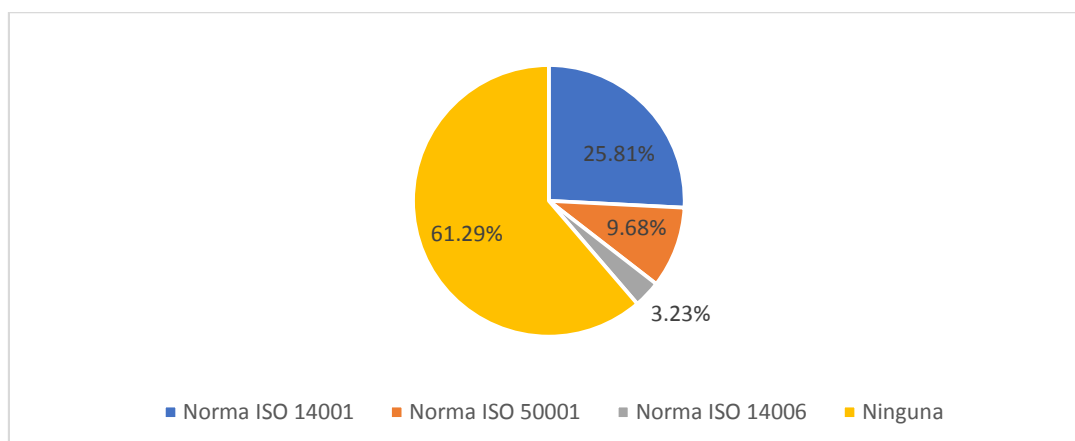
**Pregunta 3.** ¿Cuál de las siguientes normas relativas a la economía circular poseen como certificado?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 3 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

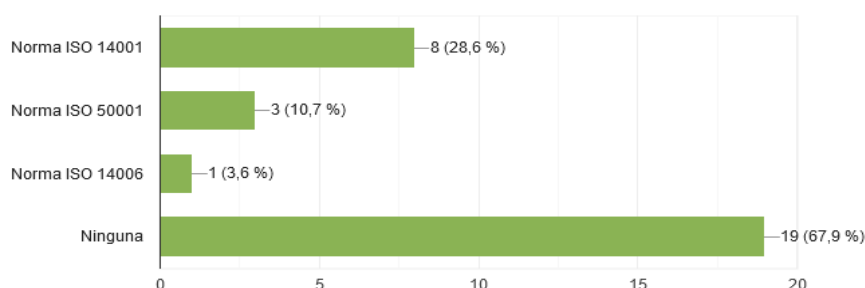
Respuestas	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
<b>Norma ISO 14001</b>	8	25.81%	28.57%
<b>Norma ISO 50001</b>	3	9.68%	10.71%
<b>Norma ISO 14006</b>	1	3.23%	3.57%
<b>Ninguna</b>	19	61.29%	67.86%
<b>TOTAL</b>	31	100.00%	-

Tabla 14. Resultados pregunta 3

**Gráfica:**



Gráfica 3. Resultados pregunta 3



Gráfica 4. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 3.

**Análisis:**

Las normas son documentos que especifican requerimientos que pueden ser empleados en organizaciones para garantizar para cumplir algunos objetivos. Referentes a las economías circulares se vinculan algunos de las normas ISO, de las cuales la mayoría de las empresas manifestaron no poseer, tan solo unos cuartos de ellas cuentan con la norma ISO 140001 la cual es un estándar internacional de gestión ambiental, aplicando en más bajas las normas ISO 50001 y ISO 14006.

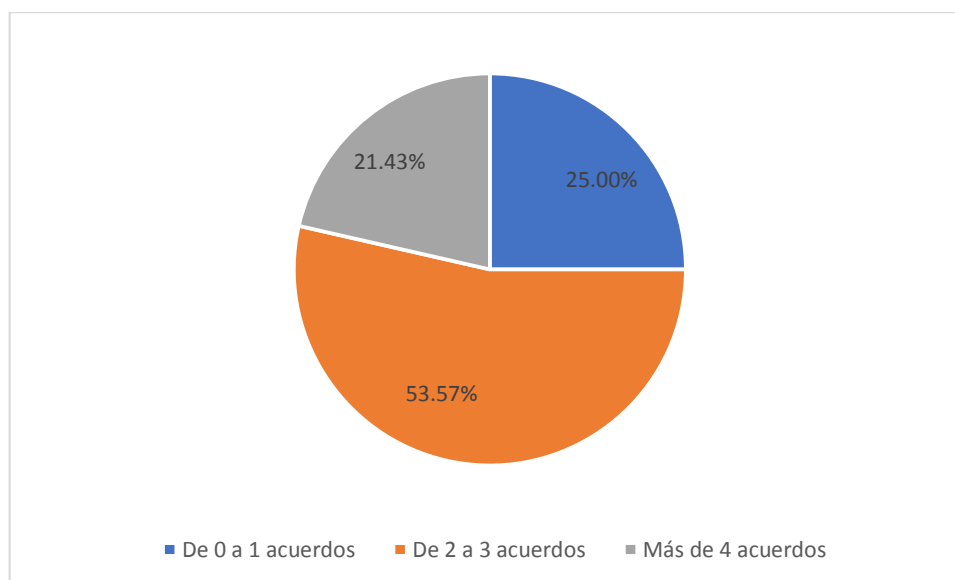
**Pregunta 4.** ¿Cuántos acuerdos o contratos con recolectores de materiales poseen?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 4 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
De 0 a 1 acuerdos	7	25.00%
De 2 a 3 acuerdos	15	53.57%
Más de 4 acuerdos	6	21.43%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

*Tabla 15. Resultados pregunta 4*

**Gráfica:**



*Gráfica 5. Resultados pregunta 4*

**Análisis:**

La aplicación de economía circular dentro de la manufactura, ha llevado a establecer una serie de convenios y contratos entre las empresas del sector y recolectores de materiales reciclables, la pregunta muestra que un poco más de la mitad de las empresas posee entre dos y tres contratos o convenios con estos recolectores, además un cuarto más mejora esa cifra y posee cuatros o más contratos o convenios, y solo un cuarto restante queda en un bajo número entre cero y un contrato o convenio.

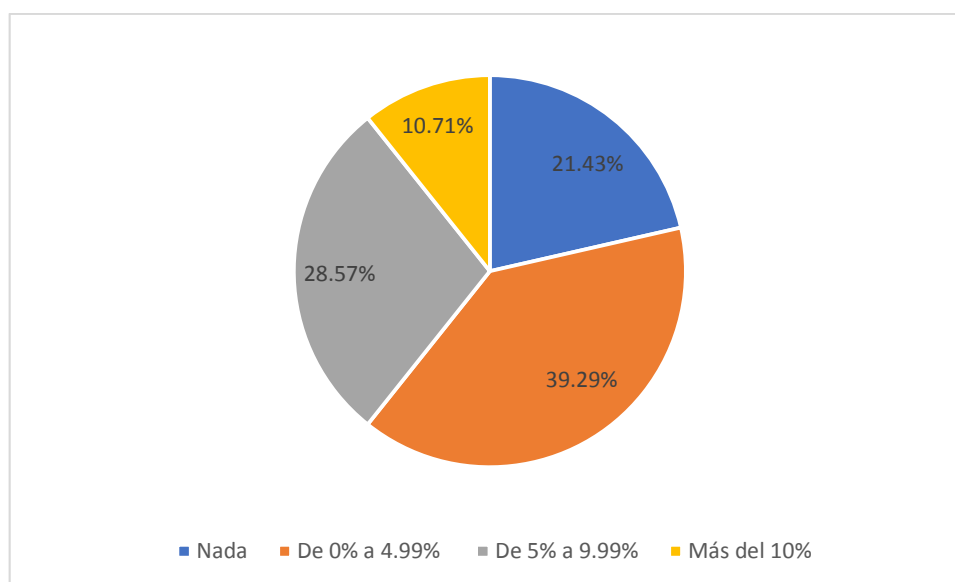
**Pregunta 5.** ¿Cuánto es el porcentaje de materiales que intercambian con otras empresas para elaborar sus productos?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 5 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
Nada	6	21.43%
De 0.01% a 4.99%	11	39.29%
De 5% a 9.99%	8	28.57%
Más del 10%	3	10.71%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 16. Resultados pregunta 5

**Gráfica:**



Gráfica 6. Resultados pregunta 5

**Análisis:**

El intercambio de materias primas para la elaboración de los productos es un elemento de aportación a la aplicación de la economía circular, los porcentajes de materias primas intercambiadas entre las empresas del sector manufacturero son bajos, cerca del sesenta por ciento de las empresas cuentan con un valor de entre cero y cinco por ciento de materias primas intercambiadas, el otro treinta por ciento apenas alcanza valores de entre cinco y diez por ciento, y tan solo la décima parte de las empresas supera el diez por ciento de materiales intercambiados.

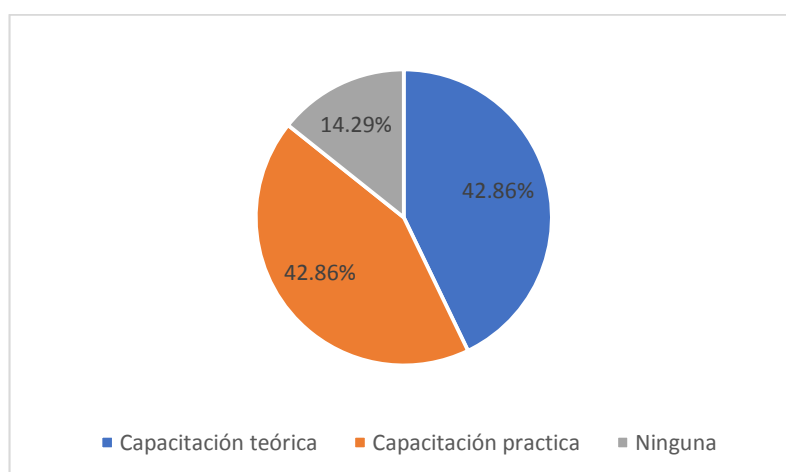
**Pregunta 6.** ¿Qué tipo de capacitaciones ofrece a sus empleados con respecto al uso y aplicación de economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 6 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

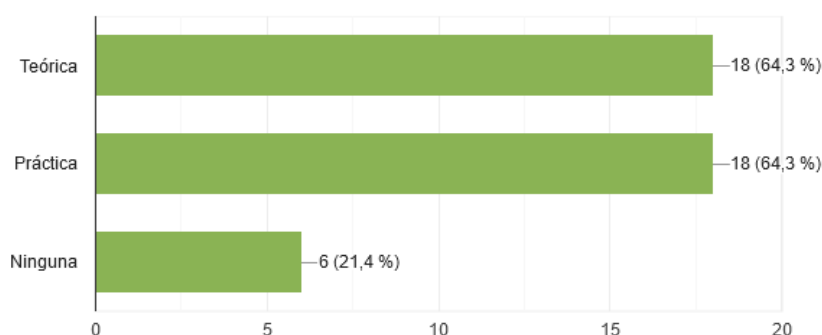
Respuestas	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
Capacitación teórica	18	42.86%	64.29%
Capacitación practica	18	42.86%	64.29%
Ninguna	6	14.29%	21.43%
TOTAL	42	100.00%	-

Tabla 17. Resultados pregunta 6

**Gráfica:**



Gráfica 7. Resultados pregunta 6



Gráfica 8. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 6

**Análisis:**

Para la aplicación de algo en una organización es necesario prepara al recurso humano para su aplicación; en el caso de la economía circular en las empresas manufactureras, se observa un alto grado de capacitación teórica y práctica por parte de estas organizaciones, ambas en porcentajes similares, solo un porcentaje muy bajo no realiza ningún tipo de capacitación respecto a economía circular en sus colaboradores.

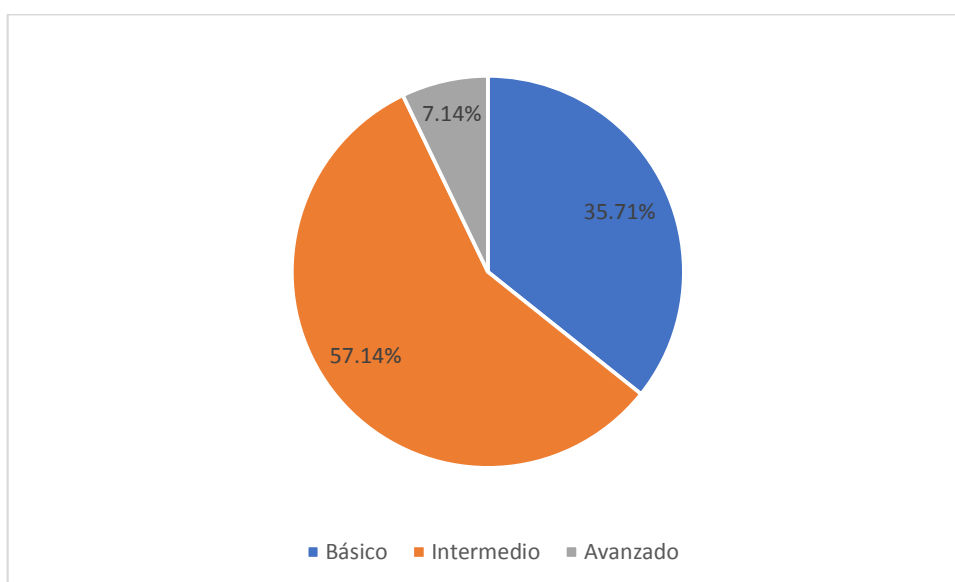
**Pregunta 7.** ¿Cuál es el nivel de especialización en economía circular de sus empleados?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 7 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
<b>Básico</b>	10	35.71%
<b>Intermedio</b>	16	57.14%
<b>Avanzado</b>	2	7.14%
<b>TOTAL</b>	28	100.00%

Tabla 18. Resultados pregunta 7

**Gráfica:**



Gráfica 9. Resultados pregunta 7

**Análisis:**

Dentro del área de recursos humanos, es necesario conocer cuáles son los niveles de especialización de los colaboradores de las organizaciones en materia de economía circular, los datos arrojan que más de la mitad de las empresas cuentan con empleados con un nivel de capacitación medio, esto tiene su lógica debido a que no es algo altamente desarrollado, de la otra mitad restante, la gran mayoría afirmaron tener un nivel de especialización básico en sus colaboradores, teniendo un bajo porcentaje de especialización avanzada.

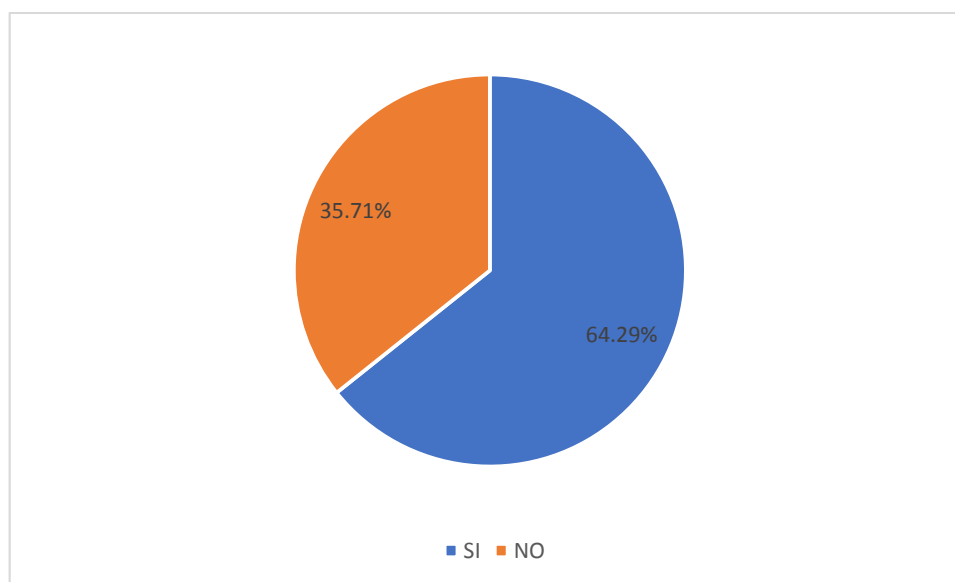
**Pregunta 8.** ¿Han generado nuevos puestos de trabajo a raíz de aplicar economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 8 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
SI	18	64.29%
NO	10	35.71%
TOTAL	28	100.00%

Tabla 19. Resultados pregunta 8

**Gráfica:**



Gráfica 10. Resultados pregunta 8

**Análisis:**

La implementación y uso de la economía circular tiene como consecuencia la aparición y generación de nuevos puestos de trabajo, así lo demuestran los datos arrojados por esta pregunta, en la cual más de la mitad de las empresas manufactureras han manifestado haber generado nuevos puestos de trabajo a raíz de la implementación de la economía circular. Estos nuevos empleos a raíz de la economía circular en la manufactura permiten una vinculación de las personas con la sociedad y la economía del país.

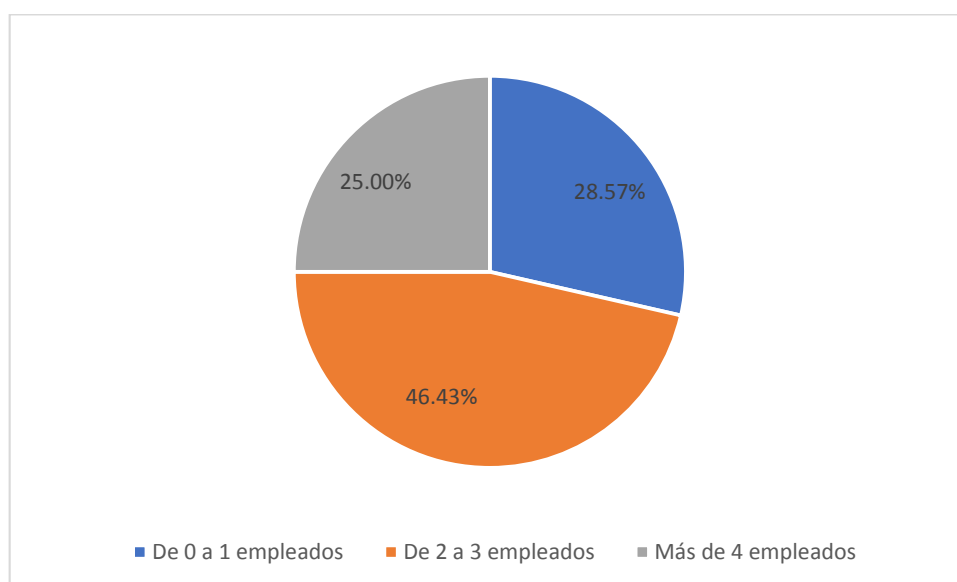
**Pregunta 9.** ¿Cuántos colaboradores de su empresa están dedicados a la implementación de economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 9 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
De 0 a 1 empleados	8	28.57%
De 2 a 3 empleados	13	46.43%
Más de 4 empleados	7	25.00%
TOTAL	28	100.00%

Tabla 20. Resultados pregunta 9

**Gráfica:**



Gráfica 11. Resultados pregunta 9

**Análisis:**

Se plantea la necesidad conocer cuántos colaboradores utilizan las organizaciones para implementar y desarrollar la economía circular, los datos arrojan que cerca de la mitad de las empresas cuentan con dos o tres empleados dedicados a esta tarea, una cuarta parte de estas manifiesta contar tan solo con cero o un empleado dedicado a esta tarea, y la cuarta parte restante contesta que tiene dedicado a estas tareas más de cuatro empleados.



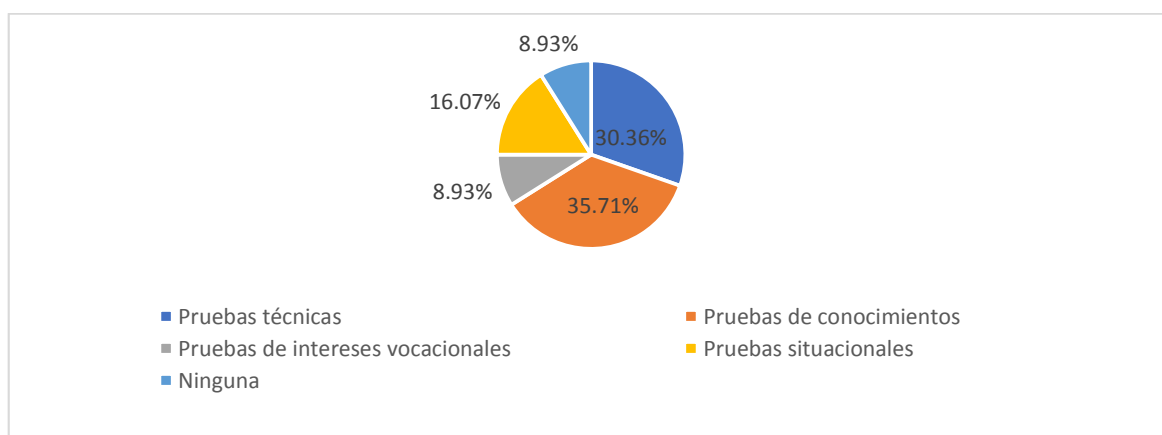
**Pregunta 10.** ¿Cómo evalúan el nivel de conocimiento, aptitudes, actitudes y desempeño del recurso humano relacionado a la economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 10 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

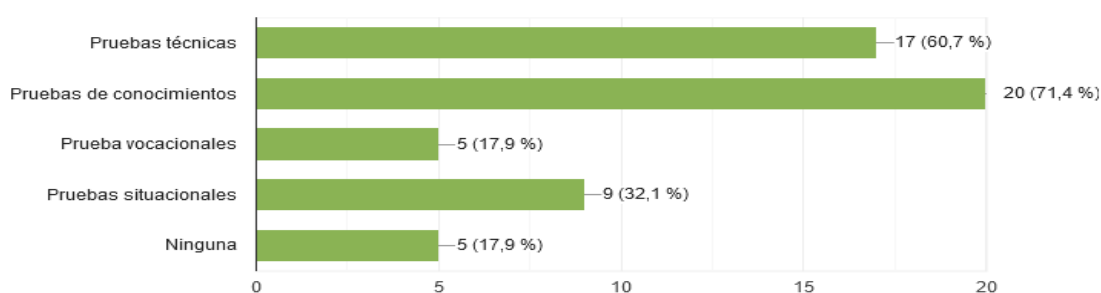
Respuestas	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
Pruebas técnicas	17	30.36%	60.71%
Pruebas de conocimientos	20	35.71%	71.43%
Pruebas vocacionales	5	8.93%	17.86%
Pruebas situacionales	9	16.07%	32.14%
Ninguna	5	8.93%	17.86%
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>100.00%</b>	<b>-</b>

Tabla 21. Resultados pregunta 10

**Gráfica:**



Gráfica 12. Resultados pregunta 10



Gráfica 13. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 10

**Análisis:**

Cuando se aplica economía circular en las organizaciones, es necesario realizar pruebas sobre los colaboradores que se van a contratar, se puede observar que la mayoría de las empresas realiza pruebas técnicas y de conocimientos, en un menor porcentaje aplican pruebas situacionales, un poco menos vocacionales, y solo un poco porcentaje no realiza ningún tipo de prueba para contratar al personal que estará vinculado a la aplicación de la economía circular.

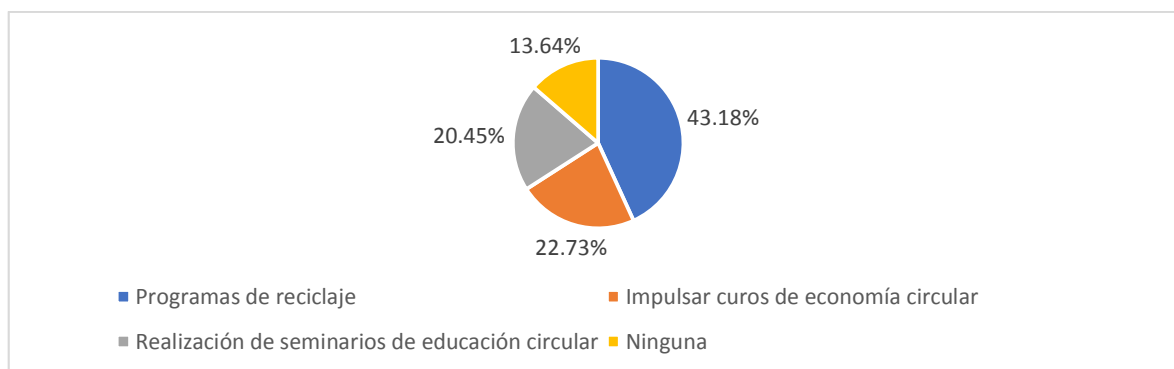
**Pregunta 11.** ¿Qué medidas post consumo aplican en la empresa para realizar la concientización ambiental en los clientes?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 11 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

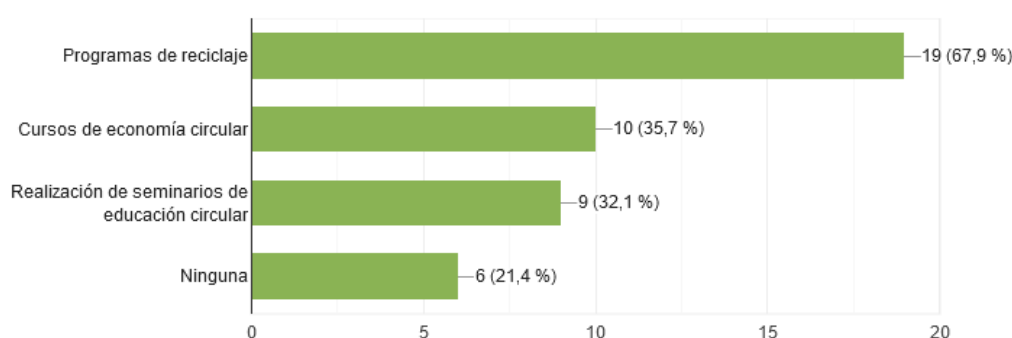
Respuestas	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
Programas de reciclaje	19	43.18%	67.86%
Impulsar cursos de economía circular	10	22.73%	35.71%
Realización de seminarios de educación circular	9	20.45%	32.14%
Ninguna	6	13.64%	21.43%
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100.00%</b>	<b>-</b>

Tabla 22. Resultados pregunta 11

**Gráfica:**



Gráfica 14. Resultados pregunta 11



Gráfica 15. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 11

**Análisis:**

Luego de vendidos los productos, es necesario hacer concientización sobre los consumidores, en ese sentido, la mayor parte de organizaciones del sector manufacturero que aplican economía circular, promueven programas de reciclaje para tener manejo circular cuando estos productos ya no sean útiles, en un porcentaje medio realizan e impulsan cursos de economía circular así como seminarios referentes a la temática y solo un bajo porcentaje de las organizaciones no aplica ninguna acción post consumo.

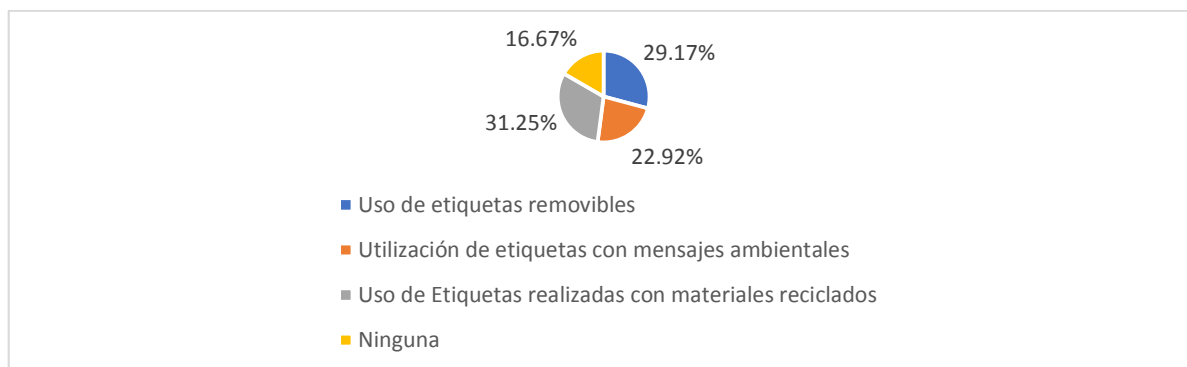
**Pregunta 12.** ¿Cuáles de las siguientes acciones de economía circular realizan respecto al uso de etiquetas de sus productos?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 12 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

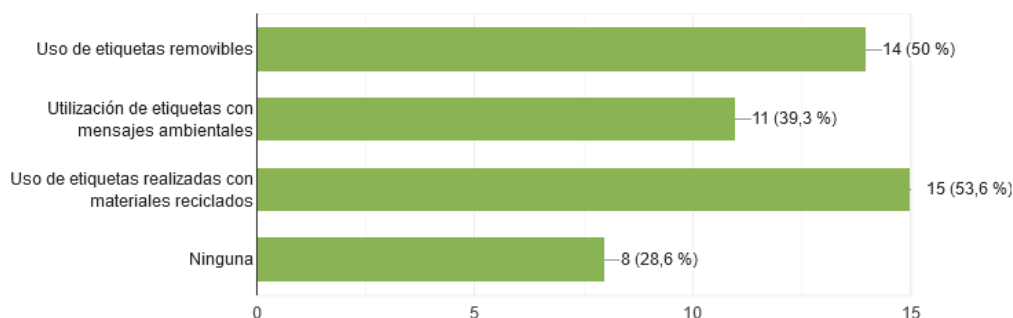
Respuestas	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
Uso de etiquetas removibles	14	29.17%	50.00%
Utilización de etiquetas con mensajes ambientales	11	22.92%	39.29%
Uso de Etiquetas realizadas con materiales reciclados	15	31.25%	53.57%
Ninguna	8	16.67%	28.57%
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>100.00%</b>	<b>-</b>

Tabla 23. Resultados pregunta 12

**Gráfica:**



Gráfica 16. Resultados pregunta 12



Gráfica 17. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 12

**Análisis:**

El colocar una etiqueta sobre los productos es algo muy convencional en los productos manufacturados, el aplicar acciones de economía circular es algo medianamente frecuente según los datos arrojados, solo la mitad de las empresas utiliza etiquetas removibles para su fácil reciclaje, así como solo la mitad de las organizaciones elabora sus etiquetas de materiales reciclados o utiliza mensajes ambientales en ellas; por otro lado aproximadamente un cuarto de estas empresa no aplica ninguna acción de economía circular sobre las etiquetas.

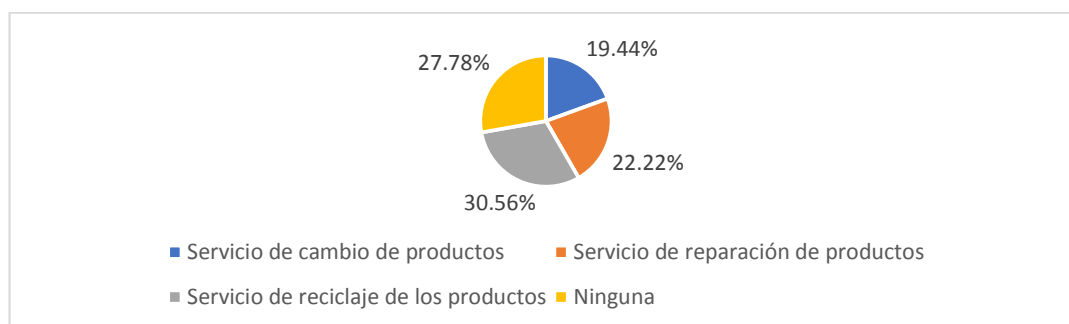
**Pregunta 13.** Posterior a la venta de los productos, ¿Cuáles de las siguientes acciones de economía circular realizan con sus clientes?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 13 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

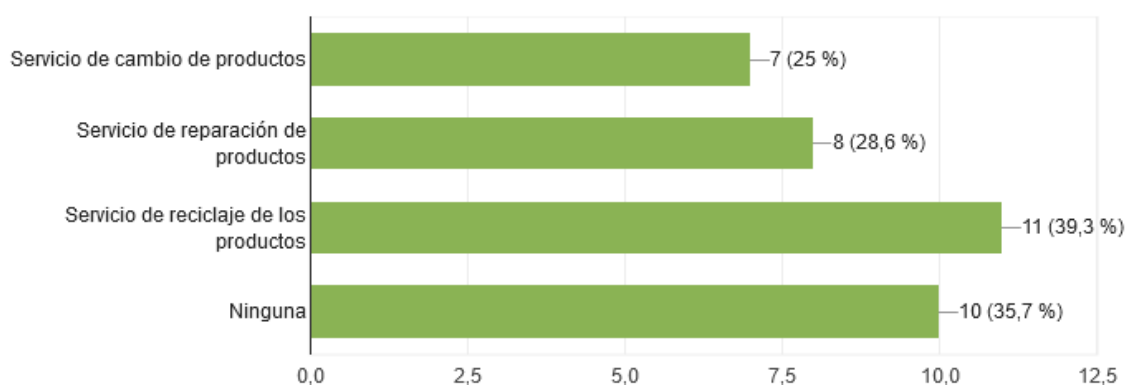
Respuestas	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
Servicio de cambio de productos	7	19.44%	25.00%
Servicio de reparación de productos	8	22.22%	28.57%
Servicio de reciclaje de los productos	11	30.56%	39.29%
Ninguna	10	27.78%	35.71%
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>100.00%</b>	<b>-</b>

Tabla 24. Resultados pregunta 13

**Gráfica:**



Gráfica 18. Resultados pregunta 13



Gráfica 19. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 13

**Análisis:**

El aplicar acciones de economía circular con los clientes, parece ser algo poco utilizado por las empresas del sector manufacturero; la acción más aplica es el servicio de reciclaje de los productos, pocas ofrecen reparar sus productos para generales una vida útil más larga y muy pocos ofrecen cambiar sus productos por otros funcionales y darles vida útil a los cambiados. Hay un porcentaje medio que no aplica ninguna acción posterior a la venta.

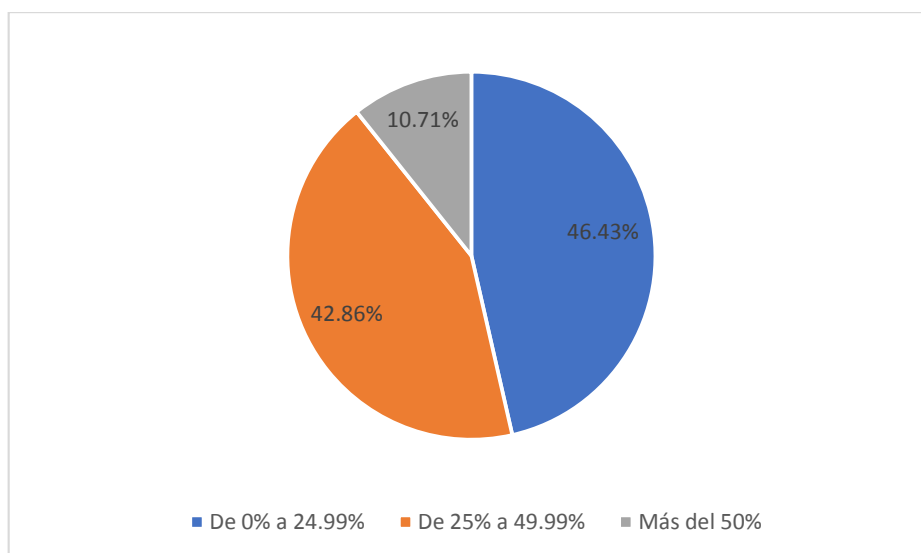
**Pregunta 14.** ¿Cuál es la tasa de recuperación de residuos de empaques o embalajes?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 14 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Cantidad	Porcentaje
De 0% a 24.99%	13	46.43%
De 25% a 49.99%	12	42.86%
Más del 50%	3	10.71%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 25. Resultados pregunta 14

**Gráfica:**



Gráfica 20. Resultados pregunta 14

**Análisis:**

Para contribuir a la circularidad de los materiales que conforman los empaques y embalajes de los productos es necesario conocer su medida de recuperación por parte de las empresas, los datos arrojan que cerca de la mitad de las empresas tienen una recuperación abajo del Veinticinco por ciento, otra tanto similar alcanza valores de entre Veinticinco y cincuenta por ciento, y solo un bajo porcentaje alcanza valores mayores al cincuenta por ciento de recuperación.

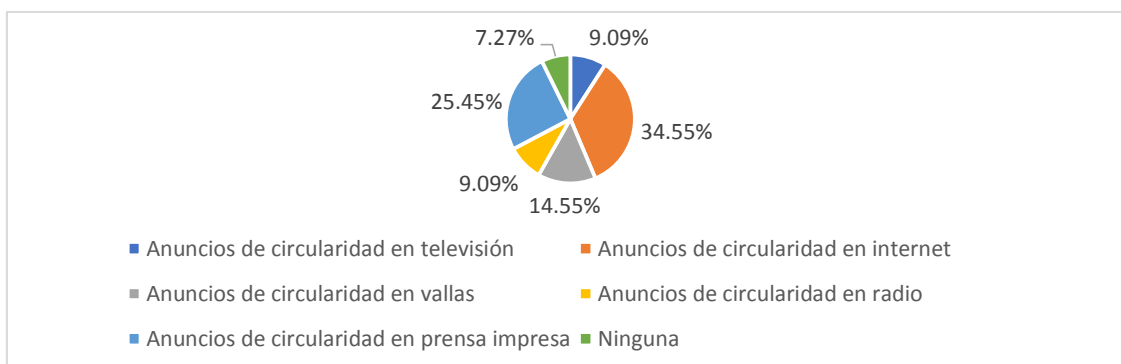
**Pregunta 15.** ¿Cuáles medios de comunicación utiliza para realizar concientización ambiental en las personas?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 15 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

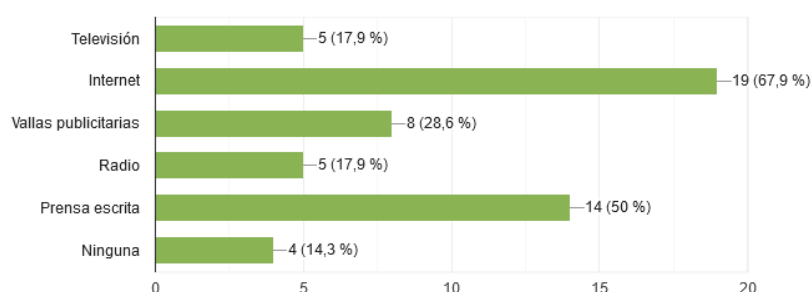
Respuestas	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
Anuncios de circularidad en televisión	5	9.09%	17.86%
Anuncios de circularidad en internet	19	34.55%	67.86%
Anuncios de circularidad en vallas	8	14.55%	28.57%
Anuncios de circularidad en radio	5	9.09%	17.86%
Anuncios de circularidad en prensa impresa	14	25.45%	50.00%
Ninguna	4	7.27%	14.29%
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100.00%</b>	<b>-</b>

Tabla 26. Resultados pregunta 15

**Gráfica:**



Gráfica 21. Resultados pregunta 15



Gráfica 22. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 15

**Análisis:**

Las empresas que aplican economía circular, ya sea para promocionar sus productos bajo esta bandera o para hacer concientización ambiental en sus consumidores, aplican medios de comunicación para hacerlo, el medio más utilizado es el internet debido al alto uso de este por parte de la población, le sigue en menor medida la prensa escrita, las vallas publicitarias, la televisión y la radio. Un bajo porcentaje no utiliza ningún medio de comunicación.

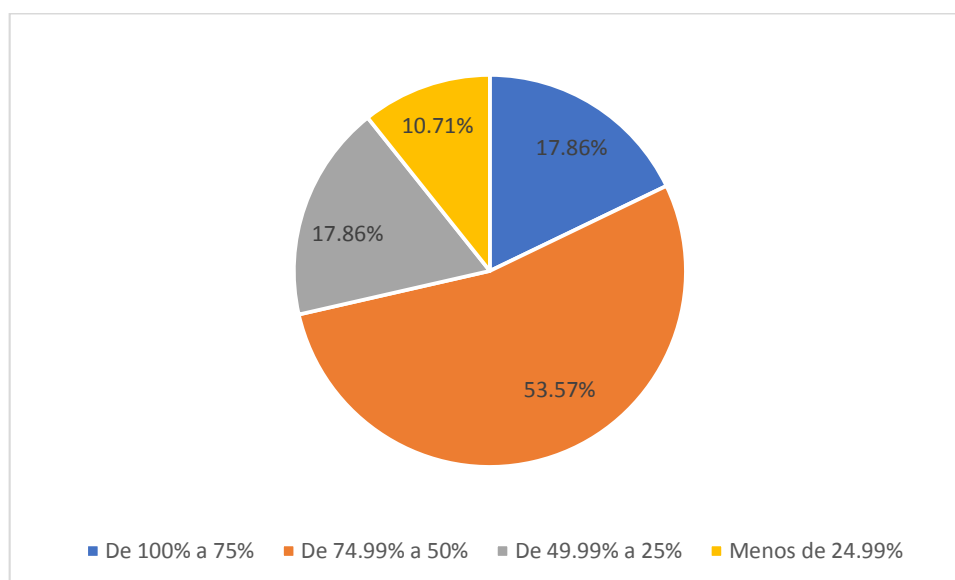
**Pregunta 16.** ¿Qué porcentaje de la materia prima que utilizan es materia prima virgen?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 16 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Respuestas	Porcentaje
De 100% a 75%	5	17.86%
De 74.99% a 50%	15	53.57%
De 49.99% a 25%	5	17.86%
Menos de 24.99%	3	10.71%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 27. Resultados pregunta 16

**Gráfica:**



Gráfica 23. Resultados pregunta 16

**Análisis:**

Según los resultados obtenidos la materia prima virgen es usada entre un 50 % y 74.99 % en su mayoría, porque dentro de la encuesta arroja un 53.57 % de respuesta por parte de las empresas que llenaron el formulario, lo que nos da una señal de que el uso de la materia prima virgen es necesario para ciertas empresas, porque sus procesos y los productos que manufacturan solo se pueden elaborar por medio del recurso como tal, además de que a lo mejor no han considerado la opción de otros métodos de uso de materia prima reciclada, por razones como el producto final y su calidad resultante.

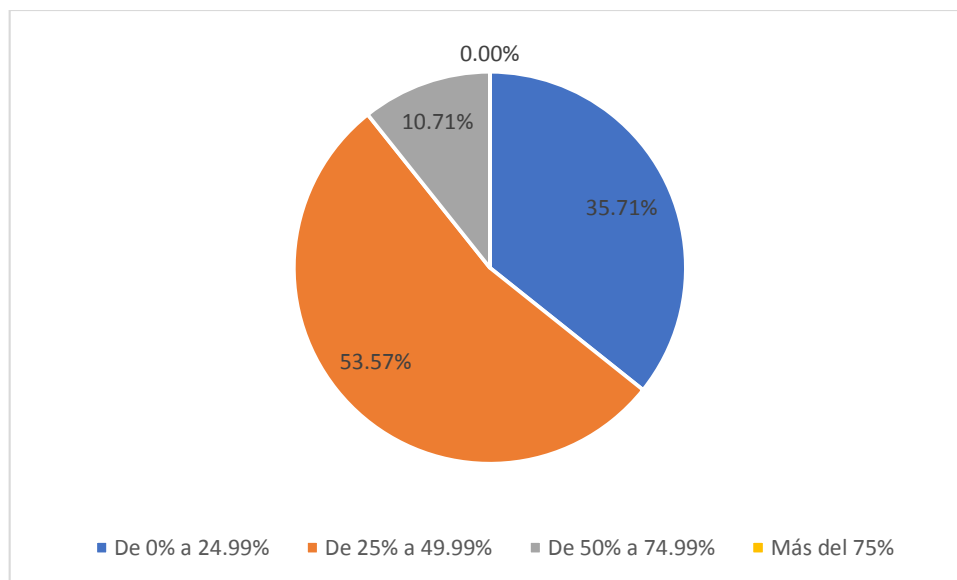
**Pregunta 17.** ¿Qué porcentaje de la materia prima que utilizan es reciclada?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 17 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Respuestas	Porcentaje
De 0% a 24.99%	10	35.71%
De 25% a 49.99%	15	53.57%
De 50% a 74.99%	3	10.71%
Más del 75%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 28. Resultados pregunta 17

**Gráfica:**



Gráfica 24. Resultados pregunta 17

**Análisis:**

De las respuestas obtenidas podemos observar que la materia prima reciclada por las empresas en su mayoría maneja un rango entre 25% y 49.99 % y obtuvo un 53.57 % de respuesta por parte de las empresas, seguido del 0 % a 24.99 % de materia prima utilizada con un total de 35.71 % de respuesta. Por lo tanto, se maneja un dato donde puede haber un crecimiento si se influye en el uso de la materia prima reciclable por medio de la economía circular, y el uso de métodos de reciclaje específicos para cada rubro manufacturero pero que sea beneficioso para el medio ambiente y las empresas. A pesar de no ser el porcentaje más alto, son las condiciones y las medidas tomadas a nivel nacional que no han exigido a la mayoría de empresas a optar por la necesidad imperante de reciclar.



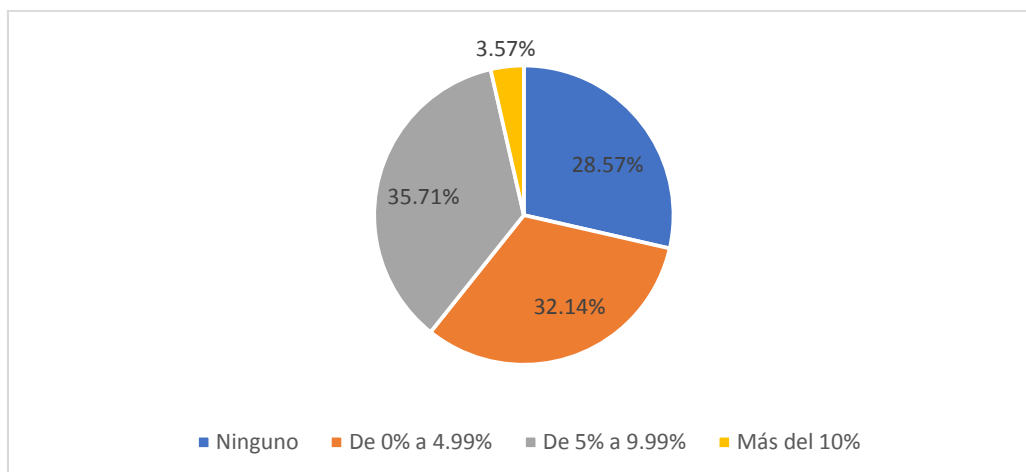
**Pregunta 18.** ¿Qué porcentaje de materia prima que utilizan es ecológicamente certificada?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 18 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Respuestas	Porcentaje
Ninguno	8	28.57%
De 0% a 4.99%	9	32.14%
De 5% a 9.99%	10	35.71%
Más del 10%	1	3.57%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 29. Resultados pregunta 18

**Gráfica:**



Gráfica 25. Resultados pregunta 18

**Análisis:**

De los resultados obtenidos el uso de materia prima ecológicamente certificada tiene mayor respuesta en el porcentaje de uso de 5 % y 9.99 % con un 35.71 % de respuesta, pero no difiere mucho del 0 % y 4.99 % con 32.14 % de respuesta, seguido de los que no utilizan materia prima certificada con una respuesta de 25.57 %. Esto da una idea que la utilización de materia prima ecológicamente certificada no es de importancia o al menos de inmediatez necesaria en todas las industrias porque a lo mejor los gastos son más elevados y no generan ganancias al momento de realizar el costo total del producto. Pero a partir de que hay mayor respuesta entre las empresas que contestaron de su uso de 5 % y 9.99 % hay cierta probabilidad de que con el tiempo se aumente e influencie en el uso de la materia prima certificada en todas las empresas del país.

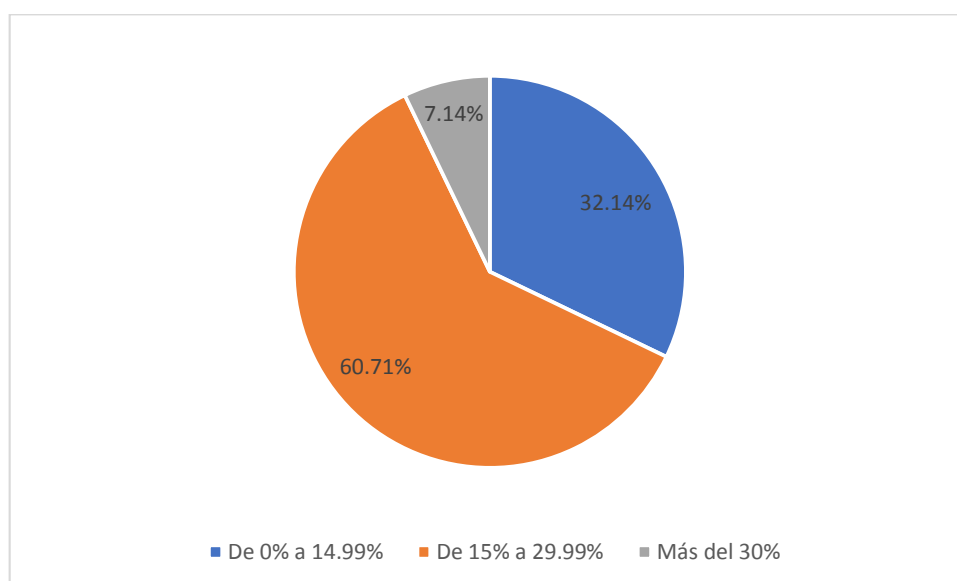
**Pregunta 19.** Con la implementación de la economía circular en la manufactura, en su empresa, ¿Cuál es el porcentaje generado de reducción de residuos?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 19 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Respuestas	Porcentaje
De 0% a 14.99%	9	32.14%
De 15% a 29.99%	17	60.71%
Más del 30%	2	7.14%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 30. Resultados pregunta 19

**Gráfica:**



Gráfica 26. Resultados pregunta 19

**Análisis:**

El porcentaje generado de reducción de residuos obtuvo mayor respuesta de 15 % a 29.99 % con un porcentaje de respuesta de 60.71 % por lo que es un dato muy bueno considerando que no son muchas las empresas que lo aplican, pero que están viendo reflejado en su inversión esa problemática de los residuos y qué hacer con ellos según los requisitos y metodología que brinda la economía circular.

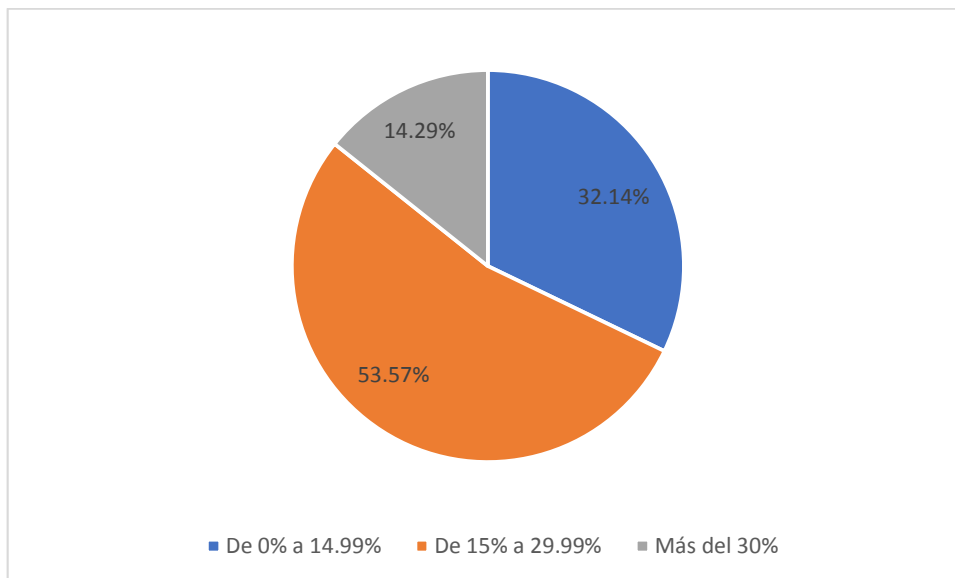
**Pregunta 20.** En su proceso productivo, ¿Cuál es el porcentaje de componentes reusados?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 20 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Respuestas	Porcentaje
De 0% a 14.99%	9	32.14%
De 15% a 29.99%	15	53.57%
Más del 30%	4	14.29%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 31. Resultados pregunta 20

**Gráfica:**



Gráfica 27. Resultados pregunta 20

**Análisis:**

De los componentes reusados en los procesos productivos se tuvo una respuesta mayor en los que tenían un porcentaje de 15 % a 29.99 % con un porcentaje de respuesta de 53.57 %, esto quiere decir que se está efectuando cierto cambio en la utilización de estos componentes, porque a pesar de no ser un dato tan alto se manifiesta en cierta forma así porque no todas las empresas usan componentes en sus productos, son ya productos que viene de una sola forma, cualidad, estructura derivando de procesos más directos.

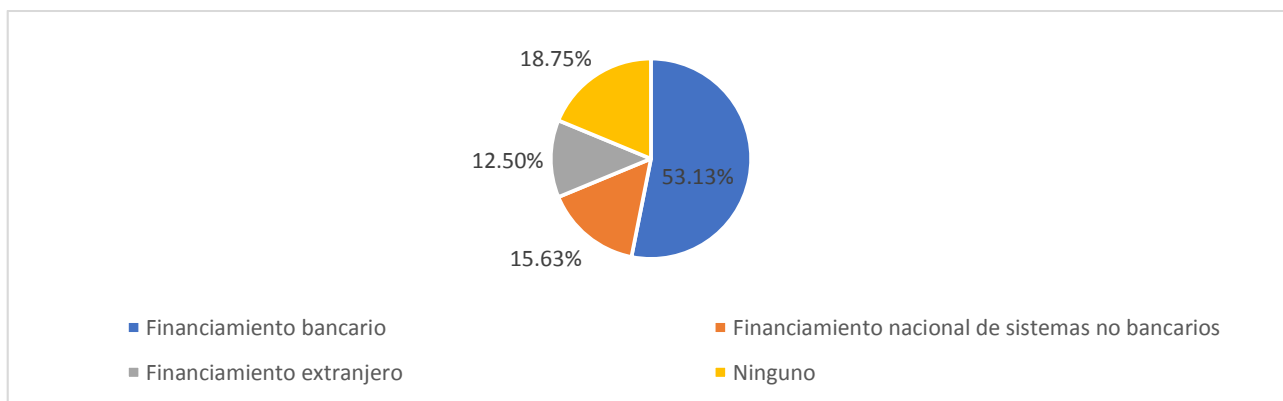
**Pregunta 21.** Para aplicar economía circular, ¿A cuál de los siguientes financiamientos han recurrido?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 21 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

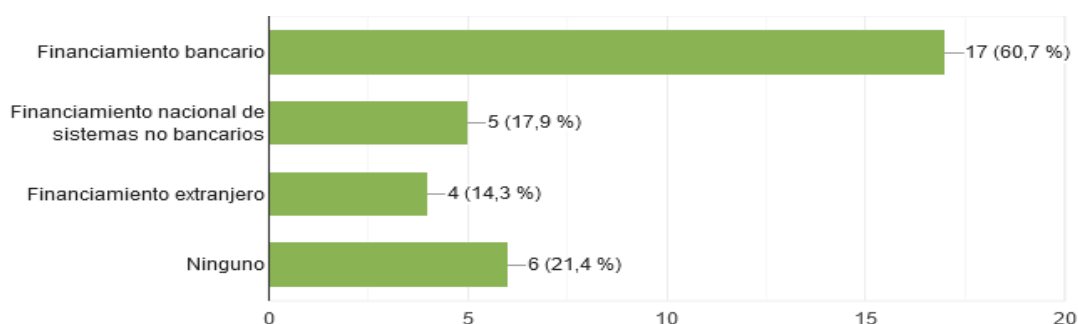
Respuestas	Respuestas	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
<b>Financiamiento bancario</b>	17	53.13%	60.71%
<b>Financiamiento nacional de sistemas no bancarios</b>	5	15.63%	17.86%
<b>Financiamiento extranjero</b>	4	12.50%	14.29%
<b>Ninguno</b>	6	18.75%	21.43%
<b>TOTAL</b>	32	100.00%	-

Tabla 32. Resultados pregunta 21

**Gráfica:**



Gráfica 28. Resultados pregunta 21



Gráfica 29. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 21

**Análisis:**

La respuesta a esta pregunta refleja que no hay un apoyo nacional ni extranjero en cuestiones ambientales, por lo que la mayoría de respuesta es con un financiamiento bancario con el 60.7 %, pero es por el hecho de no contar con apoyo por lo que se necesita recurrir a la inversión de la propia empresa.

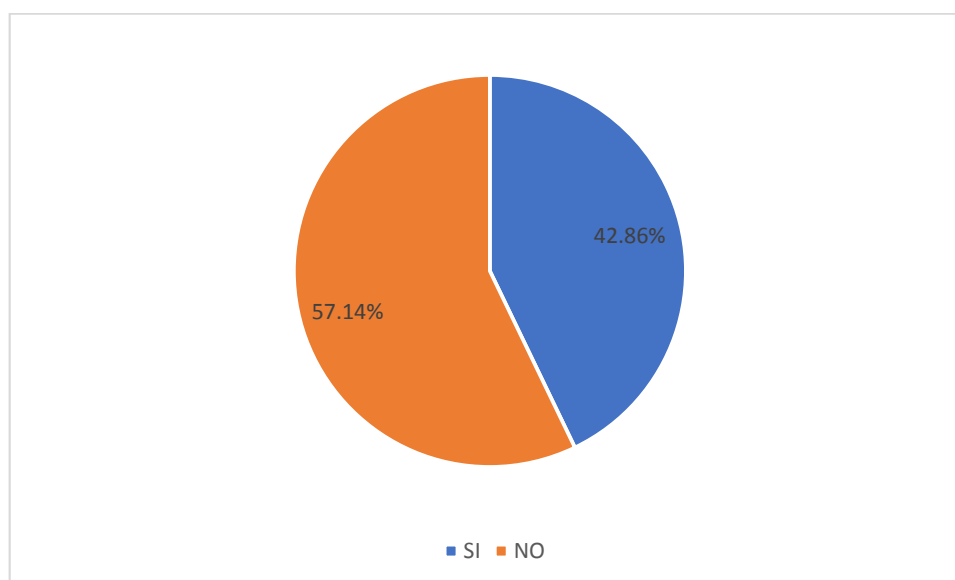
**Pregunta 22.** ¿Realizan proyecciones de crecimiento económico en base a principios e implementación de economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 22 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Respuestas	Porcentaje
SI	12	42.86%
NO	16	57.14%
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 33. Resultados pregunta 22

**Gráfica:**



Gráfica 30. Resultados pregunta 22

**Análisis:**

De los resultados obtenidos de esta pregunta se tiene que las respuestas están casi iguales, pero con un mayor porcentaje de respuesta de 57.14 % que NO realizan proyecciones de crecimiento económico en base a principios de economía circular, pero esto se debe a que es algo nuevo, por lo que las empresas están más ocupadas en promover e implantar la economía, debido los requisitos que se necesitan para hacerlo.

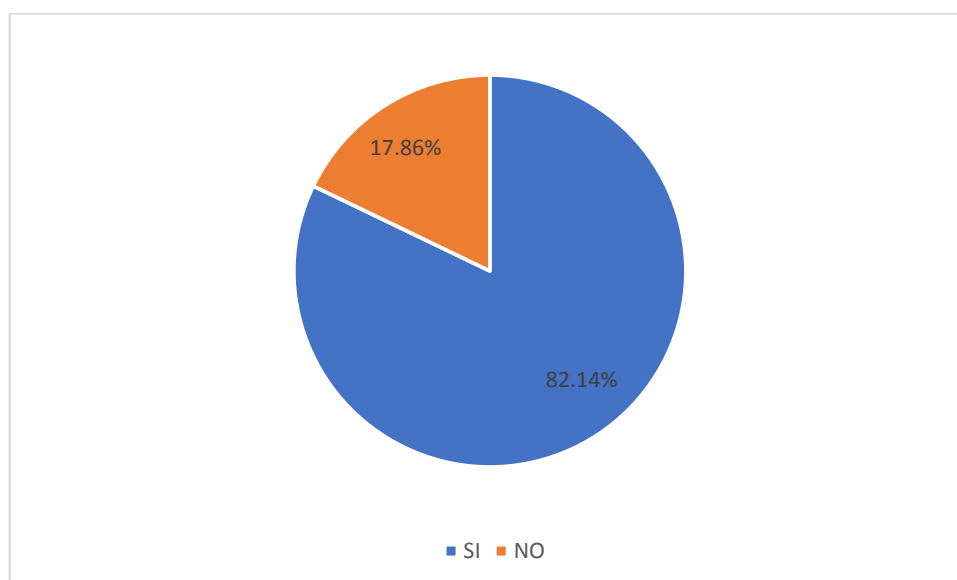
**Pregunta 23.** Su empresa, ¿cuenta con capital de trabajo para la aplicación de economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 23 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

Respuestas	Respuestas	Porcentaje
SI	23	82.14%
NO	5	17.86%
TOTAL	28	100.00%

Tabla 34. Resultados pregunta 23

**Gráfica:**



Gráfica 31. Resultados pregunta 23

**Análisis:**

Según los resultados de esta pregunta se observa que las empresas en su mayoría poseen el capital suficiente para poder aplicar la economía circular, con una respuesta de 82.14 % de los encuestados, esto quiere decir que hay mucho interés por parte de las empresas a generar cambios y promover el cuidado al medio ambiente, a pesar que es algo nuevo y no se ha establecido a nivel mundial a excepción de unos países.

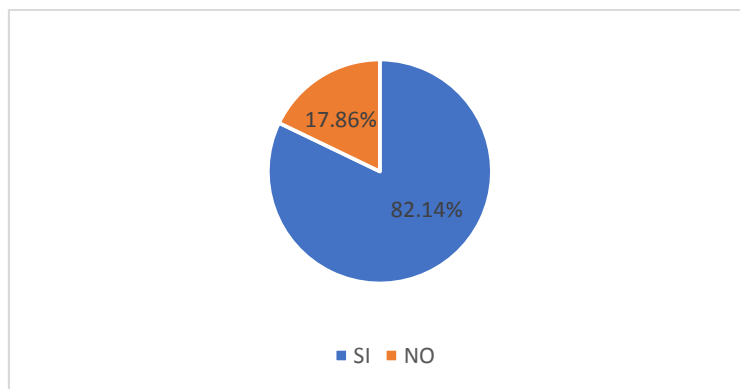
**Pregunta 24.** ¿Cuáles de las siguientes inversiones fijas tangibles han realizado para aplicar economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 24 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

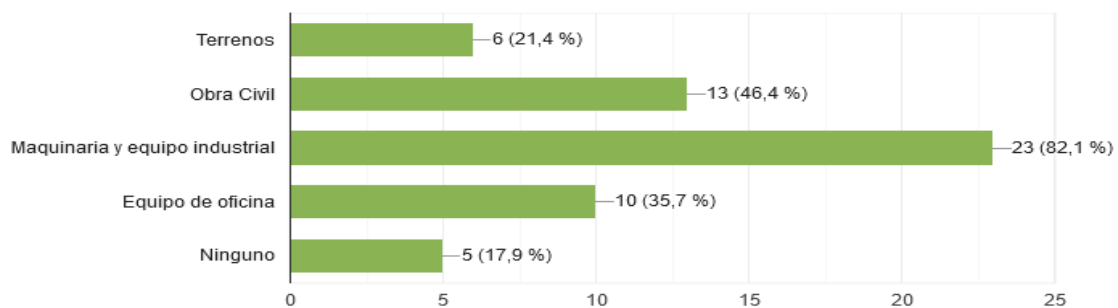
Respuestas	Respuestas	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
Terreno	6	10.53%	21.43%
Obra Civil	13	22.81%	46.43%
Maquinaria y equipo	23	40.35%	82.14%
Equipo de oficina	10	17.54%	35.71%
Ninguna	5	8.77%	17.86%
TOTAL	57	100.00%	-

Tabla 35. Resultados pregunta 24

**Gráfica:**



Gráfica 32. Resultados pregunta 24



Gráfica 33. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 24

**Análisis:**

De las respuestas obtenidas se observa que se ha generado mayor inversión para aplicar economía circular en maquinaria y equipo con un 82.1 % de respuestas de los encuestados, por el hecho de ser empresas manufactureras y que los procesos en los cuales involucran la reutilización y reusó necesitan maquinaria especializada para poder generar la materia prima reciclada.

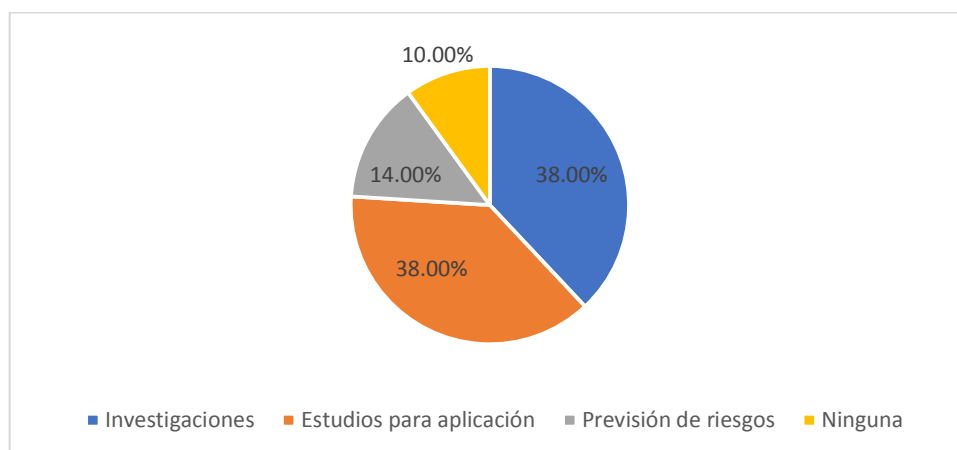
**Pregunta 25.** ¿Cuáles de las siguientes inversiones fijas intangibles han realizado para aplicar economía circular?

**Resumen tabla general.** Se presenta la tabla resumen de las respuestas correspondientes a la pregunta 25 realizada a los encuestados, en la cual se muestra el total de respuestas por cada opción y el porcentaje que cada una de estas representa.

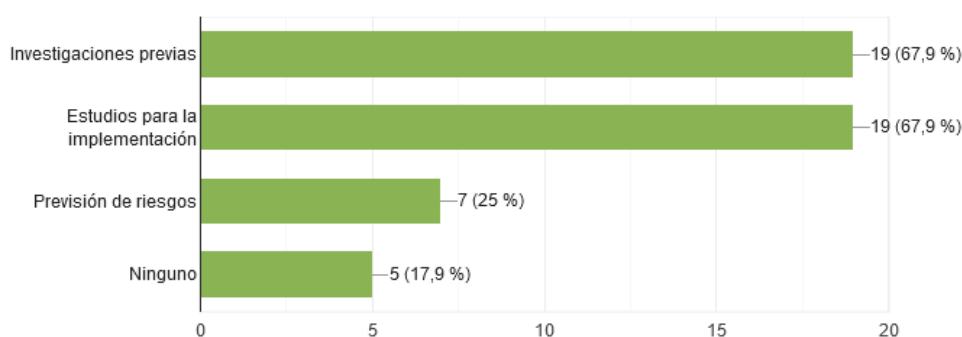
Respuestas	Respuestas	Porcentaje	Porcentaje de Respuestas
<b>Investigaciones</b>	19	38.00%	67.86%
<b>Estudios para aplicación</b>	19	38.00%	67.86%
<b>Previsión de riesgos</b>	7	14.00%	25.00%
<b>Ninguna</b>	5	10.00%	17.86%
<b>TOTAL</b>	50	100.00%	-

Tabla 36. Resultados pregunta 25

**Gráfica:**



Gráfica 34. Resultados pregunta 25



Gráfica 35. Gráfica de porcentaje de respuesta de pregunta 25

**Análisis:**

De los resultados obtenidos se tiene que las investigaciones previas y los estudios de implementación tuvieron una respuesta mayoritaria igual de 38 %, reflejando el interés por conocer la metodología y los procedimientos para poder implementar la economía circular.



## B. CÁLCULO DE LOS INDICADORES, VARIABLES E ÍNDICE

### 1. CÁLCULO DE LOS INDICADORES

#### IDENTIFICACIÓN DE LOS INDICADORES DE LA VARIABLE

Las variables estarán compuestas por cinco indicadores cada una, estos indicadores pueden ser de tres tipos, los cuales son:

Tipo	Nomenclatura	Descripción
<b>Dicotómicos</b>	DI	Tipo de indicador que solo tiene dos opciones concretas, SI o NO. Para estos indicadores, su escala pondera precisamente se establece en SI/NO, y su valor de referencia es 1. El mayor puntaje o valores de referencia cumplidos será 1 cuando este se cumpla de manera afirmativa y 0 cuando sea negativo.
<b>Selección Única</b>	SU	Para este tipo de indicador, su escala pondera se establece en orden ascendente, teniendo cada opción a ser elegida una ponderación menor cuando está proporcione menor circularidad en las empresas, y una puntuación mayor cuando genere mayor circularidad. La opción de mayor puntaje en la escala ponderada es igual al valor de referencia (VR) del indicador.
<b>Selección Múltiple</b>	SM	En este tipo de indicadores, la escala ponderada se establece con un punto para cada opción de respuesta, por lo que su valor de referencia será igual al número de opciones totales que esté posea.

Tabla 37. Tipos de indicadores

#### CÁLCULO DEL VALOR DEL INDICADOR

Después de tener definidos todos los indicadores, se procede a calcularlos cada uno por separado. La fórmula general de cálculo de los indicadores es la siguiente:

$$\text{Indicador para empresa} = \frac{\text{Número de valores de referencia cumplidos}}{\text{Número de valores de referencia totales}}$$

$$\text{Indicador para empresa} = \frac{\sum \text{Poderaciones del indicador cumplidas}}{\text{Valor de referencia del indicador}}$$

Esta fórmula es definida en manera general, y se cumple en todos los indicadores, pero debido a que el diagnóstico es para un sector, y los datos se obtienen por medio de un instrumento de recolección de datos que ha sido contestado por un valor de muestra (número de empresas de la muestra), las fórmulas para los indicadores para el sector de establecen como un promedio de simple de los indicadores individuales de cada empresa encuestada, siempre partiendo de la formula genera se establecen de la siguiente manera:

$$\text{Indicador para el sector} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{indicador por empresa})_n}{n}$$

$$\text{Indicador para el sector} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\sum \text{Ponderaciones del indicador cumplidas}}{\text{Valor de referencia del indicador}} \right)_n}{n}$$

$$\text{Indicador para el sector} = \frac{\left( \frac{\sum \text{PIC}}{\text{VRI}} \right)_1 + \left( \frac{\sum \text{PIC}}{\text{VRI}} \right)_2 + \dots + \left( \frac{\sum \text{PIC}}{\text{VRI}} \right)_n}{n}$$

$$\begin{aligned} \text{Indicador para el sector} \\ = \frac{(P_1 + P_2 + \dots + P_m)_1 + (P_1 + P_2 + \dots + P_m)_2 + \dots + (P_1 + P_2 + \dots + P_m)_n}{\text{VRI}} \\ = \frac{\dots}{n} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Indicador para el sector} \\ = \frac{\sum_{i=1}^m (\text{Ponderación}_m \times \text{numero de respuestas})}{\text{Valores de referencia del indicador} \times \text{Número de empresas}} \end{aligned}$$

Donde para cuestión de cálculos se utilizó:

- n = Número de empresas de la muestra
- PIC = Ponderaciones del indicador cumplidos
- VRI = Valor de referencia del indicador
- P<sub>m</sub> = Ponderación individual cumplida
- m = Número de escalas ponderadas del indicador

Ejemplos:

#### 1. Para Indicadores Dicotómicos

Suponiendo una muestra de 3 empresas:

Escala ponderada	Ponderación	Número de respuestas	Ponderación × Número de respuestas
SI	1	2	2
NO	0	1	0
<b>∑(Ponderación × Número de respuestas)</b>			<b>2</b>
<b>Valores de referencia del Indicador</b>			<b>1</b>
<b>Número de empresas</b>			<b>3</b>
<b>Valores de referencia del indicador × Número de empresas</b>			<b>3</b>
<b>Tipo de Indicador</b>			<b>DI</b>

Tabla 38. Datos para ejemplo de cálculo de indicadores dicotómicos

$$\text{Indicador} = \frac{2}{3} = 0.6667 \approx 66.67\%$$

#### 2. Para Indicadores de selección única

Suponiendo 3 empresas, para un indicador de 4 opciones por lo que tiene un VR = 4:

Escala ponderada	Ponderación	Número de respuestas	Ponderación × Número de respuestas
Opción 1	1	0	0
Opción 2	2	0	0

Opción 3	3	1	3
Opción 4	4	2	8
$\Sigma(\text{Ponderación} \times \text{Número de respuestas})$			11
Valores de referencia del Indicador			4
Número de empresas			3
Valores de referencia del indicador $\times$ Número de empresas			12
Tipo de Indicador			SU

Tabla 39. Datos para ejemplo de cálculo de indicadores de selección única

$$\text{Indicador} = \frac{11}{12} = 0.9166 \approx 91.66\%$$

### 3. Para Indicadores de selección múltiple

Suponiendo 3 empresas, para un indicador de 4 opciones por lo que tiene un VR = 4:

Escala ponderada	Ponderación	Número de respuestas	Ponderación $\times$ Número de respuestas
Opción 1	1	4	4
Opción 2	1	1	1
Opción 3	1	3	3
Opción 4	1	1	1
$\Sigma(\text{Ponderación} \times \text{Número de respuestas})$			9
Valores de referencia del Indicador			4
Número de empresas			3
Valores de referencia del indicador $\times$ Número de empresas			12
Tipo de Indicador			SM

Tabla 40. Datos para ejemplo de cálculo de indicadores de selección múltiple

$$\text{Indicador} = \frac{9}{12} = 0.7500 \approx 75.00\%$$

### PASO 4: CÁLCULO DE LA VARIABLE DE CIRCULARIDAD E ÍNDICE DE ECONOMÍA CIRCULAR

Una vez definidos los indicadores se procede a calcular el valor de las variables de circularidad. La ponderación de las variables me muestra a continuación:

Índice de economía circular				
Variable	Ponderación	Indicadores	Formula	Nomenclatura
Nivel de economía circular en dirección	20.83%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	D
Nivel de economía circular en recursos humanos	16.67%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	R
Nivel de economía circular en mercadeo	22.92%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	M

<b>Nivel de economía circular en producción</b>	27.08%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	P
<b>Nivel de economía circular en Finanzas</b>	12.50%	5	$\sum_{i=1}^n \frac{\text{indicador}}{5}$	F

Tabla 41. Desglose del cálculo del índice de economía circular para cada variable

De la tabla anterior se calcula el índice de economía circular como la suma de cada variable multiplicada por su respectiva ponderación, de la siguiente manera:

*Índice de economía circular*

$$= 0.2083D + 0.1667R + 0.2292M + 0.2708P + 0.1250F$$

Donde:

D: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en Dirección” divididos entre 5.

R: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en Recurso Humano” divididos entre 5.

M: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en Mercadeo” divididos entre 5.

P: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en de Producción” divididos entre 5.

F: es la suma de todos los puntos positivos en la variable “Nivel de economía circular en Finanzas” divididos entre 5.

Debido a que es el primer estudio de diagnóstico de económica circular en El Salvador, no se cuentan con datos estadísticos sobre el índice de economía circular del sector manufacturero, por ende, no se puede aplicar un método probabilístico para calcular los rangos de la escala, por lo tanto, se utiliza otro tipo de escala que permita establecer un rango aceptable según los objetivos y metodología del estudio.

Según lo establecido se buscan medir el nivel de importancia que el sector le confiera a la economía circular en el desarrollo de sus actividades, por lo tanto, es necesario establecer una posición de referencia en cuanto a su nivel de economía circular.

De acuerdo con la metodología de diagnóstico de economía circular, la cual busca determinar la aplicación de la economía circular en el sector manufacturero, se recomienda una clasificación de 3 posiciones.

En base a los resultados de la fórmula del índice de economía circular en el sector manufacturero se adoptará una clasificación en diferentes rangos que permita dar una calificación de medición para las empresas del sector manufacturero. El Índice de economía circular en el sector manufacturero adoptará un valor entre 0 y 100% y se utilizará una escala mixta, entre la escala ordinal y la escala de intervalos, para poder posicionar el índice de economía circular obtenido a través del valor numérico obtenido, por lo tanto, el criterio para su evaluación se muestra en la siguiente tabla:

Rango	Nivel de economía circular
00.00 % < IECSM ≤ 33.33 %	Bajo
33.33 % < IECSM ≤ 66.67 %	Medio
66.67 % < IECSM ≤ 100.00 %	Alto

Tabla 42. Criterios de evaluación del IECSM

## 2. CÁLCULO DE LAS VARIABLES DE CIRCULARIDAD

### 2.1. CÁLCULO DE LA VARIABLE NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN DIRECCIÓN (D) QUE EVALÚA LA FUNCIÓN DIRECCIÓN.

La variable “D” se calcula como el promedio simple del valor de sus indicadores, matemáticamente se expresa con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^5 \text{indicador}}{5}$$

Para obtener el valor de esta variable se tomarán los valores de cada uno de los indicadores según las escalas que se definieron para cada pregunta del cuestionario. Dichos datos se muestran a continuación en la tabulación de la variable “D” que representa la función dirección.

N°	Indicador	Valor	
1	Documentación relacionada a economía circular	0.6786	67.86%
2	Planes de economía circular en la empresa	0.7857	78.57%
3	Uso de norma relacionada a economía circular	0.1429	14.29%
4	Acuerdos o contratos con recolectores	0.6548	65.48%
5	Porcentaje de materiales intercambiados con otras empresas	0.4286	42.86%
<b>SUMA</b>		2.6906	-

Tabla 43. Resumen y suma de indicadores de la variable “D”

El cálculo es el siguiente:

$$D = \frac{2.6906}{5} = 0.5381$$

$$D = 53.81\%$$

El cálculo de las otras variables se presenta a continuación:

- La variable “R” se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\sum_{i=6}^{10} \text{indicador}}{5}$$

$$R = \frac{2.9674}{5} = 0.5935$$

$$R = 59.35\%$$

- La variable “M” se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$M = \frac{\sum_{i=11}^{15} \text{indicador}}{5}$$

$$M = \frac{2.1500}{5} = 0.4300$$

$$M = 43.00\%$$

- La variable "P" se determinará mediante la siguiente formula:

$$P = \frac{\sum_{i=16}^{20} \text{indicador}}{5}$$

$$P = \frac{2.5625}{5} = 0.5125$$

$$P = 51.25\%$$

- La variable "F" se determinará mediante la siguiente formula:

$$F = \frac{\sum_{i=21}^{25} \text{indicador}}{5}$$

$$F = \frac{2.5595}{5} = 0.5119$$

$$F = 51.19\%$$

### 3. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ECONOMÍA CIRCULAR DEL SECTOR MANUFACTURERO.

Una vez se ha determinado el valor de cada variable se puede determinar el índice de economía circular según se definió en el apartado índice de economía circular permite tener una visión cuantitativa del nivel de economía circular que posee el sector manufacturero a través del estudio de las empresas de dicho rubro.

A continuación, se define el índice general de todo el sector manufacturero.

Para realizar la sumatoria de las variables de circularidad se utiliza las ponderaciones mencionadas anteriormente que son las siguientes:

		Variable	Ponderación	Promedios globales de las variables
<b>Índice de Economía Circular del Sector Manufacturero (IECSM)</b>	Nivel de economía circular en Dirección	D	20.83%	53.81%
	Nivel de economía circular en Recursos Humanos	R	16.67%	59.35%
	Nivel de economía circular en Mercadeo	M	22.92%	43.00%
	Nivel de economía	P	27.08%	51.25%

	circular en Producción			
	Nivel de economía circular en Finanzas	F	12.50%	51.19%
	TOTAL		100%	-

Tabla 44. Datos para el cálculo del IECSM

Quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$IECSM = 0.2083D + 0.1667R + 0.2292M + 0.2708P + 0.1250F$$

$$IECSM = 0.2083(0.5381) + 0.1667(0.5935) + 0.2292(0.4300) + 0.2708(0.5125) + 0.1250(0.5119)$$

$$IECSM = 0.5125$$

$$IECSM = 51.25\%$$

El Índice de Economía Circular del Sector Manufacturero (IECSM) adoptará un valor entre 0 y 100% de acuerdo con el valor de 51.25% dicho segmento se encuentra en un nivel de economía circular catalogado como medio:

Rango	Nivel de economía circular
00.00 % < IECSM ≤ 33.33 %	Bajo
33.33 % < IECSM ≤ 66.67 %	Medio
66.67 % < IECSM ≤ 100.00 %	Alto

Tabla 45. Rango en el que se encuentra el IECSM

### 3.1. COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE ECONOMÍA CIRCULAR DEL SECTOR MANUFACTURERO CON VALORES INTERNACIONALES

El cálculo de un índice de economía circular del sector manufacturero, no es algo que se esté desarrollando como una práctica común en los países del mundo. A nivel europeo se presentan datos de país como la denominada tasa de circularidad, este no es un dato estrictamente específico del sector manufacturero, sino de las acciones de economía circular que se están llevando a cabo en todo el país del cual se refiere el dato, los datos se presentan en la siguiente ilustración:

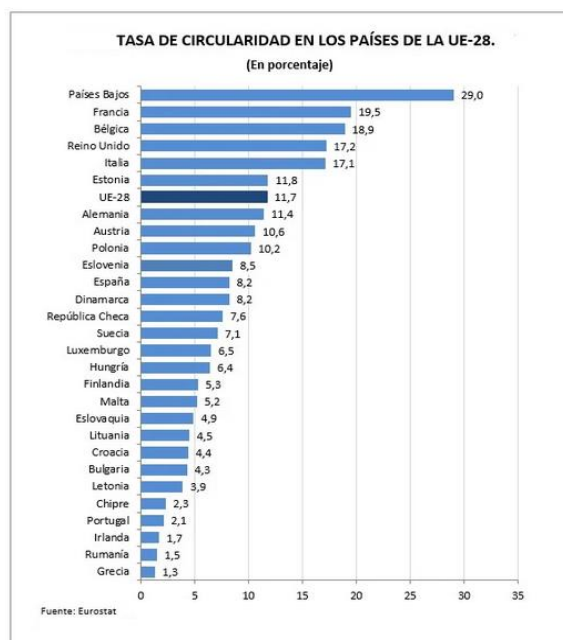


Ilustración 7. Tasa de circularidad en los países europeos. Fuente Eurostat.

Como se puede ver en la ilustración, el índice en promedio ronda los 11.7%, entendiéndose que la mayor aportación a la circularidad en los países europeos los genera la manufactura, el 51.25% que arroja el IECSM calculado en este diagnóstico es bastante bueno a comparación con lo que se está desarrollando a nivel mundial, específicamente en Europa.

## C. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES VARIABLES E ÍNDICE.

### 1. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR

#### 1.1. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LA VARIABLE: NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN DIRECCIÓN (D)

N°	Indicador	Valor	Análisis
1	Documentación relacionada a economía circular	67.86%	La adquisición de documentación para respaldar el conocimiento, uso y aplicación de la economía circular en la manufactura corresponde a un valor mayor de 2/3 de las empresas que la están llevando a la práctica. Este indicador, por lo tanto, muestra que un alto número de las empresas del sector manufacturero, que aplica economía circular, cuenta con documentación que la acredite en el desempeño de la economía circular.
2	Planes de economía circular en la empresa	78.57%	Los datos arrojados por este indicador muestran una alta dedicación a establecer planes de implementación de la economía circular para el desarrollo de sus actividades industriales por parte del sector manufacturero que ha incursionado en ella. Esto indica una alta aplicación de acciones y actividades que deben



			llevarse a cabo para poner en funcionamiento e implementar la economía circular.
3	Uso de normas relacionadas a economía circular	14.29%	El valor del indicador demuestra que la utilización de normas de relacionadas a la economía circular por parte del sector manufacturero es algo que requiere una mayor implementación, esto es algo entendible debido a que certificarse en el uso de una norma es algo costo en términos monetarios, de tiempo y otros recursos.
4	Acuerdos o contratos con recolectores	65.48%	El indicador muestra una alta aplicación de pactos, tratados, acuerdos, convenios o contratos con recolectores de materiales que promuevan la utilización de materiales reciclados. Esto impulsa a que la circularidad se extienda desde el sector manufacturero, pase por los recolectores y se profundice hasta los consumidores de los productos.
5	Porcentaje de materiales intercambiados con otras empresas	42.86%	Este indicador muestra que la tasa de materiales que se intercambia entre empresas del sector manufacturero para la elaboración de sus productos es del 42.86%, esto indica que menos del 50% de las empresas del sector, que aplican economía circular, realizan acciones de intercambiabilidad de sus materias primas con otras empresas para generar mayor aprovechamiento y uso de ellas.

Tabla 46. Análisis de los indicadores de la variable "D"

## 1.2. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LA VARIABLE: NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN RECURSOS HUMANOS (R)

N°	Indicador	Valor	Análisis
6	Capacitación de personal	64.29%	La capacitación de personal, por parte del sector manufacturero, para la aplicación de economía circular alcanza valores cercanos a los 2/3 de nivel de capacitación. Este nivel es considerablemente alto, lo cual indica que las empresas del sector no realizan la aplicación de la economía circular sin el respectivo adiestramiento de sus colaboradores.
7	Tasa de operadores especializados	57.14%	El grado de contratación de personal especializado en términos de producción se encuentra un poco más allá del 50%. Esta tasa de especialización relativamente media indica que solo aproximadamente la mitad del personal que se contrata en sector manufacturero que aplica la circularidad en el país están especializados en materia de economía circular.
8	Creación de nuevos puestos de trabajo	64.29%	Los resultados muestran la creación de un 64.29% de nuevos puestos de trabajo con la implementación de la economía circular. Esto indica que se generan mejoras en el mercado laboral por la creación de estos nuevos puestos

			de trabajo en el sector. El generar nuevos puestos de trabajo es una de las apuestas de la implementación de la economía circular a nivel social.
9	Empleados contratados para implementar la economía circular	65.48%	Este indicador, muestra que un alto porcentaje de contratación de personal para realizar la implementación de la economía circular en el sector manufacturero. Esto indica que las empresas del sector manufacturero que aplican la circularidad, lo hacen por medio de colaboradores contratados específicamente para esta labor.
10	Pruebas de selección de personal	45.54%	Los datos muestran que la realizan de pruebas de selección de personal destinado a la implementación de economía circular se encuentra por debajo del 50%. Este porcentaje se ve condicionado debido a que para obtener un porcentaje elevado en las pruebas de selección las empresas deben realizar tres tipos de pruebas: técnicas, de conocimiento y vocacionales y por lo general realizan solo una o lo sumo dos de estas y en un bajo número pero ninguna de ellas.

Tabla 47. Análisis de los indicadores de la variable "R"

### 1.3. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LA VARIABLE: NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN MERCADEO (M)

N°	Indicador	Valor	Análisis
11	Educación post consumo a los clientes	45.24%	El indicador pretende establecer en que porcentaje se están implementando por parte de la industria manufacturera de acciones de educación ambiental hacia los clientes de sus productos, el porcentaje es inferior al 50%; dicho valor se torna bajo debido a que para sea más elevado las empresas del sector deben de implementar al mismo tiempo las tres acciones de educación post consumo correspondientes a la escala ponderada, y por lo general cumplen una o a lo sumo dos.
12	Uso de etiquetas referentes a economía circular	47.62%	Este dato corresponde al uso porcentual de etiquetas que concienticen sobre la economía circular y la necesidad de preservar el medio ambiente por parte del sector manufacturero, su valor es de 47.62%, dicho valor se restringe en valor debido a que las empresas del sector deben de implementar al mismo tiempo tres condiciones de circularidad en sus etiquetas correspondientes a la escala ponderada, y por lo general cumplen una o a lo sumo dos.
13	Servicio de reutilización o reparación de los productos	30.95%	El indicador muestra la proporción de servicios de reutilización o reparación de los productos. Es un valor que no alcanza ni 1/3 del 100% de aplicación. Esto muestra una baja aplicación de servicios de cambio, reparación y reciclaje de

			por parte del sector manufacturero en el cual se aplica la circularidad.
14	Tasa de recuperación de residuos de empaques o embalajes	54.76%	El índice de recuperación de residuos de empaque y embalajes apenas supera el 50%. Esto indica que el sector manufacturero está aplicando acciones para reciclar estos empaques y embalajes, pero se tiene un alto margen de mejora que contribuya más a la circularidad de los materiales que los componen.
15	Uso de publicidad de concientización ambiental	36.43%	El uso de publicidad para concientizar y dar a conocer el uso de la economía circular y el cuidado del medio ambiente es bajo según el dato arrojado por el indicador. La razón principal del bajo porcentaje se debe a que para tener un alto valor las empresas del sector deben de utilizar al mismo tiempo los cinco medios de publicidad que se encuentran en la escala ponderada y por lo general utilizan dos medios a lo sumo tres.

Tabla 48. Análisis de los indicadores de la variable "M"

#### 1.4. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LA VARIABLE: NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN PRODUCCIÓN (P)

N°	Indicador	Valor	Análisis
16	Utilización de materia prima virgen	55.36%	Este indicador muestra que las empresas del sector manufacturero actualmente están utilizando el 55.36% de materias primas vírgenes para su procesos productivos, lo cual tomando en cuenta los objetivos principales de la economía circular es un porcentaje bastante alto, por lo que se sugiere indagar diversas opciones para poder sustituir el uso de estas o alargar la vida de estas materias primas.
17	Utilización de materia prima reciclada	43.75%	En el caso del uso de las materias primas recicladas para los procesos productivos se determina mediante los cálculos que las empresas manufactureras de El Salvador, las están utilizándolas en un 43.75%, esto nos reconfirma tal como el índice anterior que el porcentaje de materias primas vírgenes en los procesos productivos es de un 56 aprox, lo cual nos da una aseveración más que es necesario que las empresas empiecen a indagar, experimentar sustituir las materias primas vírgenes.
18	Utilización de materiales ecológicamente certificados	38.10%	Con respecto al uso de materiales ecológicamente certificados las empresas manufactureras lo están implementando en un 38.10% es decir en un 62% aprox. los materiales que se utilizan en los procesos productivos no tienen los requisitos mínimos para el cuidado del medio ambiente y por lo tanto no aseguran la sostenibilidad.

19	Porcentaje de reducción de residuos a raíz de la economía circular	58.33%	Con la implementación de los principios de la economía circular en las empresas del sector manufacturero, se determina que los residuos de los procesos productivos se están reduciendo en un 58.33% con esto se asevera que la incorporación de los diferentes principios que plantea la economía circular está generando un impacto positivo para lograr la sostenibilidad del medio ambiente.
20	Porcentaje de componentes reusados	60.71%	Este indicador refleja que las empresas del sector manufacturero en un 60.71% están incorporando componentes reusados para producir nuevos productos y de esta manera alargar la vida útil de las materias primas.

Tabla 49. Análisis de los indicadores de la variable "P"

### 1.5. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LA VARIABLE: NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN FINANZAS (F)

N°	Indicador	Valor	Análisis
21	Uso de fuentes de financiamiento externo	30.95%	El financiamiento externo para implementar los principios de la economía circular en las empresas manufactureras actualmente es de un 30.95%, al comparar este porcentaje con los indicadores generales de financiamiento que las empresas obtienen para aumentar su productividad este es relativamente bajo.
22	Proyecciones de crecimiento económico	42.86%	Este indicador muestra que las empresas del sector manufacturero que actualmente han incorporado los principios de economía circular, se proyectan un crecimiento económico de 42.86%, esto debido a que la economía circular no solo promueve el cuidado y sostenibilidad del medio ambiente, sino que también otorga a las empresas un plus fomentando la innovación en sus procesos productivos, en sus productos, etc. asegurando así su rentabilidad con el paso de los años.
23	Capital de trabajo	82.14%	Con respecto al capital de trabajo para la implementación de la economía circular, se determina que un 82.14% las empresas del sector manufacturero están incluyendo dentro de sus presupuestos anuales capital de trabajo específicamente para desarrollar los principios que plantea la EC, esto nos deja ver que la mayoría de empresas están apostando a este nuevo modelo de producción, solamente un 18% aprox. aun no incluyen en sus presupuestos capital de trabajo para el cuidado del medio ambiente.
24	Inversión fija tangible	46.43%	El indicador refleja que solamente un 46.43% de las empresas del sector manufacturero han realizado inversiones fijas tangibles para implementar las actividades que conlleva la economía circular, como lo es realizar obras

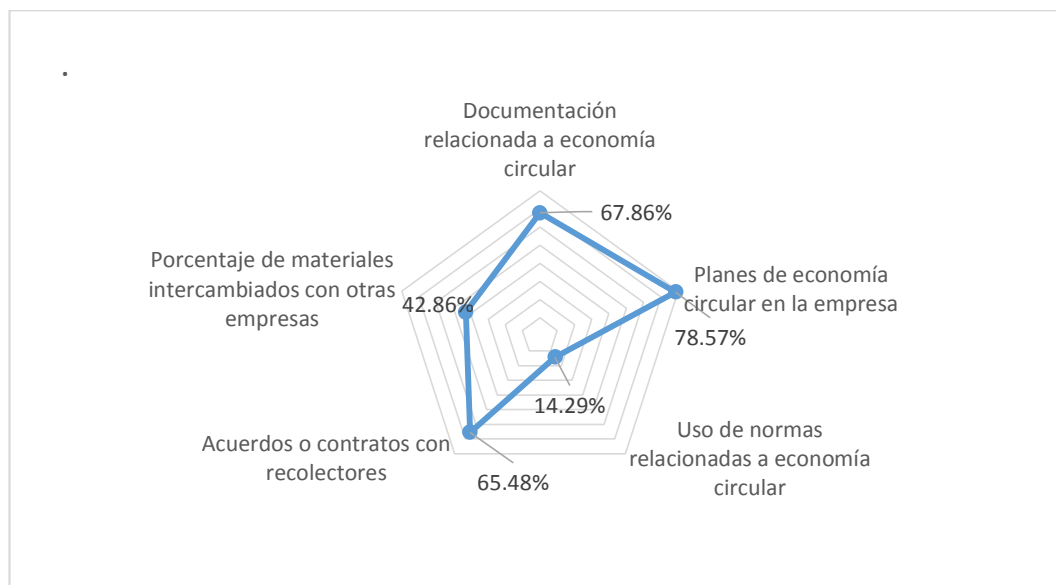
			civiles para reducir los desechos, para el tratamiento de las aguas residuales etc., al comparar este porcentaje con el 100% se determina que aun la mayoría de empresas en un 53 aprox., más de la mitad no han realizado ningún tipo de inversiones fijas tangibles para poner en marcha los principios circulares.
25	Inversión fija intangible	53.57%	En el caso de las inversiones fijas intangibles con respecto a los criterios que enmarca la economía circular, las empresas manufactureras del sector están incorporando diferentes inversiones como lo son realizar investigaciones previas para la implementación de los principios circulares, realizar estudios para eliminar residuos o vertidos ya producidos etc., un 53.57% de las empresas del sector están realizando este tipo de inversiones fijas intangibles.

Tabla 50. Análisis de los indicadores de la variable "F"

## 2. ANÁLISIS DEL VALOR DE LAS VARIABLES DE ECONOMÍA CIRCULAR

### 2.1. VARIABLE NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN DIRECCIÓN

La aportación de circularidad de los indicadores que conforman esta variable se presenta en el grafico siguiente:



Gráfica 36. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable "D"

El indicador con mayor aporte a la variable es "aplicación de planes de economía circular en las empresas" y el de menor aporte es el de "uso de normas relacionadas a economía circular".

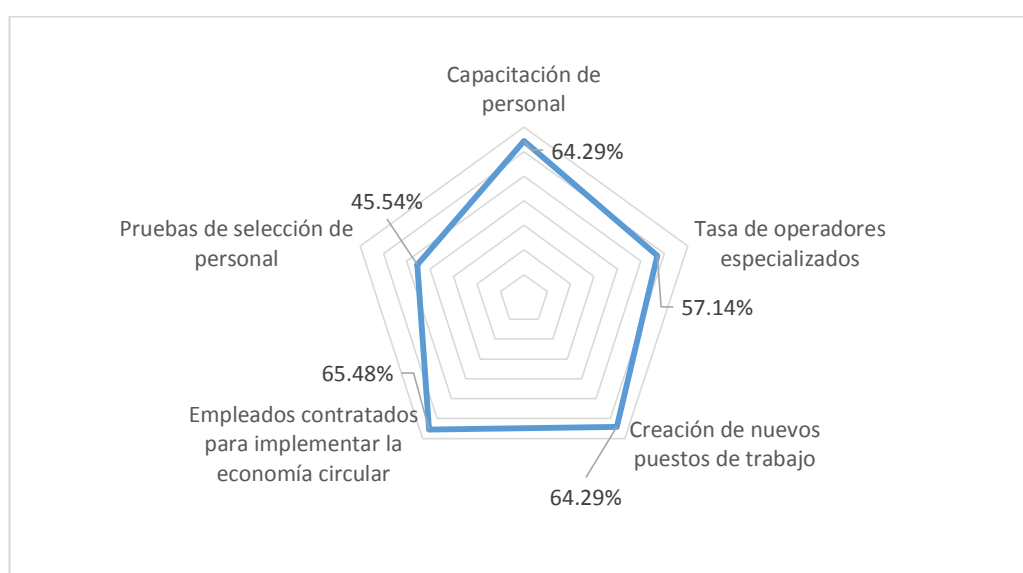
El valor de la variable es de  $D = 53.81\%$ , por lo que su desempeño se encuentra en un estado medio de aplicación de aspectos de planeación, formalización y aplicación de

políticas de economía circular que existen dentro de la industria manufacturera en la función de dirección de las empresas de este sector productivo.

Este dato indica una aplicación media en el proceso por el cual se gestionan los recursos de una compañía para alcanzar los objetivos de circularidad planteados por las gerencias de las empresas que conforman el sector manufacturero. En otras palabras, hay un poco más del 50% de aplicación de planes, acciones y actividades donde el sector manufacturero plantea, coordina y desarrolla las tareas necesarias para cumplir las acciones de circularidad.

## 2.2. VARIABLE NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN RECURSOS HUMANOS

La aportación de circularidad de los indicadores que conforman esta variable se presenta en el gráfico siguiente:



Gráfica 37. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable "R"

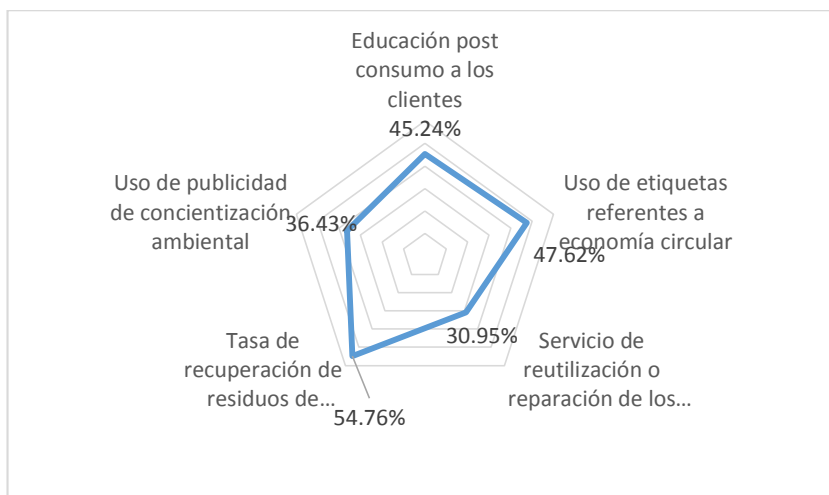
El aporte de los indicadores al valor de la variable es un tanto uniforme, pero siempre hay algunos que generan un mayor aporte, el indicador con mayor aporte a la variable es el denominado "empleados contratados para implementar la economía circular" y el de menor aporte es el de "pruebas de selección de personal".

El valor de la variable es de  $R = 59.35\%$  por lo que su desempeño se encuentra en un estado medio de aplicación de aspectos de nivel de conocimiento de circularidad en términos del factor humano, tanto para la realización en las actividades de administración como las de contratación de dicho recurso dentro de las empresas manufactureras.

Por lo cual el dato muestra una aplicación media de funciones de reclutamiento, gestión del desempeño, aprendizaje y desarrollo del personal requerido para la implementación de la economía circular en el sector manufacturero. Esto es una ventaja competitiva media lo cual proporciona un despliegue estratégico de una fuerza laboral comprometida y capaz que permita desarrollar la economía circular dentro del sector manufacturero.

## 2.3. VARIABLE NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN MERCADEO

La aportación de circularidad de los indicadores que conforman esta variable se presenta en el gráfico siguiente:



Gráfica 38. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable "M"

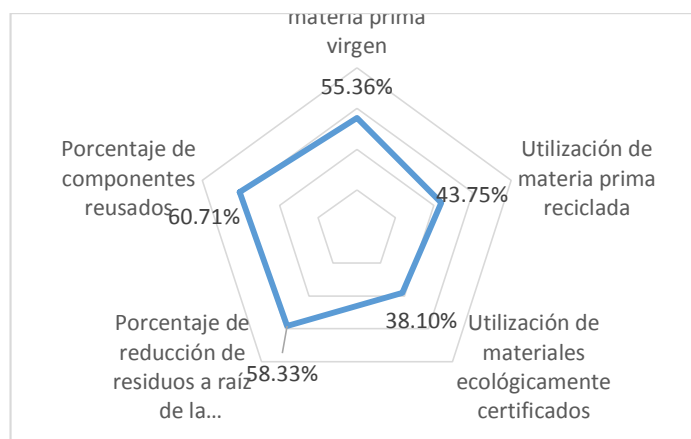
El aporte de los indicadores al valor de la variable es un tanto dispar, el indicador con mayor aporte a la variable es el denominado "Tasa de recuperación de residuos de empaques o embalajes" y el de menor aporte es el de "Servicio de reutilización o reparación de los productos".

El valor de la variable es de  $M = 43.00\%$  por lo que su desempeño se encuentra en un estado medio de aplicación de elementos de economía circular implementados en las estrategias de mercadeo que sirven para maximizar los beneficios empresariales relacionados a esta función empresarial.

El valor de la variable indica que se cuenta con una aplicación media de acciones de economía circular para aplicar el rol de identificar tanto necesidades como deseos de consumidores y/o clientes, determinar mercados, diseñar productos y servicios que generen cadenas de valor hacia estos consumidores y clientes, mediante una relación sostenible y duradera, tanto para las empresas del sector, sociedad y el medio ambiente.

#### 2.4. VARIABLE NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN PRODUCCIÓN

La aportación de circularidad de los indicadores que conforman esta variable se presenta en el gráfico siguiente:



Gráfica 39. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable "P"



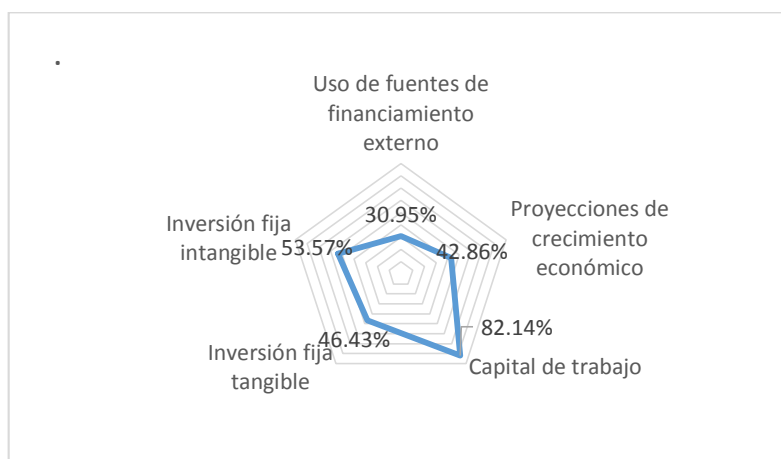
El aporte de los indicadores al valor de la variable es un tanto dispar, el indicador con mayor aporte a la variable es el denominado “Porcentaje de componentes reusados” y el de menor aporte es el de “Utilización de materiales ecológicamente certificados”.

El valor de la variable es de  $P = 51.25\%$  por lo que su desempeño se encuentra en un estado medio de aplicación las capacidades de circularidad existentes en el sector manufacturero, en cuanto a procedimientos, uso de materiales, generación de desechos y utilización de técnicas aplicadas en el área de producción.

Este dato por lo tanto muestra una aplicación media de acciones de economía circular implementadas por el sector manufacturero para determina la cantidad que van a producir las empresas, es decir, la cantidad de bienes y servicios que éstas van a ofrecer al mercado que lleven inmersos en ellos la aplicación directa o indirecta de la circularidad.

## 2.5. VARIABLE NIVEL DE ECONOMÍA CIRCULAR EN FINANZAS

La aportación de circularidad de los indicadores que conforman esta variable se presenta en el grafico siguiente:



Gráfica 40. Aportación de circularidad de los indicadores de la variable “F”

Esta variable es la que presenta mayor disparidad entre su indicador de mayor aporte y el de menor aporte, estos son: el de mayor aporte es el denominado “Capital de trabajo” y el de menor aporte es “Uso de fuentes de financiamiento externo”.

El valor de la variable es de  $F = 51.10\%$  por lo que su desempeño se encuentra en un estado medio de aplicación de acciones de estrategias, procedimientos y seguimientos que realizan las organizaciones del sector manufacturero en materia de economía circular en el área de finanzas.

Este valor de la variable proporciona que se genera una aplicación media de actividades para la toma de decisiones de adquisición, financiamiento y administración de los activos de la empresa que colaboren a la implementación y uso de la economía circular en el sector manufacturero.

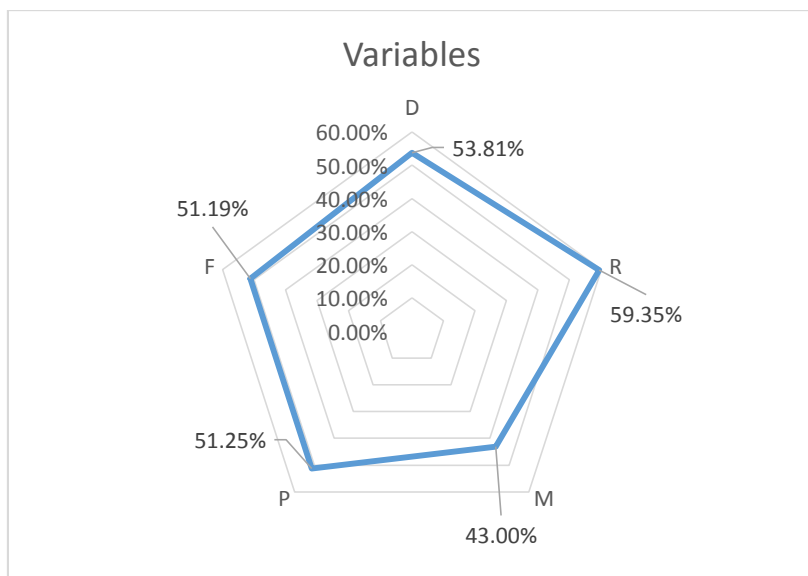
## 3. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE ECONOMÍA CIRCULAR MEDIO

El desempeño de las variables del índice de economía circular se encuentra en un estado medio ya que cumple solo con un promedio de IECSM, establecido en este capítulo, título B, subtítulo 4 de IECSM = 51.25% de las condiciones cuantificadas como



indispensables para cumplimiento de circularidad en el sector es decir que necesita desarrollar más elementos o aspectos para mejorar su circularidad.

A continuación, se presentan de forma gráfica los resultados obtenidos individualmente de cada variable de circularidad.



Gráfica 41. Aportación de circularidad de las variables al IECSM

Donde:

D = Nivel de economía circular en dirección

R = Nivel de economía circular en recursos humanos

M = Nivel de economía circular en mercadeo

P = Nivel de economía circular en producción

F = Nivel de economía circular en finanzas

En el diagrama de radar se observa simultáneamente hacia donde apuntan los mayores esfuerzos del sector en su desarrollo de economía circular y además áreas de mejoras que si bien no significa que estas áreas no se realicen esfuerzos suficientes para su desarrollo hacia la economía circular sino más bien existe una brecha que superar para poder equilibrar el desempeño de estas funciones al de las más sobresalientes, para que sea un sector más avanzado en la implementación de la economía circular.

Al obtener un índice de economía circular medio, según la información obtenida nos muestra que uno de los aspectos de circularidad con el que más cuenta las empresas se encuentra en la función empresarial de recursos humanos seguido por la función de dirección como elemento global de la gestión de recursos productivos y toma de decisiones con el propósito de alcanzar los objetivos de las organizaciones.

El dato del índice de economía circular del sector manufacturero (IECSM) indica un nivel de economía circular medio en las acciones de circularidad en el sistema a gran escala de personas, recursos naturales, ciencia y tecnología, y en todo el proceso de ingreso de recursos, producción, consumo y eliminación de productos, del sector manufacturero que aplica economía circular en el país.

## **D. HALLAZGOS Y CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **1. HALLAZGOS PRINCIPALES DEL DIAGNÓSTICO**

1. Se detecta que la economía circular se presenta ahora como una alternativa innovadora al modelo lineal tradicional. La idea es redefinir un sistema económico esencialmente regenerativo a base de mantener los productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad y valor, bajo el principio de eliminar el derroche y no destruir innecesariamente los recursos para conservar la naturaleza.
2. Se observa un ahorro de recursos y una producción donde se aprovecha más la funcionalidad de los materiales e insumos, aunque estos valores son bajos y se requiere que se trabaje en ello para que la industria manufacturera crezca en la generación de estos ahorros. Se detecta que la implementación de acciones y políticas de utilización de materia prima reciclada para los procesos productivos del sector aporta a que disminuya el uso de materias primas vírgenes, ayudando y apoyando el mencionado ahorro de recursos; además se tiene un alto valor de uso de componentes reusados para producir nuevos productos y de esta manera alargar la vida útil de las materias primas.
3. Creación de empleo producto de un aumento de actividades de reciclaje y reparación de materiales y productos produciendo la necesidad de mano de obra para ello, generando un aumento de puestos de trabajo en el sector, utilizando este recurso para la recuperación, reparación y redistribución local de productos. Este hallazgo lo respalda el indicador que muestra que cerca de 2/3 de las empresas manufactureras que aplican economía circular en el país han creado nuevos empleos a raíz de la implementación y aplicación de ésta. Esto indica que se generan mejoras en el mercado laboral por la creación de estos nuevos puestos de trabajo en el sector. Es de hacer notar que dentro de las consideraciones de la economía circular se enmarca la generación de empleos como uno de sus aportes sociales.
4. Mejora de la relación con los clientes, las transiciones a los modelos de economía circular genera una relación a mediano y largo plazo entre el cliente y el sector manufacturero porque hay más contacto durante la vida útil del producto. Las acciones que el sector manufacturero aplica para esta mejora de la relación detectada son las acciones de educación post consumo en mediana medida y en menor medida acciones de servicio de remplazo o reparación de los productos y uso de publicidad de concientización ambiental en los principales medios de comunicación, así lo demuestran los indicadores respectivos.
5. Mayor seguridad de suministro: las empresas utilizarían menos materias primas vírgenes y más materiales reciclados por lo que el valor de estas materias primas se maximiza durante toda la vida útil de los productos, lo que reduce el impacto de los costos y disponibilidad de materiales generando resiliencia y estabilidad del modelo de negocio. Los indicadores muestran que es algo que se está aplicando en una medida media, pero es un avance para que las operaciones productivas del sector manufacturero tomen un rumbo de circularidad en nuestro país.

6. Se producen menos efectos secundarios negativos (como la contaminación del aire, el agua y los suelos, la emisión de sustancias tóxicas y el cambio climático): al minimizar los desperdicios, acción que indica el indicador que se está llevando a cabo en sector, pero que se puede mejorar en ellos, se manejan aspectos externos a las empresas del sector, los cuales se están convirtiendo en insostenibles, como los mencionados anteriormente.
7. El impacto medioambiental ha sido uno de los aspectos evaluados en las empresas sujetas de estudio. En lo que se refiere a la utilización y compra de materias primas ecológicamente certificadas, se pueden apreciar una cifra importante de utilización de materias primas que tienen esta condición, así lo muestra el indicador con su valor de 38.10%, este es un aspecto importante para la circularidad, aunque es bajo aún en porcentaje es un avance que ha conseguido la manufactura del país. Es de entender que este porcentaje sea relativamente bajo debido a que es complicado encontrar empresas proveedoras que cuenten con estas certificaciones para las materias primas que venden.
8. Establecimiento de un entorno de confianza y colaboración entre todos los miembros del sector formando una economía de colaboración entre miembros del sector y otros componentes de la economía del país. La principal acción que ayuda a detectar esta situación la muestra el alto valor del indicador de acuerdos y contratos con recolectores de materiales que promuevan la utilización de materiales reciclados. Esto impulsa a que la circularidad se extienda desde el sector manufacturero, pase por los recolectores y se profundice hasta la población en general.
9. Se están fijado metas por parte del sector para alcanzar economía circular y establecer una ruta a seguir. La aplicación de planes de acción en un 78.57% de las empresas manufactureras que aplican economía circular lo ratifican. Se cuenta con una alta dedicación a establecer planes de implementación de la economía circular para el desarrollo de las actividades industriales del sector.
10. Se ha detectado que se ha iniciado a trabajar en la concienciación de la sociedad sobre 'comportamiento circular' a través de la utilización de viñetas con concientización ambiental y anuncios publicitarios que atañen a esta temática. El resultado de los valores porcentuales de los indicadores que atañen a estas acciones son bajos, pero se observa que es una oportunidad de mejora para dar a conocer la economía circular y que es algo que ya se utiliza en el país.
11. Obtener una financiación es esencial para que cualquier negocio, incluso uno que aplica de economía circular, y que ésta pueda materializarse. El indicador muestra que solo 30.95% de las empresas manufactureras que aplican economía circular acuden a financiamiento fuera de las empresas para llevar a cabo las acciones de economía circular, acudiendo a financiamientos bancarios, financiamiento nacional del sistema no bancario o a financiamiento extranjero. Pero el indicador de capital de trabajo indica que un 82.14% de las empresas cuentan con él, por lo que se observa que el financiamiento para la aplicación de la economía circular por lo tanto lo realizan con fondos propios.

12. Respecto a el índice de economía circular global se puede decir que el desempeño de las variables del índice de economía circular se encuentra en un estado medio ya que cumple con un promedio de 51.25% de las condiciones cuantificadas como indispensables para el desarrollo de la economía circular del sector, es decir, que necesita desarrollar más elementos o aspectos para mejorar su desempeño. Al obtener un índice de economía circular medio, según la información obtenida, muestra que uno de los aspectos de circularidad con el que más cuenta las empresas se encuentra en la función empresarial de recursos humanos seguido por la función de dirección.
13. Uno de los hallazgos más sobresaliente que emerge de este estudio es que la economía circular no es una “moda”, es un paradigma de actuación que ha resultado de la evolución del concepto de sostenibilidad y su aplicación en el sector manufacturero, involucrando a otros componentes de la economía nacional, la sociedad, y el cuidado necesario del ambiente que nos rodea. Por esta razón, la economía circular se ha convertido en el camino para lograr un cambio integral en función de un problema global y conocido: lograr el desarrollo sostenible. En este sentido, la economía circular no va en contra del crecimiento económico, sino que propone cerrar los ciclos de materiales para hacer un uso intensivo de los recursos que ya se tienen disposición, en vez de expandir su explotación y ampliar los daños ambientales.

## 1.1. PROCESO DE DISEÑO EN LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN

### 1.1.1. Formulación

Con la formulación se pretende establecer las bases de la propuesta que se desarrollara en la etapa siguiente. En este apartado se presenta una definición amplia y sin detalles.



El planteamiento queda de la siguiente manera: en el marco de la tesis diagnóstico de la economía circular en manufactura y generación de una propuesta para mejorar la productividad desde la perspectiva de ingeniería industrial y en la búsqueda de generar un aumento en la aplicación de la economía circular en el sector manufacturero, surge la siguiente interrogante, ¿Cómo generar un aumento de la aplicación de la economía circular en el sector manufacturero?, esto se puede concebir a través de la elaboración de un plan de acción que genere un impulso a la aplicación de la economía circular en el mencionado sector haciendo hincapié en la mejora de la productividad.

### 1.1.2. Análisis

En el análisis del problema se indican los elementos involucrados en el problema, estos son:

- a) Variables de Entrada y Salida
- b) Limitaciones de Entrada y Salida
- c) Variables de Solución
- d) Restricciones
- e) Criterios

#### **a) Variables de entrada y de salida**

Son las características dinámicas de los estados A y B, pueden ser cuantitativas y cualitativas, y además de tener restricciones.

##### **Variables de entrada**

- Directivos y obreros colaboradores: representan el número de personas necesarias para llevar a cabo el plan de acción.
- Materiales: cantidad de materia prima reciclada que debe ser parte del proceso productivo en proporción a la empresa que se desee aplicar.
- Maquinaria para procesamiento de los materiales reciclados: tipo y cantidad de maquinaria industrial requerida en el plan de acción.
- Información General sobre economía circular: representa los conocimientos teóricos respecto a economía circular requeridos para llevar a cabo el plan.

##### **Variables de salida**

- Ejes estratégicos del plan: representan las líneas o rutas básicas de desarrollo del plan que profundizan en su razón de ser para alcanzar el propósito fundamental del mismo.
- Acciones de los ejes estratégicos: representan la presentación de ciertas tareas que deben ser realizadas en un tiempo determinado, es decir es aquel momento en el cual se decreta, decide y se asignan las tareas.
- Pasos que cada acción: secuencia cronológica y detallada de actividades a desarrollar por cada acción.
- Costos de las acciones: cuantificación monetaria, en dólares de los estados unidos, en la cual se estima la valoración de cada una de las acciones del plan.
- Duración de las acciones: cuantificación de tiempo que tardara la acción en desarrollarse.

#### **b) Limitaciones**

##### **Limitaciones de entrada**

- **Directivos y obreros colaboradores:** deben ser idóneos para la aplicación de la economía circular.
- **Materiales:** debe procurar la reutilización.
- **Maquinaria para procesamiento de los materiales reciclados:** dependerán de la actividad empresarial
- **Información General sobre economía circular:** ninguna

#### **Limitaciones de salida**

- **Ejes estratégicos del plan:** planteados en base a la economía circular y el aumento de la productividad
- **Acciones de los ejes estratégicos:** deben ser acordes al eje que se refieran
- **Pasos que cada acción:** deben generar una senda a seguir para el desarrollo de la acción.
- **Costos de las acciones:** deben ser acordes a la actividad que se asigne
- **Duración de las acciones:** debe ser acorde a la actividad que se asigne

#### **c) Variables de solución**

- Tiempo: periodo de tiempo que se requerirá para la implementación.
- Costos: cantidad reflejada en dinero de lo que costará la implementación.

#### **d) Restricciones**

- Debe estar orientado a la mejora de la productividad
- Sera aplicable en empresas manufactureras

#### **e) Criterios**

- Atractivo para las empresas: que las empresas del sector vean en este plan una oportunidad para sus operaciones.
- Definir claramente los objetivos y metas: establecer que se quiere hacer y que se desea lograr de manera concisa.
- Proponer metas realistas: establecer que sea viable, pertinente y aceptable.
- Flexibilidad: dejar espacio para enfrentar las emergencias y contingencias que puedan generarse.
- Establecer tiempo y ritmo de realización: por medio de la utilización de diagramas de redes.

## 1.2. ESQUEMA GENERAL DE LA PROPUESTA

ENTRADAS (RECURSOS)	PROCESO	SALIDA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Humanos: Directivos y colaboradores</li> <li>• Materiales: materias primas recicladas</li> <li>• Conocimientos de economía circular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar la capacidad de la empresa para aplicar la economía circular</li> <li>• Identificación de la actividad económica de las empresas y determinar las áreas de producción dónde aplicar economía circular</li> <li>• Identificar oportunidades de economía circular que agregan valor a la empresa</li> <li>• Distinguir las oportunidades de aprovisionamiento y abastecimiento de materiales con recolectores y recicladores</li> <li>• Estudiar las actividades de planificación de producción del sector manufacturero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejes estratégicos del plan</li> <li>• Acciones de los ejes estratégicos</li> <li>• Serie de pasos por las que se conforma cada acción</li> <li>• Costos de las acciones</li> <li>• Duración de las acciones</li> </ul>
<b>VARIABLES DE SOLUCIÓN</b> - Tiempo                                  - Costos	<b>CRITERIOS</b> - Atractivo para las empresas                                  - Definir claramente los objetivos y meta - Proponer metas realistas    - Flexibilidad - Establecer tiempo y ritmo de realización	
<b>RESTRICCIONES</b> - Debe estar orientado a la mejora de la productividad - Será aplicable en empresas manufactureras	<b>ASPECTOS LEGALES:</b> - Ley de gestión integral de residuos y fomento al reciclaje	
<b>GREMIOS DE BÚSQUEDA DE AYUDA</b> - Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) - La Fundación Empresarial para la Acción Social (FUNDEMÁS) - Asociación Salvadoreña de la Industria del Plástico (ASIPLASTIC) - Cámara de la Industria Textil (CAMTEX)	<b>GENERALIDADES DEL PLAN</b> - Estimar el cronograma y la duración de actividades. - Determinar la secuencia y dependencia de las actividades. - Definir los recursos humanos, técnicos y financieros necesarios - Identificación y selección los indicadores que pueden ser utilizados para seguir	
<b>EJES DEL PLAN</b> - Eje de producción    - Eje de distribución    - Eje ambiental	<b>BASES DEL PLAN</b> - Reducir el consumo de materiales naturales                                  - Reducir la generación de residuos - Mejorar la eficiencia en el uso de energía    - Aumentar la reutilización	
<b>BENEFICIOS ESPERADOS RELACIONADOS CON EL DESEMPEÑO DE LA EMPRESA</b> - Cambio de la imagen pública de la empresa dentro de la comunidad, el cual puede generar un aumento de las ventas ya que los consumidores están cada vez más concientizados para comprar productos de empresas que contribuyen al medio ambiente. - Ahorro de dinero por el pago de multas debido a que las empresas cumplen con las regulaciones ambientales - Puede llegar a producir un reconocimiento y aceptación de los productos ofrecidos por la empresa en los mercados internacionales, no solo por su calidad sino por lo establecido en las normas internacionales ambientales.		

Tabla 51. Esquema general de la propuesta

### 1.2.1. Ejes del plan

El plan de acción estará conformado por tres ejes de los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Ejes del plan	
<b>Eje de producción</b>	Eje que permita promover la mejora de la productividad así como el diseño y rediseño de procesos y productos para optimizar el uso de recursos naturales no renovables en la producción, fomentando la incorporación de materias primas secundarias y recicladas y minimizando la incorporación de sustancias contaminantes, de cara a obtener productos que sean más fácilmente reciclables y reparables, reconduciendo la economía hacia modos más sostenibles y eficientes.
<b>Eje de distribución</b>	Eje que brinde opciones de mejora de productividad sobre aquellas actividades que se realizan para poner los productos manufacturados a disposición de los consumidores que quieren comprarlos, que permita hacerlo de manera sostenible y eficiente.
<b>Eje ambiental</b>	Ofrecer un marco de soluciones sistémicas para el desarrollo económico abordando las causas de retos ambientales, tales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el incremento de residuos y de contaminación.

Tabla 52. Explicación de los ejes del plan



## CAPITULO IV: PLAN DE ACCIÓN DE ECONOMÍA CIRCULAR.

### A. METODOLOGÍA GENERAL

#### 1. ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA

Una vez analizada toda la información cualitativa y cuantitativa, y extraídas las conclusiones sobre la situación actual del Diagnóstico de economía circular, el siguiente paso es el establecimiento de líneas específicas de actuación, que se despliegan hasta llegar a acciones concretas de actuación.

Las diferentes actuaciones derivadas del presente plan de acción circular se incluyen en los siguientes ejes estratégicos

- Eje de producción
- Eje de distribución
- Eje ambiental

Así, el despliegue de las acciones contenidas en el Plan de Acción circular se muestra en el gráfico siguiente:



*Ilustración 8: Metodología general del plan de acción de economía circular. (Elaboración propia)*

## **2. DEFINICIÓN DE LOS EJES ESTRATÉGICOS.**

### **2.1. EJE DE PRODUCCION.**

Promover el diseño/rediseño de procesos y productos para optimizar el uso de recursos naturales no renovables en la producción, fomentando la incorporación de materias primas secundarias y materiales reciclados y minimizando la incorporación de sustancias nocivas, de cara a obtener productos que sean más fácilmente reciclables y reparables, reconduciendo la economía hacia modos más sostenibles y eficientes.

Lograr la integración de medidas de economía circular en la fase de concepción y diseño y en la producción o distribución supone en primer lugar, mejorar la durabilidad de los materiales y productos vendidos y en segundo lugar incrementar las posibilidades de actualización y reutilización y también facilitar al final de su vida útil, su fabricación y reciclaje, teniendo en cuenta la presencia de productos químicos peligrosos y la mejora de la eficiencia de los materiales.

Asimismo, incrementar el contenido de material reciclado que se incorpora a los nuevos productos y materiales o facilitar la servitización (paso desde la propiedad de un producto al acceso a un servicio), todo ellos apoyándose en los procesos de digitalización y de desmaterialización cuando esta sea posible, son esenciales en la transición hacia una economía circular.

Por otra parte, en todo este proceso de innovación y búsqueda de nuevas oportunidades de negocio las empresas desempeñarán un papel principal, por lo que será necesario potenciar el marco y los instrumentos adecuados para su consolidación.

Es de tomar en consideración, además, que la sociedad es cada vez más exigente con respecto al desempeño ambiental de las organizaciones que operan en ella y habitualmente se manifiesta a través de la opinión pública y de los consumidores. De esta forma, algunas prácticas que eran aceptables hace pocos años ya no lo son. Actualmente hay un gran foco puesto sobre el impacto ambiental de las operaciones industriales del sector manufacturero. Como consecuencia de esa evolución conjunta, surgen nuevas responsabilidades y también nuevas oportunidades, tanto para las sociedades como para las organizaciones manufactureras.

La economía circular plantea alternativas de producción sustentables junto a nuevas oportunidades de negocios y se presenta como una alternativa innovadora y atractiva para las empresas. Su enfoque mejora la competitividad como consecuencia de integrar con eficiencia la relación entre la producción y el uso de recursos.

Actualmente, las actividades ambientales de tratamiento y reciclado son las más extendidas en el sector industrial, pero opciones más interesantes y viables para las empresas se basan en la desmaterialización y el eco-diseño, con el objetivo de avanzar hacia los mercados de las materias primas secundarias y promover soluciones de simbiosis industrial.

El empeño en cumplir nuevos objetivos acerca las operaciones entre las empresas y requiere tanto eficiencia individual como cooperación entre éstas.

## **2.2. EJE DE DISTRIBUCIÓN.**

La economía circular es un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía,) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuo.

El despliegue de la economía circular también exige una política de actuaciones destinadas a mejorar la distribución de la variedad de productos y servicios en el mercado, jugando un papel importante para avanzar hacia los modelos de producción y consumo más sostenibles, no solo integrando prácticas responsables que permita hacer un uso más eficiente de las materias primas, alargar la vida útil de sus productos y mejorar la logística de sus operaciones, sino incentivando prácticas de consumo a sus clientes lejanas a la economía lineal.

Es así como las cadenas de suministro, la actividad logística y el sector de distribución cobran gran protagonismo en este nuevo entorno, considerando que en una economía lineal las cadenas de suministro extraen, usan y eliminan; mientras que en una economía circular las cadenas de suministro reducen, reutilizan y recicla.

Los sectores del envase y embalaje, el transporte y la distribución deben adaptar sus productos y procesos a los requisitos de la economía circular.

En las actuaciones destinadas a mejorar la distribución se engloban todas las operaciones relacionadas con el envasado de los productos de valor añadido, producto final y su distribución a los usuarios y consumidores, además será importante mejorar el etiquetado de los productos para ofrecer información de forma más práctica y sencilla, detallando su huella ambiental, su eficiencia energética, sus características de resistencias y durabilidad, sus posibilidades de actualización o la disponibilidad de recambios y su facilidad de reparación.

Por otro lado, la confianza es indispensable para que los consumidores estén dispuestos a pagar un poco más por productos que ofrecen mejores características de calidad y durabilidad, para lo cual será necesario evitar prácticas de obsolescencia programada o prematura, así como luchar contra la obsolescencia percibida.

Asimismo, dado el elevado volumen de productos y servicios demandados anualmente por el sector público y su capacidad para influir en la oferta de los mercados, la inclusión de criterios de circularidad en los procedimientos de contrataciones pública ofrece multitud de posibilidades para primar el desarrollo de prácticas circulares entre sus proveedores.

### 2.3. EJE AMBIENTAL.

Mediante la economía circular se desarrollan nuevos modelos de negocio en los que el sector ambiental es uno de los ejes principales debido a su capacidad transversal y de complemento de la actividad de otras industrias. La innovación tecnológica y metodológica, el ecodiseño, la extensión del ciclo de vida de los productos a través de su reutilización y su reparación, y la prevención de residuos son, entre otros, claros ejemplos de los nichos en los que el sector ambiental puede ser determinante. En concreto, tres son los vectores donde el sector ambiental puede colaborar a aumentar la sostenibilidad y la eficiencia del resto de sectores económicos e industriales:

**Ecodiseño:** Cerca del 80% de los impactos ambientales de un producto se producen en su fase de diseño, según la Agencia Federal Alemana de Medio ambiente. Es por esta razón que incorporar criterios ambientales en el diseño de los productos y servicios es de gran importancia para mejorar la sostenibilidad.

**E coeficiencia:** Se trata de la relación entre el valor añadido de lo que se ha producido y el impacto ambiental añadido que ha costado producirlo. Este concepto permite minimizar el uso de recursos y materias primas y la generación de residuos en los productos.

**Eco industria:** Es la encargada de dar una segunda vida al producto (mediante la reparación para la reutilización), a los componentes (a través de la remanufactura) o a los materiales que lo componen (por medio del reciclaje). Los residuos que no sean recuperables todavía pueden ser valorizados para recuperar su poder calorífico en la generación de energía eléctrica y/o térmica. Además, la eco industria se preocupa de descontaminar y minimizar el impacto ambiental de los productos subyacentes.

### 3. ACCIONES POR EJES ESTRATÉGICOS.

#### 3.1. ACCIONES DEL EJE DE PRODUCCION

##### Acción 1. DISEÑAR BASÁNDOSE EN ECONOMÍA CIRCULAR.

Diseñar basados en Economía circular	
<b>Objetivo</b>	Diseñar productos y servicios sostenibles en el tiempo, capaz de generar menos residuos, conservando la durabilidad e incorporando materiales reciclados en el diseño y producción de estos con el propósito de reducir la huella de carbono y ecológica
<b>Beneficios esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir los desechos sólidos generados por las empresas manufactureras.</li> <li>• Preservación de productos fósiles no renovables.</li> <li>• Disminución de la emisión de gases efecto invernadero.</li> <li>• Reducción del consumo de energía.</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$2,390.00
<b>Plazo de ejecución</b>	14 semanas

Tabla 53: Acción 1, eje de producción.

##### Acción 2. Diseñar con un enfoque dirigido a aumentar el porcentaje de materias primas secundarias

Diseñar con un enfoque dirigido a aumentar el porcentaje de materias primas secundarias	
<b>Objetivo</b>	Aumentar el porcentaje de materias primas secundarias materiales utilizadas en la elaboración de los productos.
<b>Beneficios esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro de recursos naturales</li> <li>• Reducción de la contaminación</li> <li>• Aprovechamiento de los residuos que genera el consumo de materiales no biodegradables.</li> <li>• Mejor gestión de los materiales</li> <li>• Ahorros económicos</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$1,695.00
<b>Plazo de ejecución</b>	12 semanas

Tabla 54: Acción 2, eje de producción.

##### Acción 3. Reducir residuos y chatarra “hacia una fabricación sin residuos”

<b>Reducir de residuos y chatarra “hacia una fabricación sin residuos”</b>	
<b>Objetivo</b>	Promover una cultura de fabricación libre de residuos, desperdicios y chatarras previniendo la reproducción y transmisión de defectos en cadena en el proceso productivo.
<b>Beneficios esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del impacto sobre los recursos naturales</li> <li>• Menor consumo de materias primas</li> <li>• Reducción de los defectos en cadena</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$1,375.00
<b>Plazo de ejecución</b>	15 semanas

*Tabla 55: Acción 3, eje de producción.*

**Acción 4. Revalorizar los productos secundarios y subproductos a través de procesos simbiosis industrial.**

<b>Revalorizar los productos secundarios y subproductos a través de procesos simbiosis industrial.</b>	
<b>Objetivo</b>	Optimizar el flujo de materiales a escala de grupos de empresas del sector manufacturero creando valor a los materiales que en otras condiciones serian descartados.
<b>Beneficios esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la producción</li> <li>• Desarrollo de competencias</li> <li>• Atracción de inversión</li> <li>• Cambio de mentalidad para la reutilización de residuos</li> <li>• Disminución de demanda de recursos naturales</li> <li>• Disminución de contaminación</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$2,120.00
<b>Plazo de ejecución</b>	20 semanas

Tabla 56: Acción 4, eje de producción

**3.2. ACCIONES DEL EJE DE DISTRIBUCIÓN**

**Acción 1. ESTABLECER SINERGIAS ENTRE LA LOGÍSTICA DIRECTA Y LA LOGÍSTICA INVERSA**

<b>ESTABLECER SINERGIAS ENTRE LA LOGÍSTICA DIRECTA Y LA LOGÍSTICA INVERSA</b>	
<b>Objetivo</b>	Lograr una logística directa e inversa unificada con el fin de reducir los costos y recursos implementados en la ejecución de la cadena de suministros.
<b>Beneficios Esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la huella ambiental</li> <li>• Aumento de recolección de productos posteriores al uso.</li> <li>• Fidelización de los consumidores hacia productos circulares sostenibles.</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$3,280.00
<b>Plazo de ejecución</b>	48 semanas

Tabla 57: Acción 1, eje de distribución.

**Acción 2. DESARROLLAR ESTRATEGIAS DE MERCADO/PRECIO PARA AUMENTAR LA DISPOSICIÓN A COMPRAR PRODUCTOS SOSTENIBLES.**

**DESARROLLAR ESTRATEGIAS DE MERCADO/PRECIO PARA AUMENTAR LA DISPOSICIÓN A COMPRAR PRODUCTOS SOSTENIBLES.**

<b>Objetivo</b>	Generar un valor intangible al producto que lo haga atractivo y único en el mercado, basado en la conciencia ambiental, de manera que el excedente en el precio se justifique con el aporte ambiental que tendrán los usuarios al consumir productos sostenibles
<b>Beneficio Esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores cantidad clientes/usuarios fidelizados.</li> <li>• Posicionar un producto único y atractivo en el mercado.</li> <li>• Incrementar el reconocimiento y prestigio de la empresa en el mercado.</li> <li>• Aporte directo a la protección del medio ambiente.</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$3,950.00
<b>Plazo de ejecución</b>	42 semanas

Tabla 58: Acción 2, eje de distribución.

**Acción 3. UNIFICAR LAS REDES LOCALES DE PRODUCCION-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO.**

**UNIFICAR LAS REDES LOCALES DE PRODUCCION-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO. SOSTENIBLES.**

<b>Objeto</b>	Crear una red centralizada en la producción-distribución-consumo, a través de la unificación de procesos y áreas operativas que permita ahorros en costos y disminución de recursos utilizados para la protección del medio ambiente.
<b>Beneficio Esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la huella de carbono en la distribución.</li> <li>• Reducir la distancia recorrido por los productos.</li> <li>• Mayor eficiencia de las flotas.</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$4,150.00
<b>Plazo de ejecución</b>	156 semanas

Tabla 59: Acción 3, eje de distribución.

**Acción 4. CREAR PROTOCOLOS DE RECUPERACIÓN PARA REUTILIZACIÓN.**

**CREAR PROTOCOLOS DE RECUPERACIÓN PARA REUTILIZACIÓN.**



<b>Objeto</b>	Crear protocolos de recuperación de los productos post-venta mediante la concientización de los consumidores para lograr reducir la huella ambiental.
<b>Beneficio Esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la vida útil de los productos.</li> <li>• Lograr la reutilización de los materiales.</li> <li>• Innovación de productos</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$1,850.00
<b>Plazo de ejecución</b>	56 semanas

Tabla 60: Acción 4, eje de distribución.

### 3.3. ACCIONES DEL EJE AMBIENTAL.

#### Acción 1. FORTALECER EL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

FORTALECER EL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.	
<b>Objetivo</b>	Desarrollar una gestión ambiental que privilegie la prevención de la contaminación y el uso de tecnologías limpias, que permitan un cuidado adecuado del medio ambiente, así como un incremento de la productividad y competitividad de las empresas y, por ende, un mejor posicionamiento en el mercado.
<b>Beneficio Esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lograr la sostenibilidad del medio ambiente.</li> <li>• Crear una mayor conciencia ambiental en los consumidores.</li> <li>• Mantener la competitividad e Innovación</li> <li>• Lograr mejor posicionamiento en el mercado.</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$2,900.00
<b>Plazo de ejecución</b>	46 semanas

Tabla 61: Acción 1, eje ambiental

Un ejemplo de ello es la empresa Kellogg la cual se instaló tecnología para evaporizar el agua, permitiendo su reutilización hasta 50 veces; en Michigan se hicieron ajustes para disminuir el consumo del líquido en la planta y en Corea del Sur cambiando la cultura y el comportamiento de los colaboradores se pudo reducir el gasto un 9.06%.

#### Acción 5. REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO

Reducir el consumo energético	
<b>Objetivo</b>	Regular los consumos energéticos de la industria manufacturera, aprovechando únicamente lo necesario para el beneficio de las empresas, el medio

	ambiente y la sociedad.
<b>Beneficios esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimización del impacto ambiental</li> <li>• Contribución al desarrollo de la industria y el país</li> <li>• Contribución a la conservación de recursos naturales.</li> <li>• Reducción de costos energéticos</li> </ul>
<b>Estimación de la inversión</b>	\$1,845.00
<b>Plazo de ejecución</b>	14 semanas

*Tabla 62: Acción 2, eje ambiental*

## **B. DESARROLLO DE LAS ACCIONES**

### **1. DESARROLLO DE LAS ACCIONES DEL EJE DE PRODUCCIÓN**

#### **1.1. ACCIÓN 1. DISEÑAR BASÁNDOSE EN ECONOMÍA CIRCULAR.**

El diseño y la economía circular forman una pareja necesaria cuyo resultado es mejorar la sostenibilidad, la productividad y la competitividad. Ya q se debe tener en cuenta el uso eficiente de recursos y su reutilización.

#### **PASO 1: ORGANIZACIÓN Y ESTRATEGIA EMPRESARIAL**

##### **1. Formar el equipo del proyecto**

El cual debe de ser pequeño y eficiente.

##### **2. Validación de la Visión y Misión de la organización**

Esto debe de hacerse en un taller para que estas se acoplen a la economía circular.

##### **3. Análisis FODA**

#### **PASO 2: SELECCIONANDO UN PRODUCTO**

##### **1. Definir los criterios de selección**

Tales como: - Factibilidad tecnológica - Potencial de mejora ambiental

##### **2. Hacer la selección del producto**

Con una **Matriz de Selección**, a partir de los criterios establecidos

##### **3. Definir el “sistema del producto”**

Lo que incluye el producto y todo lo necesario para su funcionamiento.

#### **PASO 3: ANÁLISIS DEL PRODUCTO**

##### **1. Analizar el perfil ambiental del producto: la Matriz MET**

En la que se evalúan las etapas del ciclo de vida de los productos en los (Materiales, Energía y productos Tóxicos).

##### **2. Análisis interno del producto: Triángulo de Mejora del Producto**

Identificar los factores críticos: - los costos - la calidad - el impacto ambiental

##### **3. Análisis externo del producto**

#### **PASO 4: GENERACIÓN Y SELECCIÓN DE NUEVAS IDEAS**

## 1. Estrategias para el Diseño en el Ciclo de Vida: Rueda LiDS

En la cual se evalúan tres niveles

- Componentes del producto
- Estructura del producto
- Sistema de producto

### 2. La generación de opciones adicionales de mejoramiento.

### 3. Estudiar la factibilidad de las opciones de mejoramiento

Esto por medio de una Matriz de Factibilidad.

## PASO 5. DETALLAR EL CONCEPTO

### 1. Creación del concepto

Combinando las ideas de mejora y evaluando si estas se acoplan entre ellas o no.

### 2. Selección del concepto

### 3. Detallar el concepto

Aquí se debe hacer la:

- selección definitiva de los materiales,
- hacer lista de componentes,
- elaboración de diseños detallados (planos y dibujos),
- preparación de especificaciones técnicas

## PASO 6: EVALUAR Y CONTINUAR

### 1. Evaluar los resultados del producto

- Beneficios ambientales y económicos del nuevo diseño

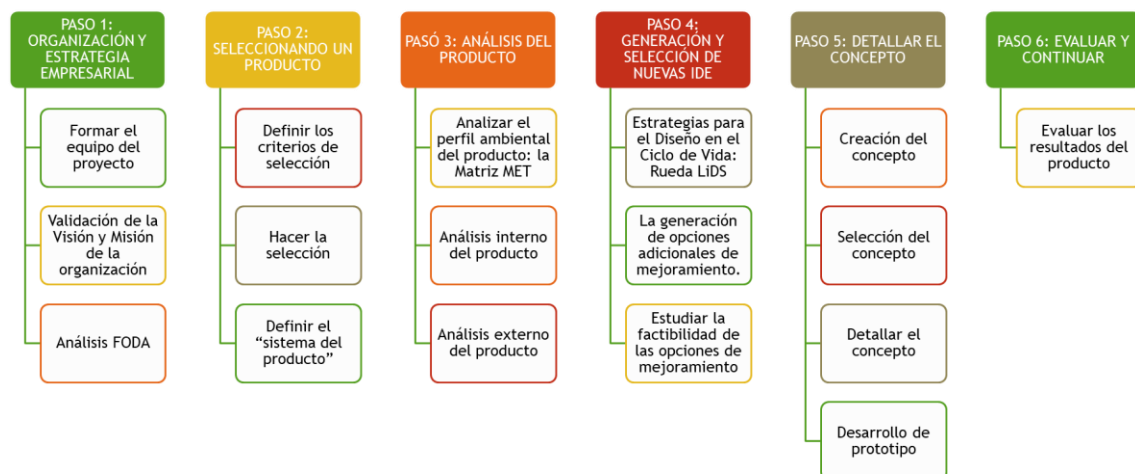


Ilustración 9: Pasos de implementación acción 1 de Producción

## 1.2. ACCIÓN 2: DISEÑAR CON UN ENFOQUE DIRIGIDO A AUMENTAR EL PORCENTAJE DE MATERIAS PRIMAS SECUNDARIAS

### PASO 1. CARACTERIZACIÓN TÉCNICA

#### 1. Pruebas estandarizadas

Obtener información de un material para un diseño adecuado, un procesamiento correcto y una aplicación segura.

## 2. Retoques prácticos de materiales

Aquí se hace la comprensión de los datos obtenidos en las pruebas de estandarización.

## 3. Muestra de materiales

Cumplir aspectos tales como:

- Las muestras deben ser **independientes del producto**.
- Debe permitir comparación con otros **materiales de referencia**.

## PASO 2. CARACTERIZACIÓN CENTRADA EN EL USUARIO.

Esto se realiza debido a que solo los datos numéricos son insuficientes para diseñar. Esto se debe hacer principalmente por encuestas.

### 1. Procesamiento de datos

- Diferentes características sensoriales (escala)
- Diferentes características interpretativas (escala)

## PASO 3. INTERPRETACIÓN DE DATOS

### 1. Interpretación técnica:

Propiedades del producto      Procesos para fabricación      Limitaciones técnicas

### 2. Determinante

Para visualizan varias propiedades del material errores de diseño (ej. deformaciones)

### 3. Interpretación centrada en el usuario

## PASO 4. VISIÓN DE EXPERIENCIA MATERIAL

Esto es como la síntesis de los otros pasos. Es la interpretación que se realiza del material.

## PASO 5. GENERACIÓN DE IDEAS

### 1. Selección negativa.

- Eliminar ideas duplicadas      - Eliminar ideas demasiado abstractas

### 2. Caja COCD

La caja **COCD** es un método que implica una matriz 2x2; el eje **X** denota la **originalidad de una idea (ordinario u original)** y el eje **Y** la **viabilidad del concepto (factible o no factible)**.

## PASO 6. FASE DE DISEÑO

### 1. Guía de diseño

Aquí es para tener en cuenta la relación entre forma y técnica, además del propio material.

## 2. Trazar y evaluar el impacto ecológico y económico de la idea



Ilustración 10: Pasos de implementación acción 2 de Producción.

### 1.3. ACCIÓN 3. REDUCIR RESIDUOS Y CHATARRA “HACIA UNA FABRICACIÓN SIN RESIDUOS”

#### PLAN DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS (PMR)

La minimización de residuos consiste en la reducción en origen de los residuos generados por una empresa.

#### PASO 1. PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PMR

Este paso es previo a la elaboración del estudio de minimización y debería incluir los siguientes puntos:

- Apoyo de la Dirección de la empresa.
- Establecimiento de objetivos generales
- Formación de un equipo de trabajo y/o con el respectivo responsable.
- Establecimiento de los plazos
- Comunicación de los objetivos

#### PASO 2. ELABORACIÓN DEL PRM

##### 1. Identificación

###### 1. Recopilación de información

- Identificación de los productos generadores de residuos.
- Identificación de los procesos productores de residuos.
- Identificación de los residuos.

###### 2. Visita a la planta

###### 3. Fichas de procesos e inventarios de residuos

Donde se especifican los datos obtenidos en la recopilación y visita.

## **2. Evaluación**

Con la información disponible, se procede a determinar los aspectos significativos referentes a los residuos. Como con cualquier otro aspecto ambiental.

### **3. Alternativas de minimización**

La minimización contemplará la reducción en cantidad y peligrosidad de los residuos.

Las opciones de minimización posibles variarán en función del tipo de residuo, que en base a su forma de generación pueden clasificarse en:

- Residuos intrínsecos: Ligados íntimamente al proceso de producción o el origen
- Residuos extrínsecos: ni con el proceso productivo ni el origen

## **PASO 3. IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL ESTUDIO.**

### **1. Establecimiento de objetivos**

Para cada objetivo, hay que tener en cuenta

- Responsabilidades
- Recursos: (económicos técnicos y humanos)
- PlazosAdiestramiento

### **2. Implementación**

Estos objetivos deben concretarse con el plan de minimización de residuos.

- Revisión y aprobación por parte de la Dirección.
- Asignación de los recursos necesarios
- Presentación del programa a los trabajadores de la empresa (a los realizaran)
- Implantación de las alternativas recogidas en el plan.
- Evaluación de los resultados obtenidos (ambientales y económicos)

### **3. Seguimiento y evaluación**

Aquí se detectan desviaciones o incumplimientos de los objetivos establecidos, habrá que investigar cuáles han sido las causas, establecer medidas correctoras y si es necesario modificar el Programa para adaptarlo a la realidad.

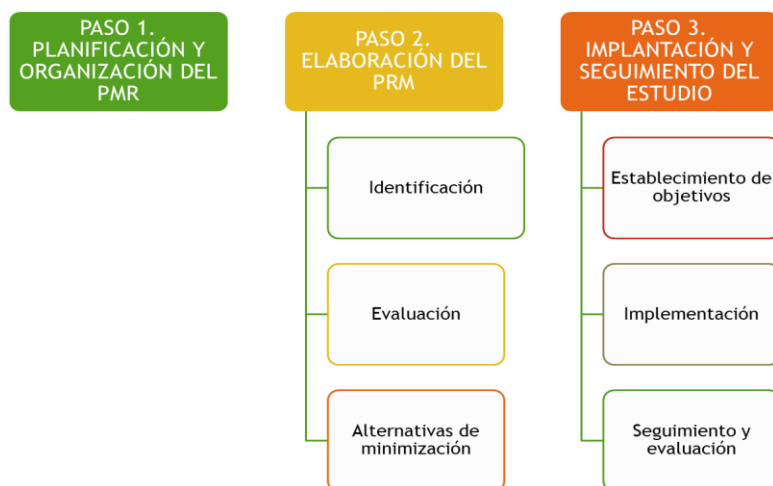


Ilustración 11: Pasos de implementación acción 3 de Producción.

#### 1.4. ACCIÓN 4. REVALORIZAR LOS PRODUCTOS SECUNDARIOS Y SUBPRODUCTOS A TRAVÉS DE PROCESOS SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

##### PASO 1: PLANIFICACIÓN

El iniciador es responsable de involucrar a las partes interesadas y los recursos necesarios para el proyecto y debe establecer los objetivos de esta simbiosis.

##### PASO 2. EVALUACIÓN DEL SITIO

Es un paso esencial para orientar la simbiosis hacia sinergias con mayor probabilidad de tener un impacto significativo en los beneficios económicos, ambientales y sociales. La evaluación del sitio debe buscar:

Información para recopilar
Tipo y número de empresas u otras organizaciones implicadas
Mapa de flujo (principalmente de entrada y salida de material y energía).
Infraestructura existente y servicios relacionados con los residuos
Sinergias ya existentes
Red de expertos en ecología industrial y afines.

##### PASO 3. RECLUTAMIENTO DE PARTICIPANTES Y RECOPIACIÓN DE DATOS

Para la selección hay que considerar que sean:

1. Organizaciones proactivas/líderes en desarrollo económico y sostenible.
2. Proveedores de servicios ambientales.
3. Organizaciones más activas del sector manufacturero.
4. Organizaciones que operan en una amplia gama del sector.
5. Creador de muchos puestos de trabajo (tamaño de las organizaciones).
6. Organizaciones con escasez de suministro o dificultad para disponer de materiales y energía.

##### PASO 4: IDENTIFICACIÓN DE SINERGIAS POTENCIALES

Para identificar sinergias potenciales, se debe:

1. Recopilación de datos. Obtener información cuantitativa y cualitativa sobre las entradas y salidas de las organizaciones
2. Analizar las ofertas y solicitudes del sitio.
3. Identificar sinergias potenciales
4. Evaluar la pre factibilidad técnica, económica y logística de las sinergias



potenciales.

Aquí lo que ayuda es:

- Priorización de la organización.
- Establecer buenas relaciones.
- Recopilación exhaustiva de datos.
- Calidad de los datos. (relevante, válida, completa, precisa y actual).
- Manipulación de datos. (Creación de base de datos)
- Clasificación de sinergias. Dejar de lado sinergias con bajo potencial de éxito

## PASO 5. IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO

El proceso de implementación y monitoreo es el siguiente:

1. Dar a las organizaciones participantes la lista de sinergias potenciales relevantes para ellas.
2. Validar la factibilidad de sinergias.
3. Dar soporte técnico a las organizaciones durante sus ensayos preliminares
4. Ampliar el perímetro de búsqueda para incorporar más organizaciones.
5. Identificar oportunidades de negocio
6. Difundir los resultados a las partes interesadas y la comunidad
7. Recopilar comentarios de las partes interesadas sobre la satisfacción que tengan
8. Solicitar nuevas organizaciones y repita continuamente el proceso

Partes

interesadas.



Ilustración 12: Pasos de implementación acción 4 de Producción.

Pasos de aplicación.

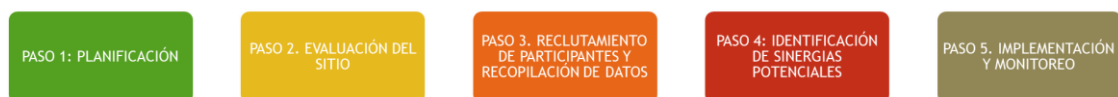


Ilustración 13: Pasos de implementación acción 4 de Producción

## 2. DESARROLLO DE LAS ACCIONES DEL EJE DE DISTRIBUCIÓN

### 2.1. ACCIÓN 1. ESTABLECER SINERGIAS ENTRE LA LOGÍSTICA DIRECTA Y LA LOGÍSTICA INVERSA

#### PASO 1: ESTABLECER UNA MOTIVACIÓN PARA IMPLEMENTAR EL MODELO DE LOGÍSTICA INVERSA

- Establecer reciprocidad económica: esto se expresa en la reducción de costos, disminución del uso de materiales o recuperación del producto/insumo no conforme.
- Beneficios legislativos: Se busca cumplir con la normatividad vigente y la exención de impuestos.
- Compromiso ambiental: se quiere disminuir el impacto ambiental y mejorar la imagen externa.
- Optimización de procesos: esto implica mejorar la gestión de devoluciones por garantía y a su vez reducir los tiempos de respuesta al cliente.

## **PASO 2: PLANTEARSE OBJETIVOS DE ACUERDO A LAS MOTIVACIONES DEFINIDAS.**

- Estos objetivos deben ser claros y precisos con los resultados que se desean lograr.
- Establecer que se pretende alcanzar con la implementación, teniendo en cuenta lo que se quiere hacer o simplemente ejecutar.
- Es fundamental que los objetivos específicos se encuentren alineados con el objetivo general.

## **PASO 3: ESTABLECER LOS RECURSOS ESTRATÉGICOS.**

- Determinar capacidad y ubicación estratégica para beneficios en la ruta logística.
- Adquisición de tecnologías para garantizar la calidad en la recuperación de los productos.
- Establecer procesos documentados referentes a las recolecciones y/o devoluciones del producto.
- Personal idóneo para la realización de las actividades.

## **PASO 4: ESTABLECER POLÍTICAS DOCUMENTADAS DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS.**

Se deben establecer diferentes políticas para la recuperación de productos, entre ellos están:

- Por devolución e inconformidad del cliente (garantías)
- Productos de baja calidad en inventario
- Mercancía de baja rotación
- Residuos producto del proceso productivo
- Productos con vida útil finalizada

## **PASO 5: ESTABLECER ALTERNATIVAS DE RECUPERACIÓN.**

- Reutilización del producto
- Reparación
- Re manufactura
- Reciclaje

- Incineración
- Disposición en vertederos

## **PASO 6: ESTABLECER HÁBITOS GENERALES DE LA LOGÍSTICA DIRECTA-INVERSA.**

- Retirada de mercancías.
- Reacondicionamiento de mercancías
- Devolución a almacén de origen.
- Destrucción de mercancías inservibles.
- Recuperación, reciclaje y gestión de materiales.



*Ilustración 14: Pasos de implementación acción 1 de Distribución.*

## **2.2. ACCIÓN 2. DESARROLLAR ESTRATEGIAS DE MERCADO/PRECIO PARA AUMENTAR LA DISPOSICIÓN A COMPRAR PRODUCTOS SOSTENIBLES.**

### **PASO 1: INTEGRAR EL COLOR VERDE EN LOS COLORES CORPORATIVOS.**

- Integrar el color verde en los eslóganes.
- Integrar el color verde en los colores de la compañía.

### **PASO 2: ORGANIZAR EVENTOS DE TIPO ECOLÓGICOS.**

- Principales estrategias del marketing verde

### **PASO 3: IMPLEMENTAR COLABORACIÓN CON OTRAS EMPRESAS.**

- Colaborar con empresas ecológicas
- Crear productos complementarios o packs de productos con los que llegar a más clientes.

### **PASO 4: USAR MATERIAS PRIMAS DE PROXIMIDAD.**

- Seleccionar materias primas de proximidad antes que las de larga distancia.

- Transporte es mucho más corto

### **PASO 5: USAR LAS REDES SOCIALES PARA DAR A CONOCER LAS ACCIONES DE MKT ECOLÓGICO.**

- Mediante las redes sociales se debe hacer llegar a los seguidores las distintas acciones que realiza la empresa respecto a la preservación de la naturaleza y la sostenibilidad.

### **PASO 6: INCLUIR ETIQUETAS ECOLÓGICAS.**

- Etiquetas o viñetas certificadas.
- Declaraciones ambientales en los empaques.



*Ilustración 15: Pasos de implementación acción 2 de Distribución.*

### **2.3. ACCIÓN 3. UNIFICAR LAS REDES LOCALES DE PRODUCCION-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO.**

#### **PASO 1: ESTABLECER UNA CADENA DE SUMINISTROS SOSTENIBLE.**

- Gestión de Riesgos
- Reducción del coste y mejora de la eficiencia
- Producir productos sostenibles
- La sostenibilidad como un vehículo para la transparencia y un mejor comportamiento de los proveedores
- Conducta Ética Empresarial.

#### **PASO 2: ESTABLECER UNA GESTIÓN Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS.**

- La gran apuesta por parte de las empresas debe ser el reciclaje y la reutilización, procedimientos que dan una segunda oportunidad a los residuos.
- El reciclaje requiere de una transformación del subproducto, es decir, someterlo a un proceso para volver a utilizarlo.
- Reutilizar un residuo no se modifica el material del objeto desechado, sino que simplemente se vuelve a usar con otra finalidad.

### **PASO 3: ESTABLECER UN SISTEMA DE PRODUCCION MAS LIMPIA**

- Herramienta estratégica de política empresarial.
- Integra el medio ambiente en la gestión global de la empresa y que le permite mantener o mejorar la competitividad en un marco de sostenibilidad del medio.
- Disminución del riesgo ambiental para la salud y de accidentes laborales.
- Ahorros económicos de materias primas, agua y energía.



*Ilustración 16: Pasos de implementación acción 3 de Distribución.*

### **2.4. ACCIÓN 4. CREAR PROTOCOLOS DE RECUPERACIÓN PARA REUTILIZACIÓN.**

#### **PASO 1: ESTABLECER UN COORDINADOR DE RECICLAJE**

- Seleccionar una compañía de servicio de reciclaje
- Organizar un sistema de recolección
- Involucrar a los empleados
- Monitorear el progreso del programa
- Mantener archivos sobre contratos y recibos del peso provistos por las compañías de recolección de reciclaje que muestran la cantidad del material recolectado cada mes.
- Asegurarse que los contenedores de reciclaje estén relativamente libres de basura no reciclable
- estimular a los empleados a participar en el programa
- Vigilar el cumplimiento del reciclaje dentro de la empresa, etc.

#### **PASO 2: CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL.**

- Separación de la fuente.
- Seleccionar rutas selectivas.
- Separar y organizar el material

#### **PASO 3: ESTABLECER ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS.**

- Colocar temporalmente los residuos sólidos en recipientes, depósitos, contenedores retornables
- Conformación de centro de a copio.
- Contenedores de basura.

#### **PASO 4: ESTABLECER UN PROCESO DE CONSOLIDACIÓN.**

- Establecer el material o componente que deben entrar al mercado.
- Realizar inspección de calidad.



*Ilustración 17: Pasos de implementación acción 4 de Distribución.*

### **3. DESARROLLO DE LAS ACCIONES DEL EJE AMBIENTAL**

#### **3.1. ACCIÓN 1. FORTALECER EL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.**

##### **PASO 1: ESTABLECER UNA POLÍTICA AMBIENTAL EN TODA LA ORGANIZACIÓN.**

- Tiene que ser apropiada a la naturaleza, al tamaño y a los impactos ambientales que genera la organización en el medio ambiente.
- Se debe incluir el compromiso de mejora continua.
- En la política ambiental se recoge todo el compromiso por parte de la organización con la legislación ambiental aplicable.
- Genera un marco en el que establecer y revisar todos los objetivos y las metas fijadas.
- La política tiene que estar documentada y ser comunicada a todos los trabajadores de la organización.
- Tiene que encontrarse a disposición de todo el público.
- 

##### **PASO 2: IDENTIFICAR LOS ASPECTOS AMBIENTALES.**

- Emisiones atmosféricas
- Gestionar los residuos
- Vertidos al agua
- Contaminación del suelo
- Usar las materias primas y los recursos naturales
- El ruido, el impacto visual, los olores, el polvo, las vibraciones.
- El efecto producido sobre el ecosistema por las actividades, servicios o productos de la organización.

##### **PASO 3: IDENTIFICAR LOS REQUISITOS LEGALES Y OTROS.**

- Actualizados todos los procedimientos en los que se identifican y se tiene

acceso a los requisitos legales.

- Periodicidad adecuada.

#### **PASO 4: DEFINIR OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES**

- Establecidos claramente y sin que genere confusión.
- Concordancia la política ambiental y el compromiso de mejora continua.

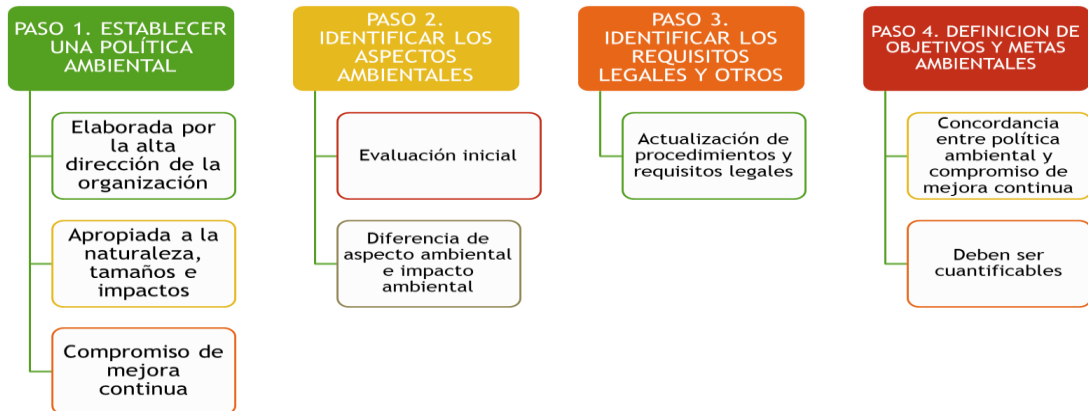


Ilustración 18: Pasos de implementación acción 1 de Medio Ambiente.

### **3.2. ACCIÓN 2. REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO.**

#### **PASO 1: MÁXIMO APROVECHAMIENTO DEL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES.**

- Aprovechar la luz natural: la luz natural se caracteriza porque reproduce muy bien los colores con lo que se evita la fatiga visual y contribuye a la comodidad en el trabajo.
- Apagar las luces cuando no se necesitan.
- Instalar reguladores de intensidad de iluminación e interruptores de presencia.
- Planificar toda la iluminación de la empresa.

#### **PASO 2: MÁXIMO APROVECHAMIENTO DEL EQUIPO DE OFICINAS.**

- Apagar los equipos cuando no se estén utilizando.
- Escoger los equipos de menor consumo energético.
- En pausas cortas de trabajo desconectar la pantalla de la Pc.
- Activar las funciones de ahorro energético.
- Utilizar el correo y la Intratex para evitar impresiones.
- Apagar las impresoras y fotocopiadoras durante la noche.

#### **PASO 3: MÁXIMO APROVECHAMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES.**

- Automatice su proceso.
- Medir: identificar y monitorear aquellos puntos críticos del proceso
- Analizar el proceso
- Identificar las oportunidades de ahorro
- Implementar las mejoras
- Comunicar los resultados

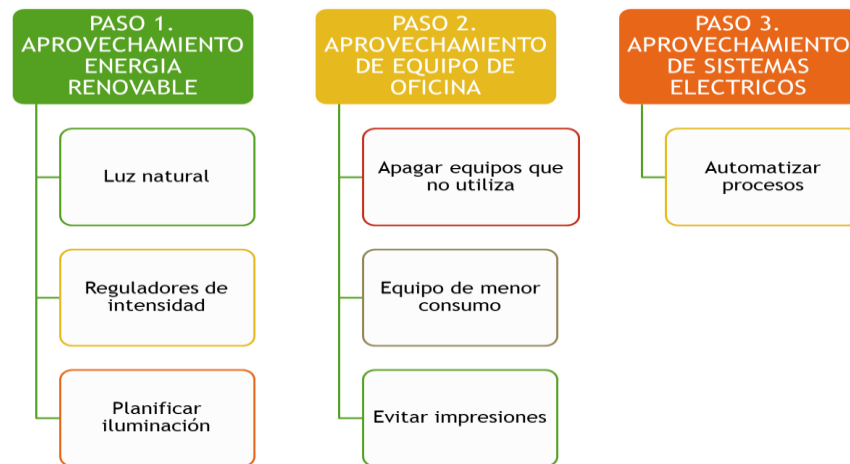


Ilustración 19: Pasos de implementación acción 2 de Medio Ambiente.

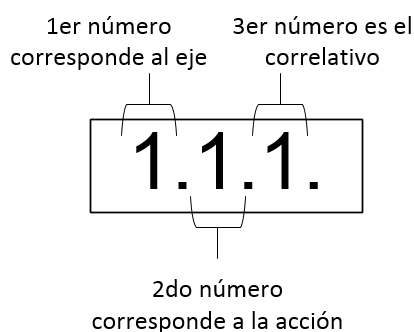


## C. BENEFICIOS EN LA PRODUCTIVIDAD

El plan de acción circular que se ha establecido, está en conformidad con los aspectos fundamentales que la economía circular aporta al sector manufacturero. Este plan de acción circular corresponde a la propuesta de este trabajo de grado por lo que a continuación se presenta los beneficios a la la productividad que cada una de las acciones del plan de acción circular proporcionan.

### 1. BENEFICIOS EN LA PRODUCTIVIDAD GENERADOS POR LAS ACCIONES.

A continuación, se detallan los benéficos que genera cada una de las acciones a la productividad. Por cada acción de cada uno de los ejes se hace un listado de dichos beneficios, los cuales se identifican de la siguiente manera:



1er Número		2do Número		3er Número	
1	Eje de producción	1	Acción 1	1	Beneficio 1
2	Eje de distribución	2	Acción 2	2	Beneficio 2
3	Eje ambiental	3	Acción 3	.	.....
		4	Acción 4	n	Beneficio n

Tabla 63. Estructura de identificación de los beneficios en la productividad

#### 1.1. BENEFICIOS EN LA PRODUCTIVIDAD GENERADOS POR LAS ACCIONES DEL EJE DE PRODUCCION

##### ACCIÓN 1. DISEÑAR BASÁNDOSE EN ECONOMÍA CIRCULAR.

- 1.1.1. Generación de más productos con menos materiales
- 1.1.2. Disminución de gastos energéticos
- 1.1.3. Mano de obra especializada
- 1.1.4. Generación de nuevos empleos
- 1.1.5. Reducción del desgaste en herramientas de corte
- 1.1.6. Reducción de tiempos y tareas repetitivas
- 1.1.7. Mejora en los procesos productivos

##### ACCIÓN 2. DISEÑAR CON UN ENFOQUE DIRIGIDO A AUMENTAR EL PORCENTAJE DE MATERIAS PRIMAS SECUNDARIAS

- 1.1.1. Optimización de la recuperación de materiales
- 1.1.2. Especialización de los operarios
- 1.1.3. Eliminación de despilfarros
- 1.1.4. Disminución de tiempo en el proceso de fabricación

- 1.1.5. Reducción del costo de los materiales
- 1.1.6. Optimización de los métodos y técnicas de producción

### **ACCIÓN 3. REDUCIR RESIDUOS Y CHATARRA “HACIA UNA FABRICACIÓN SIN RESIDUOS**

- 1.3.1. Minimización en el uso de recursos naturales
- 1.3.2. Estandarización de los patrones de producción
- 1.3.3. Eliminación de promontorios de las instalaciones
- 1.3.4. Reducción de costos de almacenaje
- 1.3.5. Optimización del uso de materiales
- 1.3.6. Ahorros en los costos de energía

### **ACCIÓN 4. REVALORIZAR LOS PRODUCTOS SECUNDARIOS Y SUBPRODUCTOS A TRAVÉS DE PROCESOS SIMBIOSIS INDUSTRIAL.**

- 1.4.1. Disminución en los costos de los materiales
- 1.4.2. Reducción de los costos energéticos
- 1.4.3. Reducción de residuos
- 1.4.4. Mayor rentabilidad
- 1.4.5. Reducción del consumo de materias primas vírgenes

## **1.2. BENEFICIOS EN LA PRODUCTIVIDAD GENERADOS POR LAS ACCIONES DEL EJE DE DISTRIBUCIÓN**

### **Acción 1. ESTABLECER SINERGIAS ENTRE LA LOGÍSTICA DIRECTA Y LA LOGÍSTICA INVERSA**

- 2.1.1. Reducción de insumos vírgenes
- 2.1.2. Aumento del reciclaje con posibilidad de innovación.
- 2.1.3. Sustitución de materiales/componentes más baratos

### **Acción 2. DESARROLLAR ESTRATEGIAS DE MERCADO/PRECIO PARA AUMENTAR LA DISPOSICIÓN A COMPRAR PRODUCTOS SOSTENIBLES.**

- 2.2.1. Incremento en las ventas
- 2.2.2. Disminución en los costos de publicidad
- 2.2.3. Aumento en las ganancias
- 2.2.4. Fidelización de los clientes
- 2.2.5. Concientización ambiental de los consumidores

### **ACCIÓN 3. UNIFICAR LAS REDES LOCALES DE PRODUCCION-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO.**

- 1.1.1. Reducción de los costos de producción
- 1.1.2. Disminución de productos fuera de especificación
- 1.1.3. Ahorro en el costo de adquisición de materiales

### **ACCIÓN 4. CREAR PROTOCOLOS DE RECUPERACIÓN PARA REUTILIZACIÓN.**

- 2.4.1. Reducción de la utilización de materias primas vírgenes.
- 2.4.2. Posibilidades de innovación y aumento de la competitividad.
- 2.4.3. Alargamiento de la vida útil de los vertederos

**1.3. BENEFICIOS EN LA PRODUCTIVIDAD GENERADOS POR LAS ACCIONES DEL EJE AMBIENTAL.**

**ACCIÓN 1. FORTALECER EL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

- 1.1.1. Reducción de la contaminación del agua
- 1.1.2. Reduce la huella de carbono.
- 1.1.3. Fortalecimiento de la imagen de la empresa.
- 1.1.4. Apertura de oportunidades en el mercado.
- 1.1.5. Fomentar la conciencia ecológica entre sus colaboradores, proveedores y todas las personas que se relacionan con la empresa.

**ACCIÓN 2. REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO.**

- 1.2.1. Incremento del rendimiento de los equipos industriales.
- 1.2.2. Reducir el deterioro del medio ambiente
- 1.2.3. Disminución del impacto de los gases de efecto invernadero.
- 1.2.4. Reducir los costos de producción y operación.

**2. BENEFICIOS QUE GENERAN LAS ACCIONES DEL PLAN DE ACCIÓN EN LOS FACTORES DE PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS**

Determinadas las mejoras en la productividad que cada una de las acciones genera, se procede a agrupar estas mejoras de las acciones del plan de acción circular de acuerdo a los factores de productividad de las empresas, esto conforme se detallaron en el capítulo I, título A, subtítulo 3, numeral 3.2.

<b>Factores Internos</b>	
<b>Factores Duros</b>	
<b>- Producto</b>	1.1.1. Generación de más productos con menos materiales 1.2.3. Eliminación de despilfarros 1.4.3. Reducción de residuos 2.1.3. Sustitución de materiales/componentes más baratos 2.3.1. Reducción de los costos de producción 2.3.2. Disminución de productos fuera de especificación
<b>- Planta y equipo</b>	1.1.5. Reducción del desgaste en herramientas de corte 1.3.3. Eliminación de promontorios de las instalaciones 1.3.4. Reducción de costos de almacenaje 3.2.4. Reducir los costos de producción y operación.
<b>- Tecnología</b>	3.2.1. Incremento del rendimiento de los equipos industriales.
<b>- Materiales y energía</b>	1.2.1. Optimización de la recuperación de materiales 1.2.5. Reducción del costo de los materiales 1.3.5. Optimización del uso de materiales 1.3.6. Ahorros en los costos de energía 1.4.1. Disminución en los costos de los materiales 2.1.1. Reducción de insumos vírgenes

	2.3.3. Ahorro en el costo de adquisición de materiales 3.2.2. Reducir el deterioro del medio ambiente
<b>Factores Suaves</b>	
<b>- Personas</b>	1.1.3. Mano de obra especializada 1.2.2. Especialización de los operarios
<b>- Organización y sistema</b>	2.2.4 Fidelización de los clientes 2.4.2. Posibilidades de innovación y aumento de la competitividad.
<b>- Métodos de trabajo</b>	1.2.4. Disminución de tiempo en el proceso de fabricación 1.1.6. Reducción de tiempos y tareas repetitivas 1.2.6. Optimización de los métodos y técnicas de producción 1.1.7. Mejora de los procesos productivos 1.3.2. Estandarización de los patrones de producción
<b>- Dirección</b>	3.1.3. Fortalecimiento de la imagen de la empresa 3.1.4. Apertura de oportunidades en el mercado.

Tabla 64: Factores de productividad internos relacionadas a las acciones del plan.

<b>Factores Externos</b>	
<b>Ajustes estructurales</b>	
<b>- Económicos</b>	1.4.4. Mayor rentabilidad 2.2.1. Incremento en las ventas 2.2.2. Disminución en los costos de publicidad 2.2.3. Aumento de las ganancias 2.4.3. Alargamiento de la vida útil de los vertederos
<b>- Demográficos y sociales</b>	2.2.5. Concientización ambiental de los consumidores 3.1.5. Fomentar la conciencia ecológica entre sus colaboradores, proveedores y todas las personas que se relacionan con la empresa.
<b>Recursos naturales</b>	
<b>- Mano de obra</b>	1.1.4. Generación de nuevos empleos
<b>- Tierra</b>	3.1.2. Reduce la huella de carbono. 3.2.3. Disminución del impacto de los gases de efecto invernadero.
<b>- Energía</b>	1.1.2. Disminución de gastos energéticos 1.4.2. Reducción de los costos energéticos 3.1.1. Reducción de la contaminación del agua
<b>- Materias primas</b>	2.1.2. Aumento del reciclaje con posibilidad de innovación 1.4.5. Reducción del consumo de materias primas vírgenes 1.3.1. Minimización en el uso de recursos naturales 2.4.1. Reducción de la utilización de materias primas vírgenes.

Tabla 65. Factores de productividad externos relacionados a las acciones del plan.

## D. EVALUACIONES DE LAS ACCIONES E IMPLEMENTACIÓN

### 1. RESUMEN DE COSTOS

Resumen de costos	
Costos de las acciones del eje de producción	
Diseñar basándose en economía circular.	\$2,390.00
Diseñar con un enfoque dirigido a aumentar el porcentaje de materias primas secundarias	\$1,695.00
Reducir residuos y chatarra “hacia una fabricación sin residuos”	\$1,375.00
Revalorizar los productos secundarios y subproductos a través de procesos simbiosis industrial.	\$2,120.00
<b>Total de costos del eje de producción</b>	<b>\$7,580.00</b>
Costos de las acciones del eje de distribución	
Establecer sinergias entre la logística directa y la logística inversa	\$3,280.00
Desarrollar estrategias de mercado/precio para aumentar la disposición a comprar productos sostenibles	\$3,950.00
Unificar las redes locales de producción-distribución-consumo	\$4,150.00
Crear protocolos de recuperación para reutilización.	\$1,850.00
<b>Total de costos del eje de producción</b>	<b>\$13,230.00</b>
Costos de las acciones del eje ambiental	
Fortalecer el sistema de gestión ambiental	\$2,900.00
Reducir el consumo energético	\$1,845.00
<b>Total de costos del eje ambiental</b>	<b>\$4,745.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$25,555.00</b>

Tabla 66. Resumen de costos

### 2. AMORTIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

El total de los costos de las acciones de las cuales consta el presente plan de acción suman \$25,555.00.

Para financiar esta cantidad se puede acudir a Financiamiento para Proyectos de Economía Circular y Sostenibilidad en la Industria del Banco de Desarrollo de El Salvador (BANDESAL). Tomando como base los créditos denominados de primer piso, el cual es el Fondo de Desarrollo Económico (FDE), el cual ofrece financiamiento para inversión productiva para todos los sectores.

Las condiciones de estos créditos son:

- Tasas de interés entre 6.5% y 9%
- Plazos de hasta 15 años.

Bajo estas condiciones se plantea los siguientes dos escenarios de para amortización de la deuda:

#### Escenario 1.

Estableciendo un plazo de pago de 5 años y la mínima tasa de interés:

<b>Capital Total "A"</b>	\$25,555.00
<b>Periodos "n"</b>	5 años
<b>Tasa de interés "i"</b>	6.5%

Tabla 67. Datos escenario 1 de amortización

Se establece una renta o cuota constante en todos los periodos, calculada de la siguiente manera:

$$R = \frac{A \times i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Sustituyendo:

$$R = \frac{25,555 \times 0.065}{1 - (1 + 0.065)^{-5}}$$

$$R = \$6,149.42$$

La amortización por lo tanto se desarrollaría de acuerdo a la tabla siguiente:

Periodo	Renta / Cuota	Interés	Amortización	Saldo
0	-	-	-	\$25,555.00
1	\$6,149.42	\$1,661.08	\$4,488.34	\$21,066.66
2	\$6,149.42	\$1,369.33	\$4,780.08	\$16,286.58
3	\$6,149.42	\$1,058.63	\$5,090.79	\$11,195.79
4	\$6,149.42	\$727.73	\$5,421.69	\$5,774.10
5	\$6,149.42	\$375.32	\$5,774.10	\$0.00

Tabla 68. Escenario 1 de Amortización

## Escenario 2.

Estableciendo un plazo de pago de 5 años y la máxima tasa de interés:

<b>Capital Total "A"</b>	\$25,555.00
<b>Periodos "n"</b>	5 años
<b>Tasa de interés "i"</b>	9%

Tabla 69. Datos escenario 2 de amortización

Se establece una renta o cuota constante en todos los periodos, calculada de la siguiente manera:

$$R = \frac{A \times i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Sustituyendo:

$$R = \frac{25,555 \times 0.09}{1 - (1 + 0.09)^{-5}}$$

$$R = \$6,570.00$$

La amortización por lo tanto se desarrollaría de acuerdo a la tabla siguiente:

Periodo	Renta / Cuota	Interés	Amortización	Saldo
---------	---------------	---------	--------------	-------

<b>0</b>	-	-	-	\$25,555.00
<b>1</b>	\$6,570.00	\$2,299.95	\$4,270.05	\$21,284.95
<b>2</b>	\$6,570.00	\$1,915.65	\$4,654.35	\$16,630.60
<b>3</b>	\$6,570.00	\$1,496.75	\$5,073.24	\$11,557.36
<b>4</b>	\$6,570.00	\$1,040.16	\$5,529.84	\$6,027.52
<b>5</b>	\$6,570.00	\$542.48	\$6,027.52	\$0.00

*Tabla 70. Escenario 2 de Amortización*

### **3. EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PLAN.**

#### **3.1. EVALUACIÓN AMBIENTAL GENERAL**

##### Etapa 2: Matriz relacional Acciones-Factores ambientales.

A continuación, se presenta una matriz relacional, entre los beneficios de cada una de las acciones y los factores ambientales, se relaciona el beneficio con el factor ambiental que tiene mayor incidencia (marcado en color verde).

ACCIONES DE CIRCULARIDAD	Salud poblacional	Tierra	Agua	Aire
<b>ACCIÓN 1. DISEÑAR BASÁNDOSE EN ECONOMÍA CIRCULAR.</b>				
Generación de más productos con menos materiales	■	■	■	■
Disminución de gastos energéticos	■	■	■	■
Reducción del consumo de materias primas vírgenes	■			
<b>ACCIÓN 2. DISEÑAR CON UN ENFOQUE DIRIGIDO A AUMENTAR EL PORCENTAJE DE MATERIAS PRIMAS SECUNDARIAS</b>				
Optimización de la recuperación de materiales		■	■	■
Eliminación de despilfarros	■			
Disminución de tiempo en el proceso de fabricación	■		■	■
<b>ACCIÓN 3. REDUCIR RESIDUOS Y CHATARRA “HACIA UNA FABRICACIÓN SIN RESIDUOS”</b>				
Minimización en el uso de recursos naturales		■	■	■
Estandarización de los patrones de producción	■			
Reducción de costos de almacenaje	■	■		
<b>ACCIÓN 4. REVALORIZAR LOS PRODUCTOS SECUNDARIOS Y SUBPRODUCTOS A TRAVÉS DE PROCESOS SIMBIOSIS INDUSTRIAL.</b>				
Disminución en los costos de los materiales	■			
Reducción de los costos energéticos	■			■



Reducción de residuos				
<b>Acción 5. ESTABLECER SINERGIAS ENTRE LA LOGÍSTICA DIRECTA Y LA LOGÍSTICA INVERSA</b>				
Reducción de insumos vírgenes.				
Reciclado.				
Sustitución de materiales.				
<b>Acción 6. DESARROLLAR ESTRATEGIAS DE MERCADO/PRECIO PARA AUMENTAR LA DISPOSICIÓN A COMPRAR PRODUCTOS SOSTENIBLES.</b>				
Incremento en las ventas				
Aumento en las ganancias				
Concientización ambiental de los consumidores				
<b>ACCIÓN 7. UNIFICAR LAS REDES LOCALES DE PRODUCCION-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO.</b>				
Reducción de los costos de producción				
Disminución de productos fuera de especificación				
Ahorro en el costo de adquisición de materiales				
<b>ACCIÓN 8. CREAR PROTOCOLOS DE RECUPERACIÓN PARA REUTILIZACIÓN.</b>				
Reducción de la utilización de materias primas vírgenes.				
Posibilidades de innovación y aumento de la competitividad.				
Disminuye la generación de desechos.				

<b>ACCIÓN 9. FORTALECER EL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL</b>				
Reduce la contaminación del agua	■	■	■	■
Reduce la huella de carbono	■	■	■	■
Fortalecimiento de la imagen de la empresa.	■	■	■	■
<b>ACCIÓN 10. REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO</b>				
Incrementación del rendimiento de los equipos industriales	■			■
Disminución del impacto de los gases de efecto invernadero.	■		■	■
Reducir el deterioro del medio ambiente	■	■	■	■

Tabla 71. Matriz de evaluación ambiental.

### Consideraciones Especiales.

- La matriz se completó, tomando la opinión del grupo de trabajo del presente plan de acción, y con información bibliográfica como apoyo, para una mayor confiabilidad de los datos.
- Se evaluaron únicamente los beneficios más representativos por acción.

#### 4. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PLAN.

Para realizar la ponderación de los factores sociales con respecto a los beneficios se tomarán los siguientes criterios.

**Generación de empleo (GE):** Es una medida de los beneficios que de alguna manera afectarían la generación de empleos en la sociedad:

<b>Positivo (1)</b>	Aquellos beneficios que afecten de manera directa el aumento de los empleos en la sociedad
<b>Negativo (0)</b>	Aquellos beneficios que no generen ningún impacto en la generación de los empleos

Tabla 72: Criterio generación de empleo.

**Pobreza (P).** Se define a través de:

<b>Positivo (1)</b>	Si el beneficio impactara de manera positiva a disminuir la pobreza en el entorno de las empresas donde se apliquen estas acciones
<b>Negativo (0)</b>	Si el beneficio no aportará ninguna acción para disminuir o aumentar la pobreza.

Tabla 73: Criterio pobreza

**Consumo(C).** Se define a través de

<b>Positivo (1)</b>	Mayor consumo a productos circulares
<b>Negativo (0)</b>	Menor consumo a productos circulares

Tabla 74: Criterios del consumismo.

**Aumento de la calidad de vida (ACL).** Es una medida de los beneficios que de alguna manera afectarían la calidad de vida de la población:

<b>Positivo (1)</b>	Aquellos beneficios que afecten de manera directa el aumento de la calidad de vida de la población
<b>Negativo (0)</b>	Aquellos beneficios que no generen ninguna afectación.

Tabla 75: Criterio aumento de la calidad de vida.

Una vez definidos los criterios, se procede a realizar la evaluación social de los beneficios de las acciones de circularidad, a partir de un promedio simple y se establecen los rangos de calificación.

$$EVS = \frac{GE + P + C + ACL}{4}$$

Para la evaluación social se establecen los siguientes rangos.

Categoría	Rangos	Calificación
1	0.00 – 0.50	<b>Beneficio social bajo</b>

<b>2</b>	<b>0.51 – 0.75</b>	<b>Beneficio social medio</b>
<b>3</b>	<b>0.76 – 1.00</b>	<b>Beneficio social alto</b>

Tabla 76: Calificaciones de la evaluación social.

A continuación, se presenta la metodología para llenar la matriz y determinar el índice EVS, esta metodología se sigue para todas las acciones y beneficios.

- Para el caso de la Acción 3. Reducir residuos y chatarra “Hacia una fabricación sin residuos”, se evalúan los tres beneficios más destacados de esta acción, los cuales son:
  1. Minimización en el uso de recursos naturales
  2. Estandarización de los patrones de producción
  3. Reducción de costos de almacenaje

Cada uno de los beneficios se evalúa en base a cada uno de los criterios establecidos, tomando en cuenta la puntuación dependiendo del criterio a evaluar.

Ejemplo:

Criterio: Generación de empleo, se hace la pregunta si el beneficio “Minimización en el uso de recursos naturales”, afectará positivamente o negativamente a este criterio, si la respuesta es positiva se coloca “1”, si la respuesta es negativa se coloca “0”. De esta manera se evalúan los beneficios por cada uno de los criterios.

Al haber evaluado cada uno de los criterios con los beneficios, se procede a aplicar la fórmula del EVS, y al tener este total se compara con los rangos establecidos y determinar su calificación.

ACCIONES DE CIRCULARIDAD	Factores sociales				Calificación cuantitativa	Calificación cualitativa
	Generación de empleos	Pobreza	Consumo	Calidad de vida		
<b>ACCIÓN 1. DISEÑAR BASÁNDOSE EN ECONOMÍA CIRCULAR.</b>						
Generación de más productos con menos materiales vírgenes	1	1	0	0	0.5	Bajo
Disminución de gastos energéticos	1	1	0	1	0.75	Medio
Reducción del consumo de materias primas vírgenes	1	1	0	1	0.75	Medio
<b>ACCIÓN 2. DISEÑAR CON UN ENFOQUE DIRIGIDO A AUMENTAR EL PORCENTAJE DE MATERIAS PRIMAS SECUNDARIAS</b>						
Optimización de la recuperación de materiales	1	1	0	1	0.75	Medio
Eliminación de despilfarros	1	1	0	1	0.75	Medio
Disminución de tiempo en el proceso de fabricación	1	0	0	1	0.5	Bajo
<b>ACCIÓN 3. REDUCIR RESIDUOS Y CHATARRA “HACIA UNA FABRICACIÓN SIN RESIDUOS”</b>						
Minimización en el uso de recursos naturales	1	1	1	1	1.00	Alto
Estandarización de los patrones de producción	1	0	0	0	0.25	Bajo
Reducción de costos de almacenaje	1	1	0	1	0.75	Medio
<b>ACCIÓN 4. REVALORIZAR LOS PRODUCTOS SECUNDARIOS Y SUBPRODUCTOS A TRAVÉS DE PROCESOS SIMBIOSIS INDUSTRIAL.</b>						
Disminución en los costos de los materiales	1	1	1	1	1.00	Alto
Reducción de los costos energéticos	1	1	1	1	1.00	Alto
Reducción de residuos	1	1	1	1	1.00	Alto

<b>Acción 5. ESTABLECER SINERGIAS ENTRE LA LOGÍSTICA DIRECTA Y LA LOGÍSTICA INVERSA</b>						
Reducción de insumos vírgenes.	1	1	1	1	1.00	Alto
Reciclar	1	1	1	1	1.00	Alto
Sustitución de materiales.	1	1	0	1	0.75	Medio
<b>Acción 6. DESARROLLAR ESTRATEGIAS DE MERCADO/PRECIO PARA AUMENTAR LA DISPOSICIÓN A COMPRAR PRODUCTOS SOSTENIBLES.</b>						
Incremento en las ventas	1	1	1	1	1.00	Alto
Aumento en las ganancias	1	1	0	1	0.75	Medio
Concientización ambiental de los consumidores	0	0	1	0	0.25	Bajo
<b>ACCIÓN 7. UNIFICAR LAS REDES LOCALES DE PRODUCCION-DISTRIBUCIÓN-CONSUMO.</b>						
Reducción de los costos de producción	1	1	1	1	1.00	Alto
Disminución de productos fuera de especificación	1	1	1	1	1.00	Alto
Ahorro en el costo de adquisición de materiales	1	1	1	1	1.00	Alto
<b>ACCIÓN 8. CREAR PROTOCOLOS DE RECUPERACIÓN PARA REUTILIZACIÓN.</b>						
Reducción de la utilización de materias primas vírgenes.	1	1	1	1	1.00	Alto
Posibilidades de innovación y aumento de la competitividad.	1	1	1	1	1.00	Alto
Disminuye la generación de desechos.	1	1	1	1	1.00	Alto
<b>ACCIÓN 9. FORTALECER EL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL</b>						
Reduce la contaminación del agua	1	1	0	1	0.75	Medio
Reduce la huella de carbono	1	1	0	1	0.75	Medio
Fortalecimiento de la imagen de la empresa.	1	1	1	0	0.75	Medio
Mayores oportunidades en el mercado	1	0	1	0	0.5	Bajo

Fomentar la conciencia ecológica entre sus colaboradores, proveedores y todas las personas que se relacionan con la empresa.	1	0	1	1	<b>0.75</b>	Medio
<b>ACCIÓN 10. REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO</b>						
Incrementación del rendimiento de los equipos industriales.	1	0	0	1	<b>0.5</b>	Bajo
Reducir el deterioro del medio ambiente	1	0	1	1	<b>0.75</b>	Medio
Disminución del impacto de los gases de efecto invernadero	1	0	1	1	<b>0.75</b>	Medio
	31	24	19	27		
	96.88%	75.00%	59.38%	84.38%		

Tabla 77: Matriz factores sociales y acciones circulares.

### Consideraciones Especiales.

- La matriz se completó, tomando la opinión del grupo de trabajo del presente plan de acción, y con información bibliográfica como apoyo, para una mayor confiabilidad de los datos.
- Se evaluaron únicamente los beneficios más representativos por acción.

A continuación, se presenta la siguiente tabla resumen:

Calificación	Frecuencia	Porcentaje de representación.
<b>Bajo</b>	6	19%
<b>Medio</b>	13	41%
<b>Alto</b>	13	41%
<b>Total</b>	32	100%

Tabla 78: Frecuencias evaluación social.

El resultado de la evaluación social muestra que la aplicación de las acciones del presente plan de circularidad, generan en un 81% más impactos positivos en la población, entre medios y altos.

La evaluación muestra que más de 50% de las acciones generan impactos positivos sobre el aumento de la generación de empleo, reducción a la pobreza, contribuyen al aumento de consumir productos sostenibles y mejoran la calidad de vida de la población. Dentro de las acciones que aportan un mayor impacto positivo desde el punto de vista social esta: Creación de protocolos de recuperación de materiales para su reutilización, esta acción además de ser beneficiosa para la sociedad, brinda a la empresa del sector manufacturero la oportunidad de innovación y aumentar su posición en el mercado, mediante el fortalecimiento de su imagen comercial.

## 5. ESTRUCTURA DE DESARROLLO DEL TRABAJO – EDT

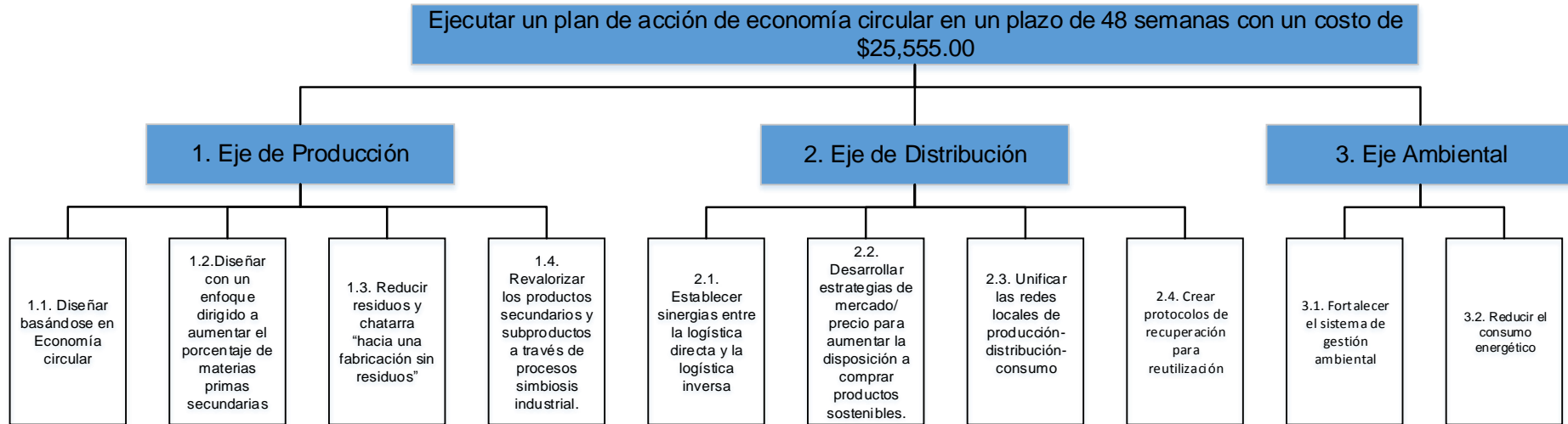


Ilustración 20. Estructura de desarrollo del trabajo - EDT



**6. CRONOGRAMAS DE ACCIONES**  
**6.1. CRONOGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN**

ID	Semana																																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48								
P.A1.01.	█																																																							
P.A1.02.	█	█	█	█																																																				
P.A1.03.					█	█																																																		
P.A1.04.							█	█																																																
P.A1.05.							█																																																	
P.A1.06.							█	█																																																
P.A1.07.								█																																																
P.A1.08.									█	█																																														
P.A1.09.									█																																															
P.A1.10.									█	█																																														
P.A1.11.												█	█	█																																										
P.A2.01.	█	█																																																						
P.A2.02.			█	█																																																				
P.A2.03.					█																																																			
P.A2.04.					█																																																			
P.A2.05.					█																																																			
P.A2.06.						█	█	█																																																
P.A2.07.								█																																																
P.A2.08.								█																																																
P.A2.09.								█																																																
P.A2.10.									█	█																																														
P.A2.11.												█																																												
P.A3.01.	█																																																							
P.A3.02.		█	█	█																																																				





## CONCLUSIONES

- Varios de los principios, metodologías y aportaciones del modelo de economía circular sintetizan varias escuelas de pensamiento como la fundación Ellen MacArthur, la filosofía del diseño Cradle to Cradle de William McDonough y Michael Braungart, la ecología industrial de Reid Lifset y Thomas Graedel, entre otros grandes autores que dieron un aporte significativo a esta economía.
- Las variables consideradas en la economía circular que son necesarias para las principales funciones empresariales y del sector manufacturero son las relacionadas con la tecnología, el medio ambiente y el bienestar social que sirvieron de aporte para conformar y desarrollar los índices de economía circular.
- De las empresas del sector manufacturero que más se involucran en el modelo de economía circular son las que utilizan materiales de los cuales se pueden reciclar, como las empresas que utilizan plásticos, donde existen métodos de reciclaje y campañas de recolección que favorecen en gran medida a estas empresas, así como las empresas que reutilizan el vidrio, entre muchas otras que colaboran a nivel social y medioambiental con estas prácticas de mantener un ciclo productivo.
- A través del sondeo de los países de la región y la implantación del modelo en algunas empresas es considerado de importancia por el hecho de que la situación medioambiental es grave, y la realización de estas medidas son necesarias para mejorar los procesos, crear métodos de reciclaje, promover la reutilización de materiales y sobre todo el cuidado del ecosistema.
- El sector manufacturero en el país como en la región puede desarrollar el modelo de economía circular siempre y cuando los procedimientos se establezcan y se priorice el ciclo productivo, con el fin de reutilizar, reciclar y renovar, ocasionando ganancias a largo plazo por el hecho de la reducción de desperdicios y la utilización de menor cantidad de materiales para los procesos productivos.
- Las empresas del sector manufacturero poseen un nivel medio de implementación de los principios de la economía circular, el cual no les permite poder tratar sus residuos de forma eficiente, limitándose a nuevas oportunidades que generen beneficios económicos y ambientales.
- Con esta ejecución del diagnóstico podemos darnos cuenta que el sector manufacturero, de acuerdo a los distintos indicadores tanto logísticos como de productividad posee un desempeño medio en la implementación de la economía circular, es por ello que es necesario profundizar y demostrar cualitativamente y cuantitativamente todos los beneficios que aporta este nuevo modelo de producción al interior de las empresas tanto como al medio ambiente.
- Tomando como referencia las cinco funciones empresariales fundamentales que toda empresa debe poseer, específicamente las del sector en estudio, se determinó que el mayor esfuerzo en la implementación de la economía circular

se encuentra en la función de recursos humanos seguido por la función de dirección como elemento global de la gestión de recursos productivos y toma de decisiones.

- La implementación de los principios de economía circular ayudara de sobre manera a las empresas del sector a visualizar nuevas oportunidades en los procesos productivos actualmente establecidos permitiendo así el ahorro de tiempos, costos y generación de valor a través de aportar al desarrollo económico sostenible.
- El apartado de conceptualización de la propuesta permite detectar los diferentes problemas y deficiencias que actualmente poseen las empresas del sector manufacturero, en las distintas funciones empresariales para implementar la economía circular, estableciendo puntos específicos encaminarnos a la generación de estrategias para dar solución a los principales problemas detectados.
- Los ejes estratégicos de dicho plan de acción se establecieron para indicar las líneas base a seguir en la implementación de las acciones circulares dentro de las empresas del sector manufacturero, y de esta manera marcar el camino a seguir hacia una economía circular.
- Las acciones circulares en dicho plan se definieron para cada uno de los ejes estratégicos los cuales son producción, distribución y medio ambiente, estas acciones son encaminadas a implementar los principios que establece la economía circular, se establecieron un total de diez acciones las cuales, se desarrollaron a profundidad, estableciéndose las tareas que la empresa de sector manufacturero debe de seguir.
- La economía circular siendo una alternativa al modelo lineal de extraer, producir y desechar presenta múltiples beneficios ambientales como económicos, estos se definieron en dicho plan de acción, para cada una de las acciones planteadas por eje estratégico, demostrando que la implementación de este modelo económico es capaz de generar soluciones creativas y sostenibles, y de estimular la innovación.
- Los costos juegan un papel muy importante en el proceso de toma de decisiones. Por lo cual se ha asigna un valor cuantitativo, en dinero, a cada una de las actividades que corresponden a cada una de las acciones, al sumar estos valores se obtiene el costo total del plan de acción establecido, de este modo las organizaciones tendrán una base acerca de cuanto tendrán que invertir en esta opción de economía circular y mejorar su productividad
- Se realizaron las evaluaciones sociales y ambientales de dicho plan con lo que determino la factibilidad de aplicar las acciones circulares en las empresas del sector manufacturero, se destacó el impacto positivo que genera al medio ambiente y a la población en general, además se determinaron los impactos indirectos que genera la economía circular como lo es la generación de nuevos empleos, la disminución de la pobreza, etc.

## RECOMENDACIONES.

- Priorizar por parte del gobierno su acción ambiental en el ámbito manufacturero para que se utilice la economía circular como modelo de mejora de los procesos y cuidado del medioambiente.
- Promover la gestión ambiental en el sector manufacturero para que las empresas manejen un marco de desarrollo sostenible.
- Promover una articulación orgánica de estructuras, principios, estrategias y proyectos que beneficien el ciclo productivo y la reutilización de los materiales.
- Crear y fortalecer ámbitos y mecanismos de protección del ecosistema, mejorando el tratamiento de aguas y solución de problemas sociales y ambientales derivados de la acción de la comunidad y la empresa privada.
- Se debe de tomar tiempo de parte de la gerencia de las empresas para inculcar una cultura de circularidad, haciendo hincapié en que un aumento en la productividad debe de ir de la mano con acciones pro medio ambiente, y de esta forma transmitirle a todos sus involucrados una cultura de cuidado al medio ambiente.
- Debe darse importancia a los datos que demuestran un nivel medio de implementación de los principios de economía circular y actuarse de inmediato según los resultados de las mediciones, ya que de esto depende en gran medida la innovación, competitividad y sostenibilidad a largo plazo que las empresas puedan tener.
- Realizar capacitaciones previas del personal antes de implementar los principios de economía circular en los procesos productivos de las empresas.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Colombia Productiva. (2018). Manual con herramientas para implementar la Economía Circular en empresas. Economía Circular. Pág. 2-36.
- Ernesto Morell Peiró. (2018). La economía Circular: Análisis y aplicación en la cadena de valor de porter. Universidad Pontificia ICAI ICADE. Madrid. Pág. 14-45.
- Emiro Castillo Salgado. (2018). Diseño metodológico para indagar el estado actual de la economía circular en Colombia. Tesis para obtener el título de maestro en ingeniería industrial. Bogotá, Colombia. Pág. 9-89.
- Vanessa Prieto Sandoval, Carmen Jaca, Marta Ormazabal. (2017). Economía Circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. Pág. 1-11.
- Juan José Cambero Velasco. (2020). Técnicas y herramientas de productividad. (en línea). Consultado el 1 de abril de 2021. Disponible en <https://www.grupoitemsa.com/formacion/areas-de-formacion/tecnicas-y-herramientas-de-productividad/>.
- Estrategia y Negocios. (2020). El Salvador: La constancia y coca cola lanza programa de economía circular. (en línea). Consultado el 1 de abril de 2021. Disponible en: <https://www.estrategiaynegocios.net/empresasymangement/1417915-330/el-salvador-la-constancia-y-coca-cola-lanza-programa-de-econom%C3%ADa-circular-para>.
- Emiro Castillo Salgado. (2018). Diseño metodológico para indagar el estado actual de la economía circular en Colombia. Tesis para obtener el título de maestro en ingeniería industrial. Bogotá, Colombia. Pág. 9-89.
- Vanessa Prieto Sandoval, Carmen Jaca, Marta Ormazabal. (2017). Economía Circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. Pág. 1-11.
- Juan José Cambero Velasco. (2020). Técnicas y herramientas de productividad. (en línea). Consultado el 1 de abril de 2021. Disponible en <https://www.grupoitemsa.com/formacion/areas-de-formacion/tecnicas-y-herramientas-de-productividad/>.
- Estrategia y Negocios. (2020). El Salvador: La constancia y coca cola lanza programa de economía circular. (en línea). Consultado el 1 de abril de 2021. Disponible en: <https://www.estrategiaynegocios.net/empresasymangement/1417915-330/el-salvador-la-constancia-y-coca-cola-lanza-programa-de-econom%C3%ADa-circular-para>.
- Luis Aníbal Mora García. (2008). Indicadores de la gestión logística. (2a edición). Bogotá: Ecoe ediciones.

- Richard I. Levin. (1988). Estadística para administradores (2a edición). México: Prentice Hall Hispanoamericana
- Carlos Sabina. (1992). El proceso de investigación. Caracas: Editorial Panapo.
- Roberto, Hernández Sampieri. (1998). Metodología de la Investigación. Editorial, McGraw Hill



## ANEXOS.

### ANEXO 1. CUESTIONARIO DIGITAL (GOOGLE FORM).

Formulario de Google utilizado para recabar la información



## DIAGNÓSTICO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN MANUFACTURA

La siguiente encuesta es con fines académicos, en el marco del trabajo de graduación denominado "Diagnóstico de la economía circular en manufactura y generación de una propuesta para mejora la productividad desde la perspectiva de ingeniería industrial", consta de diferentes tipos de preguntas, lea con atención las interrogantes que se le presentan. Marque las opciones que considere apropiadas. El llenado de esta encuesta no le tomará más de 20 minutos. De antemano muchas gracias por su colaboración.

1. ¿Cuentan con documentación relacionada a la economía circular? \*

- Sí
- No

1.1. Si su respuesta fue afirmativa, especifique con qué tipo de documentación cuenta:

Texto de respuesta breve

2. ¿Poseen plan de implementación de acciones referentes a la economía circular? \*

- Sí
- No

3. ¿Cuál de las siguientes normas relativas a economía circular poseen como certificado? \*

- Norma ISO 14001
- Norma ISO 50001
- Norma ISO 14006
- Ninguna

3.1. Si poseen normas y/o certificaciones diferentes a las mostradas en la pregunta anterior, especifíquelas:

Texto de respuesta breve  
.....

⋮

4. ¿Cuántos acuerdos o contratos con recolectores de materiales poseen? \*

- De 0 a 1 acuerdos
- De 2 a 3 acuerdos
- Más de 4 acuerdos

5. ¿Cuánto es el porcentaje de materiales que intercambian con otras empresas para elaborar sus productos? \*

- Nada
- De 0% a 4.99%
- De 5% a 9.99%
- Más del 10%

Ilustración 21: Preguntas de la 3 -5.

:::

6. ¿Qué tipo de capacitaciones ofrece a sus empleados con respecto al uso y aplicación de economía circular? \*

Teórica

Práctica

Ninguna

7. ¿Cuál es el nivel de especialización en economía circular de sus empleados? \*

Básico

Intermedio

Avanzado

8. ¿Han generado nuevos puestos de trabajo a raíz de aplicar economía circular? \*

Sí

No

9. ¿Cuántos colaboradores de su empresa están dedicados a la implementación de economía circular? \*

De 0 a 1 colaboradores

De 2 a 3 colaboradores

Más de 4 colaboradores

Ilustración 22: Preguntas de la 6-9.

10. ¿Cómo evalúan el nivel de conocimiento, aptitudes, actitudes y desempeño del recurso humano relacionado a la economía circular? \*

- Pruebas técnicas
- Pruebas de conocimientos
- Prueba vocacionales
- Pruebas situacionales
- Ninguna

11. ¿Qué medidas post consumo aplican en la empresa para realizar la concientización ambiental en los clientes? \*

- Programas de reciclaje
- Cursos de economía circular
- Realización de seminarios de educación circular
- Ninguna

12. ¿Cuáles de las siguientes acciones de economía circular realizan respecto al uso de etiquetas de sus productos? \*

- Uso de etiquetas removibles
- Utilización de etiquetas con mensajes ambientales
- Uso de etiquetas realizadas con materiales reciclados
- Ninguna

Ilustración 23: Preguntas de la 10-12.

13. Posterior a la venta de los productos, ¿Cuáles de las siguientes acciones de economía circular realizan con sus clientes? \*

- Servicio de cambio de productos
- Servicio de reparación de productos
- Servicio de reciclaje de los productos
- Ninguna

14. ¿Cuál es la tasa de recuperación de residuos de empaques o embalajes? \*

- De 0% a 24.99%
- De 25% a 49.99%
- Más del 50%

:::

15. ¿Cuáles medios de comunicación utiliza para realizar concientización ambiental en las personas? \*

- Televisión
- Internet
- Vallas publicitarias
- Radio
- Prensa escrita
- Ninguna

Ilustración 24: Preguntas de la 13-15.

16. ¿Qué porcentaje de la materia prima que utilizan es materia prima virgen? \*

- De 100% a 75%
- De 74.99% a 50%
- De 49.99% a 25%
- Menos de 24.99%

17. ¿Qué porcentaje de la materia prima que utilizan es reciclada? \*

- De 0% a 24.99%
- De 25% a 49.99%
- De 50% a 74.99%
- Más del 75%

18. ¿Qué porcentaje de materia prima que utilizan es ecológicamente certificada? \*

- Ninguno
- De 0% a 4.99%
- De 5% a 9.99%
- Más del 10%

...

19. Con la implementación de la economía circular en la manufactura, en su empresa, ¿Cuál es el porcentaje generado de reducción de residuos? \*

- De 0% a 14.99%
- De 15% a 29.99%
- Más del 30%

Ilustración 25: Preguntas de la 16-19.

20. En su proceso productivo, ¿Cuál es el porcentaje de componentes reusados? \*

- De 0% a 14.99%
- De 15% a 29.99%
- Más del 30%

21. Para aplicar economía circular, ¿A cuál de los siguientes financiamientos han recurrido? \*

- Financiamiento bancario
- Financiamiento nacional de sistemas no bancarios
- Financiamiento extranjero
- Ninguno

...

22. ¿Realizan proyecciones de crecimiento económico en base a principios e implementación de economía circular? \*

- Sí
- No

23. Su empresa, ¿cuenta con capital de trabajo para la aplicación de economía circular? \*

- Sí
- No

Ilustración 26: Preguntas de la 20-23.

24. ¿Cuáles de las siguientes inversiones fijas tangibles han realizado para aplicar economía circular? \*

- Terrenos
- Obra Civil
- Maquinaria y equipo industrial
- Equipo de oficina
- Ninguno

24.1. Si ha realizado inversiones fijas tangibles diferentes a las mostradas en la pregunta anterior, especifíquelas:

Texto de respuesta breve .....

25. ¿Cuáles de las siguientes inversiones fijas intangibles han realizado para aplicar economía circular? \*

- Investigaciones previas
- Estudios para la implementación
- Previsión de riesgos
- Ninguno

25.1. Si ha realizado inversiones fijas intangibles diferentes a las mostradas en la pregunta anterior, especifíquelas:

Texto de respuesta breve .....

Ilustración 27: Preguntas de la 24-25.



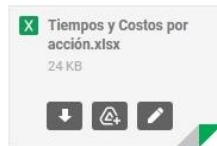
## ANEXO 2. CORREO DE RESPUESTA DE COSTOS DE ACCIONES

Información proporcionada por el Ingeniero Julio Díaz.

Buenas noches Jasmin Gómez, disculpe la hora pero ahí le envié el archivo con los datos que me solicito respecto a las actividades de las acciones consultadas, tanto los tiempos como los costo de ellas. Los tiempos semanas y los costos en dólares.

...

[Mensaje recortado] [Ver todo el mensaje](#)



*Ilustración 28. Correo de información de costo de las acciones del plan*