



**División de Ciencias Sociales y Humanidades**

**Departamento de Producción Económica**

**Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación**

**El papel de las esferas del entorno y los detonadores internos en el proceso de acumulación de Capacidades Tecnológicas en una empresa multilatinas mexicana del sector eléctrico 2000 – 2023**

Para obtener el grado de:

**Maestra en Economía, Gestión y Políticas de Innovación**

**Lectora Interna:**

Dra. Gabriela Dutrénit Bielous

**Lectora Externa:**

Mtra. Maribel García Barrientos

**Asesores:**

Dr. Arturo Torres Vargas

Dr. Alexandre O. Vera – Cruz

**Presenta:**

Lic. Karla Estefanía Caballero Gómez  
CVU: 1231992

**Trimestre 24 – P**

14 de agosto de 2024

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mis padres y mi hermana por siempre apoyar mis proyectos y decisiones, permaneciendo a mi lado recordándome que no estoy sola y que puedo lograr cualquier cosa que me proponga a pesar de las adversidades que se presente en el camino, dándome su amor incondicional en todo momento, los amo.

Agradezco a mis asesores el Dr. Arturo Torres Vargas y el Dr. Alexandre O. Vera – Cruz y mis lectoras la Dra. Gabriela Dutrénit Bielous y la Mtra. Maribel García Barrientos, por el acompañamiento que me brindaron en la realización de mi tesis, dándome siempre su apoyo y orientándome para poder terminar con éxito este proyecto.

Agradezco a mis abuelos que han estado a lo largo de mi vida apoyándome en cada paso del camino confiando en mis decisiones, los amo y agradezco a la vida por permitirme tenerlos sanos y fuertes.

A mi tío y mi familia por acompañarme en este camino dándome palabras de aliento y entendimiento cuando lo necesite.

A mis profesores a lo largo de la maestría, de los cuales aprendí de los diversos temas que impartieron en los cursos tomados, con los que tuve la oportunidad de forjar mi propio aprendizaje y un pensamiento distinto del que entré a la maestría.

Agradezco a la MEGI, la UAM – Xochimilco y CONAHCYT por brindarme la oportunidad de estudiar en su institución, otorgándome las herramientas necesarias para forjar mi camino profesional y académico.

Y aunque hoy no estén aquí, quiero agradecer a mis perritas el tiempo que estuvieron a mi lado siendo mis compañeras en las noches cuando realizaba los avances de la tesis haciendo que siempre me sintiera acompañada.

*Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.*

Mahatma Gandhi.

Gracias infinitas a todos por el apoyo que me otorgaron siempre para culminar esta tesis.

## **Resumen**

La acumulación de Capacidades Tecnológicas (CT) es importante en las empresas, permitiendo el desarrollo de nuevos productos, y la integración de nuevas tecnologías, incrementando su competitividad en el mercado, y el desarrollo de nuevos productos que implica una ventana de oportunidad en las empresas para incrementar el conocimiento interno, además de su posicionamiento en el mercado.

Sin embargo, la acumulación de CT se ve afectada por factores externos, los cuales no son posibles de controlar, marcando la dirección de los esfuerzos de acumulación y desarrollo de nuevos productos que pueden identificarse como las esferas del entorno y factores internos como los detonadores internos que afectan los procesos de acumulación de CT de la empresa.

Considerando lo anterior, la presente investigación investiga el papel de las esferas del entorno y los principales detonadores internos que influyen en el proceso de acumulación de CT de una empresa multilatinamericana mexicana del sector eléctrico.

La empresa Épsilon cuenta con más de 50 años en operaciones, especializada en la fabricación de transformadores eléctricos, produce productos unitarios, clasificándose como una empresa de ingeniería de producto. Compite a nivel internacional en los grandes mercados, siendo líder en alguno de los productos que produce, además de realizar actividades de I + D.

Dado esto, los principales hallazgos encontrados fueron que las principales esferas del entorno que afectan la acumulación de CT de la empresa son Científico – Tecnológica, Económica, Ambiental, Cultural en mayor grado, las cuales incentivan las tareas de innovación e I+D, acompañadas de detonadores internos como es el caso de la estrategia tecnológica de la empresa y las decisiones de los directivos, que provocan un proceso de acumulación de CT en Épsilon, que ayudan a la integración de nuevas tecnologías en la organización.

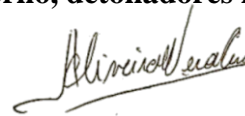
**Palabras clave:** Capacidades Tecnológicas, esferas del entorno, detonadores internos.



---

**Dr. Arturo Torres Vargas**

**No. Económico: 29222**



---

**Dr. Alexandre O. Vera – Cruz**

**No. Económico: 14306**

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
2.	REVISIÓN DE LA LITERATURA Y MARCO CONCEPTUAL.....	10
2.1	Capacidades Tecnológicas (CT).....	10
2.1.1	<i>Capacidades Tecnológicas de la Empresa.....</i>	10
2.1.2	<i>Procesos de acumulación de Capacidades Tecnológicas .....</i>	12
2.1.3	<i>El papel de las esferas del entorno en el proceso de acumulación de CT.....</i>	18
2.1.4	<i>Detonadores internos de la empresa en el proceso de acumulación de CT .....</i>	24
2.2	Marco Conceptual.....	25
2.2.1	<i>Principales conceptos utilizados en la investigación .....</i>	26
2.2.2	<i>Diseño del marco conceptual.....</i>	27
3.	MARCO CONTEXTUAL .....	29
3.1	El Sector Eléctrico y los Transformadores Eléctricos .....	30
3.1.1	<i>Historia del sector eléctrico .....</i>	30
3.1.2	<i>Características del sector eléctrico .....</i>	31
3.1.3	<i>Historia del sector eléctrico mexicano.....</i>	34
3.1.4	<i>Características del sector eléctrico mexicano .....</i>	36
3.1.5	<i>Transformadores Eléctricos.....</i>	37
3.2	Empresas Multilatinas .....	41
3.2.1	<i>Empresas multinacionales y multilatinas .....</i>	41
3.2.2	<i>Estrategia comercial de las empresas multilatinas .....</i>	44
4.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
4.1	Características de la investigación.....	46
4.2	Un estudio de caso .....	47
4.2.1	<i>Unidad de observación y análisis .....</i>	48
4.2.2	<i>Fuentes de información .....</i>	49
4.2.3	<i>Triangulación de la información.....</i>	51
4.2.4	<i>Análisis de la información y operacionalización de las variables .....</i>	53
5.	EL CASO DE LA EMPRESA ÉPSILON.....	57
5.1	Perfil de la Empresa Épsilon.....	58
5.1.1	<i>Datos básicos de la empresa Épsilon.....</i>	58
5.1.2	<i>Historia de la empresa .....</i>	60
5.1.3	<i>Estructura organizacional de la empresa.....</i>	61

5.1.4	<i>Número de plantas y su localización</i>	62
5.1.5	<i>Principales productos</i>	63
5.1.6	<i>Número de empleados: género, formación profesional y técnica</i>	64
5.1.7	<i>Volumen de producción y ventas</i>	65
5.1.8	<i>Clientes y las CGV</i>	66
5.1.8.1	Características de los principales clientes de la empresa Épsilon	66
5.1.8.2	Exportaciones	67
5.1.8.3	Origen de los insumos	67
5.1.8.4	Principales competidores	67
5.1.9	<i>El proceso de producción</i>	68
5.1.9.1	Pasos del proceso productivo	68
5.2	<b>Estrategias de mercado y desarrollo de producto</b>	70
5.2.1	<i>Estrategia de mercado</i>	70
5.2.2	<i>Estrategia de desarrollo de producto</i>	71
5.3	<b>Actividades de Innovación e I+D de la empresa Épsilon</b>	72
5.3.1	<i>Épsilon Labs</i>	72
5.3.2	<i>Actividades de innovación e I+D</i>	73
5.3.3	<i>Gastos en I+D</i>	74
5.3.4	<i>Patentes</i>	74
5.2.4	<i>Estrategia tecnológica de la empresa</i>	75
6.	<b>ACUMULACIÓN DE CT DE LA EMPRESA ÉPSILON</b>	76
6.1	<b>Principales proyectos con esfuerzos de I+D de la empresa: 2000 - 2023</b>	77
6.1.1	<i>Aceite Vegetal para el Transformador</i>	77
	Primer proyecto del aceite vegetal	78
	Segundo proyecto del aceite vegetal	79
6.1.2	<i>Proyecto de Sonido</i>	80
	Primer proyecto de sonido	81
	Segundo Proyecto de sonido	82
	Tercer proyecto de sonido	83
	Cuarto proyecto de sonido	83
6.1.3	<i>Protector de Vida Silvestre</i>	84
6.1.4	<i>Sensores de Humedad</i>	86
	Primer proyecto de sensores de humedad	88

Segundo Proyecto de sensores de humedad .....	89
Tercer proyecto de sensores de humedad.....	90
<b>6.2 Detonadores internos para la acumulación de CT de la empresa Épsilon.....</b>	<b>91</b>
<b>6.3 Matriz de CT con procesos de transformación digital.....</b>	<b>93</b>
<b>7. INFLUENCIA DE LAS ESFERAS DEL ENTORNO EN LOS PROCESOS DE ACUMULACIÓN DE CT .....</b>	<b>98</b>
<b>7.1 Esfera Científico – Tecnológica.....</b>	<b>98</b>
<i>7.1.1 Financiamiento externo a proyectos de la empresa.....</i>	<i>98</i>
<i>7.1.2 Tendencias tecnológicas .....</i>	<i>98</i>
<i>7.1.3 Vinculación con centros de investigación y universidades .....</i>	<i>99</i>
<b>7.2 Esfera económica.....</b>	<b>100</b>
<b>7.3 Esfera ambiental .....</b>	<b>101</b>
<b>7.4 Esfera política.....</b>	<b>101</b>
<b>7.5 Esfera Social .....</b>	<b>102</b>
<b>7.5 Esfera cultural.....</b>	<b>102</b>
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>8.1 La respuesta a la pregunta de investigación .....</b>	<b>106</b>
<i>8.3.1 Proceso de acumulación de CT .....</i>	<i>106</i>
<i>8.3.2 Detonadores internos en el proceso de acumulación de CT de la empresa Épsilon ....</i>	<i>108</i>
<i>8.3.3 El papel de las esferas del entorno en el proceso de acumulación de CT de la empresa Épsilon.....</i>	<i>108</i>
<b>8. 2 Algunas consideraciones finales.....</b>	<b>110</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>117</b>
<b>Guía de entrevistas.....</b>	<b>117</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Matriz de CT con procesos de transformación digital .....	16
Tabla 2.	Principales indicadores de las esferas del entorno .....	21
Tabla 3.	Fuentes de Información .....	50
Tabla 4.	Personal entrevistado de la empresa .....	51
Tabla 5.	Pruebas de validez de información .....	53
Tabla 6.	Operacionalización de conceptos .....	54
Tabla 7.	Datos básicos de la empresa Épsilon .....	58
Tabla 8.	Patentes solicitadas y otorgadas por Épsilon .....	75
Tabla 9.	Tabla resumen de los 2 proyectos de aceite .....	80
Tabla 10.	Tabla resumen de los 4 proyectos de ruido .....	84
Tabla 11.	Tabla resumen de los 3 proyectos de sensores de humedad .....	91
Tabla 12.	Detonadores internos de la empresa .....	92
Tabla 13.	Matriz de CT con procesos de transformación digital de la empresa Épsilon .....	96
Tabla 14.	Esferas del entorno de acuerdo con su importancia en el proceso de acumulación de CT en Épsilon .....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esferas del entorno para la acumulación de CT .....	20
Figura 2.	Diseño de marco conceptual .....	28
Figura 3.	Etapas de generación de energía .....	32
Figura 4.	Núcleo del transformador .....	38
Figura 5.	Funcionamiento de transformador al vacío .....	39
Figura 6.	Funcionamiento de transformador bajo carga .....	39
Figura 7.	Clasificación de Transformadores .....	40
Figura 8.	Multinacionalización de las empresas .....	43
Figura 9.	Línea de flujo del proceso productivo .....	70
Figura 10.	Resumen del proyecto protector de Vida Silvestre .....	86

## 1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías ofrecen un panorama de oportunidades para el crecimiento de las empresas en el mercado, sin embargo, para lograr esto es necesario tener una base mínima de Capacidades Tecnológicas (CT) que facilite el desarrollo e integración de estas tecnologías. Factores internos a la empresa como también factores externos influyen en los procesos de acumulación de CT, los denominaremos detonadores internos y esferas del entorno.

Las CT son definidas por Bell y Pavitt (1995) como las capacidades que generan y administran el cambio de nuevas tecnologías, utilizadas en la producción, basadas esencialmente en el uso de recursos especializados, que deben de ser acumulados a través del conocimiento, reflejando el dominio de las actividades tecnológicas en la producción dentro de las empresas.

Los detonadores internos de la empresa comprenden aquellos elementos internos de la empresa que incentivan o redirigen la acumulación de CT. Por otra parte, las esferas del entorno son factores ajenos a la empresa, que Dutrénit et al. (2024) los agrupa en seis esferas: científico-tecnológica, económica, política, cultural, ambiental, y social, las cuales afectan el curso de la acumulación y creación de CT. (García et al. 2023)

Considerando lo anterior, el presente trabajo investiga el papel del entorno y los principales detonadores que influyen en el proceso de acumulación de CT de una empresa mexicana. La investigación se basa en un estudio de caso.

La empresa Épsilon es mexicana, pertenece al sector eléctrico con más de 50 años en operaciones, está especializada en la fabricación de transformadores eléctricos, con un amplio catálogo de acuerdo con las necesidades requeridas por los clientes. Elabora productos unitarios, clasificándose como una empresa de ingeniería de producto más que de manufactura. Compite a nivel internacional en los grandes mercados, siendo líder en algunos de los productos que elabora, además de realizar actividades de I + D.

Cuenta con una coinversión con un grupo industrial estadounidense, líder en tecnologías y servicios industriales. Es una empresa multilatina, que tiene operaciones en otros mercados internacionales y su casa matriz se ubica en México. Tiene cuatro plantas en Estados Unidos,

y una en Brasil. Épsilon está comprometida con la sustentabilidad en cuanto a procesos y productos.

Algunas posibles afectaciones que inciden en el proceso de acumulación de CT son: el sector, tipo de producto, el ambiente en el que se localiza, el mercado, el costo de producción, la cultura de la empresa y la cultura de trabajo, entre otras. Hay aquí factores internos a la empresa y otros que vienen del contexto en el que compete.

En este sentido se plantea la siguiente interrogante ¿Cómo las esferas del entorno y los detonadores internos afectan el proceso de acumulación de CT en una empresa mexicana multilatina del sector eléctrico?, El objetivo principal es identificar los detonadores internos y el papel de las diferentes esferas del entorno en la acumulación de CT en una organización mexicana multilatina del sector eléctrico en el periodo de 2000 – 2023.

Los objetivos específicos se plantean de la siguiente forma: 1) Describir el proceso de acumulación de CT de una empresa mexicana multilatina del sector eléctrico en el periodo de 2000 – 2023 y analizar el nivel actual de CT de la empresa, 2) Analizar los detonadores internos en el proceso de acumulación de CT, y 3) Discutir las esferas del entorno que han afectado el proceso de acumulación.

La forma en que se encuentra estructurado este documento es la siguiente: en el primer capítulo se presenta esta introducción, en el segundo se plantea una revisión de la literatura sobre la acumulación de CT, el papel de las esferas del entorno en la acumulación y como los detonadores internos de la empresa también afectan el proceso de acumulación, en el tercer capítulo se caracteriza al sector y los transformadores eléctricos, y el fenómeno de las empresas multilatinas, en el cuarto capítulo se describe la metodología utilizada para hacer el análisis del estudio de caso de la empresa de transformadores.

Posteriormente en el quinto capítulo se hace una descripción del perfil de la empresa, en el sexto capítulo se analiza el proceso de acumulación de CT de la empresa, en el séptimo capítulo se abordan las esferas del entorno y su interacción con Épsilon, y finalmente el octavo capítulo presenta las conclusiones de la investigación.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y MARCO CONCEPTUAL**

La presente investigación tiene como objetivo principal identificar los detonadores internos de la empresa y el papel de las diferentes esferas del entorno en la acumulación de CT en una empresa mexicana multilatinas del sector eléctrico en el periodo de 2000 – 2023. Este trabajo se basa en un cuerpo de literatura que analiza las CT, adopta una definición, explora cómo se lleva a cabo el proceso de acumulación de CT, y en otro que explora el papel de las esferas del entorno y los detonadores internos de la empresa en el proceso de acumulación de CT. Estos temas serán desarrollados mediante la revisión de la literatura con el objetivo de dar una respuesta a las interrogantes planteadas en torno a la acumulación de CT.

### **2.1 Capacidades Tecnológicas (CT)**

Las CT tienen un papel fundamental en el desempeño innovativo de las empresas, por lo que, su creación y acumulación se vuelven indispensables para el escalamiento en el mercado, permitiendo la obtención de ventajas competitivas, mejorando los costos y tiempos de producción, así como también mejorar la competitividad de los productos, siendo tema de interés comprender cómo las esferas del entorno y los detonantes internos de la empresa afectan los procesos de acumulación de CT.

En esta sección se revisa la definición de las CT, cómo se acumulan, los detonantes internos de la empresa en la acumulación de CT y el papel de las esferas del entorno.

#### ***2.1.1 Capacidades Tecnológicas de la Empresa***

Las CT son parte fundamental de las organizaciones, debido a que permiten la introducción e implementación de nuevas tecnologías y generan las condiciones para introducir innovaciones. Por este motivo, su conceptualización y entendimiento es de suma importancia para comprender cómo ocurren las transformaciones tecnológicas dentro de las organizaciones y cómo se innova en la empresa.

La primera conceptualización de las CT fue hecha por Westphal, Kim y Dahlman (1985), definiéndose como la capacidad de uso efectivo del conocimiento tecnológico, que implica, no solo, el conocimiento que se posee, sino el conocimiento utilizado, y la eficiencia con la que se aplica este en la producción, la inversión y la innovación.

A partir de esta definición, el concepto evolucionó a lo largo del tiempo. La definición dada por Bell y Pavitt (1995), se refiere a ellas como las capacidades que generan y administran el cambio de nuevas tecnologías, utilizadas en la producción, basadas esencialmente en el uso de recursos especializados, que deben de ser acumulados a través de la inversión, reflejando el dominio de las actividades tecnológicas en la producción dentro de las empresas.

Sin embargo, Kim (1997), no solo destaca la habilidad de estas capacidades para utilizar el conocimiento existente, su definición sobre capacidades tecnológicas implica la habilidad para hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico, el cual se asimila, utiliza, adapta y cambia las tecnologías ya existentes en la organización, lo que permite la creación de nuevas tecnologías como también nuevos productos y procesos, utilizando el conocimiento existente pero también generando nuevo conocimiento.

Las CT se consideran como el resultado de un proceso colectivo e interactivo de aprendizaje, que reflejan el dominio de habilidades tecnológicas, las cuales no radican en la acumulación de conocimiento sino en su uso efectivo en la producción, inversión e innovación, en ellas interviene un complejo tejido de interacciones que provocan una derrama tecnológica en toda la organización. (Torres, 2006; Vera-Cruz, 2004; García et al. 2023)

Para la presente investigación se utilizará la definición de Bell y Pavitt (1995), previamente mencionada, con la que se establecerán las bases teóricas necesarias para comprender el proceso de acumulación de CT en el contexto específico de este análisis.

Estas CT están constituidas por dos tipos de conocimiento, en primer lugar los individuales, que se adquieren mediante la experiencia y las relaciones creadas dentro de la empresa, los cuales engloban las habilidades, actitudes, conocimiento tácito <sup>1</sup> y las interacciones que tienen los miembros de la empresa, en segundo lugar los no individuales, involucran el

---

<sup>1</sup> El conocimiento tácito es un tipo de conocimiento personal difícil de transmitir y compartirlo con el lenguaje formal, tiene sus orígenes en las raíces de las acciones y experiencias individuales de las personas, dividido en dos dimensiones una técnica que implica como llevar a cabo una tarea o trabajo “Know – How”, y una dimensión cognoscitiva que refleja una imagen de la realidad y la visión del futuro de las personas. (Nonaka, y Takeuchi, 1999)

conocimiento codificado <sup>2</sup>, los equipos, y herramientas para el manejo de software y equipo, siendo importantes para la creación de CT. (Velarde y Araiza, 2012)

El uso de estos dos tipos de conocimiento conlleva a un proceso secuencial y evolutivo de acumulación a lo largo del tiempo, que se encuentra presente en todas las etapas del proceso productivo, de las que destacan dos dimensiones importantes en las que se crean las CT que son el diseño y la manufactura (De León et al. 2021). Estos son segmentos estratégicos de la empresa donde la generación y utilización de conocimientos y habilidades son esenciales.

Las CT comprenden una relación entre las organizaciones y su desempeño innovador, permitiendo el desarrollo de habilidades necesarias para el intercambio de información, tecnologías y destrezas con otras empresas e instituciones, debido a que una innovación es un proceso interactivo que requiere de la vinculación entre distintos agentes para lograr su implementación en las organizaciones. (Velarde y Araiza, 2012)

### ***2.1.2 Procesos de acumulación de Capacidades Tecnológicas***

El proceso de acumulación de CT se sustenta a partir de una base mínima de conocimientos tecnológicos, suponiendo que las empresas son inmaduras tecnológicamente, debido a que estas aprenden y acumulan conocimiento con el paso del tiempo, permitiendo el progreso de nuevas actividades y la adquisición de CT, hasta el punto en el que las organizaciones se encuentren listas para llevar a cabo actividades de innovación. (Dutrénit, 2000; Pérez y Pérez, 2009)

La innovación puede ser el resultado del conocimiento acumulado y las actividades de I+D que determinan el tipo y nivel de novedad de la innovación basadas en: 1) nuevos conocimientos, o 2) nuevas combinaciones de conocimientos existentes. (Dutrénit et al. 2024)

Los procesos de acumulación de CT ocurren a nivel de empresa, donde se toman decisiones sobre mantener, aumentar o reducir las CT que la organización ha acumulado a lo largo del

---

<sup>2</sup> El conocimiento explícito o codificado es el conocimiento que puede ser expresado con palabras y números, siendo fácil de transmitirse y compartirse en forma de datos, fórmulas científicas, procedimientos codificados o principios universales, puede ser fácilmente procesado y almacenado (Nonaka, y Takeuchi, 1999).

tiempo. A este nivel se toman decisiones sobre cuándo, cómo (fuentes internas y externas) y en qué dirección se acumula (líneas de investigación, mercados en los que entran, etc.). (Dutrénit et al. 2024)

Los procesos de acumulación de CT se llevan a cabo a través de dos grupos de actividades, las primarias y las de apoyo:

**Las primarias** implican la realización de actividades, subdivididas en funciones técnicas de inversión y producción, las de inversión sirven para la toma de decisiones en cuanto al control, preparación y ejecución de proyectos, necesarios para poder gestionar y generar el cambio técnico, por otra parte, las referentes a las actividades técnicas en producción están divididas en las que se centran en el proceso de producción y las que organizan el proceso de producción, cuyo objetivo final es el producto. (De León, 2021)

**Las de apoyo** son aquellas funcionan como respaldo para la trayectoria de acumulación de CT, ya que estas conectan la vinculación con empresas y tecnologías externas a la organización con la producción y prestación de servicios. (De León, 2021)

Estas actividades se llevan a cabo mediante tres etapas que forman parte del proceso de acumulación de CT, en la primera etapa las tecnologías se adapta para poder incorporarlas en las instalaciones, además de mejorar las tecnologías existente adaptándolas a las nuevas condiciones, en la segunda etapa se da una post – adaptación, incrementando la eficiencia inicial llevando a cabo modificaciones de las tecnologías para adecuarlas a los cambios del mercado de insumos y productos, en estas dos primeras etapas existen cambios continuos en la acumulación de conocimientos y habilidades para la adopción de nuevas tecnologías. (Pérez y Pérez, 2009)

Por último, en la tercera etapa las empresas se apoyan sobre la base de las capacidades ya adquiridas en las primeras dos etapas del proceso para introducir las nuevas tecnologías de manera más sustancial. (Pérez y Pérez, 2009)

Bell y Pavitt (1995) construyeron una taxonomía para categorizar las CT. Esta taxonomía distingue las capacidades más importantes de la empresa de acuerdo con su función técnica, que implican las principales actividades tecnológicas de la organización, en ella se presentan

diferentes grados y niveles de madurez de las CT por el carácter innovador que manejan (Dutrénit et al. 2020).

En esta matriz se incluyen cuatro niveles de acumulación: primero un nivel de CT de producción rutinaria, que son las que se utilizan para operar y utilizar las tecnologías existentes en la empresa, y tres niveles que refieren a las diferentes CT innovadoras subdivididas en básicas, intermedias y avanzadas, utilizadas para gestionar y generar el cambio técnico en la organización (Bell y Pavitt, 1995; Dutrénit et al. 2020).

En los subniveles de las CT de innovación se distinguen: las básicas que permiten una contribución pequeña pero incremental al cambio tecnológico, y el nivel intermedio y avanzado, donde las contribuciones son sustanciales, novedosas y ambiciosas dirigidas al cambio tecnológico. (Dutrénit et al. 2020)

En el contexto actual, estamos viviendo un proceso acelerado de transformación digital, llevando a las organizaciones a un proceso de transformación digital, acompañado de un conjunto de tecnologías digitales disruptivas, que requiere nuevas CT. Por este motivo, la matriz propuesta por Bell y Pavitt (1995) requiere ser pensada en función de estos nuevos fenómenos emergentes. (Dutrénit et al. 2024)

La transformación digital, es el proceso mediante el cual las empresas introducen nuevas tecnologías en sus procesos productivos y actividades en general con el propósito de mejorar la productividad y eficiencia, incorporando la digitalización y las nuevas tecnologías para aprovechar las ventajas competitivas que esto ofrece. (Guerra, 2017)

Westerman; et al. (2014), plantean que la transformación digital es la apropiación de la tecnología para mejorar y potenciar el desempeño de la empresa, incrementando la satisfacción de los clientes al incluir en esta estrategia a las demandas de los clientes.

Dado esto, Dutrénit et al. (2024) plantean la representación de una matriz de funciones técnicas y niveles de acumulación que permita ver cómo se lleva a cabo la acumulación de CT en el nuevo contexto de transformación digital (ver tabla 1).

Se requiere acumular CT para innovar, pero también para avanzar en el proceso de digitalización. Las funciones que se incluyen en esta matriz son las siguientes. (Dutrénit et al. 2024):

- Capacidades de toma de decisiones para la adopción y desarrollo de tecnologías
- Capacidades para adoptar, adaptar y desarrollar tecnologías de procesos;
- Las capacidades para desarrollar nuevos productos;
- Vincular capacidades con otros actores; y
- Las capacidades para la integración de tecnologías exponenciales.

**Tabla 1. Matriz de CT con procesos de transformación digital**

Nivel de CT	Funciones técnicas				
	Toma de decisiones para la adopción y desarrollo de tecnologías	Adoptar, adaptar y desarrollar tecnologías de proceso	Desarrollar nuevos productos	Vinculación con otros actores	Integración de tecnologías exponenciales
<b>CT de producción</b>					
<b>Rutinario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilización sobre la necesidad de adoptar tecnologías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones.</li> <li>Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réplica de especificaciones y diseños fijos.</li> <li>Control de calidad rutinario para mantener los estándares y las especificaciones existentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda de insumos disponibles y de proveedores de tecnologías existentes.</li> <li>Búsqueda y absorción de información de clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de TD para propósitos de la empresa</li> <li>Sensibilización sobre el uso e implementación de las TD</li> </ul>
<b>CT innovativas</b>					
<b>Básico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsabilidad es definidas para la toma de decisiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estiramiento de la vida útil de los equipos (modernización-adaptación de aditamentos)</li> <li>Adaptaciones menores de equipos y procesos para incrementar la eficiencia</li> <li>Introducción de sensores para adquirir información para aseguramiento de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptaciones menores en función de las necesidades del mercado y mejoras incrementales en las características de desempeño del producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda y absorción de información y de TTD de nuevos proveedores, clientes e instituciones locales e internacionales</li> <li>Búsqueda de nuevos nichos de mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño de estrategias de adopción e implementación de TD</li> </ul>
<b>Intermedio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir una estrategia de adopción de acuerdo con los requerimientos actuales de los clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automatización de algunos equipos y procesos</li> <li>Diseño incremental de nuevos procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejoras sustantivas del diseño de los productos a partir de actividades de desarrollo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vigilancia tecnológica</li> <li>Desarrollo incremental de productos y procesos con clientes y proveedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de algunas TD (robótica, IA, analítica de datos, ciberseguridad, etc.) para el diseño y desarrollo de nuevos productos,</li> </ul>

Nivel de CT	Funciones técnicas				
	Toma de decisiones para la adopción y desarrollo de tecnologías	Adoptar, adaptar y desarrollar tecnologías de proceso	Desarrollar nuevos productos	Vinculación con otros actores	Integración de tecnologías exponenciales
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones regulares y herramientas para la toma de decisiones</li> <li>• Adopción-uso de algunas TD para la toma de decisiones (analítica de datos, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de TD en algunos procesos productivos y en la logística (Inteligencia Artificial)</li> <li>• Incorporación eventual/no sistemática de robots</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de patrimonio tecnológico (Derechos de Propiedad Intelectual y secretos industriales)</li> <li>• Digitalización de los desarrollos</li> <li>• Uso de alguna TD (Inteligencia Artificial o analítica de datos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculación con universidades locales</li> <li>• Interacción con otros actores: academia, gobierno, competidores y otras industrias locales para compartir información e incidir en las políticas.</li> <li>• Acceso a apoyos públicos para la innovación</li> </ul>	procesos y comercialización
<b>Avanzado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar una estrategia de experimentación para anticipar las necesidades del mercado y desarrollar liderazgo tecnológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación de proceso y desarrollo de la I+D relacionada</li> <li>• Uso sistemático de TD en todos los equipos y procesos requeridos</li> <li>• Uso sistemático de robots y digitalización de la información generada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación de producto y desarrollo de la I+D relacionada</li> <li>• Uso sistemático de TD para el diseño de productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculación para el monitoreo de las tendencias tecnológicas, de los mercados y de la regulación internacional</li> <li>• Vinculación con universidades y centros de investigación internacionales</li> <li>• Colaboración en desarrollos tecnológicos con proveedores, clientes, competidores y socios con enfoque de innovación abierta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de las TD en todos los procesos (manufactura, logística, comercialización -<i>Smart Factory</i>) y en el diseño y desarrollo de nuevos productos</li> </ul>

Nota: TD - Tecnologías digitales disruptivas.

Fuente: Tomado de Dutrénit et al. 2024.

Este trabajo se basa en esta propuesta de matriz de CT con transformación digital, dadas las características en el que se desarrolla la empresa.

### ***2.1.3 El papel de las esferas del entorno en el proceso de acumulación de CT***

Como se ha mostrado a lo largo de la historia los factores de producción han evolucionado pasando de los clásicos como es el trabajo, la tierra y el capital a elementos más complejos como son el conocimiento, las nuevas tecnologías e innovaciones, así como los factores del ambiente, los cuales modifican y alteran el curso de la acumulación de CT.

Las organizaciones buscan desarrollar nuevas capacidades que les permitan adaptarse al constante cambio tecnológico y a las demandas del mercado, lo que permitirá administrar el conocimiento, el aprendizaje e innovación, así como también ayudar a mejorar la competitividad de la empresa.

La acumulación de CT no es el resultado de una suma simple de diferentes capacidades aisladas, en realidad la acumulación de CT implica la existencia de vínculos y sinergia entre las capacidades, las cuales interactúan con el entorno tanto a nivel organizacional como con las instituciones e incentivos de diferentes esferas del entorno. (Dutrénit et al. 2022)

El entorno está definido por seis esferas que son: científico-tecnológica, económica, política, cultural, ambiental y la social, las cuales inciden en la toma de decisiones de la empresa en el proceso de acumulación de CT. Estas esferas proporcionan una forma de explicación del entorno, lo cual estimula la acumulación de CT esenciales para lograr las actividades innovadoras en la organización. (García et al. 2023)

Estas esferas se caracterizan por subsistemas dedicadas a dimensiones específicas, con actores y políticas asociadas a ellas, además de contar con indicadores y aspectos que influyen en las decisiones que toma la empresa para la acumulación de CT, por lo que cada esfera tendrá un nivel de importancia diferente en la toma de decisiones de la empresa (Dutrénit et al. (2024)

A continuación se presenta la definición de esferas propuesta por Dutrenit et al. (2024).

**Esfera científico-tecnológica:** Son las organizaciones, entidades públicas y subsistemas de la sociedad que se encargan del avance y fortalecimiento del conocimiento sobre el mundo

natural o social, además de las ideas de aquellos individuos cuyas actividades se dirigen hacia este objetivo. También se incluye a las administraciones públicas que formulan las políticas de CTI.

**Esfera económica:** Los subsistemas de la sociedad que se ocupan de la producción, distribución y consumo de bienes y servicios, y de las personas y organizaciones que se responsabilizan de estas actividades. Incluye los aspectos de promoción y fomento de las actividades industriales mediante la política industrial.

**Esfera ambiental:** Implica el comportamiento de los individuos, organizaciones y administraciones públicas en relación con la protección del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad.

**Esfera política:** Son los individuos, organizaciones, entidades públicas y subsistemas de la sociedad que se ocupan principalmente del gobierno como la regulación legal y política por parte de autoridades centrales, locales o internacionales de la sociedad.

**Esfera social:** Involucra las relaciones entre personas, organizaciones y entidades de orden civil que dan forma a la sociedad y de las que dependen los grados de desigualdad, inequidad y asimetría que hay en ella en relación con la disponibilidad de recursos e ingresos.

**Esfera cultural:** Implica las ideas, valores, creaciones artísticas, tradiciones, religiones y costumbres que influyen en las normas de conducta de los individuos y organizaciones que las promueven y repercuten en las reglas de la sociedad.

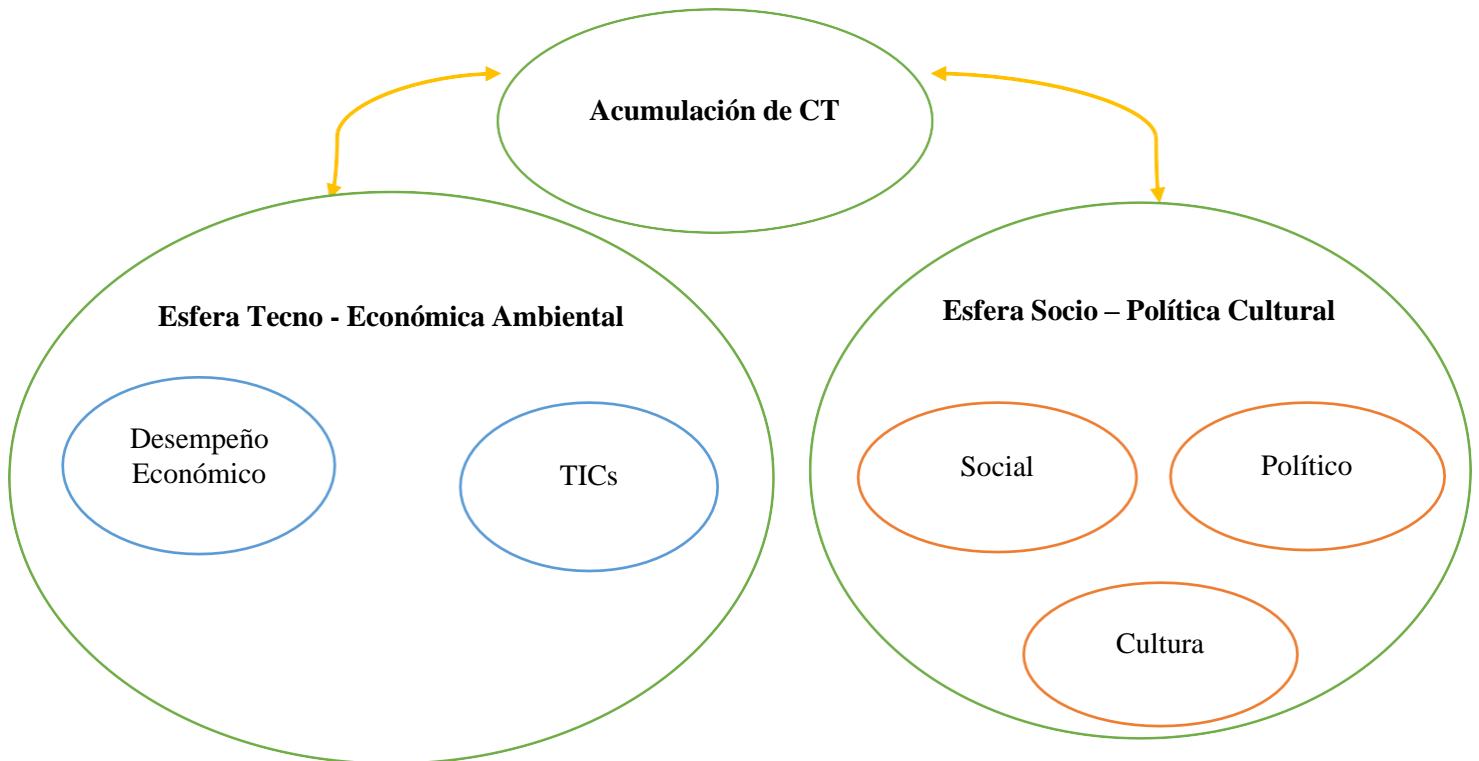
Estas esferas pueden dividirse en dos grandes grupos, por un lado la esfera tecno – económica y ambiental, y por otro lado la esfera socio – política y cultural, donde las organizaciones combinan diferentes elementos de estas esferas para desarrollar distintos modelos de crecimiento, siendo importante para los procesos de acumulación de CT (Dutrénit et al. 2022).

Estas esferas pueden dividirse en dos grandes grupos, por un lado la esfera tecno – económica, ambiental y por otro lado la esfera socio – política, cultural, donde las organizaciones combinan diferentes elementos de estas esferas para desarrollar distintos modelos de crecimiento, siendo importante para los procesos de acumulación de CT (Dutrénit et al. 2022).

En este sentido se aprecia que existe un conjunto de conexiones entre los elementos naturales del entorno tales como, lo económico, lo social, la cultura y el ambiente, y los elementos científicos – tecnológicos, los cuales condicionan las acciones de las personas y las organizaciones en la toma de decisiones, ya que estos se ven afectados por los factores del entorno. (Dutrénit et al. 2022)

Esto puede apreciarse a través de la siguiente figura elaborada con base en Dutrénit et al. (2022), que ilustra cómo la evolución de las esferas del entorno condiciona las interacciones entre el contexto y las decisiones tomadas en las organizaciones.

**Figura 1. Esferas del entorno para la acumulación de CT**



Fuente: Elaboración propia con base en Dutrénit et al. (2022).

Como se aprecia en el diagrama anterior, el contexto es influenciado principalmente por cada uno de sus elementos y sus interacciones, aunque con diferentes naturalezas y niveles de penetración, estos actúan como factores importantes en la acumulación de CT. Cada elemento del sistema contiene su propia estructura, con diferentes configuraciones en sus

relaciones y funciones entre las diferentes esferas del entorno, cada uno desde su nivel de penetración en las decisiones de la empresa y la acumulación de CT.

Teniendo en cuenta estas características, Dutrénit et al. (2024) plantean una serie de indicadores para poder mostrar las relaciones que se establecen entre estas esferas y los aspectos que las expresan. Los indicadores correspondientes a cada esfera se presentan en la tabla 2 y se destacan sus aspectos principales.

**Tabla 2. Principales indicadores de las esferas del entorno**

<b>Esfera</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Aspectos de los indicadores</b>
<b>Científico tecnológico</b>	Vinculación con instituciones de educación superior (IES) o centros de investigación (CI)	La presencia o ausencia de estos vínculos y sus posibilidades siempre es un factor recurrente. La ubicación municipal ofrece información sobre el peso de este factor en el territorio.
	Programas públicos de fomento a la innovación, como el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI)	La importancia de la presencia o ausencia del PEI es un factor reiterado respecto a los condicionantes de las decisiones. *
	Estímulos fiscales a la I+D (EFID)	La presencia o ausencia de los EFID es un factor reiterado respecto a los condicionantes de las decisiones. En particular, el EFID que se otorga por incremento en el gasto de I+D es un factor específico reiterado.
	Colaboración con clientes o proveedores para el desarrollo de productos	La figura del cliente en términos de sus preferencias y hábitos de demanda es condicionante de decisiones.
<b>Económica</b>	Tamaño relativo y expansión del mercado interno/externo	La ubicación en una clase censal o industrial (CCI) y en un ámbito municipal (M) resulta útil para conocer si la firma está en una clase con una proporción alta o baja del mercado, si éste se expande y si tiene una porción más interna o externa. El M puede o no tener importancia para el tamaño y posibilidades de expansión del mercado.

	Disponibilidad de insumos	Son factores condicionantes tanto la disponibilidad de insumos de origen interno como externo. La CCI tiene una composición de recursos que contribuye a ubicar los requerimientos de insumos.
	Rentabilidad	Las medidas de valor agregado sobre activos y de beneficios sobre activos de la CCI a la que pertenece la empresa y sus relaciones con otras CCI interconectadas importan para la rentabilidad.
	Precios relativos	La razón entre los precios de los productos y de los insumos y su evolución en la CCI que comprende a la organización es útil para enmarcar las ventajas o desventajas que ésta enfrenta desde el punto de vista costo – beneficio.
	Inflación	La tasa de inflación es un condicionante de expectativas sobre una posible incertidumbre.
	Tasa de interés	Aunque no es un concepto que aparece en la información de los estudios de casos, su relación con la inflación suele ser una mejor aproximación de la percepción de incertidumbre.
<b>Ambiental</b>	Regulación ambiental actual y futura	Las normas en materia ambiental y de sustentabilidad son fuente de preocupación y de posibles decisiones de largo plazo que están influyendo en el presente y condicionando el futuro de las decisiones.
	Manejo de residuos	Las formas de manejar e incluso tratar los desechos de la producción y de sus procesos tanto principales como adyacentes cada vez más están influyendo y condicionando las decisiones.
	Trazabilidad de los productos	La identificación de las características de los insumos desde el punto de vista de su capacidad de dañar o favorecer al medio ambiente, a la biodiversidad o de incidir sobre el cambio climático, y lo mismo para los productos, es también un condicionamiento de decisiones presentes encadenadas con posibilidades de expansión futuras.

	Colaboración con proveedores para la trazabilidad	Los intercambios y alianzas con proveedores para mitigar y favorecer aspectos medioambientales es un factor que comienza a tener importancia como condicionamiento de las decisiones. En particular en la industria alimentaria, la colaboración con los campesinos para que los cultivos y el tratamiento de sus productos respondan a estándares ambientales y de sustentabilidad deseables comienza a ser frecuente.
<b>Política</b>	Estado de derecho	La falta o la debilidad de las reglas relativas a las actividades de la empresa en los planos comercial, financiero, laboral son fuente de incertidumbre.
	Inseguridad	La presencia de factores de falta de seguridad en el transporte de insumos o de productos y en el lugar donde está la firma afectan su operación. La percepción de seguridad presente en el M que figura en las encuestas de inseguridad es un indicador que contribuya a comprender la importancia de estos factores.
<b>Social</b>	Escasez de personal y rotación	La preocupación por la carencia de personal, la dificultad que plantea su excesiva movilidad y el conflicto con otras firmas para contratarlo alteran la estabilidad necesaria para tomar decisiones de largo plazo.
	Salarios	El nivel y la tasa de aumento de los salarios transmite expectativas de riesgos sobre los costos y la calidad del trabajo que tiene efectos en las decisiones.
	Organización sindical	La presencia o ausencia de organización sindical (OS); el tipo de OS: local, regional, nacional; las posibilidades de intercambio de información y de diálogo de la OS con distintas instancias de la empresa, influencias en la toma de decisiones.
<b>Cultural</b>	Cultura de digitalización	Los elementos para establecer procedimientos, rutinas y hábitos que hagan posible que dispositivos y personal funcionen aprovechando procesos de digitalización están adquiriendo creciente importancia y condicionando decisiones. Al mismo tiempo es preponderante la capacitación y el entrenamiento del personal en las habilidades digitales; estos procesos y sus ritmos también condicionan las decisiones.
	Aspectos macro - culturales	Los comportamientos determinados por la adscripción cultural en términos de género, edad, etnia, preferencias de uso del tiempo libre ocupan un lugar en la valoración de las aptitudes y habilidades del personal que condicionan decisiones.

	Cultura organizacional	Por lo general, las organizaciones adoptan algunas ideas expresadas en su visión, misión o realización respecto a la importancia de distintos objetivos, a las relaciones interpersonales, a las formas y conexiones de las jerarquías con sus personas trabajadoras o colaboradoras, con sus proveedores y con sus clientes. Estos elementos de la cultura interna son condicionantes de las decisiones.
--	------------------------	---

\*Nota: las decisiones a las que se refiere esta tabla son aquellas que toman los gestores de ACT en las empresas.

Fuente: Tomada de Dutrenit et al. (2024).

Estos indicadores y sus diversos aspectos sirven como señales que los tomadores de decisiones empresariales consideran para guiar sus acciones. Es importante evaluar cómo la información procedente de múltiples fuentes influye en decisiones específicas tomadas por las empresas. Esta investigación utiliza estos indicadores como referencia para el análisis.

#### ***2.1.4 Detonadores internos de la empresa en el proceso de acumulación de CT***

Para que las empresas puedan adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas es necesario que tengan claridad de sus condiciones internas, y diseñen e implementen estrategias para reaccionar rápidamente a cambios que sucedan en su entorno.

Las organizaciones innovan a través de estrategias tecnológicas, para la generación, desarrollo e implementación de nuevas tecnologías, considerando la existencia de detonadores internos que impulsan la implementación de estas tecnologías. Si la empresa pretende crecer y ser competitiva en el mercado es necesario que existan estas estrategias internas (Pomar, 2012).

La acumulación de CT responde a las limitaciones internas de la empresa como es el caso de las experiencias previas, diseño organizacional y existencia de un laboratorio de I+D, capacitación del personal dedicado a actividades de I+D, la estructura y naturaleza de los vínculos con la academia, proveedores, competidores y clientes, cultura organizacional, entre otras (Dutrénit et al. 2024).

Siendo un proceso impulsado por la estrategia tecnológica, la cual conecta los procesos internos a la organización, permitiendo crear nuevo valor a los productos (Cachay y Espino, 2020). Este proceso implica conocer el estado actual de la organización, considerando la

gestión de procesos, la gestión del conocimiento, y gestión de proyectos de innovación, es decir, entender cuáles son los detonadores internos (Westerman et al. 2014).

Según Peralta, (2024), los principales detonadores internos son los siguientes:

**Retos internos:** problemas operativos de la empresa relacionados a costos de producción, productividad, incumplimiento de los tiempos de entrega, lo que implica problemas operativos, que es necesario resolver mediante el desarrollo de nuevos procesos, utilizando nuevos materiales y tecnologías.

**Visión de los directivos:** la visión de los directivos puede conducir los esfuerzos de la estrategia tecnológica, hacia los objetivos que vean convenientes de acuerdo con las necesidades y fortalezas del negocio.

La transformación tecnológica deriva de los detonadores internos de la empresa, los cuales expresan el camino que se debe seguir para poder incorporar las nuevas tecnologías en la organización, llegando a la acumulación de CT necesarias para lograr la correcta ejecución de dichas tecnologías.

## **2.2 Marco Conceptual**

Esta sección tiene como objetivo principal presentar los principales conceptos que explican la presente investigación y cómo se relacionan entre sí. La revisión de la literatura se planteó mediante un cuerpo de literatura que aborda las CT, su proceso de acumulación, las esferas del entorno y los detonadores internos de la empresa en relación con la acumulación de CT.

A partir de este cuerpo de literatura se busca dar respuesta al fenómeno estudiado, el cual hace referencia a cómo el papel de las esferas del entorno y los detonadores internos de la empresa afecta al proceso de acumulación de CT de la organización.

Esta sección está compuesta por la definición de los principales conceptos utilizados discutiendo de manera breve y clara la vinculación que existe entre ellos con la pregunta y objetivos de investigación, además de proponer un diseño de la estructura conceptual de la pregunta y objetivos de la investigación.

### ***2.2.1 Principales conceptos utilizados en la investigación***

Los principales conceptos utilizados para explicar la pregunta y objetivos de investigación son los siguientes: **CT, esferas del entorno y detonadores internos**. Otro concepto puente que ayudará a entender cómo se da la acumulación de CT en el momento actual es la *transformación digital*.

#### **CT**

Bell y Pavitt (1995), se refiere a ellas como las capacidades que generan y administran el cambio de nuevas tecnologías, utilizadas en la producción, basadas esencialmente en el uso de recursos especializados, que deben de ser acumulados a través del aprendizaje, reflejando el dominio de las actividades tecnológicas en la producción dentro de las empresas.

#### **Esferas del entorno**

El entorno son los factores externos a las organizaciones que afectan a la toma de decisiones y la forma en cómo se acumulan las CT, y que ayudan a la correcta integración de las nuevas tecnologías y las demandas del mercado.

Se adopta la definición de las esferas propuesta por Dutrénit et al. (2024), incluida en la sección 2.1.3, que incluye seis esferas: científico-tecnológica, económica, política, cultural, ambiental, y social, las cuales forman parte de la toma de decisiones de la firma en el proceso de acumulación de CT.

**Esfera científico-tecnológica:** Son las organizaciones, entidades públicas y subsistemas de la sociedad que se encargan del avance y fortalecimiento del conocimiento sobre el mundo natural o social, además de las ideas de aquellos individuos cuyas actividades se dirigen hacia este objetivo. También se incluye a las administraciones públicas que formulan las políticas de CTI.

**Esfera económica:** Los subsistemas de la sociedad que se ocupan de la producción, distribución y consumo de bienes y servicios, y de las personas y organizaciones que se responsabilizan de estas actividades. Incluye los aspectos de promoción y fomento de las actividades industriales mediante la política industrial.

**Esfera ambiental:** Implica el comportamiento de los individuos, organizaciones y administraciones públicas en relación con la protección del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad.

**Esfera política:** Son los individuos, organizaciones, entidades públicas y subsistemas de la sociedad que se ocupan principalmente del gobierno como la regulación legal y política por parte de autoridades centrales, locales o internacionales de la sociedad.

**Esfera social:** Involucra las relaciones entre personas, organizaciones y entidades de orden civil que dan forma a la sociedad y de las que dependen los grados de desigualdad, inequidad y asimetría que hay en ella en relación con la disponibilidad de recursos e ingresos.

**Esfera cultural:** Implica las ideas, valores, creaciones artísticas, tradiciones, religiones y costumbres que influyen en las normas de conducta de los individuos y organizaciones que las promueven y repercuten en las reglas de la sociedad.

### **Detonadores internos de la empresa**

Westerman et al. (2014), los detonadores internos de la empresa corresponden al estado actual de la organización, considerando la gestión de procesos, la gestión de las demandas del cliente, la gestión del conocimiento, y la gestión de proyectos de innovación.

Este proceso implica conocer el estado actual de la organización, considerando la gestión de procesos, la gestión del conocimiento, y gestión de proyectos de innovación, es decir, entender cuáles son los detonadores internos. (Westerman et al. 2014)

### **Transformación digital**

Es el proceso mediante el cual las empresas introducen nuevas tecnologías en sus procesos productivos y actividades en general, con el propósito de mejorar la productividad y eficiencia en la empresa, incorporando la digitalización y las nuevas tecnologías en la firma para aprovechar las ventajas competitivas que esto ofrece (Guerra, 2017).

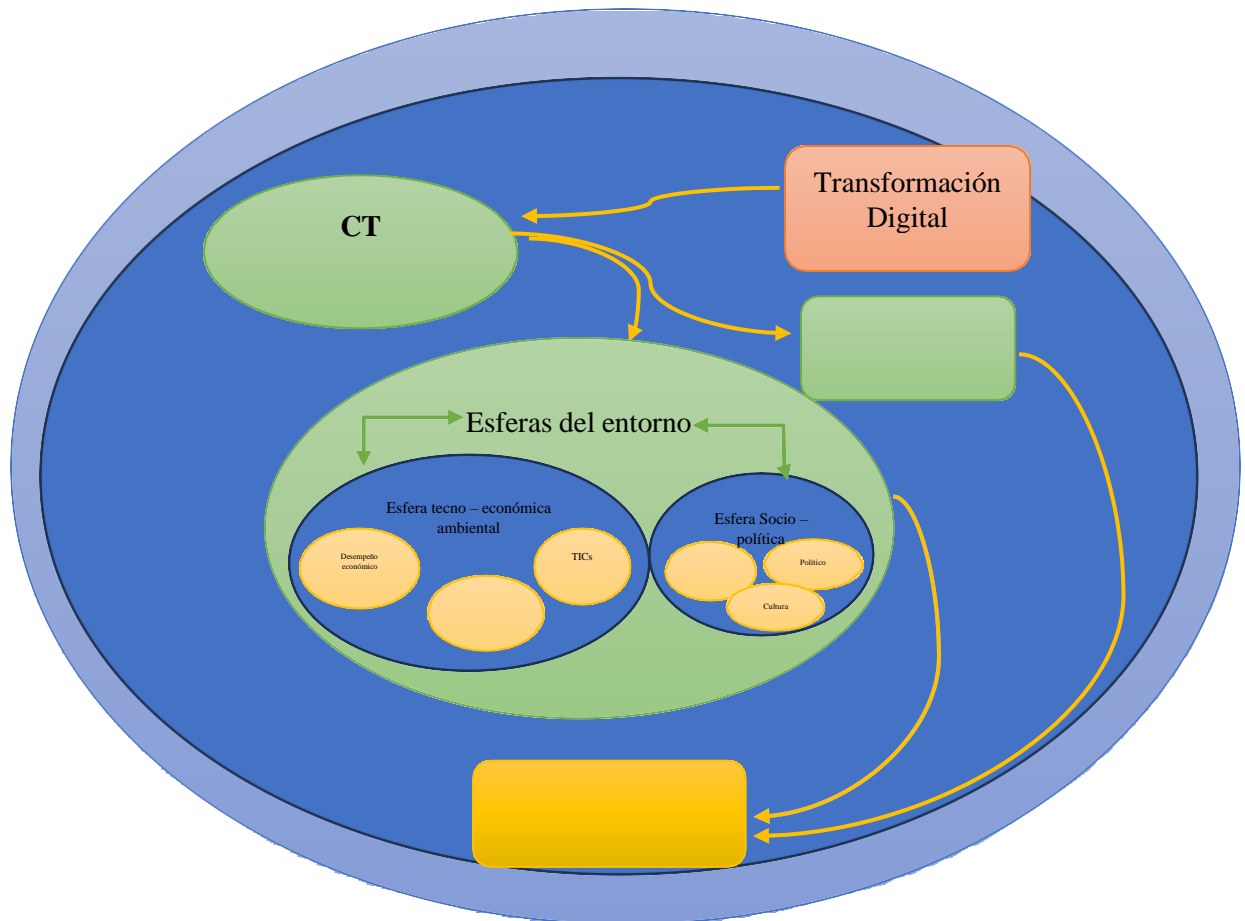
#### ***2.2.2 Diseño del marco conceptual***

Teniendo en cuenta la interrogante principal de la investigación junto con la revisión de la literatura realizada y la identificación de los conceptos principales, la figura 2 contiene el

diseño del marco conceptual, el cual sirve para poder relacionar los conceptos principales con la pregunta de investigación.

El objetivo principal se encuentra en la interacción de las esferas del entorno y los detonantes internos con el proceso de acumulación de CT en una empresa multilatinas del sector eléctrico.

**Figura 2. Diseño de marco conceptual**



Fuente: Elaboración propia.

La figura anterior presenta los conceptos utilizados así como las relaciones entre ellos, estos conceptos son integrados en un esquema circular que integra todas las relaciones que dan respuesta a la pregunta de investigación. Los conceptos principales se presentan en círculos color verde, las flechas amarillas representan las relaciones entre conceptos, en naranja los conceptos secundarios que apoyan a los conceptos principales, logrando un mejor

entendimiento de las relaciones de los conceptos, y en amarillo se encuentra al concepto al que se plantea llegar con el análisis.

Las flechas indican la influencia que tiene un concepto sobre otro, como se muestra a continuación:

- i. Como las esferas del entorno inciden en la acumulación de CT.
- ii. Como la creación de CT depende del entorno y los detonantes internos de la empresa.
- iii. Como las CT y las esferas del entorno afectan a la acumulación de CT.

Para poder acumular CT se necesitan diversos factores que conduzcan a esta, por una parte vemos que se desarrolla por los factores externos que se asocian a las esferas del entorno y como la interacción de estas esferas con la empresa influyen en la acumulación de CT.

Por su parte, los detonadores internos de la empresa son fundamentales para poder lograr la acumulación. Este tipo de procesos no es automático, sino que es un proceso que conlleva varias fases y factores involucrados para su correcta implementación en las organizaciones.

### **3. MARCO CONTEXTUAL**

El sector eléctrico es parte fundamental de las sociedades debido a que la energía eléctrica es la base de las sociedades modernas, este sector se encarga de la generación, transmisión, distribución y venta de la energía eléctrica, siendo esencial para el funcionamiento no solo de los hogares sino también para el funcionamiento de negocios industrias y servicios públicos. (Brown del Rivero, 2011)

En este sector una de las partes fundamentales está en los transformadores eléctricos, estos desempeñan un papel crucial en la distribución de la energía eléctrica, funcionando mediante la transferencia de energía entre dos o más circuitos mediante un campo magnético siendo crucial para garantizar la distribución eléctrica en las sociedades.

Existen diferentes empresas dedicadas a la fabricación de transformadores eléctricos insertas en el sector eléctrico como son Continental Electric, Transformadores Prisma, WEG, TECKSA Transformadores Eléctricos, Zetrak. Entre ellas se ubica Épsilon México, una empresa de capital mexicano con cinco plantas distribuidas entre México, Estados Unidos y Brasil, definida como una empresa multilatina (web page de la empresa). Es interesante saber

las implicaciones de ser una firma multilatinas y cómo influye en el proceso de acumulación de CT.

En este capítulo se describirán las características del sector eléctrico, con especial atención en los transformadores eléctricos, y los aspectos fundamentales de las empresas multilatinas.

### **3.1 El Sector Eléctrico y los Transformadores Eléctricos**

El sector eléctrico y los transformadores son factores fundamentales para las sociedades modernas por sus implicaciones tanto en la vida diaria como en las operaciones de las industrias, por lo que, es necesario conocer su historia y características importantes.

La demanda de electricidad ha crecido aceleradamente durante los últimos años, esto a la par del desarrollo de nuevas tecnologías como también de los sistemas informáticos y las telecomunicaciones, siendo un factor fundamental para su desarrollo y funcionamiento.

Por ello esta sección contempla la historia del sector eléctrico, la historia del sector eléctrico en México, la definición, su funcionamiento y las principales características de los transformadores eléctricos.

#### ***3.1.1 Historia del sector eléctrico***

La historia del sector eléctrico inicia con la invención de la bombilla en 1879, lo que incentivó el surgimiento de los primeros sistemas eléctricos que dieron paso a la industria eléctrica, con el encendido del primer sistema de distribución en el mundo de la industria eléctrica de corriente directa (CD) en 1882 por Thomas Alva Edison, en la ciudad de Nueva York, Pearl Street Station (Ortega, 2016).

Teniendo este proyecto y el financiamiento de J.P Morgan se creó la empresa “Edison Electric Light Company” pasando a ser tiempo después “General Electric Company”, dedicada a la generación de energía por medio de corriente directa. Más tarde en 1886 Westinghouse y su empresa “Westinghouse Electric Company” y William Stanley instalaron el primer sistema de voltaje múltiple en Massachusetts. (Ortega, 2016)

En 1888, esta compañía desarrolló un medidor de energía además de obtener ese mismo año las patentes de Nikola Tesla sobre corriente alterna (CA) y su motor de inducción. Sin embargo, el uso de diferentes tipos de corrientes por diferentes compañías provocó una

guerra comercial entre ambas compañías porque buscaban demostrar cada una los beneficios de cada una de las corrientes. (Ortega, 2016)

La contratación de la empresa Westinghouse para iluminar la feria internacional de Chicago en 1893 introdujo la corriente alterna al público, y la instalación de la planta hidroeléctrica de Niágara, la cual estableció los estándares para el tamaño de los transformadores. Con ello se demostraron los beneficios superiores de la utilización de la energía de corriente alterna y la distribución por medios mecánicos, siendo la forma actual de distribución en el mundo. (Ortega, 2016)

### ***3.1.2 Características del sector eléctrico<sup>3</sup>***

Como lo explica Brown del Rivero (2011), el sector eléctrico cuenta con una serie de características particulares que lo vuelven único, destaca lo siguiente:

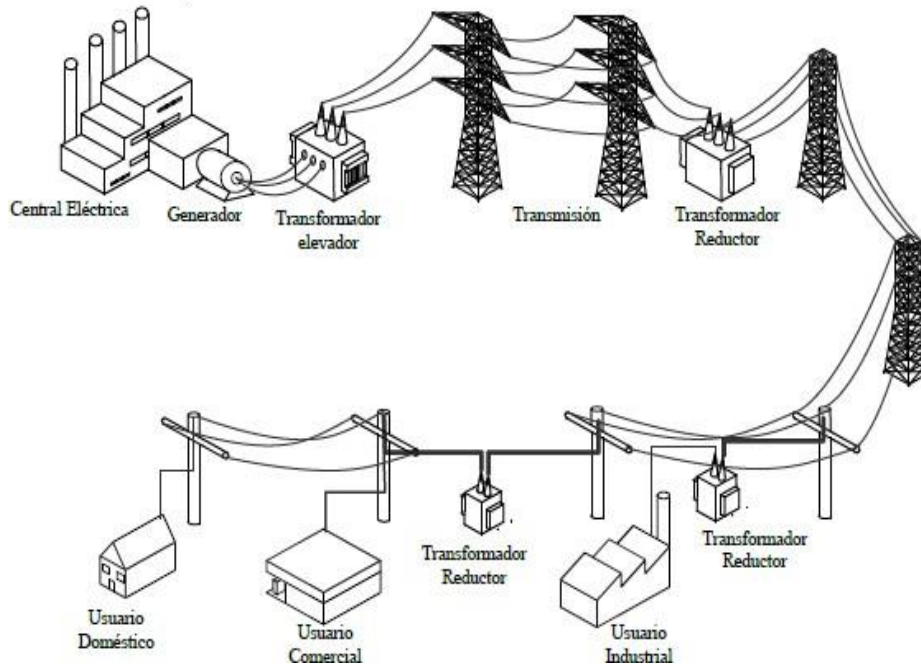
- La demanda de electricidad fluctúa en el tiempo tanto de forma aleatoria como no aleatoria de acuerdo con el día, mes, año o ciclo de negocio.
- El tamaño de mercado varía en el tiempo, ya que, la demanda de energía es casi instantánea, siendo difícil y costoso su almacenamiento.
- La oferta de electricidad se vuelve inelástica a medida que la demanda se acerca a su límite de capacidad, lo que genera precios al contado altamente volátiles que pueden ser manipulados por el poder de mercado de los proveedores.
- El suministro de electricidad debe ser continuo, sin interrupciones ni fluctuaciones de frecuencia y tensión para los consumidores.

Este sector está dividido en cuatro etapas fundamentales que son: (i) la generación de energía, (ii) la transmisión y distribución, (iii) la comercialización, y (iv) la operación de sistema, las cuales cuentan con diferentes características específicas que se muestran a continuación.

---

<sup>3</sup> Esta sección técnica del sector se basa esencialmente en Brown del Rivero (2011).

**Figura 3. Etapas de generación de energía**



Fuente: Tomado de Pérez y López (2018), p. 22.

### **Generación**

En esta etapa convierten en energía eléctrica diversas fuentes de energía primaria como el petróleo, el gas natural, el carbón, el combustible nuclear, el agua, el viento, el sol o la biomasa. Dependiendo de la fuente de energía utilizada se clasifican en hidráulica, térmica, nuclear o renovable. El proceso de generación se da a través de ciclos que se dividen en tecnologías de ciclo simple y ciclo combinado. En el ciclo simple se quema el combustible utilizado para producir vapor o gas que mueve una turbina, mientras que en el ciclo combinado existe una etapa adicional donde se aprovecha la energía residual de la primera etapa. (Brown del Rivero, 2011)

### **Transmisión y distribución**

La transmisión implica transportar energía de alto voltaje a través de una red que conecta con los consumidores. Esta etapa se considera un monopolio natural debido a las economías de escala que requiere, ya que utiliza una red única con gestión centralizada. Las decisiones

individuales de los generadores también pueden generar externalidades negativas en otros componentes del sistema. (Brown del Rivero, 2011)

Por otra parte, la etapa de distribución implica la transportación de energía a medio y bajo voltaje hacia los usuarios finales, en la que se utiliza de manera intensa el factor capital presentando economías de densidad con monopolios regionales al tener derechos exclusivos sobre territorios específicos dados por instancias gubernamentales. (Brown del Rivero, 2011)

### **Comercialización**

Implica la venta a usuarios finales que está compuesta por la contratación, medición, facturación, y cobro por el servicio eléctrico que puede ser a clientes particulares o conglomerados. Los comercializadores compran la energía en mercados mayoristas o por medio de contratos bilaterales con empresas generadoras, esta es vendida a compradores finales mediante las redes de distribución de baja tensión. (Brown del Rivero, 2011)

### **Operación de Sistema**

Esta es la actividad más importante del mercado del sector eléctrico, que consiste en la coordinación de los servicios de transportación de la energía garantizando que siempre exista el equilibrio estático: Esto se logra controlando las inyecciones y los retiros de energía a lo largo de la red. También se encarga de la distribución de electricidad generada de manera dispersa y que se restringe para mantener el voltaje y frecuencia adecuado para la red. (Brown del Rivero, 2011)

La configuración del sector eléctrico está influenciada por cuestiones institucionales tanto internas como externas. Las cuestiones internas incluyen la estructura de propiedad, la integración horizontal y vertical y otras infraestructuras de transacciones eléctricas. Los asuntos externos involucran reglas generales aplicables e instituciones de apoyo, como instituciones públicas responsables de la regulación y reformas a nivel federal y local, así como órganos legislativos y autoridades que supervisan la regulación de la red y la competencia en este sector. (Brown del Rivero, 2011)

Las instituciones económicas internas del mercado eléctrico tienen tres características principales: la integración vertical y horizontal, así como la estructura de propiedad. La integración vertical es la forma común de organización industrial cuando no existen

instituciones que permitan a los productores acceder a sus clientes a través de redes propiedad de terceros, siendo una tendencia común en la industria eléctrica. (Brown del Rivero, 2011)

La integración horizontal es una amenaza hacia las reformas competitivas de la industria la cual requiere un cierto grado de descentralización para prevenir estrategias dominantes y colusivas entre los oferentes de los mercados mayoristas. Esta se extiende a la red de transmisión y los centros de control de flujo de red (Brown del Rivero, 2011).

La estructura de propiedad es otro factor institucional importante en la industria eléctrica, ya que, en ella se desarrolla la relación entre la privatización de ciertos segmentos del sector y el desempeño en su conjunto con los segmentos monopolizados de forma natural en su conjunto. (Brown del Rivero, 2011)

Por su parte el ambiente institucional externo a la industria eléctrica contempla normas no escritas que responden a la cultura, las costumbres, los hábitos y factores ideológicos, pero también abarca estructuras políticas, legales y administrativas, además de esto, factores técnicos y económicos intervienen en el proceso de toma de decisiones en el sector. (Brown del Rivero, 2011)

### ***3.1.3 Historia del sector eléctrico mexicano***

La red eléctrica mexicana nace en 1879, con la compañía “Las Ameritas” que se instaló en León Guanajuato con varias plantas eléctricas. En 1881 la compañía Knight instaló las primeras lámparas incandescentes en la Ciudad de México. Ocho años después en 1889 se pusieron en marcha las primeras plantas hidroeléctricas en Batopilas, Chihuahua. (Ortega, 2016)

En 1895 se concesionó un río en Puebla para producir electricidad y para 1900, la capacidad eléctrica instalada en el país era de 22.3 mil kW, del cual el 44 por ciento era consumido por las plantas textiles en Veracruz, Nuevo León y Puebla, entre 1887 y 1991 surgieron 199 compañías que producían y distribuían 112 mil kW, sin embargo al carecer de una buena regulación se convirtieron en un monopolio regional. (González et al. 2006)

En 1937 el Presidente Álvaro Obregón reorganizó el sector eléctrico creando la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La CFE tuvo como propósito la construcción de plantas generadoras para cubrir la demanda existente, además de gestionar los primeros proyectos en

el norte del país en Sonora, teniendo una capacidad de 64 KW en 1938, aumentando a 45,594 kW ocho años más tarde. (Ortega, 2016)

Posteriormente con el Presidente Adolfo López Mateos se nacionalizó la industria eléctrica, y se compró la Compañía de Luz y Fuerza del Centro en 1963. Durante esta década la generación de electricidad era de alrededor de 2308 KW, la CFE aportaba el 54 por ciento de la capacidad instalada del país, Mexican Light, 25 por ciento; American y Foreign, 12 por ciento, y el resto de las compañías, 9 por ciento. (González et al. 2006)

Entre 1960 y 1976 hubo un nuevo incremento de la producción de electricidad, pasando de 1,257 a 10,617 MW. Sin embargo, durante la década de los ochenta se desaceleró el crecimiento en gran medida por la falta de recursos económicos asignados a la generación de energía en el país, provocada por cambios políticos y económicos tanto nacionales como internacionales. (González et al. 2006)

Entre 1960 y 1992 la CFE controló al sector totalmente convirtiéndose en un monopolio. En 1972 inicia una expansión en la infraestructura eléctrica tanto en generación, transmisión, distribución e integración del sistema de interconexión, pero con el cambio de política en 1992, en donde México renegoció la deuda, este crecimiento se desaceleró. Se adoptó una política de corte neoliberal que implicó que el sector eléctrico creciera a medida que el mercado internacional de capital y financiero lo hicieran, provocando una reducción de la inversión gubernamental en el sector. Esto permitió la inversión privada tanto nacional como extranjera. Esto se mantuvo como la forma de venta de energía a la CFE, amparada por los acuerdos de libre comercio del país hasta principios de la década del 2000. (González et al. 2006)

A principios de los 2000 existía una capacidad instalada de 35,385 MW, logrando una cobertura nacional del 94.7 por ciento del servicio eléctrico, con una red de transmisión y distribución de 614,653 km, con 18.6 millones de usuarios. Se fue incrementando 1 millón cada año aproximadamente. (CFE, 2024)

El 10 de octubre de 2009 se desmanteló Luz y Fuerza del Centro, marcando un paso significativo hacia la privatización de organizaciones públicas del sector eléctrico, como parte de una visión estratégica hacia el futuro. (Vargas, 2010)

Posteriormente en 2013 fue promulgada la reforma energética, la cual permitió la inversión privada en hidrocarburos y electricidad, cuyo objetivo principal era aumentar la producción de energéticos del país (Secretaría de Energía, 2015). Además de esto en el 2016 se dividió a la CFE en 9 Empresas Subsidiarias y 4 Filiales que iniciaron las subastas en el Mercado Eléctrico Mayorista. En 2019 se realizaron 1,587 obras de electrificación rural, en 2020 fueron 1,528; mientras que en 2021 fueron 3,466 las obras de electrificación rural. (CFE, 2024)

En 2021 el presidente Andrés Manuel López Obrador lanzó una iniciativa de reforma eléctrica cuyo objetivo principal es garantizar la seguridad energética del país, manteniendo a cargo del Estado la cadena de valor, para poder seguir ofreciendo tarifas accesibles a la población. Se planteó que el 54 por ciento de la energía que requiere el país la generará la CFE y el 46 por ciento la iniciativa privada. En este mismo año se generó el 55.36 por ciento de la energía total por medio de energías limpias de las cuales el 38.23 por ciento fue producido por la CFE. (CFE, 2024)

En enero de 2022, la CFE contaba con una impresionante infraestructura que incluía 110,347.18 kilómetros de longitud de líneas de transmisión, 882,715.32 kilómetros de longitud de líneas de distribución, 2,275 subestaciones eléctricas y 50,808 kilómetros de cable de Fibra Óptica de la Red Nacional de Comunicaciones. Con 16 Gerencias Divisionales de Distribución y 1,269 Centros de Atención al Cliente, posicionando a la CFE como una de las empresas eléctricas más grandes del mundo. (CFE, 2024)

#### ***3.1.4 Características del sector eléctrico mexicano***

La industria eléctrica en México opera como un monopolio público verticalmente integrado. En la primera mitad del siglo pasado, la mayoría de las inversiones en el sector fueron realizadas por organizaciones extranjeras. Sin embargo, actualmente, la CFE es la encargada de brindar el servicio público de energía eléctrica y fiscalizar todas las actividades de la industria. Esta se divide en tres procesos principales: generación, transmisión y distribución, y prestación de servicios básicos. (Galicia y Flores, 2014)

El parque de generación de la CFE consta de 158 centrales eléctricas que utilizan diversas tecnologías como ciclo combinado, térmica, hidroeléctrica, a carbón, turbinas de gas, de combustión interna, nuclear (Central Nuclear Laguna Verde), geotérmica, eólica y solar

fotovoltaica. Con más de 93,184 empleados activos en 2024, la CFE opera a nivel nacional, brindando electricidad a un total de 46 millones de clientes e incorporando un millón de nuevos usuarios anualmente. El nivel de electrificación de la CFE se sitúa en el 98.95% de la población. (CFE, 2024)

### ***3.1.5 Transformadores Eléctricos***

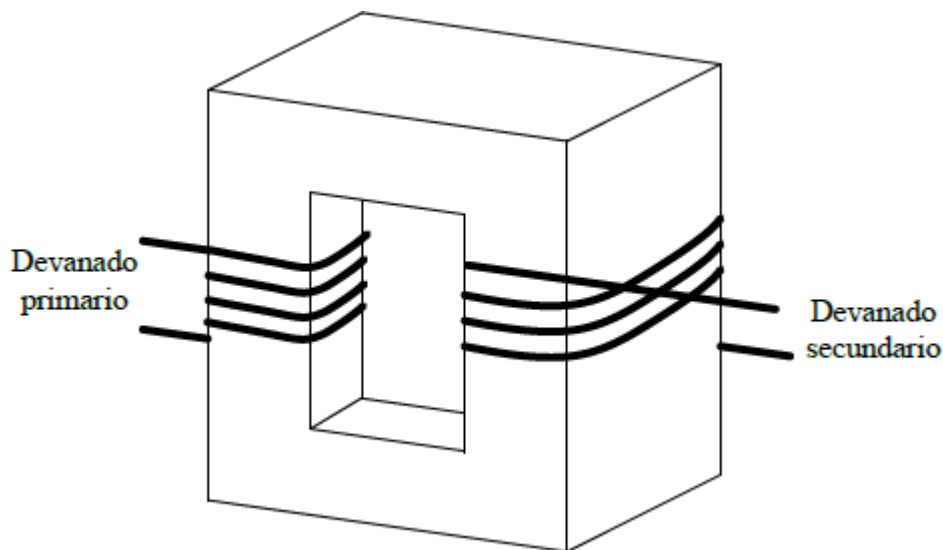
El transformador eléctrico fue desarrollado por el físico inglés Michael Faraday en 1831, sin embargo fue hasta 50 años después cuando se desarrolló el primer transformador funcional el cual revolucionó la industria eléctrica, convirtiendo al transformador en pieza clave en transmisión y distribución de energía eléctrica.

Los transformadores pueden convertir electricidad de baja corriente y alta tensión en electricidad de alta corriente y baja tensión (y viceversa) con poca pérdida de energía. Esta conversión es importante ya que la energía eléctrica se transmite con mayor rendimiento a altas tensiones, pero se genera y se utiliza mejor a bajas tensiones. Si no fuera por los transformadores tendría que acortarse la distancia que separa a los generadores de los consumidores, lo que implicaría que muchos hogares e industrias necesitaran su propia central y la electricidad sería una forma de energía menos cómoda. (Pérez y López, 2018)

Un transformador eléctrico es una máquina estática debido a la inexistencia de movimiento entre sus partes. Este funciona según el principio de inducción electromagnética entre bobinas estacionarias, que están conectadas por un campo magnético variable.

Este proceso permite que el transformador cambie los niveles de voltaje y corriente manteniendo la misma frecuencia. En un transformador de dos bobinas, ambas bobinas comparten un único núcleo, que se utiliza para concentrar y dirigir el flujo magnético. (Pérez y López, 2018)

**Figura 4. Núcleo del transformador**



Fuente: Tomado de Pérez y López (2018), p. 29.

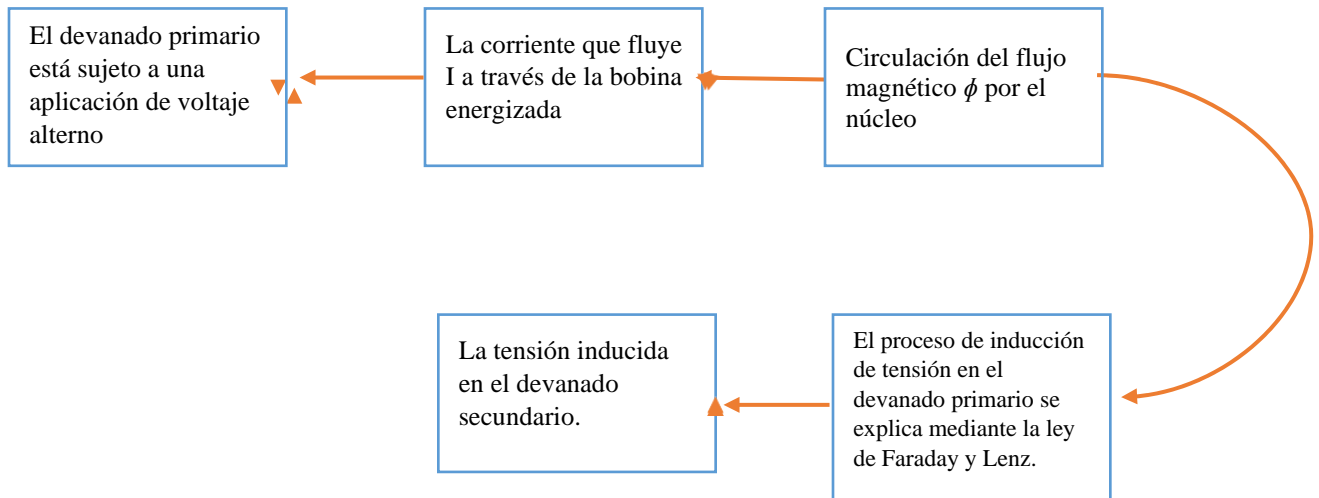
Los transformadores se construyen con un núcleo hecho de material ferromagnético, como acero al silicio, alrededor del cual se enrollan en las bobinas de material conductor (ver figura 4). El aislamiento es crucial para la longevidad del transformador y puede estar hecho de materiales sólidos como papel kraft o cartón prensado, así como líquidos como aceite mineral, sintético o vegetal. Estos materiales sirven tanto como medio aislante. (Pérez y López, 2018)

El funcionamiento del transformador se basa en la ley de inducción electromagnética descubierta por Michael Faraday y Joseph Henry en 1830, la cual dice que cuando se perturba un flujo magnético concatenado a una trayectoria conductora cerrada, un voltaje o una fuerza electromotriz (fem), se induce y se produce una corriente eléctrica en la trayectoria conductora cerrada. (Braun, 2003)

Los diferentes métodos de enfriamiento se pueden clasificar según normas en función del tipo de agente utilizado aceite mineral o líquido refrigerante, aire o agua y el mecanismo de circulación del medio de enfriamiento natural o forzado. (Pérez y López, 2018)

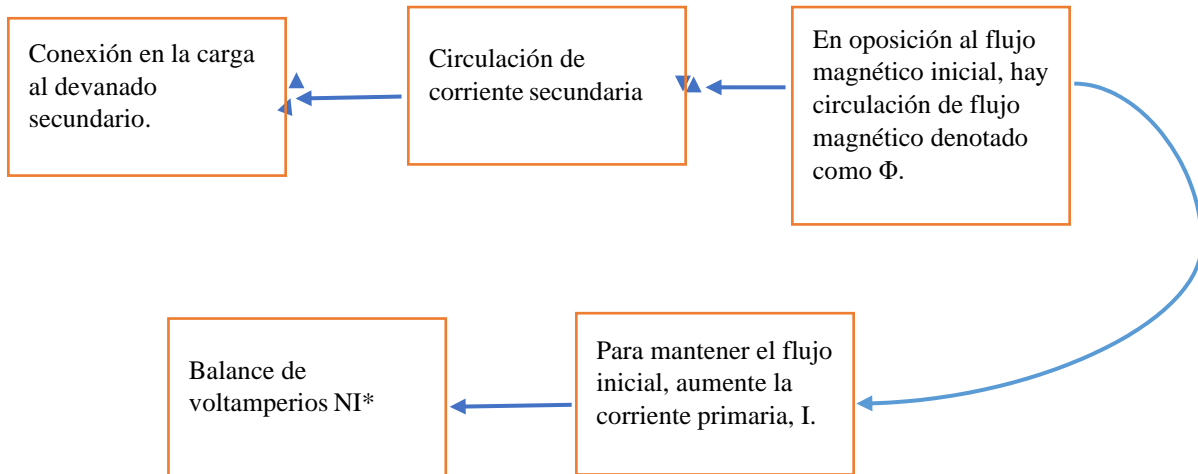
Los transformadores de acuerdo con su funcionamiento pueden operar en condiciones de vacío o en funcionamiento bajo carga, explicando su comportamiento en las figuras 5 y 6.

**Figura 5. Funcionamiento de transformador al vacío**



Fuente: Elaboración propia basado en Pérez y López (2018).

**Figura 6. Funcionamiento de transformador bajo carga**



\*Aumente la corriente primaria inicial hasta lograr el equilibrio (equilibrio NI).

Fuente: Elaboración propia basado en Pérez y López (2018).

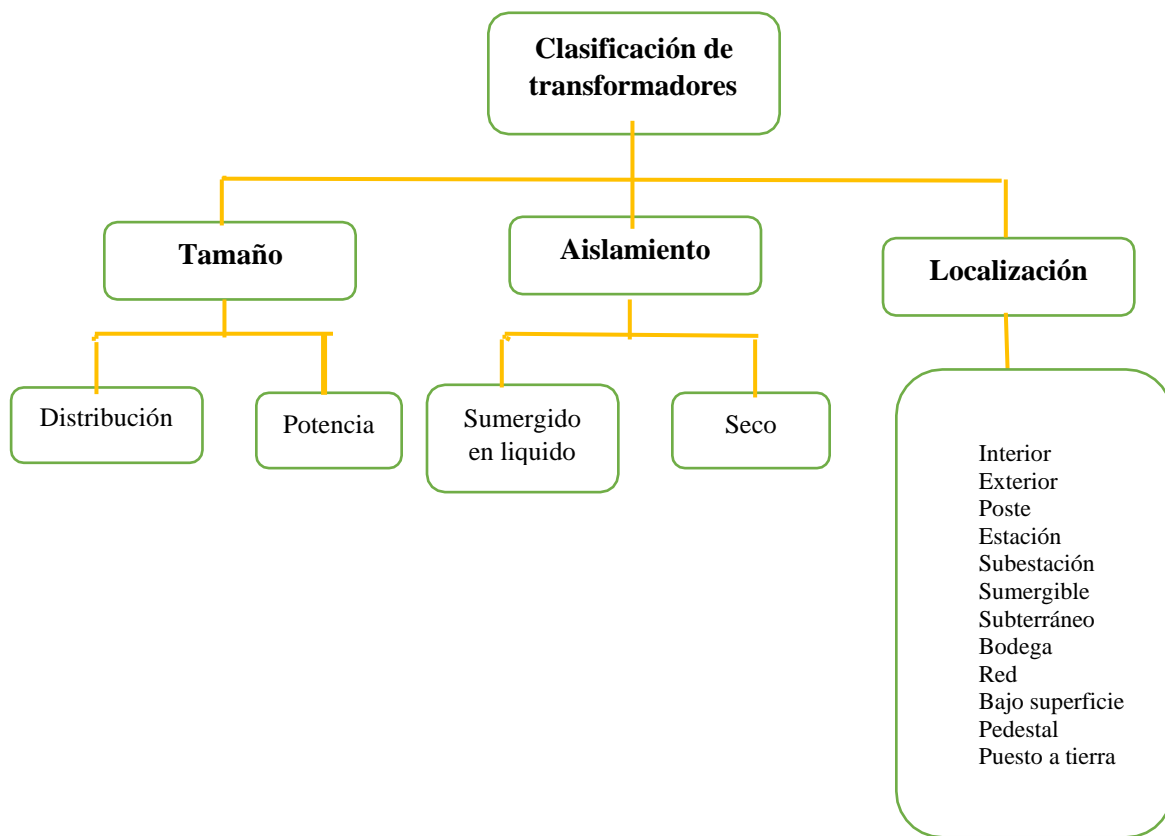
La empresa Épsilon se dedica a la fabricación de transformadores al vacío con aislamiento líquido en su núcleo.

De acuerdo con Pérez y López (2018), los transformadores se pueden clasificar de varias formas (ver figura 7):

- Según el número de fases utilizadas: monofásicas, bifásicas, trifásicas.

- Según que aumenten o disminuyan el nivel de tensión se les llama transformadores elevadores o reductores.
- Dependiendo del medio de refrigeración utilizado, los transformadores pueden ser secos o sumergidos en líquido.
- Según el lugar de instalación: tipo poste, tipo subestación, tipo pedestal, entre otros.

**Figura 7. Clasificación de Transformadores**



Fuente: Elaboración propia basado en Pérez y López 2018.

El valor de los transformadores en la industria eléctrica ha llevado a que diversas instituciones internacionales y regionales tomen medidas para regularlos y establecer estándares para los mismos. Estas normas cubren características estéticas, requisitos de prueba, aspectos ambientales y características de los accesorios que rodean al transformador, todo ello encaminado a garantizar su correcto funcionamiento. (Pérez y López, 2018)

Las principales organizaciones internacionales relacionadas con la regulación de transformadores incluyen a la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) a través de su comité técnico TC 14, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) a través de su comité de transformadores (dedicado principalmente a las normas estadounidenses) y el Consejo Internacional de Grandes Empresas Eléctricas (CIGRE). Los principales estándares internacionales están recopilados en el compendio IEC 60076 (IEC, 2017) y en la serie de estándares IEEE C57. (Pérez y López, 2018)

### **3.2 Empresas Multilatinas**

El concepto de empresas multinacionales se originó en los años 1960 con David Lilienthal, refiriéndose a las empresas con sede en un país de origen, con operaciones en al menos dos países fuera del país de origen, en los que realizan al menos el 10 por ciento de las ventas totales de la empresa (Ponce, 2014).

Este concepto evolucionó para incluir a las empresas latinoamericanas, por lo que, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) utiliza el término "multilatinas" para describir a las organizaciones latinoamericanas que invierten en el exterior a través de inversión extranjera directa. La siguiente sección describe estos conceptos y las estrategias que siguen en comercialización.

#### ***3.2.1 Empresas multinacionales y multilatinas***

Las empresas multinacionales son aquellas organizaciones que tienen su sede en países de origen, pero que operan y funcionan también de acuerdo con las leyes y costumbres de otros países. Las multilatinas son aquellas empresas locales de América Latina que realizan negocios en otros países dentro y fuera de Latinoamérica. (Berjár, 2014)

Las multinacionales adquieren distintos perfiles de actividad como actividades de importación y exportación, inversiones vía Inversión Extranjera Directa (IED), las que compran y venden licencias para fabricar, producir y comercializar productos o servicios en otras regiones geográficas, además de las empresas que abren plantas de producción, manufactura y ensamblaje en otros países. (Ponce, 2014)

Dunning (1988) explicó que la forma, el patrón y el alcance de la producción internacional de una empresa están determinados por sus ventajas competitivas, la propensión a ingresar a

mercados extranjeros y la explotación de oportunidades de mercado para establecer instalaciones de producción. La decisión de una empresa de internacionalizarse es racional y se basa en un análisis de costo-beneficio de producir en esos mercados. Desde la década de 1990, ha habido un mayor enfoque en las corporaciones multinacionales como cadenas de valor globales. (Ponce, 2014)

Las empresas multilaterales se adaptan a las exigencias que tienen los mercados globales, mediante estrategias como la fusión y adquisición a nivel regional e internacional, con el objetivo de lograr el crecimiento, el tamaño y la rentabilidad requerida por los mercados. (Berjár, 2014)

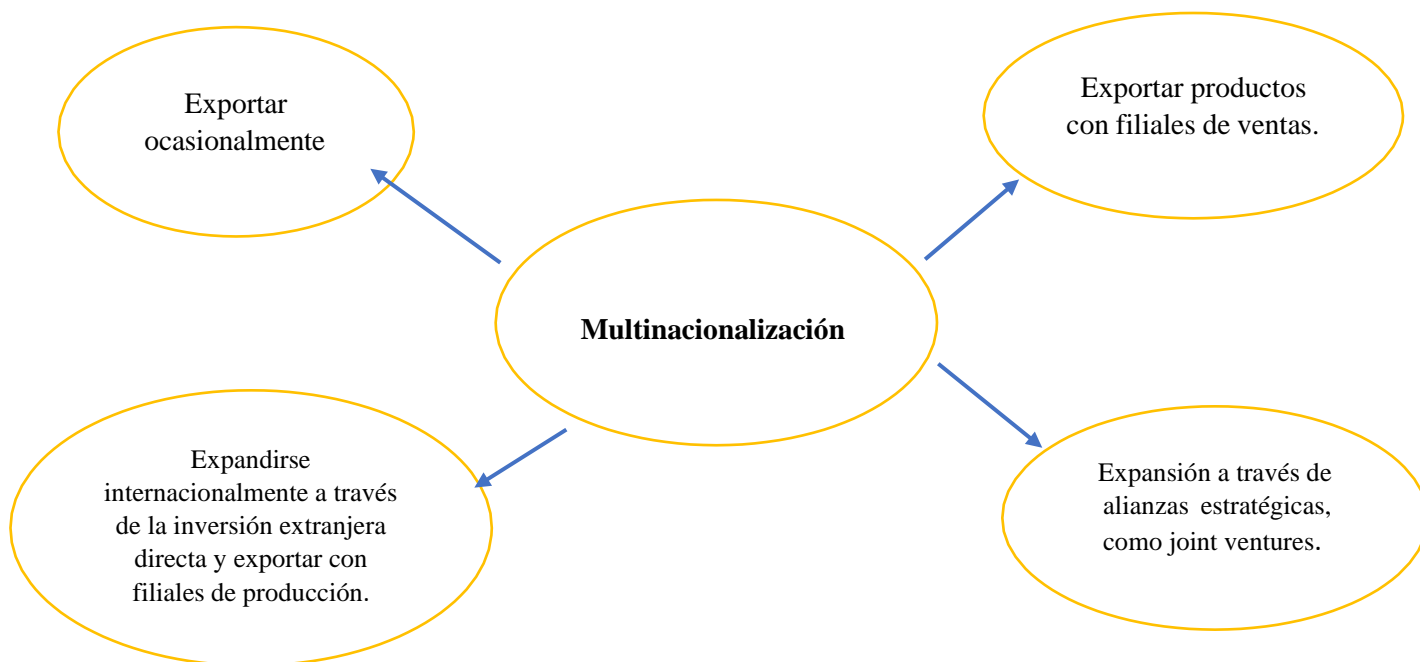
Cuando una empresa comienza un proceso de expansión fuera de la región hacia otros continentes se denomina transnacional, convirtiéndose de esta manera en empresas multinacionales que tienen operaciones en diversos continentes, como ha sucedido en los últimos años.

De acuerdo con Ponce (2014), la CEPAL plantea que para que una empresa pueda considerarse multilateral debe cumplir con tres criterios, explicados a continuación.

- Debe tener su origen y sede en un país latinoamericano.
- Debe operar en al menos otra región fuera de América Latina.
- Los ingresos anuales de la organización deben ser de al menos 500 millones de dólares.

Por ello, la empresa multilateral es definida como una empresa originaria de un país latinoamericano, con su administración y mayoría de capital (propiedad) de un país latinoamericano, que realiza operaciones en al menos una región fuera de América Latina (Ponce et al. 2019). Dado lo anterior, en la figura 8 se explica la multinacionalización de las empresas.

**Figura 8. Multinacionalización de las empresas**



Fuente: Elaboración propia con base en Jasso Villazul, et al., (2019).

Los procesos de globalización que llevan a cabo estas empresas contribuyen al fortalecimiento de su competitividad, además de obtener beneficios al generar transferencia de conocimiento y tecnologías. Sin embargo, estas pueden disminuir por la limitada capacidad de absorción que tienen estas organizaciones si se enfocan en mercados más atrasados que el suyo, o no pueden asimilar el conocimiento de países que no son de la periferia por su propia falta de CT. (Ponce et al. 2019)

La expansión de las multilatinas comenzó a principios de 1990, por la bonanza económica que aunque con altibajos era sostenible en la región, y la puesta en vigor del Consenso de Washington (1989). Este Consenso a través de sus políticas facilitó los cambios de las economías latinoamericanas permitiendo la transformación y modernización productiva, así como una mayor integración regional e inserción internacional. (Berjár, 2014)

Todo este proceso estuvo asociado a múltiples acuerdos comerciales que surgieron en la región, que favorecieron la integración regional, mediante intercambios que se dieron entre

distintas economías que participan en los mismos como son: MERCOSUR, CAN, CARICOM, Alianza del Pacífico y el TLCAN (actualmente TEMEC). (Berjár, 2014)

Según Ponce (2014), el surgimiento de las multilaterales se dio en cuatro fases distintas:

- 1970 a 1982: se caracterizó por una inversión limitada entre los países de la región, centrada principalmente en los países vecinos.
- 1982 a 1990: las crisis internacionales en la región llevaron a la liberalización gradual de las economías y la exploración de nuevos mercados para minimizar los riesgos.
- 1990 a 2002: la liberalización económica y la privatización de grandes empresas estatales dieron origen a numerosas multinacionales en la región.
- Desde 2002, ha habido una diversificación de los mercados y un auge de las materias primas, lo que llevó a la expansión global de las multilaterales.

Las empresas multilaterales son consideradas en los últimos años el núcleo de la producción de algunos países donde se ubican sus corporativos y la mayor parte de su producción, por lo que sus actividades repercuten en el crecimiento, el desarrollo y la posición del país internacionalmente. Además de esto, su conducta repercute en los resultados de la economía del país origen, las actividades productivas y la calidad de vida y bienestar de la población. (Berjár, 2014)

### ***3.2.2 Estrategia comercial de las empresas multilaterales***

Como menciona en Berjár (2014) las estrategias de crecimiento internacional realizadas a partir de la inversión extranjera directa (IED) por las multilaterales consiste en la utilización de un marco teórico llamado modelo OLI (Ownership, Location, Internalization) por sus siglas en inglés que explica las ventajas específicas de las empresas. Indica que la decisión de invertir en el extranjero depende de la combinación de tres diferentes ventajas, como son:

- La propiedad de recursos específicos (Ownership): esta hace referencia a los recursos que la empresa puede hacer uso, los cuales se encuentran en el extranjero como es el caso de marcas, técnicas de producción, capacidades y rendimientos a escala.
- Características del país receptor (Location): aquí se toman en cuenta las características que representan un beneficio para la organización como es el caso de la dotación de recursos naturales, la posición geográfica del país receptor, una competencia débil por

las empresas locales, mano de obra calificada con sueldo bajos, y ventajas sobre impuestos especiales y aranceles bajos.

- La posibilidad internacional de aprovechar una o varias ventajas específicas (Internalization): consiste en las ventajas que se generan en la empresa por medio de la producción propia en lugar de depender de la producción de sus socios, como es el caso de licencias o de empresas conjuntas.

Dadas estas características las organizaciones pueden formar una estrategia para invertir en el extranjero que represente beneficios como la búsqueda de recursos naturales, acceso a otros mercados, menores costos de exportación de productos y activos estratégicos. Sin embargo, para poder invertir en el extranjero, es necesario que antes las empresas puedan generar ventajas competitivas únicas para fortalecer su papel en los países extranjeros.

#### **4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El propósito de este capítulo es explicar el diseño de la investigación, con los pasos que se llevaron a cabo para realizar el análisis de la información, trabajando con herramientas metodológicas apropiadas para la construcción de conclusiones coherentes con la realidad del fenómeno analizado.

Un diseño de investigación es un plan creado para encontrar respuestas a preguntas o problemas de investigación. El plan es un esquema o programa completo de la investigación (Kumar, 2011). El diseño de la investigación explica los motivos para elegir la metodología de estudio de caso y la selección de un caso específico, proporcionando una visión general de las fuentes de información, además de describir el enfoque para analizar la información y la forma de operacionalizar los conceptos y variables centrales.

Esta investigación se basa en el estudio a nivel de empresa, por medio del desarrollo de un estudio de caso sobre el papel del entorno y los principales detonadores internos de la empresa que influyen en el proceso de acumulación de CT en la firma.

El caso seleccionado es la empresa Épsilon, de capital mexicano – estadounidense, con control mexicano, cuya planta central se encuentra en Monterrey (Nuevo León). La empresa cuenta con 6 plantas distribuidas entre México, Estados Unidos y Brasil. Su principal

actividad es la fabricación de transformadores eléctricos, accesorios y componentes, además de aceite vegetal para estos.

Tiene una larga trayectoria de más de 50 años en el mercado, y ha realizado un proceso de acumulación de CT desde sus inicios. En un sector donde hay características artesanales de los productos, ha buscado la competitividad de sus productos incorporando elementos de las nuevas tecnologías, no solo a sus productos, sino también a sus procesos y operaciones, logrando la convivencia entre lo manual y lo digital en las operaciones.

La principal fuente de información para el estudio de caso son entrevistas a personal de diferentes niveles de la organización, completando esta información con otras fuentes de información pública.

Este capítulo se centra en describir el plan utilizado para abordar los objetivos planteados, la estrategia elegida para la investigación y los criterios para seleccionar el caso de estudio particular.

El propósito de este capítulo es explicar los pasos que se llevaron a cabo para realizar el análisis de la información trabajando con herramientas metodológicas apropiadas para la construcción de conclusiones coherentes con la realidad del fenómeno analizado.

#### **4.1 Características de la investigación**

El objetivo principal de esta investigación es identificar los detonadores internos y el papel de las diferentes esferas del entorno en la acumulación de CT en una organización mexicana multilatina del sector eléctrico en el periodo de 2000 – 2024. La pregunta de investigación es: ¿Cómo las esferas del entorno y los detonadores internos afectan el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en una empresa mexicana multilatina del sector eléctrico?

Los objetivos particulares del presente trabajo son los siguientes.

- Describir el proceso de acumulación de CT de una empresa mexicana multilatina del sector eléctrico y analizar el nivel actual de CT desarrollado en el periodo de 2000 – 2024.
- Analizar los detonadores internos en el proceso de acumulación de CT.
- Discutir las esferas del entorno que han afectado el proceso de acumulación de CT.

Teniendo presentes los objetivos de la investigación y el carácter de la pregunta planteada, se seleccionó el diseño y la metodología para analizar este fenómeno, la cual debe ser una

metodología capaz de capturar información detallada del fenómeno, además de describir sucesos contemporáneos.

La pregunta de investigación planteada necesita una metodología que pueda detallar de manera clara y razonable la información. Se decidió escoger una investigación cualitativa, permitiendo reconstruir el contexto interno y externo en el que opera la empresa, e incorporando elementos que pudieran describir la situación de esta a lo largo de un periodo de tiempo anterior a la actualidad y el actual.

Se abordan dos temas principales dentro de la investigación: el papel de las esferas del entorno en el proceso de acumulación de CT y los detonadores internos de la empresa que afectan la acumulación de CT, por lo que, la metodología debe ser capaz de proveer de un proceso de recolección de datos, que arroje información detallada a lo largo del tiempo, que permita la descripción de estos fenómenos en la organización, que sirven para respaldar el análisis.

Se requiere un estudio de investigación descriptivo, que permita describir sistemáticamente una situación, problema, fenómeno o programa de servicio, proporcionando información sobre aspectos como las condiciones de vida de una comunidad o las actitudes hacia un tema específico (Kumar, 2011). Además de esto, la metodología elegida debe permitir el análisis a nivel corporativo.

#### **4.2 Un estudio de caso**

De acuerdo con Yin (2003), una característica de los estudios de caso es que permiten una reflexión fluida sobre problemas poco estudiados por la literatura existente, como sucede con el papel de las esferas del entorno y los detonadores internos en el proceso de acumulación de CT de una empresa.

La importancia fundamental en este tipo de análisis se centra en la capacidad de incluir datos de una gran cantidad de variables de distintas fuentes, como son los datos provenientes de archivos, documentación, entrevistas, observación directa, y evidencia escrita. Además, se pueden incluir fenómenos del pasado o de la actualidad, que pueden ser extraídos de múltiples fuentes de evidencia. (Barton, 1990)

De este modo, la estrategia metodológica de estudio de caso para una empresa, tienen ventajas analíticas cuando el principal cuestionamiento se encuentra en el “cómo” y el “porqué” de eventos reales de la actualidad o el pasado, los cuales aún no han sido suficientemente investigados, (Yin, 2018), que son características que se pueden observar dentro de la presente investigación.

El estudio de caso es la herramienta metodológica más idónea para responder a la pregunta de investigación planteada, que tiene un carácter exploratorio. Se utiliza un caso simple, que consiste en la selección de una sola empresa para el análisis, que se caracteriza por ser excepcional para el análisis del fenómeno.

Los estudios de caso son importantes para proporcionar información detallada y profunda, especialmente para eventos contemporáneos. Esta sección analiza las fuentes de recopilación de datos y su análisis.

#### ***4.2.1 Unidad de observación y análisis***

**Unidad de observación:** Épsilon, una empresa dedicada a la fabricación de transformadores eléctricos, inserta en el sector eléctrico.

**Selección del caso de estudio:** Para seleccionar la organización a estudiar se tomó en cuenta el criterio de Patton, (1990) sobre la abundancia de información, que implica que existen abundantes fuentes de información que puedan generar aprendizaje sobre el tema de estudio de la investigación.

Es por ello, que se elige la industria eléctrica de México y el caso de la empresa Épsilon, ya que esta muestra un crecimiento y posicionamiento en el mercado distinta a otras empresas mexicanas del sector, teniendo una trayectoria de más de 50 años en el mercado, en el que ha acumulado CT mediante el desarrollo de nuevos productos, y los esfuerzos por integrar nuevas tecnologías, a pesar de las características semi artesanales del sector. Es interesante entender cómo alcanzó su posicionamiento en el mercado como líder tecnológico, dados los factores externos e internos en la acumulación de sus CT.

**Unidad de análisis:** Para responder a la pregunta de investigación, la unidad de análisis se encuentra en el papel de las esferas del entorno y los detonadores internos sobre el proceso de acumulación de las CT de la empresa Épsilon.

#### ***4.2.2 Fuentes de información***

Una fortaleza de los estudios de caso es utilizar diversas fuentes de información, lo que permite el desarrollo de líneas de estudio convergentes como es el caso de los procesos de triangulación que implica la combinación de distintas metodologías y/o instrumentos de recolección de datos y/o métodos de análisis para un fenómeno particular (Yin, 1994).

Las entrevistas son un elemento fundamental para la recolección de datos en la que agentes clave para la investigación pueden aportar datos y opiniones sobre el objeto de estudio. El entrevistado es un informante, además de proveer aspectos relevantes, sugiere fuentes adicionales de información que pueden corroborar la evidencia. (Yin, 2003).

El diseño de las entrevistas semiestructuradas permite una cierta flexibilidad, que implica que se tiene un conjunto de temas y preguntas que deben de ser abordados en la entrevista, pero que, a su vez en el curso de esta, puede irse adaptando de acuerdo con la respuesta del entrevistado y los temas que surjan. Las preguntas utilizadas en su mayoría son abiertas para permitir el flujo de la información. (Schwartz, y Jacobs, 1984)

Estas entrevistas son realizadas en diferentes niveles de la organización, así como en reuniones formales e informales con el objetivo de recabar la mayor información posible, en diferentes contextos que puedan ayudar al análisis del fenómeno a estudiar.

A continuación, se presenta la tabla 3, donde se desglosan las fuentes de información de las cuales se recaudará el material necesario para hacer el análisis de la información, con los objetivos de cada uno de los elementos de recaudación de información. Se usan tres herramientas principales: las entrevistas, la observación directa y la documentación, que fueron factores fundamentales al ser una investigación de origen cualitativo.

**Tabla 3. Fuentes de Información**

<b>Fuentes de Información</b>	<b>Informantes</b>	<b>Propósito</b>
Entrevistas: Semiestructuradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Directivos</li> </ul>	<p>Para analizar las estrategias tomadas por los directivos, ver cómo las nuevas tendencias en tecnología impactan en la gerencia y la gestión de recursos, cuál es su estrategia tecnológica, eventos clave en la historia de la empresa e identificar proyectos innovadores relevantes para el mejoramiento tecnológico de la organización.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Nivel de planta</li> </ul>	<p>Para tener más claridad sobre la organización, cómo aprenden en las actividades realizadas por los trabajadores, cuál es la actividad tecnológica dentro de la producción.</p>
Observación: Presencial de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reuniones con el personal involucrado en la producción que interactúa con tecnologías y procesos productivos.</li> <li>● Visitas a la Fábrica.</li> <li>● Reuniones con directivos de la organización.</li> </ul>	<p>El objetivo es identificar los procesos de acumulación de las CT, ver si existe apoyo por parte de la gerencia en estos procesos, identificar cuáles son las CT en ella.</p>
Documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Informes sobre la estructura de la empresa.</li> <li>● Artículos de divulgación.</li> <li>● Tesis.</li> </ul>	<p>Con el fin de completar la información relevante respecto a la empresa, recopilar esta información servirá para ampliar el análisis.</p>

Fuente: Elaboración propia, basada en la estructura de O. Vera – Cruz, (2004).

En la tabla 4 se muestra la lista del personal entrevistado por cargo en la empresa Épsilon.

**Tabla 4. Personal entrevistado de la empresa**

<b>Personal Entrevistado de Épsilon</b>
Director de Desarrollo Tecnológico
Gerente de Innovación
Gerente de ingeniería y desarrollo de producto de Épsilon Componentes
Gerente de Épsilon Labs
Gerente de Producto
Gerente de Proyectos
Gerente de I4.0
Gerente de producto de transformadores grandes y extragrandes
Gerente en competitividad en la dirección de potencia
Gerente de la línea de transformadores de distribución
Jefe de mejora continua
Especialista en procesos
Líder de Proyecto de Aceite Vegetal

Fuente: Elaboración propia.

De este modo se puede apreciar que el trabajo de campo para la recolección de datos es a diferentes niveles, lo que ayuda a la obtención de información diversificada de lo que ocurre dentro de la empresa, dando mayor credibilidad al estudio de caso.

#### ***4.2.3 Triangulación de la información***

En la investigación, es crucial validar la información mediante pruebas específicas, dado que, un diseño de investigación debe representar un conjunto lógico de afirmaciones. La calidad de cualquier diseño se puede juzgar mediante determinadas pruebas que son la validez del constructo, la validez interna, la validez externa y la fiabilidad, siendo relevantes para la investigación de estudios de casos para establecer la calidad de la mayoría de las investigaciones sociales empíricas. (Yin, 2018)

La validez de constructo: identifica las medidas operativas apropiadas para los conceptos que se estudian. Esto es crucial porque los estudios de caso a menudo resaltan el problema de que los investigadores no logran desarrollar un conjunto de medidas suficientemente operativas. En cambio, sus "juicios subjetivos" tienden a validar sus nociones preconcebidas. (García, 2020)

La validez interna: es el establecimiento de una relación causal, en la que se cree que ciertas condiciones conducen a otras condiciones, a diferencia de relaciones espurias. Es una

preocupación primordial para los estudios de casos, particularmente cuando un investigador intenta explicar cómo y por qué el evento X condujo al evento Y. Si el investigador concluye incorrectamente que existe una relación causal entre X e Y sin considerar que algún tercer evento, Z, realmente puede haberlo causado, entonces la validez interna del estudio se ve comprometida. (García, 2020)

La validez externa: es el grado en que los hallazgos de un estudio de caso pueden aplicarse a una población más amplia. La tercera prueba examina si los hallazgos del estudio pueden generalizarse más allá del caso específico. Es importante señalar que sería un error intentar establecer paralelismos entre la generalización estadística y la muestra y la población del estudio. (García, 2020)

Fiabilidad: demuestra que los procedimientos de un estudio, como sus métodos de recopilación de datos, pueden replicarse para producir resultados consistentes (García, 2020).

Al realizar una investigación de estudios de caso, es importante utilizar tácticas coherentes durante todo el estudio, no sólo al principio. El proceso de planificación y diseño de estudios de caso debe continuar más allá de las etapas iniciales para garantizar que si otro investigador sigue los mismos procedimientos y realiza el mismo estudio, llegará a los mismos hallazgos y conclusiones. Este enfoque se centra en estudiar el mismo caso nuevamente, en lugar de simplemente replicar los resultados del estudio de caso original con uno diferente. El objetivo de garantizar la confiabilidad es minimizar errores y sesgos en el estudio. (Yin, 2018)

A continuación se presenta la tabla 5, que contiene los elementos de las pruebas que deben de realizarse para verificar la validez de la información.

**Tabla 5. Pruebas de validez de información**

<b>Pruebas</b>	<b>Aplicación en caso de estudio</b>	<b>Fase en el caso de estudio</b>
Validez de Constructo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Utilizar múltiples fuentes de evidencia.</li> <li>● Revisión del informe de caso de estudio por parte de entrevistados claves.</li> </ul>	Recopilación de datos
Validez Interna	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Revisión de patrones en la información obtenida.</li> <li>● Construir explicaciones a los fenómenos con la información.</li> <li>● Utilizar modelos lógicos.</li> </ul>	Recopilación de datos
Validez Externa	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Utilizar fundamentos teóricos en el análisis de la información del estudio de caso.</li> </ul>	Diseño de investigación

Fuente: Elaboración propia a partir de García (2020), que se basa en los planteos de Yin (2003).

#### ***4.2.4 Análisis de la información y operacionalización de las variables***

El proceso de análisis de información implica la operacionalización de conceptos para facilitar la colaboración de instrumentos de medición y su conversión en indicadores o elementos de observación. Esto ayudó en la construcción de una guía de entrevista.

Un aspecto importante del análisis de la información fue explorar las situaciones en las que las esferas del entorno y los detonadores internos contribuyeron a la acumulación y creación de CT de la empresa.

Una variable es considerada como todo aquello que va a ser medido, controlado y estudiado en una investigación, como también es un concepto clasificador que puede tomar diferentes valores, que pueden ser cuantitativos o cualitativos. Estos valores se pueden definir conceptual y operativamente. (Reguant & Martinez, 2014)

La operacionalización de variables permite el desarrollo de instrumentos de medición y la conversión de indicadores en elementos de observación, también facilita la construcción de índices, proporcionando una representación esquemática de todo el contenido de la

investigación, esto facilita una visión global que nos permite integrar la información recogida en una "explicación" de cada una de las dimensiones y conceptos. (Reguant & Martinez, 2014)

Al ser una investigación de corte cualitativa uno de los principales retos es establecer conexiones entre conceptos, variables, indicadores y preguntas de la guía de entrevista, por lo que, la tabla 5 presenta la operacionalización de los principales conceptos utilizados.

En ella se desarrollaron instrumentos de medición de los elementos teóricos, convirtiéndolos en indicadores y elementos observables. La primera columna contiene los conceptos utilizados, la segunda contiene las dimensiones que son propiedades o naturaleza del concepto, la tercera contiene las variables que indican cualidades o características del concepto, la cuarta columna contiene las variables convertidas en indicadores: observables y mensurables, y la quinta columna contiene las preguntas que conectan todos los elementos anteriores y proporcionan información concreta. Estas preguntas forman la base de la guía de entrevista que se utilizó con los diferentes entrevistados de la empresa Épsilon. (Ver anexo).

**Tabla 6. Operacionalización de conceptos**

Concepto	Dimensión	Variable	Indicador	Pregunta
CT de la empresa	Acumulación de CT	Tipo de CT desarrolladas en la empresa	Tipo de actividades tecnológicas desarrolladas en la empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante las etapas de toma de decisiones y control, y de preparación y ejecución de un proyecto, ¿qué actividades fueron desarrolladas y con qué recursos (desarrollo interno, subcontratación)?</li> <li>- ¿En qué actividades relacionadas con los procesos y la organización de la producción la empresa tiene experiencia?</li> <li>- ¿En qué actividades centradas en el producto tienen experiencia?</li> <li>- ¿Qué actividades de vinculación externa tienen?</li> </ul>

<p>Esferas del entorno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Científico–tecnológica</li> <li>● Economía</li> <li>● Ambiental</li> <li>● Política</li> <li>● Social</li> <li>● Cultural</li> </ul>	<p>Interacción de las distintas esferas del entorno con la acumulación de CT de la empresa</p>	<p>Impacto del entorno sobre la acumulación de CT de la empresa</p>	<p><b>Científico – tecnológica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Han colaborado con algún centro de investigación, universidad o proveedor para generar proyectos de investigación?</li> <li>- ¿Con quién, cuándo y qué impacto tuvo?</li> <li>- ¿Han desarrollado proveedores o han recibido asesoría de ellos?</li> <li>- ¿Han colaborado con clientes para proyectos de desarrollo?</li> <li>- ¿Qué mecanismos han adoptado para responder a los cambios/presiones del entorno?</li> </ul> <hr/> <p><b>Economía</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cómo ha incidido el incremento de los precios de los insumos, materias primas y servicios en sus actividades de producción? ¿De qué manera ha afectado la acumulación de CT?</li> <li>- ¿Considera que la actual demanda y las necesidades del mercado les han afectado en sus decisiones de inversión e innovación?</li> <li>- ¿Considera usted que existe incertidumbre económica en el país? si esto es afirmativo, ¿cómo ha afectado en las decisiones de inversión y en sus estrategias?</li> <li>- ¿Qué mecanismos han adoptado para responder a los cambios/presiones del entorno?</li> </ul>
----------------------------	---	--	---	---

			<p style="text-align: center;"><b>Ambiental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿De qué manera las actuales condiciones ambientales de la región (en materia de contaminación, escasez del agua, actividades productivas primarias y secundarias) les han afectado en sus actividades de producción?</li> <li>- ¿En qué forma y cómo lo han solucionado?</li> <li>- ¿Cómo la regulación ambiental está afectando los procesos de acumulación de CT?</li> <li>- ¿Qué mecanismos han adoptado para responder a los cambios/presiones del entorno?</li> </ul>
			<p style="text-align: center;"><b>Político – social</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿De qué manera las reglas formales (leyes, reglamentos, normatividad, derechos de propiedad, contratos, etc.) facilitan o limitan la acumulación de CT?</li> <li>- ¿Qué mecanismos han adoptado para responder a los cambios/presiones del entorno?</li> <li>- ¿Qué peso considera que tienen las reglas formales e informales en la toma de decisiones para la acumulación de CT?</li> </ul>
			<p style="text-align: center;"><b>Cultural</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cómo han influenciado la cultura de la región/país, los usos y costumbres, u otros elementos como la confianza en el desempeño de la empresa? ¿Cómo ha impactado en las CT?</li> <li>- ¿Se ha desarrollado una cultura de digitalización? O ¿qué barreras enfrentan para esto?</li> <li>- ¿Qué acciones están tomando para avanzar en estos procesos?</li> </ul>

Detonadores internos	Detonadores internos desarrollados en la empresa	Tipo de actividades internas desarrolladas en la empresa	Impacto de los detonadores internos en el proceso de acumulación de CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué objetivos se han planteado para los principales productos?</li> <li>- ¿Quién(es) toma(n) las decisiones sobre la adopción, diseño, desarrollo o implementación de tecnologías/innovaciones?</li> </ul>
Transformación digital	Adquisición y adopción de nuevas tecnologías en la empresa	Alineación de los objetivos tecnologías con los objetivos de negocio de la empresa	Tipo de tecnologías adoptadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué relación tienen los avances en el Lean Manufacturing y la evolución hacia la transformación digital?</li> <li>- ¿Cuáles han sido las actividades de innovación más importantes que ha realizado la empresa durante los últimos 5 años (e.g. mejora de productos, desarrollo de nuevos productos, desarrollo de nuevos procesos o mejora de ellos, desarrollo de nuevos métodos organizativos, desarrollo de nuevos métodos de comercialización)?</li> <li>- Mencione cuáles fueron los impactos que tuvieron las innovaciones de productos/proceso realizadas durante los últimos 5 años en la empresa.</li> <li>- ¿Cuál es la estrategia tecnológica? (pueden ser de adopción, diseño, desarrollo o implementación)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

## 5. EL CASO DE LA EMPRESA ÉPSILON

En este capítulo se hará una descripción del perfil de la empresa Épsilon, de acuerdo con la información recabada mediante las entrevistas realizadas a personal clave de la firma e información de su página oficial. Los principales puntos por abordar son, el perfil de la empresa, incluida su historia, características clave, estrategia de producción, mercado y tecnológica. Este es un capítulo descriptivo, que incluye aspectos relevantes para esta investigación.

## **5.1 Perfil de la Empresa Épsilon**

La empresa Épsilon se identifica como empresa líder de la industria eléctrica en el mercado de transformadores eléctricos para el continente americano, con seis plantas ubicadas estratégicamente entre México, Estados Unidos y Brasil. Distribuye sus productos en más de 35 países, ofreciendo una amplia gama de transformadores eléctricos hechos a la medida, que sirven para alimentar proyectos industriales, comerciales y de servicios públicos. (web page de la empresa)

Estos transformadores cuentan con una amplia variedad que van desde los de uso doméstico hasta aquellos que tienen la capacidad de alimentar ciudades enteras, como es el caso de los transformadores de potencia. La empresa satisface las necesidades específicas de sus clientes al estar dedicada a la fabricación de productos por diseño, que son construidos bajo altos estándares de calidad, incorporando elementos tecnológicos al proceso, como también la utilización de materiales de la mejor calidad del mercado.

Épsilon realiza actividades de I+D que fortalecen su posicionamiento en el mercado, y sigue de cerca la frontera del conocimiento en su sector. Apoya y participa en muchos grupos y organizaciones industriales, como son: IEEE, CIGRE, AEIC, EPRI, Doble, Weidmann, NRECA, NWPPA, RMEL e IEC para ayudar a establecer y revisar estándares. Además mantiene actualizado a su personal en las nuevas tendencias tecnológicas de la industria, con el objetivo de poder cubrir las necesidades de los clientes, integrando a su organización expertos en temas de interés. (web page de la empresa)

### ***5.1.1 Datos básicos de la empresa Épsilon***

A continuación, la tabla 7 presenta los datos básicos de la empresa.

**Tabla 7. Datos básicos de la empresa Épsilon**

<b>Nombre de la empresa</b>	Épsilon
<b>Año fundación</b>	1969
<b>Sector</b>	Eléctrico – Transformadores
<b>Origen del capital</b>	50% mexicano y 50% estadounidense
<b>Número de empleados</b>	Más de 7 mil empleados en toda la organización 6,500 en la planta de Apocado, Nuevo León México 1000 en las cuatro plantas de Estados Unidos 300 aproximadamente en Brasil

<b>Número de plantas/ubicación</b>	6 plantas en total <ul style="list-style-type: none"> <li>● 1 en México es la matriz y la más grande de todas, en cuanto a tamaño de predio, cantidad de personal y producción, ubicada en Apodaca, Nuevo León.</li> <li>● 4 en Estados Unidos</li> <li>● 1 en Brasil</li> </ul>
<b>Multilatina (# plantas en el exterior)</b>	5 plantas en el extranjero <ul style="list-style-type: none"> <li>● 4 en Estados Unidos</li> <li>● 1 en Brasil</li> </ul>
<b>% ventas mercado doméstico y % mercado internacional</b>	Las unidades de negocio producen principalmente para el mercado estadounidense. Actualmente exporta entre el 96 y 97 % de su producto elaborado en México.
<b>3 Principales países donde exporta</b>	Estados Unidos Latino América Europa
<b>% insumos locales y de importación que contienen sus productos</b>	El 70% de la materia prima es importada.
<b>Posición en la cadena de suministro (OEM, Tier 1, Tier 2, Tier 3, etc.)</b>	OEM al ser una empresa que diseña y produce productos terminados.
<b>Clientes</b>	Utilities públicas y privadas de EUA.
<b>Productos principales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Transformadores eléctricos de distribución, renovables, y de potencia.</li> <li>● Aceite vegetal.</li> <li>● Componentes cerámicos y poliméricos.</li> </ul>
<b>% ventas destinado al gasto de I+D (últimos 3 años)</b>	0.8% de las ventas totales se destinan a I+D.
<b>Tecnología</b>	Propia.
<b>Número de patentes</b>	150 patentes solicitadas de las cuales 109 están otorgadas

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas.

### 5.1.2 Historia de la empresa

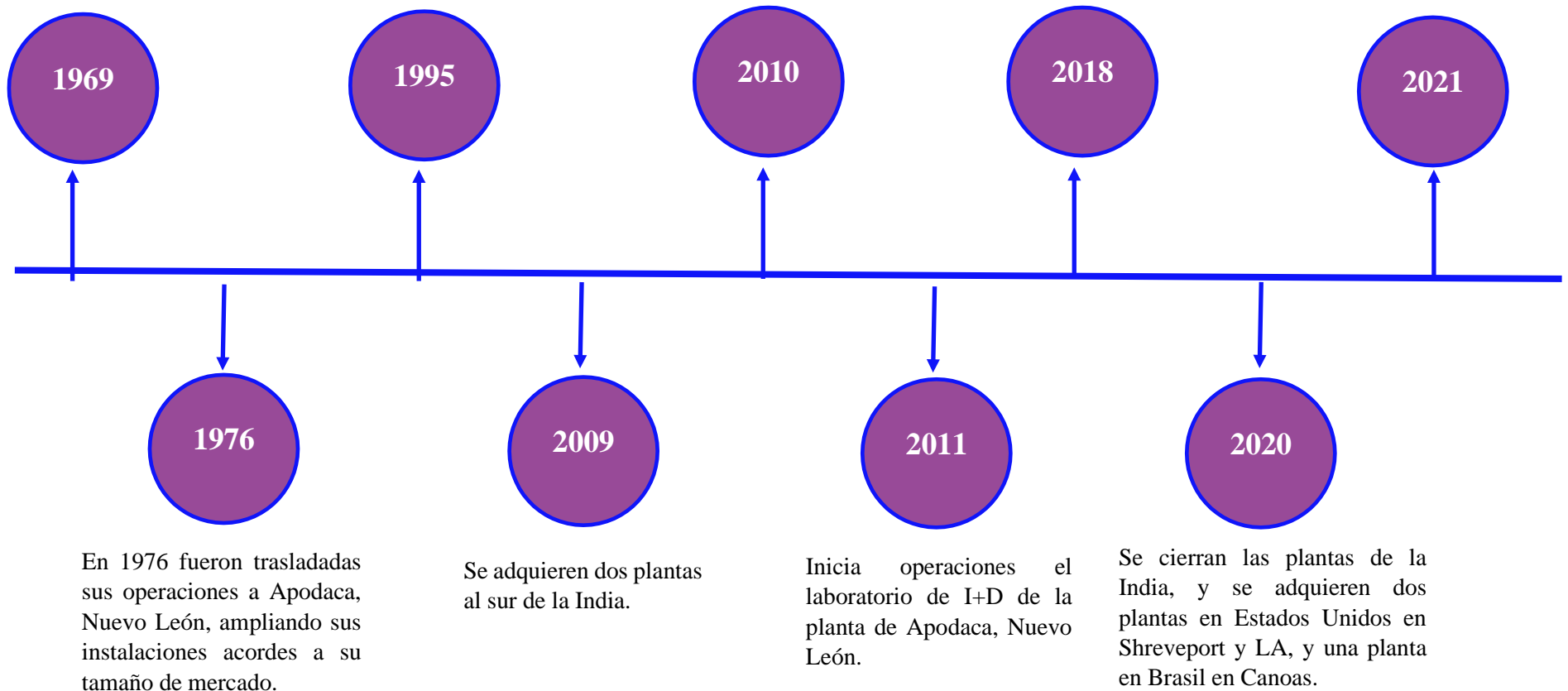
La empresa nació en 1969 con la adquisición de una pequeña planta ubicada en la Ciudad de México llamada Ingeniería Eléctrica Industrial (IEI).

El grupo empresarial dueño de la empresa y un grupo líder Estadunidense hacen una coinversión dedicada a la fabricación de transformadores eléctricos.

Se lanza al mercado el aceite de origen vegetal desarrollado por Épsilon.

Se inaugura la segunda planta de componentes de la empresa, la cual está dedicada a productos poliméricos.

Adquisición del negocio de transformadores, ubicado en Waukesha, WI; Goldsboro, Carolina del Norte, Dallas, y Texas.



Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas.

### ***5.1.3 Estructura organizacional de la empresa***

La empresa Épsilon forma parte de un grupo empresarial conformado por empresas diversas de las ramas industriales de energía, alimentos y nuevos negocios, como la nanotecnología y soluciones inteligentes. El negocio de energía se enfoca en soluciones innovadoras y sustentables para la transformación y entrega de energía eléctrica. Está integrado por dos empresas relacionadas con el sector eléctrico, la primera enfocada en la fabricación de conductores eléctricos y la segunda, aquí analizada, está dedicada a la fabricación de transformadores eléctricos, siendo una empresa de ingeniería de producto con manufactura.

Épsilon está conformada por cuatro divisiones de negocio, de las cuales dos se encuentran insertas en el mercado, la primera es Épsilon energy dedicada a la fabricación de transformadores, en la que se encuentra la coinversión entre el grupo empresarial y un grupo empresarial líder en el mercado estadounidense, con una participación de 50 - 50 por ciento de cada grupo. Esta coinversión representa la comercialización de transformadores en el mercado americano, que implica la apertura al mercado estadounidense, a través de la marca fusionada. (Director de Desarrollo Tecnológico)

DE es solo la distribuidora, no se encarga de la producción de transformadores y componentes, ya que, toda su industria fue absorbida por Épsilon, quedando como integradora de proyectos. Para México es Épsilon De, y para el mercado americano es DE Épsilon. (Gerente de innovación)

La segunda división inserta en el mercado está dedicada a la fabricación de componentes para consumo propio y venta a competidores de capital 100 por ciento del grupo mexicano. (Gerente de Épsilon Labs)

Además tiene dos divisiones que son extensión del proceso de expansión de la empresa, las que ofrecen herramientas que ayudan al fortalecimiento de la organización en el mercado a través de la I+D y la incubadora de negocios, de capital 100 por ciento del grupo empresarial.

Las cuatro divisiones se describen a continuación. (Gerente de Épsilon Labs)

- **Épsilon Energy – DE:** Dedicada a la fabricación de transformadores de distribución, renovables, y potencia, en la que se encuentra la marca fusionada.

- **Épsilon componentes:** Pensada para satisfacer el consumo propio, es fabricante de componentes de transformadores, principalmente de porcelana, y a partir de 2018 de productos poliméricos, como equivalentes o reemplazos de algunos productos cerámicos. Con el tiempo y evolución también vende fuera de Épsilon, principalmente a sus competidores, siendo
- **Épsilon Energía de Soluciones – la incubadora de negocios:** Es una incubadora de investigación y desarrollo, que realiza cosas disruptivas en los transformadores.
- **Épsilon Labs:** Es el centro de I+D de la organización, en el que se encuentran varios laboratorios: de materiales, de electrónica, laboratorio de simulación y un laboratorio de eléctrica.

#### ***5.1.4 Número de plantas y su localización***

Épsilon cuenta con 6 plantas distribuidas estratégicamente entre Estados Unidos, México y Brasil, las cuales tienen tareas específicas y se centran en la producción de diferentes productos del catálogo de la empresa. (Gerente de Épsilon Labs)

##### Estados Unidos:

**Planta de Wisconsin** – dedicada a la producción de transformadores de potencia.

**Planta de Carolina del Norte** – dedicada a la producción de transformadores de potencia.

**Planta de Luisiana** – Produce transformadores tipo Network y transformadores de pedestal, que son de menor capacidad en comparación a los de potencia.

**Planta de Dallas, Texas** – dedicada a la producción de componentes de transformadores.

##### México:

**Planta de Apodaca, Monterrey Nuevo León** – Es la planta matriz, siendo la más grande con 2 mil millones de dólares invertidos en ella, dedicada a la fabricación de todas las variedades de transformadores, de distribución, renovables, y potencia. Es una multiplanta, ya que también alberga las instalaciones de la planta de componentes, que cuenta con dos plantas, una dedicada a porcelana y la otra dedicada a productos poliméricos. En Monterrey también se ubican Épsilon Soluciones y Épsilon Labs.

##### Brasil:

**Planta de Canoas, Brasil** – dedicada a la producción de transformadores de potencia.

### ***5.1.5 Principales productos***

Una de las principales características de la empresa es la creación de productos hechos a la medida, en donde cada producto es único, y los principales productos que incluyen son varios tipos de transformadores, su aceite vegetal, así como componentes cerámicos y poliméricos. A continuación, se describen cada uno de estos productos en detalle.

#### **Transformadores de distribución**

Los transformadores de distribución son la columna vertebral de suministros confiables de electricidad, en ciudades y establecimientos, al ser los productos más pequeños cuentan con una amplia variedad de modelos que son: transformadores tipo polo, pedestal, de red, y de subestación secundaria (Gerente de la línea de transformadores de distribución).

#### **Transformadores renovables**

En la actualidad las energías renovables y el cuidado del medio ambiente han tomado gran importancia en el mercado global de energía, por lo que Épsilon siendo una empresa socialmente responsable, desarrolló productos como los transformadores renovables con el objetivo de aprovechar las energías limpias, como es el caso de la eólica y solar. Estos transformadores se integran en la red o permiten el consumo en hogares y empresas (web page de la empresa).

#### **Transformadores de potencia**

Épsilon diseña, fabrica y prueba transformadores que tienen la capacidad de abastecer ciudades enteras. Es reconocida como una de las mayores fabricantes de transformadores de potencia en América. (Gerente en competitividad en la dirección de potencia)

#### **Aceite vegetal**

Es uno de los productos estrella de la firma, al ser un producto de vanguardia en el mercado de fluidos para transformadores. Con el uso de aceite vegetal se cuida el medio ambiente y a los transformadores ante las adversidades del ambiente. Genera beneficios la utilización de esta clase de aceite en comparación con los aceites minerales, porque los transformadores se enfrentan a altas y bajas temperaturas del ambiente, además hay un impacto ambiental si

llegara a ocurrir algún derrame de este líquido en mantos acuíferos. (Líder de Proyecto de Aceite Vegetal)

### **Componentes**

Los componentes de mayor valor para esta división son los pararrayos cerámicos y poliméricos, guardias de vida silvestre, bujes y accesorios alrededor del transformador de composición polimérica. (Gerente de ingeniería y desarrollo de producto de Épsilon Componentes)

#### ***5.1.6 Número de empleados: género, formación profesional y técnica***

El número de trabajadores totales de la empresa asciende a más de 7 mil empleados entre todas sus plantas, es intensiva en mano de obra, y cuenta con personal calificado. El personal es constantemente capacitado con el objetivo de tener mano de obra capacitada. Tienen especialistas en la materia, ya sea por su tiempo en la empresa, o por tener maestría y doctorados, desplegados en las diferentes áreas de la organización. (Gerente de producto de transformadores grandes y extragrandes)

Uno de los principales objetivos de Épsilon es la preservación de su personal, al ser uno de los insumos más valiosos, teniendo un porcentaje de rotación de personal entre el 1.2 a 2 por ciento, procurando mantener a su personal mediante buenas prestaciones, y salarios atractivos que sean competitivos en la región donde se encuentran las plantas. (Gerente en competitividad en la dirección de potencia)

Tiene una semana laboral de 7 días hábiles, con 50 semanas de trabajo, divididos en tres turnos, manteniendo una producción constante las 24 horas del día, en turnos de 8 horas cada uno.

#### **Planta de Apodaca, Monterrey, Nuevo León**

Número de empleados **6500** en el que un **25 a 27** por ciento del total son mujeres.

En el área de transformadores de distribución y potencia cuentan con alrededor de **1.100** personas.

Épsilon labs – Son **21** personas de planta.

Épsilon Energía de Soluciones – Son **5** personas

Épsilon componentes – **450** trabajadores

### **Plantas en el extranjero**

En las cuatro plantas de Estados Unidos se acumulan alrededor de **1000** empleados.

En la planta de Brasil son alrededor de **300** empleados en la planta

#### **5.1.7 Volumen de producción y ventas**

Cuenta con diferentes productos en el mercado, y los volúmenes de producción son diferentes para cada producto.

En el caso de los transformadores de potencia, el volumen de producción anual en unidades va de 300 a 350 al año (Gerente de producto de transformadores grandes y extragrandes); en el caso de los transformadores de distribución al ser más pequeños su tiempo de producción es más corto, por lo que, al día es posible fabricar 600 unidades en la línea de poste y 300 unidades en la de pedestal, teniendo en total 900 aparatos diarios fabricados de manera constante. (Gerente de la línea de transformadores de distribución)

Los volúmenes de producción semanales en el área de potencia son de 4.5 transformadores semanales de mediana potencia, lo que representa 3.2 millones de dólares. Los transformadores de alta potencia producen semanalmente 1.7 unidades representando 2.5 millones de dólares. Los de extra alta potencia se producen semanalmente 1.2 unidades semanales con un valor de entre 3.5 a 4 millones de dólares. (Gerente de proyectos)

Para la empresa de componentes, en los últimos años los volúmenes de producción han tenido un cambio significativo, sustituyendo los productos cerámicos por los poliméricos en un 50 a 54 por ciento de sus ventas anuales. Han cerrado líneas de producción obsoletas, como es el caso de los pararrayos cerámicos para sustituirlos por los de material polimérico. (Gerente de ingeniería y desarrollo de producto de Épsilon Componentes)

Por último, el aceite vegetal es utilizado en el 25 por ciento del total de transformadores industriales y renovables, dada la creciente demanda de los clientes por la utilización de este producto en sus transformadores. (Especialista en procesos)

El costo de los transformadores es variable en el mercado, debido al costo fluctuante de los materiales y el tiempo de fabricación de estos, por lo que, se cotizan a precios actuales, teniendo que actualizar su costo real al momento de la entrega, con un valor promedio en costos de fabricación del 65 por ciento del valor total del transformador. (Gerente de proyecto)

Después de la coinversión en 1995, los valores en ventas totales de transformadores eran de 60 millones de dólares anuales, de ellas entre el 85 – 90 por ciento eran del mercado mexicano. En la actualidad las ventas se encuentran en 1.800 millones de dólares anuales, y en un 98 por ciento en el mercado estadounidense. En el caso de la empresa de componentes las ventas anuales representan alrededor de 200 millones de dólares. (Gerente de Innovación)

#### ***5.1.8 Clientes y las CGV***

En esta sección se plantean las características de los clientes principales de la organización, así como información relevante en cuanto a las exportaciones, el origen de los insumos utilizados en la producción y sus principales competidores.

##### ***5.1.8.1 Características de los principales clientes de la empresa Épsilon***

Los principales clientes de la empresa se encuentran dentro del área de potencia, y son los llamados “utilities”, que son los clientes que normalmente crean una relación a largo plazo con los fabricantes de transformadores. Normalmente año con año tienen necesidades, teniendo una sinergia con el fabricante, ya que son equipos muy caros, de alta especialidad, por lo que se crea una relación a largo plazo. Hay tres tipos de utilities:

- Los utilities – Son organizaciones que pueden manejar la generación, transmisión y distribución en EUA.
- Las utilities públicas – Corresponden a gobiernos de ciudades o regiones, que normalmente proporcionan el servicio de energía.
- Las utilities privadas – Pertenecen a inversionistas privados, son generadores privados que no sirven directamente al público, sino que venden la energía que producen.

En Épsilon venden a todos estos tipos de clientes en Estados Unidos principalmente.

#### *5.1.8.2 Exportaciones*

La participación de mercado en EUA es del 26 a 27 por ciento, en el caso de México a pesar de ser de más del 50 por ciento es mucho menor al estadounidense, siendo 15 veces más pequeño que el mercado atendido solo en el estado Texas, Estados Unidos. (Gerente de Innovación)

El mercado americano tiene pocos fabricantes internos, siendo más un mercado de exportación, dado esto Épsilon tiene un porcentaje del mercado americano de potencia y distribución.

Esta participación mayoritaria en el mercado norteamericano se logró después de la coinversión hecha entre el grupo americano y Épsilon en 1995, ya que antes de esto no existía su presencia en este mercado.

#### *5.1.8.3 Origen de los insumos*

El origen de los insumos proviene de proveedores nacionales y extranjeros, siendo el último el de mayor peso con el 70 por ciento, debido a que la capacidad de México para producir los insumos necesarios es insuficiente, e incluso la empresa de componentes de Épsilon solo produce algunos componentes. Por lo tanto tienen que acudir a proveedores de diferentes partes del mundo para lograr tener los materiales necesarios para la fabricación de transformadores en tiempo y de la mejor calidad.

Los principales proveedores de la empresa se encuentran en Estados Unidos, y son ABB, Cooper, Ernco, que son los principales proveedores de accesorios para transformador, como es el caso de Cambiadores fusibles, Apararrayos, y Bayonetas. En cuanto a materias primas, el acero para los núcleos del transformador es proveniente de Japón. (Líder de Proyecto de Aceite Vegetal)

#### *5.1.8.4 Principales competidores*

En el mercado estadounidense los principales competidores son:

- Howard Industries.
- Eaton.
- Central Moloney.
- Power Partners.

En el mercado nacional el principal competidor es:

- Industrias de Guanajuato (IG) – Ellos no son exportadores, solo producen para el mercado nacional.

En el mercado internacional

- Compiten con firmas alemanas, inglesas, austriacas, coreanas, y japonesas.

### ***5.1.9 El proceso de producción***

En 2004 la empresa Épsilon toma como ejemplo para su proceso productivo el Toyota Production System (TPS) para sus líneas de fabricación de transformadores. El TPS está enfocado a la gente que trabaja en el proceso productivo, con el fin de mejorar la productividad, a diferencia del lean manufacturing.

El Lean manufacturing es la versión americanizada del Toyota Production System, considerado como herramientas en el proceso, el cual no tiene un sentido y orden en la producción, en comparación del TPS es considerado parte de un todo en el proceso, viéndolo como un sistema que se basa en principios rectores aplicados a todo el proceso productivo (Solmasoluciones, 2023).

En últimas fechas se modificó esta metodología al Total Productivity System, el cual requiere optimizar a sus 4M, que son, materiales, máquinas, mano de obra y método (Gerente de I4.0). Por ejemplo cuando se quiere introducir una máquina nueva al proceso de producción es necesario que siga los parámetros de las 4M, para alcanzar los niveles máximos de producción con la nueva maquinaria. (Gerente de I4.0)

#### ***5.1.9.1 Pasos del proceso productivo***

El proceso productivo de la empresa está conformado por etapas siendo igual para los transformadores de distribución como también los de potencia y renovables. Las operaciones son intensivas en mano de obra debido al tipo de fabricación característica de la industria, siendo una empresa dedicada a la fabricación de productos únicos para cada cliente, convirtiéndose en una empresa de fabricación al diseño.

En la producción se sigue una secuencia base o plan operativo anualizado, ya que la producción responde a los pedidos que se realizan con uno o dos años de anticipación. Por

lo que la producción no es por volumen sino que se realiza bajo pedido; se levantan los pedidos por año anticipado colocándose en fila para su fabricación. El plan se revisa cada tres meses para validar todos los materiales, la secuencia seguida y ver el seguimiento de la producción. (Gerente de I4.0)

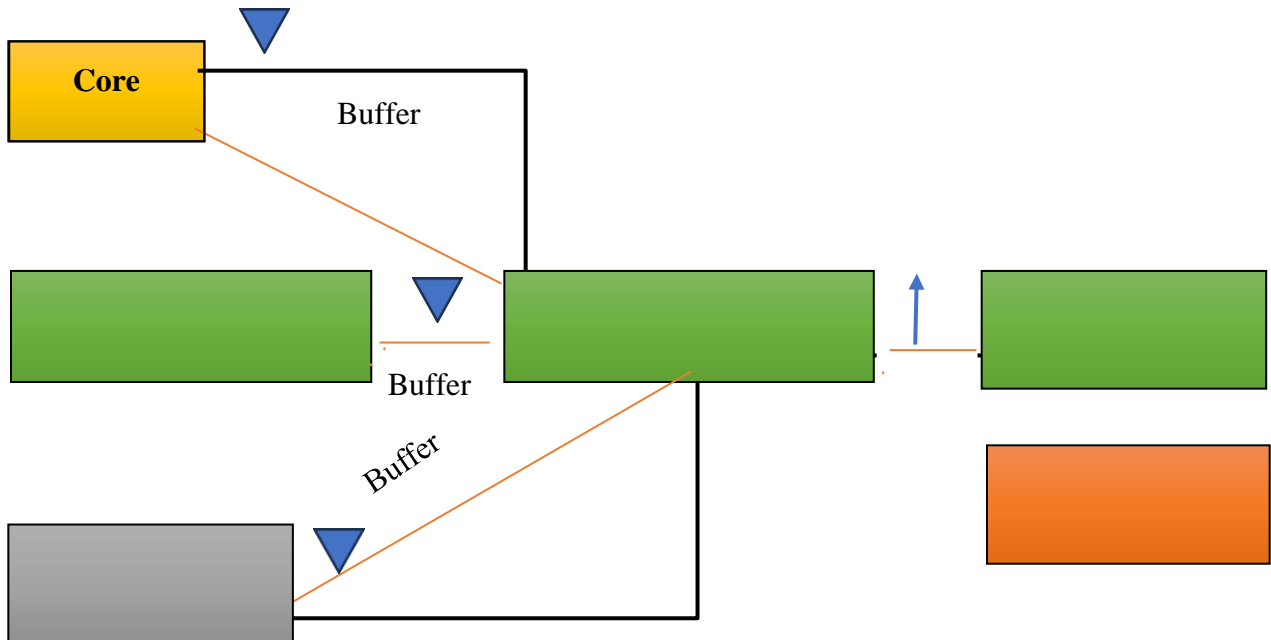
Trabajan mediante el sistema Pull System, llevando a cabo la producción por estaciones avanzando bajo un pack time requerido, tienen como principal métrica las promesas de entrega que se hacen a los clientes, cuidando que se cumpla la secuencia de producción. (Gerente de I4.0)

El primer paso en este proceso es el devanado y posteriormente un proceso de dimensionado donde se ensambla la bobina y se le dan las dimensiones que pide ingeniería.

Después entra el proceso de armado, para pasar a la convergencia del núcleo y la bobina que en conjunto crean la parte viva del transformador, que puede decirse que es el corazón del transformador. Este proceso tiene tres etapas: el ensamble al vacío, el llenado del transformador con aceite ya sea vegetal o mineral, y el área de estabilización.

La etapa de estabilización es un tiempo de reposo que debe tener el transformador para que el aceite se impregne correctamente en los aislamientos, después dependiendo de ciertas horas que se definen por la clase de voltaje y la cantidad de aislamientos, posteriormente se realizan las pruebas de calidad del transformador, (Gerente en competitividad en la dirección de potencia). La figura 9 ilustra este proceso.

**Figura 9. Línea de flujo del proceso productivo**



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de las entrevistas realizadas a personal de la empresa.

Algunas de las pruebas realizadas a los transformadores son las siguientes: pruebas eléctricas, pruebas de resistencia de aislamiento, pruebas de impulso, de factor, además de todas las pruebas que están normadas, llevándose a cabo dentro de la misma planta.

## **5.2 Estrategias de mercado y desarrollo de producto**

En esta sección se aborda la descripción de la estrategia de mercado que sigue la empresa Épsilon y como realizan el desarrollo de nuevos productos, permitiéndole tener un posicionamiento en el mercado a través de un plan estratégico que le permite tener éxito en el mercado.

### ***5.2.1 Estrategia de mercado***

La estrategia de mercado de la empresa está orientada en mantener competitivas las unidades de negocios, es decir, mantener los productos competitivos en el mercado, a través de diferentes instancias fundamentales.

Primero mediante Material Cost Reduction (MRS), que es la reducción de costos de materiales, volviéndose más eficientes, reduciendo el contenido de materiales en el transformador, más económicos, que sean más compactos que permitan que el diseño sea más esbelto, y que tengan más densidad de potencia por kilo. (Gerente de I4.0)

En segunda instancia, los grupos de ingeniería de cada una de las unidades de negocio tienen la tarea constante de monitorear la competitividad del producto, además de la compra y venta de servicios internos dentro de la empresa, que son para los planes de crecimiento de las unidades de negocio.

En la parte de manufactura son altamente intensivos en mano de obra, pero lo más intensivo es en tareas del núcleo del transformador, dado que son trabajos muy artesanales, además de ser diseños a la medida. En el área de tecnología la parte de know-how de tecnología y de diseño es otra métrica, hay un seguimiento de las tendencias internacionales, como también el tema de la oportunidad de negocio, ya que debe existir rentabilidad de los nuevos proyectos.

Todos son producto al diseño, hay algunos transformadores que pueden hacer un Blanket Order, donde pueden solicitar 1 o 2 o hasta 15 transformadores iguales pero de forma diferida, dado que el 90 o el 95 por ciento es un make to order. (Gerente de Innovación)

Dado que es un producto que debe tener mucha atención al detalle, la plantilla laboral de la empresa es muy grande en todas las plantas, para poder hacer la manufactura al nivel de calidad que se requiere.

### ***5.2.2 Estrategia de desarrollo de producto***

Dentro del grupo empresarial al que pertenece Épsilon, es la que más desarrolla productos de todo el grupo, esto se hace a través de una metodología que busca el éxito de los productos nuevos, evitando los riesgos que puedan surgir en el proceso.

La primera etapa de esta metodología es llevar a cabo un caso de negocio, debido a que cuando se define desarrollar un proyecto en particular, se hace bajo un análisis de conveniencia.

Una vez que se aprueba el caso de negocio, donde se plantea la necesidad de desarrollar el producto y se hace una justificación económica a través de un análisis financiero avalado por el área financiera donde se establece lo que es el pay – back del retorno de la inversión y el tiempo de desarrollo, se aprueba el caso de negocio. En esta etapa se determina lo que son las especificaciones comerciales y técnicas del producto a desarrollar: cuáles son los requerimientos del cliente? y cuáles son los requerimientos técnicos asociados a ese producto

a través de las normas aplicables de productos tanto nacionales como internacionales. (Gerente de I4.0)

Así, la estrategia de desarrollo de producto toma en cuenta las normas según el mercado a donde se vaya a dirigir el nuevo desarrollo. Tomando en cuenta las normas para ese producto en particular, se empieza el estudio de los requisitos del producto, de la norma y del cliente para transformarlo a los requerimientos del diseño de producto. Siendo este el tiempo que dura el desarrollo.

En el caso de negocio es donde se materializa la propuesta de proyecto de inversión, ahí se dimensiona el mercado y los esfuerzos de desarrollo. Su tasa de éxito es muy alta entre 85 a 90 por ciento en los productos. Esto debido a que son muy conservadores para decidir qué productos van a desarrollar. Por otra parte, en el área de la incubadora de negocios la tasa es muy baja, porque están tomando riesgos en esa área. (Gerente de Innovación)

Considerando dos instancias, la parte técnica y la parte comercial, a veces son exitosos en la parte técnica pero no en la comercial, y a veces pueden ser exitosos en la comercial, pero no en la técnica. Normalmente si no son exitosos en la parte técnica tampoco lo son en la comercial, pero hay veces que si desarrollan el producto, funciona, se prueba, pero no se vende.

### **5.3 Actividades de Innovación e I+D de la empresa Épsilon**

En esta sección se abordan los aspectos relacionados a la innovación y la I+D de Épsilon, las patentes con las que cuenta y cuál es su estrategia tecnológica, siendo parte fundamental para posicionar a la empresa como líder tecnológico en el mercado.

#### ***5.3.1. Épsilon Labs***

El centro de investigación aplicada de Épsilon nace en julio de 2011 con el nombre de CIMAE, con 15 proyectos dedicados a la investigación de materiales y mejora de producto, ubicado en el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT) de Monterrey. (Gerente de Épsilon Labs)

Tras una reestructura de la imagen de la compañía en 2019, cambia de nombre a Épsilon Labs, contando con 21 personas laborando en sus instalaciones y cinco personas en la incubadora de negocios.

El centro nace con el propósito de volverse autosuficiente en el desarrollo de nuevos productos y mejora de ellos, contando con laboratorios de materiales, de electrónica, de simulación y un laboratorio de eléctrica, y equipos para la fabricación de prototipos y pruebas. (Gerente de Épsilon Labs)

En el laboratorio de materiales realizan evaluaciones de los nuevos materiales que se utilizan en toda la línea de producción de Épsilon, a través de un plan de pruebas, con las que validan la compatibilidad de todos los materiales.

En este centro el desarrollo de proyectos está orientado a mejoras del transformador, alrededor de él, alrededor de las líneas de distribución y proyectos que no formen parte del transformador como es el caso del aceite vegetal. Estos proyectos derivan de la metodología realizada por la empresa para identificar las oportunidades de negocio que derivan en nuevos productos y nuevas soluciones en materiales y componentes.

### ***5.3.2 Actividades de innovación e I+D***

Dentro de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) que realiza la empresa hay una inclinación mayor hacia la “D”, el desarrollo de nuevos productos y procesos, así como el desarrollo de nuevas soluciones que le den valor al cliente en aplicaciones o soluciones de energía, como son dispositivos de control, monitoreo, nuevas tecnologías digitales, entre otras, que a la “I”, la investigación.

También existen grupos de desarrollo de producto que van detrás de la productividad, es decir, la competitividad del producto actual, o para generar nuevas características, nuevas funciones de los productos actuales llamados “nuevos features”, y nuevas variantes de productos, atendiendo las demandas de los clientes con el objetivo de mantener su posición en el mercado, además de ganar espacio en aquellos mercados que al desarrollar nuevos productos se integran a ellos.

En la parte de investigación, se encuentra la utilización de nuevas tecnologías, cuyo objetivo es encontrar nuevas soluciones, teniendo equipos de trabajo enfocados en esta tarea en ingeniería, mejora continua, calidad, y TPS, como también desarrollar mayor conocimiento sobre el funcionamiento del transformador a través del desarrollo de los nuevos productos. (Gerente de Épsilon Labs)

El objetivo de estas actividades de I+D e innovación es tener la mejor tecnología en todas sus áreas y plantas, para lograr un cierto grado de presencia tecnológica en el sector, haciendo evaluaciones en todas las plantas, respetando las características singulares de cada planta, homologando las tecnologías utilizadas en la producción y estandarizando los procesos de producción. (Gerente de Épsilon Labs)

### ***5.3.3 Gastos en I+D***

La empresa Épsilon como parte de su plan de desarrollo tecnológico destina 0.8 por ciento de sus ingresos totales a las tareas de I+D, distribuyendo este porcentaje entre los distintos proyectos y plantas, dando un cierto presupuesto de acuerdo con los requerimientos de cada proyecto.

Además del presupuesto asignado por parte de la empresa en ocasiones reciben fondeos del exterior para nuevos proyectos de la incubadora de negocios, algunas de las instituciones que han aportado dichos fondos son CONACYT, el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), y el Departamento de Energía de Estados Unidos para proyectos específicos que puedan ser vinculantes con centros de investigación y universidades. En el caso de México, estos recursos públicos se han reducido.

Los Estímulos Fiscales recibidos en los últimos proyectos por parte de Conacyt otorgaban el 90 por ciento en impuestos, absorbiendo solo el 10 por ciento de los gastos del proyecto desarrollados, lo que permitía a la empresa apoyar a las instituciones con las que mantenía la vinculación para poder comprar los aparatos necesarios para el desarrollo de proyectos. Sin embargo, con el tiempo las necesidades de la empresa fueron mayores en cuanto a conocimiento, lo que provocó que Épsilon dejará de participar con instancias nacionales eliminando los estímulos fiscales por la vinculación con centros de investigación y universidades en la actualidad.

### ***5.3.4 Patentes***

Una de las formas más importantes para proteger el conocimiento desarrollado por la empresa en su centro de investigación y a través de sus proyectos, es mediante las patentes. Se tiene registro de la primera en 1999, teniendo patentes de producto y de proceso

La meta anual de la empresa es presentar 4 solicitudes por año, que es un Indicador para su Modelo de Innovación. En los últimos 3 años han presentado 7 solicitudes por año, por arriba de la meta establecida. En la actualidad cuenta con 150 patentes solicitadas y 109 otorgadas. Tiene un promedio de 4 patentes otorgadas por año en los últimos 3 años.

Los países en donde más se solicitan y otorgan patentes es en México, Estados Unidos y Canadá, teniendo como principal producto patentado en 11 países su aceite vegetal. A continuación, la tabla 8 lista la relación de patentes solicitadas y otorgadas por país.

**Tabla 8. Patentes solicitadas y otorgadas por Épsilon**

Países	Solicitudes	Otorgadas
México	55	45
Estados Unidos	65	51
Canadá	13	9
India	3	0
Brasil	2	0
Venezuela	2	0
Panamá	2	1
Perú	1	0
Arabia Saudita	1	1
España	1	1
Chile	1	0
Irak	1	0
Kuwait	1	0
Qatar	1	1
Uruguay	1	0
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>109</b>

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos mediante entrevistas a personal clave de la empresa.

#### **5.2.4 Estrategia tecnológica de la empresa**

A partir de 2002 empezaron los proyectos de plataformas tecnológicas, utilizando una metodología llamada New Product Introduction (NPI), que implica una serie de etapas para manejo de riesgo, administrativo, financiero y tecnológico.

Esta metodología consiste en una alineación total, que implica que todas las acciones de los empleados tienen que ir hacia un objetivo de negocio, en el que se plantea un seguimiento de trabajo “el Growth Pay – Book” (GPB). Esta estrategia cuenta con tres ejes: de negocio, soporte y estrategia de cierre de brecha, con el objetivo de generar valor para los accionistas,

los empleados, y la comunidad, realizando estimaciones del impacto de la propuesta planteada.

Cada unidad de negocios hace su propia planeación estratégica, que debe de ser aprobada por el director de tecnología e innovación, junto con los directores de las unidades de negocio, además del director de planeación estratégica, el director de administración, el director de finanzas y administración. Una vez aprobado por ellos se presenta ante la Dirección General de Épsilon para su aprobación final. Estas propuestas se trabajan en los meses de mayo a julio. (Gerente de I4.0)

Cada año se revisa el (GPB), donde se hace el seguimiento de temas de mercado, temas internos y externos de la empresa, entre otros, y si es necesario que se haga un cambio o ajuste de dirección de los proyectos que se encuentran en ejecución.

Épsilon participa en eventos de difusión tecnológica como conferencias y ferias tecnológicas internacionales, realiza publicaciones de artículos científicos, y el fortalece sus actividades de I+D, que derivan en el fortalecimiento tecnológico y la independencia de proveedores externo, incrementando su cartera de productos ayudándoles a abarcar mayor parte del mercado, ayudándoles al fortalecimiento del conocimiento interno de sus productos.

Épsilon es reconocida como líder tecnológica que cuenta con desarrollo de soluciones a las necesidades de sus clientes en transformadores tanto de potencia, como renovables, y distribución, teniendo una participación mayoritaria en el mercado de Estados Unidos, con precios competitivos y productos de alta calidad.

## **6. ACUMULACIÓN DE CT DE LA EMPRESA ÉPSILON**

La acumulación de CT de una organización es un proceso que deriva de diversos factores que se suscitan en la empresa, como es el caso del desarrollo de proyectos en el que interactúan actividades de investigación, desarrollo de productos, acumulación de conocimiento, detonantes internos que incentivan a la empresa a desarrollar nuevas capacidades para convivir y utilizar nuevas tecnologías en beneficio de ella, y factores externos.

En este capítulo se dará una descripción de los principales proyectos en los que ha trabajado la organización en el periodo del 2000 – 2023, los principales detonadores internos de procesos de acumulación de CT y la matriz actual de CT de la empresa.

### **6.1 Principales proyectos con esfuerzos de I+D de la empresa: 2000 - 2023**

En esta sección se presentan los principales proyectos de la empresa donde se reflejan los esfuerzos realizados en actividades I+D y el desarrollo de CT para la creación de nuevos productos.

#### ***6.1.1 Aceite Vegetal para el Transformador***

Desde la creación de los transformadores se utilizan aceites minerales a base de petróleo como aislante de humedad, sin embargo, esta clase de aceites tiene un impacto ecológico negativo al ser muy contaminante para los ecosistemas.

Estos aceites minerales afectan la vida silvestre, los mantos acuíferos y el subsuelo en donde es derramado, siendo una constante preocupación para los clientes un derramamiento de aceite, tanto por los costos ecológicos como económicos, en cambio con el aceite vegetal las afectaciones son menores. Por esto surge la necesidad de un aceite amigable con el ambiente que pudiera cubrir los requerimientos necesarios para el uso en el transformador.

A su vez, una de las principales características de los aceites vegetales es su alto punto de inflamabilidad, estando en una categoría por arriba de los 300 grados centígrados de acuerdo con las regulaciones de la NOM de instalaciones eléctricas en Estados Unidos del código NEC, en comparación, los aceites minerales tienen un grado de inflamabilidad entre los 70 a 150 grados centígrados.

Además de las cualidades que presenta el aceite vegetal a altas temperatura también presenta beneficios en temperaturas bajas, al tener una mayor resistencia al congelamiento, resistiendo temperaturas por debajo de los menos 10 grados centígrados. En este sentido, es apropiado para regiones con temperaturas extremadamente bajas como es el caso de Canadá y algunas regiones del norte de Estados Unidos.

La preocupación por la independencia de los competidores, y no perder clientes que buscaban los atributos que ofrecía el aceite vegetal en los transformadores, fueron incentivos para la aprobación de la realización de este proyecto. (Líder de Proyecto de Aceite Vegetal)

Reconociendo esas virtudes y percibiendo que había cierto interés de los clientes empezaron la búsqueda por desarrollar su propio aceite vegetal, teniendo como principal obstáculo la protección bajo patentes que tenían los aceites vegetales existentes en el mercado. Dado esto, se realizaron dos proyectos relacionados con el aceite vegetal, descritos a continuación.

#### *Primer proyecto del aceite vegetal*

Dadas las características que presentaba el aceite vegetal para Épsilon, en 2006 inició el desarrollo de este producto con la identificación de tres organizaciones dedicadas a la manufactura de aceite comestible, una en Guadalajara (**A**), una en la localidad de Monterrey (**B**) y otra en Sonora (**C**). Una vez identificadas estas tres organizaciones, comenzaron a trabajar al mismo tiempo con todas, con el objetivo de desarrollar un aceite que pudiera utilizarse en el transformador. Cada empresa elaboró su propuesta de acuerdo con la materia prima que utilizaban. (Líder de Proyecto de Aceite Vegetal)

La empresa **B** utilizó soya, la **A** de Guadalajara propuso una combinación de semillas de uva, canola, girasol, etc., debido a que ellos manejan aceites gourmet para exportación, y los de la empresa **C** trabajaron con aceites de cártamo. Trabajaron mediante proyectos rápidos para tomar la decisión de qué propuesta era más acorde a las necesidades de la empresa.

En esta primera etapa la empresa **C** fue perdiendo interés en el proyecto hasta perder comunicación con la empresa Épsilon, dado esto, los directivos de la empresa decidieron seguir adelante tanto con la empresa **B** y la **A**, presentando su propuesta ganadora a mediados de 2007, decidiendo hacer el desarrollo del producto final con la empresa **B** en este mismo año, a pesar de esto, el desarrollo de la patente se realizó con ambas empresas.

Durante esta etapa se trabajó en conjunto el desarrollo del producto y la patente, debido a la restricción que existía en este mercado por la protección que tenían los aceites vegetales existentes en el mercado. Únicamente había dos productos que competían entre sí por el control absoluto del mercado, por lo que, tuvo que hacerse un análisis morfológico de patentes en 2006, teniendo como meta encontrar una solución para introducir en el mercado su producto sin problemas legales por las patentes existentes. (Líder de Proyecto de Aceite Vegetal)

Para el desarrollo del aceite vegetal se obtuvo apoyo de fondos CONACYT, además de apoyo del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) Es el producto más protegido por Épsilon, ha obtenido protección en once países: México, Estados Unidos y Canadá, que es donde siempre se patenta, además de otros países en Europa y Asia.

Ha sido un intenso proceso de investigación y vinculación con centros de investigación entre 2007 y 2008, cuando se llevó a cabo el desarrollo del producto. Posteriormente en 2011 con la creación de Épsilon Labs se llevaron a cabo las pruebas de funcionamiento del aceite en prototipos (Líder de Proyecto de Aceite Vegetal).

El aceite de Épsilon fue el tercer aceite vegetal creado a nivel mundial y el primero en México, teniendo como reto principal la patente, cuya estrategia fue ser un aceite 100 por ciento natural sin agregar ningún aditivo a su composición. Eso lo diferencia del aceite de la competencia que contiene hasta el 5 por ciento de aditivos para evitar que se oxide.

El producto final tiene el proceso de comercialización con la empresa **B**, contando con un acuerdo de comercialización en el que hay un precio preferencial hacia Épsilon, dado que, ambos son dueños de la patente. Por otra parte, solamente Épsilon puede vender el producto mediante un departamento de servicios con el que cuenta la empresa. (Líder de Proyecto de Aceite Vegetal)

El producto final de esta primera etapa fue ofrecido por primera vez en 2010 en el mercado mexicano, comenzando de esta manera su distribución sólo internamente como parte del transformador, posteriormente se empezó a comercializar de forma individual como producto independiente.

#### *Segundo proyecto del aceite vegetal*

En 2019 después de haber cerrado la primera etapa de desarrollo del aceite vegetal, se decidió hacer una segunda versión del producto, la cual consistía en la incorporación de un aditivo no tóxico biodegradable para que este aceite pudiera ser utilizado a bajas temperaturas inferiores a las ya logradas. (Líder de Proyecto de Aceite Vegetal)

El aditivo incorporado al nuevo aceite vegetal permitió la resistencia a la gelatinización del producto, cuando la temperatura bajaba a menos 12 grados centígrados, incorporando menos del 1 por ciento de aditivos biodegradables. Esto se integró dentro de los parámetros de la

patente ya expedida, conservando su grado de amabilidad con el ambiente, pero mejorado para las necesidades de los clientes. Hoy es el único aceite vendido por Épsilon. (Líder de Proyecto de Aceite Vegetal)

El primer proyecto tuvo una duración aproximada de cuatro años y el segundo proyecto de dos años. Es uno de los productos estrella de la empresa (Gerente de Innovación). Muestra el desarrollo de capacidades de I+D para el desarrollo de productos. Es una innovación, aunque la penetración en el mercado del aceite vegetal aún es baja, con relación a los aceites minerales, a pesar de sus beneficios.

**Tabla 9. Tabla resumen de los 2 proyectos de Aceite Vegetal**

<b>Proyecto</b>	<b>Objetivo del proyecto</b>	<b>Logro del proyecto</b>
<b>Primer proyecto de aceite vegetal (2006 – 2010)</b>	Crear un aceite vegetal en colaboración de otra empresa conecedora de la industria del aceite vegetal, que contará con mejores características que el de la competencia en cuanto a cuidados del medio ambiente y manejo de altas temperaturas como también a bajas temperaturas.	Crearon un aceite vegetal sin aditivos siendo 100 por ciento de origen vegetal, resistente a altas y bajas temperaturas superior a los aceites minerales, cuenta con una patente y un acuerdo de comercialización con la empresa coinventora del aceite, siendo el tercer aceite de su tipo en el mundo y el primero en México.
<b>Segundo proyecto de aceite vegetal (2019 – 2021)</b>	Hacer una segunda versión del producto, la cual consistía en la incorporación de un aditivo no tóxico biodegradable para que este aceite pudiera ser utilizado a bajas temperaturas.	El aditivo incorporado al nuevo aceite vegetal permitió la resistencia a la gelatinización del producto, cuando la temperatura bajaba a menos 12 grados centígrados.

Fuente: Elaboración propia.

### **6.1.2 Proyecto de Sonido**

Dentro de la estrategia tecnológica de Épsilon existen diferentes grupos que se dedican a diferentes proyectos que aportan competitividad a la empresa. En el caso del equipo de desarrollo de producto del transformador, su objetivo es asegurar que los productos de Épsilon sean competitivos, que no pierdan competitividad.

Teniendo en cuenta esto, uno de los proyectos que se presentaron fue la reducción de ruido que emanaba de los transformadores. Ese es un ruido total que puede componerse de diversas fuentes, que implica un ruido muy característico, como un “hum” (Gerente de producto de transformadores grandes y extragrandes), que es el que domina.

Sin embargo, hay otras fuentes que también generan ruido, sumando todas logarítmicamente provocan un ruido que alcanza a percibirse, y hay límites que establecen las ciudades. En el caso de Estado Unidos las normas implementadas hacen referencia a la IEEE, que marca los límites de ruido máximo que puede emitir un transformador.

En 2008, Épsilon diseñó transformadores que cumplían con NEMA -10 decibeles por debajo de la norma, ya que la mayoría de los clientes piden que cumplan esos límites normados. Épsilon en esos años podía cumplir esos niveles máximos de ruido. Sin embargo, empezaron a llegar cada vez con más frecuencia demandas de niveles NEMA -12 y -15, los cuales ya no podían garantizar.

La motivación inicial de este proyecto fue por los requerimientos solicitados por un cliente “utilities”, lo que motivó una primera mirada al tema. Sin embargo, tiempo después más clientes se acercaron demandando los mismos requerimientos, lo que incrementó el tamaño de mercado de transformadores de bajo ruido. Esta fue una de las motivaciones principales para iniciar este proyecto.

Un hecho importante a destacar es que la empresa pudo haber comprado tecnología y aplicarla a sus transformadores. Sin embargo, Épsilon apostó por desarrollar la tecnología necesaria para cubrir las necesidades de sus clientes, desarrollando cuatro nuevos proyectos que mejoraron lo desarrollado anteriormente.

#### *Primer proyecto de sonido*

El proyecto comenzó en 2010 llevando a cabo un estudio económico con el que se dieron cuenta que valía la pena el desarrollo del proyecto. Este proyecto tuvo la meta de llegar a cumplir NEMA-20, ya que Épsilon ya cumplía con NEMA-10, sin embargo, para poder bajar cada decibel los esfuerzos son caros y complicados.

El problema del ruido en los transformadores puede ser atacado de tres maneras diferentes: uno es en las fuentes (núcleo del transformador), otro es en los caminos de transmisión y otro

es en la emisión de afuera del transformador. Decidieron ir por las fuentes del núcleo tratando de mitigar el sonido y lo que falte con la transmisibilidad. Así fue como se atendió el primer proyecto, y obtuvieron datos satisfactorios, durando dos años. (Gerente de Producto)

De los principales retos a los que se enfrentó el equipo fue desarrollar estas modificaciones para los transformadores de potencia, debido a las dificultades que se tienen para poder realizar pruebas y encontrar clientes que permitieran probar versiones de este implemento para poder tener evidencia de su funcionamiento.

A pesar de estos inconvenientes lograron reducir los niveles de ruido hasta NEMA -20 mediante modificaciones en el núcleo del transformador, sin alterar las otras dos fuentes que pueden generar ruido.

#### *Segundo Proyecto de sonido*

Dado que en el primer proyecto se trabajó el núcleo para lograr NEMA -20, quedaba la posibilidad de trabajar sobre las dos fuentes restantes de ruido. Dentro del transformador hay dos fuentes que generan mucho ruido: uno es el núcleo y otro son las bobinas. Después de alcanzar la primera meta con modificaciones en el núcleo del transformador, se empezó a solicitar que se considerara el ruido que provenía de las bobinas. (Gerente de producto de transformadores grandes y extragrandes)

Se empezó a explorar otras fuentes como las de transmisibilidad, apoyados por un consultor para medir qué tanta energía o que tanto ruido se transmitía a través de las conexiones rígidas o del propio aceite. Esto demandó esfuerzos de investigación para comprender lo que sucedía dentro del transformador.

En esta etapa se consiguió un presupuesto considerablemente mayor al otorgado en el primer proyecto después de los resultados obtenidos, que le dieron credibilidad al proyecto dentro de la empresa. Pudieron adquirir un software y equipo de medición que les permitió entrar al análisis modal. La inversión que se hizo en equipo, en consultores y en software fue mucho menor al beneficio obtenido en ventas con el desarrollo de este producto. Lo que evidenció la oportunidad de mercado.

El principal competidor en temas de ruido es muy activo en los organismos de elaboración de normativas en Estados Unidos y Europa, el cual introdujo una propuesta de empezar a

cuantificar el ruido de la bobina producido por los devanados del transformador. Originalmente la norma contemplaba el ruido del núcleo, entonces con este cambio en la normatividad los clientes empezaron a exigir el ruido sin carga y también el ruido con carga, es decir el ruido tanto del núcleo como de la bobina. Por lo tanto, el propósito del segundo proyecto fue impulsado por el cambio de normatividad. (Gerente de Innovación)

El fin de esta segunda etapa ya no era reducir en un número el ruido solamente, sino más bien poder controlar la segunda fuente de ruido que eran las bobinas, logrando completar este proyecto con éxito al poder controlar el ruido en los dos elementos internos del transformador.

Completando este proyecto mediante la investigación hecha sobre el comportamiento interno del transformador y la dispersión del ruido, logrando acumular mayor conocimiento del funcionamiento de los transformadores, desarrollando una patente en el nuevo proceso y producto resultante del segundo proyecto, además de incrementar su conocimiento en herramientas digitales que fueron parte fundamental para el análisis de dicho fenómeno de la mano de especialistas externos a la empresa.

#### *Tercer proyecto de sonido*

El tercer proyecto vino a solicitud de su principal cliente en potencia, ellos les pusieron el reto de bajar hasta NEMA -25. Fue realizado en 2013. Para llegar a esos niveles ya se habían atacado las dos principales fuentes de ruido, quedando solo la parte de la emisión, por lo que, el desarrollo principal fue en la parte externa del transformador. Se elaboró una patente en relación con unos paneles con los que cubren las paredes del transformador por fuera, con los que consiguieron alcanzar esos niveles de NEMA -25.

El desarrollo de este tercer proyecto logró mitigar las tres principales fuentes de ruido del transformador, realizando actividades de investigación para poder desarrollar paneles que recubren el transformador de materiales y dimensiones específicas que puedan aislar la tercera fuente de ruido.

#### *Cuarto proyecto de sonido*

Este proyecto está relacionado con el tema de octavos de banda, dado que durante todos los proyectos se había mantenido un ruido entre 70 u 80 decibeles, sin embargo, empezaron a

llegarles solicitudes que se cumpliera con un ruido de 125 Hertz. Desarrollaron un modelo para predecir el ruido en octavos de banda.

En 2014 se terminó este último proyecto cerrando todos los proyectos relacionados con el ruido, teniendo 10 años actualmente que no han hecho proyectos que tengan que ver con ruido. La tecnología y conocimiento adquirido de estos proyectos se han codificado en los manuales de sistemas, acumulando ese conocimiento del funcionamiento del transformador.

**Tabla 10. Tabla resumen de los 4 proyectos de Sonido**

<b>Proyecto</b>	<b>Objetivo del proyecto</b>	<b>Logro del proyecto</b>
<b>Primer proyecto (2010 – 2011)</b>	Este proyecto tuvo la meta de llegar a cumplir NEMA-20, mediante modificaciones a la primera fuente de ruido.	Lograron reducir los niveles de ruido hasta NEMA -20 mediante modificaciones en el núcleo del transformador.
<b>Segundo proyecto (2011 – 2012)</b>	Reducir el ruido que provenía de las bobinas, siendo la segunda fuente de ruido.	Lograron completar este proyecto con éxito al poder controlar el ruido en las bobinas del transformador.
<b>Tercer proyecto (2012 – 2013)</b>	Bajar hasta NEMA -25 los niveles de ruido que emanaba del transformador con la tercera fuente de ruido.	El desarrollo de este tercer proyecto logró mitigar las tres principales fuentes de ruido reduciendo hasta NEMA -25, a través del desarrollo de unos paneles que recubren el transformador.
<b>Cuarto proyecto (2013 – 2014)</b>	Dar respuestas a solicitudes relacionadas con octavos de banda para cumplir con requerimientos de ruido de 125 Hertz.	Desarrollaron un modelo para predecir el ruido en octavos de banda.

Fuente: Elaboración propia.

### **6.1.3 Protector de Vida Silvestre**

El origen de este producto viene de la transición de productos cerámicos a poliméricos que se ha ido realizando en los últimos años en el mercado eléctrico. Obedece a las tendencias del desuso de la porcelana eléctrica reemplazada por materiales poliméricos, lo que significaba una amenaza para ciertos productos del portafolio de la empresa de componentes, por lo que fue necesario desarrollar su equivalente polimérico. (Gerente de ingeniería y desarrollo de producto de Épsilon Componentes)

Los productos que cambiaron su composición de cerámicos a poliméricos son aquellos que van alrededor del transformador y de las líneas de transmisión, como es el caso de pararrayos, las boquillas de alto y bajo voltaje, y en la actualidad el producto que emana del protector de vida silvestre.

Este proyecto no era económicamente atractivo en un principio, sin embargo, es un accesorio complementario al pararrayos polimérico, siendo uno de sus principales productos del portafolio, volviéndose un requerimiento del cliente que los pararrayos poliméricos cuenten con el protector de vida silvestre.

Además de la petición de los clientes por el implemento de este accesorio, existen dos razones por las que se desarrolló este producto. La primera razón es importante pero no la de mayor peso, es su utilización para evitar accidentes de la fauna silvestre, protegiendo a los animales de accidentes llámense ardillas o aves que se detienen encima del transformador y que por accidente pueden tocar una terminal energizada, o un conductor, haciendo tierra interrumpiendo la transmisión de energía.

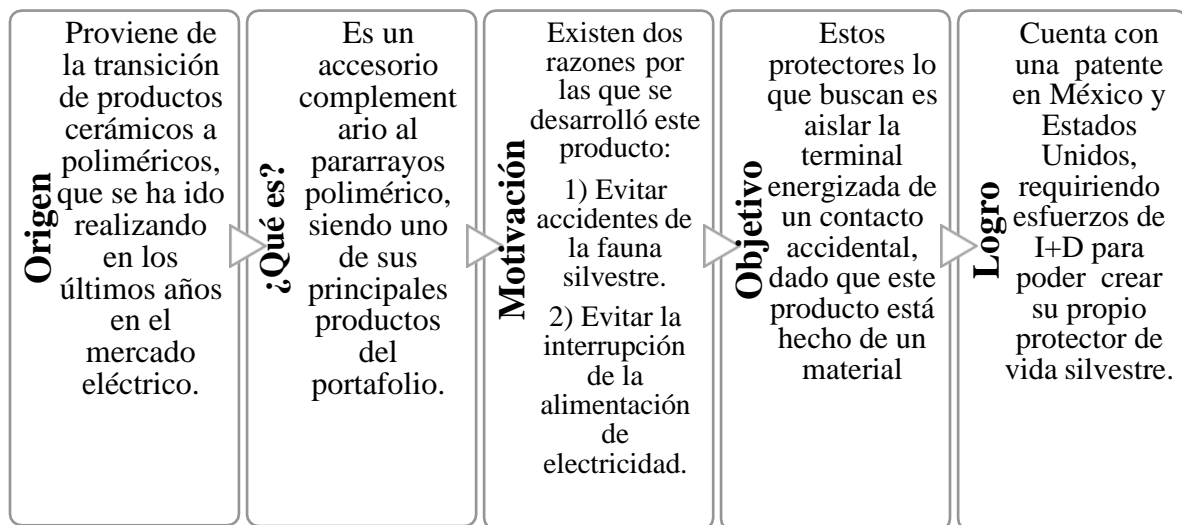
La segunda razón por la que se desarrolló este proyecto, que es la principal, se encuentra en la interrupción de la alimentación de electricidad que genera la fauna silvestre en el transformador. Al evitar que esto suceda con el protector de vida silvestre se eliminan los paros eléctricos no programados, entonces se protege la vida silvestre y se evitan los cortocircuitos en las líneas de distribución de la electricidad. (Gerente de ingeniería y desarrollo de producto de Épsilon Componentes)

Estos protectores lo que buscan es aislar la terminal energizada de un contacto accidental, dado que este producto está hecho de un material aislantes, siendo una cubierta plástica que sirve para aislar una terminal energizada, evitando de esta manera que surjan paros involuntarios a la transmisión eléctrica.

El desarrollo de este proyecto fue corto empezando en julio de 2019 y culminando en marzo de 2020. Cuenta con patente en México y Estados Unidos, comercialmente se encuentra liberado en el mercado, pero solo es consumido en el mercado americano debido a que no existen solicitudes en el mexicano.

A pesar de ser un accesorio complementario de un producto principal, se requirieron esfuerzos de I+D para poder crear su propio protector de vida silvestre, lo que les permitió ser autosuficientes sin la necesidad de comprar a sus competidores este accesorio, contando con una patente del producto y su comercialización en el mercado.

**Figura 10. Resumen del proyecto protector de Vida Silvestre**



Fuente: Elaboración propia.

#### **6.1.4 Sensores de Humedad**

Este es uno de los proyectos más recientes de la empresa apoyado de herramientas digitales, atribuidas a la industria 4.0<sup>4</sup>. Ya tenían una base de investigación que se aprovechó para llevar a cabo este proyecto. Se empezó un proyecto junto con el INEL, para evaluar qué es lo que pasaba dentro del transformador con los porcentajes de humedad. (Gerente de Proyectos)

<sup>4</sup> Brixner et al. (2019) definen a la I4.0 como un sistema de tecnologías integradas, que está compuesto por un conjunto de dispositivos que incorporan principalmente el software, el hardware y el uso de internet en su composición. Logrando la interacción entre los procesos físicos y digitales en el proceso de producción.

Desde años atrás se venía desarrollando la idea de cómo poder medir los niveles de humedad dentro del transformador, sin embargo, no fue hasta la llegada de las tecnologías digitales que se pudo empezar el desarrollo de este proyecto.

La fabricación de los transformadores es la misma desde sus inicios, la cual conlleva un alto grado de mano de obra. Esta es de alto valor en el sector, ya que capacitar a un obrero para trabajar en el proceso de producción de un transformador de potencia lleva entre 5 a 10 años para conseguir la experiencia deseada; tener un obrero con más de 30 años de experiencia es un tesoro.

El uso de tecnologías digitales en este proyecto es para sacar datos de los productos y de la producción, pero como la industria de transformadores lleva mucha mano de obra es difícil automatizar los procesos. Normalmente los datos que se tienen para demostrarle a los clientes que la fabricación se hace de acuerdo con los estándares y que está bien hecho se iban anotando a mano, como son los datos de temperaturas, tiempos de fabricación, tiempos de secado, etc.

Su principal reto fue desarrollar un modelo matemático que refleja los niveles de humedad dentro del transformador, ya que no existía alguna forma de conocer los niveles de humedad en el transformador, lo que tenían antes eran recetas de producción que sabían que funcionaban gracias a su conocimiento tácito<sup>5</sup> de los transformadores.

Un incentivo para llevar a cabo este proyecto fue el desconocimiento y el miedo en los tiempos de secado del transformador, ya que cuando Épsilon instalaba un transformador en el campo le decían al instalador que le diera 3 días de vacío para que saliera toda la humedad, mientras que sus competidores lo hacían en 24 horas. Entonces querían saber los clientes por qué sus competidores requerían menos tiempo para secar que Épsilon. La verdad era que en realidad se tardaban el mismo tiempo en secar, las otras 48 horas restantes eran el factor miedo.

---

<sup>5</sup> El conocimiento tácito es un tipo de conocimiento personal difícil de transmitir y compartirlo con el lenguaje formal, tiene sus orígenes en las raíces de las acciones y experiencias individuales de las personas, dividido en dos dimensiones una técnica que implica como llevar a cabo una tarea o trabajo “Know – How”, y una dimensión cognoscitiva que refleja una imagen de la realidad y la visión del futuro de las personas (Nonaka, y Takeuchi, 1999).

Además de esto, antes los transformadores pasaban mucho tiempo dentro del horno para asegurarse de que iban a estar secos, y una vez instalado también se daba un tiempo prolongado de vacío para ponerlo en función, ya que no sabían exactamente en qué momento ya estaban secos con seguridad absoluta. Siempre le daban tiempo de más, por lo que uno de los objetivos era reducir el tiempo de secado a través de la creación de un modelo matemático que pudiera medir los niveles de humedad del transformador, haciendo uso de sensores en el núcleo del transformador que arrojaran datos para alimentar el modelo matemático.

Se desarrollaron 3 proyectos.

#### *Primer proyecto de sensores de humedad*

Al ser un proyecto desarrollado para la línea de producción de transformadores de potencia que inició en 2014, lo primero que hicieron fue una investigación sobre cómo es el comportamiento de la humedad dentro del transformados, para poder terminar a qué velocidad entra la humedad en el transformador, posteriormente se investigó cómo entra la humedad en la parte viva que se mete dentro del tanque colocando la tapa creando un vacío, donde vuelve a salir la humedad, a través de un modelo matemático y prototipos se llevaron a cabo pruebas que duraron alrededor de 4 meses aproximadamente, para poder pasar a las pruebas en planta.

Las pruebas en planta duraron alrededor de año y medio, colocando aproximadamente 50 aparatos sensores que arrojaron datos con los que se comprobó que estuviera bien hecho el modelo. Se convirtieron todos los datos que se ponían en papel a formato digital, guardando de manera automática los datos arrojados por los sensores puestos en el núcleo del transformador.

Con este modelo se logró dar un tiempo exacto de horneado óptimo para asegurarse que el transformador estuviera seco, dejando de lado las estimaciones que se hacían de acuerdo con los conocimientos tácitos que tenían por sus años de experiencia haciendo transformadores. Con este modelo al sensorizar la parte viva del transformador se detecta en qué momento ya llegó al punto de humedad mínima que se necesita.

Este proyecto culminó en 2017, con la introducción del modelo en planta y la creación de la patente del producto final, además de contar con un artículo de divulgación donde hablan de este nuevo sistema único en el mundo hasta la actualidad.

Con este proyecto lograron sensorizar y conocer como es el comportamiento de la humedad dentro del transformador, creando el primer modelo en el mundo capaz de medir la humedad dentro de los transformadores, contando con una patente otorgada y generando un artículo de divulgación científica sobre este modelo permitiendo la difusión de este conocimiento a la comunidad eléctrica.

#### *Segundo Proyecto de sensores de humedad*

El segundo proyecto inició su desarrollo en 2017, este se basó en tener un modelo de sensores de humedad para la línea de producción de transformadores de distribución, en comparación al primer proyecto, primero se experimentó en planta con los sensores en la parte viva del transformador, para posteriormente pasar a la experimentación en el laboratorio.

Una de las principales diferencias que existe entre la línea de producción de transformadores de potencia y distribución es el tipo de horneado, en la línea de distribución tienen un horno en forma rectangular donde las partes vivas entran por la parte izquierda y salen por la parte derecha, entrando y saliendo aparatos constantemente, por lo que, el horno no se mantiene cerrado como es el caso de los transformadores de potencia lo que dificulta mantener una temperatura constante en el horno.

Al mezclar constantemente aparatos húmedos que acaban de entrar y aparatos ya secos en el otro extremo, hay que monitorear toda la cámara y de manera individual la temperatura de cada uno de los transformadores. En potencia basta con medir uno para conocer la temperatura de todo lo que está dentro, porque se calienta con queroseno garantizando que todo lo que está ahí se vaya calentando de manera uniforme.

Una de las cosas que dificulta el proceso de pruebas en planta fueron las distintas formas de trabajo que tiene cada una de las líneas de producción. En el caso de la línea de distribución, son muy conservadores en los métodos de producción existentes, la introducción de nuevos métodos y productos es difícil. (Gerente de Proyectos)

En la línea de potencia por la magnitud de la producción y tiempo de producción la interacción y participación con los nuevos proyectos dificulta sus actividades, por lo que, no permiten fácilmente las pruebas en su línea de producción. Para los renovables al ser la línea más nueva de producción son más participativos con los nuevos proyectos, al tratar de tener una identidad propia y ser participativos con los grupos de tecnología. (Gerente de Proyectos)

Fueron cuatro años de este segundo proyecto, dos años y medio de investigación y un año y medio de pruebas concluyendo en 2021, teniendo una patente en proceso del producto resultante estando en operaciones actualmente.

Las actividades de I+D fueron diferentes a las que se realizaron el primer proyecto debido a que la forma en que opera esta línea de producción es diferente tanto en capacidad y tamaño de los transformadores, por lo que, tuvieron que hacerse esfuerzos de investigación para poder desarrollar un modelo de sensores de humedad específico para los transformadores de distribución.

#### *Tercer proyecto de sensores de humedad*

El tercer proyecto inició en 2021 en el área de transformadores renovables, que incluye las dos etapas de pruebas, la validación del modelo en campo y el corrido del piloto. Tuvo apoyo del área de mejora de producto, actualmente se encuentra en proceso la obtención de las patentes como fue el caso de los otros dos proyectos de humedad, culminando a finales de 2023, implementado en la actualidad en la línea de producción de transformadores renovables.

Con estos proyectos las actividades de I+D acompañadas de las nuevas tecnologías utilizadas en ellos, permitieron a la empresa generar conocimiento sobre como es el comportamiento de la humedad en los transformadores, logrando disminuir los tiempos de producción por las horas de horneado y secado de los transformadores, así como también el almacenamiento de información de lo que ocurre dentro de ellos que puede ser almacenada y utilizada posteriormente.

**Tabla 11. Tabla resumen de los 3 proyectos de Sensores de Humedad**

<b>Proyecto</b>	<b>Objetivo del proyecto</b>	<b>Logro del proyecto</b>
<b>Primer proyecto de humedad (2014 – 2017)</b>	Desarrollar un modelo mediante la utilización de sensores y digitalización de la información, para poder medir los niveles de humedad dentro de los transformadores de potencia.	Con este proyecto lograron sensorizar y conocer como es el comportamiento de la humedad dentro del transformador, creando el primer modelo en el mundo capaz de medir la humedad dentro de los transformadores, contando con una patente otorgada y generando un artículo de divulgación científica sobre este modelo permitiendo la difusión de este conocimiento a la comunidad eléctrica.
<b>Segundo proyecto de humedad (2017 – 2021)</b>	Tener un modelo de sensores de humedad para la línea de producción de transformadores de distribución.	Cuenta con una patente en proceso del producto resultante, y se encuentra en operaciones actualmente en la línea de producción de transformadores de distribución.
<b>Tercer proyecto de humedad (2021 – 2023)</b>	Realizar un modelo con sensores de humedad en la línea de producción de transformadores renovables.	Logró la validación del modelo en campo y el corrido del piloto, contando actualmente con una patente en trámite.

Fuente: Elaboración propia.

## **6.2 Detonadores internos para la acumulación de CT de la empresa Épsilon**

En esta sección se hace un análisis de los fenómenos internos que ocurren dentro de la empresa que incentivan a la innovación y las actividades de I+D, siendo elementos clave que ayudan a la acumulación de CT de Épsilon, los cuales les han dado un posicionamiento en el mercado y un reconocimiento como líderes tecnológicos de la industria de transformadores.

La identificación de estos detonadores internos surge de las historias de los proyectos con esfuerzos de I+D y de las entrevistas con la historia de la empresa. Dado esto a continuación se presenta la tabla 10 que muestra los detonadores internos identificados en la empresa Épsilon.

**Tabla 12. Detonadores Internos de la empresa**

<b>Detonadores Internos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Actualización de tecnologías en la empresa</b>	Cuando las tecnologías con las que contaban la empresa no podían cubrir los requerimientos de los clientes, los directivos de Épsilon tuvieron que tomar decisiones internas para modernizar la planta y mejorar la competitividad de sus productos, integrando una nueva estrategia tecnológica incrementando las actividades de I+D, conocimiento, procesos, patentes y el desarrollo de productos innovadores (Director de Desarrollo Tecnológico).
<b>Absorción de tecnologías de las nuevas plantas integradas a Épsilon</b>	Con la adquisición de empresas que eran líderes tecnológicas en el mercado extranjero se adquirieron también las tecnologías integradas a ellas, siendo un impulso tecnológico para la planta de Apodaca. Aprendieron a valorar cuales de estas tecnologías, conocimiento, procesos y patentes podrían ayudar al mejoramiento de la producción de la empresa, llevándolas a todas las plantas que integran a Épsilon. Compran las tecnologías que podrían ser útiles para las plantas que no cuentan con ellas e integran tecnologías faltantes a estas nuevas plantas, lo que culminó en un intercambio e integración de tecnologías, que propicia su liderazgo tecnológico (Gerente de Épsilon Labs).
<b>Cambio de directivos</b>	Durante los años 90 y los primeros años de los 2000 existió un grupo directivo con una estrategia tecnológica débil en la empresa, la cual permitía el mejoramiento de productos y desarrollo de nuevos productos pero bajo las sombras y de forma restringida, perdiendo muchas oportunidades de visibilidad y posicionamiento. En 2004 hubo un cambio de dirección se dio congruencia a la cultura de la empresa, recursos humanos y la parte tecnológica, lo que derivó en un cambio de la estrategia tecnológica de Épsilon, contando con un mayor apoyo para la I+D, y se generó una mejor visibilidad entre la comunidad del sector eléctrico (Gerente de Innovación).
<b>Integración vertical en la empresa</b>	Una de las principales directrices de Épsilon ha sido no depender de proveedores externos. Se ha realizado una estrategia hacia el interior que permita el desarrollo de productos y materiales propios que den independencia de proveedor externos. Los proyectos que reflejan esta estrategia se encuentran en el aceite vegetal, el protector de vida silvestre, y el proyecto de sonido, que no solo le dieron a Épsilon independencia de sus proveedores, sino también agregaron conocimiento de sus productos, nuevos procesos, especialización de sus trabajadores, y patentes a la empresa que incrementaron su acumulación de CT.
<b>Cambio en la cultura organizacional</b>	A partir de 2004 se llevaron a cabo reformas estructurales en la empresa, entre ellos un cambio en el sentido de la cultura organizacional de empresa, la cual impulsó un mejoramiento en la estructura organizacional de la empresa en la productividad, la capacitación del personal e implementación de nuevas tecnologías (Gerente de Innovación).

<p><b>Desarrollo de productos</b></p>	<p>El desarrollo de productos como el aceite vegetal, el proyecto de sonido y el protector de vida silvestre han servido de impulso para la especialización del personal, como también para modificar procesos e instalaciones en la empresa que les han ayudado a tener un fortalecimiento tecnológico y acumular CT mediante la creación de estos productos.</p>
---------------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en entrevistas realizadas a personal clave de la empresa.

### **6.3 Matriz de CT con procesos de transformación digital**

Después de la revisión de los principales proyectos de la empresa en los que se realizaron actividades de investigación y desarrollo, la utilización de tecnologías, la identificación de los detonadores internos y el crecimiento de la acumulación de conocimiento, Épsilon se identifica en un nivel de madurez sano, ya que, gracias a estas actividades y estrategias llevadas a cabo tienen conocimiento de su producto y de la utilización de tecnologías para realizar actividades productivas en la empresa. Los entrevistados consideran que está en un proceso de roll-out, es decir, un despliegue o escalamiento de soluciones, siguiendo un patrón de crecimiento de negocio.

La construcción de la matriz de CT de la empresa Épsilon se basa en la propuesta dada por Dutrénit et al. (2024) que plantea funciones técnicas y niveles de acumulación que permita ver cómo se lleva a cabo la acumulación de CT en el nuevo contexto de transformación digital. Esta matriz fue enviada a uno de los informantes clave (Gerente de Innovación), la cual identificó los niveles de acumulación en los que se encuentra la empresa.

Dadas las características encontradas en el análisis de los principales proyectos de la empresa, y su estrategia tecnológica, además de la identificación hecha por la Gerente de Innovación, se aprecia que la empresa combina actividades de I+D con elementos de transformación digital, por lo que, esta propuesta se vuelve idónea para representar el proceso de acumulación de CT de Épsilon.

Las funciones que integran la matriz de CT descrita por Dutrénit et al. (2024) con relación a las actividades de I+D y los elementos de transformación digital realizados por la empresa Épsilon son las siguientes.

**Capacidades de toma de decisiones para la adopción y desarrollo de tecnologías:** Épsilon ha demostrado avances en la toma de decisiones respecto a la implementación de tecnologías digitales de acuerdo con las necesidades de la estrategia de negocios, lo que implica que sólo

considera su implementación si se asocia a un beneficio para el negocio, si no es así la empresa desecha la idea de su implementación.

**Capacidades para adoptar, adaptar y desarrollar tecnologías de procesos:** Una de las características distintivas de la producción de transformadores es el alto grado de mano de obra utilizado en la línea de producción considerándose artesanal este proceso, además de realizar transformadores a la medida de las necesidades de los clientes, lo que implica que la producción en masa sea descartada produciendo de uno a tres transformadores por diseño.

Dado esto, las tareas de automatización y robotización en planta se dificulta integrarlas en todos los procesos de la línea de producción, siendo implementadas las tareas de robotización solo en tareas específicas que aporten un beneficio en tiempo y cuidado del personal.

**Las capacidades para desarrollar nuevos productos:** Como se mencionó en la sección 6.1 el desarrollo de nuevos productos como fue el caso del aceite vegetal, el proyecto de sonido, el protector de vida silvestre y los sensores de humedad, se llevó a cabo un incremento de las actividades de I+D e innovaciones en productos, que ayudaron a la creación de conocimiento de los productos de la empresa, especialización del personal involucrado en los desarrollos, mejoras en procesos, nuevas soluciones, y patentes, incrementando la acumulación de CT con el desarrollo de estos nuevos proyectos.

**Vincular capacidades con otros actores:** Como parte de la estrategia para mantenerse como líder tecnológico en el sector Épsilon se encuentra activamente monitoreando las tendencias tecnológicas y regulaciones asociadas al sector eléctrico que le permitan a la empresa mantener el liderazgo en el mercado.

La vinculación existente con las universidades de MIT de Massachusetts y Georgia Tech – Stanford ha dado resultados exitosos en el desarrollo de los proyectos más recientes de la empresa, manteniendo una relación de apoyo en el proceso de investigación en temas de teoría aplicada que ayudaron a la realización de proyectos que sobrepasan el conocimiento teórico de las universidades con las que se mantenían vínculos del país.

Por su parte, la colaboración realizada para la creación del aceite vegetal impulsó la creación de un producto propio que dio beneficios a la acumulación de conocimientos, el desarrollo de una patente y un acuerdo de comercialización entre Épsilon y la empresa de aceite vegetal con la que hicieron el desarrollo.

**Las capacidades para la integración de tecnologías exponenciales:** La digitalización de los datos de la producción fueron almacenados, generando información de los procesos llevados a cabo en las plantas, los cuales ayudaron a la creación del modelo de humedad con el que redujeron tiempo en los procesos de producción e instalación.

Como se aprecia en la matriz de CT con procesos de transformación digital, la empresa se identifica en un nivel intermedio en la toma de decisiones para la integración de nuevas tecnologías, su adopción y desarrollo, así como también su integración en las operaciones de la empresa. Como se muestra en la sección de la estrategia tecnológica, la utilización de estas herramientas se considera si y sólo si tienen sentido para el negocio, no para llegar a un fin tecnológico, por lo que, no es un objetivo central de la empresa la utilización de estas herramientas digitales.

Por otra parte, se encuentra en un nivel avanzado en cuanto al desarrollo de nuevos productos y vinculación con otros actores, reflejando los esfuerzos de la empresa por mantener un posicionamiento como líder tecnológico en el mercado, el cual recurre al desarrollar nuevos productos manteniéndolos competitivos en el mercado, y haciendo uso de elementos como I+D, vinculados a centros de investigación y universidades, en el extranjero y nacionales, incrementando su acervo de conocimiento sobre el funcionamiento de su producto.

Siendo posible apreciar que, a pesar de las fortalezas de la organización en cuanto al desarrollo de producto y vinculación, aún tiene grandes retos en materia de digitalización y el uso dado en la empresa, teniendo primeras incorporaciones, siempre cuidando que el objetivo de negocio se cumpla para hacer uso de estas herramientas.

A continuación se presenta la tabla 11 donde se identifica en color azul las funciones en relación con las transformaciones digitales de la matriz de CT en nivel intermedio y en color naranja las que se encuentran en un nivel avanzado.

**Tabla 13. Matriz de CT con procesos de transformación digital de la empresa Épsilon**

Nivel de CT	Funciones técnicas				
	Toma de decisiones para la adopción y desarrollo de tecnologías	Adoptar, adaptar y desarrollar tecnologías de proceso	Desarrollar nuevos productos	Vinculación con otros actores	Integración de tecnologías exponenciales
<b>CT de producción</b>					
<b>Rutinario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilización sobre la necesidad de adoptar tecnologías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones.</li> <li>Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réplica de especificaciones y diseños fijos.</li> <li>Control de calidad rutinario para mantener los estándares y las especificaciones existentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda de insumos disponibles y de proveedores de tecnologías existentes.</li> <li>Búsqueda y absorción de información de clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de TD para propósitos de la empresa</li> <li>Sensibilización sobre el uso e implementación de las TDD</li> </ul>
<b>CT innovativas</b>					
<b>Básico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsabilidad es definidas para la toma de decisiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estiramiento de la vida útil de los equipos (modernización-adaptación de aditamentos)</li> <li>Adaptaciones menores de equipos y procesos para incrementar la eficiencia</li> <li>Introducción de sensores para adquirir información para aseguramiento de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptaciones menores en función de las necesidades del mercado y mejoras incrementales en las características de desempeño del producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda y absorción de información y de TTD de nuevos proveedores, clientes e instituciones locales e internacionales</li> <li>Búsqueda de nuevos nichos de mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño de estrategias de adopción e implementación de TD</li> </ul>
<b>Intermedio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir una estrategia de adopción de acuerdo con los requerimientos actuales de los clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automatización de algunos equipos y procesos</li> <li>Diseño incremental de nuevos procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejoras sustantivas del diseño de los productos a partir de actividades de desarrollo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vigilancia tecnológica</li> <li>Desarrollo incremental de productos y procesos con clientes y proveedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de algunas TD (robótica, IA, analítica de datos, ciberseguridad, etc.) para el diseño y desarrollo de nuevos productos,</li> </ul>

Nivel de CT	Funciones técnicas				
	Toma de decisiones para la adopción y desarrollo de tecnologías	Adoptar, adaptar y desarrollar tecnologías de proceso	Desarrollar nuevos productos	Vinculación con otros actores	Integración de tecnologías exponenciales
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones regulares y herramientas para la toma de decisiones</li> <li>• Adopción-uso de algunas TD para la toma de decisiones (analítica de datos, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de TD en algunos procesos productivos y en la logística (Inteligencia Artificial)</li> <li>• Incorporación eventual/no sistemática de robots</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de patrimonio tecnológico (Derechos de Propiedad Intelectual y secretos industriales)</li> <li>• Digitalización de los desarrollos</li> <li>• Uso de alguna TD (Inteligencia Artificial o analítica de datos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculación con universidades locales</li> <li>• Interacción con otros actores: academia, gobierno, competidores y otras industrias locales para compartir información e incidir en las políticas.</li> <li>• Acceso a apoyos públicos para la innovación</li> </ul>	procesos y comercialización
<b>Avanzado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar una estrategia de experimentación para anticipar las necesidades del mercado y desarrollar liderazgo tecnológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación de proceso y desarrollo de la I+D relacionada</li> <li>• Uso sistemático de TD en todos los equipos y procesos requeridos</li> <li>• Uso sistemático de robots y digitalización de la información generada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación de producto y desarrollo de la I+D relacionada</li> <li>• Uso sistemático de TD para el diseño de productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculación para el monitoreo de las tendencias tecnológicas, de los mercados y de la regulación internacional</li> <li>• Vinculación con universidades y centros de investigación internacionales</li> <li>• Colaboración en desarrollos tecnológicos con proveedores, clientes, competidores y socios con enfoque de innovación abierta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de las TD en todos los procesos (manufactura, logística, comercialización -<i>Smart Factory</i>) y en el diseño y desarrollo de nuevos productos</li> </ul>

Nota: TD - Tecnologías digitales disruptivas.

Fuente: La matriz es tomado de Dutrénit, et al. (2024), el nivel marcado para cada función es resultado de esta investigación.

## **7. INFLUENCIA DE LAS ESFERAS DEL ENTORNO EN LOS PROCESOS DE ACUMULACIÓN DE CT**

Como se describió en la sección 2.1.3, las esferas del entorno son todos aquellos fenómenos externos a la empresa que afectan las decisiones que se toman y la acumulación de CT, incluyendo aspectos económicos, de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), ambientales, político – sociales, y culturales, por lo que, en esta sección hace un análisis de la influencia de las seis esferas en relación con el proceso de acumulación de CT de la empresa Épsilon.

En este capítulo se hace una breve reflexión sobre el papel de estas esferas en la acumulación de CT.

### **7.1 Esfera Científico – Tecnológica**

Los aspectos de la esfera CTI que han influido en la empresa se dan por el financiamiento público, las tendencias tecnológicas, y la vinculación con centros de investigación y universidades que han sido pieza fundamental en el desarrollo tecnológico y la acumulación de CT en la empresa.

#### ***7.1.1 Financiamiento externo a proyectos de la empresa***

A lo largo de la vida de Épsilon se han hecho desarrollo de productos, procesos y componentes que eran necesarios para mantener su permanencia en el mercado de transformadores, por lo que, se ha mantenido lazos con instituciones federales mexicanas que apoyan el desarrollo de este tipo de proyecto, así como también instituciones Estadounidenses, tales como CONACYT, del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), y del Departamento de Energía de Estados Unidos, para seguir con el desarrollo de proyectos dentro de la organización que aporten conocimiento al entendimiento de los transformadores y sus componentes.

#### ***7.1.2 Tendencias tecnológicas***

Las tendencias tecnológicas han marcado el camino a seguir de la empresa en cuanto a desarrollo de nuevos productos y tecnologías aplicadas a los procesos productivos, cuando se consolidó la firma tenían un consultor tecnológico que guiaba el camino de la organización

en estos temas, sin embargo, a raíz de la coinversión fue disuelta la relación existente con el consultor, quedando varios años en la ignorancia de las nuevas tendencias en el mercado.

Este periodo duró alrededor de 5 a 8 años no fue hasta que las nuevas demandas de los clientes no pudieron ser cubiertas por la empresa que empezó la actualización de los transformadores y procesos, teniendo en la actualidad un equipo encargado de monitorear las nuevas tendencias tecnológicas del sector, un laboratorio de I+D, presupuestos designados I+D de nuevos proyectos, y la adquisición de empresas líderes en tecnología de América.

La empresa se mantiene alerta a las nuevas necesidades, desarrollando tecnologías propias, la compra de firmas líderes en tecnología del sector e incrementando el conocimiento de su producto, Épsilon es considerada como líder tecnológico en el mercado de transformadores en el mercado mexicano y estadounidense.

### ***7.1.3 Vinculación con centros de investigación y universidades***

La trayectoria de los proyectos de I+D de la empresa ha sido acompañada por diversas instituciones públicas y privadas, que han ayudado a la organización a generar el conocimiento necesario para el desarrollo de proyectos, los cuales están alineados con sus necesidades, los temas de desarrollo, el estado del arte, en un principio eran instituciones nacionales, sin embargo, en últimas fechas son instituciones mayormente extranjeras, Estados Unidos principalmente.

Los centros de investigación con los que ha habido vinculación son los siguientes.

- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey – Vinculación por 10 años aproximadamente
- UNI
- CIMAF
- INEL
- Instituto de Invencciones Eléctricas
- MIT de Massachusetts
- Georgia Tech – Stanford
- Consultoría de Querétaro – Desarrollo de tecnología

Actualmente se mantiene una estrecha relación con instituciones estadounidenses debido a los requerimientos de investigación aplicada que requieren los nuevos proyectos que se encuentra desarrollando, quedando fuera de los esfuerzos de investigación con los que cuentan las instituciones mexicanas, por lo que, la empresa optó por buscar relaciones con instituciones fuera del país que le proporcionan los vínculos que necesitaba para el desarrollo de los nuevos proyectos, siendo estas las instituciones con las que se trabaja en la actualidad.

- MIT de Massachusetts – Seis años de trabajo continuo
- Georgia Tech – Stanford
- Consultoría de Querétaro – Desarrollo de tecnología

Siendo fundamental los lazos que se han creado con estas instituciones ayudando al proceso de creación de diversos productos y procesos, cuya participación fue pieza clave para lograr el nivel de conocimiento y entendimiento que posee la empresa de sus productos.

## **7.2 Esfera económica**

La esfera económica influencia de forma significativa las actividades de la empresa y el proceso de acumulación de CT. Los aspectos más relevantes que se observaron fueron: la expansión del mercado y demandas de los clientes.

Después de la coinversión realizada en 1995, con la empresa americana, Épsilon aprovechó la oportunidad de la apertura del mercado estadounidense viéndolo como un nuevo nicho de mercado en el que encontró un liderazgo en la venta de transformadores, siendo actualmente la firma con mayor poder de mercado en este país, además de propiciar la compra de plantas fuera de Apodaca, incrementando sus volúmenes de producción necesario para cubrir las nuevas demandas de sus clientes.

Las demandas de los clientes en cuanto a productos, o especificaciones en los transformadores han sido un gran motivante para el desarrollo de proyectos tecnológicos y nuevos productos para la empresa, con el fin de no perder poder en el mercado y abarcar un mayor espacio en él. Los proyectos del aceite vegetal, el proyecto de sonido y los sensores de humedad muestra la importancia de la demanda de los clientes. Por lo que se han hecho esfuerzos de I+D que han culminado en la adquisición de nuevos productos, generación de patentes, incremento del conocimiento de sus productos y un mejor posicionamiento en el mercado.

### **7.3 Esfera ambiental**

Épsilon cuenta con un modelo de responsabilidad social y desarrollo sustentable, enfocado en cuatro áreas prioritarias: ambiental, económica, social y sostenibilidad en el tiempo; en cuatro campos de acción: ética y valores, planeta, su gente y sus comunidades. Apoyando a la revisión de normas y regulaciones ambientales en México y Estados Unidos, cuidando su impacto ambiental, por lo que, desarrolló una línea de transformadores llamados renovables enfocada en la utilización de energías renovables como son la energía eólica y solar.

Además de estos, en los últimos años se ha optado por la reducción de residuos a través del uso de herramientas digitales que ayuden a la disminución de papel en la empresa, trayendo beneficios no solo en aspectos de cuidado del medio ambiental, sino también en el análisis y almacenamiento de información que ayudaron a la integración de proyectos de digitalización.

Por otra parte, uno de los aspectos fundamentales donde existen riesgos ambientales respecto al transformador se encuentra en los materiales, específicamente en el aceite aislante que lleva la parte viva del transformador, al ser sumamente contaminante y costoso el derrame de aceites minerales en el entorno, aumentando la necesidad de los clientes por un aceite que fuera amigable con el medio ambiente se volvió una demanda creciente en el mercado. Épsilon vio la oportunidad de negocio, comenzando el desarrollo de su propio aceite vegetal con el que pudieran competir y no ser dependiente de proveedores externos, logrando así posicionarse en este mercado de transformadores con su aceite vegetal.

Considerando a Épsilon como una empresa preocupada por el medio ambiente, consciente y en apoyo de la normatividad ambiental, dirigiendo sus proyectos a la sustentabilidad a largo plazo, siguiendo las tendencias internacionales.

### **7.4 Esfera política**

La empresa Épsilon se encuentra presentes en la generación y revisión de normas tanto en México como en Estados Unidos, teniendo un equipo especializado para estas colaboraciones, ejemplo de ello es la norma mexicana Mxj628 relacionada con la normatividad de los aceites vegetales, en la que Épsilon participó en el desarrollo y revisión de la norma.

Relacionado con la normatividad del aceite, un artículo publicado por la empresa entre 2020 - 2021 sirvió de ejemplo en la norma IEEE 12.76 de Estados Unidos, dicho artículo sirvió como anexo para dar ejemplo de cómo alguien que quiera elaborar un aceite vegetal, debe seguir los pasos realizados por el equipo de Épsilon para la fabricación de su aceite.

Épsilon cuenta con personal que se encarga de la normalización tanto nacional como internacional de las regulaciones existente, dado que la mayoría de la producción de la organización es para el mercado americano, cuyas regulaciones son de carácter municipal, estatal y federal como en el caso de México tanto en confiabilidad de la red y ambientales.

### **7.5 Esfera Social**

La esfera social tiene influencia en las actividades de la empresa y el proceso de acumulación de CT. El aspecto más relevante en el que se observa fue: el cambio de la composición del personal en la empresa.

El incremento de la actividad manufacturera, además de la falta de mano de obra para las plantas ha hecho que exista una reestructura en el perfil de los empleados y en las líneas de producción, creando cambios internos en las plantas para la incorporación de mujeres y hombres de menor tamaño y fuerza a los habituales en las líneas de producción, lo que impulsó a Épsilon a mejorar la calidad de los puestos de trabajo para que personas con diferentes características en fuerza y habilidad puedan trabajar de forma óptima dentro de la línea de producción, haciendo actividades de I+D para la mejora de procesos, incorporando nuevas tecnologías en las líneas de producción y disminuyendo los tiempos de producción.

### **7.5 Esfera cultural**

La cultura en la empresa ha jugado un papel fundamental en diversas tareas de la empresa desde el nivel de productividad, la forma en que se trabaja dentro de Épsilon y la toma de decisiones.

La cultura corporativa se encuentra alineada con la cultura del grupo empresarial al cual pertenece, que implica un compromiso permanente con el desarrollo de talento e impulso de la formación continua del personal, dando apoyo a la investigación, el desarrollo y la adopción de prácticas y técnicas de clase mundial en todos los aspectos de la cadena de valor,

permitiendo maximizar la satisfacción de sus clientes e incrementar la rentabilidad de sus operaciones.

Mediante una relación positiva y de alto impacto con las comunidades en donde tienen presencia, cuidando del medio ambiente operando como empresa socialmente responsable. Con valores tales como, ser dignos de confianza, buscando la excelencia en todo lo que hacen, que es el sistema de capital humano, dado que la cultura incide en la productividad.

Siendo necesario lograr una estandarización de la cultura organizacional en todas las plantas, por lo que, la firma se ha dado la tarea de lograr tener una sola cultura desde hace 4 años, que permita tener los beneficios con los que cuenta la planta de Apodaca, e identidad en todas las plantas.

Durante muchos años, el corporativo fue dirigido por un directivo el cual tenía un grado de poder relevante en la organización y el personal, lo que dificulta hacer cambios esenciales en Épsilon, fue hasta su partida de la empresa que surgió un cambio radical necesario para mejorar el posicionamiento y visibilidad en el mercado.

Dentro del área de producción se tienen elementos culturales importantes que rigen el comportamiento en las líneas de producción de la planta de Apodaca que no se encuentran en las plantas en el extranjero, los cuales han ayudado a que el volumen de producción sea mayor en ella. Por ejemplo, dentro de los estándares de productividad los ciclos de tiempo están estandarizados y deben ser cumplidos por los trabajadores para lograr cierto volumen de producción impuestos a diario.

Siendo fundamental el trabajo de los trabajadores para cumplir dichas metas, cuando esto no sucede los miembros del grupo se apoyan y auxilian para lograr dichos objetivos, por otra parte si las metas fueron cumplidas antes de terminar la jornada laboral siguen trabajando hasta la hora de salida de su turno, caso contrario de lo que sucede en las plantas del extranjero donde el trabajo es individualista sin unión por parte de los equipos de trabajo los cuales solo cumplen las metas impuestas durante el día.

Dadas estas diferencias entre las plantas puede vislumbrarse que los diferentes contextos de la región donde se encuentran las plantas y el ambiente en la línea de producción pueden influir en los volúmenes de producción, en el cómo se crean los equipos de trabajos, y como

se hace el proceso de acumulación de CT para la correcta implementación de tecnologías en las distintas plantas que integran Épsilon.

A continuación se presenta la tabla 12 en la que se ordenan las esferas del entorno de acuerdo con su importancia en el proceso de acumulación de CT en la empresa Épsilon. La importancia se valora de 1-5, donde 1 es no importante y 5 es muy importante, y se justifica en función de la evidencia recolectada y su análisis.

**Tabla 14. Esferas del entorno de acuerdo con su importancia en el proceso de acumulación de CT en Épsilon**

<b>Esfera del Entorno</b>	<b>Valor</b>	<b>Importancia</b>
<b>Esfera Científico – Tecnológica</b>	<b>5</b>	La importancia de esta esfera radica en su papel en el proceso de acumulación de CT, ya que sin ella las actividades de I+D de la empresa serían ciegas a los procesos externos a la empresa, sin acumulación de conocimientos que proviene de los vínculos con centros de investigación y universidades, y los financiamientos públicos como también los estímulos fiscales para el desarrollo de nuevos proyectos.
<b>Esfera Económica</b>	<b>5</b>	El propósito de la empresa por alcanzar un posicionamiento en el mercado y poder satisfacer las demandas de los clientes, estimulan las actividades de I+D, así como el desarrollo de nuevos productos que estimulan la acumulación de CT.
<b>Esfera Ambiental</b>	<b>5</b>	El compromiso de Épsilon por disminuir su impacto ambiental ha provocado el desarrollo de nuevos productos y soluciones que ayuden a este propósito, generando patentes, conocimiento, especialización de personal y productos.
<b>Esfera Cultural</b>	<b>3</b>	La cultura organizacional y de la región donde se instalan las plantas de la empresa afectan el curso de los procesos de acumulación de CT, a través de la facilidad con la que se integran los nuevos proyectos y tecnologías en las plantas.
<b>Esfera Política</b>	<b>3</b>	Las regulaciones que la empresa debe de considerar en el desarrollo y mejoramiento de productos.

<p style="text-align: center;"><b>Esfera Social</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>2</b></p>	<p>Los cambios en la composición del personal modifican elementos en la línea de producción lo que implica esfuerzos de I+D para generar mejores procesos en la producción.</p>
---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

## 8. CONCLUSIONES

La presente investigación ha tratado de aportar un análisis sobre el papel de las esferas del entorno y los detonadores internos en el proceso de acumulación de las CT de la empresa multilatina mexicana Épsilon. Se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo las esferas del entorno y los detonadores internos afectan el proceso de acumulación de CT en una empresa mexicana multilatina del sector eléctrico?

Para entender estos fenómenos, primero se analizaron los factores internos en la firma que repercuten en la acumulación de CT, lo que se denominó los detonadores internos; en segunda instancia se analizó el papel de las esferas del entorno en el proceso de acumulación y creación de CT en la empresa como factor externo.

La revisión bibliográfica realizada permitió identificar los aspectos fundamentales asociados a las CT, identificando su proceso de acumulación mediante una matriz de capacidades que ha evolucionado integrando aspectos de automatización y digitalización, y cómo este proceso interactúa con factores externos e internos a la empresa que orientan los esfuerzos de acumulación. La acumulación de CT es un proceso que se da en distintos niveles organizacionales con diferentes grados de integración, cuyo principal motivante se encuentra en la adopción de nuevas tecnologías, sin embargo, la acumulación se ve afectada por factores internos y externos a la empresa que pueden modificar este proceso.

Dentro de los factores externos se consideran las seis esferas del entorno las cuales interactúan con la empresa afectando las decisiones en cuanto a la adopción de nuevas tecnologías y las actividades de I+D por tanto la acumulación de capacidades, por su parte los factores internos son abordados desde los detonadores internos presentes en las decisiones de la empresa que afectan el proceso de acumulación mediante las estrategias internas y las nociones de los directivos.

Integrando diversos factores al proceso de acumulación como es el caso de proyectos para la generación de nuevos productos, I+D, y mejoramiento de producto, los cuales están desarrollados mediante la estrategia tecnológica de la organización la cual plantea un plan de acción para su correcta integración.

La literatura de CT se basa principalmente de la investigación hecha por Bell y Pavitt (1995), los cuales determinan una taxonomía en la que plantean los distintos niveles de acumulación de capacidades en una matriz, la cual ha sido modificada y ampliada, hacia las necesidades actuales del estudio de dicho fenómeno, por lo que, Dutrénit et al. 2024, plantearon una modificación a dicha matriz integrando elementos de digitalización y automatización, reconociendo el papel de las esferas del entorno y los detonadores internos en este proceso de acumulación.

La investigación realizó el análisis de estos fenómenos en la empresa Épsilon del sector eléctrico, siendo elegida por su posición tecnológica en el mercado, contando con procesos de I+D, apoyo a actividades de innovación, y vinculación con centros de investigación y universidades, además de contar con presencia en el mercado internacional, con plantas en México, Estados Unidos y Brasil, considerándola una firma multilatina la cual se ve afectada por los factores internos y externos de su entorno.

Utilizando el periodo de estudio de 2000 – 2023, dados los proyectos analizados, además de ser el periodo de cambios estratégicos en la empresa en el que consiguieron tener el reconocimiento como líder en tecnología del sector.

Dado lo anterior, las conclusiones de este trabajo responden a la pregunta de investigación y a los objetivos particulares planteados en la introducción y en el capítulo metodológico.

### **8.1 La respuesta a la pregunta de investigación**

Después del análisis hecho a través de la realización de entrevistas a personal clave de la empresa se llegó a las siguientes conclusiones.

#### ***8.3.1 Proceso de acumulación de CT***

Las CT de la empresa son la capacidad de hacer uso efectivo de los conocimientos y habilidades, para generar y administrar el cambio tecnológico en la organización, asimilando,

utilizando, adaptando y cambiando, las tecnologías ya existentes, permitiendo la transición a las nuevas tecnologías como también a nuevos productos y procesos.

El proceso de acumulación se relaciona con lo aprendido y la acumulación de conocimiento con el paso del tiempo, permitiendo el progreso de nuevas actividades y la adquisición de CT, hasta el punto en el que las organizaciones se encuentren listas para llevar a cabo actividades de innovación. (Pérez y Pérez, 2009)

Logrando la transformación digital en la empresa, que indica la apropiación de la tecnología para mejorar y potenciar el desempeño de la organización, incrementando la satisfacción de los clientes al incluir en esta estrategia las demandas de los clientes (Westerman et al. 2014).

Teniendo en cuenta esto, se realizó el análisis de la acumulación de CT de la empresa en el periodo de 2000 – 2023, dada la temporalidad de los proyectos analizados y los cambios que surgieron en ella.

Los primeros esfuerzos de Épsilon por mantenerse competitiva en el mercado después de la coinversión fueron a principios de los años 2000, cuando empezaron a realizar estudios de mercado con la finalidad de entender las nuevas tendencias tecnológicas para saber hacia dónde dirigir sus esfuerzos de innovación, llegando a definir una estrategia tecnológica y productiva con la que se apoyaron para la integración de nuevos proyectos que le permitieran seguir dentro de los parámetros de competitividad del mercado.

Una vez identificadas las tendencias tecnológicas en el sector, se crearon divisiones dirigidas a las áreas de innovación, competitividad y mejora de productos para el desarrollo de nuevos productos y procesos que permitieran la competitividad y dieran sentido al negocio, estas divisiones crean grupos de trabajo encargados del desarrollo de proyectos.

Dentro de las tareas de los grupos se encuentra la investigación que debe realizarse como primera etapa, realizada por personal del grupo en colaboración con personal de centros de investigación, o universidades, o empresas colaboradoras a dichos proyectos, para posteriormente hacer el desarrollo de los nuevos productos, los cuales pasan por pruebas de funcionamiento, y pruebas en planta para llegar a su comercialización o aplicación.

La forma en la que Épsilon realiza la acumulación de CT es a través del desarrollo de estos nuevos productos y procesos, ya que las tareas de I+D realizadas para estos desarrollos

generan conocimiento y habilidades que son acumulados y utilizados en la empresa, las cuales permiten la integración de nuevas tecnologías y procesos.

Dado esto, el nivel de CT en el que se encuentra Épsilon es un nivel avanzado en I+D para nuevos productos y vinculación, e intermedia en otras funciones como es el caso de la digitalización y automatización de procesos.

### ***8.3.2 Detonadores internos en el proceso de acumulación de CT de la empresa Épsilon***

Para lograr el proceso de transformación digital en las firmas es necesario conocer el estado actual de la organización, considerando la gestión de procesos, las demandas del cliente, la gestión del conocimiento, y gestión de proyectos de innovación, es decir, entender cuáles son los detonadores internos de la empresa (Westerman, et al. 2014).

Los detonadores internos comprenden las metas propias de la organización que ayudan al mejoramiento interno, peticiones internas de los directivos por el desarrollo de productos y procesos, entre otros elementos que incentiven el proceso de acumulación y creación de CT.

Los detonadores internos identificados en la empresa se asocian a cambios en la estrategia tecnológica y empresarial, cambio de directivos, la integración vertical en la empresa, la homologación de tecnologías entre las distintas plantas, cambios en la cultura organizacional de la empresa, y el desarrollo de productos.

Estos detonadores influyen en las propuestas de proyectos como también dan dirección a las tareas de innovación internas, derivando en el mejoramiento de las actividades de I+D que derivaron en nuevos productos que otorgaron conocimiento a la empresa como interacción con nuevas tecnologías, lo que resultó en estrategias internas que fueron parte de la acumulación y creación de CT.

### ***8.3.3 El papel de las esferas del entorno en el proceso de acumulación de CT de la empresa Épsilon***

Las esferas del entorno son los factores externos a las organizaciones que afectan a la toma de decisiones y la forma en cómo se acumulan y crean las CT que ayudan a la correcta integración de las nuevas tecnologías y las demandas del mercado.

Existen seis esferas que son la esfera científico-tecnológica, la económica, la política, la cultural, la ambiental, y la social, las cuales forman parte de la toma de decisiones de la empresa en el proceso de acumulación de CT, estas esferas proporcionan una forma de explicación del entorno lo cual estimula acumulación de CT esenciales para lograr las actividades innovadoras en la firma. (García et al. 2023)

Al hacer el análisis de cada una de las esferas, se identifica que las esferas de mayor relevancia en la empresa son: la Científico – Tecnológica, la económica y la ambiental.

La esfera Científico – Tecnológica determina los esfuerzos tecnológicos de la empresa, marcando las tendencias tecnológicas que Épsilon busca liderar en el mercado, desarrollando productos y procesos acompañado de nuevas tecnologías que beneficien su competitividad en el mercado.

La esfera económica por su parte incentiva el desarrollo de nuevos producto y soluciones que mejoren el posicionamiento en el mercado de la empresa, integrando demandas de los clientes en mejora de productos a través de actividades de I+D, que le ayuden a Épsilon a abarcar nuevos espacios en el mercado. En el caso de la esfera ambiental los valores asociados al cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad en el tiempo incentivan a la empresa al desarrollo de productos y procesos acompañado de nuevas tecnologías que beneficien el cuidado del medio ambiente.

Otra menos relevante, pero importante es la esfera cultural, debido a que afecta el proceso productivo de las plantas, existiendo un cambio importante en los volúmenes de producción entre la planta mexicana y las extranjeras al tener diferentes modos de integración entre los trabajadores y formas de trabajo. A nivel corporativo al adquirir las empresas en el extranjero, la principal tarea ha sido integrar una sola cultura organizacional, que propicie un mejor ambiente laboral que incentive el mejoramiento del trabajo en planta, con el objetivo de mejorar los niveles de producción, y disminuir la rotación de personal.

Por su parte en los aspectos político – sociales afectan factores como el caso de regulaciones y modificaciones en el personal que impliquen cambios en la empresa modificaciones en su proceso de acumulación de CT, como normatividad que deben de seguir los productos del

catálogo de Épsilon o reformas en la composición del personal que afecten a las líneas de producción.

Las esferas del entorno son determinantes de los proyectos que se desarrollan, los cuales permiten el desarrollo y acumulación de CT en la empresa.

## **8. 2 Algunas consideraciones finales**

Después del análisis realizado basado en elementos de la literatura y la información recabada mediante las entrevistas hechas a personal de la empresa existen elementos a destacar. El caso analizado es ejemplar, al ser líder en el mercado de transformadores Épsilon ha obtenido un crecimiento significativo, apoyada de una estrategia de mercado y tecnología, su posicionamiento en el mercado puede catalogarse como una acumulación de esfuerzos internos los cuales buscan una correcta alineación con todas las áreas operativas de la empresa enfocada en su rentabilidad.

Estas estrategias buscan dar estructura y manejo de riesgo a los posibles factores externos que pueden afectar a la competitividad, prestando interés en las tendencias tecnológicas, las demandas de los clientes, mejoras que puedan realizarse de manera interna con el fin de incorporar nuevos productos y procesos que le permitan seguir posicionándose como líder tecnológico.

El desarrollo de nuevos productos comprende una ventana de oportunidad en la empresa para incrementar el conocimiento interno no solo de los nuevos productos sino del funcionamiento y características de los transformadores y componentes que produce la organización, incentivando a la innovación y a la utilización de nuevas tecnologías como es el caso de la digitalización, automatización y maquinaria derivando en la acumulación de CT que permiten esta integración.

Sin embargo, la acumulación de CT se ve afectado por factores externos, los cuales no son posibles de controlar, marcando la dirección de los esfuerzos de acumulación y desarrollo de producto, por lo que, Épsilon destina a un grupo del área de tecnología que monitorea constantemente las necesidades que se presenten en el entorno con el fin de mantener competitiva en el mercado a Épsilon.

A manera de conclusión, vemos que las principales esferas del entorno que afectan la acumulación de CT de la empresa son Científico – Tecnológica, Económica, Ambiental, Cultural en mayor grado, las cuales incentivan las tareas de innovación e I+D, acompañadas de detonadores internos como es el caso de la estrategia tecnológica de la empresa y las decisiones de los directivos, que provocan un proceso de acumulación de CT en Épsilon, que ayudan a la integración de nuevas tecnologías en la organización.

## REFERENCIAS

Abreu Dal Bello, L. H., Figueiredo, P. N., & Ballero Dos Anjos de Almeida, T. (2020). Acumulación de CT Innovadoras en la Industria de la Defensa en Economías Emergentes: La experiencia de los Proyectos REMAX y TORC30 en el Ejército Brasileño. *Cadernos EBAPE.BR*, 18(3). Recuperado de [323264934002.pdf \(redalyc.org\)](https://redalyc.org/pdf/323264934002.pdf)

Arias Navarro, A. (2003). Mecanismos de aprendizaje y CT: El caso de una empresa del sector curtidor. En J. Aboites & G. Dutrénit (Coords.), *Innovación, aprendizaje y creación de CT* (pp. 337-364). Metropolitana (UAM), ADIAT, Miguel Ángel Porrúa.

Barton, L. D. (1990). A dual methodology for case studies. En G. Huber & A. H. Van de Ven (Eds.), *Longitudinal field research methods* (pp. 38-64). Sage Publications.

Béjar, R. C. (2014). América Latina y las empresas multilatinas (No. 64). Instituto de Estudios Latinoamericanos – Universidad de Alcalá. [En línea].

Bell, M. (1984). Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries. En M. Fransman & K. King (Eds.), *Technological capacity in the Third World* (pp. 187-209). Macmillan.

Bell, M., & Pavitt, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: Contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), (pp. 157-210).

Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. En I. Haque (Ed.), *Technology and international competitiveness* (pp. 69-101). The World Bank.

Borton, L. D. (1995). *Wellsprings of knowledge*. Harvard Business School Press.

Braun, E. (2003). *Electromagnetismo: de la ciencia a la tecnología*. Fondo de Cultura Económica.

Brixner, C., Isaak, P., Mochi, S., Ozono, M., & Yoguel, G. (2019). *Industria 4.0: ¿Intensificación del paradigma TIC o nuevo paradigma tecno organizacional?* (1a ed., Documento de Trabajo No. 17). Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI). [en línea].

Brown del Rivero, A. (2011). Electricidad, características y opciones de reforma para México. *Análisis Económico*, XXVI (61), 153-173. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM – Azcapotzalco).

Burguess, R. G. (1982). *Field Research: A Sourcebook and Field Manual*. Londres: George Allen & Unwin, [en línea].

Cachay Olivera, N. G., & Espino Blair, C. L. (2020). La importancia de la gestión estratégica para la habilitación de la transformación digital en empresas del sector turismo en el Perú (Tesis para obtención de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, [en línea].

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35\*(1), 128-152.

Comisión Económica para América Latina (CEPAL). (2022). El mundo alcanza los 8 mil millones de habitantes, de los cuales 662 millones viven en América Latina y el Caribe. *\*CEPAL Noticias\**. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/noticias/mundo-alcanza-8-mil-millones-habitantes-cuales-662-millones-viven-america-latina-caribe#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina,de%2075%20millones%20de%20personas>.

Comisión Federal de Electricidad (CFE). (2024). Momentos de la CFE. Consultado el 20 de abril de 2024. Recuperado de <https://www.cfe.mx/nuestraempresa/Pages/historia.aspx>.

De León García, D., Suárez Hernández, O., Pérez Barral, O., García Domé, A. V., & Estopiñan Lantigua, M. (2021). Procedimiento para el cálculo y la mejora de la capacidad tecnológica en organizaciones empresariales. *\*Revista Universidad y Sociedad*, 13\*(3). [en línea].

Documento de trabajo: proyecto “Acumulación de CT y esferas económica, ambiental y sociopolítica: un análisis de las relaciones micro - macro en el caso mexicano”, financiado por el “Fondo de Ciencia Básica” (CB2020-39595).

Dogson, M. (1993). Organizational learning: A review of some literatures. *\*Organization Studies*, 14\*(3), 375-394.

Dosi, G. (1982). Technical paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants of technical change. *\*Research Policy*, 11\*(3), 147-162.

Dosi, G. (1988). The nature of the innovative process. En G. Dosi (Ed.), *\*Technical Change and Economic Theory\** (pp. 221-238). Pinter Publisher.

Dutrénit Bielous, G., Natera, J. M., Puchet, M., & Vera-Cruz, O. (2022). Esferas evolutivas e interactuantes que condicionan la acumulación de CT en América. En *\*Los desafíos de la tecnología y la convergencia económica en las economías emergentes\** (Cap. 13), [en línea].

Dutrénit, G., Puchet, M., Sampedro, J. L., & Vera-Cruz, O. (2024). Acumulación de capacidades tecnológicas y sistemas de innovación: Las esferas del contexto. *Economía UNAM*, 21(62), (pp. 150-173).

Dutrénit, G., Torres Vargas, A., & Vera-Cruz, O. (2020). Procesos de aprendizaje y construcción de CT en el nivel de empresa. En D. Suárez, A. Erbes, & F. Barletta (Eds.), *\*Teoría de la innovación: Evolución, tendencias y desafíos\** (pp. 265-305). Ediciones Complutense/UNGS, [en línea].

Dutrénit, G., Vera-Cruz, O., & Arias Navarro, A. (2003). Diferencias en el perfil de acumulación de CT en tres empresas mexicanas. *\*El Trimestre Económico, 70\*(277)*, Enero-Marzo de 2003, [en línea].

Galicia, A., & Flores, M. (2014). Análisis del mercado de energía eléctrica en México. *\*Crecimiento Financiero y Economía, Instituto Politécnico Nacional\**, 1-16.

García Barrientos, M. (2020). Estrategia de adopción de tecnologías de la Industria 4.0 en el sector automotriz. *\*Protocolo Doctoral, Maestría en Economía, Gestión y Políticas de la Innovación (MEGI)\**, [en línea].

García Jarquín, B., Dutrenit Bielous, G., & Aguilar Fernández, M. (2023). CT y su relación con las esferas del contexto en la industria mexicana. *\*Revista Chilena de Ingeniería, 31\*(36)*, [en línea].

García Velázquez, A., Pineda Domínguez, D., & Andrade Vallejo, M. A. (2015). Las CT para la innovación en empresas de manufactura. *\*Universidad & Empresa, 17\*(29)*, 257-278. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.12804/rev.univ.empresa.29.2015.11>

González Ávila, M. E., Beltrán Morales, L. F., Peralta Gallegos, J. C., Troyo Diéguez, E., & Ortega Rubio, A. (2006). Evaluación de impacto ambiental del sector eléctrico en el norte de México: Evolución histórica e implicaciones para la sostenibilidad. *\*Economía, Sociedad y Territorio, VI\*(21)*, 219-263, [en línea].

Guerra, I. A. (2017). La transformación digital de la empresa. Tesis para obtención de grado en Administración, Universidad de Cantabria, [en línea].

Hedberg, B. (1981). How organizations learn and unlearn. En P. Nystrom & W. Starbuck (Eds.), *\*Handbook of Organizational Design\** (pp. 3-27). Oxford University Press.

Hernández Gómez, C. A., & Sánchez Rodríguez, L. M. (2003). Aprendizaje tecnológico y dinámica industrial. En J. Aboites & G. Dutrenit (Coords.), *\*Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas\** (pp. 251-268). Miguel Ángel Porrúa.

Jasso Villazul, J., Arturo Torres Vargas, A., & Calderón Martínez, M. G. (2019). Vinculación Academia-Empresa e Innovación en México. En Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), *\*Vinculación Academia-Empresa y la multinacionalización de empresas en México\** (pp. 229-256).

Kim, L. (1997). From imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning. Harvard Business School Press.

Lall, S. (1987). Learning to industrialize: The acquisition of technological capability by India. Macmillan Press.

Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *\*World Development, 20\*(2)*, 165-186.

López Zapata, E., García Muiña, F. E., & Arcía Moreno, S. M. (2018). Capacidad de aprendizaje organizativo como fuente de ventaja competitiva sostenible. \*Revista Espacios, 39\*(04). Recuperado de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/31031>

Malerba, F. (1992). Learning by firms and incremental technological change. \*Economic Journal, 102\*, 845-859.

Máynez Guaderrama, A. I., & Cavazos Arroyo, J. (2011). Conocimiento tácito: Su transferencia dentro de la organización, como fuente de ventaja competitiva sostenible. \*Administración y Organizaciones\*.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1999). La organización creadora de conocimiento: Cómo las compañías japonesas crean la dinámica innovadora.

Nuñez, P. L. (2013). La cuarta revolución industrial en el sector eléctrico. Universidad Torcuato di Tella.

Ochoa Diaz, L. (2022). La industria aeroespacial en México. SPCPro. <https://spcpro.com/2022/09/la-industria-aeroespacial-en-mexico/>

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI). (2020). Informe sobre el Desarrollo Industrial 2020: La industrialización en la era digital, Resumen, [en línea].

Ortega Lomelín, R. (2016). La evolución constitucional de la energía a partir de 1917, capítulo 2, El sector eléctrico. Secretaría de Cultura, Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México (INEHRM), Estudios Constitucionales, [en línea].

Patlán Pérez, J., & Navarrete Zorrilla, D. M. (2009). La integración vertical como factor de competitividad en la industria textil y del vestido en México. IV Encuentro estatal de Investigación Científica y Tecnológica, Memoria en extenso, [en línea].

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. California: Sage Publications.

Patton, M. Q. (2002). *Métodos de investigación y evaluación cualitativa* (3ª ed.). Thousand Oaks, CA: Publicaciones Sage.

Peralta, J. (2024). Detonantes de proyectos de innovación en la empresa. IDEARIALAB, Agencia de Innovación, [en línea].

Perasso, V. (2016). Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos). BBC Mundo. Recuperado de [https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834?ocid=socialflow\\_facebook](https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834?ocid=socialflow_facebook).

Pérez Escatel, A., & Pérez Veyna, O. (2009). Competitividad y acumulación de CT en la industria manufacturera mexicana. *Investigación Económica*, 68(268), 159-187, [en línea].

Pérez Ibáñez, J. (2019). Cadenas Globales de Valor: Una Revisión Bibliográfica. *Semestre Económico*, (22), [en línea].

Pérez Londoño, S. M., & López Quintero, J. G. (2018). *Transformadores Eléctricos*, Cap. 1 Teoría básica del transformador. Editorial Universidad Tecnológica de Pereira, pp. 9 – 40, [en línea].

Pérez Londoño, S. M., & López Quintero, J. G. (2018). Transformadores Eléctricos, Capítulo 1, Teoría básica del transformador. Colección Textos Académicos, Facultad de Ingenierías, Universidad Tecnológica de Pereira, Edificio 9, pp. 9 – 40, [en línea].

Pomar, S. (2012). Innovación en las organizaciones: Estrategia y Gestión. Administración y Organizaciones, [en línea].

Ponce Sánchez, J. I. (2014). Mecanismo de vinculación de las empresas multilatinas mexicanas y los organismos públicos de investigación en México. Idónea Comunicación de Resultados para Obtención de grado de maestría, Maestría en Economía, Gestión y Políticas de la Innovación, MEGI, [en línea].

Ponce Sánchez, J. I., Dutrénit Bielous, G., & Oliveira Vera-Cruz, A. (2019). Vinculación Academia-Empresa e Innovación en México, Capítulo 6, Patrones de Vinculación Academia-Empresa: el caso de las Multilatinas mexicanas. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), pp. 195 – 227, [en línea].



Restrepo Carvajal, C. A., & Gómez Arenas, N. A. (2022). Aproximación a la transformación digital en instituciones de educación superior mediante la teoría del cambio. En-Contexto, 10(17), 229 – 334, [en línea].

Rodríguez Valencia, J. (2017). Cómo aplicar la planeación estratégica a la pequeña y mediana empresa (6ª ed.). México: CENGAGE Learning, [en línea].

Schumpeter, J. A. (2001). Ciclos Económicos. Zaragoza: Pressas Universitarias.

Schwartz, H., & Jacobs, J. (1984). La observación participativa y la entrevista. Sociología cualitativa. Método para la reconstrucción de la realidad (Vol. 3). Ed. Trillas.

Secretaría de Energía (SE). (2015). Reforma Energética, Resumen. Secretaría de Energía, [en línea].

Solmasoluciones. [@solmasoluciones]. (2023, marzo 15). Diferencias entre Lean Manufacturing y el Sistema de Producción Toyota   #ingeniero #manufactura eficiente #ingenierosoftiktok #fabricacionesbelta #aprendeentiktok #herramientas básicas #calidad #ingenieroindustrial #maquila #seis sigmas #dmaic [Video]. TikTok. Recuperado de [https://www.tiktok.com/@solmasoluciones/video/7210940453657595141?\\_r=1&\\_t=8o54STNLDyY](https://www.tiktok.com/@solmasoluciones/video/7210940453657595141?_r=1&_t=8o54STNLDyY).

Strauss, A. L., & Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundada (1a ed.). Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Tid, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (1997). Managing Innovation: Integrating Technological Marker and Organizational Change. West Sussex, Reino Unido: John Wiley and Sons Ltd.

Torres Vargas, A. (2006). Aprendizaje y Construcción de CT. Journal of Technology Management & Innovation, 1(5), [en línea].

Torres Vargas, A. (2023). Matriz de CT para la innovación, Proyecto de Acumulación de CT y esferas económicas, ambiental y sociopolítica: un análisis de las relaciones micro-macro en el caso mexicano, [en línea].

Torres, A., & Jasso, J. (2007). *Compra de Empresas Extranjeras y Acumulación e Integración de Capacidades en Dos Grupos Corporativos Mexicanos, Acumulación de CT, Aprendizaje y Cooperación en la Esfera Global y Local, Innovación y Desarrollo*, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), ADITA.

Vargas, R. (2010). El sector eléctrico mexicano: ¿Nuevos espacios para las corporaciones transnacionales? *Acta Sociológica*, 54, 119-139, [en línea].

Velarde López, E., & Araiza Garza, Z. (2012). *La Industria Metalmeccánica y sus CT*. En C. Díaz Pérez (Ed.), *El dilema de la Innovación. Redes, Clusters y CT* (pp. 137 – 156). Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económicas Administrativas.

Vera – Cruz, A. O. (2004). *Cultura de la Empresa y Comportamiento Tecnológico, Como Aprenden las Cerveceras Mexicanas*. *Innova y Desarrollo*, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), ADIAT, Miguel Ángel Porrúa.

Vera-Cruz, O., Dutrénit, G., & De la Garza Toledo, E. (2011). Las capacidades tecnológicas en las empresas industriales mexicanas. *\*Revista Problemas del Desarrollo*, 42\*(168), 123-147.

Vera-Cruz, O., Dutrénit, G., Puchet Anyul, M., & Casas, R. (2019). Innovación y desempeño en la industria manufacturera mexicana: Un análisis por regiones. *\*Investigación Económica*, 78\*(308), 53-96.

Vera-Cruz, O., Pérez, L., Dutrénit, G., & De la Garza Toledo, E. (2012). Capacidades tecnológicas y desempeño innovador en empresas manufactureras mexicanas. *\*Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 7\*(21), 9-34.

Vera-Cruz, O., Puchet, M., & Dutrénit, G. (2020). Capacidades tecnológicas y desempeño innovador en empresas manufactureras mexicanas: Un análisis por regiones. *\*Revista Económica*, 42\*(168), 123-147.

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). The nine elements of digital transformation. *MIT Sloan Management Review*, 55(3), 1-6, [en línea].

Westphal, L., Kim, L., & Dahlman, C. (1985). *Reflection on the Republic of Korea's Acquisition of Technological Capability, International Technology Transfer*. Nueva York: Praeger Publishers.

Wiesner, S., Gaiardelli, P., Gritti, N., & Oberti, G. (2018). Modelos de madurez para la digitalización en Manufactura - Aplicabilidad para Pymes. En Conferencia internacional IFIP sobre avances en sistemas de gestión de producción (APMS), agosto de 2018, Seúl, Corea del Sur, [en línea].

Yin, R. (2003). *Case Study Research. Design and Methods (Third Edition)*. London, New Delhi: Sage; Thousands of Oaks.

Yin, R. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. United Kingdom: SAGE Publications Inc.

## **ANEXOS**

### **Guía de entrevistas**

#### **Contenido**

1. Características básicas de la empresa
2. Actividades de Innovación e I+D en la empresa
3. CT en la empresa
4. La influencia de las esferas del entorno en la acumulación de CT
5. Detonadores internos de la empresa
6. Transformación digital

#### **Características básicas de la empresa**

Nombre del entrevistador: \_\_\_\_\_

Fecha de la entrevista: \_\_\_\_\_

##### **1.1 Datos generales de la empresa**

Nombre de la empresa:

Sitio web:

Sector:

Ciudad:

Año de fundación:

Nombre del entrevistado:

Puesto:

Máximo grado de estudios:

Teléfono:

E-mail:

- Breve historia de la empresa y su fundación
- Describa los mayores cambios en la empresa desde su fundación (tipo de propiedad, estructura organizacional, mercados, principales eventos, etapas de crecimiento, tecnologías, procesos de producción).

##### **1.2 Origen del capital**

Nacional: %

Extranjero: %

País:

### 1.3 Tamaño de la empresa

Número de empleados:

Ventas anuales:

### 1.4 ¿Cómo está organizada la empresa?

Por funciones, divisiones, unidades de negocio, etc.

### 1.5 Los principales productos de la empresa y su participación en las ventas totales

Producto	% total ventas

### 1.6 Porcentaje de ventas por tipo de mercado:

Mercado doméstico: %

Mercado internacional: %

### 1.7 ¿Cuáles son los tres principales países a los que exporta?

### 1.8 Sobre el origen de los insumos

Locales \_\_\_\_\_%

Importación \_\_\_\_\_%

### 1.9 ¿Cuáles son los tres principales países a los que exporta?

1.10 ¿Cómo describiría el comportamiento de las ventas durante los últimos 5 años y qué factores lo explicarían? (descripción del contexto muy general y la afectación en sus ventas)

**1.11 ¿Cuáles son sus principales fuentes de competitividad? (precio más bajo, calidad, diseño, mejora y/o desarrollo de nuevos productos)**

**1.12 Sobre el personal de la empresa**

% de mujeres en la producción: \_\_\_\_\_%

% mujeres en puestos de dirección o ejecutivos \_\_\_\_\_%

Núm. de ingenieros \_\_\_\_\_%

Edad promedio de los empleados \_\_\_\_\_

**2. Actividades de Innovación e I+D en la empresa**

2.1 ¿Nos podría describir las actividades de I+D que desarrollan?

Origen y evolución; carácter formal/informal, a qué nivel de la organización se realizan las actividades de I+D (corporativo, división, empresa), y dónde se ubica el centro de I+D (nacional, extranjero).

2.2 ¿Cuál es el monto de los gastos en I+D (gasto actual en I+D cómo % de ventas totales; evolución en los últimos 3 años)?

2.3 ¿Qué tanto personal está involucrado en I+D (actual y últimos 3 años)?

2.4 ¿Cuál ha sido el foco principal de las actividades de I+D: Incrementar la productividad, Reducción de costos, Nuevos productos?

2.5 ¿Han registrado y/o obtenido patentes?

# patentes

País donde se patentó

Objetivo de patentar

2.6 Describa dos de los principales proyectos de cambios/ mejoras de producto y/o procesos realizados en la empresa en los últimos 3 años, que hayan impactado significativamente en el desempeño de la empresa.

**3. CT en la empresa**

Con relación a las CT propias de la empresa, nos gustaría saber cómo se posiciona respecto a sus competidores en algunas funciones técnicas generales.

3.1 Durante las etapas de toma de decisiones y control, y de preparación y ejecución de un proyecto, ¿qué actividades fueron desarrolladas y con qué recursos (desarrollo interno, subcontratación)?

<b>Preparación y ejecución del proyecto</b>	desarrollo interno	subcontratación nacional	Subcontratación extranjera
Planeación del protocolo			
Preparación del protocolo			
Acondicionamiento del terreno			
Construcción de la obra civil básica			
Estudios de factibilidad			
Búsqueda de equipo estándar			
Ingeniería básica			
Ingeniería de detalle			
Adquisición de equipo			
Estudios de medio ambiente			
Administración y seguimiento del proyecto			
Designación del grupo de trabajo			
Capacitación y reclutamiento			
Puesta en marcha			

3.2 ¿En qué actividades relacionadas con los procesos y la organización de la producción la empresa tiene experiencia, pondere la importancia relativa del 1 al 5 (menos importante a más importante)?

<b>Nivel</b>	<b>Actividades de producción relacionadas a procesos</b>	<b>Calificar del 1 al 5 (menos a más importante)</b>
	operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones	
	mejora de la eficiencia a partir de experiencia	
	designación de grupos de trabajo para hacer pruebas	

	mejora del layout, programación y mantenimiento	
	adaptaciones menores	
	mejora del proceso y 'stretching' capacidad	
	licenciamiento de nueva tecnología	
	introducción de cambios organizacionales	
	innovaciones de proceso e I&D relacionada	
	innovaciones radicales en organización	

3.3 ¿En qué actividades centradas en el producto tienen experiencia? ¿Pondere la importancia relativa del 1 al 5 (menos importante a más importante)?

<b>Actividades de producción relacionadas a productos</b>
réplica de especificaciones y diseños fijos
control de calidad rutinario para mantener los estándares y especificaciones existentes
adaptaciones menores a las necesidades del mercado y mejoras incrementales en la calidad del producto
licenciamiento de nueva tecnología de producto y/o ingeniería inversa
diseño incremental de productos nuevos
innovación de producto e I&D relacionada

3.4 ¿En qué actividades de vinculación externa tienen? pondere la importancia relativa del 1 al 5 (menos importante a más importante)

<b>Actividades de vinculación externa</b>
búsqueda de insumos disponibles de proveedores existentes
venta de productos dados a clientes existentes y nuevos
búsqueda y absorción de información nueva de proveedores, clientes e instituciones locales

transferencia de tecnología a proveedores y clientes para incrementar eficiencia, calidad y abastecimiento local
--

colaboración en desarrollos tecnológicos con proveedores, clientes y socios
---

#### **4. La influencia de las esferas del entorno en la acumulación de CT**

Ahora nos vamos a enfocar en cómo distintos aspectos del contexto en el cual opera la empresa influyen en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas.

Podría explicarnos en qué medida algunas variables del entorno (por ejemplo, el incremento de la inseguridad pública, el aumento de la inflación, el incremento de la competencia) han influido en:

- La estrategia empresarial
- Las decisiones de inversión de I+D de la empresa (por ejemplo, si la introducción de nuevos materiales o diseños ha motivado el desarrollo de nuevas propuestas de productos o de inversión en investigación de materiales)

**a) Con respecto al entorno de Ciencia y Tecnología y de las políticas públicas de CTI:**

- ¿Ha recibido financiamiento externo, por ejemplo, de CONACYT o Secretaría de Economía, para algunos de sus proyectos de innovación? ¿Cuál fue el objetivo, qué programa fue, cuándo se realizó y cuáles fueron los resultados?
- ¿Han participado en algún programa gubernamental o de la región que los haya beneficiado de alguna forma? Por ejemplo, aprovechar el talento de la región debido a un programa de capacitación para evitar importar recursos humanos con capacidades especializadas.
- ¿Qué elementos del financiamiento implican barreras o facilitadores para la acumulación de CT? Podría mencionar un ejemplo.
- ¿De qué manera las políticas públicas de CTI facilitan o limitan la acumulación de CT? Podría mencionar un ejemplo.
- ¿Han colaborado con algún centro de investigación, universidad o proveedor para generar proyectos de investigación? ¿Con quién, cuándo y qué impacto tuvo?

- ¿Han desarrollado proveedores o han recibido asesoría de ellos?
- ¿Han colaborado con clientes para proyectos de desarrollo?
- ¿Qué mecanismos han adoptado para responder a los cambios/presiones del entorno?

**b) Con respecto al entorno económico:**

- ¿Cómo ha impactado el pago de impuestos en el desempeño de la empresa o unidad de negocio, así como en la acumulación de sus CT?
- ¿Cómo ha incidido el incremento de los precios de los insumos, materias primas y servicios en sus actividades de producción? ¿de qué manera ha afectado la acumulación de CT?
- ¿Considera que la actual demanda y las necesidades del mercado les han afectado en sus decisiones de inversión e innovación?
- ¿Considera usted que existe incertidumbre económica en el país? si esto es afirmativo, ¿cómo ha afectado en las decisiones de inversión y en sus estrategias?
- ¿Qué mecanismos han adoptado para responder a los cambios/presiones del entorno?

**c) Con respecto al entorno ambiental:**

- ¿Han participado en algún programa enfocado al cuidado del medio ambiente que haya tenido impacto en la empresa? Si esto fue positivo, ¿cuándo fue, qué programa y en qué manera les ayudó a acumular sus capacidades tecnológicas?
- ¿De qué manera las actuales condiciones ambientales de la región (en materia de contaminación, escasez del agua, actividades productivas primarias y secundarias) les han afectado en sus actividades de producción? ¿En qué forma y cómo lo han solucionado?
- ¿Cómo la regulación ambiental está afectando los procesos de acumulación de CT?
- ¿Qué mecanismos han adoptado para responder a los cambios/presiones del entorno?

**d) Con respecto al entorno político-social:**

- ¿De qué manera las reglas formales (leyes, reglamentos, normatividad, derechos de propiedad, contratos, etc.) facilitan o limitan la acumulación de CT? Podría mencionar un ejemplo.

- ¿En qué sentido las reglas informales (la confianza, las normas culturales, la reciprocidad, etc.) facilitan o limitan la acumulación de CT? Podría mencionar un ejemplo.
- ¿Considera que las reglas informales (la confianza, las normas culturales, la reciprocidad, etc.) son complementarias o sustitutos de las reglas formales? ¿Por qué? Podría mencionar un ejemplo.
- ¿Qué peso considera que tienen las reglas formales e informales en la toma de decisiones para la acumulación de CT? Podría mencionar un ejemplo.
- ¿Considera que la estabilidad social ha evolucionado en los últimos años? ¿Esto cómo les ha afectado?
- ¿En qué grado les ha afectado la inseguridad pública de la región? ¿Podría mencionar ejemplos?
- ¿Qué mecanismos han adoptado para responder a los cambios/presiones del entorno?

**e) Con respecto al entorno cultural:**

- ¿Cómo han influenciado la cultura de la región/país, los usos y costumbres, u otros elementos como la confianza en el desempeño de la empresa? ¿Cómo ha impactado en las CT?
- ¿Se ha desarrollado una cultura de digitalización? O ¿qué barreras enfrentan para esto? ¿Qué acciones están tomando para avanzar en estos procesos? ¿Qué mecanismos han adoptado para responder a los cambios/presiones del entorno?

**5. Detonadores internos de la empresa**

- ¿Qué objetivos se han planteado para los principales productos?
- ¿Quién(es) toma(n) las decisiones sobre la adopción, diseño, desarrollo o implementación de tecnologías/innovaciones?

**6. Transformación digital**

- ¿Qué relación tienen los avances en el Lean Manufacturing y la evolución hacia la transformación digital?
- ¿Cuáles han sido las actividades de innovación más importantes que ha realizado la empresa durante los últimos 5 años (e.g. mejora de productos, desarrollo de nuevos

productos, desarrollo de nuevos procesos o mejora de ellos, desarrollo de nuevos métodos organizativos, desarrollo de nuevos métodos de comercialización)?

- Mencione cuáles fueron los impactos que tuvieron las innovaciones de productos/proceso realizadas durante los últimos 5 años en la empresa.
- ¿Cuál es la estrategia tecnológica? (pueden ser de adopción, diseño, desarrollo o implementación).