

PROPUESTA DEL PLAN DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS DE LA E3T

ERIKA JIMENA CRUZ SEPÚLVEDA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES**

BUCARAMANGA

2019

**PROPUESTA DEL PLAN DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO PARA EL GRUPO DE
INVESTIGACIÓN CEMOS DE LA E3T**

ERIKA JIMENA CRUZ SEPÚLVEDA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera en Electrónica

Director

Dr. JULIÁN RODRÍGUEZ FERREIRA

Doctor en Física. Especialidad: Astrofísica

Codirector

DR. RICARDO LLAMOSA VILLALBA

Doctor en Telecomunicaciones

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES**

BUCARAMANGA

2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco muy especialmente al *PhD. Julián Gustavo Rodríguez*, director de este trabajo de grado, ya que su iniciativa, visión, liderazgo, motivación, orientación, tiempo, ayuda y compromiso hicieron que este trabajo fuera posible. También agradezco a mi codirector, el *Dr. Ricardo Llamosa Villalba* por su colaboración, orientación, tiempo, esfuerzo, aportes, paciencia y especial compromiso, ya que sin importar los obstáculos que se presentaron durante la realización del proyecto siempre estuvo pendiente de la ejecución de este y de sus resultados.

Agradezco a la *Universidad Industrial de Santander* por haberme permitido desarrollar como estudiante. Y en especial a todos los profesores e integrantes del grupo de investigación *CEMOS*, por su colaboración y tiempo durante la ejecución del proyecto.

Agradezco a mis padres y a mi hermana por su apoyo incondicional, a mis nonos por su ternura, al profesor Gabriel Vargas por su sabiduría, a mis amigas Alejandra, Erika y Yina por su compañía, tiempo y consejos y a Juan Sebastián por ser mi amigo, ayudarme, apoyarme y divertirme durante todos estos años.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	19
1. PENSAMIENTO ESTRATÉGICO GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS	23
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	25
1.1.1. Objetivo General	25
1.1.2. Objetivos Específicos.....	26
1.4. ALCANCE DE LA SOLUCIÓN.....	26
2. MARCO TEORICO.....	27
2.1. PENSAMIENTO ESTRATÉGICO	28
2.2. ANÁLISIS DE FACTORES AMBIENTALES	28
2.3. ANÁLISIS PESTEL.....	29
2.4. MATRIZ DE ANÁLISIS SISTÉMICO DE INFLUENCIAS	31
2.5. MATRIZ DE IMPACTO PROBABILIDAD.....	33
2.6. FORMULACIÓN ESTRATÉGICA	34
2.7. ARQUITECTURA ORGANIZACIONAL	35
2.8. BASES ESTRUCTURALES DE LA ORGANIZACIÓN.....	35
2.9. UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO (UEN).....	36
2.10. MATRIZ BCG	37
2.11. CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO.....	38
2.12. EVALUACIÓN COMPARATIVA - <i>BENCHMARKING</i> -.....	39
2.13. CAPITAL INTELECTUAL	40
2.13.1. Capital humano.....	41

2.13.2.	Capital estructural	41
2.13.3.	Capital relacional	43
3.	METODOLOGÍA.....	44
3.1.	FUENTES DE INFORMACIÓN Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN.....	44
3.1.1	Fuentes de información.....	44
3.1.2	Herramientas y técnicas de recolección.....	45
3.2.	FASES DEL PROYECTO.....	46
4.	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS.....	47
4.1.	BREVE HISTORIA.....	47
4.2.	DESCRIPCIÓN Y DATOS BÁSICOS	47
4.3.	BASES ESTRUCTURALES	50
4.3.1.	Misión.....	50
4.3.2.	Visión	50
4.4.	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DECLARADAS.....	51
4.5.	PLAN DE TRABAJO 2016 – 2018.....	51
4.5.1.	Objetivos	52
4.5.2.	Estrategias	52
4.6.	INTEGRANTES ACTIVOS	53
4.6.1.	Profesores o Investigadores principales	53
4.6.2.	Estudiantes de doctorado.....	54
4.6.3.	Estudiantes de maestría	54
4.6.4.	Estudiantes de pregrado	54
4.7.	SEMILLEROS.....	55
4.7.1.	Semillero de Investigación en Instrumentación Científica y Electrónica (SINCEL):.....	55

4.7.2.	Semillero de Investigación en cohetería UIS aeroespacial (SCUA): ..	55
4.7.3.	Áreas de interés para futuros semilleros	56
4.8.	ALIANZAS	56
4.8.1.	Formales	56
4.8.2.	Informales	58
4.9.	INSTALACIONES Y EQUIPOS	58
4.9.1.	Instalaciones	59
4.9.2.	Equipos	62
5.	MEDICIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL	63
5.1.	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL	63
5.1.1.	Acceso a bases de datos y sistemas de información	63
5.1.2.	Entrevista para recolección de información	65
5.1.3.	Cuestionario de Capital Intelectual	66
5.2.	RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	68
5.2.1.	Capital Humano	68
5.2.2.	Capital Estructural	69
5.2.3.	Capital Relacional	70
6.	FACTORES AMBIENTALES	71
6.1.	POLÍTICA	71
6.1.1.	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	72
6.1.2.	Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (PND)	73
6.1.3.	Plan y Acuerdo Estratégico Departamental de CTI (PAED SANTANDER)	74
6.1.4.	Plan Regional de Competitividad de Santander (PRC)	77
6.1.5.	Plan Estratégico Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática (Plan ETI)	79
6.2.	ECONOMÍA	82

6.2.1.	Nacional	82
6.2.2.	Santander.....	84
6.2.3.	Cadena Productiva Electrónica y equipo de telecomunicaciones	85
6.3.	SOCIEDAD.....	87
6.3.1.	Globalización.....	87
6.3.2.	Bilingüismo.....	89
6.3.3.	Paz.....	89
6.4.	TECNOLOGÍA	91
6.4.1.	Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)	93
6.4.2.	Industria 4.0 (Cuarta Revolución Industrial)	93
6.4.3.	Energías renovables y uso eficiente de la energía (URE).....	95
6.4.4.	Educación virtual y a distancia	95
6.4.5.	Biotecnología y bioingeniería	96
6.5.	ECOLOGÍA.....	98
6.6.	LEGISLACIÓN.....	100
6.6.1.	Ley 1838 de 2017 (Spin Off)	100
6.6.2.	Decreto 1467 de 2018. Convocatorias para la financiación de proyectos de inversión con recursos del fondo de ciencia tecnología e innovación	101
7.	ANÁLISIS DOFA.....	104
7.1.	ANÁLISIS INTERNO	104
7.1.1.	Fortalezas.....	104
7.1.2.	Debilidades.....	105
7.2.	ANÁLISIS EXTERNO	106
7.2.1.	Oportunidades.....	106
7.2.2.	Amenazas	107
7.3.	MATRIZ DE ANÁLISIS SISTÉMICO DE INFLUENCIAS	108

7.4.	MATRIZ DE IMPACTO-PROBABILIDAD	112
7.4.1.	Rúbrica para la evaluación de la probabilidad de ocurrencia	112
7.4.2.	Rúbrica para la evaluación del impacto	113
7.4.3.	Evaluación de probabilidad e impacto.....	114
7.5.	EVALUACIÓN COMPARATIVA - <i>BENCHMARKING</i> -	116
7.6.	UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO (UEN).....	119
7.6.1.	I+D+i en transformación productiva y digital de la industria en Colombia (Industria 3.0 y 4.0).	121
7.6.2.	I+D+i en ciencias aeroespaciales, de la astronomía y la astrofísica en Colombia.	122
7.6.3.	I+D+i en sostenibilidad, mitigación del cambio climático y ciudades inteligentes.	123
7.6.4.	I+D+i en bioingeniería y biotecnología.	124
7.6.5.	I+D+i en aplicaciones de los fenómenos físicos para la solución de problemas en diversos campos y sectores de la industria.	125
7.7.	CICLO DE VIDA DE LA UEN Y MATRIZ BCG	127
7.7.1.	Transformación productiva y digital de la industria en Colombia (Industria 3.0 y 4.0)	128
7.7.2.	Industria aeroespacial, astronomía y astrofísica en Colombia	129
7.7.3.	Sostenibilidad, mitigación del cambio climático y ciudades inteligentes	130
7.7.4.	Biotecnología y bioingeniería.	130
7.7.5.	Aplicaciones de los fenómenos físicos para la solución de problemas en diversos campos y sectores de la industria.	131
7.7.6.	Resultados del análisis de fase del ciclo de vida de la UEN y matriz BCG.	132
7.8.	MATRIZ DOFA	134
8.	ARQUITECTURA ORGANIZACIONAL CEMOS.....	135
8.1.	HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS.....	135

8.1.1. Metodología LEGO Serious Play.....	136
8.1.2. Procesos de Liderazgo Organizacional (PROLOGO ©).....	136
8.1.3. Análisis de documentos	138
8.1.4. Matriz FODA y modelo de buenas prácticas internacionales de gestión.	139
8.1.5. Sistema de indicadores Balanced Scorecard	139
8.2. BASES ESTRUCTURALES	140
8.2.1. Visión Santander 2025	140
8.2.2. Misión E3T	140
8.2.3. Misión CEMOS.....	141
8.2.4. Visión E3T	141
8.2.5. Visión CEMOS	142
8.3. DERIVACIÓN DE OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS POR UEN 143	
8.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	146
8.4.1. Gestión administrativa CEMOS-GESTA.	148
8.4.2. Administración estratégica CEMOS-ADMITE.....	148
8.4.3. Administración táctica CEMOS-ATA.	148
8.4.4. Gestión administrativa UEN-GESTA.	149
8.4.5. Administración táctica UEN-ATA.....	149
8.4.6. Administración operativa ADOPTA-UEN.....	149
8.5. FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS	150
8.5.1. Formulación de estrategias transversales de desarrollo, crecimiento y desempeño.....	150
8.5.2. Formulación de estrategias por UEN	154
8.6. MAPAS ESTRATEGICOS	154
8.7. BALANCED SCORECARD	160

8.	PROPUESTA PARA EL PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS.	164
9.1.	POLÍTICAS DE EXTENSIÓN DE LA UIS	166
9.1.1.	Acuerdo N°006 de 2005	167
9.1.2.	Acuerdo N°103 de 2013	168
9.2.	UNIDADES ESTRATÉGICAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN (UE I+D+i) DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS	169
9.3.	PRODUCTOS Y SERVICIOS BASADOS EN MODELO DE RECONOCIMIENTO Y MEDICIÓN DE COLCIENCIAS Y LA POLÍTICA DE EXTENSIÓN DE LA UIS	173
10.	CONCLUSIONES	176
11.	RECOMENDACIONES	180
	BIBLIOGRAFÍA.....	181

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema axial matriz de influencia.	32
Figura 2. Esquema axial matriz impacto-probabilidad.	34
Figura 3. Arquitectura de una organización	35
Figura 4. Matriz BCG	37
Figura 5. Ciclo de vida del producto	39
Figura 6. Descripción de la metodología.	46
Figura 7. Clasificación por año Convocatoria de Medición de Colciencias	49
Figura 8. Plano segundo piso de Laboratorios Pesados. Ubicación de la Sala CEMOS en LP.	60
Figura 9. (a) Plano del primer piso del edificio Laboratorios de Alta Tensión. (b) Plano del segundo piso del edificio de Laboratorios de Alta Tensión (LAT)	61
Figura 10. Plano del primer piso del edificio de Laboratorios Pesados (LP)	61
Figura 11. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	73
Figura 12. Estructura del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022	74
Figura 13. Pilares Tecnológicos de la Industria 4.0	94
Figura 14. Clasificación de la biotecnología por colores	97
Figura 15. Matriz de análisis sistémico de influencia aplicada a los factores ambientales del grupo de investigación CEMOS	109
Figura 16. Esquema axial para los resultados de la matriz de análisis sistémico de influencia.	111
Figura 17. Matriz de probabilidad-impacto de los factores externos del grupo de investigación CEMOS	115
Figura 18. Unidades Estratégicas de Negocio propuestas para el grupo CEMOS	126
Figura 19. Porcentaje de participación de cada UEN en el periodo 2014-2018	127
Figura 20. Cantidad de proyectos de grado por UEN en el periodo 2014-2018	128
Figura 21. Matriz BCG para las UEN del grupo de investigación CEMOS	132
Figura 22. Fase del ciclo de vida de las UEN del grupo CEMOS	133

Figura 23. Modelo de Procesos de Liderazgo Organizacional PROLOGO©	137
Figura 24. Estructura organizacional basada en el modelo PROLOGO©	147
Figura 25. Estrategias CEMOS	155
Figura 26. Desglose estrategia “Dirigir proyectos de grado e investigación”	156
Figura 27. Desglose estrategia “Proponer programas de formación”	156
Figura 28. Desglose estrategia “Promover capacitación del capital humano”	157
Figura 29. Desglose estrategia “Crear y mantener bases de datos, documentar procesos y proponer laboratorios”	157
Figura 30. Desglose estrategia “Crear, formular y buscar alianzas de cooperación”	158
Figura 31. Desglose estrategia “Realizar seminarios, Crear y mantener semilleros de investigación”	158
Figura 32. Desglose estrategia “Proponer iniciativas spin-off, Enfocar enseñanza en ODS”	159
Figura 33. Desglose estrategia “Promover socialización, comunicación, divulgación, visibilidad y ASC”	159
Figura 34. Mapa estratégico basado en las perspectivas del Balanced Scorecard	160
Figura 35. Tipología de productos para grupos de investigación según modelo de medición de Colciencias 2018. Primera parte.	165
Figura 36. Tipología de productos para grupos de investigación según modelo de medición de Colciencias 2018. Segunda parte	166

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grupos de investigación adscritos a la E3T de la UIS	23
Tabla 2. Herramientas o técnicas que serán usadas en la metodología.	45
Tabla 3. Profesores o investigadores principales del grupo de investigación CEMOS	53
Tabla 4. Ubicación de las oficinas correspondientes a cada investigador principal	62
Tabla 5. Ejemplo de pregunta usando una escala tipo diferencial.	67
Tabla 6. Estadística descriptiva para los componentes del capital humano.	68
Tabla 7. Estadística descriptiva para los componentes del capital estructural.	69
Tabla 8. Estadística descriptiva para los componentes del capital relacional.	70
Tabla 9. Resultados de la matriz de análisis sistémico de influencia.	110
Tabla 10. Probabilidad e impacto para los factores externos del grupo CEMOS	114
Tabla 11. Clasificación de las buenas prácticas de gestión según tres criterios.	117
Tabla 12. Prácticas no realizadas regularmente por los integrantes del grupo.	118
Tabla 13. Resultados del análisis de fase del ciclo de vida y matriz BCG para el grupo de investigación CEMOS	133
Tabla 14. Matriz DOFA para los factores ambientales del grupo CEMOS	134
Tabla 15. Matriz de derivación de objetivos y su relación con los ODS	144
Tabla 16. Estrategias transversales por cada objetivo general y específico.	150
Tabla 17. Cuadro de indicadores Balanced Scorecard para el seguimiento y control de la estrategia.	161
Tabla 18. Descripción de las Unidades Estratégicas de I+D+i.	169
Tabla 19. Dirección de las UE I+D+i y datos de contacto.	172
Tabla 20. Productos y servicios Grupo de Investigación CEMOS.	174

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Descripción y objetivos de las líneas de investigación del grupo CEMOS

ANEXO B. Plan de trabajo CEMOS 2016-2018.

ANEXO C. Investigadores principales del grupo de investigación CEMOS con su máximo nivel de formación, universidad y líneas de investigación.

ANEXO D. Biografía investigadores principales CEMOS.

ANEXO E. Estudiantes y egresados del programa de doctorado 2014 - 2018 vinculados a CEMOS.

ANEXO F. Estudiantes y egresados del programa de maestría 2014 - 2018 vinculados a CEMOS.

ANEXO G. Estudiantes del programa de pregrado 2018 vinculados a CEMOS.

ANEXO H. Plan de trabajo semilleros CEMOS.

ANEXO I. Alianzas informales.

ANEXO J. Equipos.

ANEXO K. Relación entre el cuestionario y el modelo Intellectus.

ANEXO L. Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ANEXO M. Bases del Plan Nacional de Desarrollo concernientes a CEMOS.

ANEXO N. Ideas de proyectos priorizados en CTel por el PAED.

ANEXO O. Pilares tecnológicos de la industria 4.0

ANEXO P. Factores internos del análisis ambiental de la organización.

ANEXO Q. Factores externos del análisis ambiental de la organización.

ANEXO R. Buenas prácticas asociadas a la generación de nuevo conocimiento.

ANEXO S. Buenas prácticas asociadas al desarrollo tecnológico e innovación.

ANEXO T. Buenas prácticas asociadas a la apropiación social del conocimiento.

ANEXO U. Buenas prácticas asociadas a la formación del recurso humano.

ANEXO V. Ejemplo de plantilla de evaluación por competencias.

ANEXO W. Formulación de estrategias por UEN.

ANEXO X. Acuerdo N°006 de 2005. Políticas de Extensión UIS

ANEXO Y. Acuerdo N°103 de 2010. Políticas de Extensión UIS

“Los anexos están adjuntos en el CD y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS”

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA DEL PLAN DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS DE LA E3T*

AUTOR: ERIKA JIMENA CRUZ SEPÚLVEDA**

PALABRAS CLAVE: Pensamiento estratégico, grupos de investigación, análisis DOFA, análisis PESTEL, análisis sistémico de influencias, matriz impacto-probabilidad, análisis de ciclo de vida y matriz BCG, Unidad Estratégica de Negocio (UEN), arquitectura organizacional, Balanced Scorecard, mapas estratégicos.

DESCRIPCIÓN:

En este documento se presenta la *Propuesta del Plan de Pensamiento Estratégico para el grupo de Investigación CEMOS de la E3T*. Dicha propuesta empieza con una descripción del estado actual de la organización que incluye, entre otros, la realización de una base de datos de los proyectos y artículos realizados en el periodo 2014-2018, los integrantes actuales del grupo, una descripción de las instalaciones y un inventario de equipos. Seguidamente se realiza un análisis PESTEL de los factores ambientales que incluye una evaluación de documentos como el *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*, los *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)* propuestos por las Naciones Unidas, el *Plan y Acuerdo Estratégico Departamental (PAED)* para la Ciencia, Tecnología e Innovación en Santander, entre otros. Posteriormente, se realiza un análisis DOFA que incluye el análisis sistémico de influencias para los factores internos, de impacto-probabilidad para los factores externos y de ciclo de vida y matriz BCG para las Unidades Estratégicas del Negocio (UEN). Como resultado del anterior análisis, se obtiene la matriz DOFA. Para finalizar, se propone la arquitectura organizacional, el cuadro de mando integral, las *Unidades Estratégicas de I+D+i* con sus respectivas líneas de investigación y el portafolio de productos y servicios que el grupo de investigación está en capacidad de ofrecer.

*Proyecto de grado

**Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Dr. Julian Rodriguez Ferreira. Codirector: Dr. Ricardo Llamosa Villalba.

ABSTRACT

TITLE: STRATEGIC THINKING PLAN PROPOSAL FOR THE E3T's CEMOS RESEARCH GROUP*

AUTHOR: ERIKA JIMENA CRUZ SEPÚLVEDA**

KEYWORDS: Strategic thinking, research groups, SWOT analysis, PESTEL analysis, systemic influence analysis, impact-probability matrix, life cycle analysis and BCG matrix, Strategic Business Unit, organizational architecture, Balanced Scorecard, strategic maps.

DESCRIPTION:

This document presents the Strategic Thinking Plan Proposal for the CEMOS research group of E3T. This proposal begins with a description of the current state of the organization that includes, among others, the realization of a database of the projects and articles made in the period 2014-2018, the current members of the group, a description of the facilities and an inventory of equipment. Then, as part of the PESTEL analysis, some documents are evaluated such as the National Development Plan 2018-2022, the Sustainable Development Goals (SDGs) proposed by the United Nations, the Plan and the Departmental Strategic Agreement (PAED) for Science, Technology and Innovation in Santander, among others. Subsequently, a SWOT analysis is carried out that includes the systemic analysis of influences for internal factors, impact-probability for external factors and life cycle and BCG matrix for the Strategic Business Units (UEN). As a result of the previous analysis, the SWOT matrix is obtained. Finally, the organizational architecture, the balanced scorecard, the R & D & I Strategic Units with their respective lines of research and the portfolio of products and services that the research group is able to offer are proposed.

*Degree project

**Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Adviser: PhD. Julián Gustavo Rodríguez Ferreira. Co-adviser: Dr. Ricardo Llamasa Villalba

INTRODUCCIÓN

La planeación es esencial para el adecuado funcionamiento de cualquier organización, de hecho, administrar sin planeación no tiene razón de ser: sin objetivos específicos o estrategias, la dirección y el control se vuelven innecesarios o carentes de un sentido práctico (GALLARDO, 2012). Es por eso por lo que el proceso de planificación es trascendental para administrar estratégicamente una organización. Mas aún, es importante saber que las organizaciones que participan en administración estratégica generalmente superan en rendimiento a las que no lo hacen (WHEELEN & HUNGER, 2007).

Desde un contexto global, entre las empresas con mayor éxito internacional se destacan compañías pioneras en planificación estratégica como General Electric, Intel y Chevron (PERIO, 2017) (GALLARDO, 2012) (WHEELEN & HUNGER, 2007). Del mismo modo, compañías como Ford, Shell, Hewlett-Packard, FedEx, entre otras, entendieron la importancia de desarrollar líderes capaces de introducir, aplicar y fomentar nuevas ideas y prácticas, asegurando así la innovación, la difusión continua del conocimiento y la experimentación, que es lo que Henry Mintzberg llamó el *enfoque del aprendizaje de la gerencia estratégica* (GALLARDO, 2012).

En la actualidad, en Colombia y específicamente en la UIS, se precisa favorecer la capacidad de innovación, investigación y desarrollo académico. Teniendo en cuenta la tendencia del crecimiento económico, resulta conveniente la planificación y ejecución de estrategias que apoyen el fortalecimiento y crecimiento de los grupos de investigación o semilleros. De esta forma, se promueve una atmósfera que resulta beneficiosa para el impulso de proyectos que generen un impacto positivo a

nivel nacional. Estas consideraciones fundamentan la necesidad de desarrollar un plan para la administración estratégica de los grupos de investigación adscritos a la Universidad Industrial de Santander.

Este documento presenta una *Propuesta del Plan de Pensamiento Estratégico para el grupo de Investigación CEMOS de la E3T*, dicha propuesta empieza con una descripción del estado actual del grupo de investigación que incluye, entre otras cosas, los siguientes ítems:

- Bases estructurales actuales (misión y visión)
- Líneas de investigación
- Información de los investigadores principales (se adjunta una pequeña biografía y una tabla donde se indica su máximo grado de formación académica y sus líneas de investigación)
- Base de datos de los proyectos realizados por los estudiantes de doctorado, maestría, especialización y pregrado de los últimos 5 años.
- Alianzas formales e informales
- Instalaciones y equipos
- Medición del capital intelectual.

El trabajo contempla, de igual manera, se realiza una evaluación de los factores ambientales que afectan a la organización usando la herramienta de análisis PESTEL, para lo cual, se tuvieron en cuenta principalmente las siguientes fuentes de información:

- *Bases del Plan Nacional de Desarrollo* del gobierno actual (2018-2022)
- *Objetivos de Desarrollo Sostenible* propuestos por las Naciones Unidas
- *Plan y Acuerdo Estratégico Departamental (PAED)* para la Ciencia, Tecnología e Innovación en Santander con sus últimas 3 actualizaciones.
- Plan Regional de Competitividad de Santander 2018 – 2032.
- Cadena productiva de Electrónica y equipos de Telecomunicaciones. Departamento Nacional de Planeación.
- Plan Estratégico Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, COLCIENCIAS.

Así mismo, y usando toda la información anterior, se realiza un Análisis DOFA del que se obtienen 41 factores internos (Fortalezas o Debilidades) y 30 factores externos (Oportunidades y Amenazas). Debido a la gran cantidad de factores, se opta por realizar un análisis sistémico de influencias para los factores internos y un análisis de impacto-probabilidad para los factores externos. Adicionalmente, teniendo en cuenta la base de datos de proyectos realizados en el periodo 2014-2018, se propusieron cinco *Unidades Estratégicas de Negocio* a las cuales se les realizó un análisis de ciclo de vida y participación-crecimiento para conocer su estado. Como resultado de los anteriores análisis, se escogieron 29 factores internos y 19 factores externos de la Matriz DOFA (Sección 7.8).

Hecho el análisis DOFA, se propone la arquitectura organizacional para el grupo de investigación CEMOS, que incluye, entre otros, los siguientes ítems:

- Bases estructurales actualizadas (misión y visión)
- Objetivos generales y específicos basados en los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* de las Naciones Unidas

- Estructura organizacional basada en el *Modelo de Procesos de Liderazgo Organizacional PROLOGO* © desarrollado por el Centro de Innovación y Desarrollo CIDLIS de la Universidad Industrial de Santander
- Formulación de estrategias basada en el *Modelo de buenas prácticas internacionales de gestión para los grupos y centros de investigación* (introducido en el capítulo 7.5) y los resultados obtenidos en el capítulo 7 (Análisis DOFA)
- Cuadro de mando integral (Balanced Scorecard) para el seguimiento, control y monitoreo de las estrategias propuestas.

Para finalizar, se presenta una propuesta para el portafolio de productos y servicios basada en la última actualización (2019) del *Modelo de Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación e Investigadores* de Colciencias, las políticas de extensión de la Universidad Industrial de Santander y las Unidades Estratégicas de I+D+i propuestas para el Grupo de Investigación en Control, Modelado y Simulación (CEMOS).

1. PENSAMIENTO ESTRATÉGICO GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con su estructura organizacional, la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) fundamenta sus funciones misionales en sus grupos de investigación, en consecuencia, dichos grupos de investigación constituyen los núcleos de desarrollo de la E3T (E3T UIS, 2007). Es por esto por lo que se considera trascendental la alineación de los grupos de investigación con la misión y visión institucional, dicho en otras palabras, es de vital importancia la planificación y ejecución de estrategias que aporten valor tanto al grupo de investigación como a la escuela a la que pertenece.

Tabla 1. Grupos de investigación adscritos a la E3T de la UIS

	Nombre del Grupo	Categoría	Último reconocimiento
CEMOS	Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación	A1	2019-12-05 Convocatoria 781 de 2017
CPS	Grupo de Investigación en Conectividad y Procesado de Señales	A	2019-12-05 Convocatoria 781 de 2017
GISEL	Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica	A	2019-12-05 - Convocatoria 781 de 2017
CIDLIS	Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software	C	2018-05-20 - Convocatoria 737 de 2015
RadioGIS	Grupo de Investigación Interdisciplinario en Radiocomunicaciones y GIS	D	2018-05-20 - Convocatoria 737 de 2015

Fuente: Creada por el autor a partir información recopilada de E3T UIS. (2007). Nuestra Escuela: Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. (UIS) Recuperado el 03 de abril de 2018, de Universidad Industrial de Santander. Disponible en: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/e3t/nuestraEscuela/index.html>

En el caso particular, como se puede evidenciar en la Tabla 1, el *Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación -CEMOS-* mantiene la categoría A1 según el *Modelo de Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación* de Colciencias. De hecho, es preciso señalar que el propósito de dicho modelo es “brindar una herramienta que permita generar conocimiento sobre las capacidades, fortalezas, debilidades y potencialidades de los grupos y que sirva como un instrumento para la gestión interna y para la evaluación de quienes integran el Sistema Nacional de CTel” (COLCIENCIAS, 2015). En la actualidad, el grupo de investigación CEMOS cuenta con 11 profesores vinculados de manera contractual en la Universidad Industrial de Santander y de acuerdo con su más reciente actualización en la plataforma del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colciencias, este grupo de investigación define como estratégico para su adecuado funcionamiento y desarrollo el fomento de la interacción entre sus miembros y con otros grupos de investigación, tanto de la UIS, como de otras universidades a nivel nacional e internacional. Sin embargo, a pesar de este reconocimiento, en este momento el grupo de investigación CEMOS necesita una reestructuración de su estrategia formal y una actualización de su plan de trabajo que apoye la ejecución de sus actividades, cumplimiento de objetivos y su proyección a futuro. Adicionalmente, es necesaria la especificación de objetivos o metas precisas, medibles y alineadas con el contexto y tendencias mundiales. Así mismo, se encontró durante la fase de planteamiento del proyecto que la documentación de los procesos de gestión es prácticamente nula y gracias a un estudio desarrollado por la escuela de economía de la Universidad Industrial de Santander, se encontró que las actividades de apropiación social del conocimiento desarrolladas por los grupos de investigación de la E3T son insuficientes para crear alto impacto en la sociedad (ESTUPIÑAN, GUERRERO, & COTE, 2017). Es por eso por lo que se considera trascendental la planeación e implementación de estrategias que permitan a corto, mediano y largo plazo asegurar la pertinencia de

la organización y su continuidad en el tiempo, así como mejorar la competitividad a nivel nacional e internacional y acelerar su crecimiento.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La administración estratégica es una poderosa herramienta de diagnóstico, análisis, reflexión y toma de decisiones, de hecho, administrar estratégicamente una organización es vital para el crecimiento y éxito de esta (GALLARDO, 2012). Mediante el planteamiento y ejecución de estrategias, el grupo de investigación CEMOS logrará a largo plazo participar en una comunidad de investigadores de gran prestigio, con altos niveles de coordinación y trabajo interdisciplinario, lo que favorece su competitividad a nivel nacional e internacional. Asimismo, se destaca que los resultados de este trabajo de grado son escalables a cualquier grupo de investigación vinculado a la E3T en la UIS. Es por eso por lo que se considera que la ejecución de este proyecto aumentará la calidad y la pertinencia de la enseñanza y la investigación en la escuela E3T.

1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.3.1. Objetivo General. Elaborar el plan para la administración estratégica del Grupo de Investigación CEMOS vinculado a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar sistemáticamente mediante un análisis DOFA el rumbo y el estado actual del grupo de acuerdo con sus instalaciones, infraestructura tecnológica, activos y talento humano.
- ✓ Establecer en colaboración con los miembros del grupo los objetivos a largo plazo (visión), identidad (misión) y comportamiento (valores) del grupo.
- ✓ Plantear estrategias para alcanzar los objetivos propuestos basadas en la comprensión del entorno y los recursos disponibles.
- ✓ Encontrar y redefinir las líneas de investigación actuales de acuerdo con las estrategias propuestas.
- ✓ Definir el portafolio de productos y servicios del grupo de investigación de acuerdo con los objetivos, estrategias y líneas de investigación propuestas.

1.4. ALCANCE DE LA SOLUCIÓN

Este proyecto se enfoca en formular un plan para la administración estratégica del grupo de investigación CEMOS de la UIS mediante la realización de un análisis del entorno (interno y externo). Basado en los resultados de dichos estudios, se declararán en colaboración con los miembros del grupo los objetivos a largo plazo (visión), identidad (misión) y comportamiento (valores) del grupo. Así mismo, se generará un documento que incluya la síntesis de los resultados mediante una matriz de análisis FODA. Finalmente, se desarrollará un plan que incluya los objetivos, metas y estrategias para el cumplimiento de estos, de igual forma, las líneas o áreas de investigación y la definición del portafolio de productos y servicios.

2. MARCO TEORICO

En su definición formal, la estrategia es el proceso seleccionado mediante el cual se espera lograr alcanzar un estado futuro (GALLARDO, 2012). Así mismo, la estrategia de una corporación es un plan maestro integral que establece la manera en la que logrará su misión y objetivos (WHEELLEN & HUNGER, 2007). En este sentido la realización de este proyecto está ligada a tres aspectos de gran relevancia:

- Proveer las bases teóricas para la implementación de estrategias.
- Contribuir de manera positiva en la implementación del plan estratégico
- Brindar herramientas para el adecuado seguimiento y control del plan estratégico.

Para lograr una mejor comprensión sobre las generalidades que abarca el proyecto, a continuación, se definirán algunos de los conceptos más utilizados a lo largo del mismo.

- ✓ Pensamiento estratégico.
- ✓ Análisis de factores ambientales.
- ✓ Análisis PESTEL.
- ✓ Matriz de análisis sistémico de influencias.
- ✓ Matriz de impacto-probabilidad.
- ✓ Formulación estratégica.
- ✓ Arquitectura Organizacional.

- ✓ Bases estructurales de la organización.
- ✓ Unidades Estratégicas de Negocio (UEN).
- ✓ Matriz BCG.
- ✓ Ciclo de vida del producto.
- ✓ Evaluación comparativa *-Benchmarking-*.
- ✓ Capital Intelectual.

2.1. PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

El término "pensamiento estratégico" generalmente se utiliza para referirse a todo pensamiento relacionado con estrategia y comprende tanto la formulación y la ejecución de estrategias, como el desempeño estratégico de la organización. Incluye análisis estratégico, planeación estratégica, organización, control y liderazgo estratégico (GALLARDO, 2012).

Es así como la administración estratégica se sirve del pensamiento estratégico para desarrollar estrategias exitosas e innovadoras que generen verdaderas ventajas competitivas en las organizaciones (GALLARDO, 2012).

2.2. ANÁLISIS DE FACTORES AMBIENTALES

El análisis ambiental implica la evaluación de los factores estratégicos, es decir, los elementos internos y externos que determinarán el futuro de la organización (WHEELLEN & HUNGER, 2007). Estos factores hacen referencia a condiciones que

pueden estar o no estar bajo control y que influyen, restringen o dirigen la misma. Entre estos se encuentran (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013):

- ✓ La cultura, estructura y gobierno de la organización.
- ✓ La distribución geográfica de instalaciones y recursos.
- ✓ Los estándares.
- ✓ Las infraestructuras.
- ✓ Los recursos humanos existentes (p.ej., habilidades, disciplinas y conocimientos).
- ✓ La gestión de personal (p.ej., pautas de selección, revisión de desempeño).
- ✓ Las condiciones del mercado.
- ✓ Los canales de comunicación establecidos en la organización.
- ✓ Las bases de datos.

El propósito de este análisis es detectar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la organización. Por lo general, a la comparación de estos se le conoce como análisis DOFA (por sus siglas en español Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). Su propósito central es identificar las estrategias para aprovechar las oportunidades externas, contrarrestar las amenazas, acumular y proteger las fortalezas de la compañía, y erradicar las debilidades (HILL & JONES, 2009).

2.3. ANÁLISIS PESTEL

El análisis PESTEL provee información que permite a la organización predecir las situaciones y circunstancias que puede enfrentar en el futuro y es por esto por lo

que debe utilizarse previo al proceso de gestión estratégica (Yuksel, 2012). Esta herramienta estratégica incluye el análisis de los siguientes factores:

- **Políticos:** Factores asociados a la clase política que pueden influir en la actividad de la organización como las políticas de los gobiernos locales, nacionales e incluso mundiales.
- **Económicos:** Factores económicos que pueden afectar positiva o negativamente la ejecución de la estrategia. Incluyen factores como el crecimiento económico, tasas de interés, tipos de cambio, tasas de inflación, factores macroeconómicos, tasa de desempleo y demás índices económicos.
- **Socioculturales:** Tendencias o elementos de la sociedad que pueden afectar las estrategias propuestas. Incluyen aspectos culturales como modas, gustos, nivel de ingresos, conciencia por la salud, estilos y formas de comunicación, religión, tasas de nivel poblacional.
- **Tecnológicos:** Tecnologías o tendencias tecnológicas que influyen en el futuro de la organización. Incluyen aspectos como inversión en I+D (Investigación y Desarrollo), aparición de nuevas tecnologías, tecnologías vigentes, ritmo de cambios tecnológicos, etc.
- **Ecológicos:** Aspectos ecológicos y del medio ambiente que influyen en las actividades de la organización. Incluyen temáticas como leyes de protección medioambiental, regulación sobre el consumo de energía, reciclaje, calentamiento global, conciencia social ecológica, contaminación y cambio climático.
- **Legales:** Aspectos legales que podrían afectar las actividades de la organización. Incluye cuestiones como licencias, leyes laborales, derechos de propiedad intelectual, leyes de salud, seguridad laboral, etc.

Es importante tener en cuenta que la importancia de cada uno de los factores para la formulación del plan estratégico puede variar de acuerdo con la industria o sector en el cual se encuentre la organización.

2.4. MATRIZ DE ANÁLISIS SISTÉMICO DE INFLUENCIAS

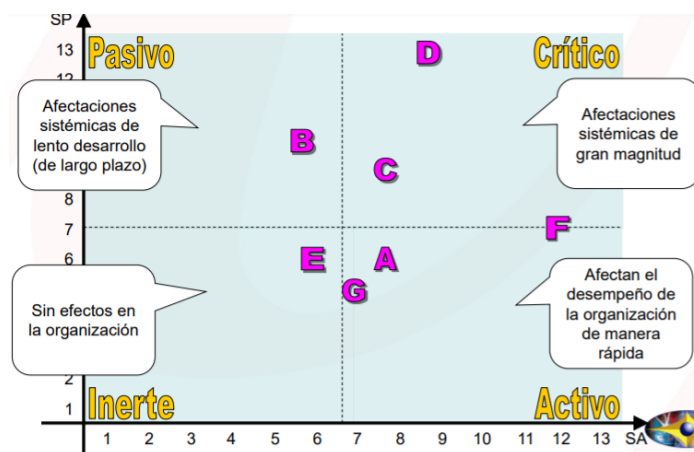
La matriz de análisis sistémico permite identificar los factores internos que tendrán una mayor repercusión en el funcionamiento de la organización a través de entender su influencia a nivel organización (como sistema) (GALLARDO, 2012). Para realizarla se neutralizan los enunciados de debilidades y fortalezas de tal manera que se extraiga exclusivamente el factor y no el diagnóstico, a partir de esta información se elabora una matriz para valorar la capacidad de influencia de cada factor sobre los demás (GALLARDO, 2012). Como resultado se obtiene para cada factor los siguientes elementos:

- Suma activa (SA): Indica la intensidad de la influencia del factor sobre el sistema global (impacto)
- Suma pasiva (SP): Indica la intensidad que tiene el sistema global sobre el factor (afectación)
- SA x SP: Es el producto de SA y SP y permite saber el nivel de importancia del factor.

La suma activa y pasiva permiten crear un sistema de coordenadas en el que se asigna un lugar a cada factor, usando el eje X para la suma activa y Y para la suma pasiva. El sistema de coordenadas se divide en 4 cuadrantes con las siguientes características (GALLARDO, 2012):

- Cuadrante crítico: Modificaciones en este cuadrante puede lograr un alto impacto en el desempeño de la organización.
- Cuadrante activo: Modificaciones en este cuadrante puede obtener mejoras en el desempeño de la organización.
- Cuadrante pasivo: Intervenciones en estos factores tardan mucho antes de repercutir sobre el sistema general.

Figura 1. Esquema axial matriz de influencia.



Fuente: GALLARDO, José. Administración Estratégica. De la visión a la ejecución. C.V. México: AlfaOmega. 2012. 143 p.

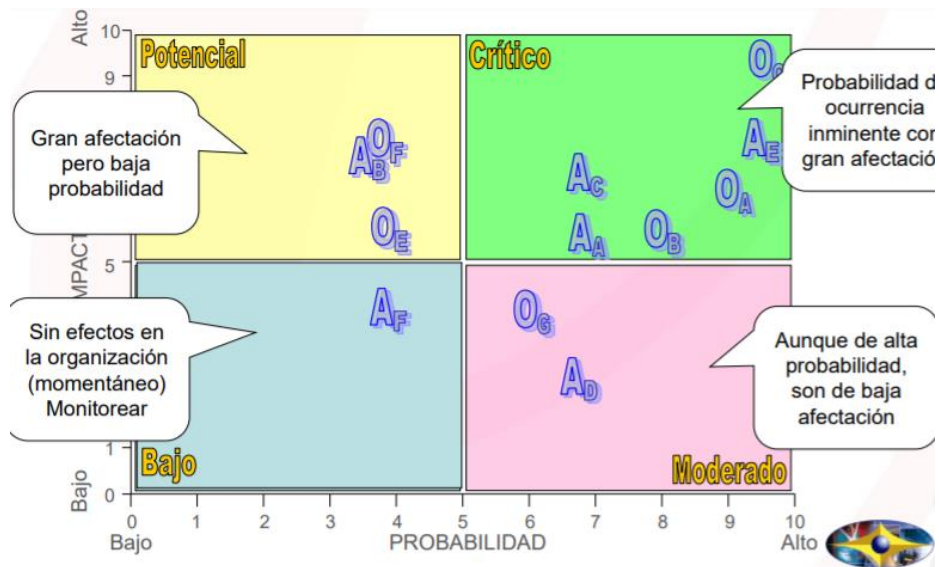
Finalmente, si se tienen que seleccionar un número reducido de factores, éstos deberán ser en primer lugar aquellos del cuadrante crítico, en segundo lugar, los del cuadrante activo y por último aquellos del cuadrante pasivo (GALLARDO, 2012).

2.5. MATRIZ DE IMPACTO PROBABILIDAD

El propósito de esta matriz es identificar y evaluar las oportunidades y amenazas con el fin de destacar aquellas que podrían afectar de manera importante a la organización. Consiste en tomar un factor y evaluarlo tanto en su impacto como en su probabilidad de ocurrencia para posteriormente crear un sistema de coordenadas en el que se asigna un lugar a cada factor, usando el eje X para la probabilidad y Y para el impacto. El sistema de coordenadas se divide en 4 cuadrantes con las siguientes características (GALLARDO, 2012):

- Cuadrante crítico: Los factores en este cuadrante deben ser considerados en primer lugar ya que la probabilidad es inminente y el impacto alto.
- Cuadrante potencial: Los factores de este cuadrante deben ser considerados en segundo lugar debido a que las condiciones del entorno pueden cambiar en cualquier momento convirtiéndolos en factores críticos.
- Cuadrante moderado: Son factores de probabilidad alta e impacto bajo, deben ser considerados en 3er lugar.
- Cuadrante bajo: Considerado en último lugar, deberán ser monitoreados con cierta regularidad

Figura 2. Esquema axial matriz impacto-probabilidad.



Fuente: GALLARDO, José. Administración Estratégica. De la visión a la ejecución. C.V. México: AlfaOmega. 2012. 146 p.

2.6. FORMULACIÓN ESTRATÉGICA

La formulación de la estrategia es el desarrollo de planes a largo plazo para administrar de manera eficaz las oportunidades y amenazas ambientales con base en las fortalezas y debilidades corporativas (DOFA por sus siglas en español: Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas). Incluye la definición de la misión, la especificación de objetivos alcanzables, el desarrollo de estrategias y el establecimiento de las directrices de la organización (política) (WHEELLEN & HUNGER, 2007).

2.7. ARQUITECTURA ORGANIZACIONAL

El aspecto organizacional de una compañía consiste en su arquitectura y su cultura. Las bases estructurales de dicha arquitectura son la misión, visión y valores, que permiten darle identidad a la organización y rumbo a todo el personal dentro de ella. Sobre esta base se definen los objetivos y metas, que, con sus respectivos recursos, permiten establecer estrategias reales y alcanzables (Figura 3) (GALLARDO, 2012).

Las políticas y procedimientos, que básicamente son lineamientos que orientan en la toma de decisiones y pasos que permiten realizar las operaciones sistemáticas correctamente, son definidas sobre las estrategias. Por último, los programas y actividades son los proyectos específicos que implementan las estrategias para convertir en realidad los objetivos y metas de la organización (GALLARDO, 2012).

Figura 3. Arquitectura de una organización



Fuente: GALLARDO, José. Administración Estratégica. De la visión a la ejecución. C.V. México: AlfaOmega. 2012. 29 p.

2.8. BASES ESTRUCTURALES DE LA ORGANIZACIÓN

El primer componente del proceso de administración estratégica es declarar la misión organizacional, la cual debe proporcionar la estructura o el contexto dentro del cual se formularán las estrategias. Una declaración de misión contiene cuatro componentes: la expresión de la razón de ser de la organización (el motivo de su existencia) que normalmente se conoce como misión; la declaración de algún estado futuro deseado, por lo regular conocido como la visión; la manifestación de los valores clave que la organización se compromete a respetar, y una declaración de las principales metas (objetivos) (HILL & JONES, 2009).

2.9. UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO (UEN)

La Unidad Estratégica del Negocio es un negocio o un conjunto de negocios desarrollados por una organización, a los que se les puede establecer una estrategia común y diferente al resto de las actividades. Esta estrategia es autónoma del resto, pero no totalmente independiente pues todas las estrategias de las distintas UEN se encuadran dentro de la estrategia global de la organización. La UEN está a cargo de un gerente responsable de su operación y resultados, a quien la organización le asigna objetivos de planeación estratégica y recursos.

2.10. MATRIZ BCG

Durante la década de 1960 se desarrollaron varias técnicas para analizar las operaciones de una organización diversificada y poder verla como un portafolio de negocios. Boston Consulting Group desarrolló un modelo de análisis en forma de matriz que permite a la organización administrar su portafolio de negocios ya muestra de manera gráfica las diferencias existentes entre las divisiones del negocio (GALLARDO, 2012).

La matriz BCG (matriz de crecimiento-participación) se basa en dos dimensiones principales que se cualifican como alto o bajo (GALLARDO, 2012):

- El índice de crecimiento de la industria, que indica la tasa de crecimiento en el mercado de la industria a la que pertenece la UEN.
- La participación relativa en el mercado, que se refiere a la participación en el mercado de la UEN.

Figura 4. Matriz BCG



Fuente: GALLARDO, José. Administración Estratégica. De la visión a la ejecución. C.V. México: AlfaOmega. 2012. 150 p.

La Figura 4 muestra la matriz de crecimiento-participación dividida en cuatro cuadrantes. La idea es que cada UEN se ubique en uno de esos cuadrantes y a partir de esta ubicación se categoricen en estrellas, gatos salvajes, vacas lecheras y perros (GALLARDO, 2012). Sus características son:

- Estrellas: Alta participación de la UEN en el mercado, industria de alto crecimiento.
- Gatos salvajes: Baja participación de la UEN en el mercado, industria de alto crecimiento.
- Vacas lecheras: Alta participación de la UEN en el mercado, industria de lento crecimiento.
- Perros: Baja participación de la UEN en el mercado, industria de crecimiento lento.

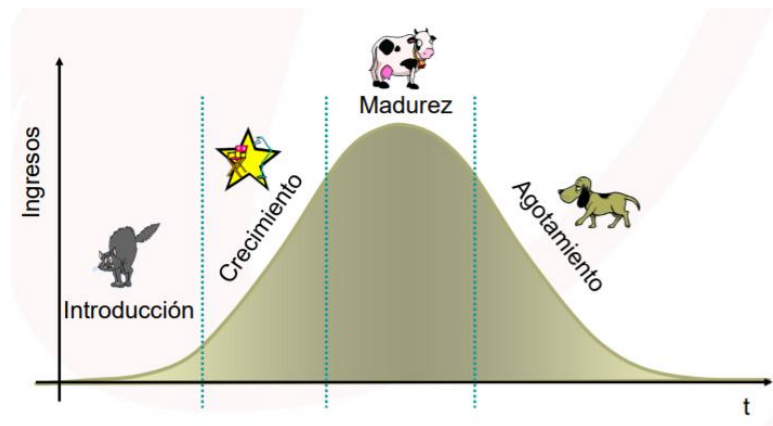
Ubicadas las UEN dentro de la matriz crecimiento-participación, el siguiente paso que da la organización es estructurar sus negocios, sostenerlos, ordeñarlos o eliminarlos (GALLARDO, 2012).

2.11. CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

El ciclo de vida del producto está compuesto de cuatro fases (Introducción, Crecimiento, Madurez y Declive) que influyen en la estructura y comportamiento de

los sectores. Para el caso de la UEN, la fase de la introducción se caracteriza por tener el comportamiento del gato salvaje. En la etapa de crecimiento pasa a ser estrella para luego convertirse en vaca lechera durante su etapa de madurez. Por último, durante su etapa de declive, el comportamiento de la UEN se categoriza como perro.

Figura 5. Ciclo de vida del producto



Fuente: GALLARDO, José. Administración Estratégica. De la visión a la ejecución. C.V. México: AlfaOmega. 2012. 152 p.

2.12. EVALUACIÓN COMPARATIVA -BENCHMARKING-

Otra manera de determinar nuevas capacidades es llevar a cabo estudios comparativos de organizaciones externas que resuelven problemas similares. Los estudios de Benchmarking con frecuencia guían las recomendaciones finales para

abordar la situación, y poner de relieve lo que no se debe hacer (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2015)

La evaluación comparativa es también común en situaciones no competitivas; por ejemplo, cuando un organismo o jurisdicción gubernamental comparte un enfoque de solución con otros grupos. Como análisis de la competencia, el benchmarking proporciona información detallada sobre cómo otras organizaciones están respondiendo a los mismos desafíos experimentados por la organización ejecutante. En este caso esta herramienta proporciona una visión y soluciones que la organización habría utilizado un tiempo valioso para descubrir utilizando el ensayo y error (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2015) (BRENNAN & Otros, 2009).

2.13. CAPITAL INTELECTUAL

La expresión “Capital Intelectual” se emplea para designar el conjunto de activos intangibles tales como el conocimiento de las personas, sus capacidades, talentos, destrezas, calidad de las relaciones, entre otros (RUEDA A. , 2014). Es así como, según Nick Bontis del “National Centre for Management Research and Development” (BONTIS, 1998), el capital intelectual está integrado por tres elementos principales: El capital humano, capital estructural y, por último, el capital relacional (anteriormente llamado customer capital).

2.13.1. Capital humano. Es el conjunto de conocimientos adquiridos por la comunidad universitaria a partir de sus habilidades y competencias. Se apoya en la capacitación y actualización continua, como estudios de posgrado, participación en conferencias, seminarios, etc. El capital humano incluye valores y actitudes como el sentido de satisfacción y pertenencia, así como las habilidades de liderazgo y adaptabilidad (RUEDA A. , 2014). A continuación, se listan en detalle los elementos que componen el capital humano (BUENO, y otros, 2011):

- Valores y actitudes: Sentimiento de pertenencia y compromiso, automotivación, satisfacción, sociabilidad, creatividad.
- Aptitudes: Educación formal, formación especializada, formación interna, experiencia, desarrollo personal.
- Capacidades: Aprendizaje, trabajo en equipo, intercambio de conocimiento, liderazgo.

2.13.2. Capital estructural. Conjunto de activos intangibles que son propiedad de la organización (BUENO, y otros, 2011) tales como programas, base de datos, estructura organizacional, patentes, marcas y equipos que sostienen la productividad de los miembros de la organización (RUEDA A. , 2014). Agrupa toda la estructura física y organizacional que permite una efectiva administración y transmisión del conocimiento. En el ámbito universitario el capital estructural reúne lo relacionado a bases de datos, compilaciones documentales, sistemas de gestión, desarrollo de nuevas tecnologías, patentes, cultura de la organización y valores (RUEDA A. , 2014). Según la última versión del Modelo Intellectus (BUENO, y otros, 2011) para medición del capital intelectual, el capital estructural está compuesto por el capital organizativo y tecnológico.

2.13.2.1. Capital Organizativo. En el contexto universitario el capital organizativo se compone de recursos bibliográficos, recursos financieros, sistemas de gestión y cultura de la organización. A continuación, se listan en detalle los elementos que componen el capital organizativo (BUENO, y otros, 2011):

- Cultura: Valores (Homogeneidad cultural), ambiente laboral, filosofía del negocio, identidad organizativa.
- Estructura: Definición de la estructura de la organización.
- Aprendizaje organizativo: Entorno de aprendizaje, pautas organizativas, procesos que faciliten la captación, transmisión, creación y desarrollo de conocimiento.
- Procesos organizativos: Para el ámbito universitario se toman en cuenta los procesos de reflexión estratégica e innovación.

2.13.2.2. Capital Tecnológico. En el contexto universitario el capital tecnológico se compone de la infraestructura tecnológica como equipos de cómputo, laboratorios, software, licencias, patentes, prototipos, dominios en internet, etc. A continuación, se listan en detalle los elementos que componen el capital tecnológico (BUENO, y otros, 2011):

- Esfuerzo en Investigación y Desarrollo: Gasto en I+D, personal en I+D y proyectos en I+D.
- Dotación tecnológica.
- Propiedad Intelectual: Patentes, licencias, dominios de internet.

- Vigilancia tecnológica: Bases de datos de patentes, líneas de investigación o tecnologías emergentes, desarrollos tecnológicos, etc.

2.13.3. Capital relacional. Está constituido por el conjunto de relaciones que mantiene la organización con sus interesados. Incluye las relaciones que permiten la difusión y retroalimentación del conocimiento con profesores-investigadores, estudiantes, profesionales, organismos públicos y privados que realizan convenios y proyectos con el grupo de investigación. Según la última actualización del modelo Intellectus (BUENO, y otros, 2011) se compone de capital negocio y social.

- **Capital Negocio:** En el contexto universitario sería por ejemplo la colaboración con entidades públicas o privadas para la ejecución de proyectos de investigación (RUEDA A. , 2014):
- **Capital Social:** En el contexto universitario sería por ejemplo la pertenencia a redes de colaboración, divulgación, visibilidad, sostenibilidad, desarrollo social, apropiación social del conocimiento, etc (RUEDA A. , 2014).

3. METODOLOGÍA

El presente trabajo de grado es una investigación diagnóstica que utiliza un conjunto de técnicas y herramientas con el objetivo de analizar de manera sistemática la situación actual de la organización (Grupo de Investigación CEMOS). De esta manera se busca identificar los factores que intervienen en la organización para así poder generar una idea global del contexto y a partir de esta información generar soluciones o estrategias para los problemas identificados. A continuación, se detallan las fuentes de información y las fases del proyecto, requeridas para dar cumplimiento a los objetivos fijados.

3.1. FUENTES DE INFORMACIÓN Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN

3.1.1 Fuentes de información. Se consideran fuentes primarias de información las listadas a continuación:

- Investigadores principales del grupo de investigación CEMOS
- Integrantes vinculados bajo la modalidad de trabajo de grado en cualquier nivel de formación (pregrado, maestría, doctorado)
- Plataforma Scienti de Colciencias (COLCIENCIAS, 2014)
- Sitio web del grupo de investigación CEMOS (CEMOS, 2014)

- Base de datos de la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander
- Sistemas de información de la Universidad Industrial de Santander
- Fondo documental del grupo de investigación.
- Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022

Se consideran fuentes secundarias de información todas ellas relacionadas con el tema de planificación estratégica tales como libros, artículos de investigación, proyectos de grado en todos los niveles de formación, metodologías y cuerpos del conocimiento (Books of Knowledge).

3.1.2 Herramientas y técnicas de recolección. Las principales herramientas y técnicas que fueron utilizadas a lo largo del proyecto se describen con detalle en la Tabla 2. Estas herramientas fueron transcendentales para la recolección de la información proveniente de las fuentes listadas anteriormente. Todo esto permitió más adelante la generación de alternativas viables y realistas.

Tabla 2. Herramientas o técnicas que serán usadas en la metodología.

Herramienta o técnica	Definición
Entrevistas, cuestionarios, observación, análisis de documentos	Serie de preguntas con el objetivo de reunir datos o conocer la opinión respecto a un determinado tema.
Técnicas de facilitación	Tormentas de ideas, resolución de conflictos, gestión de reuniones, grupos de opinión, etc.
Sistemas de información	Búsqueda de la información contenida en sistemas tales como hardware, software, procesos, etc.
Juicio de expertos	Experiencia proporcionada por personas con conocimientos especializados

Fuente: Creada por el autor a partir de información disponible en LLEDÓ, P. (2013). Director de Proyectos. Canadá: Pablo Lledó

3.2. FASES DEL PROYECTO

Figura 6. Descripción de la metodología.



Fuente: Autores

La totalidad de la investigación propuesta en este trabajo de grado fue desarrollada en cinco diferentes fases descritas en la Figura 6. La primera de estas consistió en el análisis del entorno de la organización, incluyendo sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Los resultados del análisis del entorno sirvieron para la declaración de las bases estructurales del grupo (misión, visión y valores) y la derivación de los objetivos medibles y alcanzables (segunda y tercera etapa). Por último, se diseñaron las estrategias para alcanzar dichos objetivos y el portafolio de productos y servicios (cuarta y quinta etapa).

4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS

4.1. BREVE HISTORIA

Desde finales de los años noventa se estableció el grupo de investigación GRACO (Grupo de Automatización y Control) bajo la dirección de Roberto Martínez Angel con el objetivo de explotar las fortalezas de un grupo de profesores de la escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones para fortalecer y favorecer el desarrollo del programa de ingeniería electrónica en la UIS. En 2001, el grupo cambió su nombre a CEMOS (Control, electrónica, modelado y simulación) ampliando sus líneas de investigación e incorporando otros integrantes. Sus miembros fundadores fueron Jorge Ramón Suarez, Carlos R. Correa, Julio A. Gélvez, Jaime G. Barrero, José Alejandro Amaya, Daniel A. Sierra, Alfredo Acevedo, Oscar M. Reyes y Roberto Martínez. Desde entonces el grupo de investigación se ha caracterizado por su trabajo multidisciplinario y vinculación con diferentes escuelas como la escuela de medicina, fisioterapia, física, mecánica, metalúrgica, eléctrica, fisioterapia, entre otras.

4.2. DESCRIPCIÓN Y DATOS BÁSICOS

El Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación (CEMOS) está adscrito al sistema de investigaciones de la Universidad Industrial de

Santander, y de forma específica a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T). El grupo CEMOS está conformado por profesores adscritos a la E3T y otras unidades académicas, investigadores, estudiantes de doctorado, maestría y pregrado, profesionales y auxiliares de investigación, de la UIS. El grupo concentra sus esfuerzos de investigación en las áreas de las ingenierías eléctrica y electrónica, cobijando iniciativas de tipo interdisciplinar como la automatización de procesos, ingeniería biomédica, matemáticas aplicadas, procesamiento de señales de diversa naturaleza, o aplicaciones de microondas, entre otros (COLCIENCIAS, 2014).

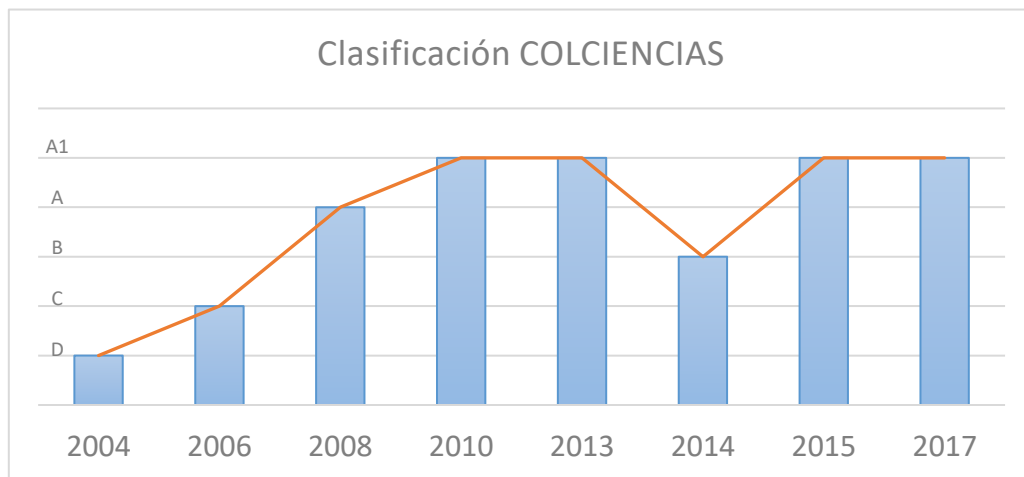
Dada su área de influencia, el grupo CEMOS aporta de forma directa al área estratégica de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), definida por la Universidad Industrial de Santander. Igualmente, ofrece soporte a otras áreas estratégicas de la UIS como energía, biotecnología y materiales, dado su espectro de trabajo, en el desarrollo de prototipos y procesamiento de información (COLCIENCIAS, 2014).

- **Año y mes de formación:** 2001 – 1
- **Departamento – Ciudad:** Santander – Bucaramanga
- **Líder:** Julián Gustavo Rodríguez Ferreira
- **Página web:** <http://e3t.uis.edu.co/eisi/PortalGrupo/ceмос/>
- **E-mail:** ceмос@uis.edu.co
- **Clasificación:** A1 con vigencia hasta 2019-12-05. Convocatoria 781 de 2017
- **Área del conocimiento:** Ingeniería y Tecnología – Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática

- **Programa nacional de ciencia y tecnología:** Ciencia, Tecnología e Innovación en Tecnologías de la Información y las comunicaciones
- **Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario):** Ciencia, Tecnología e Innovación en Ingeniería
- **Institución:** Universidad Industrial de Santander

Es importante señalar el progreso que el grupo de investigación CEMOS ha logrado con respecto a las diferentes *Convocatorias de Medición de grupos de investigación reconocidos por Colciencias*. Esta evolución es evidente en la Figura 7 donde se observan año a año las diferentes categorías obtenidas para el periodo 2004-2017.

Figura 7. Clasificación por año Convocatoria de Medición de Colciencias



Fuente: Creada a partir de información de COLCIENCIAS. (05 de marzo de 2014). Plataforma Scienti - GrupLac. (Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación - CEMOS) Recuperado el 02 de octubre de 2018, de <https://scienti.colciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=000000003030>

4.3. BASES ESTRUCTURALES

4.3.1. Misión. El grupo de Investigación CEMOS tiene como misión la participación activa en procesos de investigación involucrando la formación de investigadores con alta calidad ética y profesional, y la generación de conocimientos. Cada uno de estos componentes estarán orientados a aportar al progreso y mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el país desde una perspectiva interdisciplinar, a través de la generación y apropiación de conocimientos en las áreas de la electricidad y la electrónica (CEMOS, 2014).

4.3.2. Visión. El grupo de Investigación CEMOS en el año 2020:

- Se habrá consolidado a nivel regional y nacional como un grupo de reconocida trayectoria por sus aportes en las líneas de investigación declaradas, tanto a nivel teórico como de aplicación industrial y biomédica.
- Desarrollará programas y proyectos de investigación y extensión en cooperación con entidades internacionales y/o vinculados con el sector productivo.
- Contará con la infraestructura, recurso humano y tecnológico para asumir retos de investigación e innovación de vanguardia.

4.4. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DECLARADAS

A continuación, se presentan las líneas de investigación declaradas por el grupo de investigación en la plataforma de Colciencias. Adicionalmente, en el Anexo A se presenta la descripción y objetivos de cada una de las líneas de investigación (COLCIENCIAS, 2014) (CEMOS, 2014).

- Supervisión experta, automatización y control
- Desarrollo de prototipos
- Bioingeniería e Ingeniería biomédica
- Procesamiento digital de señales e imágenes
- Optimización y modelado
- Aplicación de microondas a procesos fisicoquímicos

4.5. PLAN DE TRABAJO 2016 – 2018

En el Anexo B se presenta el plan de trabajo del grupo de investigación CEMOS de 2016 a 2018. Este plan incluye una pequeña descripción del funcionamiento del grupo, una descripción del estado del arte de las áreas de investigación y el planteamiento de objetivos, estrategias y retos. Debido a su importancia, en este capítulo se incluyen y presentan los objetivos y estrategias del plan de trabajo actual del grupo de investigación.

4.5.1. Objetivos

- Contribuir al fortalecimiento de la maestría y el doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Industrial de Santander.
- Presentar y desarrollar proyectos de investigación en las áreas de desempeño del Grupo como aporte al desarrollo de la región y el país.
- Contribuir al desarrollo personal y profesional de los investigadores y estudiantes vinculados con el grupo.
- Continuar involucrando a estudiantes de pregrado y posgrado en desarrollo de proyectos de investigación, para contribuir con su formación.
- Gestionar la financiación de propuestas de investigación para garantizar la adecuación de los recursos de infraestructura y equipos requerida para el desarrollo del grupo.

4.5.2. Estrategias

- Formular propuestas de Investigación y Extensión en las líneas de interés del grupo para ser presentadas a entes financiadores de la UIS, Nacionales e Internacionales.
- Desarrollar programas y proyectos de Investigación y Extensión en las líneas de interés del grupo, con vinculación de profesores, pasantes postdoctorales, estudiantes de postgrado y pregrado.
- Mantener y fortalecer las relaciones con otros Grupos y Centros de Investigación a nivel nacional e internacional.

- Fomentar la movilidad de profesores y estudiantes hacia otras instituciones y centros de investigación a nivel nacional e internacional.

4.6. INTEGRANTES ACTIVOS

4.6.1. Profesores o Investigadores principales

En el Anexo C se listan los 11 investigadores principales del grupo de investigación CEMOS con su máximo nivel de formación y línea de investigación activa declarada en su perfil CVLac de Colciencias y en su perfil institucional (ESCUELA DE MATEMATICAS, 2010) (E3T UIS, 2007). En la Tabla 3 se encuentra la información referente al máximo nivel de formación y universidad sin tener en cuenta la línea de investigación. En el Anexo D se describe a manera de biografía la formación académica de cada uno de ellos.

Tabla 3. Investigadores principales del grupo de investigación CEMOS

NOMBRE COMPLETO	MÁXIMO NIVEL DE FORMACIÓN	UNIVERSIDAD
Julián Gustavo Rodríguez Ferreira	Ph. D. in Astronomy and Astrophysics	Université de Paris Sud (Francia)
Daniel Alfonso Sierra Bueno	Ph.D in Biomedical Engineering	University of Connecticut
José Alejandro Amaya Palacio	Doutor em Ciências em área de concentração Microeletrônica	Universidade de São Paulo (Brasil)
Juan David Bastidas Rodríguez	Dottorato Ingegneria dell'informazione	Universita Degli Studi di Salerno (Italia)
Franklin Alexander Sepúlveda	Doctor en Ingeniería – Automática	Universidad Nacional sede Manizales

Rodolfo Villamizar Mejía	Doctorado en Tecnologías de la Información	Universidad de Girona (España)
Carlos Rodrigo Correa Cely	Ph. D. in Polymer Science and Engineering	Lehigh University (Estados Unidos)
Julio César Carrillo Escobar	Ph. D. Mathematics	University of Louisiana at Lafayette (Estados Unidos)
Julio Augusto Gélvez Figueredo	Magister en Potencia Eléctrica	Universidad Industrial de Santander
Jaime Guillermo Barrero Pérez	Magister en Ingeniería Área Electrónica	Universidad Industrial de Santander
Raúl Omar Vila Casado	Magister en Potencia Eléctrica	Universidad Industrial de Santander

Fuente: Autores

4.6.2. Estudiantes de doctorado. En el Anexo E se listan los estudiantes de doctorado activos y vinculados al grupo de investigación CEMOS al segundo semestre de 2018, adicionalmente se listan los egresados del programa de doctorado que estuvieron vinculados al grupo de investigación CEMOS en el periodo 2014-2018.

4.6.3. Estudiantes de maestría. En el Anexo F se listan los estudiantes de maestría activos y vinculados al grupo de investigación CEMOS al segundo semestre de 2018, adicionalmente se listan los egresados del programa de maestría que estuvieron vinculados al grupo de investigación CEMOS en el periodo 2014-2018.

4.6.4. Estudiantes de pregrado. En el Anexo G se listan los estudiantes de pregrado vinculados al grupo de investigación CEMOS en la modalidad de trabajo de grado activos al primer semestre de 2018.

4.7. SEMILLEROS

4.7.1. Semillero de Investigación en Instrumentación Científica y Electrónica (SINCEL). En el anexo H se encuentra la información referente a misión, visión, profesores y estudiantes inscritos y estrategias de difusión. A continuación, se presentan las líneas específicas del semillero:

- Desarrollo de sistemas de telecomunicaciones y telemetría
- Sensores para medición de variables atmosféricas.
- Talleres de diseño y de desarrollo de instrumentos, cadenas de detección con detectores en diversas bandas del espectro (VIS, NIR, etc.)
- Integración de aplicaciones IoT

4.7.2. Semillero de Investigación en cohetería UIS aeroespacial (SCUA). En el anexo H se encuentra la información referente a misión, visión, profesores y estudiantes inscritos y estrategias de difusión. A continuación, se presentan las líneas específicas del semillero:

- Desarrollo de aeromodelos
- Diseño de estructuras
- Dinámica del vuelo de un cohete
- Análisis de toberas
- Combustibles utilizados en cohetería
- Aerodinámica

4.7.3. Áreas de interés para futuros semilleros. La información presentada en esta sección se basa en el interés de los investigadores principales del grupo de investigación CEMOS y fue recolectada por el método de entrevistas. A continuación, se listan las áreas de interés encontradas para futuros semilleros:

- Sistemas fotovoltaicos
- Aprendizaje estadístico
- Energías renovables
- Internet de las cosas
- Transporte eléctrico
- Uso Racional de la Energía (URE)
- Comunicaciones

4.8. ALIANZAS

4.8.1. Formales

4.8.1.1. Cooperación en estudio para la evaluación de la calidad del cielo CEMOS-UIS-ANE (2018-2019). Bajo esta alianza se están desarrollando los siguientes proyectos:

- "Estudio Multi espectral para evaluar la calidad del cielo en mínimo 3 sitios candidatos a observatorio de bajas frecuencias para aplicaciones en Radio Astronomía y Eventos en la Alta Atmósfera"
- "Estudio RFI en el páramo de Berlín para aplicaciones en radioastronomía y eventos en la alta atmósfera"
- "Proyecto Aeroespacial E3Tratos: Desarrollo de una plataforma de instrumentación científica embarcada en un globo sonda estratosférico para medir CO2 atmosférico".

Estos proyectos son financiados por la Agencia Nacional del Espectro (ANE) y la Universidad Industrial de Santander por un valor total de 330'000.000 COP. De este macroproyecto se derivaron varios subproyectos en todos los niveles de formación, así como artículos de investigación, capítulos de libros, ponencias, entre otros.

4.8.1.2. Cooperación en línea sísmica multicomponente CEMOS-UIS-Ecopetrol (2014). Bajo esta alianza se han desarrollado proyectos con Ecopetrol como el proyecto "Investigación conjunta en las temáticas de adquisición, diseño - modelado y/o procesamiento, que apoyen los programas de sísmica 2D y 3D en los proyectos de investigación de Ecopetrol - Línea de Sísmica Multicomponente" financiado por Ecopetrol y la Universidad Industrial de Santander por un valor total de 1.368'823.156 COP. De este macroproyecto se derivaron varios subproyectos en todos los niveles de formación, así como artículos de investigación, capítulos de libros, ponencias, entre otros.

4.8.1.3. Cooperación en monitoreo de salud estructural CEMOS-UIS-UPC.

Bajo esta alianza se han desarrollado proyectos con la Universidad de Catalunya (UPC) como el proyecto “Monitorización y detección de defectos en estructuras usando algoritmos expertos embebidos” financiado por COLCIENCIAS y la Universidad Industrial de Santander por un valor total de 419'643.320 COP. De este macroproyecto se derivaron varios subproyectos en todos los niveles de formación, así como artículos de investigación, capítulos de libros, ponencias, entre otros.

4.8.2. Informales. Cada investigador cuenta con relaciones internas o externas a la UIS con diferentes grupos de investigación, universidades o redes de colaboración. Estas relaciones permiten la difusión y retroalimentación del conocimiento entre organizaciones y son consideradas como oportunidades potenciales para la realización de proyectos en diferentes líneas de investigación. En el Anexo I se listan los grupos de investigación y entidades aliados de manera informal al grupo de investigación CEMOS.

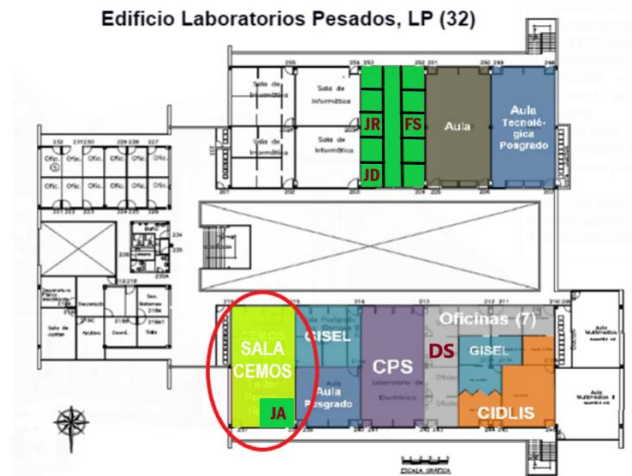
4.9. INSTALACIONES Y EQUIPOS

4.9.1. Instalaciones. Con el objetivo de facilitar el cumplimiento de las actividades misionales del grupo, CEMOS cuenta con espacios de trabajo en las instalaciones pertenecientes a la E3T, específicamente el aula 215 del Edificio de Laboratorios Pesados (Área de 60 m²) y el Aula 209 del Edificio de Investigaciones del Parque Tecnológico Guatiguará (PTG).

El aula 215 del edificio de laboratorios pesados es la sede principal de trabajo de estudiantes de pregrado y posgrado del grupo. Esta sala cuenta con 15 cubículos individuales para los estudiantes de posgrado, cada uno con un archivador metálico de tres compartimientos, dos tomacorrientes dobles y un punto de red. Adicionalmente, cuenta con mesas de trabajo grupales para los estudiantes de pregrado y archivadores metálicos asociados a dichas mesas de trabajo. Asimismo, la sala CEMOS está dotada con un sistema de aire acondicionado que da confort a los estudiantes que la usan para el desarrollo de sus actividades. En la Figura 8 se visualiza la ubicación de dicha sala.

Por otra parte, el aula 209 del parque tecnológico de Guatiguará es el lugar donde se encuentran varios de los proyectos desarrollados por los integrantes del grupo de investigación. Esta sala se encuentra dotada con mesas, sillas, puntos de red y energía eléctrica.

Figura 8. Plano segundo piso de Laboratorios Pesados. Ubicación de la Sala CEMOS en LP.



Fuente: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Edificio Laboratorios Pesados. Mapa del Campus. [En línea]. Bucaramanga. 2019. (Recuperado el 19 de diciembre de 2018). Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/visitenos/mapaCampus.html>

Adicionalmente, dependiendo de las necesidades de proyectos específicos, la E3T facilita el uso de otros espacios como laboratorios, aulas, salas de estudio individuales y grupales, etc. Entre los laboratorios de la E3T se encuentran:

1. Laboratorio de Máquinas Eléctricas y accionamientos eléctricos (Figura 9.a)
2. Laboratorio de Sistemas digitales (Figura 9.b)
3. Laboratorio de Instrumentación, automatización y control. (Figura 9.b)
4. Laboratorio de Comunicaciones (Figura 9.b)
5. Laboratorio de Electrónica (Figura 9.b)
6. Laboratorio de Uso Racional de la Energía y Energías Renovables (Figura 9.b)
7. Laboratorio de Microelectrónica (Figura 10)
8. Laboratorios de formación básica (Figura 10)

Figura 9. (a) Plano del primer piso del edificio Laboratorios de Alta Tensión. (b) Plano del segundo piso del edificio de Laboratorios de Alta Tensión (LAT)



Fuente: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Edificio Laboratorio de Alta Tensión. Mapa del Campus. [En línea]. Bucaramanga. 2019. (Recuperado el 19 de diciembre de 2018). Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/visitenos/mapaCampus.html>

Figura 10. Plano del primer piso del edificio de Laboratorios Pesados (LP)



Fuente: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Edificio Laboratorios Pesados. Mapa del Campus. [En línea]. Bucaramanga. 2019. (Recuperado el 19 de diciembre de 2018). Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/visitenos/mapaCampus.html>

Por último, cada uno de los 11 investigadores principales del grupo de investigación CEMOS cuenta con una oficina propia dotada de al menos un escritorio, una silla y un equipo de cómputo bajo su nombre. En la Tabla 4 se recopila la información correspondiente a la ubicación de dichas oficinas. Adicionalmente, se puede visualizar la ubicación de dichas oficinas en la Figura 8, Figura 9 y la Figura 10 con las iniciales correspondiente a cada investigador.

Tabla 4. Ubicación de las oficinas correspondientes a cada investigador principal

IN	INVESTIGADOR	OFICINA	EDIFICIO	NIVEL	FIGURA
JR	Julián Rodríguez	204	Laboratorios Pesados	2	8
FS	Franklin Sepúlveda	204	Laboratorios Pesados	2	8
JD	Juan David Bastidas	204	Laboratorios Pesados	2	8
JA	José A. Amaya	215	Laboratorios Pesados	2	8
JB	Jaime Barrero	113	Laboratorios Pesados	1	10
JG	Julio Gelves	114	Laboratorios Pesados	1	10
RV	Rodolfo Villamizar	112	Laboratorios Pesados	1	10
CC	Carlos Correa	8	Laboratorio de Alta Tensión	1	9
ROV	Raúl Omar Vila	1	Laboratorio de Alta Tensión	1	9
JC	Julio Cesar Carrillo	205	Laboratorios Livianos	2	N.A
DS	Daniel Alfonso Sierra	213B	Laboratorios Pesados	2	8

Fuente: Autores.

4.9.2. Equipos. El grupo de investigación CEMOS cuenta con equipos a cargo de cada uno de los investigadores del grupo. Entre estos equipos se encuentran elementos de laboratorio como fuentes de tensión, equipos de medición, equipos de cómputo, etc. Adicionalmente, los equipos de laboratorio de la E3T están a disposición de los diferentes grupos de investigación de la escuela, para ser usados según la necesidad. En el Anexo J se listan dichos equipos.

5. MEDICIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL

El concepto de capital intelectual fue introducido en el marco teórico del presente documento, en este capítulo se definirán los instrumentos de medición de dichos elementos y se mostrarán los resultados de dichas mediciones

5.1. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL

Las técnicas y herramientas usadas a lo largo del proyecto se definen en el Capítulo 3 (Metodología) del presente documento. En este capítulo se dará especial atención a las herramientas y técnicas usadas para recolectar la información referente al capital intelectual del grupo de investigación CEMOS.

5.1.1. Acceso a bases de datos y sistemas de información

5.1.1.1. Base de datos proyectos. Se realizaron búsquedas en la base de datos de la Biblioteca UIS para recolectar información referente a los proyectos de grado en todos los niveles de formación realizados en los últimos 5 años bajo la dirección o codirección de los investigadores principales del grupo de investigación CEMOS. Con la información recolectada se creó una base de datos compartida en la nube que contiene para cada investigador los siguientes datos:

- Año
- Título del proyecto
- Línea de Investigación
- Sector interesado en el proyecto
- Resumen del proyecto,
- Autores
- Observaciones

Esta base de datos de proyectos se encuentra disponible en <https://drive.google.com/drive/folders/1VR5iR3r9HEh-GAMIQ2aAolsfb6dqpYyS> y se usó para reconocer las líneas de investigación vigentes, los sectores de aplicación de los proyectos y áreas de experiencia de los investigadores.

5.1.1.2. Formación académica investigadores CEMOS. Se realizaron búsquedas en la base de datos de COLCIENCIAS (COLCIENCIAS, 2014), páginas web de la Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T UIS, 2007), Escuela de Matemáticas (ESCUELA DE MATEMATICAS, 2010), Grupo de Investigación CEMOS (CEMOS, 2014), páginas web de Universidades como la Universidade de São Paulo (Brasil), Università Degli Studi di Salerno (Italia), Universidad Nacional de Colombia, entre otras. Estas búsquedas se realizaron con el objetivo de construir el perfil académico de los investigadores y reconocer las líneas de investigación sobre las que han obtenido sus logros académicos. Es importante notar que en el capítulo 4.6.1 del presente trabajo de grado se encuentra recopilada la información obtenida junto con el perfil construido a partir de la misma.

5.1.1.3. Factores ambientales de la organización. Se realizaron búsquedas de información referente a políticas, planes de desarrollo, indicadores económicos, tendencias tecnológicas, legislaciones y otros factores en las páginas web de COLCIENCIAS, Departamento Nacional de Planeación, Banco Interamericano de Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas, Universidad Industrial de Santander, Comisión Departamental de Ciencia, Tecnología e Información, Sistema General de Regalías, Presidencia de la República, Ministerio de Educación Nacional, entre otros.

5.1.2. Entrevista para recolección de información. Por medio de entrevistas a cada uno de los investigadores principales se obtuvo información respecto a la historia del grupo, semilleros, alianzas formales e informales, inventario de equipos y disponibilidad de instalaciones. Cabe resaltar que la información recolectada se encuentra organizada en el capítulo 4 del presente documento. Adicionalmente, se realizó la verificación de la información recolectada para la base de datos de proyectos, llegando a un acuerdo acerca de las líneas de investigación vigentes para cada investigador y los sectores a los cuales estas líneas apuntan.

5.1.3. Cuestionario de Capital Intelectual. Como instrumento para la recolección de información referente a los elementos que componen el capital intelectual de la organización, se realizó un cuestionario basado principalmente en el Modelo Intellectus (COLCIENCIAS, 2015) como fuente de información primaria. Como fuente de información secundaria para la realización del cuestionario se revisó el contenido de la tesis doctoral: *Influencia de la cultura organizacional, la gestión del conocimiento y el capital tecnológico en la producción científica. Aplicación a grupos de investigación adscritos a Universidades en Colombia* (RUEDA G. E., 2012), presentada por Gladys Elena Rueda en 2012 para optar al título de Doctorado en Integración de las Tecnologías de la Información en las Organizaciones. Adicionalmente, se revisó el contenido de la tesis de maestría titulada *Medición del Capital Intelectual en los grupos de investigación de las universidades de Bucaramanga y su área metropolitana a través del Modelo Intellectus* (RUEDA A. , 2014), presentada en 2014 por Adriana Rosalba Rueda para optar al título de Magister en Gerencia de Negocios de la Universidad Industrial de Santander.

El cuestionario se divide en tres partes, capital humano, capital estructural y capital relacional. Cada una de las partes se componen de un conjunto de afirmaciones en las que se utilizó una escala tipo diferencial para evaluar los componentes del modelo Intellectus. En este caso la respuesta se puntúa en un intervalo de [-2, 2] de acuerdo con el grado de aceptación del sujeto con la afirmación propuesta. El objetivo de dicha medición es contar con un elemento neutro -0- en la medición que no sume ni reste al promedio. En la Tabla 5 se presenta el enunciado principal del cuestionario y una pregunta ejemplo usando la escala propuesta.

Tabla 5. Ejemplo de pregunta usando una escala tipo diferencial.

El siguiente cuestionario está basado en el modelo Intellectus para medición del capital intelectual. A continuación, encontrará tres bloques de afirmaciones o preguntas en las cuales podrá escoger en una escala de [-2,2] su grado de aceptación o conformidad con la afirmación propuesta, siendo [-2] el menor grado de conformidad (totalmente en desacuerdo), [0] el grado de conformidad neutro (ni de acuerdo, ni en desacuerdo) y [+2] el mayor grado de conformidad (totalmente de acuerdo). El primer bloque de afirmaciones mide los componentes relacionados al capital humano, que es el conjunto de conocimientos adquiridos por la comunidad universitaria a partir de sus habilidades y competencias. Adicionalmente, incluye valores y actitudes como el sentido de satisfacción y pertenencia, así como las habilidades de liderazgo y adaptabilidad. El segundo bloque de afirmaciones mide los componentes relacionados al capital estructural. Estos componentes agrupan toda la estructura física y organizacional que permite una efectiva administración y transmisión del conocimiento. En el ámbito universitario el capital estructural reúne lo relacionado a bases de datos, compilaciones documentales, sistemas de gestión, desarrollo de nuevas tecnologías, patentes, cultura de la organización y valores. El tercer bloque de afirmaciones mide los componentes relacionados al capital relacional. Estos componentes incluyen las relaciones que permiten la difusión y retroalimentación del conocimiento con profesores-investigadores, estudiantes, profesionales, organismos públicos y privados que realizan convenios y proyectos con el grupo de investigación.					
Afirmación o pregunta	Totalmente en desacuerdo  Totalmente de acuerdo				
	-2	-1	0	1	2
Los integrantes del grupo de investigación CEMOS reflejan un alto nivel de compromiso en la ejecución de los proyectos y actividades misionales del grupo					

Fuente: Realizado por el autor y basado en RUEDA, A. (2014). Medición del Capital Intelectual en los grupos de investigación de las universidades de Bucaramanga y su área metropolitana a través del modelo Intellectus. Bucaramanga: Tesis de maestría, Universidad Industrial de Santander.

El cuestionario tiene un total de 50 preguntas y fue aplicado a los investigadores del grupo de investigación CEMOS con el objetivo de realizar la medición del capital intelectual. En el Anexo K se evidencia la relación de cada punto del cuestionario con el elemento del modelo Intellectus evaluado.

5.2. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

El análisis de los resultados del cuestionario se realizó teniendo en cuenta la media aritmética uno de los componentes del capital intelectual. De esta manera, si el valor de la media se encuentra en el intervalo de $[0.75, 2]$, se considera que el componente es una fortaleza. De otra forma, si el valor de la media se encuentra en el intervalo de $[-2, 0.75)$, el componente se considera una debilidad.

5.2.1. Capital Humano

Tabla 6. Estadística descriptiva para los componentes del capital humano.

CAPITAL HUMANO				
Componente	Media	Mediana	Moda	Cualificación
Valores y actitudes				
Compromiso	1.4	2	2	Fortaleza
Sentido de pertenencia	0.4	1	1	Debilidad
Automotivación	1.6	2	2	Fortaleza
Satisfacción - UIS	1	1	1	Fortaleza
Satisfacción - CEMOS	0.6	1	1	Debilidad
Sociabilidad	1	1	2	Fortaleza
Flexibilidad y adaptabilidad	1.4	2	2	Fortaleza
Creatividad	1.4	1	1	Fortaleza

Capacidades				
Trabajo en equipo - Comunicación	0.4	1	1	Debilidad
Trabajo en equipo - Participación	0.4	0	0	Debilidad
Intercambio de conocimiento	2	2	2	Fortaleza
Aprendizaje	1.4	1	1	Fortaleza
Liderazgo	1.2	1	1	Fortaleza

Fuente: Autores

5.2.2. Capital Estructural

Tabla 7. Estadística descriptiva para los componentes del capital estructural.

CAPITAL ESTRUCTURAL - ORGANIZATIVO				
Componente	Media	Mediana	Moda	Cualificación
Cultura				
Homogeneidad cultural	1.2	1	1	Fortaleza
Clima social-laboral	0.2	1	1	Debilidad
Filosofía del negocio	2	2	2	Fortaleza
Estructura				
Diseño organizativo	-0.4	0	0	Debilidad
Aprendizaje organizativo				
Entornos de aprendizaje	-0.4	0	0	Debilidad
Pautas organizativas	0.8	1	1	Fortaleza
Creación y desarrollo de conocimiento	-1.2	-2	-2	Debilidad
Captación y transmisión del conocimiento	-2	0	0	Debilidad
Procesos organizativos				
Reflexión estratégica	-2	0	0	Debilidad
CAPITAL ESTRUCTURAL - TECNOLÓGICO				
Esfuerzo en I+D	-0.2	0	1	Debilidad
Dotación tecnológica	-0.1	0	0	Debilidad
Vigilancia tecnológica	-1.2	-2	-2	Debilidad

Fuente: Autores

5.2.3. Capital Relacional

Tabla 8. Estadística descriptiva para los componentes del capital relacional.

CAPITAL RELACIONAL				
Componente	Media	Mediana	Moda	Cualificación
Capital Negocio				
Alianzas externas (academia)	1.2	1	2	Fortaleza
Alianzas con empresas	-0.4	0	0	Debilidad
Capital Social				
Desarrollo social - Directo	0.2	0	0	Debilidad
Desarrollo social - Indirecto	1.2	1	1	Fortaleza
Divulgación	-1.4	-2	-2	Debilidad
Visibilidad	-1.2	-2	-2	Debilidad
Sostenibilidad	1	1	1	Fortaleza

Fuente: Autores

6. FACTORES AMBIENTALES

El análisis ambiental es importante para desarrollar ventajas competitivas sostenibles, identificar oportunidades y amenazas y descubrir oportunidades de cooperación con otras organizaciones (Yuksel, 2012). Este análisis implica la evaluación de los factores externos que influyen en el futuro de la organización (WHEELEN & HUNGER, 2007) y se realizó usando la herramienta de análisis PESTEL (Análisis de factores Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales).

6.1. POLÍTICA

Colombia es un país soberano que se constituye en un estado unitario, social y democrático de derecho cuya forma de gobierno es presidencialista (ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 1991). Entre los objetivos estratégicos de la presidencia de la república se encuentran: Coordinar los temas de infraestructura y competitividad para el desarrollo del país, fortalecer los programas y proyectos sociales con enfoque diferencial, promover el desarrollo y seguimiento de los temas estratégicos, entre otros (DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA, 2017). En esta sección se presentarán los puntos del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, del Plan y Acuerdo Estratégico para la CTI

(PAED) y del Plan de Competitividad Plan Regional de Competitividad de Santander 2018 - 2032 concernientes al grupo de investigación CEMOS.

6.1.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son una iniciativa global impulsada por Naciones Unidas para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. De hecho, el país lideró la elaboración de propuestas innovadoras en la planeación de metas e indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y su participación en el Grupo de Expertos sobre indicadores, fue decisiva (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). Ello abre una ventana de oportunidad para mantener y consolidar ese liderazgo, apalancándolo con avances reales obtenidos a través de adecuadas medidas de política pública interna (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). Tras un proceso de negociación que involucró a 193 estados miembros de la ONU, el 25 de septiembre de 2015 se aprobó la agenda que lleva por título: “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”. Esta iniciativa consta de 17 objetivos y 169 metas que abordan temas interconectados del desarrollo sostenible como el crecimiento económico, la inclusión social, la innovación, paz, justicia, protección al medio ambiente, entre otros (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2016). En el Anexo L se presentan cada uno de los objetivos con aquellas metas que pueden concernir al grupo de investigación.

Figura 11. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)



Fuente: PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible. (Organización de las Naciones Unidad) Recuperado el 22 de noviembre de 2018. Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-developmentgoals.html>

6.1.2. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (PND). El Plan Nacional de Desarrollo traza el curso de acción, objetivos, metas y estrategias del gobierno nacional para el periodo 2018-2022. Este plan fue nombrado “Pacto por Colombia. Pacto por la equidad” y consta de 3 pactos estructurales: Equidad, Emprendimiento y Legalidad; 11 bases transversales: Sostenibilidad, CTI (Ciencia, Tecnología e Innovación), Transporte y logística, Transformación digital, Servicios públicos, Recursos minero-energéticos, Identidad y creatividad, Construcción de paz, Grupos étnicos, Personas con discapacidad e Igualdad de la mujer; y 9 pactos regionales: Pacífico, Caribe, Kriul & Seaflower, Centro, Santanderes, Amazonía. Eje Cafetero y Antioquía, Llanos, Océanos (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). En el Anexo M se presentan los pactos concernientes al grupo de investigación con sus respectivos objetivos y metas.

Figura 12. Estructura del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022



Fuente: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2018). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Colombia: Gobierno Nacional de Colombia.

6.1.3. Plan y Acuerdo Estratégico Departamental de CTI (PAED SANTANDER).

En su plan departamental para el fomento de la Ciencia, Tecnología e Innovación, Santander define como visión la siguiente premisa:

En el 2025 Santander será un territorio donde la academia, el sector productivo, la sociedad y el Estado, integrarán sus acciones para potenciar al Departamento como un referente nacional de generación de conocimiento científico, innovación, transferencia tecnológica y competitividad en salud, energía, biodiversidad/biotecnología, agroindustria, manufactura y turismo (CODECTI SANTANDER, 2015).

Del mismo modo propone 12 líneas programáticas (CODECTI SANTANDER, 2015) para el desarrollo de proyectos de CTI en Santander:

6.1.3.1. Apuesta País 1 - Producción científica ambiciosa con enfoque, gerencia y disciplina

- Línea 1: Formar recurso humano de alto nivel (maestrías y doctorados) en los focos priorizados en el Plan y Acuerdo Estratégico en CTel de Santander.
- Línea 2: Incrementar la generación de conocimiento científico a través de la articulación entre la academia y el sector productivo.
- Línea 3: Fortalecer los centros y grupos de investigación existentes y promover el desarrollo de nuevos en los focos priorizados en el Plan y Acuerdo Estratégico en CTel de Santander.

6.1.3.2. Apuesta País 2 - Empresas más sofisticadas e innovadoras

- Línea 1: Promover la incubación de empresas de base tecnológica en los focos priorizados en el Plan y Acuerdo Estratégico en CTel de Santander.
- Línea 2: Mejorar la gestión de la innovación y la transferencia tecnológica de las empresas locales en los focos priorizados en el Plan y Acuerdo Estratégico en CTel de Santander.
- Línea 3: Propiciar la vinculación de empresas en centros y parques científicos y tecnológicos del Departamento en los focos priorizados en el Plan y Acuerdo Estratégico en CTel de Santander
- Línea 4: Promover la creación de spin-off en los focos priorizados en el Plan y Acuerdo Estratégico en CTel de Santander.

6.1.3.3. Apuesta País 3 - Cultura que valora y gestiona el conocimiento

- Línea 1: Fomentar talento científico, investigador e innovador y creatividad en las nuevas y actuales generaciones de la comunidad educativa.
- Línea 2: Dinamizar procesos de socialización y apropiación de la ciencia, la investigación, la innovación y la valoración del conocimiento científico tecnológico.

6.1.3.4. Apuesta transversal – Fortalecimiento institucional para la CTI

- Línea 1: Fortalecer la articulación entre los actores del Sistema Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Departamento.
- Línea 2: Generar capacidades institucionales en gestión y estructuración de proyectos.
- Línea 3: Medir con regularidad indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación en el Departamento.

En el Anexo N se incluyen las ideas de proyectos priorizados en CTel para el departamento de Santander según el PAED.

6.1.4. Plan Regional de Competitividad de Santander (PRC). El Plan Regional de Competitividad es el documento que recoge el resultado de un proceso participativo de concertación entre los actores públicos y privados del departamento de Santander, el cual establece los lineamientos generales para mejorar la competitividad al año 2032, y define las actividades y proyectos específicos que permitirán una transformación regional (CCB, 2018).

6.1.4.1. Visión PRC 2018 – 2032. Al 2032, el departamento de Santander será reconocido internacionalmente por sus altos indicadores de competitividad, y por ser una región con altos niveles de calidad de vida. Habrá logrado mayor inserción en la economía internacional a través de empresas altamente productivas y competitivas; sus instituciones serán eficientes y transparentes; y existirá un desarrollo territorial más equilibrado y equitativo. Todo esto, gracias a la calidad de su capital humano, el desarrollo de estrategias innovadoras y la integración entre sus territorios como resultado del fortalecimiento de la conectividad (CCB, 2018).

6.1.4.2. Pilares estratégicos y ejes transversales del PRC 2018 – 2032. La construcción de este plan se fundamenta en tres pilares estratégicos y tres ejes transversales, que son la base para el cumplimiento de la visión planteada a 2032, y que se encuentran enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el fin de apostarle a esta agenda internacional (CCB, 2018).

Los pilares estratégicos son (CCB, 2018):

- **Instituciones:** Debido a que son las instituciones de una región aquellas que generan un entorno favorable para el desarrollo de la actividad productiva e implementan mecanismos para elevar el bienestar de la población, desde el PRC se plantea la necesidad de trabajar para promover el mejoramiento de la calidad de las instituciones santandereanas, con el fin de mejorar la competitividad y aprovechar el potencial económico, social y ambiental del territorio.
- **Desarrollo territorial:** Las brechas entre el desarrollo rural y urbano determinan la imperante necesidad de aprovechar las potencialidades que ofrece el territorio santandereano en su integralidad con el propósito de generar equidad y equilibrio en el desarrollo económico y social. Esto permitirá a su vez, que las bondades ambientales del territorio se preserven para garantizar su sostenibilidad y para que se dé un crecimiento en conjunto que asegure el mejoramiento de la calidad de vida de todos los santandereanos.
- **Productividad / Internacionalización:** Vista la productividad empresarial como uno de los factores que inciden en la internacionalización de una economía, este pilar pretende promover el acompañamiento a empresas para mejorar su productividad, fortalecer la vinculación de mano de obra calificada en el sector privado, aumentar la asociatividad rural, así como impulsar una estrategia de internacionalización para el Departamento que conduzca a diversificar el mercado y la canasta exportadora mediante el acompañamiento en el proceso de exportación y la formación empresarial, consolidar las capacidades existentes y en general, aumentar el número de empresas de Santander que llegan a mercados fuera del país.

Los ejes transversales son (CCB, 2018):

- **Capital humano:** Siendo la educación, en sus diferentes niveles de formación, una de las principales fortalezas de Santander en materia de competitividad, el desarrollo del capital humano se considera una base fundamental para continuar avanzando como Departamento. Por esta razón, el PRC involucra acciones orientadas a la formación de alto nivel, al fortalecimiento de la formación empresarial para la mejora de su productividad y el desarrollo de iniciativas que contribuyan a mejorar la pertinencia de la educación en Santander.
- **Infraestructura:** Consolidar a Santander como el principal nodo de transporte multimodal del país, es un reto que se pretende abordar mediante el PRC, con acciones en materia de logística, infraestructura vial, aérea, férrea y fluvial, complementadas con estrategias para fortalecer la infraestructura de servicios públicos y de conectividad.
- **Ciencia, tecnología e Innovación:** Además de aumentar la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación, desafío importante para el Departamento, las acciones planteadas en este eje transversal están orientadas a aumentar la producción científica, fortalecer las capacidades regionales en CTel y consolidar un ecosistema de innovación que impulse la región y consolide a Santander como una región innovadora.

6.1.5. Plan Estratégico Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática (Plan ETI). Las actividades del Programa ETI tienen en cuenta la acelerada evolución de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática, su convergencia, el cambio del entorno nacional e internacional y el gran impacto que su aplicación ha tenido en el mundo y en Colombia (COLCIENCIAS, 2005).

6.1.5.1. Misión. Promover, fomentar y apoyar la generación de conocimiento, la innovación y el desarrollo tecnológico a través de la formación permanente del recurso humano, de la transferencia e intercambio de tecnologías, y de una continuada actividad científico-tecnológica en forma conjunta entre la academia y los sectores productivos, con efectiva interacción a escala internacional (COLCIENCIAS, 2005).

6.1.5.2. Visión. Contar en Colombia con un sector de electrónica, telecomunicaciones e informática, moderno y competitivo, con alto grado de conocimiento, dinámica de innovación y capacidad de adaptación y generación de tecnologías, para brindarle al país respuesta a sus propias necesidades dentro de una nueva sociedad del conocimiento, con una adecuada infraestructura de telecomunicaciones y de información y soporte a su industria frente al desafío que le plantea un mundo globalizado (COLCIENCIAS, 2005).

6.1.5.3. Objetivo general. Incrementar la capacidad y la actividad de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en electrónica, telecomunicaciones e informática para su aplicación al desarrollo productivo y social del país (COLCIENCIAS, 2005).

6.1.5.4. Objetivos específicos (COLCIENCIAS, 2005):

- Incrementar sustancialmente el número de investigadores, expertos, ingenieros especializados y profesionales de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática en el país, para atender los

requerimientos nacionales que exige el continuo y acelerado avance mundial de estas tecnologías.

- Lograr en forma continua la generación de conocimiento en estas tecnologías, apoyando los grupos de investigación, innovación y desarrollo existentes y estimulando el surgimiento de otros nuevos en todas las regiones del país, velando siempre por el más alto nivel de excelencia en todos ellos.
- Contribuir desde la innovación, la investigación y el desarrollo al logro de un amplio acceso a las telecomunicaciones y tecnologías de información por parte de toda la sociedad colombiana y al despliegue de capacidades para generación de contenidos.
- Estimular, desde la investigación, la innovación y el desarrollo, el fortalecimiento y progreso de esta industria en el país y el mejoramiento de todos los sectores productivos y de la industria colombiana en general, haciendo uso de tecnologías de electrónica, telecomunicaciones e informática.
- Apoyar mediante actividades de investigación, innovación y desarrollo en electrónica, telecomunicaciones e informática con grupos interdisciplinarios, el fortalecimiento de sectores estratégicos para el desarrollo del país y de gran impacto en la sociedad, como salud, educación, agropecuario, energético, medio ambiente y la inclusión de discapacitados a actividades sociales y productivas.

6.2. ECONOMÍA

6.2.1. Nacional. La economía nacional tuvo un crecimiento promedio de 4,26 % entre los años 2000 y 2015, lo que la posiciona como una de las economías emergentes de mayor crecimiento en el ámbito regional (CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL, 2018). Lo anterior, ha permitido a Colombia convertirse en un país de ingreso medio alto durante este comienzo de siglo, generando beneficios en términos de reducción de pobreza, desigualdad y desempleo.

Sin embargo, la economía del país presenta una baja diversificación, con altas exportaciones de productos básicos como el carbón y petróleo. Sin embargo, debido en gran parte a la disminución en los precios de estos productos, la tasa de crecimiento para el año 2017 disminuyó a 1,8 %. Aun así, para el 2018, el ambiente económico en el país continuó mejorando su estado a juzgar por los resultados de los últimos datos entregados por el DANE y otras instituciones de carácter privado (OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD, 2018). El primero de ellos da cuenta de un crecimiento en la economía colombiana al tercer trimestre del año 2018 de 2,8%, cifra superior a la registrada en el mismo periodo de 2017 (DANE, 2018). Por otro lado, los proyectos de inversión de alto impacto económico en el país son relativamente escasos. De acuerdo con datos de ProColombia, en el periodo 2010 – 2016, Latinoamérica recibió 50 proyectos de inversión *greenfield* de más de 1000 millones de dólares en sectores distintos a la minería, de los cuales ninguno llegó a Colombia (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). En el mismo sentido, en lo corrido del presente siglo, la Inversión Extranjera Directa se ha constituido en una fuente de impulso al crecimiento en muchos sectores de la

economía colombiana, principalmente en la minería e hidrocarburos, lo cual se ha traducido en mayores recursos obtenidos por concepto de regalías (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). Este tipo de inversión es una transacción de largo plazo que se diferencia del resto de flujos financieros por su mayor estabilidad y menor dependencia de factores coyunturales (BANREP, 2018), sin embargo, el sector industrial participa con un porcentaje de la IED menor a los registrados en países OECD y en países con un nivel de ingreso similar (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018), esto significa que la inversión extranjera para aumentar la eficiencia productiva no es significativa.

No obstante, el gobierno nacional en su Plan de Desarrollo prevé que para el periodo 2018-2022 la productividad y el crecimiento económico tendrán como fuente de aceleración a la "revolución digital" que hará más productivas a las empresas y dará mayor acceso a los servicios y transacciones financieras para gran parte de los sectores sociales (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). Adicionalmente considera que el crecimiento del sector de las TIC se verá favorecido por el desarrollo de las comunicaciones, el mayor aprovechamiento de la banda ancha, la mayor penetración de Internet en zonas rurales y por el mayor crecimiento del sector financiero (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). Lo anterior brinda un escenario positivo del comportamiento y crecimiento de la economía nacional.

6.2.2. Santander. El Índice de Competitividad por departamentos ha venido constituyéndose como una de las principales herramientas para la formulación de estrategias de región en Colombia (OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD, 2018). Los resultados para el 2018 muestran a Santander en el cuarto lugar a nivel nacional, un puesto menor en este escalafón frente a la medición efectuada en el 2017 (OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD, 2018). El PIB per cápita de la región Santanderes aumentó a una tasa promedio anual de 4% desde el año 2000, con una desaceleración de 1,7% entre 2015 y 2017, a consecuencia de la caída del precio del petróleo. La producción en hidrocarburos es un componente destacado del PIB regional (13%), y la refinación participa significativamente en el PIB industrial de la región (74%) (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). Lo anterior apunta a la necesidad de diversificación de la actividad económica hacia otros renglones, pero también hacia el incremento en el valor agregado de la producción hidrocarburífera (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018).

En el ámbito de las exportaciones, al excluir el petróleo y sus derivados, la región participa solo con 1% del total de las exportaciones nacionales, lo que indica un bajo grado de internacionalización de la economía y la necesidad de emprender esfuerzos competitivos para ampliar la participación en el mercado externo (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). En este sentido, Santander apuesta a los siguientes sectores estratégicos con el objetivo de diversificar, fortalecer e internacionalizar su economía (CCB, 2018):

- Energía, petróleo y gas
- Salud
- Software

- Turismo
- Agroindustria: Café y Cacao
- Construcción
- Agropecuario: Avícola, ganadería, palma, tabaco
- Servicios: PBO, Offshoring

6.2.3. Cadena Productiva Electrónica y equipo de telecomunicaciones. La cadena electrónica es la parte del sector de la electrónica, la informática y las telecomunicaciones que reúne todas aquellas actividades de investigación, desarrollo, fabricación, integración, instalación y comercialización de componentes, partes, subensambles, productos y sistemas físicos y lógicos, fundamentados en la tecnología electrónica. Esta cadena tiene vínculos con otras, principalmente con la de metales, la de plásticos, y la de maquinaria y equipo eléctrico, a través de los insumos necesarios para la producción de los equipos electrónicos. Así mismo afecta otras cadenas, al estar estrechamente ligada con la modernización, tecnificación y sistematización de los demás sectores productivos de la economía, de los que hacen parte las demás. La electrónica ha adquirido importancia en áreas como la automatización industrial y las telecomunicaciones, y se ha convertido en prioridad y elemento estratégico en el ámbito internacional debido a las posibilidades que ofrece para el mejoramiento de procesos (DNP, 2004).

Actualmente la cadena electrónica en Colombia está conformada por empresas dedicadas en especial al campo de la electrónica profesional, que comprende productos dirigidos a aplicaciones y sectores especializados, los cuales brindan

soluciones diseñadas a la medida. Las empresas nacionales presentan cierta ventaja competitiva respecto a las extranjeras en este nicho. Algunos de los productos más representativos fabricados en el país son alarmas antirrobo para vehículos y edificaciones, reguladores de voltaje, inversores, cargadores de batería, controles de acceso, circuitos impresos de doble cara y teclados de membrana (DNP, 2004).

El análisis realizado por DNP muestra la presencia de competidores de China; los productos que está exportando este país, no sólo hacia Colombia sino hacia Estados Unidos y desde ahí hacia Colombia, se convierte en una gran amenaza para los productores nacionales de equipos electrónicos (DNP, 2004). China coloca reguladores electrónicos en el mercado a precios tan bajos, que al comparar los costos de producción del empresario del sector no alcanzan a competir con precio. Esta amenaza es tan preocupante para el sector que los empresarios, después de analizar estrategias para competir con estos precios, han concluido que, de no colocar patrones mínimos de competitividad, su capacidad productiva y de permanencia en el mercado estaría en riesgo para los próximos años (DNP, 2004). La cadena cuenta con una gran fortaleza en la automatización de procesos productivos; esta fortaleza debe ser considerada en los procesos de negociación, pues se puede considerar que cadenas como los lácteos, alimentos, textil, agroindustria, alimentos, entre otros, alcanzarán a cumplir con volúmenes de pedidos si integran la modernización industrial con la capacidad tecnológica de la electrónica nacional (DNP, 2004). La cadena electrónica aún no ha explorado el potencial de mercado que representa los Estados Unidos; si bien las materias primas son importadas, las soluciones integradas de acuerdo con necesidades de clientes se convierten en oportunidades de mercado para los empresarios (DNP, 2004).

6.3. SOCIEDAD

Colombia, con sus 45.5 millones de habitantes (DANE, 2018) es un país rico en prácticas sociales, cosmovisiones y culturas distintas que son reconocidas y protegidas por la Constitución de 1991, una de las más progresistas del mundo (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2016). En esta sección se revisarán tres temas concernientes al factor sociedad: Globalización, Bilingüismo y Paz.

6.3.1. Globalización. El mundo de hoy está marcado por lo que se conoce como la globalización, un proceso económico, tecnológico, político, social, empresarial y cultural que consiste en la creciente comunicación e interdependencia entre los países del mundo y afecta sobre aquellos ámbitos de carácter nacional o regional (NU. CEPAL, 2002). La globalización brinda oportunidades para el desarrollo, es por eso por lo que las estrategias nacionales deben diseñarse hoy en función de las posibilidades que ofrece y los requisitos que exige una mayor incorporación a la economía mundial (NU. CEPAL, 2002).

En el acceso a las nuevas tecnologías, al igual que en el ámbito comercial, la globalización ofrece a los países en desarrollo amplias oportunidades de mejor integración en la economía mundial (NU. CEPAL, 2002). El elevado peso de los productos con mayor contenido tecnológico revela la importancia de emprender acciones conjuntas para desarrollar los sectores correspondientes. Las medidas a adoptar deben apuntar al desarrollo de sistemas de innovación y conducir a la adopción de esquemas más amplios de cooperación en materia educativa,

investigación y desarrollo tecnológico. Pueden ser, además, el marco propicio para alianzas estratégicas sobre investigación y desarrollo o creación de nuevos conglomerados productivos (NU. CEPAL, 2002).

Con respecto a la globalización en el campo del conocimiento científico-tecnológico, existen problemas de incertidumbre y de imperfección del sistema de precios que hacen que los mecanismos de mercado no funcionen lo suficientemente bien para propiciar una asignación socialmente óptima de recursos para la generación y difusión del conocimiento. Es justamente por ello que los países desarrollados adoptan una actitud proactiva en esta materia, facilitando la patentabilidad privada de investigación universitaria llevada a cabo con recursos públicos, subsidiando programas de investigación básica y aplicada en campos como las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) (NU. CEPAL, 2002).

De hecho, la historia del mundo muestra que en múltiples campos ha sido el sector público el que inicialmente ha fomentado el desarrollo de actividades de investigación básica y aplicada, así como la construcción de instituciones encargadas de dinamizar el comportamiento tecnológico del sector privado (NU. CEPAL, 2002). Ello claramente ha ocurrido en la agricultura, el mundo de la energía atómica, las telecomunicaciones, las disciplinas de la salud, las industrias de la defensa y muchas otras. Esto ocurre en áreas altamente sensibles para la competitividad internacional, en las que los gobiernos de los países desarrollados construyen la base de instituciones y capacidades tecnológicas nacionales sobre las que el sector privado pueda consolidar luego su inserción competitiva internacional (NU. CEPAL, 2002).

6.3.2. Bilingüismo. El dominio de una lengua extranjera se considera un factor fundamental para cualquier sociedad interesada en hacer parte de las dinámicas globales de tipo económico, académico, tecnológico y cultural (FANDIÑO, BERMÚDEZ, & LUGO, 2012). Adicionalmente, el mejoramiento de la competencia comunicativa en inglés de una sociedad o población conlleva al surgimiento de oportunidades para sus ciudadanos, al reconocimiento de otras culturas y al crecimiento individual y colectivo (FANDIÑO, BERMÚDEZ, & LUGO, 2012). Es por esto por lo que el gobierno de Colombia lanza en 2004 el Programa Nacional de Bilingüismo (PNB) en donde se propone como estrategia para la competitividad, el mejoramiento de las competencias comunicativas en inglés como lengua extranjera en todos los sectores educativos (MINEDUCACIÓN, 2004).

6.3.3. Paz. No cabe duda de que el drama histórico más importante de Colombia en los últimos 50 años ha sido el conflicto armado interno que ha causado fuertes impactos sobre el desarrollo humano y todos sus indicadores (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2016). Todos los colombianos se han visto impactados de una u otra forma por la confrontación, tanto como víctimas como por los daños a la infraestructura, la marginación de muchas regiones, la destinación de un porcentaje importante del PIB a temas de seguridad y no a inversiones sociales fundamentales para la equidad, la destrucción de la biodiversidad y el debilitamiento de la democracia en todos los ámbitos (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2016).

Es importante mencionar que la Constitución de 1991, garantista de los derechos humanos, reconoce a la paz como un derecho y un deber de obligatorio cumplimiento según su Artículo 22 (ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 1991). Es por esto por lo que el 2 de octubre de 2016 se votó en Colombia el

plebiscito para ratificar el «Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera». Para sorpresa tanto de la comunidad nacional como internacional, el NO triunfó por una ventaja mínima. Colombia enfrentó, entonces, una situación muy paradójica: por un lado, el acuerdo de paz negociado en La Habana había recibido aplausos y reconocimientos en el mundo entero. Pero, por otro lado, en el país se había impuesto el NO. Este resultado sorpresivo puso al descubierto una realidad que no estaba en los cálculos de nadie, ni en la comunidad internacional ni en el propio país: el grado de fractura interna en que se encuentra la sociedad colombiana (PIZARRO, 2017).

Sin embargo, el 24 de noviembre de 2016, después de una revisión de los acuerdos alcanzados, el gobierno nacional firma definitivamente el acuerdo de paz (PIZARRO, 2017), comprometiéndose con transformaciones en el ámbito rural, en especial de aquellas zonas más afectadas por la violencia; así como con promover la reincorporación integral de excombatientes, y la consolidación de los derechos a la verdad, a la justicia y la reparación integral a víctimas, al igual que las garantías de no repetición (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018).

Indiscutiblemente, estos compromisos han sido juiciosamente respaldados por la *Misión de Verificación de la ONU en Colombia*. Es así como trimestralmente esta comisión brinda un reporte de los acontecimientos relacionados con el proceso de paz en Colombia. El 24 de noviembre del 2018, los colombianos conmemoramos el segundo aniversario de la firma del Acuerdo Final de Paz, durante el mismo periodo, transcurrieron los 100 primeros días de mandato del Presidente Iván Duque, quien manifestó en reiteradas ocasiones su compromiso de continuar el proceso de paz en el marco de un programa de gobierno más amplio de equidad, legalidad y

emprendimiento (SEGURIDAD, Informe trimestral del Secretario General, 2018). Lastimosamente, para la fecha, los diálogos con el Ejército de Liberación Nacional (ELN) no han dado frutos y sigue siendo preocupante la persistente inestabilidad y la violencia relacionadas con las actividades ilícitas, los vacíos de seguridad y la falta de una presencia significativa del Estado en muchas zonas rurales (SEGURIDAD, Declaraciones miembros Consejo de Seguridad sobre Colombia, 2019). En definitiva, aunque el escenario y los compromisos que brinda el acuerdo de paz son positivos, a enero de 2019, la anhelada paz en Colombia aún no se ha logrado.

6.4. TECNOLOGÍA

El futuro del trabajo en el mundo y en América Latina y el Caribe estará marcado por dos grandes tendencias: Los cambios tecnológicos y el envejecimiento poblacional. Ambas tendencias sumadas a los efectos de la globalización y a los potenciales efectos del cambio climático impactarán sobre el futuro del mercado laboral (DIVISIÓN DE MERCADOS LABORALES, 2018). Gran parte de los cambios tecnológicos obedecen a la transformación digital, de hecho, esta transformación es el mecanismo fundamental para implementar los modelos de desarrollo económico que permitirán aumentar la productividad, pública y privada, mejorar la competitividad y cerrar las brechas sociales en la población en el marco de la Cuarta Revolución Industrial. En este sentido, el capital humano calificado es uno de los principales factores que un país requiere para insertarse en la economía digital y

Colombia tiene grandes desafíos en esta área (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018).

Para que Colombia sea protagonista y aproveche esta transformación de los modelos de negocio es necesario un trabajo articulado entre el sector público, el privado y la academia (ANDI, 2019). Para esto, es fundamental un cambio de mentalidad y fortalecer el liderazgo empresarial de manera que se facilite la apropiación tecnológica y el uso de soluciones exponenciales y emergentes para desarrollar productos y servicios que nos lleven a cumplir los 17 objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados por las Naciones Unidas (ANDI, 2019).

En esta sección se revisan los aspectos y tendencias tecnológicas relevantes para la continuidad y pertinencia del grupo de investigación CEMOS, entre estas tendencias se encuentran el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), las tecnologías de la cuarta revolución industrial, el uso de energías renovables y el uso eficiente de la energía, la educación virtual y a distancia y la biotecnología.

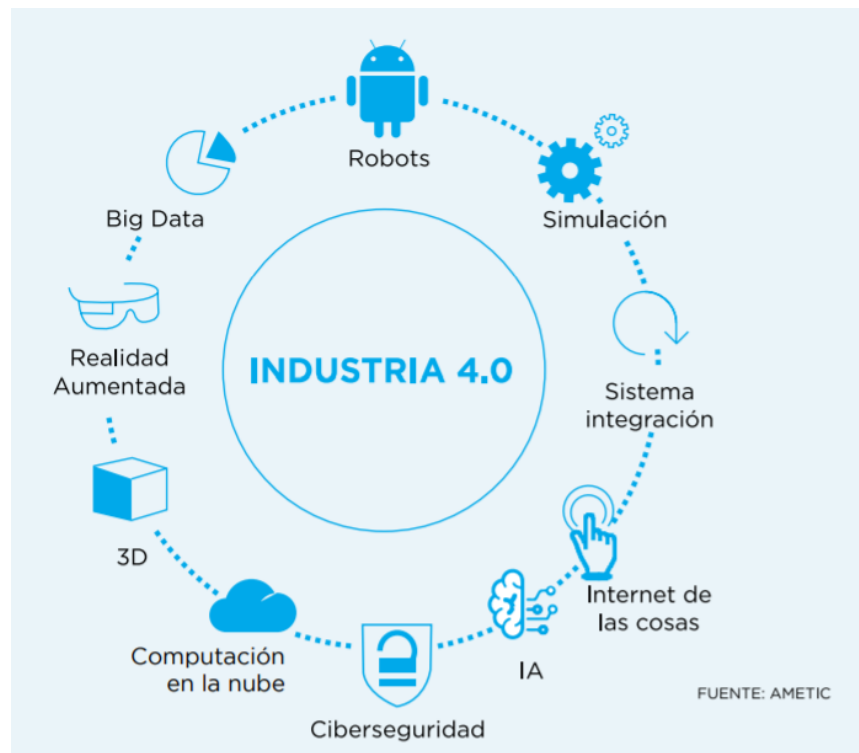
6.4.1. Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Esta tendencia trata de las tecnologías que favorecen la comunicación y el intercambio de la información en el mundo actual. El uso de las TIC se encuentra en constante evolución y expansión, desde la agricultura de precisión, la gestión del bosque, la monitorización global del medio ambiente y la biodiversidad, hasta la democracia participativa, la educación virtual, el comercio electrónico, la telemedicina, el acceso instantáneo a la información y más. Lo anterior demuestra que las TIC se han convertido en parte importante del funcionamiento de las sociedades (WIKIPEDIA, n.d.).

6.4.2. Industria 4.0 (Cuarta Revolución Industrial). La economía global transita una nueva fase que se caracteriza por la digitalización y la conectividad, comúnmente llamada “Industria 4.0”. Esta revolución se define como la transición hacia nuevos sistemas ciberfísicos que operan en forma de redes complejas y que se construyen sobre la infraestructura de la revolución industrial anterior. Su particularidad radica en la convivencia de una gran variedad de tecnologías convergentes, que borran los límites entre lo físico, lo digital y lo biológico (BASCO, BELIZ, COATZ, & GARNERO, 2018).

Para el Foro Económico Mundial, la velocidad de los avances actuales no tiene precedentes e involucran a casi todas las industrias de todos los países (DIVISIÓN DE MERCADOS LABORALES, 2018) (BASCO, BELIZ, COATZ, & GARNERO, 2018), estos avances están impulsados por el aumento de los volúmenes de datos, la potencia en los sistemas computacionales y la conectividad. Entre los pilares tecnológicos de la Industria 4.0 se destacan los sistemas de integración, la robótica, el internet de las cosas, manufactura aditiva, big data, computación en la nube,

simulación, inteligencia artificial, ciberseguridad y realidad aumentada. En el Anexo O se incluye una breve explicación de estos pilares tecnológicos.

Figura 13. Pilares Tecnológicos de la Industria 4.0



Fuente: BASCO, A., BELIZ, G., COATZ, D., & GARNERO, P. (2018). Industria 4.0: Fabricando el Futuro. Washington. Banco Interamericano de Desarrollo.

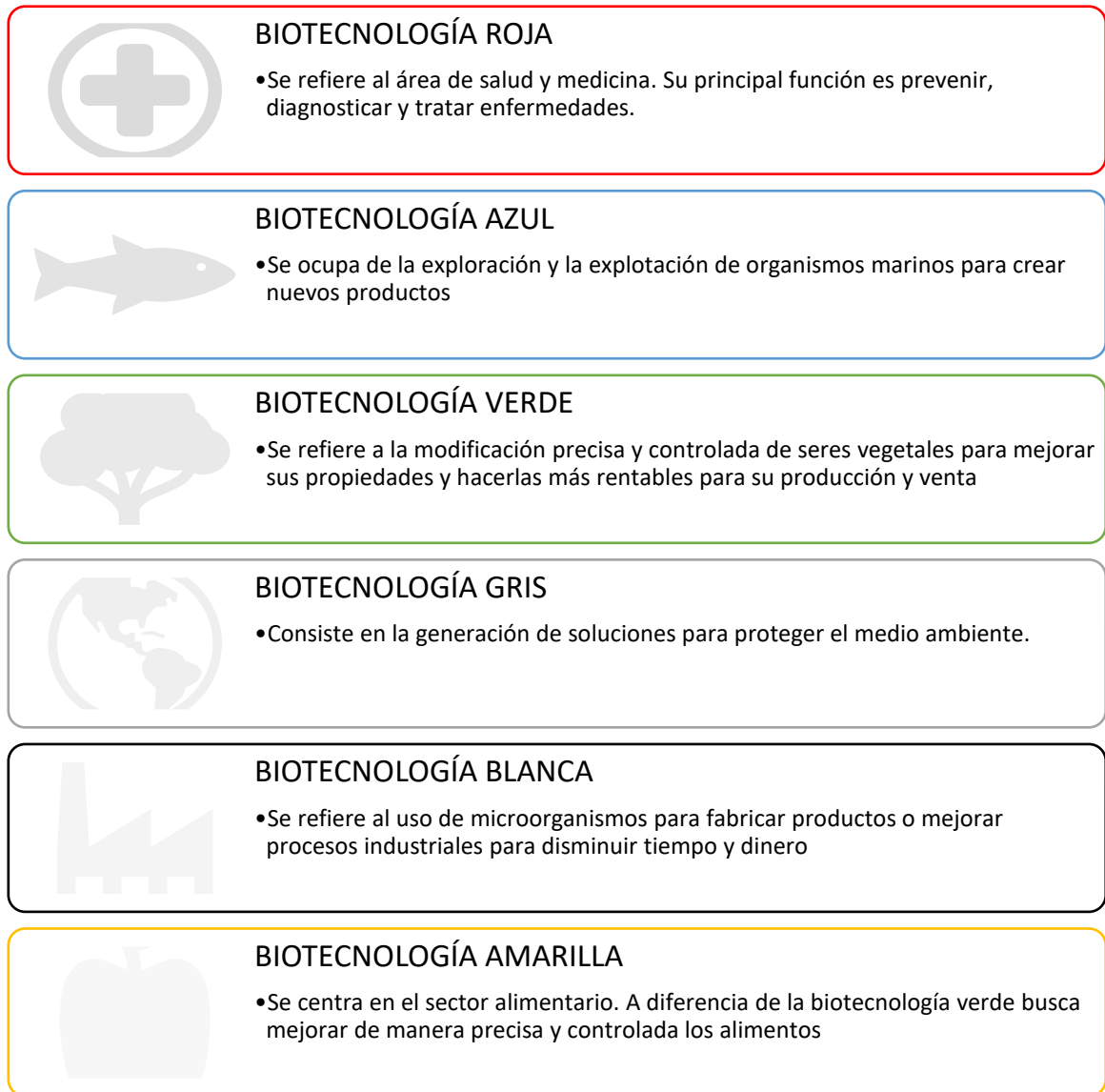
6.4.3. Energías renovables y uso eficiente de la energía (URE). De entre las distintas fuentes de energía, las renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana, adicionalmente, su impacto ambiental es bajo en comparación al producido por el uso de combustibles fósiles. Entre las fuentes de energía renovables se encuentran la energía eólica, solar térmica y fotovoltaica, biomasa, hidráulica y geotérmica (MERINO, 2007). Por otro lado, el Uso Racional y Eficiente de la Energía se define como el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible (CONGRESO DE COLOMBIA, 2001).

6.4.4. Educación virtual y a distancia. El desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación -TIC- ha abierto un sinnúmero de posibilidades para realizar proyectos educativos en el que todas las personas tengan la oportunidad de acceder a educación de calidad sin importar el momento o el lugar en donde se encuentren. Estos proyectos educativos se refieren al desarrollo de programas de formación virtual que tienen como escenario el ciberespacio, en donde por medio de herramientas como el correo electrónico, grupos de discusión, chats, video-clases y videotutoriales, documentos en línea y redes sociales como Twitter, Facebook, Instagram, LinkedIn, etc., se busca propiciar espacios de formación flexibles que permitan la interacción docente-aprendiz apoyándose en el uso de las TIC (MINEDUCACIÓN, 2009).

6.4.5. Biotecnología y bioingeniería. Partiendo de un enfoque general, se considera la biotecnología como la aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos o partes de ellos (extractos, tejidos, células, moléculas, ADN) para la producción de conocimientos, bienes y servicios (CHAPARRO, y otros, 2013). Adicionalmente, esta visión de la biotecnología se clasifica en colores según su aplicación (Figura 14). Por su parte, la bioingeniería, usa los principios de biología y las herramientas de ingeniería para crear productos útiles, tangibles y económicamente viables, por consiguiente, se utiliza en el diseño de dispositivos médicos, equipos de diagnóstico, materiales biocompatibles, la bioenergía renovable, la ingeniería ecológica y otras áreas que mejoran la calidad de vida de las sociedades (WIKIPEDIA, 2018).

La biotecnología y bioingeniería modernas se han desarrollado enormemente a lo largo de la historia y se ha ligado estrechamente con el progreso tecnológico (CHAPARRO, y otros, 2013). Por tal razón, entidades interesadas en dicho progreso, como las universidades y empresas requieren una constante innovación, actualización, desarrollo tecnológico y lanzamiento de nuevos productos (CHAPARRO, y otros, 2013). Ciertamente, es preciso percibir las tecnologías con aplicaciones múltiples y motores económicos que proporcionan ventajas competitivas a diversos sectores como el sector salud, agricultura, ganadería, acuicultura, alimentación, procesos industriales, manufactura, medio ambiente, entre otros (CHAPARRO, y otros, 2013). Al respecto, estas tecnologías pueden desempeñarse como un eje principal, cumplir una función clave o simplemente ser un soporte de desarrollo y aplicación (CHAPARRO, et al., 2013).

Figura 14. Clasificación de la biotecnología por colores



Fuente: Adaptado de CHAPARRO, A., CARDONA, C., ORREGO, C., YEPES, F., SERNA, L., & OSPINA, S. (2013). Plan Global de Desarrollo 2010-2012. Prospectiva UN - Agendas de conocimiento. Agenda: Biotecnología. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

6.5. ECOLOGÍA

La trascendencia de la temática acerca del cuidado y protección del medio ambiente ha crecido significativamente en la última década (OBSERVARIO DE COMPETITIVIDAD, 2018), es así como entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) acordados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y aceptados y liderados por el gobierno nacional, se incluyen 6 objetivos encaminados específicamente al cuidado del ecosistema (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2016).

Colombia ocupa el primer lugar en el mundo en biodiversidad por unidad de área (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018), esto le permite gozar de posibilidades productivas en áreas relacionadas con los bienes tropicales, la biotecnología, los biocombustibles, la biogenética, la producción de medicamentos de origen vegetal, las innovaciones agrícolas y pecuarias, etc (CONSEJO SUPERIOR UIS, 2007), adicionalmente ofrece una variedad de servicios ambientales como los llamados servicios de abastecimiento (comida, agua, maderas); servicios de regulación (regula el clima, calidad del agua, entre otros) y servicios culturales (recreación, estética, desarrollo espiritual) (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2016). Sin embargo, según el índice de la Lista Roja (IUCN RED LIST, 2018), Colombia se ubica entre los ocho países responsables de la mitad de la destrucción de la biodiversidad en el mundo. Entre las mayores amenazas para los ecosistemas del país se encuentran: la ganadería extensiva, la especulación de tierras, la deforestación, el uso para cultivos ilícitos y la intervención humana (WORLD WILDLIFE FUND, 2018). Es por

esto por lo que como parte de los lineamientos estratégicos del Proyecto Educativo Institucional UIS, la Universidad acoge y asume los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) comprometiéndose a contribuir a la conservación de la biodiversidad del planeta y al desarrollo sostenible.

A su vez, entre los ejes articuladores de los procesos de desarrollo económico de Santander, se encuentran la valoración de los recursos hídricos, las cuencas hidrográficas, el paisaje y la matriz de recursos bióticos y abióticos (CONSEJO ACADÉMICO UIS, 2018). La región cuenta con ecosistemas de alta montaña como los páramos que ocupan 12,6% del total del país y que son indispensables en la regulación hídrica al constituir reservorios de agua para el consumo humano y las actividades agroindustriales (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). Esas fuentes abastecedoras de recurso hídrico y de otros servicios ambientales están en riesgo por la extracción ilícita de minerales, cultivos ilícitos, minería aurífera, deforestación e incompatibilidad en el uso del suelo (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). Adicionalmente, Colombia cuenta con una matriz de generación de energía eléctrica limpia a través de fuentes de energía renovables, es así como el 70,74% de la energía se obtiene a partir de fuentes renovables (SISTEMA DE INFORMACIÓN ELÉCTRICO COLOMBIANO, 2018). En este orden de ideas el grupo de investigación CEMOS cuenta con la responsabilidad y oportunidad de aportar a este propósito mediante el fortalecimiento de áreas de investigación que permitan el desarrollo de proyectos que aprovechen las nuevas tecnologías para mejorar nuestra relación con el medio ambiente y aporten soluciones científicas, tecnológicas, políticas y culturales, a la contaminación del aire, las aguas y los suelos, la reducción de la biodiversidad y el calentamiento del planeta.

6.6. LEGISLACIÓN

6.6.1. Ley 1838 de 2017 (Spin Off). Se entiende por spin-off a una nueva empresa con base en nuevos conocimientos resultados de la investigación científica y el desarrollo tecnológico, cuyo origen es académico y en donde la universidad tiene algún tipo de relación con la nueva empresa, bien sea a través de un licenciamiento, acciones en las empresas, contrato de joint-venture entre otros. El fin de una Spin off es aprovechar el conocimiento generado en las universidades para lograr aumentar la competitividad del país a través de productos y servicios de alto valor agregado. Los proyectos deberán demostrar el plan de negocios que debe incluir como mínimo; descripción y estado de la tecnología, potenciales beneficios, mercado esperado con su respectiva validación y barreras de entrada. Adicionalmente, deberán demostrar la participación de la Universidad en la empresa (DNP, 2015).

Las Instituciones de Educación Superior (IES), podrán crear empresas tipo spin-off sin afectar su sostenibilidad, con o sin la participación de particulares. Los servidores públicos docentes, y/o investigadores podrán formar parte de ellas, o crearlas en asociación con las Instituciones de Educación Superior (IES) (CONGRESO DE COLOMBIA, 2017).

Entre los rubros financiables de las empresas spin off están (DNP, 2015):

- Desarrollo de prototipos, escalamiento de tecnologías y pruebas de concepto
- Gastos de protección de Propiedad Intelectual.

- Investigadores y Doctores que trabajen en el desarrollo del producto o servicio de la empresa spin off.
- Equipos, materiales e insumos: adquisición (supeditado a análisis financiero y vigilancia tecnológica que asegure su pertinencia y costo-eficiencia).
- Gastos de administración del proyecto.

6.6.2. Decreto 1467 de 2018. Convocatorias para la financiación de proyectos de inversión con recursos del fondo de ciencia tecnología e innovación

6.6.2.1. Retos del desarrollo regional. Para efectos de la planeación de las convocatorias públicas, abiertas y competitivas los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI) definirán los retos del desarrollo regional, entendidos éstos como las oportunidades más promisorias o los problemas más relevantes que se deben aprovechar o resolver. La definición de los retos del desarrollo regional debe enmarcarse en los focos y líneas programáticas establecidas en el Manual de Clasificación de la Inversión Pública para el sector de ciencia, tecnología e innovación, priorizados en los Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales en Ciencia, Tecnología e Innovación (PAED) vigentes y considerar los procesos de planeación local y regional, el Plan Nacional de Desarrollo, las políticas públicas en materia de CTel, las agendas integradas de competitividad, ciencia, tecnología e innovación, el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario (PECTIA) y demás planes o agendas sectoriales de CTel (PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2018).

6.6.2.2. Recomendaciones para la inversión. Los CODECTI recomendarán al OCAD del Fondo de CTel para cada línea programática, el porcentaje del saldo de recursos disponibles para la aprobación de proyectos. Este porcentaje será indicativo para la estructuración del Plan Bienal de Convocatorias. Así mismo, los departamentos y el Distrito Capital podrán solicitar a la Secretaría Técnica del OCAD de CTel la realización de convocatorias, para que sean incluidas dentro del Plan Bienal de Convocatorias, de conformidad con lo indicado en el párrafo de artículo 2 de la Ley 1923 de 2018. (PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2018)

Esta información debe ser remitida a la Secretaría Técnica del OCAD del Fondo de CTel (Colciencias) a más tardar el 31 de enero del primer año de cada bienio presupuestal del Sistema General de Regalías (SGR), o al mes siguiente de la suscripción o actualización del respectivo PAED. De no ser remitida la información por parte del CODECTI dentro del plazo señalado, corresponde a la Secretaría Técnica elaborar y presentar para aprobación del OCAD del Fondo de CTel los retos de desarrollo regional y el porcentaje del saldo de recursos disponibles para la aprobación de proyectos. (PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2018)

6.6.2.3. Plan Bienal de Convocatorias. El Plan Bienal de Convocatorias es el instrumento mediante el cual el OCAD del Fondo de CTel, a través de la Secretaría Técnica, dará a conocer, entre otros aspectos, el cronograma de las convocatorias, los montos de financiación y los territorios de influencia de los proyectos, que se realizarán para responder a los retos del desarrollo regional que deben ser abordados desde la ciencia, la tecnología y la innovación. (PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2018)

6.6.2.4. Elaboración y aprobación del Plan Bienal de Convocatorias. La Secretaría Técnica del OCAD del Fondo de CTel, con base en la información remitida por el CODECTI, elaborará el Plan Bienal de Convocatorias el cual será presentado para aprobación del OCAD del Fondo de CTel a más tardar el 30 de marzo del primer año de cada bienio presupuestal del SGR. (PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2018)

7. ANÁLISIS DOFA.

7.1. ANÁLISIS INTERNO

El análisis interno se realiza con el objetivo de encontrar las fortalezas y debilidades de la organización. Para este proyecto, el análisis interno comprende las etapas de recolección de información (Capítulo 4), medición del capital intelectual (Capítulo 5) y el análisis de los resultados. En esta sección solo se enunciarán y clasificarán los factores internos de la organización, sin embargo, en el Anexo P se incluye el análisis de cada uno de los factores internos teniendo en cuenta su descripción, fuente de información e importancia.

7.1.1. Fortalezas

- Clasificación A1
- Gran campo de áreas de aplicación
- Alta formación del capital humano
- Alto nivel de compromiso durante la ejecución de proyectos
- Alto nivel de automotivación
- Buen nivel de satisfacción con los incentivos de la universidad
- Buen nivel de sociabilidad por parte de los integrantes
- Alto nivel de flexibilidad y adaptabilidad
- Alto nivel de creatividad
- Alto nivel de intención para intercambio del conocimiento
- Alta capacidad de aprendizaje
- Alto nivel de liderazgo
- Alto nivel de homogeneidad cultural

- Filosofía acorde a la filosofía institucional
- Nivel medio en pautas organizativas
- Alto porcentaje de alianzas externas (academia)
- Buen porcentaje de proyectos basados en desarrollo sostenible

7.1.2. Debilidades

- Bajo sentido de pertenencia con el grupo
- Medio nivel de satisfacción con la participación en el grupo
- Bajo nivel de comunicación interna para el trabajo en equipo
- Poca actitud participativa
- Clima social laboral dividido
- Poco conocimiento del plan estratégico
- Poca socialización de proyectos o ideas
- Poca captación y transmisión del conocimiento (falta de metodología)
- Poca reflexión estratégica
- Poco esfuerzo tecnológico referente a actualización y mantenimiento frecuente de equipos para cumplir actividades misionales en I+D
- Insuficiente dotación tecnológica
- Bajo nivel de vigilancia tecnológica
- Bajo porcentaje de alianzas con empresas
- Poca participación en el desarrollo social
- Divulgación deficiente (comunicación externa)
- Poca visibilidad (comunicación externa)
- Falta de asignación de roles y responsabilidades
- Poco apoyo administrativo
- Ubicación de las oficinas no favorece el vínculo entre los investigadores
- Líneas de investigación desactualizadas

- Nivel medio en dominio del idioma inglés
- Baja alineación con las líneas estratégicas departamentales en ctei
- Carencia de un portafolio de productos y servicios
- Alta dependencia de financiación externa, presupuesto variable y bajo

7.2. ANÁLISIS EXTERNO

El análisis externo se realiza con el objetivo de encontrar las oportunidades y amenazas que enfrenta la organización. Para este proyecto, el análisis externo se basa en el análisis de los factores ambientales encontrados usando la metodología PESTEL (Capítulo 0). En esta sección solo se enunciarán y clasificarán los factores internos de la organización, sin embargo, en el Anexo Q se incluye el análisis de cada uno de los factores externos teniendo en cuenta su descripción, fuente de información e importancia.

7.2.1. Oportunidades

- Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible
- Fortalecimiento de la educación pública como iniciativa del gobierno nacional
- Fortalecimiento de los programas de educación virtual como iniciativa del gobierno nacional
- Apoyo para el fortalecimiento de las instituciones generadoras de conocimiento

- Alta implementación de proyectos tipo por parte del gobierno nacional
- Creciente auge mundial y promoción de la industria 4.0 por parte del gobierno nacional
- Creación de centros de excelencia en tecnologías específicas
- Apoyo a la transformación empresarial por parte del gobierno nacional con énfasis en la digitalización e industrias 4.0
- Aceleración de proyectos de investigación en diversas áreas del conocimiento
- Esfuerzos por parte del gobierno nacional en alinear la investigación con las necesidades del país
- Alto interés por parte del gobierno nacional en el desarrollo e investigación en metrología
- Centralización de la información de la oferta de apoyo público para la CTI
- Apoyo para el fortalecimiento del sector agropecuario por parte del gobierno nacional
- Fomento de las actividades productivas comprometidas con la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático
- Fomento de la bioeconomía por parte del gobierno nacional
- Implementación de programas para incentivar la apropiación social del conocimiento
- Fortalecimiento del sistema de innovación pública
- Creciente nivel de globalización de la sociedad
- Legislación a favor de la autosubvención estratégica

7.2.2. Amenazas

- Baja articulación entre instituciones generadoras de conocimiento y empresas

- Débil desarrollo tecnológico y pocos procesos de innovación
- Baja inversión en CTel
- Ineficiencia de la inversión pública en CTel
- Falta de direccionamiento estratégico en la formación de capital humano
- Baja apropiación social de la CTel
- Descenso de la calidad de las publicaciones nacionales
- Posibles cambios en la metodología de medición de grupos de investigación de Colciencias
- Poca diversificación de la economía nacional y santandereana
- Mayor aporte de los retos de desarrollo regional en las convocatorias para la financiación de proyectos
- Culminación del apoyo administrativo

7.3. MATRIZ DE ANÁLISIS SISTÉMICO DE INFLUENCIAS

Para la realización de esta matriz se neutralizaron los 41 enunciados resultado del análisis interno (fortalezas y debilidades). De esta manera se obtuvieron 1.640 vínculos a los cuales se les asignó un puntaje entre 0 y 3 dependiendo del grado de afectación o influencia de un factor sobre el otro. Es importante resaltar que este puntaje se asignó con ayuda y bajo la dirección del director del proyecto y de acuerdo con la metodología de la herramienta de análisis sistémico de influencias. Los resultados de este ejercicio se encuentran en la Tabla 9 que contiene el enunciado inicial, el factor neutralizado y el valor de SA, SP, SAxSP.

Adicionalmente, en la Figura 15 y Figura 16 se pueden visualizar la matriz de análisis de influencia y el esquema axial resultado de la matriz, respectivamente. Por último, se seleccionaron los factores contenidos en el cuadrante crítico y activo. En la sección 7.8 se presentan los factores internos seleccionados como resultado final del presente análisis.

Figura 15. Matriz de análisis sistémico de influencia aplicada a los factores ambientales del grupo de investigación CEMOS

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AL	AM	AN	AO	SA	SAxSP			
Clasificación	A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	2	0	2	0	0	0	0	3	21	882		
Áreas de aplicación	B	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	0	0	1	0	3	0	3	31	1240
Formación académica	C	3	3	2	3	0	0	0	2	2	3	1	2	2	3	3	3	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	3	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	47	940
Compromiso	D	3	0	1	1	0	0	0	2	2	3	1	1	3	2	0	0	0	1	3	2	1	2	3	2	1	1	1	2	0	2	1	1	0	0	1	2	0	3	2	52	3016			
Automotivación	E	2	0	3	3	1	1	1	3	2	2	3	0	2	3	2	0	1	1	1	3	3	0	3	3	2	0	0	2	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	52	4108		
Satisfacción UIS	F	1	0	2	3	3	0	0	0	1	0	1	1	3	0	2	0	3	1	0	1	1	0	2	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	32	1504			
Sociabilidad	G	0	0	0	1	2	2	1	2	3	0	3	1	0	0	3	0	3	3	3	3	0	3	0	2	0	0	0	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	48	1584		
Flexibilidad y adaptabilidad	H	1	2	0	0	0	0	1	3	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	2	3	0	3	37	1147			
Creatividad	I	2	2	0	0	2	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	1	0	1	3	31	1395			
Intención para el intercambio de conc J	J	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0	1	2	3	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	1	0	0	0	1	32	1600		
Capacidad de aprendizaje	K	2	0	3	0	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	18	414	
Liderazgo	L	2	0	0	3	2	2	1	0	2	3	0	0	3	2	3	0	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	0	3	1	2	3	2	0	1	0	2	2	3	71	3763				
Homogeneidad cultural	M	0	0	0	1	2	1	3	0	0	2	0	3	2	1	1	0	2	3	3	0	3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	720		
Misión acorde a la U	N	1	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	3	2	1	0	0	0	0	1	0	2	2	0	2	1	2	2	0	3	0	2	1	3	0	1	39	2223	
Pautas organizativas	O	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	3	0	1	1	0	1	1	3	0	2	3	0	3	2	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	32	928		
Alianzas externas	P	1	1	0	1	2	2	0	1	3	1	0	0	0	0	2	0	2	3	3	1	1	1	2	0	0	2	3	2	3	1	3	3	0	0	1	0	1	1	3	51	4080			
% de proyectos en desarrollo sosteni Q	Q	0	3	0	3	3	3	0	1	1	0	0	0	0	3	0	3	3	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	1	2	0	0	3	1	2	47	1598			
Sentido de pertenencia	R	2	0	1	3	3	3	1	1	3	0	3	2	3	3	3	1	3	1	3	2	2	3	3	3	1	0	0	2	1	3	3	0	0	3	0	0	2	0	73	5767				
Satisfacción CEMOS	S	2	0	1	3	3	3	2	0	1	3	0	3	1	3	2	0	3	3	3	2	3	2	2	1	0	1	0	1	0	2	2	3	0	2	0	0	0	0	0	61	4636			
Facilidad de la comunicación	T	0	0	0	3	3	1	3	2	2	3	1	3	2	1	0	2	0	3	3	3	0	3	3	0	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	47	2820			
Actitud participativa	U	1	1	0	3	3	2	3	0	2	3	1	3	1	2	0	3	0	2	2	3	3	3	2	3	1	2	0	2	1	3	3	2	0	1	0	2	0	0	69	3312				
Clima social laboral	V	0	0	0	3	1	2	3	1	1	3	0	3	2	1	0	2	0	2	3	3	3	2	3	0	3	0	2	0	2	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	50	2050			
Plan estrategico	W	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	0	1	0	1	1	3	0	0	3	1	3	3	32	1216			
Socialización de proyectos e ideas	X	0	1	0	3	3	3	0	3	3	0	2	1	2	0	2	1	3	3	3	3	2	2	1	2	2	1	1	2	1	3	1	1	0	0	1	0	1	0	3	61	3782			
Metodologías	Y	0	0	0	2	2	1	0	3	3	3	2	3	1	2	3	1	0	2	3	2	0	0	3	2	1	0	0	1	0	0	1	0	3	2	0	2	0	3	51	2397				
Reflexión estratégica	Z	0	2	0	3	3	0	1	0	0	1	0	2	1	2	1	2	3	2	2	1	0	0	3	2	2	0	0	1	1	1	1	0	2	1	0	2	1	3	3	52	2704			
Esfuerzo en I+D (Tecnológico)	AA	1	2	0	2	3	3	0	2	0	0	2	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	27	621					
Dotación tecnológica	AB	1	2	0	0	3	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	36	1332			
Vigilancia tecnológica	AC	2	3	2	0	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	1	0	2	1	2	3	0	0	2	0	0	3	0	2	1	3	45	1170			
% Alianzas con empresas	AD	2	3	2	2	3	1	0	0	0	0	0	1	3	1	3	1	2	3	0	0	0	0	1	3	2	3	2	1	2	2	0	1	0	1	0	3	3	55	4015					
Desarrollo social	AE	1	1	0	2	3	2	2	0	1	0	1	0	0	0	3	0	3	3	3	0	0	0	1	3	0	1	0	2	0	1	3	3	0	0	1	0	2	1	45	1305				
Divulgación	AF	1	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	3	1	3	3	1	0	1	3	1	2	1	2	0	3	3	3	1	2	0	2	3	2	3	54	3024				
Visibilidad	AG	1	0	0	3	3	2	2	0	1	3	1	3	1	2	0	3	0	2	3	3	2	1	0	2	0	1	3	0	3	3	2	0	3	0	2	2	1	3	64	3520				
Roles y responsabilidades	AH	0	0	0	3	2	1	0	0	0	1	0	2	2	3	1	0	3	2	3	0	1	2	1	2	2	1	0	1	2	0	1	1	1	0	0	0	2	44	1760					
Apoyo administrativo	AI	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0	1	1	0	1	1	3	0	1	0	0	3	26	650				
Ubicación oficinas	AJ	0	0	0	0	1	0	3	0	2	3	0	2	0	0	0	1	0	1	0	3	1	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	29	58			
Actualización líneas de investigación	AK	1	3	0	2	2	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	2	3	2	2	0	1	0	2	1	0	3	1	1	2	3	2	1	3	3	1	0	0	3	55	2420				
Dominio del inglés	AL	0	2	2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3	0	2	0	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	28	476				
Alineación con PAED	AM	1	3	1	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	3	2	1	1	0	1	0	1	1	0	2	1	0	1	0	2	0	2	1	0	0	2	0	3	39	1599			
Portafolio de productos y servicios	AN	1	3	0	1	2	0	0	1	0	2	0	0	1	2	1	3	1	2	2	1	0	0	2	1	2	2	2	3	2	3	0	3	1	3	3	0	3	2	3	61	3050			
Dependencia financiera	AO	0	2	2	0	3	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	3	0	3	2	0	3	3	2	3	3	1	1	0	3	2	1	0	0	3	60			
SP		42	40	20	58	79	47	33	31	45	50	23	53	24	57	29	80	34	79	76	60	48	41	38	62	47	52	23	37	26	73	29	56	55	40	25	2	44	17	41	50	69			

Fuente: Autores

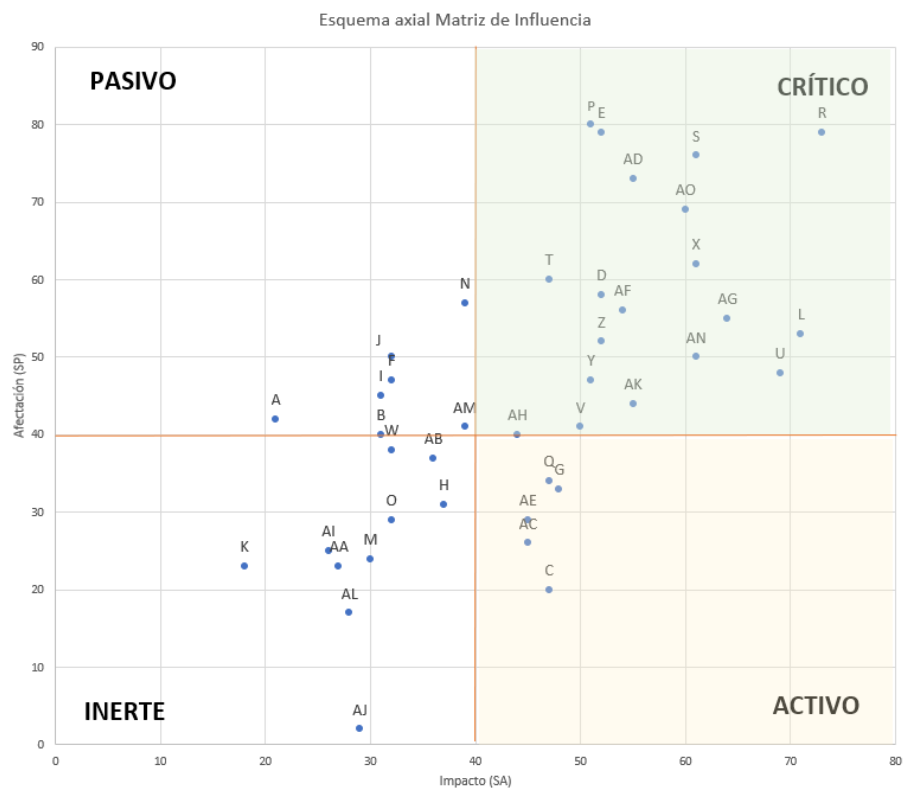
Tabla 9. Resultados de la matriz de análisis sistémico de influencia.

Enunciado original	Factor neutralizado		SA	SP	SAXSP
Clasificación A1	Clasificación	A	21	42	882
Gran campo de áreas de aplicación	Áreas de aplicación	B	31	40	1240
Alta formación académica del capital humano	Formación académica	C	47	20	940
Alto nivel de compromiso durante la ejecución de proyectos	Compromiso	D	52	58	3016
Alto nivel de automotivación	Automotivación	E	52	79	4108
Buen nivel de satisfacción con los incentivos de la universidad	Satisfacción UIS	F	32	47	1504
Buen nivel de sociabilidad por parte de los integrantes	Sociabilidad	G	48	33	1584
Alto nivel de flexibilidad y adaptabilidad	Flexibilidad y adaptabilidad	H	37	31	1147
Alto nivel de creatividad	Creatividad	I	31	45	1395
Buen nivel de intención para el intercambio de conocimiento	Intención para el intercambio de conocimiento	J	32	50	1600
Alta capacidad de aprendizaje	Capacidad de aprendizaje	K	18	23	414
Alto nivel de liderazgo	Liderazgo	L	71	53	3763
Alto nivel de homogeneidad cultural	Homogeneidad cultural	M	30	24	720
Filosofía acorde a la filosofía institucional	Misión acorde a la U	N	39	57	2223
Nivel medio en pautas organizativas	Pautas organizativas	O	32	29	928
Alto porcentaje en alianzas externas	Alianzas externas	P	51	80	4080
Buen porcentaje de proyectos basados en el desarrollo sostenible	% de proyectos en desarrollo sostenible	Q	47	34	1598
Bajo sentido de pertenencia	Sentido de pertenencia	R	73	79	5767
Medio nivel de satisfacción de los integrantes con la participación en el grupo	Satisfacción CEMOS	S	61	76	4636
Bajo nivel de comunicación interna para el trabajo en equipo	Facilidad de la comunicación interna	T	47	60	2820
Poca actitud participativa	Actitud participativa	U	69	48	3312
Clima social laboral dividido	Clima social laboral	V	50	41	2050
Poco conocimiento del plan estratégico	Plan estratégico	W	32	38	1216
Poca socialización de proyectos o ideas	Socialización de proyectos e ideas	X	61	62	3782
Poca captación y transmisión del conocimiento (Falta de metodología)	Metodologías	Y	51	47	2397
Poca reflexión estratégica	Reflexión estratégica	Z	52	52	2704
Poco esfuerzo en I+D	Esfuerzo en I+D (Tecnológico)	AA	27	23	621
Insuficiente dotación tecnológica	Dotación tecnológica	AB	36	37	1332
Bajo nivel de vigilancia tecnológica	Vigilancia tecnológica	AC	45	26	1170
Bajo porcentaje de alianzas con empresas	% Alianzas con empresas	AD	55	73	4015
Poca participación en el desarrollo social	Desarrollo social	AE	45	29	1305
Divulgación deficiente (Comunicación externa)	Divulgación	AF	54	56	3024
Poca visibilidad (Comunicación externa)	Visibilidad	AG	64	55	3520
Falta de asignación de roles y responsabilidades	Roles y responsabilidades	AH	44	40	1760

Poco apoyo administrativo	Apoyo administrativo	AI	26	25	650
Ubicación de las oficinas no favorece el vínculo entre los investigadores	Ubicación oficinas	AJ	29	2	58
Líneas de investigación desactualizadas	Actualización líneas de investigación	AK	55	44	2420
Nivel medio en dominio del idioma inglés	Dominio del inglés	AL	28	17	476
Baja alineación con las líneas estratégicas departamentales en CTel	Alineación con PAED	AM	39	41	1599
Carencia de un portafolio de productos y servicios	Portafolio de productos y servicios	AN	61	50	3050
Alta dependencia de financiación externa	Dependencia financiera	AO	60	69	4140

Fuente: Autores

Figura 16. Esquema axial para los resultados de la matriz de análisis sistémico de influencia.



Fuente: Autores

7.4. MATRIZ DE IMPACTO-PROBABILIDAD

Para la realización de esta matriz se agruparon los 30 enunciados presentados en la sección 7.2 (análisis externo) en 27 enunciados de circunstancias o hechos considerados como oportunidades o amenazas, esto debido a la similitud de la temática de algunos de ellos. Posteriormente se procedió a realizar un análisis de la probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada escenario teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

7.4.1. Rúbrica para la evaluación de la probabilidad de ocurrencia

- Puntaje 10: La política, programa de gobierno, legislación o estrategia ya fue implementada y está funcionando. El escenario es una realidad actual.
- Puntaje 7.5: La política, programa de gobierno, legislación o estrategia no ha sido implementada pero ya existen los mecanismos de implementación e indicadores. El escenario es altamente probable.
- Puntaje 5: La política, programa de gobierno, legislación o estrategia no ha sido implementada ni existen los mecanismos de implementación. Sin embargo, es factible y tiene indicadores asociados. El escenario es probable a mediano plazo.
- Puntaje 2.5: La política, programa de gobierno, legislación o estrategia no ha sido implementada ni existen los mecanismos de implementación o indicadores. Sin embargo, existe la propuesta. El escenario es poco probable a corto plazo.
- Puntaje 0: La política, programa de gobierno, legislación o estrategia no ha sido implementada, no existen los mecanismos de implementación o

indicadores, ni la propuesta formal de su implementación. El escenario es improbable a corto y mediano plazo.

7.4.2. Rúbrica para la evaluación del impacto

- Puntaje 10: La política, programa de gobierno, legislación, escenario o estrategia tiene un impacto alto directo hacía el grupo de investigación. En esta clasificación se incluyen los programas, estrategias o leyes diseñadas para las Instituciones Generadoras de Conocimiento (IGC) o las Instituciones de Educación Superior. También se incluyen las políticas mundiales o escenarios de impacto global.
- Puntaje 6.6: La política, programa de gobierno, legislación, escenario o estrategia tiene un impacto alto indirecto hacía el grupo de investigación. En esta clasificación se incluyen los programas, estrategias o leyes diseñadas para los posibles o actuales aliados del grupo de investigación.
- Puntaje 3.3: La política, programa de gobierno, legislación, escenario o estrategia tiene un impacto indirecto o directo débil hacía el grupo de investigación y hacía sus aliados.
- Puntaje 0: La política, programa de gobierno, legislación o estrategia no impacta de manera directa o indirecta al grupo de investigación.

7.4.3. Evaluación de probabilidad e impacto. Teniendo en cuenta las rúbricas de evaluación propuestas, se asignó el puntaje correspondiente a cada escenario dando como resultado la información contenida en la Tabla 10. Posteriormente se graficaron los resultados en un esquema axial (Figura 17) y se escogieron los escenarios contenidos en el cuadrante crítico. En la sección 7.8 se presentan los factores externos seleccionados como resultado del presente análisis.

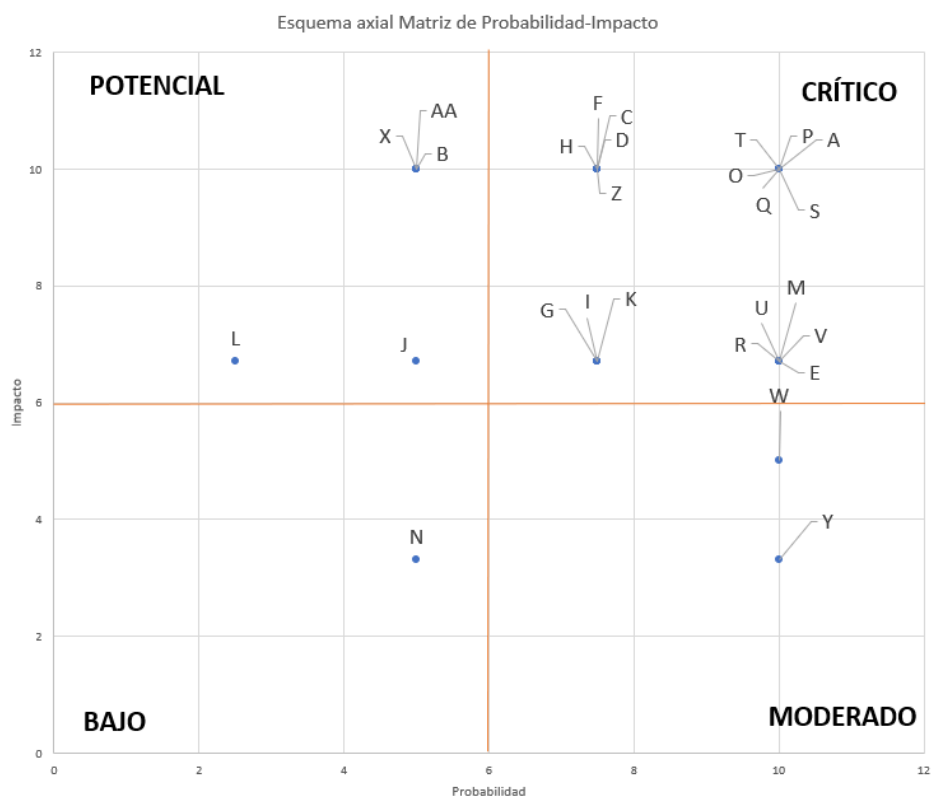
Tabla 10. Probabilidad e impacto para los factores externos del grupo CEMOS

Factores externos (Oportunidades y amenazas)		Prob.	Impacto	P x I
Contribución a los ODS	A	10	10	100
Fortalecimiento de la educación pública como iniciativa del gobierno nacional	B	5	10	50
Fortalecimiento de los programas de educación virtual como iniciativa del gobierno nacional	C	7.5	10	75
Centralización de la información de apoyo público en CTel y fortalecimiento de las IGC	D	7.5	10	75
Alta implementación de proyectos tipo por parte del gobierno nacional	E	10	6.7	67
Creciente auge mundial y promoción para la digitalización y transformación hacia la Industria 4.0	F	7.5	10	75
Aceleración de proyectos de investigación y creación de centros de excelencia en diversas áreas del conocimiento	G	7.5	6.7	50.25
Esfuerzo por alinear la investigación con las necesidades del país	H	7.5	10	75
Alto interés en el desarrollo e investigación en metrología	I	7.5	6.7	50.25
Apoyo para el fortalecimiento del sector agropecuario por parte del gobierno nacional.	J	5	6.7	33.5
Fomento de las actividades productivas comprometidas con la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático	K	7.5	6.7	50.25
Fomento de la bioeconomía	L	2.5	6.7	16.75
Implementación de programas para incentivar la ASC	M	10	6.7	67
Fortalecimiento del sistema de innovación pública	N	5	3.3	16.5
Creciente nivel de globalización	O	10	10	100
Legislación a favor de la autosubvención estratégica	P	10	10	100
Baja articulación entre instituciones generadoras de conocimiento y empresas	Q	10	10	100
Débil desarrollo tecnológico y pocos procesos de innovación a nivel nacional	R	10	6.7	67
Baja inversión en CTel	S	10	10	100
Ineficiencia de la inversión pública en CTel	T	10	10	100

Falta de direccionamiento estratégico en la formación de capital humano	U	10	6.7	67
Baja apropiación social de la Ctel	V	10	6.7	67
Descenso de la calidad de las publicaciones nacionales	W	10	5	50
Posibles cambios en la metodología de medición de grupos de investigación de COLCIENCIAS	X	5	10	50
Poca diversificación de la economía nacional y Santandereana	Y	10	3.3	33
Mayor aporte de los retos de desarrollo regional en las convocatorias para la financiación de proyectos	Z	7.5	10	75
Culminación del apoyo administrativo	AA	5	10	50

Fuente: Autores

Figura 17. Matriz de probabilidad-impacto de los factores externos del grupo de investigación CEMOS



Fuente: Autores

7.5. EVALUACIÓN COMPARATIVA -BENCHMARKING-

En Colombia, los grupos de investigación constituyen una herramienta importante para la generación de conocimiento, ya que es a partir de sus investigaciones que surgen diferentes tipos de productos que contribuyen al desarrollo económico y social del país (ESTUPIÑAN, GUERRERO, & COTE, 2017). En esta sección se introduce el *Modelo de buenas prácticas internacionales de gestión para los grupos y centros de investigación en tecnología e innovación* (VILLA & BRAVO, 2014), propuesto por el grupo de investigación INNOTECH de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander. Este modelo sirve como referente de benchmarking ya que proporciona recomendaciones basadas en el estudio y análisis de los mejores grupos de investigación del mundo en tecnología e innovación.

Según COLCIENCIAS, un grupo de investigación se entiende como el conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de conocimiento en uno o varios temas, de acuerdo con un plan de trabajo de corto, mediano o largo plazo (COLCIENCIAS, 2015). Para realizar la investigación y proponer el *Modelo de buenas prácticas* se creó un listado de los mejores grupos y centros de investigación del mundo en tecnología e innovación basado en la revisión de las JCR (Journal Citation Reports). El procedimiento dio como resultado un listado con 89 grupos de investigación internacionales y 14 grupos de investigación nacionales (VILLA & BRAVO, 2014) a los cuales se les realizó un análisis de contenido que dio como resultado 67 buenas prácticas que se clasificaron según tres criterios: el tipo de producto que generan, modalidad de la práctica y el apoyo en gestión que realizan (Tabla 11)

Tabla 11. Clasificación de las buenas prácticas de gestión según tres criterios.

Criterio	Clasificación	Descripción
Tipo de producto que generan	Actividades de generación de nuevo conocimiento	Artículos de investigación, libros, patentes
	Actividades de desarrollo tecnológico e innovación	Productos tecnológicos, productos empresariales, regulaciones, normas, legislaciones, consultorías.
	Actividades de apropiación social del conocimiento	Participación ciudadana, estrategias pedagógicas, comunicación del conocimiento, circulación de conocimiento, reconocimientos
	Actividades relacionadas con la formación de recurso humano	Tesis de doctorado, maestría, pregrado, proyectos de investigación, proyectos de extensión, apoyo a programas de formación, etc.
Modalidad	Prácticas comunes	Son las realizadas por la mayoría de los grupos de investigación. Son esenciales para el funcionamiento de estos.
	Prácticas competitivas	Son realizadas por muy pocos grupos. Son innovadoras y pueden dar una ventaja competitiva.
Apoyo en gestión	Prácticas investigativas	Apoyan la investigación y generación de conocimiento.
	Prácticas de gestión desarrollo	Apoyan la gestión del conocimiento, la formación y mantenimiento del capital intelectual.
	Prácticas de promoción o divulgación	Apoyan la promoción y divulgación de los productos de investigación
	Prácticas de relación con el entorno universidad-empresa	Apoyan la interrelación con las empresas interesadas.
	Prácticas administrativas	Apoyan la búsqueda de patrocinadores, creación de boletines, creación de base de datos, creación de concursos y competencias de investigación
	Prácticas de extensión y prestación de servicios profesionales	Apoyan las actividades de extensión y prestación de servicios, son la principal herramienta para poner en práctica los conocimientos adquiridos. Permiten tener una fuente de financiamiento.

Fuente: Adaptado de VILLA, L. C., & BRAVO, E. (2014). Modelo de buenas prácticas internacionales de gestión para los grupos y centros de investigación en tecnología e innovación: Caso INNOTECH. Bucaramanga: Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander.

En el Anexo R, S, T y U se encuentran las 67 buenas prácticas propuestas en el modelo. En esta sección se presentan las prácticas que no hacen parte de las actividades regulares del grupo de investigación con el objetivo de encontrar más adelante cuales podrían ser implementadas como parte del plan estratégico (Tabla 12.)

Tabla 12. Prácticas no realizadas regularmente por los integrantes del grupo.

Prácticas no realizadas regularmente	
Artículos de Investigación	
2	Realizar informes de las actividades realizadas en sus investigaciones
Patentes	
5	Ofrecer servicios de seguimiento y trámites de protección de propiedad industrial y patentamiento
7	Mantener una vitrina de las tecnologías e innovaciones patentadas
8	Realizar la publicación de boletines periódicos describiendo las invenciones del grupo
9	Prestar apoyo a los investigadores, ofreciendo contacto con las empresas que solicitan I+D+I
10	Dictar cursos rápidos relacionados con la protección de la propiedad intelectual
Productos empresariales	
12	Mantener interacción con la industria, asociados comerciales y socios académicos para crear convenios
13	Desarrollar proyectos en cooperación con las industrias interesadas
14	Ofrecer servicios para emprendedores que quieran crear empresa de base tecnológica
16	Realizar la función de incubación de empresas internas de base científica
17	Trabajar en la transferencia de conocimiento con las empresas donde los integrantes del grupo trabajan
18	Participar en el establecimiento de concursos en los cuales se elige la mejor empresa
20	Crear una biblioteca de todos los archivos de las investigaciones realizadas por el grupo
21	Crear una revista de divulgación en los temas de investigación del grupo
Consultorías	
22	Ofrecer servicios de asesoría y consultoría en temas relacionados con los tópicos de investigación del grupo
23	Participar en eventos de negocios interactuando con las empresas del sector donde se investiga
24	Dictar cursos como actividad de extensión para empresas
25	Realizar proyectos de emprendimiento de ideas innovadoras para las empresas
26	Realizar investigaciones sobre la gestión de la innovación, emprendimiento y tecnología
27	Realizar anualmente un índice de innovación global o local
Participación ciudadana en CTI	
28	Manejar redes sociales como: Facebook, twitter, Youtube y LinkedIn para contacto con sus miembros
29	Tener un canal de YouTube con entrevistas realizadas por los miembros del grupo a personajes destacados.
30	Crear sitio web de estudiantes de intercambio
32	Crear calendario virtual para publicar todas las conferencias de los miembros del grupo.
Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTI	
35	Participar en el establecimiento de concursos en los cuales se elige la mejor empresa
36	Coordinar actividades de transferencia de conocimiento realizadas por los miembros de su facultad/universidad.
37	Crear un blog donde se publiquen avance y resultados en las investigaciones
38	Realizar eventos anuales con encuentros multidisciplinarios con las universidades socias del grupo.
Comunicación social del conocimiento	
39	Publicar en la página web todos los eventos donde participan los miembros del grupo, publicar evidencia fotográfica y descripciones de los logros obtenidos.
40	Publicar anualmente un informe en el que se describan las actividades, productos intelectuales, proyectos y logros del año de los miembros del grupo.
42	Publicar noticias sobre el comportamiento de los papers y su aceptación en revistas.
43	Publicar todos los premios ganados por los integrantes del grupo.

44	Realizar descripción en su página web de cada uno de los servicios que el grupo de investigación ofrece.
45	Publicar en su página web la descripción, entidades que lo financian y los objetivos de cada uno de los proyectos del grupo.
46	Realizar descripción detallada de los proyectos más relevantes del grupo.
47	Publicar el currículum vitae de sus integrantes, en que investigan y donde están trabajando.
50	Realizar recomendaciones orientadas a las políticas de desarrollo del país.
51	Tener una recopilación de todas las publicaciones realizadas.
Circulación de conocimiento especializado	
54	Realizar mesas redondas donde los participantes exponen los avances de las investigaciones.
55	Realizar actividades para exponer a los empresarios de la región las investigaciones realizadas.
56	Promover la investigación, tecnologías avanzadas e innovación futura.
57	Recolectar información internacional y nacional sobre trabajos de investigación afines.
Proyectos de investigación desarrollo e innovación (I+D)	
60	Realizar formación interna del personal interesado en los temas de investigación del grupo, de las empresas asociadas y de la red de investigación.
61	Mantener colaboración con las organizaciones principales de las redes de innovación y el sector de las TIC.
63	Ofrecer información en página web de los principales programas de apoyo de I+D+I.
64	Ofrecer talleres para las personas y empresas sobre técnicas para la consolidación de un negocio a partir de ideas innovadoras.
Consultorías en formación del recurso humano en CTI	
65	Ofrecer cursos en pregrado, maestría y doctorado de corta duración para personal del campus y para ejecutivos de las empresas.
67	Tener convenios con entidades reconocidas tanto a nivel académico como empresarial.

Fuente: Adaptado de VILLA, L. C., & BRAVO, E. (2014). Modelo de buenas prácticas internacionales de gestión para los grupos y centros de investigación en tecnología e innovación: Caso INNOTECH. Bucaramanga: Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander.

7.6. UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO (UEN)

Teniendo en cuenta la información recolectada y contenida en la base de datos de proyectos de pregrado, maestría y doctorado para el periodo 2014-2018 (<https://drive.google.com/drive/folders/1VR5iR3r9HEh-GAMIQ2aAolsfb6dqpYyS>),

la formación académica de los investigadores (Sección 4.6) y la nomenclatura para los campos de las ciencias y las tecnologías propuesta por la UNESCO (UNESCO, 1988) se plantearon las cinco unidades estratégicas de negocio para el grupo de investigación CEMOS que se presentan a continuación:

- Investigación, desarrollo tecnológico e innovación para la transformación productiva y digital de la industria¹ en Colombia (Industria 4.0 y 3.0).
- Investigación, desarrollo tecnológico e innovación en ciencias aeroespaciales, de la astronomía y la astrofísica en Colombia.
- Investigación, desarrollo tecnológico e innovación en sostenibilidad, mitigación del cambio climático y ciudades inteligentes.
- Investigación, desarrollo tecnológico e innovación en bioingeniería y biotecnología.
- Investigación, desarrollo tecnológico e innovación en aplicaciones de los fenómenos físicos para la solución de problemas en diversos campos y sectores de la industria².

En la Figura 18 se observan las 5 UEN con sus respectivas líneas de investigación, adicionalmente, en las siguientes subsecciones se presenta una descripción corta de cada una de ellas.

¹ Se incluye en industria al sector agroindustrial y agropecuario.

² Se incluye en industria al sector agroindustrial y agropecuario.

7.6.1. I+D+i en transformación productiva y digital de la industria en Colombia (Industria 3.0 y 4.0). La transformación productiva y digital es el mecanismo fundamental para implementar modelos de desarrollo económico en el marco de la Cuarta Revolución Industrial en Colombia. Esta transformación permitirá aumentar la productividad, pública y privada, mejorar la competitividad y cerrar las brechas sociales en la población. En este sentido, el capital humano calificado es uno de los principales factores que un país requiere para insertarse en la economía digital y Colombia tiene grandes desafíos en esta área (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018).

Para que Colombia sea protagonista y aproveche esta transformación de los modelos de negocio es necesario un trabajo articulado entre el sector público, el privado y la academia (ANDI, 2019). Es esta la razón por la cual desde el grupo de investigación CEMOS se propone la transformación productiva y digital de la industria en Colombia como Unidad Estratégica de Negocio, con las siguientes líneas de investigación asociadas:

- Tecnologías de la automatización, instrumentación y control de procesos industriales.
- Sistemas de integración en la industria basados en el uso de las TIC
- Internet de las cosas para procesos industriales.
- Inteligencia artificial para procesos industriales.
- Optimización, modelado y simulación de procesos industriales mediante el uso de algoritmos.

7.6.2. I+D+i en ciencias aeroespaciales, de la astronomía y la astrofísica en Colombia. Colombia tiene el orgullo de haber sido pionero en América en cultivar la astronomía a comienzos del siglo XIX, sin embargo, el país consumido por las guerras civiles abandonó esta tradición astronómica (SEMANA, 2016). El panorama comenzó a cambiar hace alrededor de 20 años, cuando personas aficionadas a la astronomía vieron la necesidad de profesionalizarla (SEMANA, 2016). Este proceso ya ha comenzado a dar sus frutos con aproximadamente 40 astrónomos con doctorado en el país, concentrados especialmente en las universidades Nacional, de Antioquia, de los Andes e Industrial de Santander (UIS) (SEMANA, 2016).

El florecer de la astronomía también se observa en la diversidad de temas que tocan estos investigadores. En la Universidad Nacional hay grupos dedicados a estudiar astrofísica solar, termodinámica de agujeros negros, núcleos activos de galaxias y formación de estrellas jóvenes. La Universidad de Antioquia se ha especializado en exoplanetas, astrobiología y habitabilidad planetaria. Por su parte, la UIS se ha especializado en la radioastronomía (SEMANA, 2016). En este sentido, se propone como Unidad Estratégica de Negocio para el grupo de investigación CEMOS el área de astronomía, astrofísica e ingeniería aeroespacial con las siguientes líneas de investigación asociadas:

- Instrumentación científica y electrónica en astronomía.
- Ingeniería y tecnologías aeronáuticas y del espacio
- Astronomía óptica y radioastronomía.

7.6.3. I+D+i en sostenibilidad, mitigación del cambio climático y ciudades inteligentes. Para nadie es un secreto que la trascendencia de la temática acerca del cuidado y protección del medio ambiente ha crecido significativamente en la última década (OBSERVARIO DE COMPETITIVIDAD, 2018), es así como entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) acordados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y aceptados y liderados por el gobierno nacional, se incluyen 6 objetivos encaminados específicamente al cuidado del ecosistema (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2016). Bajo esta premisa, surge un tipo de desarrollo urbano basado en la sostenibilidad llamado “ciudad inteligente”. En este orden de ideas el grupo de investigación CEMOS cuenta con la responsabilidad y oportunidad de aportar a este propósito mediante el fortalecimiento de áreas de investigación que permitan el desarrollo de proyectos que aprovechen las nuevas tecnologías para mejorar nuestra relación con el medio ambiente y aporten soluciones científicas, tecnológicas, políticas y culturales a la contaminación del aire, las aguas y los suelos, la reducción de la biodiversidad y el calentamiento del planeta. Por esta razón, se propone la UEN en sostenibilidad, cambio climático y ciudades inteligentes, que contaría con las siguientes líneas de investigación:

- Instrumentación científica en energía y medio ambiente.
- Domótica e inmótica.
- Internet de las cosas en energía y medio ambiente.
- Inteligencia artificial en energía y medio ambiente.
- Optimización, modelado y simulación en energía y medio ambiente
- Generación de energía eléctrica mediante el uso de fuentes renovables.
- Uso racional y eficiente de la energía (URE).
- Transporte sostenible.

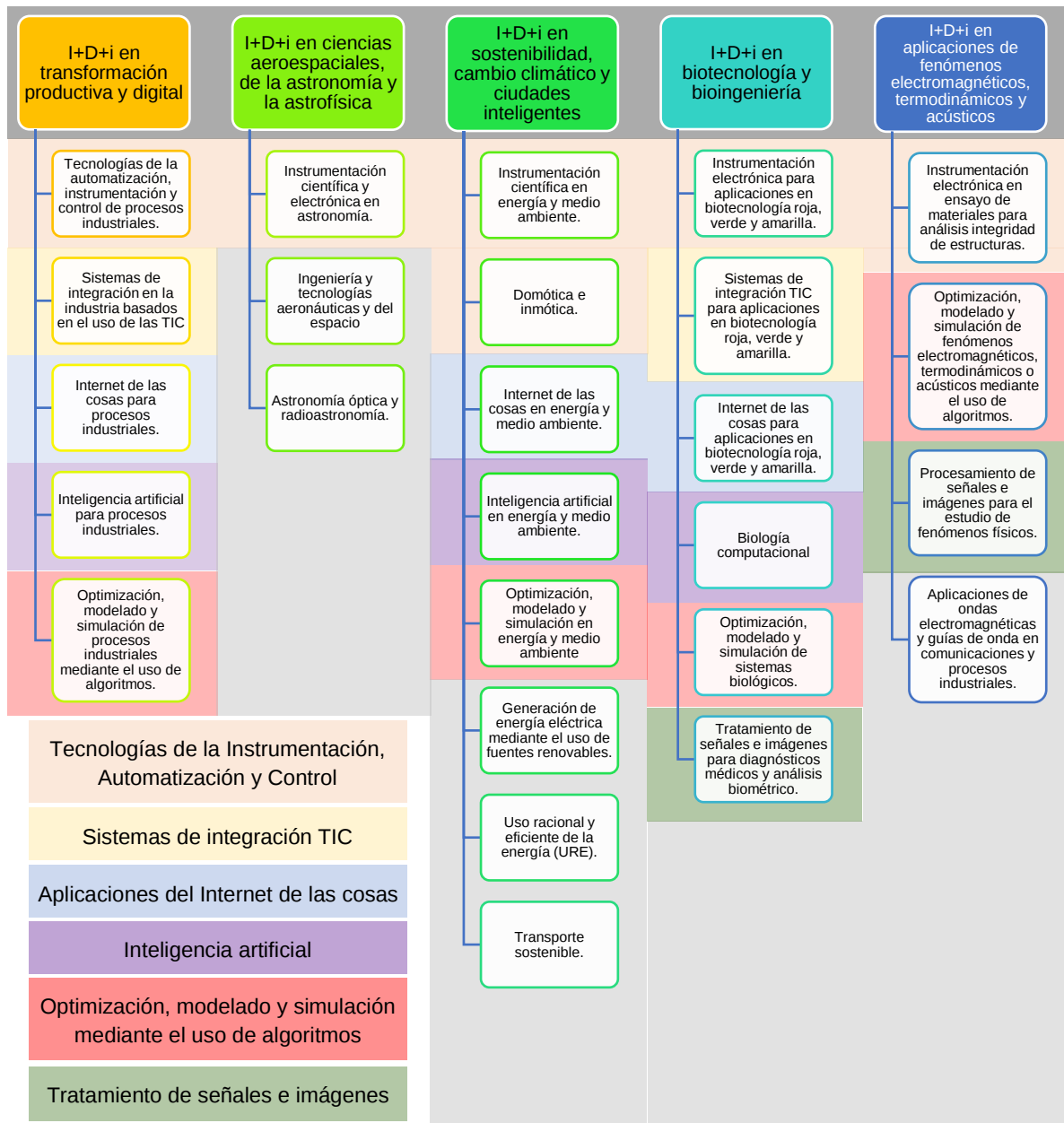
7.6.4. I+D+i en bioingeniería y biotecnología. Partiendo de un enfoque general, se considera a la biotecnología como la aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos o partes de ellos para la producción de conocimientos, bienes y servicios (CHAPARRO, et al., 2013). Por su parte, la bioingeniería, usa los principios de biología y las herramientas de ingeniería para crear productos útiles, tangibles y económicamente viables, por consiguiente, se utiliza en el diseño de dispositivos médicos, equipos de diagnóstico, materiales biocompatibles, la bioenergía renovable, la ingeniería ecológica y otras áreas que mejoran la calidad de vida de las sociedades (WIKIPEDIA, 2018). Ciertamente, es preciso percibir las como tecnologías con aplicaciones múltiples y motores económicos que proporcionan ventajas competitivas a diversos sectores como el sector salud, agricultura, ganadería, acuicultura, alimentación, procesos industriales, manufactura, medio ambiente, entre otros (CHAPARRO, y otros, 2013). Son estas las razones por las que se propone la UEN en biotecnología y bioingeniería, que contaría con las siguientes líneas de investigación:

- Instrumentación electrónica para aplicaciones en biotecnología roja, verde y amarilla.
- Sistemas de integración TIC para aplicaciones en biotecnología roja, verde y amarilla.
- Internet de las cosas para aplicaciones en biotecnología roja, verde y amarilla.
- Biología computacional
- Optimización, modelado y simulación de sistemas biológicos.
- Tratamiento de señales e imágenes para diagnósticos médicos y análisis biométrico.

7.6.5. I+D+i en aplicaciones de los fenómenos físicos para la solución de problemas en diversos campos y sectores de la industria. Los principios del electromagnetismo, la termodinámica y la acústica encuentran aplicaciones en diversas disciplinas afines, tales como las microondas, antenas, máquinas eléctricas, comunicaciones por satélite, bioelectromagnetismo, plasma, investigación nuclear, fibra óptica, la interferencia y compatibilidad electromagnética, la conversión de energía electromecánica, la meteorología por radar, la observación remota, entre otras. Ciertamente son innumerables las aplicaciones donde estas dos ramas de la física son de vital importancia para potenciar el desarrollo tecnológico, económico y científico, en consecuencia, campos como la medicina, metalurgia, minería, el sector de los hidrocarburos, la industria automotriz, aeroespacial, aeronáutica, naval, militar, entre otros, requieren del desarrollo de este tipo de aplicaciones que conllevan el análisis de gran cantidad de variables y ecuaciones, por lo anterior, surge el reto de encontrar soluciones eficientes y eficaces utilizando la capacidad de procesamiento de los computadores y el desarrollo tecnológico de la actualidad (RODRÍGUEZ & NARANJO, 2001). Es por esto por lo que se propone la UEN en fenómenos electromagnéticos y termodinámicos, que contaría con las siguientes líneas de investigación:

- Instrumentación electrónica en ensayo de materiales para análisis integridad de estructuras.
- Optimización, modelado y simulación de fenómenos electromagnéticos, termodinámicos o acústicos mediante el uso de algoritmos.
- Aplicaciones de ondas electromagnéticas y guías de onda en comunicaciones y procesos industriales.
- Procesamiento de señales e imágenes para el estudio de fenómenos físicos, electromagnéticos, termodinámicos o acústicos mediante el uso de algoritmos.

Figura 18. Unidades Estratégicas de Negocio propuestas para el grupo CEMOS

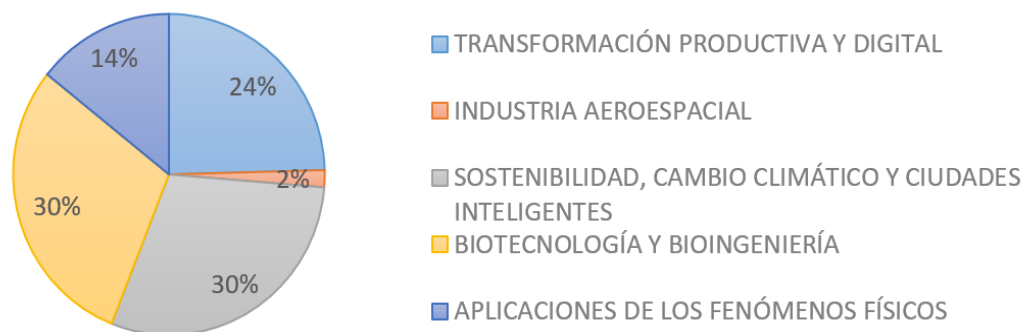


Fuente: Autores

7.7. CICLO DE VIDA DE LA UEN Y MATRIZ BCG

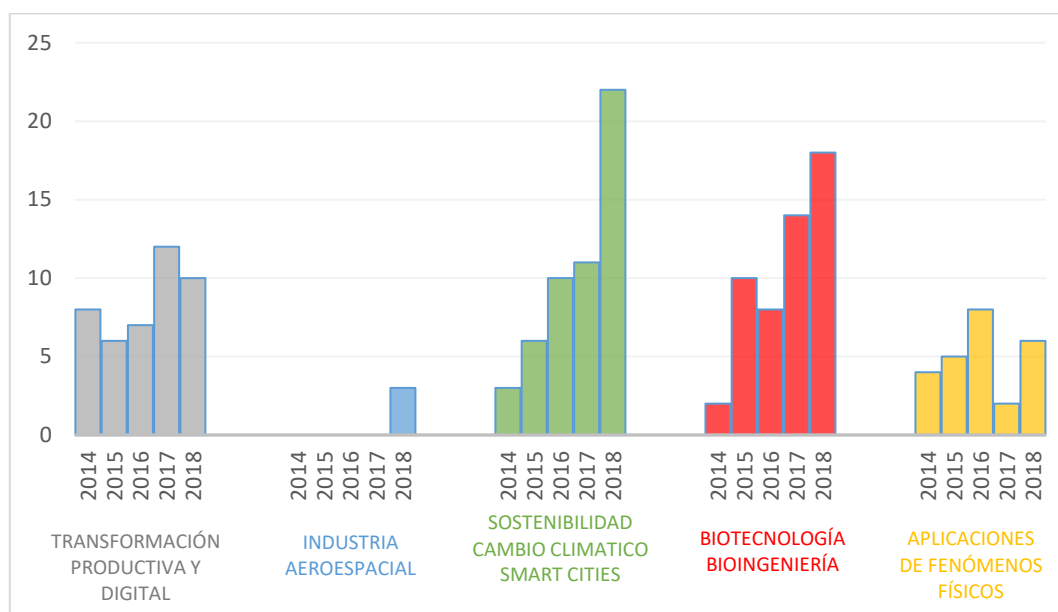
Para realizar la matriz BCG y el análisis de fase del ciclo de vida, se tuvieron en cuenta el número y tipo de proyectos de doctorado, maestría y pregrado realizados en el periodo 2014-2018 (Figura 20), el porcentaje de participación de la UEN para el mismo periodo (Figura 19) y el crecimiento del mercado de cada UEN en Colombia y el mundo.

Figura 19. Porcentaje de participación de cada UEN en el periodo 2014-2018



Fuente: Autores

Figura 20. Cantidad de proyectos de grado por UEN en el periodo 2014-2018



Fuente: Autores

7.7.1. Transformación productiva y digital de la industria en Colombia. El futuro del trabajo en el mundo está marcado por los rápidos avances tecnológicos y la capacidad de adaptación a estos (DIVISIÓN DE MERCADOS LABORALES, 2018). Para el Foro Económico Mundial, la velocidad de los avances actuales no tiene precedentes e involucran a casi todas las industrias de todos los países. Estos avances están impulsados por el aumento de los volúmenes de datos, la potencia en los sistemas computacionales y la conectividad (DIVISIÓN DE MERCADOS LABORALES, 2018) (BASCO, BELIZ, COATZ, & GARNERO, 2018).

Es por las razones anteriores por lo que transformación productiva y digital en Colombia se considera un mercado de alto crecimiento. Adicionalmente, se puede ver en la Figura 19 que el porcentaje de participación de dicha unidad estratégica

en el grupo es alto. Por último, como se observa en la Figura 20, la cantidad de trabajos de grado realizados en los últimos 5 años ha mantenido una tasa de crecimiento positiva y baja, esto significa que la UEN está entrando en una etapa de madurez.

7.7.2. Industria aeroespacial, astronomía y astrofísica en Colombia. El panorama de la investigación astronómica en Colombia comenzó a cambiar hace alrededor de 20 años cuando personas aficionadas a la astronomía vieron la necesidad de profesionalizarla y de acortar la distancia que habían tomado algunos países de la región como México, Brasil, Argentina y Chile (SEMANA, 2016). Desde entonces, surgieron grupos de investigación y se crearon los primeros programas curriculares en astronomía. Ciertamente, como explica José Gregorio Portilla, director del Observatorio Nacional, “ha sido tan rápido ese crecimiento que hemos adquirido visibilidad mundial: hace un año volvimos a pertenecer a la Unión Astronómica Internacional y alrededor de 20 astrónomos fueron aceptados por esta organización” (SEMANA, 2016). Es por esto por lo que la industria aeroespacial en Colombia se considera un mercado de alto crecimiento. Por otro lado, se puede ver en la Figura 19 que el porcentaje de participación de dicha unidad estratégica en el grupo es el más bajo. Adicional a esto, como se observa en la Figura 20, la cantidad de trabajos de grado realizados en los últimos 5 años ha sido nula excepto por el último año en el cual se registraron 3 proyectos de grado en el área, esto significa que la UEN se encuentra en la etapa de introducción.

7.7.3. Sostenibilidad, mitigación del cambio climático y ciudades inteligentes.

La trascendencia de la temática acerca del cuidado y protección del medio ambiente ha crecido significativamente en la última década (OBSERVARIO DE COMPETITIVIDAD, 2018). Es así como desde 2010, se han formulado a nivel nacional alrededor de 16 políticas, planes o programas que buscan garantizar un desarrollo sostenible y que presentan relación directa con el crecimiento verde (CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL, 2018). Es por esto por lo que la sostenibilidad ambiental, la mitigación del cambio climático y el concepto de ciudades inteligentes se considera un mercado de alto crecimiento. Por otro lado, se puede ver en la Figura 19 que el porcentaje de participación de dicha unidad estratégica en el grupo es alto. Adicionalmente, como se observa en la Figura 20, la cantidad de trabajos de grado realizados en los últimos 5 años ha mantenido una tasa de crecimiento positiva y alta, esto significa que la UEN se encuentra en la etapa de crecimiento.

7.7.4. Biotecnología y bioingeniería. Según el *Industrial Investment Scoreboard 2008* donde se analiza la actividad empresarial de I+D de las 1402 empresas más relevantes del mundo, el sector tecnológico de la biotecnología es el sector que más inversiones recibe (19,2%). Asimismo, es el sector que durante los tres últimos años ha mostrado un incremento de más del 10% (CABILDO INSULAR DE TENERIFE, 2010). Se trata de un sector joven, sin embargo, especialmente a partir 1990 ha crecido considerablemente debido al desarrollo de nuevos métodos, nuevos descubrimientos científicos y nuevas herramientas tecnológicas que impactaron positivamente el crecimiento de las empresas del sector.

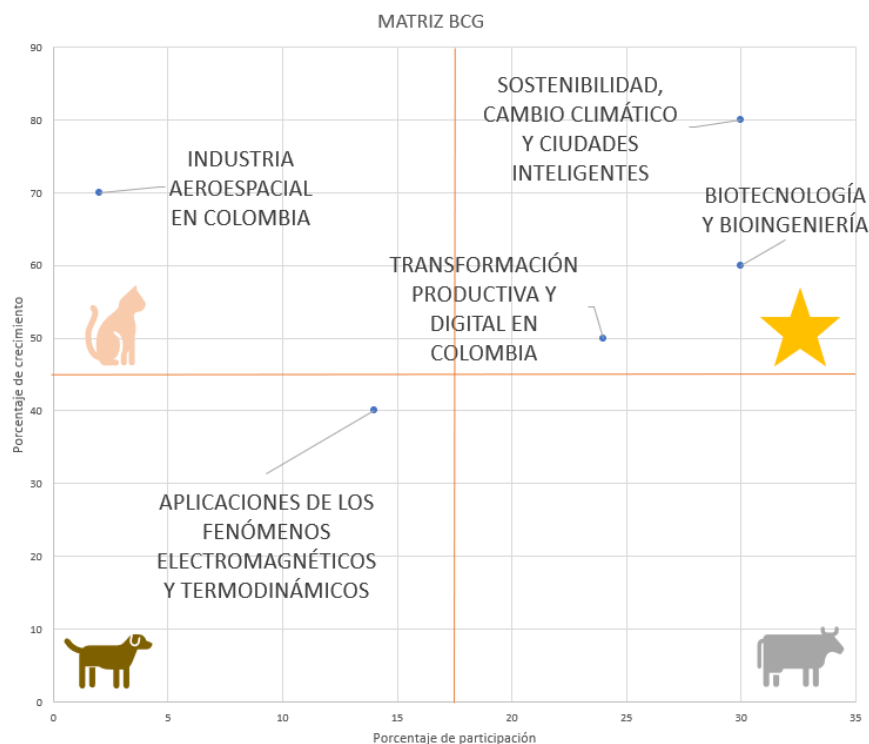
Es por las razones anteriores por lo que la biotecnología y la bioingeniería se consideran un mercado de alto crecimiento. Por otro lado, se puede ver en la Figura 19 que el porcentaje de participación de dicha unidad estratégica en el grupo es alto. Adicionalmente, como se observa en la Figura 20, la cantidad de trabajos de grado realizados en los últimos 5 años ha mantenido una tasa de crecimiento positiva y alta, esto significa que la UEN se encuentra en la etapa de crecimiento.

7.7.5. Aplicaciones de los fenómenos físicos para la solución de problemas en diversos campos y sectores de la industria. El electromagnetismo, la termodinámica y la acústica son ramas de la física estudiadas desde el siglo XIX y XVII, respectivamente. Con innumerables aplicaciones en la vida práctica actual, estas ramas de la física continúan y continuaran vigentes ya que son la base del desarrollo tecnológico de la actualidad. Es por esto por lo que las aplicaciones de los estos fenómenos para la solución de problemas en diversos campos y sectores de la industria se consideran un mercado maduro, por ende, su tasa de crecimiento es baja pero su importancia se mantiene alta y constante. Por otro lado, se puede ver en la Figura 19 que el porcentaje de participación de dicha unidad estratégica en el grupo es medio. Adicionalmente, como se observa en la Figura 20, la cantidad de trabajos de grado realizados en los últimos 5 años se ha mantenido constante, esto significa que la UEN se encuentra en la etapa de madurez.

7.7.6. Resultados del análisis de fase del ciclo de vida de la UEN y matriz BCG.

En la Tabla 13 se resumen los resultados del análisis de porcentaje de crecimiento-participación (componentes de la matriz BCG) y fase del ciclo de vida para las distintas Unidades Estratégicas del Negocio (UEN) propuestas para el grupo de investigación CEMOS. En la Figura 21, se observa la matriz participación-crecimiento (Matriz BCG) para las UEN y en la Figura 22 se observa la fase del ciclo de vida en la cual se encuentran cada una de las UEN propuestas.

Figura 21. Matriz BCG para las UEN del grupo de investigación CEMOS



Fuente: Autores

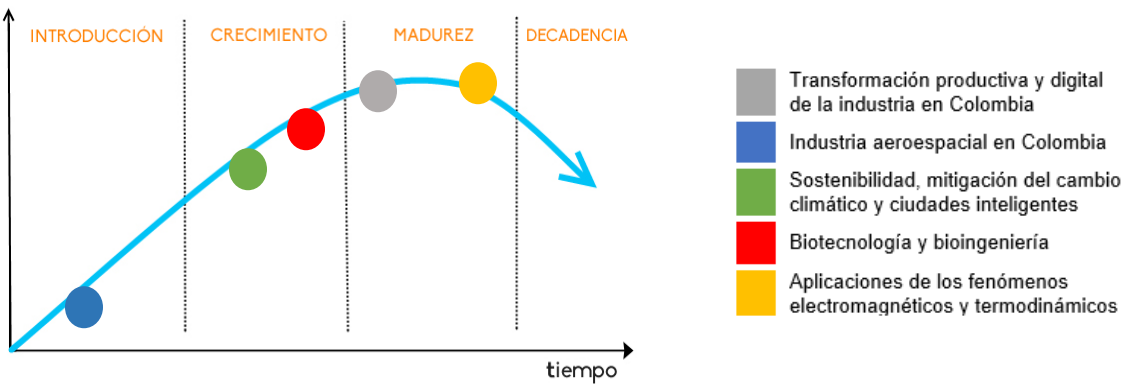
Tabla 13. Resultados del análisis de fase del ciclo de vida y matriz BCG para el grupo de investigación CEMOS

Unidad Estratégica de Negocio	% de crecimiento del mercado	Participación de la UEN	Fase del ciclo de vida de la UEN
Transformación productiva y digital de la industria en Colombia	Alto	Alta	Entrando a madurez
Industria aeroespacial en Colombia	Alto	Baja	Introducción
Sostenibilidad, mitigación del cambio climático y ciudades inteligentes	Alto	Alta	Crecimiento
Biotecnología y bioingeniería	Alto	Alta	Crecimiento
Aplicaciones de los fenómenos físicos para la solución de problemas en diversos campos y sectores de la industria	Bajo	Media	Madurez

Fuente: Autores

Es importante aclarar que, aunque en la Matriz BCG la UEN en *Aplicaciones de los fenómenos electromagnéticos, termodinámicos y acústicos* se encuentra en el cuadrante del perro, aún no se considera una UEN en declive debido a que el número de proyectos no ha disminuido considerablemente con respecto a los años anteriores.

Figura 22. Fase del ciclo de vida de las UEN del grupo CEMOS



Fuente: Autores

7.8. MATRIZ DOFA

Tabla 14. Matriz DOFA para los factores ambientales del grupo CEMOS

Fortalezas	Oportunidades
1. Alto nivel de automotivación 2. Alto porcentaje en alianzas externas 3. Alto nivel de liderazgo 4. Alto nivel de compromiso durante la ejecución de proyectos 5. Buen nivel de sociabilidad por parte de los integrantes 6. Buen porcentaje de proyectos basados en el desarrollo sostenible 7. Alta formación académica del capital humano 8. UEN en transformación productiva y digital en Colombia en fase crecimiento-madurez 9. UEN para la industria aeroespacial en Colombia en fase de introducción. 10. UEN en sostenibilidad, cambio climático y ciudades inteligentes en fase de crecimiento. 11. UEN en bioingeniería y biotecnología en fase de crecimiento. 12. UEN en fenómenos electromagnéticos y termodinámicos para la solución de problemas en diversos campos y sectores de la industria en fase de madurez.	1. Contribución a los ODS 2. Creciente nivel de globalización 3. Legislación a favor de la autosubvención estratégica 4. Fortalecimiento de los programas de educación virtual 5. Centralización de la información de apoyo público en CTel y fortalecimiento de las IGC 6. Creciente auge mundial y promoción para la digitalización y transformación hacia la Industria 4.0 7. Esfuerzo por alinear la investigación con las necesidades del país 8. Alta implementación de proyectos tipo por parte del gobierno nacional 9. Implementación de programas para incentivar la ASC 10. Aceleración de proyectos de investigación y creación de centros de excelencia en diversas áreas del conocimiento 11. Alto interés en el desarrollo e investigación en metrología 12. Fomento de las actividades productivas comprometidas con la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático
Debilidades	Amenazas
1. Bajo sentido de pertenencia 2. Medio nivel de satisfacción de los integrantes con la participación en el grupo 3. Alta dependencia de financiamiento externo 4. Bajo porcentaje de alianzas con empresas 5. Poca socialización de proyectos o ideas 6. Poca visibilidad (Comunicación externa) 7. Poca actitud participativa 8. Divulgación deficiente (Comunicación externa) 9. Bajo nivel de comunicación interna para el trabajo en equipo 10. Carencia de un portafolio de productos y servicios 11. Poca reflexión estratégica 12. Poca captación y transmisión del conocimiento (Falta de metodología) 13. Líneas de investigación desactualizadas 14. Clima social laboral dividido 15. Falta de asignación de roles y responsabilidades 16. Poca participación en el desarrollo social 17. Bajo nivel de vigilancia tecnológica	1. Baja articulación entre instituciones generadoras de conocimiento y empresas 2. Baja inversión en CTel 3. Ineficiencia de la inversión pública en CTel 4. Mayor aporte de los retos de desarrollo regional en las convocatorias para la financiación de proyectos 5. Débil desarrollo tecnológico y pocos procesos de innovación a nivel nacional 6. Falta de direccionamiento estratégico en la formación de capital humano 7. Baja apropiación social de la CTel

Fuente: Autores

8. ARQUITECTURA ORGANIZACIONAL CEMOS.

En este capítulo se presenta la arquitectura organizacional propuesta para el grupo de investigación CEMOS que incluye las bases estructurales de la organización, la estructura organizacional, los objetivos generales y específicos por UEN y las estrategias, metas e indicadores. Con respecto a las políticas, procedimientos y metodologías del grupo, dicho análisis no hace parte de los entregables de este trabajo de grado, sin embargo, se recomienda ampliamente su formulación e implementación. Por otro lado, el portafolio de productos y servicios se presenta en el siguiente capítulo (Capítulo 8).

8.1. HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS

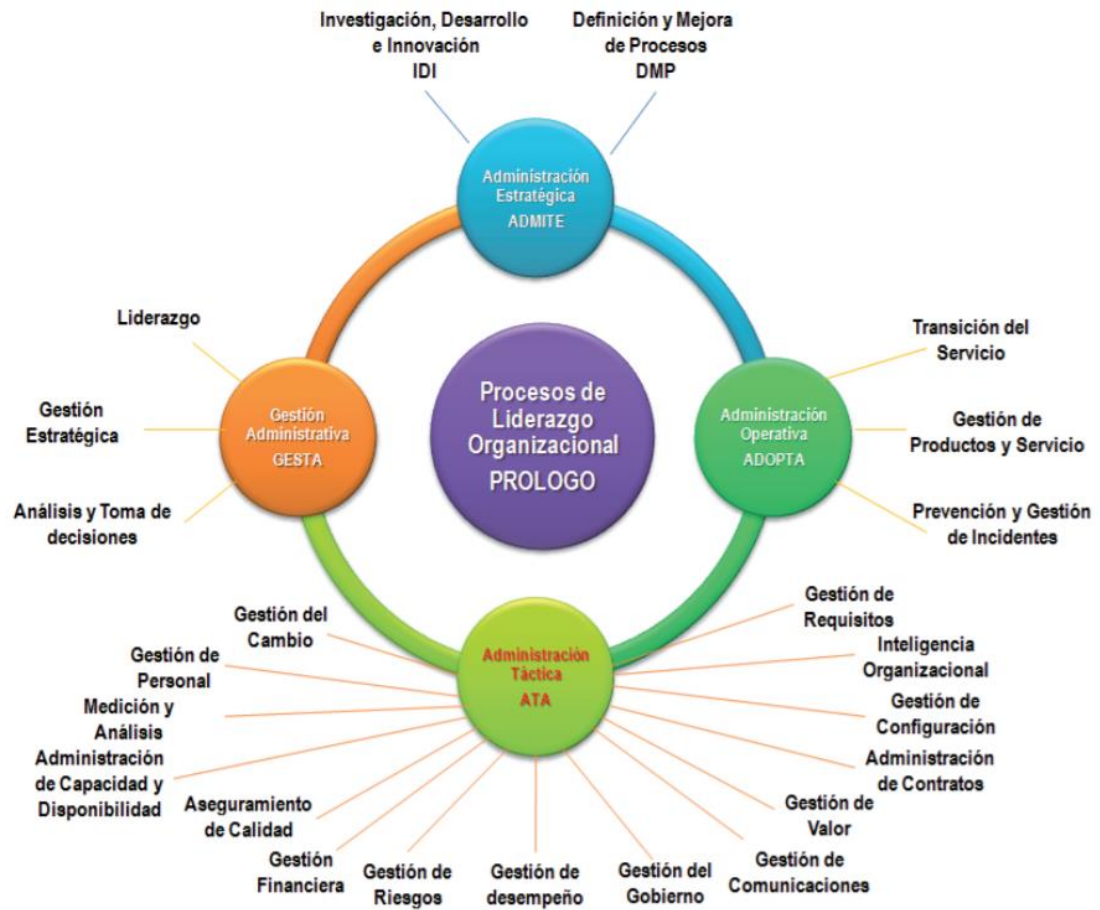
Las técnicas y herramientas usadas a lo largo del proyecto se definen en el capítulo 3 (metodología) del presente documento. En este capítulo se dará especial atención a las herramientas y técnicas usadas para la formulación de las bases estructurales de la organización, el desarrollo de la estructura organizacional y la derivación de objetivos, indicadores, metas y estrategias y su monitoreo.

8.1.1. Metodología LEGO Serious Play. La formulación de las bases estructurales (misión, visión y valores) de la organización se desarrolló a partir de una sesión grupal facilitadora usando la metodología LEGO® SERIOUS PLAY®. Esta metodología es una herramienta que consiste en construir estrategias en tiempo real para crear soluciones efectivas basadas en el Construccinismo y Constructivismo (GLOBAL MANAGERS, 2019). Adicionalmente, la metodología está sustentada en una investigación científica desarrollada por la empresa LEGO®, el MIT y la Universidad de Lausannen, de esta forma, brinda las herramientas necesarias para impactar en temas como: Desarrollo de Estrategias, Identidad de Producto, Escenarios de Negocio, Comunicación, Productividad, Negociación, Team Building, entre muchos más (GLOBAL MANAGERS, 2019).

8.1.2. Procesos de Liderazgo Organizacional (PROLOGO ©). Para la formulación de la estructura organizacional del grupo de investigación CEMOS se propone la adopción del modelo de Procesos de Liderazgo Organizacional PROLOGO© (LLAMOSA & ROJAS, 2016), desarrollado por el Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software (CIDLIS). Dicho modelo asigna y distribuye los procesos organizacionales entre las cuatro unidades administrativas que se presentan a continuación (Figura 23):

8.1.2.1. Gestión administrativa – GESTA. Esta unidad se encarga de los procesos de liderazgo, gestión estratégica y análisis y toma de decisiones.

Figura 23. Modelo de Procesos de Liderazgo Organizacional PROLOGO©



Fuente: LLAMOSA, R., & ROJAS, L. (2016). Procesos de liderazgo organizacional en arquitecturas empresariales. Revista UIS Ingenierías, 15(I), 53-60.

8.1.2.2. Administración estratégica – ADMITE. Esta unidad se encarga de definir estrategias que mejoren el resto de los procesos organizacionales, entre estas se encuentran la formulación del plan estratégico y el portafolio de productos y servicios.

8.1.2.3. Administración operativa – ADOPTA. Esta unidad se encarga de la ejecución de las estrategias planteadas en el plan estratégico y la gestión del portafolio de productos y servicios.

8.1.2.4. Administración táctica – ATA. Esta unidad se encarga de la supervisión y control de los procesos operacionales. Por consiguiente, hace medición y análisis de los indicadores, asegura la calidad de los productos y servicios basada en la gestión de los requisitos, la configuración y el valor, gestiona las comunicaciones, las finanzas, los riesgos, la capacidad y disponibilidad del personal, la infraestructura y la tecnología, entre otros.

8.1.3. Análisis de documentos. En la derivación de los objetivos generales y específicos del grupo de investigación CEMOS se analizaron los documentos que se listan a continuación:

- Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2016)
- Plan de Desarrollo Nacional (Pacto por Colombia) propuesto por el Departamento Nacional de Planeación y la Presidencia de la República (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018)
- Plan de trabajo 2016-2018 propuesto desde la dirección del grupo de investigación CEMOS en el año 2016 (COLCIENCIAS, 2014)
- Bases estructurales de la E3T (E3T UIS, 2007)

- Resultados del proceso de síntesis para la formulación estratégica que se encuentran en el capítulo 7 del presente documento.

8.1.4. Matriz FODA y modelo de buenas prácticas internacionales de gestión.

Para estructurar el proceso de definición de estrategias se utilizó la matriz FODA que permitió interrelacionar los factores ambientales de la organización para establecer estrategias que utilicen las fortalezas para aprovechar las oportunidades, minimizar las debilidades y evitar las amenazas (GALLARDO, 2012). Adicionalmente, para el proceso de creación de estrategias, se utilizó el modelo de buenas prácticas internacionales de gestión (VILLA & BRAVO, 2014), introducido previamente en la sección 7.5 del presente documento.

8.1.5. Sistema de indicadores Balanced Scorecard. En el monitoreo de la ejecución de la estrategia se hace el uso del sistema de indicadores Balanced Scorecard adaptado al funcionamiento del grupo de investigación. Este sistema permite hacer seguimiento de ciertos parámetros que miden cuantitativamente el grado de cumplimiento de los objetivos y, por consiguiente, otorga una visión de cómo se encuentran las cosas en relación con algún aspecto en el logro de metas.

8.2. BASES ESTRUCTURALES

8.2.1. Visión Santander 2025. En el 2025 Santander será un territorio donde la academia, el sector productivo, la sociedad y el Estado, integrarán sus acciones para potenciar al Departamento como un referente nacional de generación de conocimiento científico, innovación, transferencia tecnológica y competitividad en salud, energía, biodiversidad/biotecnología, agroindustria, manufactura y turismo (CODECTI SANTANDER, 2015)

8.2.2. Misión E3T. La Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E³T) es una comunidad académica que tiene como misión la formación integral de personas, la investigación con pertinencia social y la extensión orientada al desarrollo sostenible del país, para dar respuesta a problemas tecnológicos y económicos de la sociedad colombiana en los campos de la electricidad, la electrónica y las telecomunicaciones. Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo en equipo, la relación con comunidades académicas del orden nacional e internacional, el compromiso con los propósitos institucionales y el respeto por las personas y el medio circundante. Soportan el logro de esta misión el talento y las cualidades humanas de sus integrantes, la capacidad de trabajo de los miembros de su comunidad y la excelencia académica de sus docentes.

8.2.3. Misión CEMOS. CEMOS es un núcleo de desarrollo de la *Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones* que impulsa la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en 5 ejes temáticos alineados con la *Visión 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible* propuestos por las Naciones Unidas. Adicionalmente, fomenta la formación de estudiantes en pregrado, maestría y doctorado mediante el asesoramiento técnico y científico de trabajos de grado. De esta manera, CEMOS aumenta la pertinencia y la calidad de la educación en la E3T, mientras que participa en una comunidad de investigadores de gran prestigio, con altos niveles de coordinación y trabajo interdisciplinario, que contribuyen al desarrollo económico y sostenible del país.

8.2.4. Visión E3T. La E³T enuncia su visión como la imagen que quiere tener en un horizonte de tiempo de 20 años. Por consiguiente, la visión se plantea mediante hechos realizados y propósitos que se planea alcanzar durante ese lapso. De manera acorde con lo anterior, así se enuncia la imagen futura de la escuela en el año 2027:

La escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E³T) promueve el crecimiento personal, científico, tecnológico y profesional de su comunidad, a través de programas de pregrado, especialización, maestría y doctorado, cumpliendo estándares de alta calidad reconocidos por las autoridades competentes.

Sus centros y grupos de investigación aportan al país innovación, investigación y desarrollo en los campos de la electricidad, la electrónica y las telecomunicaciones, para plantear soluciones a problemas relacionados con Bioingeniería,

Microelectrónica, Automatización y Control, Telecomunicaciones y Telemática, Calidad de la Potencia Eléctrica, Planeamiento y Operación de Sistemas de Energía Eléctrica, Mercados de Energía Eléctrica y Uso racional y Eficiente de la Energía Eléctrica; todo ello de acuerdo con las necesidades de la industria y la sociedad colombiana.

Asimismo, esos centros y grupos de investigación lideran la oferta de formación permanente, de alta calidad y con pertinencia social, en los temas propios de su quehacer académico e investigativo. Además, mantienen vínculos de cooperación con pares académicos y de la industria, a nivel nacional e internacional, haciendo visible la universidad y la escuela a través de sus logros intelectuales, sociales y personales.

La E³T cuenta con talento humano altamente calificado que responde a las exigencias del desarrollo sostenible, mediante la capacitación, entrenamiento y formación en las competencias del ser, saber y saber hacer propias de su acción. Además, adecua su infraestructura física para dar cumplimiento a todos los propósitos planteados para la docencia, la investigación y la proyección social.

8.2.5. Visión CEMOS. Para el año 2024 los integrantes del Grupo de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación CEMOS...

- ...mantienen su clasificación A1 y son considerados como una comunidad de investigadores de gran prestigio, con altos niveles de coordinación,

automotivación, sentido de pertenencia y trabajo interdisciplinario, que contribuye al desarrollo económico y sostenible del país por medio de la formulación y ejecución de proyectos y estrategias que favorecen el fortalecimiento de sus 5 Unidades Estratégicas en I+D+i

- ...cuentan con 5 propuestas formales (estudios de factibilidad y plan de negocios) de iniciativas spin off realizadas bajo la modalidad de trabajo de grado en creación de empresas.
- ...cuentan con propuestas formales (estudios de factibilidad y plan de negocios) para la implementación del Centro de Metrología para la calidad, el Aula 4.0 para la Transformación Digital, el Observatorio Radioastronómico para el desarrollo económico del astro-turismo, y el Laboratorio Colombia Sostenible e Inteligente para la mitigación del cambio climático y la sostenibilidad ambiental.
- ...realizan 15 proyectos anuales en cooperación con la Universidad, el sector productivo y el Estado para potenciar al Departamento de Santander como un referente nacional de generación de conocimiento científico, innovación, transferencia tecnológica y competitividad.

8.3. DERIVACIÓN DE OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS POR UEN

En esta sección se presentan los objetivos generales y específicos por UEN teniendo en cuenta que dichos objetivos deben contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible mundiales. Adicionalmente, se proponen 6 objetivos transversales de desarrollo y crecimiento aplicables a todas las unidades estratégicas.

Tabla 15. Matriz de derivación de objetivos y su relación con los ODS

Objetivo General de la UEN	Objetivos específicos	ODS
I+D+i EN TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA Y DIGITAL DE LA INDUSTRIA EN COLOMBIA		
Desarrollar proyectos de investigación, prototipos o ideas que aumenten la productividad, digitalización y crecimiento económico del sector industrial, agrícola, agropecuario, energético y de hidrocarburos en Santander de manera sostenible.	Desarrollar proyectos de investigación, prototipos de equipos o generar ideas para aumentar la productividad del sector industrial, agrícola, agropecuario, energético y de hidrocarburos de manera sostenible en Santander.	
	Apoyar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación del sector industrial, agrícola, agropecuario, energético y de hidrocarburos en Santander.	
	Apoyar la transformación digital e introducción de las tecnologías de la industria 4.0 en todos los sectores de la economía santandereana.	
	Potenciar las capacidades de investigación y extensión en lo relacionado con infraestructura y personal para la calidad de los procesos industriales en Santander	
I+D+i EN CIENCIAS AEROESPACIALES, DE LA ASTRONOMÍA Y LA ASTROFÍSICA EN COLOMBIA.		
Desarrollar proyectos de investigación, prototipos o ideas que promuevan el crecimiento de la industria aeroespacial, ciencias de la astronomía y astrofísica en Colombia	Promover el astroturismo en Colombia como fuente de desarrollo económico de las regiones	
	Fomentar la investigación científica y desarrollar la capacidad tecnológica y de innovación en el sector aeroespacial en Colombia.	
	Promover la investigación y el desarrollo tecnológico en el campo de la radioastronomía en Colombia.	
	Apoyar la formación de talento humano que a futuro concrete la creación de una agencia aeroespacial en Colombia.	
I+D+i EN SOSTENIBILIDAD, MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y CIUDADES INTELIGENTES		
Desarrollar proyectos de investigación, prototipos o ideas que promuevan la sostenibilidad, la mitigación del cambio climático y las ciudades inteligentes	Promover la sostenibilidad y mejorar progresivamente la calidad del suelo y la tierra en Santander.	
	Asegurar que los estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica y Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander, así como los estudiantes de otros programas vinculados al grupo de investigación CEMOS, adquieran los conocimientos necesarios para promover el desarrollo sostenible.	
	Brindar soluciones en temáticas como captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos y oceánicos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.	
	Desarrollar proyectos de investigación, prototipos de equipos o generar ideas en temas como energías renovables, eficiencia energética, tecnologías limpias.	

	Desarrollar proyectos encaminados a garantizar el acceso a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos en las zonas rurales de Santander.	
	Desarrollar proyectos de investigación, prototipos o generar ideas que permitan reducir el impacto ambiental negativo en los municipios de Santander por medio de la monitorización de la calidad del aire y/o la gestión de desechos.	
	Promover la construcción de edificaciones sostenibles en Santander utilizando materiales locales.	
	Desarrollar proyectos de investigación, prototipos o generar ideas que permitan minimizar los efectos de la acidificación de los océanos debido al alto porcentaje de CO2 proveniente de actividades humanas.	
I+D+i EN BIOINGENIERÍA Y BIOTECNOLOGÍA		
Desarrollar proyectos de investigación, prototipos o ideas que mejoren la calidad de vida mediante el uso de la bioingeniería y la biotecnología.	Fomentar la investigación científica y desarrollar la capacidad tecnológica y de innovación en los diferentes campos de acción de la biotecnología y bioingeniería en Colombia.	
	Desarrollar prototipos que respondan a través de la biotecnología, bioingeniería y el uso de nuevas tecnologías a las necesidades del sector salud, agricultura, ganadería, acuicultura, alimentación, procesos industriales, manufactura, medio ambiente, entre otros.	
I+D+i EN APLICACIONES DE LOS FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS Y TERMODINÁMICOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN DIVERSOS CAMPOS Y SECTORES DE LA INDUSTRIA		
Desarrollar proyectos de investigación, prototipos o ideas que apliquen los conceptos de la termodinámica, el electromagnetismo y la acústica para dar solución a los problemas en diversos campos y sectores de la industria.	Fomentar la investigación científica y desarrollar la capacidad tecnológica y de innovación en los diferentes campos de aplicación del electromagnetismo, la termodinámica y la acústica.	
	Desarrollar prototipos o modelos que respondan a través del electromagnetismo, la termodinámica, la acústica y su interacción con los materiales a las necesidades del sector industrial.	
OBJETIVOS TRANSVERSALES DE DESARROLLO Y CRECIMIENTO		
Contribuir y promover la pertinencia, internacionalización y calidad de la enseñanza en la E3T	Contribuir y promover el fortalecimiento de la maestría y el doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Industrial de Santander.	
	Desarrollar programas de formación presencial y virtual en las áreas de investigación del grupo	
	Promover la formación continua de los integrantes.	
	Promover el bilingüismo en cada una de las actividades misionales del grupo de investigación.	
	Fomentar la movilidad de profesores y estudiantes hacia otros instituciones y centros de investigación a nivel nacional e internacional.	

	Promover la vigilancia tecnológica para aumentar la calidad de las investigaciones.	
	Aumentar la pertinencia de los contenidos temáticos ofrecidos en las asignaturas para asegurar el desarrollo de las competencias necesarias para acceder al mercado laboral.	
Promover el desarrollo económico de la región por medio del emprendimiento	Aumentar el número de egresados que emprendan una idea de negocio a partir de las competencias desarrolladas en el pregrado.	
	Generar empresas tipo spin-off basadas en los conocimientos y tecnologías desarrolladas	
Aumentar la apropiación social del conocimiento generado.	Promover la divulgación académica y social de los resultados y conocimientos generados en los proyectos realizados.	
	Aumentar la visibilidad del grupo de investigación	
Generar redes de cooperación para la investigación, innovación y desarrollo tecnológico	Crear nuevas alianzas de cooperación en cada una de las UEN propuestas.	
	Formalizar las alianzas de cooperación actuales mediante la ejecución de proyectos en conjunto.	
	Buscar oportunidades de financiamiento	
Mejorar los procesos de comunicación interna	Promover la socialización de los proyectos y propuestas de investigación y sus resultados con los miembros de la organización.	
	Implementar procesos de gestión del conocimiento que permitan percibir, captar, conservar y posteriormente comunicar el conocimiento generado, las metodologías usadas y las experiencias y lecciones aprendidas en el desarrollo de las actividades.	
Promover la reflexión estratégica	Fomentar el conocimiento y ejecución de las estrategias planteadas	

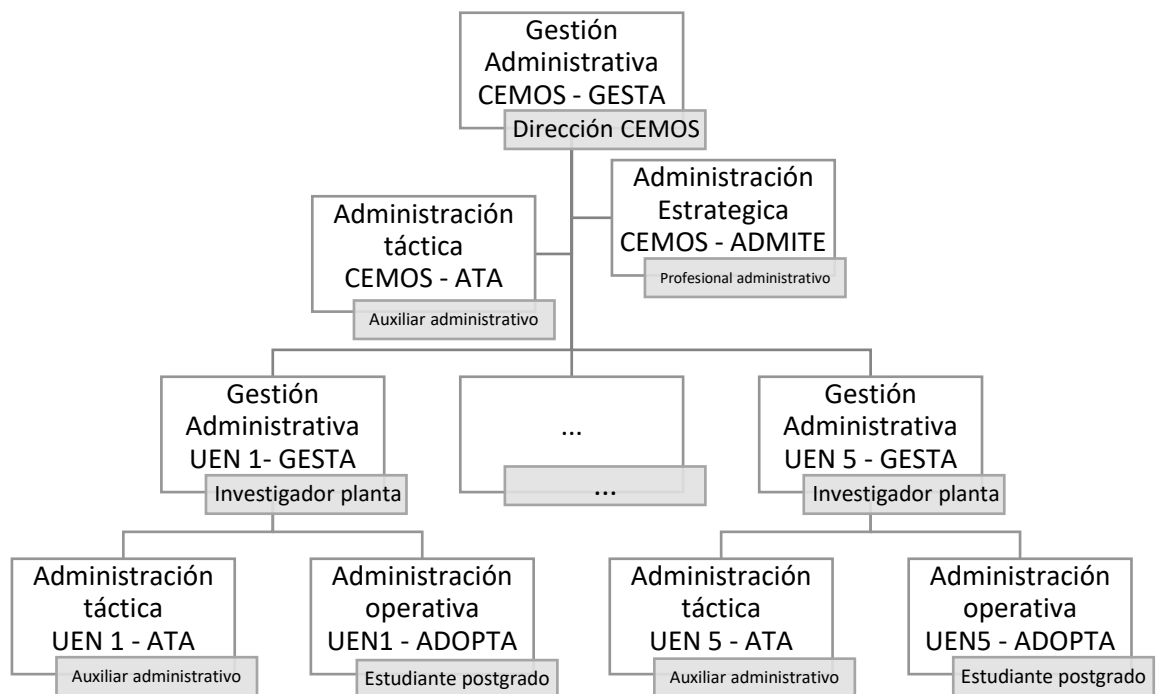
Fuente: Autores.

8.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Basados en el Modelo de Procesos de Liderazgo Organizacional PROLOGO© (LLAMOSA & ROJAS, 2016) y teniendo en cuenta las Unidades Estratégicas de Negocio (UEN) que se introdujeron en la sección 7.6 del presente documento, se

propone una estructura organizacional (Figura 24) con las siguientes características:

Figura 24. Estructura organizacional basada en el modelo PROLOGO©



Fuente: Adaptado de LLAMOSA, R., & ROJAS, L. (2016). Procesos de liderazgo organizacional en arquitecturas empresariales. Revista UIS Ingenierías, 15(I), 53-60.

8.4.1. Gestión administrativa CEMOS-GESTA. Esta unidad se encargará de los procesos de liderazgo, gestión estratégica y análisis y toma de decisiones del grupo de investigación. Por consiguiente, coordinará acciones con la Administración Estratégica ADMITE-CEMOS para llevar a cabo los procesos de reflexión estratégica, formulación del plan estratégico y actualización del portafolio de productos y servicios. Adicionalmente, esta unidad coordinará acciones con la Administración Táctica CEMOS-ATA para el análisis de los resultados del proceso de supervisión y control y posterior toma de decisiones.

8.4.2. Administración estratégica CEMOS-ADMITE. Esta unidad se encargará de definir las estrategias que mejorarán el resto de los procesos organizacionales, entre estas estrategias se encuentran la formulación del plan estratégico y la actualización del portafolio de productos y servicios.

8.4.3. Administración táctica CEMOS-ATA. Esta unidad se encarga de la supervisión y control de las diferentes UEN. Por consiguiente, hará la medición y análisis de los indicadores, asegurará la calidad de los productos y servicios basada en la gestión de los requisitos, la configuración y el valor, gestionará las comunicaciones, las finanzas, los riesgos, la capacidad y disponibilidad del personal, la infraestructura y la tecnología, entre otros.

8.4.4. Gestión administrativa UEN-GESTA. Estas unidades se encargarán de los procesos de liderazgo, gestión estratégica y análisis y toma de decisiones de cada una de las UEN. Por consiguiente, coordinarán acciones con la Administración Estratégica ADMITE-CEMOS para llevar a cabo los procesos de reflexión estratégica, formulación del plan estratégico y actualización del portafolio de productos y servicios. Adicionalmente, esta unidad coordinará acciones con su propia Administración Táctica UEN-ATA para el análisis de los resultados del proceso de supervisión y control y posterior toma de decisiones. De la misma forma, coordinará acciones con la Administración Táctica CEMOS-ATA para la entrega de los resultados de gestión de la UEN. Por último, coordinará acciones con su propia Administración Operativa UEN-ADOPTA, para la ejecución de sus proyectos.

8.4.5. Administración táctica UEN-ATA. Esta unidad se encarga de la supervisión y control de los proyectos realizados por la UEN a la que pertenecen. Por consiguiente, hará la medición y análisis de los indicadores, asegurará la calidad de los productos y servicios basada en la gestión de los requisitos, la configuración y el valor, gestionará las comunicaciones, las finanzas, los riesgos, la capacidad y disponibilidad del personal, la infraestructura y la tecnología, entre otros. Dependiendo de la complejidad de los proyectos la UEN puede apoyarse en la administración CEMOS-ATA para llevar a cabo estos procesos o disponer de su propio personal para la creación de su propia unidad de administración táctica.

8.4.6. Administración operativa ADOPTA-UEN. Esta unidad se encargará de la ejecución de las estrategias planteadas en el plan estratégico y la gestión del portafolio de productos y servicios para cada UEN

8.5. FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS

En esta sección se presentan los resultados del proceso de interrelación entre los factores de la matriz FODA (Sección 7.8) y la formulación de estrategias teniendo en cuenta las buenas prácticas internacionales (Sección 7.5). Para proponer las estrategias fue importante considerar que deben ser mecanismos que aprovechen las oportunidades, minimicen las debilidades y eviten las amenazas, apuntando a la consecución de los objetivos generales y específicos propuestos en la sección 8.3.

8.5.1. Formulación de estrategias transversales de desarrollo, crecimiento y desempeño. Las estrategias transversales de desarrollo, crecimiento y desempeño son aquellas que contribuyen al cumplimiento de los objetivos transversales. Como su nombre lo indica, son acciones aplicables a todas las Unidades Estratégicas por igual. En la Tabla 16 se describen en detalle las estrategias teniendo en cuenta el objetivo general y específico al cual contribuyen.

Tabla 16. Estrategias transversales por cada objetivo general y específico.

OBJETIVOS TRANSVERSALES DE DESARROLLO, CRECIMIENTO Y DESEMPEÑO	
OBJETIVO GENERAL	
Objetivos específicos	Estrategia
CONTRIBUIR Y PROMOVER LA PERTINENCIA, INTERNACIONALIZACIÓN Y CALIDAD DE LA ENSEÑANZA EN LA E3T	
Contribuir y promover el fortalecimiento de la maestría y el doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Industrial de Santander.	Realizar asesorías en tesis, supervisión, coordinación y dirección de proyectos de pregrado, maestría y doctorado alineados a las UEN del grupo y a los ODS.

Desarrollar programas de formación presencial y virtual en las áreas de investigación del grupo	Proponer diplomados, cursos cortos, especializaciones y formación virtual en las áreas de investigación del grupo.
Promover la formación continua de los integrantes.	- Apropiar la información y capacitaciones gratuitas contenidas en las siguientes plataformas para la formación en semilleros - Agronet (https://www.agronet.gov.co) - PTP (https://www.ptp.com.co/), - apps.co (https://apps.co/) - BID (https://www.edx.org/es/school/idbx) - Tutellus (https://www.tutellus.com/) - Conclusiones talleres y videos ANH (http://www.anh.gov.co/) - Capacitarse en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) mediante el curso gratuito ofrecido por la sede de las Naciones Unidas en Bolivia: https://www.udemy.com/objetivos-de-desarrollo-sostenible/
Promover el bilingüismo en cada una de las actividades misionales del grupo de investigación.	- Promover el uso del inglés en comunicaciones internas y realización de proyectos de grado. - Motivar en los estudiantes el uso de la plataforma Altissia para el aprendizaje de un segundo idioma.
Fomentar la movilidad de profesores y estudiantes hacia otros instituciones y centros de investigación a nivel nacional e internacional.	Crear base de datos de páginas web con información de becas y eventos académicos a nivel nacional e internacional y compartirla con los integrantes del grupo.
Promover la vigilancia tecnológica para aumentar la calidad de las investigaciones.	Revisar anualmente el contenido de la publicación Spinoff de la NASA y crear espacios para compartir dicho conocimiento.
Aumentar la pertinencia de los contenidos temáticos ofrecidos en las asignaturas para asegurar el desarrollo de las competencias necesarias para acceder al mercado laboral.	- Crear una base de datos de necesidades del sector industrial, agropecuario, energético, ambiental y de hidrocarburos ("necesidades del país") teniendo en cuenta la información contenida las bases de datos de: - Cámaras de Comercio nacionales - Programa de transformación productiva PTP (https://www.ptp.com.co/) - PAED Departamentales - Plataforma Agronet - Concursos UniRED (http://unired.edu.co/index.php) - Plataforma innovamos (https://www.innovamos.gov.co/) (INSCRIBIRSE) - Convocatorias pasadas y presentes de Colciencias (https://www.colciencias.gov.co/) - Conclusiones talleres ANH (http://www.anh.gov.co/) - Entre otras. - Usar la base de datos de "necesidades del país" para enfocar los proyectos de clase a la solución de necesidades específicas usando los conceptos del contenido temático de la asignatura. - Realizar seminarios periódicos y públicos para el análisis y solución de las "necesidades del país", promover la asistencia y participación de los estudiantes mediante puntos extra en la asignatura. - Crear y mantener en el tiempo al menos un semillero de investigación por UEN. - Hacer evaluaciones por competencias de los estudiantes al final de cada proyecto y certificar estas competencias por medio de una carta de recomendación firmada por el director del grupo y el director de la UEN (Ver Anexo V)
PROMOVER EL DESARROLLO ECONÓMICO DE LA REGIÓN POR MEDIO DEL EMPRENDIMIENTO	

Aumentar el número de egresados que emprendan una idea de negocio a partir de las competencias desarrolladas en el pregrado.	Promover la realización de trabajos de grado en modalidad "Creación de empresas".
Generar empresas tipo spin-off basadas en los conocimientos y tecnologías desarrolladas	Realizar un estudio de factibilidad y plan de negocios para la creación de una empresa tipo spin-off, teniendo en cuenta las bases de datos "necesidades del país" y los proyectos realizados o en curso.
AUMENTAR LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO GENERADO (COMUNICACIÓN EXTERNA)	
Promover la divulgación académica y social de los resultados y conocimientos generados en los proyectos realizados.	- Publicar artículos en revistas académicas reconocidas. - Actualizar la página web del grupo e incluir: - Vitrina de patentes y tecnologías desarrolladas con fotos. - Portafolio de productos y servicios con descripción, objetivos y precio si es el caso. - Portafolio de programas y proyectos basados con descripción, objetivos generales y específicos y financiamiento. - Información actualizada de líneas de investigación por UEN con sus proyectos más destacados. - Biografía de los investigadores principales, proyectos recientes y contacto. - Biblioteca de todos los proyectos realizados por el grupo, artículos, conferencias, etc. - Premios ganados - Eventos con evidencia fotográfica y logros. - Alianzas - Boletines - Incluir como entregable de los proyectos un vídeo donde se explique el objetivo del proyecto, su justificación, metodología y resultados obtenidos. - Tener un canal de Youtube donde se publiquen los proyectos realizados.
Aumentar la visibilidad del grupo de investigación	- Incluir el nombre del grupo "CEMOS", la UEN y el ODS al que contribuye en los resúmenes de los proyectos de grado, artículos, etc. Ejemplo: Este trabajo de grado se encuentra alineado con el área de "Transformación productiva y digital de la industria en Colombia" del grupo de investigación CEMOS. - Realizar un poster que incluya las líneas de investigación actualizadas con una pequeña descripción, los proyectos realizados destacados con foto y la información de contacto de acuerdo con cada línea de investigación (el poster se ubicaría en la pared exterior del grupo) - Manejar redes sociales como Facebook, twitter, LinkedIn, para divulgar información acerca de: - Eventos con evidencia fotográfica y descripción de los logros obtenidos. - Noticias del comportamiento de papers y su aceptación en revistas - Premios
GENERAR REDES DE COOPERACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (COMUNICACIÓN EXTERNA)	
Crear nuevas alianzas de cooperación en cada una de las UEN propuestas.	Crear alianzas con el sector empresarial en Santander mediante la formulación de propuestas para las convocatorias de los diferentes clusters de Santander (Oil&Gas, Construcción, Turismo, Agroindustria y Salud) (http://clustersantander.com/) (Contactar a la persona encargada de cada cluster en la cámara de comercio)

	- Asistir a eventos de emparejamiento, ruedas de negocios, jornadas de formación gratuitas, encuentros empresariales, talleres, entre otros eventos organizados por entidades como: - FENALCO (https://www.fenalcosantander.com.co/) - Cámara de Comercio de Bucaramanga (https://www.camaradirecta.com/) - COLCIENCIAS (https://www.colciencias.gov.co/) - MinCIT (http://www.mincit.gov.co/) - entre otros. - Inscribirse al pacto por la innovación en Colombia (http://pactosporlainnovacion.colciencias.gov.co/) como organización para acceder a la herramienta SUNN (comunidad virtual que conecta la oferta y la demanda de innovación en Latinoamérica. Al acceder a la plataforma tendrás la posibilidad de ser demandante (empresas e inversionistas) u oferente (grupos de investigación y startups de innovación.). Adicionalmente realizar el autodiagnóstico en innovación. - Enviar la información de objetivos generales y específicos de CEMOS a las diferentes unidades académicas con el fin de divulgar las líneas de investigación de CEMOS para crear alianzas con los grupos de investigación de la UIS (la idea es que los proyectos de grado sean realizados por un estudiante y un docente de la E3T y otro estudiante y docente de otra escuela)
Formalizar las alianzas de cooperación actuales mediante la ejecución de proyectos en conjunto.	Usar la información de Alianzas informales (Anexo I) con el fin de proponer proyectos de grado en cooperación con investigadores y estudiantes de otras escuelas (la idea es que los proyectos de grado sean realizados por un estudiante y un docente de la E3T y otro estudiante y docente de otra escuela)
Buscar oportunidades de financiamiento	- Obtener financiación a partir de la formulación de proyectos tipo Vouchers de Innovación (DNP, 2014) (https://proyectostipo.dnp.gov.co) que tienen como objetivo la apropiación de procesos de innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas. - Obtener financiación mediante los concursos anuales para promover la consolidación de alianzas estratégicas entre la academia, el sector productivo y el estado realizados por UniRED (http://unired.edu.co/index.php) - Obtener financiación mediante la formulación de propuestas para las convocatorias del portal innovamos (https://www.innovamos.gov.co/) del gobierno nacional
MEJORAR LOS PROCESOS DE COMUNICACIÓN INTERNA	
Promover la socialización de los proyectos y propuestas de investigación y sus resultados con los miembros de la organización.	- Realizar y publicar anualmente un informe en el que se describan las actividades, productos, proyectos y logros de los integrantes del grupo. - Realizar seminarios mensuales donde los integrantes exponen los avances en sus investigaciones. - Realizar la publicación mensual de boletines de actualidad de las actividades del grupo.
Implementar procesos de gestión del conocimiento que permitan percibir, captar, conservar y posteriormente comunicar el conocimiento generado, las metodologías usadas y las experiencias y lecciones aprendidas en el desarrollo de las actividades.	- Crear y publicar informes al final de cada proyecto (incluirlo como entregable del proyecto) donde se incluyan las metodologías usadas y experiencias y lecciones aprendidas. - Crear calendario compartido para publicar todos los eventos, convocatorias, etc. - Realizar y actualizar periódicamente una base de datos compartida de proyectos realizados. - Realizar y actualizar periódicamente una base de datos compartida de las publicaciones realizadas.
PROMOVER LA REFLEXIÓN ESTRATÉGICA	

Fomentar el conocimiento y ejecución de las estrategias planteadas	Promover y actualizar periódicamente el cuadro de indicadores
--	---

Fuente: Autores

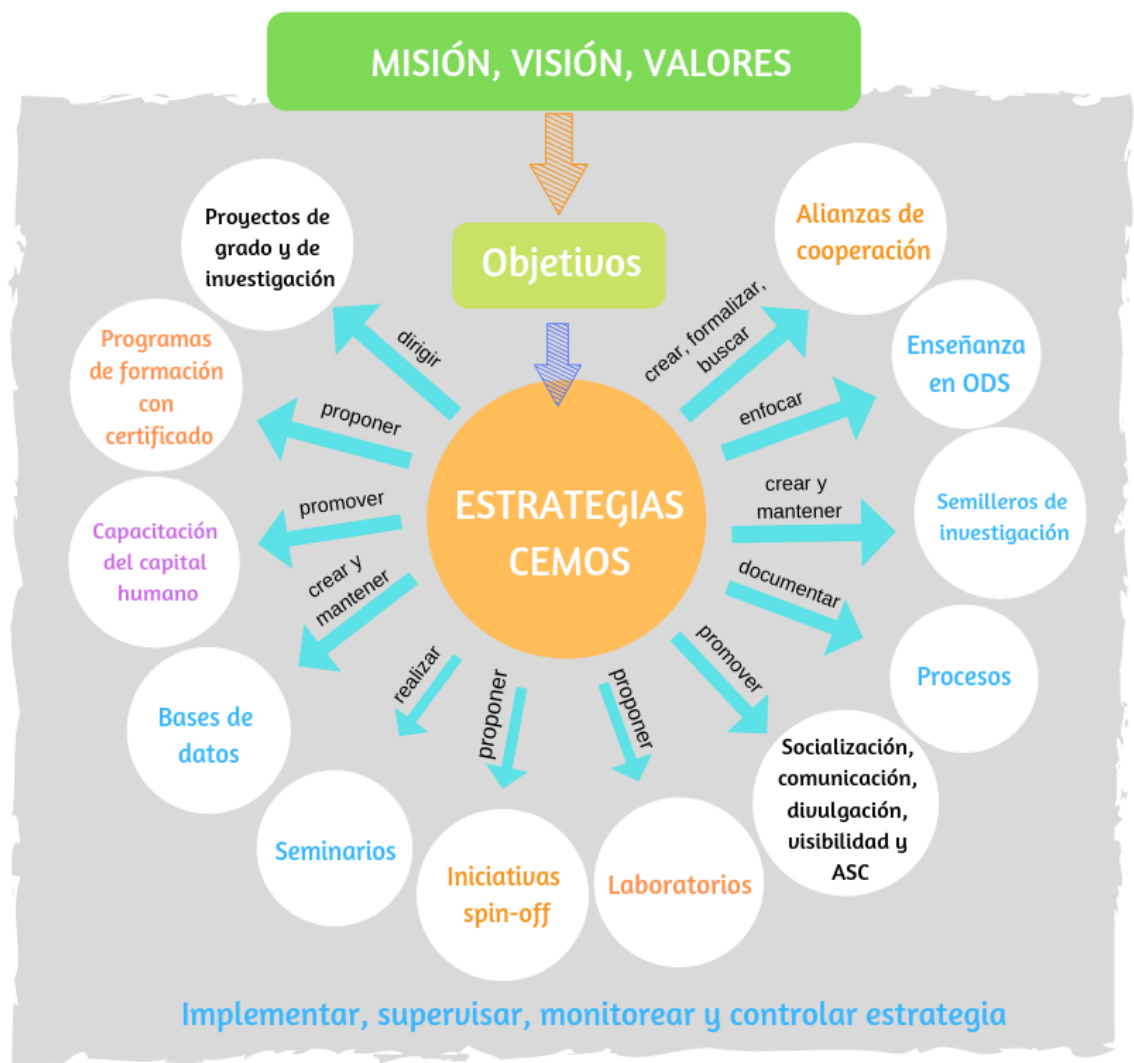
8.5.2. Formulación de estrategias por UEN. Las estrategias por UEN son aquellas que contribuyen al cumplimiento de los objetivos de cada unidad. Como su nombre lo indica, son acciones aplicables, específicas y enfocadas al área de investigación de cada una de las unidades estratégicas. En el Anexo W se describen en detalle las estrategias teniendo en cuenta el objetivo general y específico al cual contribuyen por cada UEN.

8.6. MAPAS ESTRATEGICOS

Los mapas estratégicos presentados a continuación se desarrollaron como estrategia de comunicación de la formulación estratégica presentada en la sección anterior. En la

Figura 25 se observa un resumen gráfico de las estrategias formuladas en la sección anterior, en total son 12 estrategias basadas en las bases estructurales de la organización y sus objetivos. Adicionalmente, en la Figura 26, Figura 27, Figura 28, Figura 29, Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33 se desglosan cada una de las estrategias. Por último, en la Figura 34 se presenta el mapa estratégico basado en las perspectivas del Balanced Scorecard donde se clasifican las estrategias entre financieras, del Cliente, de Procesos Internos y de Aprendizaje y Crecimiento.

Figura 25. Estrategias CEMOS



Fuente: Autores

Figura 26. Desglose estrategia “Dirigir proyectos de grado e investigación”



Fuente: Autores

Figura 27. Desglose estrategia “Proponer programas de formación”



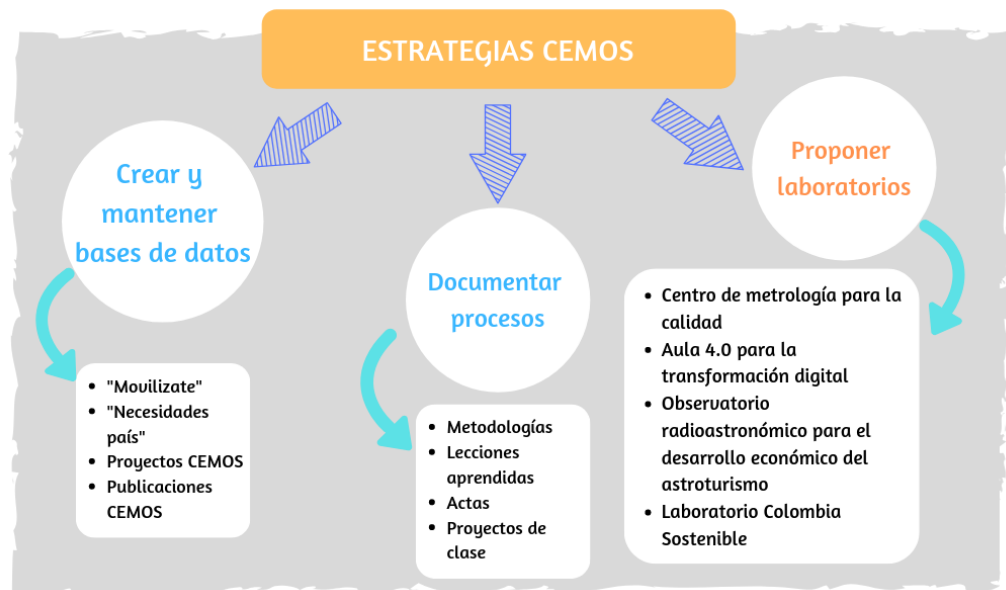
Fuente: Autores

Figura 28. Desglose estrategia “Promover capacitación del capital humano”



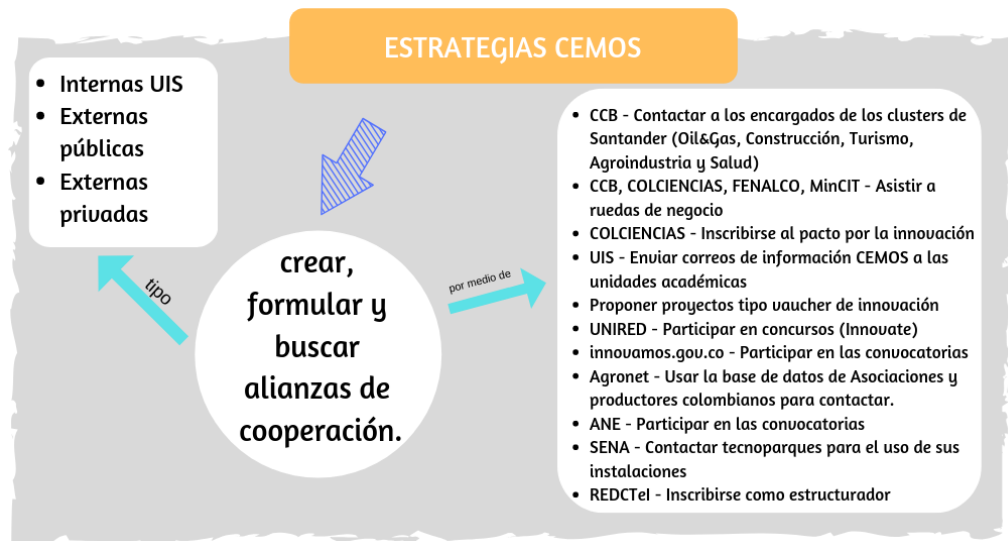
Fuente: Autores

Figura 29. Desglose estrategia “Crear y mantener bases de datos, documentar procesos y proponer laboratorios”



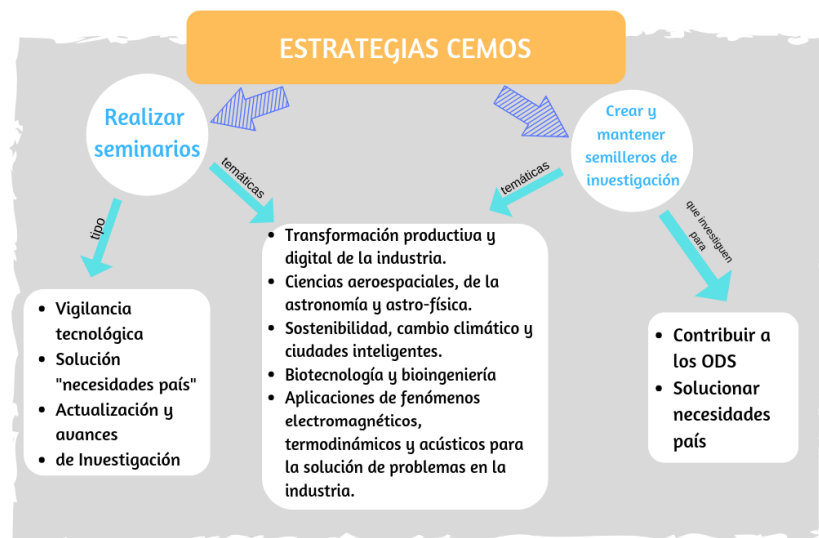
Fuente: Autores

Figura 30. Desglose estrategia “Crear, formular y buscar alianzas de cooperación”



Fuente: Autores

Figura 31. Desglose estrategia “Realizar seminarios, Crear y mantener semilleros de investigación”



Fuente: Autores

Figura 32. Desglose estrategia “Proponer iniciativas spin-off, Enfocar enseñanza en ODS”



Fuente: Autores

Figura 33. Desglose estrategia “Promover socialización, comunicación, divulgación, visibilidad y ASC”



Fuente: Autores

Figura 34. Mapa estratégico basado en las perspectivas del Balanced Scorecard



Fuente: Autores

8.7. BALANCED SCORECARD

En esta sección se presentan la tabla de indicadores para las 12 estrategias planteadas anteriormente y una adicional de gestión de la estrategia. Esta tabla fue adaptada del modelo “Balanced Scorecard” y basada en los mapas estratégicos de

la sección anterior. Para establecer los indicadores y el medio de verificación se tuvo en cuenta que estos deben ser:

- En su definición: medibles, pertinentes y comprensibles.
- En la obtención de datos: prácticos, oportunos, precisos y rentables.
- En el seguimiento: Confiables, validados.

Es importante mencionar que el Balanced Scorecard propuesto es una herramienta de gestión, por tal motivo se recomienda ubicarlo en un lugar visible en la oficina de cada una de las unidades responsables y adicional a esto, compartirlo en la nube para su fácil actualización y visibilidad. Para conocer información adicional de la implementación de cada estrategia revisar sección 8.5 y 8.6 y el Anexo W según sea el caso.

Tabla 17. Cuadro de indicadores Balanced Scorecard para el seguimiento y control de la estrategia.

BALANCED SCORECARD GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS														
	Estrategias	Indicador	Medio de verificación	Característica	Descripción	Metas 2019-2023					Responde			
						19	20	21	22	23				
FINANCIERA	Proponer programas de formación no formal con certificado de participación y formal con diploma de la UIS.	Número de propuestas por año para programas de formación	Documento de la propuesta o programa de formación dictado	Tipo	Taller	5	5	10	10	10	El director de cada UEN responde por la gestión de la estrategia			
					Curso Corto	2	2	3	4	5				
					Diplomado	0	1	1	1	1				
					Especialización	0	0	0	0	1				
				TOTAL					7	8		14	15	17
				Modalidad	Virtual	0	1	1	2	3				
					Presencial	7	7	13	13	14				
					TOTAL					7		8	14	15
				Idioma	Español	7	8	14	14	15				
					Inglés	0	0	0	1	2				
					TOTAL					7		8	14	15
				Temática	UEN 1	1	2	3	4	4				
					UEN 2	2	2	3	3	4				
					UEN 3	2	2	4	4	4				
					UEN 4	1	1	2	2	3				
					UEN 5	1	1	2	2	2				
				TOTAL					7	8		14	15	17
	Crear, formalizar y buscar alianzas de cooperación	Número de proyectos realizados bajo alianzas	Documento del proyecto	Tipo	Internas UIS	4	6	6	8	8	UEN GESTA			
					Externas públicas	1	1	1	2	2				
					Externas privadas	0	3	3	5	5				
					TOTAL					5		10	10	15
		Número de propuestas, contactos, emails	Encuestas	Tipo de contacto	Contactar encargados CCB Clusters	1	1	1	1	1	CEMOS ATA			
					Asistir ruedas de negocios	1	1	1	1	1				

		informativos, reuniones para posibles alianzas			Inscripción pacto por la innovación o actualización – COLCIENCIAS	1	1	1	1	1	UEN GESTA La unidad táctica de CEMOS responde por las acciones de contacto, sin embargo, cada UEN responde por su participación en las convocatorias y concursos
					Enviar correos informativos UAA UIS	10	10	10	10	10	
					Propuestas tipo voucher innovación	0	0	0	1	1	
					Participación concurso UNIRED	1	1	1	1	1	
					Inscripción en plataforma innovamos.gov.co	10	0	0	0	0	
					Participación en convocatorias innovamos.gov.co	1	1	1	1	1	
					Contacto base de datos Agronet	2	2	2	2	2	
					Participación en convocatorias ANE	1	1	1	1	1	
					Visitas SENA	1	1	1	1	1	
					Inscribirse a la Red de estructuradores de proyectos CTI	1	0	0	0	0	
					Otros	0	0	0	0	0	
					TOTAL	30	19	19	20	20	CEMOS GESTA El director de CEMOS responde por las propuestas de laboratorios
	Proponer laboratorios	Número de propuestas por año para implementación de laboratorios	Documento de la propuesta, plan de negocios o estudio de factibilidad	Tipo de laboratorio	Centro de metrología para la calidad	0	0	1	0	0	
					Aula 4.0 para la transformación digital	0	1	0	0	0	
					Observatorio radioastronómico para el desarrollo económico del astroturismo	0	0	0	0	1	
					Laboratorio Colombia Sostenible	0	0	0	1	0	
					Otro	0	0	0	0	0	
					TOTAL	0	1	1	1	1	UEN GESTA
	Proponer iniciativas spin-off	Número de propuestas, estudios de factibilidad o planes de negocio	Documento del proyecto para realizar la propuesta. Biblioteca UIS	UEN	UEN 1	1	0	0	0	0	
					UEN 2	0	1	0	0	0	
					UEN 3	0	0	1	0	0	
					UEN 4	0	0	0	1	0	
					UEN 5	0	0	0	0	1	
					TOTAL	1	1	1	1	1	
CLIENTE	Promover la socialización, comunicación, divulgación, visibilidad y apropiación social del conocimiento	Número de actividades de socialización, comunicación, divulgación, visibilidad y ASC por año	Plataformas, documentos, bases de datos, encuestas.	Tipo de publicación	Evento calendario compartido CEMOS	10	15	20	25	30	CEMOS GESTA Y ATA La Unidad táctica de CEMOS responde por las actividades de la estrategia. El director de CEMOS responde por el informe de desempeño
					Artículos	10	15	20	25	30	
					Conferencias	2	4	6	8	10	
					Actualización completa página web	2	2	2	2	2	
					Videos en Youtube	30	35	40	50	55	
					Actualización poster	1	1	1	1	1	
					Publicación redes sociales	24	36	48	60	72	
					Boletines de actualidad	5	5	10	10	10	
					Informes anuales de desempeño	1	1	1	1	1	
					Otras	0	0	0	0	0	
					TOTAL	75	114	148	172	211	UEN GESTA, ADOPTA Y ATA Cada UEN responde por su portafolio de proyectos y por actualizar sus indicadores En caso de no tener unidad táctica se podrá soportar en la unidad
	Dirigir proyectos de grado y de investigación	Número de proyectos de grado o de investigación por año	Libro de proyecto de grado en la base de datos Biblioteca UIS	Temática	UEN 1	16	16	16	18	20	
					UEN 2	6	9	12	14	16	
					UEN 3	20	23	25	26	26	
					UEN 4	16	16	17	17	18	
					UEN 5	7	6	5	5	5	
					TOTAL	65	70	75	80	85	
				Idioma	Español	65	65	70	75	75	
					Inglés	0	5	5	5	10	
					Otro	0	0	0	0	0	
					TOTAL	65	70	75	80	85	
				Programa académico	Doctorado	1	1	1	2	2	
					Maestría	2	3	3	3	3	
					Especialización	2	2	2	2	2	
					Pregrado	60	64	69	73	78	
					TOTAL	65	70	75	80	85	
				Basados en	Necesidades del país	20	20	25	25	30	
					ODS	20	25	30	35	40	
					Alianzas	5	10	10	15	15	
					No alineados	20	15	10	5	0	
					TOTAL	65	70	75	80	85	
				Que contengan	Marca CEMOS + UEN y línea de investigación + Objetivo CEMOS al	35	45	55	60	70	

					que apunta + ODS al que contribuye						táctica de CEMOS
					NO	30	25	30	20	15	
					TOTAL	65	70	75	80	85	
				Que entregue	Vídeo + Documento de lecciones aprendidas + Certificado de competencias y carta de recomendación al estudiante	30	35	40	50	55	
					NO	35	35	35	30	30	
					TOTAL	65	70	75	80	85	
				Modalidad	Creación de empresas o iniciativas spin-off	5	7	10	12	15	
					Otros	60	63	65	67	70	
					TOTAL	65	70	75	80	85	
PROCESOS INTERNOS	Enfocar enseñanza en ODS	Número de proyectos de clase enfocados en las metas de los ODS	Informe final del proyecto	Temática	UEN 1	5	10	10	15	15	UEN GESTA
					UEN 2	5	10	10	15	15	
					UEN 3	5	10	10	15	15	
					UEN 4	5	10	10	15	15	
					UEN 5	5	10	10	15	15	
					TOTAL	25	50	50	75	75	
	Realizar seminarios	Número de seminarios realizados por año	Documento de conclusiones del seminario	UEN	CEMOS GESTA	2	2	2	2	2	CEMOS GESTA
					UEN 1	1	2	2	3	3	UEN ADOPTA
					UEN 2	1	2	2	3	3	
					UEN 3	1	2	2	3	3	
					UEN 4	1	2	2	3	3	
					UEN 5	1	2	2	3	3	
					TOTAL	7	12	12	17	17	
				Tipo	Vigilancia tecnológica	0	2	2	5	5	CEMOS GESTA
					Necesidades país	0	2	2	3	3	
					Actualización y avances	5	5	5	5	5	
					Inspírate	2	2	2	2	2	
					De Investigación	0	1	1	2	2	
					TOTAL	7	12	12	17	17	
	Crear y mantener semilleros de investigación	Número total de semilleros en funcionamiento	Plan de trabajo del semillero actualizado	UEN	UEN 1	0	0	1	1	1	UEN GESTA, ATA Y ADOPTA
					UEN 2	1	1	1	1	1	
					UEN 3	1	1	1	1	1	
					UEN 4	0	1	1	1	1	
					UEN 5	0	0	0	1	1	
					TOTAL	2	3	4	5	5	
	Crear y mantener bases de datos	Número de registros nuevos por año en la base de datos	Base de datos	Tipo de base de datos	"Movilízate"	10	10	10	10	10	CEMOS, UEN ATA
					"Necesidades país"	7	7	7	7	7	
					Proyectos CEMOS	65	70	75	80	85	
					Publicaciones CEMOS	10	15	20	25	30	
					TOTAL						
	Documentar procesos	Número de procesos documentados por año	Documentos de procesos	Tipo de documento	Metodologías	5	5	5	5	5	CEMOS, UEN ATA
					Lecciones aprendidas	30	35	40	45	50	
					Actas	5	10	10	15	15	
					Proyectos de clase	25	50	50	75	75	
					Otros	0	0	0	0	0	
					TOTAL	65	100	105	140	145	
APRENDIZAJE	Promover capacitación del capital humano	Número de integrantes que se capacitaron en esas temáticas al año	Encuesta que incluya el nombre del curso, tema plataforma y resultado	Temática	ODS	5	5	5	5	5	CEMOS, UEN GESTA
					Agricultura	3	3	3	3	3	
					Productividad	3	3	3	3	3	
					Competencias digitales	4	4	4	4	4	
					Gestión de proyectos	4	4	4	4	4	
					Desarrollo personal	3	3	3	3	3	
					Medio ambiente	5	5	5	5	5	
					Ciudades inteligentes	5	5	5	5	5	
					Idiomas	2	2	2	2	2	
					Hidrocarburos	2	2	2	2	2	
					Biotecnología	3	3	3	3	3	
					Astronomía	1	1	1	1	1	
					Otros	0	0	0	0	0	
					TOTAL	40	40	40	40	40	
GESTIÓN	Implementar, supervisar, monitorear y controlar estrategias	Número de actualizaciones del cuadro de indicadores	Control de cambios cuadro de indicadores	Actividad	Actualizaciones oficiales de indicadores	2	2	2	2	2	CEMOS ADMITE
					Realizar encuestas	2	2	2	2	2	
					Propuesta plan 2024-2028	0	0	0	0	1	
					TOTAL	4	4	4	4	5	

Fuente: Autores

8. PROPUESTA PARA EL PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS.

Según COLCIENCIAS, se entiende como Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación “al conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de conocimiento en uno o varios temas, de acuerdo con un plan de trabajo de corto, mediano o largo plazo (tendiente a la solución de un problema)”. Un grupo es reconocido como tal, siempre que demuestre continuamente resultados verificables, derivados de proyectos y de otras actividades procedentes de su plan de trabajo y que además cumpla con algunos requisitos mínimos para su reconocimiento (COLCIENCIAS, 2019).

Es así como se considera que los productos de los grupos y de los investigadores son los resultados que éstos obtienen en los procesos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación, y responden al plan de trabajo, las líneas de investigación y los proyectos del grupo. Estos productos, por ejemplo, pueden ser los artículos de investigación, las empresas de base tecnológica (Spin-Off), los productos del apoyo a programas de formación (apoyo a la creación de programas y cursos de maestría o doctorado), los trabajos de grado (pregrado, maestría y doctorado), entre otros (COLCIENCIAS, 2019).

Los productos que son reconocidos como resultados de las actividades de grupo de investigación se clasifican en cuatro (4) grandes tipos (COLCIENCIAS, 2019): Productos resultados de actividades de generación de nuevo conocimiento, productos resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación,

productos resultados de actividades de apropiación social del conocimiento y productos de actividades relacionadas con la Formación de Recurso Humano en CTel. En la Figura 35 y Figura 36 es posible observar la tipología de los productos clasificadas en las respectivas categorías, cabe mencionar que esta tabla fue tomada del Modelo de Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación e Investigadores para el año 2018 (COLCIENCIAS, 2019).

Figura 35. Tipología de productos para grupos de investigación según modelo de medición de Colciencias 2018. Primera parte.

TIPOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS			
PRODUCTOS RESULTADOS DE ACTIVIDADES DE GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO	PRODUCTOS RESULTADOS DE ACTIVIDADES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN	PRODUCTOS RESULTADOS DE ACTIVIDADES DE APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO	PRODUCTOS DE ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA FORMACIÓN DE RECURSO HUMANO PARA LA CTel
Artículos de investigación A1, A2, B y C Artículos en revistas indexadas en los índices y bases mencionados en la Tabla I del ANEXO 1.	Productos tecnológicos certificados o validados Diseño industrial, esquema de circuito integrado, software, planta piloto, prototipo industrial, signos distintivos, producto nutracéutico, colección científica y nuevo registro científico. Los requerimientos son mencionados en la Tabla IX del ANEXO 1.	Participación ciudadana en CTel y creación Participación ciudadana o comunidad(es) en proyectos de investigación. Espacio/evento de participación ciudadana o de comunidad(es) en relación con la CTel. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XIV del ANEXO 1.	Dirección de Tesis de Doctorado Dirección/Tutoría y Codirección/Cotutoría de Tesis de Doctorado, se diferencian las tesis con reconocimiento de las aprobadas. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVIII del ANEXO 1.
Artículos de investigación D Artículos en revistas indexadas en los índices y bases mencionados en la Tabla II del ANEXO 1.	Productos Empresariales Secreto empresarial, empresas de base tecnológica (spin-off y start-up), empresas creativas y culturales, innovaciones generadas en la gestión empresarial, innovaciones en procesos, procedimientos y servicios. Los requerimientos son mencionados en la Tabla X del ANEXO 1.	Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTel Programa/Estrategia pedagógica de fomento a la CTel. Incluye la formación de redes de fomento de la apropiación social del conocimiento. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XV del ANEXO 1.	Dirección de Trabajo de grado de Maestría Dirección/Tutoría y Codirección/Cotutoría de Trabajo de grado de maestría, se diferencian los trabajos con reconocimiento de los aprobados. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVIII del ANEXO 1.
Notas científicas Notas científicas publicadas en las revistas indexadas en los índices y bases especificadas en la Tabla III del ANEXO 1.	Regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones Regulaciones, normas, reglamentos, legislaciones, guías (práctica clínica y manejo clínico forense), protocolos (vigilancia epidemiológica y atención a pacientes), actos legislativos y proyectos de ley. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XI del ANEXO 1.	Comunicación social del conocimiento Estrategias de comunicación del conocimiento, generación de contenidos impresos, multimedia, virtuales y de audio. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVI del ANEXO 1.	Dirección de Trabajo de grado de Pregrado Dirección/Tutoría y Codirección/Cotutoría de Trabajo de grado de pregrado, se diferencian los trabajos con reconocimiento de los aprobados. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVIII del ANEXO 1.
Libros resultado de investigación Libros que cumplen por lo menos con los requerimientos mínimos de calidad especificados en la Tabla IV del ANEXO 1.	Conceptos técnicos e informes técnicos Conceptos técnicos e informes técnicos. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XII del ANEXO 1.	Circulación de conocimiento especializado Eventos científicos, participación en redes de conocimiento, talleres de creación, eventos culturales y artísticos, documentos de trabajo (working papers), nueva secuencia genética, boletines divulgativos de resultado de investigación, ediciones de revista científica o de libros resultado de investigación, informes finales de investigación, Consultorías (científico-tecnológicas y arte, arquitectura y diseño) Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVII del ANEXO 1.	Proyectos de Investigación y Desarrollo Proyectos ejecutados por los Grupos de Investigación en calidad de Investigador Principal clasificados de acuerdo a las fuentes de financiación. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVIII del ANEXO 1.
Capítulos en libro resultado de investigación Capítulos en libro resultado de investigación que cumplen con los requerimientos mínimos de calidad especificados en la Tabla V del ANEXO 1.	Registros de Acuerdos de licencia para la explotación de obras protegidas por derecho de autor Acuerdos de licencia para la explotación de obras protegidas por derecho de autor. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XIII del ANEXO 1.		Proyectos de Investigación-Creación Proyectos ejecutados por los Grupos de Investigación en calidad de Investigador Principal clasificados de acuerdo a las fuentes de financiación. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVIII del ANEXO 1.

Fuente: COLCIENCIAS. (2019). Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTel, 2018. Recuperado el 27 de enero de 2019, Disponible en: <https://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatorianacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos-0>

Figura 36. Tipología de productos para grupos de investigación según modelo de medición de Colciencias 2018. Segunda parte

Productos tecnológicos patentados o en proceso de concesión de la patente Patente obtenida o solicitada por vía PCT o tradicional y Modelo de utilidad. Los requerimientos son mencionados en la Tabla VI del ANEXO 1.		Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (ID+I) Proyectos ejecutados por investigadores en empresas y los proyectos con jóvenes investigadores en empresas. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVIII del ANEXO 1.
Variedades vegetales, nuevas razas animales y poblaciones mejoradas de razas pecuarias Los requerimientos son mencionados en la Tabla VII del ANEXO 1.		Proyecto de extensión y Responsabilidad social en CTI Proyectos de extensión, en los que se especifique el tipo de participación del grupo de investigación en el proyecto (proyecto de extensión en CTI o proyecto de responsabilidad social-extensión solidaria con componente de CTI). Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVIII del ANEXO 1.
Obras o productos de investigación-creación en Artes, Arquitectura y Diseño Productos que cumplen con los requerimientos mínimos de calidad especificados en la Tabla VIII del ANEXO 1		Apoyo a creación de programas o cursos de maestría o de doctorado Apoyo a la creación de programas o cursos de maestría o de doctorado. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVIII del ANEXO 1.
		Acompañamientos y asesorías de línea temática del Programa Ondas Acompañamientos y asesorías de línea temática del Programa Ondas. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVIII del ANEXO 1.

Fuente: COLCIENCIAS. (2019). Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTel, 2018. Recuperado el 27 de enero de 2019, de <https://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatorianacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos-0>

9.1. POLÍTICAS DE EXTENSIÓN DE LA UIS

En esta sección se presenta una introducción corta a las políticas de extensión contenidas en los acuerdos N°006 de 2005 y N°103 de 2013 de la Universidad

Industrial de Santander. Es importante mencionar que no se pretende hacer una revisión y análisis completo de dichas políticas ya que esto hace parte de los estudios de factibilidad y planes de negocio que se deben realizar antes de proponer formalmente el programa de extensión a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión. Sin embargo, en el Anexo X y Y, se encuentra información acerca de los puntos relevantes de dichos acuerdos.

9.1.1. Acuerdo N°006 de 2005. Considerando que la Ley 30 de 1992 incluye entre los objetivos de la Educación Superior el ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético a nivel nacional y regional y que es necesario reorientar la función de Extensión en la Universidad hacia la satisfacción de un conjunto de necesidades prioritarias para el país, la región, la localidad, mediante la interacción y la integración con diversos actores sociales, urdiendo un tejido social que de consistencia a un proyecto institucional universitario de largo plazo (CONSEJO SUPERIOR UIS, 2005), entre otras consideraciones.

El Consejo Superior acuerda, entre otras cosas, que la prestación de servicios de extensión en la Universidad Industrial de Santander se desarrolla mediante diversas modalidades o campos de realización, los cuales son ofrecidos por las diferentes unidades académicas y administrativas de la institución (CONSEJO SUPERIOR UIS, 2005). Estos programas, proyectos y actividades son:

- Asesoría y consultoría profesional (asesoría, consultoría, asistencia técnica, interventoría y veeduría)
- Servicios tecnológicos.

- Servicios educativos (prácticas académicas y educación no formal)
- Servicios docente asistenciales
- Servicios culturales, artísticos y deportivos.
- Servicios de comunicación e información

9.1.2. Acuerdo N°103 de 2013. Considerando que, para facilitar y fomentar la ejecución de actividades de extensión en las modalidades de asesoría, consultoría y de educación continuada resulta conveniente consolidar y complementar la normatividad que regula el proceso de formulación y presentación de propuestas, así como su ejecución, terminación y liquidación (CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2010), entre otras consideraciones, el Consejo Superior acuerda aprobar los requisitos y procedimientos administrativos para la gestión de proyectos de extensión y educación continuada en la Universidad Industrial de Santander (CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2010) que se dictan a continuación:

- TÍTULO I: Oferta, Elaboración y presentación de propuestas de extensión
- TÍTULO II: Formalización de las actividades de extensión
- TÍTULO III: Ejecución de los proyectos o actividades de extensión
- TÍTULO IV: Finalización del proyecto o actividad
- TÍTULO V: Generalidades de los diplomados y cursos

9.2. UNIDADES ESTRATÉGICAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN (UE I+D+i) DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS

En esta sección se realiza una presentación de las Unidades Estratégicas de Innovación, Desarrollo tecnológico e Innovación (UE I+D+i) propuestas en este trabajo de grado con sus respectivas áreas del conocimiento, descripción y proyectos asociados en el periodo 2017-2018 para los programas de doctorado, maestría y pregrado. Esta propuesta es el resultado del proceso de análisis y redefinición de las líneas de investigación del grupo de investigación CEMOS. Adicionalmente, se realiza una propuesta para la dirección de cada una de las Unidades Estratégicas teniendo en cuenta las áreas de experticia y la cantidad de proyectos desarrollados por cada investigador en las áreas de trabajo de las UE I+D+i (Tabla 19). Es importante aclarar que una vez implementada la arquitectura organizacional propuesta en la sección 8.4, los principales responsables del portafolio de productos y servicios serán los directores de cada unidad de acuerdo con la temática del producto en consideración, es por esto por lo que en la Tabla 19 también se añaden los datos de contacto del investigador.

Tabla 18. Descripción de las Unidades Estratégicas de I+D+i.

Unidades Estratégicas de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación (UE I+D+i) CEMOS	
Descripción	
Área del conocimiento	Proyectos maestría y doctorado 2017-2018. Pregrado 2018
TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA Y DIGITAL DE LA INDUSTRIA EN COLOMBIA	
La transformación productiva y digital es el mecanismo fundamental para implementar modelos de desarrollo económico en el marco de la Cuarta Revolución Industria ya que permite aumentar la productividad, pública y privada, mejorar la competitividad y cerrar las brechas sociales en la población. En este sentido, el capital humano calificado es uno de los principales factores que un país requiere para insertarse en la economía digital y Colombia tiene grandes desafíos en esta área (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2018). Para que Colombia sea protagonista y aproveche esta transformación de los modelos de negocio es necesario un trabajo articulado entre el sector	

público, el privado y la academia (ANDI, 2019). Es esta la razón por la cual desde el grupo de investigación CEMOS se propone la transformación productiva y digital de la industria en Colombia como Unidad Estratégica de I+D+i con las siguientes áreas del conocimiento y proyectos asociados:	
Tecnologías de la automatización, instrumentación y control de procesos industriales.	• Sistema de control de iluminación y sistema de posicionamiento global integrado en un equipo destinado a la captación de imágenes con daños en pavimento. • Instrumentación y puesta en marcha de un sistema de tanques rectangulares para realizar un control de nivel empleando el PLC CompactLogix 1769-L32E • Diseño de prácticas de laboratorio para las asignaturas en el área de automatización, instrumentación y control utilizando el sistema de tanques rectangulares acoplados del laboratorio de control e instrumentación
Sistemas de integración en la industria basados en el uso de las TIC	• Plan de negocios para la creación de una empresa comercializadora y desensambladora de elementos electrónicos (Computadores, Celulares)
Internet de las cosas para procesos industriales.	• Identificación y documentación de las funciones de protección del sistema de extrusión de la planta de Polietileno I del Departamento de Petroquímica perteneciente a la Gerencia Refinería Barrancabermeja
Inteligencia artificial para procesos industriales.	• Reducción de ruido acústico generado por una unidad de supercómputo en el Centro Colombiano de Computación Avanzada a partir del principio de cancelación activa de ruido. • Motor de corriente continua de excitación independiente. Arranque y control de velocidad por tensión de armadura.
Optimización, modelado y simulación de procesos industriales mediante el uso de algoritmos.	• Enfoque de aprendizaje de distancias para la detección de cambios de micrófono en archivos de audio • Sistema optoelectrónico de codificación de información basado en vórtices ópticos perfectos con momento angular orbital • Modelado y simulación de un secador solar híbrido para masa de café en pepa
CIENCIAS AEROESPACIALES, DE LA ASTRONOMÍA Y LA ASTROFÍSICA EN COLOMBIA.	
Colombia tiene el orgullo de haber sido pionero en América en cultivar la astronomía a comienzos del siglo XIX, sin embargo, el país consumido por las guerras civiles abandonó esta tradición astronómica dejando a un lado la inversión y desarrollo en el área (SEMANA, 2016). El panorama comenzó a cambiar hace alrededor de 20 años, cuando personas aficionadas a la astronomía vieron la necesidad de profesionalizarla (SEMANA, 2016). Este proceso ya ha comenzado a dar sus frutos con aproximadamente 40 astrónomos con doctorado en el país, concentrados especialmente en las universidades Nacional, de Antioquia, de los Andes e Industrial de Santander (UIS) (SEMANA, 2016). El florecer de la astronomía también se observa en la diversidad de temas que tocan estos investigadores, por su parte, la UIS se ha especializado en el campo de la radioastronomía y las astro-partículas (SEMANA, 2016) (MELO, 2018). La Unión Astronómica Internacional considera que la astronomía y sus diversos campos del conocimiento que generen un desarrollo multidimensional que impacte positivamente la economía, educación y cultura del país (MELO, 2018). En este sentido, se propone como Unidad Estratégica de I+D+i para el grupo de investigación CEMOS el área de astronomía, astrofísica e ingeniería aeroespacial con las siguientes áreas del conocimiento y proyectos asociados:	
Instrumentación científica y electrónica en astronomía.	• Procesamiento, adecuación y visualización de los datos generados por los instrumentos científicos embarcados en un globo sonda estratosférico. • Diseño del sistema de instrumentación de la misión e3tratos para medir concentración de gases atmosféricos mediante el método de espectroscopia laser de diodo sintonizable • Diseño y construcción de la estructura mecánica, escudo térmico, sistema de elevación y sistema de descenso de un globo sonda estratosférico. • Diseño de un prototipo de medición de la actitud en tierra de un pico-satélite de estándar CUBESAT
Ingeniería y tecnologías aeronáuticas y del espacio	
Astronomía óptica y radioastronomía.	
SOSTENIBILIDAD, MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y CIUDADES INTELIGENTES.	
Para nadie es un secreto que la trascendencia de la temática acerca del cuidado y protección del medio ambiente ha crecido significativamente en la última década (OBSERVARIO DE COMPETITIVIDAD, 2018), es así como entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) acordados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y aceptados y liderados por el gobierno nacional, se incluyen 6 objetivos encaminados específicamente al cuidado del ecosistema (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2016). Bajo esta premisa, surge un tipo de desarrollo urbano basado en la sostenibilidad llamado "ciudad inteligente". En este orden de ideas el grupo de investigación CEMOS cuenta con la responsabilidad y oportunidad de aportar a este propósito mediante el fortalecimiento de áreas de investigación que permitan el desarrollo de proyectos que aprovechen las nuevas tecnologías para mejorar nuestra relación con el medio ambiente y aporten soluciones científicas, tecnológicas, políticas y culturales a la contaminación del aire, las aguas y los suelos, la reducción de la biodiversidad y el calentamiento del planeta. Por esta razón, se propone la Unidad Estratégica de I+D+i en sostenibilidad, cambio climático y ciudades inteligentes, que cuenta con las siguientes áreas del conocimiento y proyectos asociados:	
Instrumentación científica en energía y medio ambiente.	• Diseño y construcción de un sistema modular y de bajo costo para el sensado de variables del agua y del suelo para una microcuenca del páramo de San Turban • Diseño de una estación meteorológica para estudios ecológicos • Implementación de un sistema que permita determinar la disponibilidad de puestos en una zona de aparcamiento vehicular • Implementación de un sistema de seguridad IoT. • Monitoreo remoto de la planta de emergencia de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones empleando el internet de las cosas (IoT) • Actualización del sistema de automatización (BAS) del edificio de investigaciones sede Guatiguará de la UIS, acorde con el estándar institucional.
Domótica e inmótica.	
Internet de las cosas en energía y medio ambiente.	

Inteligencia artificial en energía y medio ambiente.	- Integración del conmutador inteligente de potencia y la sub-medición por circuito en la red de área doméstica del sistema de gestión del hogar inteligente. - Implementación de un sistema de medición remota de energía eléctrica basado en un entorno de internet de las cosas (IOT)
Optimización, modelado y simulación en energía y medio ambiente	- Internet de las cosas aplicado al monitoreo y medición de la calidad del aire. - Estación de monitoreo de material particulado de bajo costo basado en internet de las cosas. - Determinación de la degradación prematura de los diodos de bypass de un panel fotovoltaico - Diseño e implementación de un sistema electrónico para el cálculo de un indicador de degradación prematura en paneles fotovoltaicos que estima el incremento de la resistencia serie del modelo de un diodo
Generación de energía eléctrica mediante el uso de fuentes renovables.	- Diseño de un sistema fotovoltaico en DC aislado para alimentar el Telescopio de Muones (MuTe) desarrollado por el grupo de investigación en relatividad y gravitación (GIRG). - Control de sistema fotovoltaico conectado a la red trifásica considerando inversor multinivel con diodos anclados al neutro - Desarrollo de un algoritmo para estimar la irradiancia que incide en un panel fotovoltaico mediante el procesamiento de imágenes.
Uso racional y eficiente de la energía (URE).	- Evaluación del estándar de red inalámbrica IEEE 802.15.4 para la transmisión de datos utilizados en una micro red eléctrica - Análisis del impacto energético producido por la inclusión de un distrito térmico en la Universidad Industrial de Santander sede Barrancabermeja
Transporte sostenible.	- Diseño y construcción de un transformador electrónico de baja potencia con tensión de salida variable - Diseño y simulación de una interfaz para adecuar los niveles de tensión y corriente Provenientes de un Transductor a un medidor de energía eléctrica. - Diseño y montaje del sistema de tracción eléctrica de un vagón - Banco de pruebas para la caracterización de un motor brushless de una cicla eléctrica - Desarrollo e implementación de un sistema para el monitoreo de variables de una bicicleta con un enfoque IoT.
BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA.	
Partiendo de un enfoque general, se considera a la biotecnología como la aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos o partes de ellos para la producción de conocimientos, bienes y servicios (CHAPARRO, et al., 2013). Por su parte, la bioingeniería, usa los principios de biología y las herramientas de ingeniería para crear productos útiles, tangibles y económicamente viables, por consiguiente, se utiliza en el diseño de dispositivos médicos, equipos de diagnóstico, materiales biocompatibles, la bioenergía renovable, la ingeniería ecológica y otras áreas que mejoran la calidad de vida de las sociedades (WIKIPEDIA, 2018). Ciertamente, es preciso percibir las como tecnologías con aplicaciones múltiples y motores económicos que proporcionan ventajas competitivas a diversos sectores como el sector salud, agricultura, ganadería, acuicultura, alimentación, procesos industriales, manufactura, medio ambiente, entre otros (CHAPARRO, et al., 2013). Son estas las razones por las que se propone la Unidad Estratégica de I+D+i en biotecnología y bioingeniería, que cuenta con las siguientes con las siguientes áreas del conocimiento y proyectos asociados:	
Instrumentación electrónica para aplicaciones en biotecnología roja, verde y amarilla.	- Diseño evolutivo de reguladores de nivel de glucosa en pacientes con diabetes Mellitus Tipo I - Modelo in Silico de evolución dirigida para genes CRY11 de Bacillus Thuringiensis - Algoritmos predictivos robustos para el control de glucosa en pacientes con diabetes Mellitus Tipo I: validación en tiempo real usando "Hardware in the loop" - Evaluación de la información articular como medio para mejorar el desempeño de los sistemas de verificación del hablante
Sistemas de integración TIC para aplicaciones en biotecnología roja, verde y amarilla.	- Método de estimación del momento oportuno de destete ventilatorio para pacientes de UCI mediante el procesamiento digital de señales fisiológicas y Redes Neuronales Artificiales - Implementación de un algoritmo de detección de caídas de personas con contextualización del evento usando máquinas de soporte vectorial y sensores inerciales - Diseño y desarrollo de un prototipo para inferir ubicación mediante el algoritmo dead reckoning aplicando métodos de corrección de errores - Estudio del efecto de la concentración de glucosa en la sangre sobre el índice de atenuación de radiación infrarroja, en un dedo de la mano - Implementación de modelo funcional del registro extracelular neuronal en ratas Wistar en el laboratorio de neurociencias de la facultad de salud
Internet de las cosas para aplicaciones en biotecnología roja, verde y amarilla.	- Análisis de la influencia del ruido provocado por sistemas de adquisición de imágenes de resonancia magnética (MRI) sobre los parámetros acústicos de la voz. - Análisis del ruido inducido por sistemas de vídeo de resonancia magnética durante el proceso de grabación de señales de audio. - Diseño y construcción de un prototipo de sistema electrónico de soporte para la psicoterapia de biorretroalimentación.
Biología computacional	- Análisis y comparación de algoritmos para propósitos de segmentación del intervalo QT en señales de electrocardiografía registradas en neonatos. - Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en neonatos a partir de registros de señales de electrocardiografía - Evaluación de Aplicaciones de Software para el Alineamiento entre Texto y Audio basado en Motores de Reconocimiento de Voz.
Optimización, modelado y simulación de sistemas biológicos.	- Análisis de la relación entre el grado de apertura velofaríngea y propiedades espectrales de la voz mediante el uso de vídeos de resonancia magnética. - Análisis de la relación existente entre la longitud del tracto vocal, obtenida a partir de imágenes de resonancia magnética, y parámetros acústicos de voz. - Control predictivo de glucosa en pacientes con diabetes Mellitus tipo I: Validación en tiempo real del controlador sobre modelos TD1M.

Tratamiento de señales e imágenes para diagnósticos médicos y análisis biométrico.	• Simulador de la dinámica de glucosa de diferentes pacientes con diabetes Mellitus tipo I, con capacidad de comunicarse en tiempo real con una tarjeta de desarrollo. • Diseño y validación numérica de controladores Backstepping para regular la glucosa en pacientes con diabetes mellitus tipo I, mediante los modelos de pacientes obtenidos del simulador UVA/PADOVA. • Diseño e implementación de un electrocardiograma inalámbrico para monitoreo de la actividad cardiaca en ratas que se encuentran en libre movimiento. • Interfaz hombre maquina basada en el Emotiv Epoc System para personas en condición de cuadriplejía
APLICACIONES DE LOS FENÓMENOS FÍSICOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN DIVERSOS CAMPOS Y SECTORES DE LA INDUSTRIA.	
Los principios del electromagnetismo, la termodinámica y la acústica encuentran aplicaciones en diversas disciplinas afines, tales como las microondas, antenas, máquinas eléctricas, comunicaciones por satélite, bioelectromagnetismo, plasma, investigación nuclear, fibra óptica, la interferencia y compatibilidad electromagnética, la conversión de energía electromecánica, la meteorología por radar, la observación remota, entre otras. Ciertamente son innumerables las aplicaciones donde estas ramas de la física son de vital importancia para potenciar el desarrollo tecnológico, económico y científico, en consecuencia, campos como la medicina, metalurgia, minería, el sector de los hidrocarburos, geología, la industria automotriz, aeroespacial, aeronáutica, naval, militar, entre otros, requieren del desarrollo de este tipo de aplicaciones que conlleven el análisis de gran cantidad de variables y ecuaciones, por lo anterior, surge el reto de encontrar soluciones eficientes y eficaces utilizando la capacidad de procesamiento de los computadores y el desarrollo tecnológico de la actualidad (RODRÍGUEZ & NARANJO, 2001). Es por esto por lo que se propone la Unidad Estratégica de I+D+i en aplicaciones de fenómenos físicos que ocurren en campos como el electromagnetismo, la termodinámica y la acústica para la solución de problemas en diversos campos y sectores de la industria. Esta UE I+D+i cuenta con las siguientes con las siguientes áreas del conocimiento y proyectos asociados:	
Instrumentación electrónica en ensayo de materiales para análisis integridad de estructuras.	• Diseño y construcción de un modelo electrónico funcional para la medición de velocidad de corrosión mediante técnicas electroquímicas potenciostáticas • Sistema electrónico funcional para la estimación de la corrosión localizada del acero al carbono en contacto con un medio acuoso • Detección de defectos en estructuras mediante piezodiagnosis basado en multiactuación y modelos de línea base. • Algoritmo de localización de fugas en tuberías, basado en el análisis de componentes principales de medidas de presión. • Desarrollo de un modelo elástico de velocidades a partir de onda P y onda S con datos multicomponente para el estudio de interfaces sísmicas: un enfoque aplicando contornos de nivel activos • Reconstrucción del perfil de temperatura transitorio y del flujo de calor superficial en un sólido calentado con microondas, resolviendo mediante estrategias de optimización global, el problema térmico inverso • Simulation of realistic Groud Roll via 2-D finite-difference elastic seismic-wave propagation modeling with irregular near-surface • Arquitectura de sistemas expertos híbrida bajo el enfoque de ensemble learning para la monitorización de estructuras laminares
Optimización, modelado y simulación de fenómenos físicos, electromagnéticos, termodinámicos o acústicos mediante el uso de algoritmos.	
Aplicaciones de ondas electromagnéticas y guías de onda en comunicaciones y procesos industriales.	
Procesamiento de señales e imágenes para el estudio de fenómenos físicos, electromagnéticos, termodinámicos o acústicos mediante el uso de algoritmos.	

Fuente: Autores

Tabla 19. Dirección de las UE I+D+i y datos de contacto.

Dirección Unidades Estratégicas de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación			
UE I+D+i	Director	Máximo grado de formación académica	e-mail
GESTIÓN ADMINISTRATIVA GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS	Julián Gustavo Rodríguez	Ph. D. in Astronomy and Astrophysics	jgrodrif@uis.edu.co
CIENCIAS AEROESPACIALES, ASTRONÓMICAS Y ASTROFÍSICAS	Julián Gustavo Rodríguez	Ph. D. in Astronomy and Astrophysics	jgrodrif@uis.edu.co
TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA Y DIGITAL DE LA INDUSTRIA EN COLOMBIA	Juan David Bastidas	Dottorato Ingegneria dell'informazione	jdbastir@uis.edu.co

SOSTENIBILIDAD, MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y CIUDADES INTELIGENTES.	Jaime Guillermo Barrero	Magister en Ingeniería Área Electrónica	jbarrero@uis.edu.co
BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA	Franklin Alexander Sepúlveda	Doctor en Ingeniería – Automática	alexander.sepulveda@gmail.com
APLICACIONES DE LOS FENÓMENOS FÍSICOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN DIVERSOS CAMPOS Y SECTORES DE LA INDUSTRIA	Rodolfo Villamizar Mejía	Doctorado en Tecnologías de la Información	rovillam@gmail.com

Fuente: Autores

9.3. PRODUCTOS Y SERVICIOS BASADOS EN MODELO DE RECONOCIMIENTO Y MEDICIÓN DE COLCIENCIAS Y LA POLÍTICA DE EXTENSIÓN DE LA UIS

Para finalizar, en esta sección se presentan los productos y servicios que el grupo de investigación está en capacidad de ofrecer de acuerdo con la formación de su capital humano, experiencia, alianzas, equipos, instalaciones y áreas de investigación (Ver Anexo C, Anexo D, Anexo I, Anexo J y sección 9.2 del presente documento). Este portafolio está basado en la tipología de productos del “Modelo de Reconocimiento y Medición de COLCIENCIAS” (COLCIENCIAS, 2019) y las políticas de extensión de la Universidad Industrial de Santander (CONSEJO SUPERIOR UIS, 2005) (CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2010).

Tabla 20. Productos y servicios Grupo de Investigación CEMOS.

PRODUCTOS Y SERVICIOS CEMOS		
CATEGORÍA DEL PRODUCTO MODELO COLCIENCIAS		
Tipo	Descripción acorde a COLCIENCIAS	Temática
PRODUCTOS RESULTADOS DE ACTIVIDADES DE GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO		
Artículos, libros o capítulos de libro de investigación	Se entiende por artículo, libro o capítulo de libro de investigación, a la producción original e inédita, producto de procesos de investigación, reflexión o revisión, que haya sido objeto de evaluación por pares y avalado por estos como un aporte significativo al conocimiento en el área. Para el caso de los artículos deben ser publicados en una revista de conocimiento científico, tecnológico o académico, para el caso de los libros y capítulos de libro, debe pasar por procedimientos editoriales que garanticen su normalización bibliográfica y su disponibilidad.	Se desarrollan artículos, libros y capítulos de libro en todas las áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento
Productos tecnológicos patentados o en proceso de solicitud de patente	La patente es un título de propiedad otorgado por el gobierno de un país, que da a su titular el derecho de impedir temporalmente a otros la fabricación, la venta o la utilización comercial de la invención protegida.	Se cuenta con la capacidad de desarrollar patentes en todas áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento.
PRODUCTOS RESULTADOS DE ACTIVIDADES DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN		
Productos o servicios tecnológicos	A esta categoría pertenecen el diseño, la planta piloto, el prototipo, el esquema de circuito integrado y el software. Para el grupo de investigación se tendrán en cuenta los siguientes productos tecnológicos: <u>Diseño industrial</u>: Toda forma externa o apariencia estética de elementos funcionales que sirven de patrón para su producción en la industria, manufactura o artesanía con características especiales, de forma que dan valor agregado al producto y generan diferenciación y variedad en el mercado <u>Software</u>: Es la suma total de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación, técnica y de usuarios, y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un sistema de cómputo, cuyo propósito es el de apoyar el procesamiento de información. El software compila el conocimiento en procesos de solución de problemas de diverso grado de dificultad. <u>Planta piloto</u>: Construcción y utilización de plantas piloto para producción. <u>Prototipo industrial</u>: Un prototipo es un modelo original construido, que posee todas las características técnicas y de funcionamiento del nuevo producto. Por ejemplo, si se está desarrollando un dispositivo que mida la velocidad de corrosión, se precisan de varios prototipos para hacer ensayos de envejecimiento acelerado con diferentes materiales.	Se cuenta con la capacidad de desarrollar productos tecnológicos en todas las áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento.
Productos empresariales	En este subtipo se integran los productos que impactan directamente las actividades que desarrollan las empresas. Este tipo está constituido por el secreto empresarial, las empresas de base tecnológica (spin-off y start-up), las innovaciones generadas en la gestión empresarial y las empresas creativas y culturales. Para el grupo de investigación se tendrán en cuenta los siguientes productos tecnológicos: <u>Empresas de base tecnológica</u>: Empresa surgida con base en la creatividad, investigación, innovación y desarrollo tecnológico cuyo origen es académico o empresarial <u>Innovación en procesos y servicios</u>: Se refiere a procedimientos significativamente mejorados en cualquier sector de la economía.	Se cuenta con la capacidad de desarrollar productos empresariales en todas las áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento.
PRODUCTOS RESULTADOS DE ACTIVIDADES DE APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO		
Espacios de participación ciudadana en CTel por medio de seminarios	Participación del grupo de investigación en espacios o eventos de discusiones, en los que la ciencia, la tecnología y la innovación puedan hacer un aporte a la interpretación y solución de diversas problemáticas	Los seminarios son guiados por las diferentes UE del grupo y tienen como eje temático la solución de las necesidades o problemáticas del país por medio de la ciencia, tecnología e innovación.
Contenidos audiovisuales, multimedia y virtuales con	Se trata de la generación de contenidos difundidos a través de diferentes medios de comunicación que permitan la comprensión y reflexión sobre la relación entre la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación con la sociedad.	Los contenidos audiovisuales (Canal en Youtube), buscan compartir el conocimiento generado en el grupo y los avances en las investigaciones, su justificación, metodología y resultado. Para el caso

enfoque en CTel		de los contenidos multimedia y virtuales se busca compartir el conocimiento teórico que sirve como base de las investigaciones.
Talleres de creación para la circulación del conocimiento	Son laboratorios especializados en desarrollo de iniciativas creativas que potencian las aptitudes del creador y le permite encontrar diversos caminos experimentales basados en el conocimiento científico y tecnológico.	Los talleres son planteados para la solución de problemas específicos en cada una de las temáticas planteadas en la sección 9.2 y usan técnicas de facilitación como lluvia de ideas, LEGO Serious Play, entre otras.
Boletín divulgativo	Es una publicación cuyo propósito es compilar y presentar los trabajos sobre asuntos científicos y académicos con fines divulgativos.	Los boletines de actualidad CEMOS buscan compartir los avances y resultados de las investigaciones realizadas por los integrantes del grupo en todas las áreas listadas en la sección 9.2.
Informes finales de investigación	Son documentos que presentan los resultados finales de los proyectos de investigación realizados.	Se desarrollan informes finales de investigación en todas las áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento.
Asesoría, consultoría profesional	A través de estos servicios la Universidad se vincula y coopera con el sector social y empresarial, para la transferencia de conocimientos y la búsqueda de solución a sus problemas, con el propósito de contribuir a mejorar la calidad de vida de la comunidad. Estos servicios se ofrecen en las siguientes modalidades: <u>Asesoría:</u> Consiste en la búsqueda global de soluciones, o en la emisión de conceptos, por parte de la Universidad, que apoyen el proceso de toma de decisiones sin que implique desarrollos operativos específicos. A través de este servicio se da una transferencia de tecnología, de conocimientos hacia la organización, a partir de los cuales se generan cambios significativos de cierta permanencia. <u>Consultoría:</u> Son conceptos especializados que se emiten como respuesta a solicitudes formuladas sobre asuntos específicos, y que no implican una transferencia significativa de tecnología. Esta actividad busca que las soluciones propuestas sean las más adecuadas desde los puntos de vista técnico, económico y social. <u>Asistencia Técnica:</u> Es la cooperación que la Universidad da a entidades, tanto del sector público como privado, para la solución de problemas puntuales, coyunturales. Generalmente implica el uso de instrumentos, desarrollos operativos, montajes, o puesta en marcha de procesos. <u>Interventoría:</u> Comprende la verificación de que el desarrollo o la ejecución de un proyecto se lleven a cabo de acuerdo con las especificaciones, planos, normas y demás elementos estipulados o convenidos en el contrato. Tal vigilancia se adelanta en nombre de la entidad que dispone la ejecución del proyecto. <u>Veeduría:</u> Es una forma de interventoría que se efectúa con fines sociales, comúnmente para defender los intereses de la comunidad general en el desarrollo de proyectos de impacto público.	Se cuenta con la capacidad de ofrecer asesoría, consultoría, asistencia técnica, interventoría y veeduría en todas las áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento.
PRODUCTOS DE ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA FORMACIÓN DE RECURSO HUMANO PARA CTel		
Trabajos de grado en pregrado, maestría, especialización y doctorado	Se trata de la generación de espacios para asesorar y desarrollar las actividades implicadas en la realización de una tesis o trabajo de grado que otorga el título de doctor(a), magíster o profesional.	Se desarrollan trabajos de grado en todas las áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento.
Proyectos de Investigación y Desarrollo, Investigación	Se trata de proyectos ID+i desarrollados en sectores no académicos y que implican la formación de recurso humano en la metodología de la investigación. Se tienen en cuenta proyectos ejecutados por investigadores de grupos dentro de empresas, industrias o entidades estatales. También se tienen en cuenta proyectos con joven investigador.	Se desarrollan proyectos de Investigación y Desarrollo, Investigación en todas las áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento.
Proyecto extensión y de responsabilidad social en CTel en Educación no Formal	Se trata del diseño y desarrollo de proyectos y programas de extensión en CTel en educación no formal acordes al Acuerdo N°006 del 2005 de la UIS. Entre los servicios de extensión que el grupo CEMOS está en la capacidad de ofrecer se encuentran: • Cursos de educación continuada dirigidos a profesionales para posibilitar su actualización como diplomados, cursos, seminarios, talleres, pasantías, congresos o simposios, en las modalidades presencial, semipresencial, y a distancia. • Actividades de capacitación a individuos y a grupos de la comunidad.	Se cuenta con la capacidad de desarrollar proyectos de extensión en Educación no Formal en todas las áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento.
Apoyo a creación de programas y cursos de formación de investigadores.	Se trata del apoyo a la creación de programas y cursos de maestría y doctorado.	Se cuenta con la capacidad de apoyar la creación de programas y cursos de posgrado en todas las áreas listadas en la sección 9.2 del presente documento.

10. CONCLUSIONES

El resultado principal de este proyecto es el proceso de autoevaluación y reflexión estratégica realizado por los investigadores que les permitió replantear el rumbo de la organización, fortalecer los lazos de colaboración y fomentar la interacción entre ellos. Así mismo, este ejercicio les permitió participar en la elaboración de una propuesta que le permitirá al grupo de Investigación CEMOS favorecer su capacidad de innovación, investigación y desarrollo académico de sus integrantes, promoviendo así una atmósfera que resulta beneficiosa para el impulso de proyectos que generen impacto positivo a nivel nacional.

Por otro lado, es importante mencionar entre las conclusiones, que de acuerdo al análisis DOFA, la principal debilidad del grupo de investigación CEMOS es el bajo sentido de pertenencia de sus integrantes. Esto se evidencia en los resultados del análisis sistémico de influencias del capítulo 7.3, donde se observa que el elemento neutral “sentido de pertenencia” tiene el puntaje más alto en el factor SA (impacto), esto significa que la intensidad de la influencia del “sentido de pertenencia” sobre el sistema global es considerablemente alta. Sin embargo, el mismo análisis teniendo en cuenta el factor SP (afectación), nos demuestra que, así como este factor influye drásticamente en el sistema global, también es altamente afectado por los demás factores, brindando un escenario de alta probabilidad de transformación de dicha debilidad en una fortaleza que influenciará positivamente a la organización.

Así mismo, como resultado del ejercicio de reflexión estratégica se encontró que las líneas de investigación del grupo están desactualizadas y algunas no corresponden a la *Nomenclatura para los campos de las Ciencias y las Tecnologías* propuesta por la UNESCO o a la *Clasificación por áreas del Conocimiento* propuestas por la OCDE. Adicionalmente, desde su definición, la clasificación actual de las líneas de investigación hace difícil la categorización de algunos proyectos debido a que estos podrían corresponder a más de una línea, por ejemplo, para el caso del proyecto “Diseño e implementación de un electrocardiógrafo inalámbrico para monitoreo de la actividad cardíaca en ratas que se encuentran en libre movimiento” se podría considerar que este pertenece a tres de las líneas de investigación actuales: Bioingeniería e ingeniería biomédica, desarrollo de prototipos y supervisión experta, automatización y control. Es por esto por lo que se propone el concepto de Unidad Estratégica de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación (UE I+D+i) por sector de aplicación para una clasificación más sencilla y eficaz de los proyectos. Este concepto fue introducido a partir del Capítulo 7.6 del presente documento como Unidad Estratégica de Negocio (UEN) para el análisis de ciclo de vida y crecimiento-participación de las áreas de trabajo del grupo. Sin embargo, en el capítulo 8, este concepto se transforma en Unidades Estratégicas de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación (UE I+D+i) como preámbulo del portafolio de productos y servicios. Es así como en la sección 9.2 se presenta una tabla formal de las UE I+D+i propuestas con sus respectivas áreas de investigación, descripción y proyectos asociados en el periodo 2017-2018 para los programas de doctorado, maestría y pregrado.

A continuación, se listan algunos de los entregables que se obtuvieron tras la realización de este proyecto:

- Base de datos compartida de proyectos realizados en el periodo 2014-2018.
- Biografía de los investigadores principales.
- Inventario de equipos
- Arquitectura organizacional del grupo de investigación
 - Misión y visión actualizadas y alineadas con el PAED y el Plan ETI.
 - Objetivos generales y específicos alineados con los ODS.
 - Estrategias para la consecución de objetivos.
 - Estructura organizacional
- Mapas estratégicos que permiten una fácil comprensión de las estrategias planteadas.
- Cuadro de mando integral (Balanced Scorecard) para el monitoreo y control de estrategias con indicadores y metas definidos hasta el año 2023.
- Tabla de presentación de las Unidades Estratégicas propuestas (líneas de investigación actualizadas).
- Tabla de productos y servicios que el grupo está en la capacidad de ofrecer.
- Versión 1.0 de una plantilla para la evaluación por competencias

Por último, cabe resaltar que la capacidad de gestión de un grupo de investigación, y de sus integrantes, se ve reflejada en la consecución de los recursos financieros necesarios para el desarrollo de sus respectivos proyectos. Es por esto por lo que se insiste en invitar a los integrantes a implementar las estrategias propuestas y a usar las herramientas desarrolladas para tal fin. En este sentido, el Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) presentado en la sección 8.7, será un aliado importante para el seguimiento y control de las estrategias que llevarán al *Grupo de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación CEMOS*, a mantener su clasificación A1 y ser considerados como una comunidad de investigadores de gran prestigio, que contribuye al desarrollo económico y sostenible del país, por medio

de la formulación y ejecución de proyectos y estrategias en sus 5 Unidades Estratégicas de I+D+i (Visión 2024 CEMOS).

Por último, es indiscutible que los resultados de este trabajo de grado son escalables a cualquier grupo de investigación vinculado a la E3T. Es por eso por lo que se considera que la ejecución de este proyecto y la implementación de las estrategias planteadas aumentará la calidad y la pertinencia de la enseñanza y la investigación en la escuela E3T y su alineación con la *Visión 2030* y los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* propuestos por las Naciones Unidas.

11. RECOMENDACIONES

Como primer paso se recomienda usar los mapas estratégicos de la sección 8.6 para llevar a cabo el proceso de socialización del plan de pensamiento estratégico. Estos mapas fueron desarrollados como estrategia de comunicación y serán muy útiles durante el proceso de apropiación de la estrategia por parte de cada uno de los integrantes del grupo de investigación. Adicionalmente, debido a que el Cuadro Balanced Scorecard es una herramienta de gestión, se recomienda ampliamente ubicarlo en un lugar visible en la oficina de cada una de las unidades responsables y compartirlo en la nube para su fácil actualización y visibilidad.

Finalmente, es importante que se realice el proceso de reflexión y formulación estratégica en cada uno de los grupos de investigación adscritos a la E3T, tomando como modelo el presente documento o la metodología que consideren pertinente. Esto aumentará la sinergia de la iniciativa propuesta en este trabajo de grado permitiendo la consecución de la Visión 2027 de la E3T en donde sus centros y grupos de investigación lideran la oferta de formación permanente, de alta calidad y con pertinencia social, en los temas propios de su quehacer académico e investigativo. Además, mantienen vínculos de cooperación con pares académicos y de la industria, a nivel nacional e internacional, haciendo visible la universidad y la escuela a través de sus logros intelectuales, sociales y personales.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDI. (2019). *Transformación Digital*. (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia) Recuperado el 10 de Jan de 2019, de <http://www.andi.com.co/Home/Pagina/19-transformacion-digital>
- ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Bogotá.
- BANREP. (2018). *Flujo de inversión directa - balanza de pagos*. (Banco de la República de Colombia) Recuperado el 11 de 1 de 2019, de <http://www.banrep.gov.co/es/info-temas-a/2297>
- BASCO, A., BELIZ, G., COATZ, D., & GARNERO, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. EE.UU: Banco Interamericano de Desarrollo.
- BONTIS, N. (1998). Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models. *Management decision*, 36(2), 63-76.
- BRENNAN, K., & Otros. (2009). *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide), Version 2.0*. Canadá: International Institute of Business Analysis.
- BUENO, E., DEL REAL, H., FERNÁNDEZ, P., LONGO, M., MERINO, C., MURCIA, C., & SALMADOR, M. (2011). *Modelo Intellectus de medición, gestión e información del capital intelectual. (Nueva versión actualizada)*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

- CABILDO INSULAR DE TENERIFE. (2010). *Plan Estratégico para el desarrollo empresarial de la industria biotecnológica y biofarmacia en la Macaronesia*. Tenerife: BIOPHARMAC.
- CCB. (2018). 7 razones para creer en Santander. Bucaramanga: Cámara de Comercio de Bucaramanga.
- CCB. (2018). *Plan Regional de Competitividad de Santander 2018-2032*. Bucaramanga: Cámara de Comercio de Bucaramanga.
- CEMOS. (2014). *Grupo de Investigación CEMOS*. (Universidad Industrial de Santander) Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de <http://e3t.uis.edu.co/eisi/grupo/ceмос/>
- CHAPARRO, A., CARDONA, C., ORREGO, C., YEPES, F., SERNA, L., & OSPINA, S. (2013). *Plan Global de Desarrollo 2010-2012. Prospectiva UN - Agendas de conocimiento. Agenda: Biotecnología*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- CODECTI SANTANDER. (2015). Plan y Acuerdo Estratégico Departamental de CTI. Departamento de Santander. Bucaramanga: COLCIENCIAS.
- COLCIENCIAS. (2005). *Plan Estratégico Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática (Plan ETI)*. Bogotá: Instituto colombiano para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología.
- COLCIENCIAS. (05 de Marzo de 2014). *Plataforma Scienti - GrupLac*. (Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación - CEMOS) Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de <https://scienti.colciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000003030>

- COLCIENCIAS. (2015). *Modelo de Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y de Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Recuperado el 04 de Abril de 2018, de Colciencias:
<http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/documents/documento-modelomediciogrupos-2015.pdf>
- COLCIENCIAS. (2017). *Ciencia y Tecnología para Todos*. (Gobierno de Colombia) Recuperado el 04 de Abril de 2018, de Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias):
<http://scienti.colciencias.gov.co:8083/ciencia-war/>
- COLCIENCIAS. (Enero de 2019). *Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTel, 2018*. Recuperado el 27 de Enero de 2019, de
<https://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos-0>
- CONGRESO DE COLOMBIA. (2001). *Ley 697 de 2001*. Bogotá D.C: Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).
- CONGRESO DE COLOMBIA. (6 de Jul de 2017). *Ley 1838 del 6 de Julio de 2017*. Recuperado el 6 de Enero de 2019, de
<https://www.colciencias.gov.co/normatividad/ley-1838-2017>
- CONSEJO ACADÉMICO UIS. (2018). *Proyecto Educativo Institucional UIS. Documento borrador*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. (2018).

Documento CONPES 3934 - Política de Crecimiento Verde. Bogotá D.C:
Departamento Nacional de Planeación.

CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

(2010). *Acuerdo No. 103 DE 2010*. Bucaramanga: Vicerrectoría de
Investigación y Extensión UIS.

CONSEJO SUPERIOR UIS. (2005). *Acuerdo N° 006 de 2005*. Bucaramanga:

Vicerrectoria de Investigación y Extensión. Universidad Industrial de
Santander.

CONSEJO SUPERIOR UIS. (2007). *Plan de Desarrollo Institucional (2008-2018)*.

Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

DANE. (2018). *¿Cuántos somos?* Recuperado el 2019, de

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>

DANE. (2018). Producto Interno Bruto trimestral a precios constantes grandes
ramas de actividad económica. Bogotá: Banco de la República.

Recuperado el Jan de 2019

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA.

(28 de Julio de 2017). *Nuestra Entidad*. (Presidencia de la República)

Recuperado el 25 de Dec de 2018, de <http://es.presidencia.gov.co/dapre>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2018). *Bases del Plan*

Nacional de Desarrollo 2018-2022. Colombia: Gobierno Nacional de
Colombia.

- DIVISIÓN DE MERCADOS LABORALES. (2018). *El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe*. U.S: Banco Interamericano de Desarrollo.
doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0001339#sthash.3LuJaaW4.dpuf>
- DNP. (2004). *Cadena Productiva de Electrónica y equipos de telecomunicaciones en Colombia*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- DNP. (2014). *Proyectos Tipo - DNP*. (Departamento Nacional de Planeación)
Recuperado el Enero de 2019, de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/>
- DNP. (Oct de 2015). *Guía Sectorial de Programas y Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Recuperado el Jan de 2019, de
<https://www.colciencias.gov.co/portafolio/gestion-territorial/guia-sectorial/documento>
- E3T UIS. (2007). *Nuestra Escuela: Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones*. (UIS) Recuperado el 03 de Abril de 2018, de
Universidad Industrial de Santander:
<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/e3t/nuestraEscuela/index.html>
- ESCUELA DE MATEMATICAS. (2010). *Julio César Carrillo Escobar*. (Universidad Industrial de Santander) Recuperado el 02 de Oct de 2018, de
<http://matematicas.uis.edu.co/~jccarril/?q=node/11>
- ESTUPIÑAN, Y., GUERRERO, M., & COTE, C. (2017). *Apropiación social del conocimiento: Análisis de los grupos de investigación de la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander*. Bucaramanga: Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración.

- FANDIÑO, Y., BERMÚDEZ, J., & LUGO, V. (2012). Retos del Programa Nacional de Bilingüismo. Colombia Bilingüe. *Educ.Educ.*, 15(3), 363-381.
- FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, AC. (Noviembre de 2012). *Glosario Términos relacionados con la innovación*. Recuperado el 29 de Marzo de 2018, de <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/publicaciones>
- GALLARDO, J. (2012). *Administración Estratégica. De la visión a la ejecución*. C.V. México: AlfaOmega.
- GLOBAL MANAGERS. (2019). *Certifícate como Facilitador en la METODOLOGÍA LEGO® SERIOUS PLAY®*. (Serious Play Latam) Recuperado el 20 de Enero de 2019, de <https://seriousplaylatam.com/index.php/metodologias/lego-serious-play-1/informacion>
- HILL, C. W., & JONES, G. R. (2009). *Administración Estratégica*. México: McGraw Hill Educación.
- ICFES. (2017). Reporte de resultados para instituciones de educación superior. Bogotá: Sistema PRISMA.
- IUCN RED LIST. (14 de Nov de 2018). *Red List Category Summary Country Totals*. Recuperado el 22 de Nov de 2018, de <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>
- LLAMOSA, R., & ROJAS, L. (2016). Procesos de liderazgo organizacional en arquitecturas empresariales. *Revista UIS Ingenierías*, 15(1), 53-60.
- LLEDÓ, P. (2013). *Director de Proyectos*. Canadá: Pablo Lledó.

- MELO, A. (17 de Octubre de 2018). ¿Hay cultura astronómica en Colombia?
Bogotá: Plataforma web del proyecto TODO ES CIENCIA del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) .
- MERINO, L. (2007). *Energías renovables para todos*. España: Haya Comunicación.
- MINEDUCACIÓN. (2004). Programa Nacional de Bilingüismo Colombia 2004-2019. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- MINEDUCACIÓN. (19 de Julio de 2009). *Educación virtual o educación en línea*. (Ministerio de Educación) Recuperado el 12 de Dic de 2018, de <https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-196492.html>
- NU. CEPAL. (2002). Globalización y desarrollo. Brasilia: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- OBSERVARIO DE COMPETITIVIDAD. (2018). *Índice de Competitividad Municipal*. Bucaramanga: Cámara de Comercio de Bucaramanga.
- OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD. (2018). Indicadores económicos de Santander. Agosto 2018. Bucaramanga: Cámara de Comercio de Bucaramanga.
- OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD. (2018). *Índice de Competitividad Departamental 2018*. Bucaramanga: Cámara de Comercio de Bucaramanga.
- PERIO, A. (14 de Mayo de 2017). *Empresas más grandes del mundo 2017*. (Economipedia) Recuperado el 29 de Marzo de 2018, de

<http://economipedia.com/ranking/empresas-mas-grandes-del-mundo-2017.html>

PIZARRO, E. (2017). Los desafíos actuales para consolidar la paz en Colombia . *Cahiers des Amériques latines*, 84, 7-12.

PORTER, M. (1990). The Competitive Advangtage of Nations. *Harvard Business Review*, HD3611(04).

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (6 de August de 2018). *Decreto 1467 de 2018*. Recuperado el 6 de Jan de 2019, de <https://www.colciencias.gov.co/normatividad/decreto-1467-2018>

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. (2016). *Colombia en breve*. (Organización de las Naciones Unidas) Recuperado el 22 de Nov de 2018, de <http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/countryinfo/>

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. (Organización de las Naciones Unidad) Recuperado el 22 de Nov de 2018, de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). Fifth Ed. Spanish Translation*. Pennsylvania: PMI Global Standard.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2015). *Business Analysis for practitioners: A practice guide*. Pennsylvania: PMI Global Standard.

- RODRÍGUEZ, W., & NARANJO, P. (2001). Aplicaciones del electromagnetismo en la Medicina. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 10(1), 105-118.
- RUEDA, A. (2014). *Medición del Capital Intelectual en los grupos de investigación de las universidades de Bucaramanga y su área metropolitana a través del modelo Intellectus*. Bucaramanga: Tesis de maestría, Universidad Industrial de Santander.
- RUEDA, G. E. (2012). *Tesis doctoral: Influencia de la cultura organizacional, la gestión del conocimiento y el capital tecnológico en la producción científica. Aplicación a grupos de investigación adscritos a Universidades en Colombia*. . Valencia: Universitat Politècnica de València.
- SEGURIDAD, N. C. (2018). *Informe trimestral del Secretario General*. Bogotá: Misión de Verificación de la ONU en Colombia.
- SEGURIDAD, N. C. (2019). *Declaraciones miembros Consejo de Seguridad sobre Colombia*. New York: Misión de Verificación de la ONU en Colombia.
- SEMANA. (6 de Agosto de 2016). Resurge la astronomía colombiana. *Revista Semana*, pág. 1.
- SISTEMA DE INFORMACIÓN ELÉCTRICO COLOMBIANO. (Marzo de 2018). *Estadísticas y variables de generación*. Recuperado el Nov de 2018, de <http://www.siel.gov.co/Inicio/Generaci%C3%B3n/Estad%C3%ADsticasyvariablesdegeneraci%C3%B3n/tabid/115/Default.aspx>
- UNESCO. (1988). *Proposed international standard nomenclature for fields of science and technology*. Paris: United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.

VILLA, L. C., & BRAVO, E. (2014). *Modelo de buenas prácticas internacionales de gestión para los grupos y centros de investigación en tecnología e innovación: Caso INNOTECH*. Bucaramanga: Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander.

WHEELEN, T., & HUNGER, D. (2007). *Administración Estratégica y Política de Negocios. 10ma Edición*. México: Pearson Educación.

WIKIPEDIA. (2018). *Ingeniería biológica*. (Wikipedia, la enciclopedia libre) Recuperado el 19 de Enero de 2019, de https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_biol%C3%B3gica

WIKIPEDIA. (s.f.). *Tecnologías de la información y la comunicación*. (Wikipedia. La enciclopedia libre.) Recuperado el 20 de Dic de 2018, de https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADas_de_la_informaci%C3%B3n_y_la_comunicaci%C3%B3n

WORLD WILDLIFE FUND. (30 de Oct de 2018). *Informe Planeta Vivo 2018*. Recuperado el 22 de Nov de 2018, de http://www.wwf.org.co/sala_redaccion/publicaciones_new/?uNewsID=337489

Yuksel, I. (2012). Developing a Multi-Criteria Decision Making Model for PESTEL Analysis. *International Journal of Bussiness and Management* , 7(24), 52-66.