

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

(UTB)

LA CREACIÓN DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA COMO ESTRATEGIA
DE DESARROLLO DE SECTORES EMERGENTES: UN ANÁLISIS DE LA
INDUSTRIA ASTILLERA EN COLOMBIA

Autor:

Alejandro David Sejnauí Coronado

TESIS DE MAESTRÍA PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR POR
EL TÍTULO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

Cartagena de Indias, Colombia

Abril/2012

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

(UTB)

Ésta Tesis de Maestría fue Aprobada por la Universidad como
Requisito para optar al título de Magíster en Gestión de la Innovación

PhD. Paola Amar Sepúlveda

DIRECTOR

Esp. Alejandro D. Sejnauí C.

ESTUDIANTE

A Dios, lo primero en mi vida, mi mejor amigo, mi fortaleza.

*A mi amada esposa Susana, mi confidente,
mi compañera de sueños y mi soporte incondicional.*

*A mis Padres, Suegros, Hermanos y demás familiares y amigos,
quienes me apoyan en todo momento.*

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por la oportunidad de vivir, por darme fuerzas cada día para enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades que me presenta la vida.

A mi amada esposa **Susana**, que ha representado un soporte en cada proceso que hemos vivido juntos, y cuyo apoyo fue fundamental para cumplir con esta meta.

A mis padres **José** y **Martha**, mis suegros **Hernando** y **Mayo**, y mis hermanos **José** y **Mónica**, por su afecto y apoyo en todo momento. De igual manera a mis hermosos sobrinos **Sarah**, **Daniel** e **Isabella**, por iluminar mi vida con su alegría y generar en mí el motivo para aportar en la construcción de una mejor sociedad.

A la **Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial – Cotecmar**, por brindarme la oportunidad de participar en este programa, y creer en mis capacidades profesionales y personales. Quisiera hacer una mención especial a mis compañeros del **Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico**, quienes hicieron innumerables aportes en el desarrollo de este trabajo.

A mi directora de Tesis, la **Dra. Paola Amar Sepúlveda**, por sus grandes aportes en mi vida profesional y personal, por el soporte académico para culminar con mi trabajo de grado, e igualmente por impulsar en la región el reconocimiento del papel la innovación como impulsora del desarrollo económico y tecnológico.

A la **Universidad Tecnológica de Bolívar**, especialmente al cuerpo de docentes y al equipo logístico y de soporte de la Maestría en Gestión de la Innovación, quienes hicieron posible el desarrollo de este importante programa, pionero en la región.

A Todos, ¡Mil Gracias!

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	11
1 ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN Y DEL CAMBIO TECNOLÓGICO.....	14
1.1 Distintos enfoques en la teoría económica de la Innovación y el Cambio Tecnológico	14
1.2 Los Sistemas de Innovación y su relación con el Cambio Tecnológico.....	15
1.2.1 Conceptualización de los Sistemas de Innovación.....	15
1.2.2 Perspectiva Sectorial de los Sistemas de Innovación: Los aportes de Malerba.....	16
2 LA CREACIÓN DE EBT: ESTRATEGIA DE DESARROLLO EN SECTORES EMERGENTES.....	20
2.1 Conceptualización de las EBT	20
2.2 El concepto de Sector Emergente.....	21
2.3 El rol de las EBT en Sectores Industriales	22
3 ESTUDIO DE CASO: LA INDUSTRIA ASTILLERA EN COLOMBIA.....	26
3.1 Reseña Histórica de la Industria Astillera Colombiana.....	26
3.2 Condiciones para el Emprendimiento de Base Tecnológica en Colombia.....	32
3.3 Análisis Competitivo y Tecnológico de la Industria Astillera Colombiana.....	36
3.3.1 Postura Tecnológica y Competitiva de la Industria	36
3.3.2 Identificación de Tecnologías Clave de la Industria.....	47
4 PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE SECTORIAL PARA LA INDUSTRIA ASTILLERA COLOMBIANA BASADA EN LA CREACIÓN DE EBT	52
4.1 El proceso de Análisis Jerárquico	52
4.1.1 Conceptualización.....	52
4.1.2 Aplicación en el contexto del estudio.....	54
4.1.3 Resultados Obtenidos.....	55

4.2 Estrategia de Emprendimiento de Base Tecnológica para el Desarrollo del Sector Astillero Colombiano	56
4.2.1 Estrategia 1: Emprendimiento de Base Tecnológica	58
4.2.2 Estrategia 2: Emprendimiento de Base Tecnológica en Colaboración	59
4.2.3 Estrategia 3: Generación de Capacidades	59
4.2.4 Estrategia 4: Tercerización de la Tecnología.....	60
5 CONCLUSIONES	62
6 RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	67

LISTADO DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Bloques sobre los que se fundamenta un Sistema Sectorial de Innovación.....	17
Ilustración 2. Impacto de la clusterización industrial en la intensidad internacional en el sector de Tecnologías de la Información.....	25
Ilustración 3. Evaluación del Entorno para el emprendimiento en Colombia, 2010.....	34
Ilustración 4. Evaluación de los programas Gubernamentales para el Emprendimiento en Colombia	35
Ilustración 5. Postura Tecnológica y Competitiva para empresas en etapa de crecimiento	36
Ilustración 6. Países constructores de embarcaciones en 2010 (>100 Tons.)	38
Ilustración 7. Participación de Mercado en Colombia 2010	39
Ilustración 8. Comportamiento del valor CIF de las importaciones totales (Diciembre 2011/2010)	39
Ilustración 9. Comportamiento del valor FOB de las exportaciones totales (Septiembre 2011/2010)	40
Ilustración 10. Dinámica de las Importaciones y Exportaciones a China, Japón y Corea (Septiembre 2011/2010)	41
Ilustración 11. Comparación del Tonelaje Exportado e Importado de Embarcaciones en Colombia	42
Ilustración 12. Nivel Tecnológico del Sector Astillero en Colombia.....	45
Ilustración 13. Nivel de Productividad del Sector Astillero en Colombia	46
Ilustración 14. Productividad en Construcción de Buques vs Nivel Tecnológico	46
Ilustración 15. Matriz Producto – Tecnologías Clave para la Industria Astillera Colombiana	47
Ilustración 16. Grupos de Investigación asociados a las Tecnologías clave de la Industria Astillera Colombiana	52
Ilustración 17. Escalas de comparación de Saaty	53
Ilustración 18. Modelo Jerárquico para el Estudio	54
Ilustración 19. Matriz Final del Modelo AHP	55
Ilustración 20. Modelo de Estrategia de Emprendimiento de Base Tecnológica para el Desarrollo Sectorial.....	57
Ilustración 21. Mapeo de las Tecnologías de acuerdo al Modelo de Emprendimiento de Base Tecnológica.....	57
Ilustración 22. Estrategia de Emprendimiento de Base Tecnológica para el Desarrollo del Sector Astillero Colombiano (2012 - 2015)	58

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Listado de Astilleros y Talleres de Reparación Naval que componen el Sector	
Astillero en Colombia	76
Anexo 2. Listado de Líneas de Investigación definidas por la ONR y el NSRP.....	79
Anexo 3. Matrices del Proceso de Análisis Jerárquico – AHP.....	84

LA CREACIÓN DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE SECTORES EMERGENTES: UN ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA ASTILLERA EN COLOMBIA

RESUMEN

El propósito de este trabajo consiste en la identificación de una estrategia de desarrollo de Sectores Emergentes a partir de la creación de Empresas de Base Tecnológica, tomando como referencia el estudio de la Industria Astillera en Colombia, la cual constituye una importante apuesta productiva para el país. El trabajo se estructuró en tres (3) partes: Primero, se establecieron los fundamentos conceptuales asociados a la Economía de la Innovación y el Cambio Tecnológico, los Sistemas Sectoriales de Innovación y el Emprendimiento de Base Tecnológica y su papel en Sectores Emergentes; Segundo, se efectuó un análisis Tecnológico y Competitivo de la Industria Astillera Colombiana, donde se evidenció que ésta debe optar por una estrategia que le permita desarrollar Tecnologías Clave, identificándose diez (10) tecnologías de acuerdo al contexto del sector; y finalmente, se diseñó una estrategia de desarrollo de corto y mediano plazo (1-3 años) para cada tecnología identificada, de acuerdo a la siguiente tipología: Emprendimiento de Base Tecnológica, Emprendimiento de Base Tecnológica en Colaboración, Generación de Capacidades y Tercerización de la Tecnología. Se identificó que el sector debe focalizar sus esfuerzos en el desarrollo de tres (3) tecnologías clave: los servicios tecnológicos de Diseño e Ingeniería Naval, la Gestión y Generación Energética y los Nuevos Materiales.

Palabras Clave

Innovación, Emprendimiento, Empresas de Base Tecnológica, Sectores Emergentes, Sistema Sectorial de Innovación, Industria Astillera Colombiana.

THE CREATION OF NEW TECHNOLOGY-BASED FIRMS AS A STRATEGY FOR EMERGING SECTORS DEVELOPMENT: ANALYSIS OF THE COLOMBIAN NAVAL INDUSTRY

ABSTRACT

The aim of this work is to identify a development strategy for emerging sectors based on the creation of New Technology-based firms, analyzing as a case study the naval industry in Colombia, a sector that have been showing a significant growth on the last decade. The work was divided into three (3) parts: First, it established the conceptual foundations associated with the Economics of Innovation and Technological Change, Sectoral Systems of Innovation and Technology Based Entrepreneurship and its role in Emerging Sectors; Second, an analysis was performed regarding the Competitive and technological posture of the Colombian naval industry, where it was evident that the sector have to focus on a Niche strategy to develop key technologies; and finally, a strategy was designed for the short and medium terms (1-3 years) for each key technology identified, according to the following types: Technology-Based Entrepreneurship, Technology-Based Entrepreneurship with Collaboration, development of new capabilities and technology Outsourcing. It was identified that the sector should focus its efforts on the development of three (3) key technologies: Technological services of Naval Desing & Engineering, Management and Generation of Power and New Materials.

Keywords

Innovation, Entrepreneurship, Technology-Based Firms, Emerging Sectors, Sectoral Systems of Innovation, Colombian shipbuilding industry.

INTRODUCCIÓN

Los países en vía de desarrollo (en ocasiones denominados economías emergentes) constituyen actualmente un foco de inversión dado su rápido ritmo de desarrollo y condiciones político-económicas que favorecen la apertura de mercados (Wright, et al., 2005). Expertos y Analistas a nivel internacional han identificado algunos grupos de países como el BRIC (Brasil, Rusia, India y China) y los CIVETS (Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica), cuya incursión en nuevos mercados, así como la firma de numerosos Tratados de Libre Comercio constituyen un fiel reflejo del potencial que representan.

Ahora bien, en el contexto de los Sistemas de Innovación, la realidad es muy diferente. Las brechas existentes en los principales indicadores de Ciencia y Tecnología (Inversión en I+D, patentes otorgadas, etc., los cuales representan un fiel reflejo del desarrollo tecnológico en un País) entre gran parte de las economías emergentes y los países desarrollados muestran una peligrosa diferencia que en el mediano y corto plazo podría ser contraproducente en la operación de convenios comerciales suscritos.

En el contexto Colombiano, estos indicadores muestran una situación dramática. Para dar un ejemplo, entre Enero de 1977 y Diciembre de 2008 a Corea del Sur la oficina de patentes y marcas de la secretaría de comercio de EEUU le concedió 62.767 patentes, y en el mismo período a Colombia le fueron concedidas 209 patentes. Lo interesante no son solamente las cifras, sino que actualmente ambos países están negociando un tratado de libre comercio. Colombia debe diversificar sus exportaciones, pasando de ser mayoritariamente exportador de materias primas, a la generación y explotación de nuevo conocimiento (“Patentar o Morir”, 2010, 9 de Junio). En un reciente foro sobre retos y oportunidades del TLC con Estados Unidos, el embajador de Colombia en ese País, el Dr. Gabriel Silva, afirmó que *“los empresarios no pueden exportar mano de obra barata porque eso*

ya no funciona... lo que hay que hacer es exportar productos con alto valor agregado y eso se genera con mano de obra de calidad”. Esto implica que como País se haga una clara apuesta hacia una estrategia de Diferenciación, y no hacia los bajos costos. Castellanos (2007) explica que estos países deben propender por desarrollar estrategias que les permitan pasar de ser consumidores de tecnologías a generadores de capacidades.

Un importante paso para el cierre de brechas tecnológicas con respecto a los líderes del mercado, lo constituye la apuesta hacia los sectores emergentes, dejando a un lado estrategias tradicionales como el enfoque en la agricultura. Un sector emergente puede entenderse como aquel de alto potencial económico y de crecimiento hacia el futuro, que impulsa la creación de empresas y empleo de valor añadido y que se ayuda de las nuevas tecnologías y la innovación para su desarrollo (Sectores Emergentes, 2011).

Ahora bien, la pregunta que surge es: ¿Qué camino deben emprender los sectores emergentes para incrementar su postura tecnológica y competitiva frente a los líderes internacionales? Aun cuando el portafolio de estrategias puede ser muy diverso, una de las principales está representada por la creación de Empresas de Base Tecnológica (en lo sucesivo EBT), las cuales constituyen un elemento fundamental como mecanismos de desarrollo económico y tecnológico en los ámbitos empresarial y regional, principalmente por su aporte en la introducción de innovaciones en el mercado (Fontes y Combs, 2001, Goñi y Madariaga, 2004). Estas empresas pueden definirse como aquellas que basan su ventaja competitiva en el conocimiento científico y tecnológico, lo cual les permite generar una gran cantidad de productos y/o servicios innovadores (Palacios, et al., 2004).

Para efectos del presente estudio, se hará un análisis del Sector Astillero Colombiano, el cual representa una de los sectores manufactureros de clase mundial¹, e igualmente una apuesta productiva del Departamento de Bolívar. El

¹ Programa de Transformación Productiva adscrito al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia.

sector ofrece grandes oportunidades en términos de generación de valor agregado, empleabilidad y posicionamiento en mercados internacionales, y en la última década ha tenido un considerable impacto social, económico y tecnológico para el país, lo que lo identifica como un sector emergente en su contexto; además, se encuentra en un momento histórico muy importante, por dos (2) razones: Primero, está desarrollando múltiples iniciativas en materia política, económica y tecnológica para su reconocimiento y consolidación a nivel nacional; y segundo, está incursionando en nuevos nichos de mercado a nivel internacional, lo que le demanda contar con un alto valor agregado en los productos y/o servicios ofrecidos.

El trabajo se estructuró en tres (3) partes: Primero, se establecieron los fundamentos conceptuales asociados a la Economía de la Innovación y el Cambio Tecnológico, los Sistemas Sectoriales de Innovación y el Emprendimiento de Base Tecnológica y su papel en Sectores Emergentes; Segundo, se efectuó un análisis Tecnológico y Competitivo de la Industria Astillera Colombiana, y se definieron diez (10) tecnologías clave con el potencial de ser desarrolladas como emprendimientos de Base Tecnológica; y finalmente, se diseñó una estrategia de desarrollo de corto y mediano plazo (1-3 años) para cada tecnología identificada, de acuerdo a cuatro (4) tipos: Emprendimiento de Base Tecnológica, Emprendimiento de Base Tecnológica en Colaboración, Generación de Capacidades y Tercerización de la Tecnología.

1 ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN Y DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

1.1 Distintos enfoques en la teoría económica de la Innovación y el Cambio Tecnológico

Aun cuando el Cambio Tecnológico y su impacto en la Economía constituye una temática predominante en la literatura científica (Gutiérrez, 2009), su relevancia no ha sido regular a lo largo del tiempo. Azagra (2004) efectúa un análisis histórico de este concepto, explicando que en la Economía Preclásica con el Mercantilismo (s. XVI) se enfatizaba en los efectos de la maquinización sobre el empleo, dando relevancia al papel de la Tecnología sobre la economía. En la Economía Clásica empezó a desvincularse este debate con importantes autores como Smith (1776) y Malthus (1820), pero fue en el auge de la Economía Neoclásica donde se apagó definitivamente la relevancia dada al Cambio Tecnológico.

Keynes fue uno de los principales autores durante éste período, con su teoría general de *la ocupación, el interés y el dinero* (1936), que significó un gran aporte en el mundo académico y económico durante la posguerra. El paradigma Keynesiano consideró al cambio tecnológico como progreso técnico al interior de sus funciones de producción, es decir, simplemente una tendencia en el tiempo, sin lograr de esta manera plantear en su real dimensión la relación entre éste y la productividad (Olaya, 2009).

Los aportes de Schumpeter (1939) en materia de desarrollo económico apuntaban hacia la innovación y de alguna manera proponía recuperar el papel clave del cambio tecnológico, pero sus ideas no tuvieron repercusión en su momento, debido a que tanto la escuela neoclásica como la keynesiana y neokeynesiana ofrecían un marco más formalizado y riguroso de análisis, recomendaciones más claras de política económica e ideas didácticamente más transmisibles (Azagra, 2004), especialmente por los estragos dejados por la Recesión Económica de 1929.

Sin embargo, unas décadas más adelante, la crisis económica de la década de los años setenta condujo a que industrias basadas en los avances de la microelectrónica presentaran tasas de crecimiento que superaron la capacidad explicativa desde los planteamientos neoclásicos de capital y trabajo (Olaya, 2009). Es por eso que actualmente, modelos de desarrollo antiguos como el Fordista (basado en la explotación del petróleo barato y en sus derivados como factor clave) están siendo sustituidos por otros nuevos fundados en sectores emergentes como la informática, las telecomunicaciones, la microelectrónica, la automatización, la optoelectrónica, la biotecnología, las energías renovables y los nuevos materiales, entre otros, que se constituyen como los principales motores y portadores del crecimiento en la nueva economía (Gutiérrez, 2009). Lo anterior, considerando que el avance tecnológico de la segunda mitad del Siglo XIX, a diferencia del experimentado durante la Primera Revolución Industrial, se caracterizó por la aplicación extensiva del conocimiento científico como el principal insumo de las innovaciones tecnológicas (Benavides, 2005).

1.2 Los Sistemas de Innovación y su relación con el Cambio Tecnológico

1.2.1 Conceptualización de los Sistemas de Innovación

El concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) intenta reunir un amplio conjunto de contribuciones que han mejorado la comprensión de los procesos de cambio tecnológico y las vinculaciones entre éste y el desarrollo económico (Lundvall, 1992, Nelson, 1993, Edquist, 1997). Los límites nacionales sirven para identificar actores que comparten una cultura, historia, lenguajes e instituciones sociales y políticas comunes, y que están inmersos en estructuras productivas específicas (Lopez y Lugones, 1998).

Los modelos más reconocidos que han constituido la definición de estos sistemas son el triángulo de Sábato (Sábato y Botana, 1968), la triple hélice (Etzkowitiz y

Leydesdorff, 1966), y el de Sistema de Innovación bajo el esquema de los entornos ó subsistemas (Fernández de Lucio y Castro, 1995).

El triángulo de Sábato, como modelo de política científico-tecnológica, postula que para que realmente exista un sistema es necesario que el Estado (como diseñador y ejecutor de la política), la infraestructura científico-tecnológica (como sector de oferta de tecnología) y el sector productivo (como demandante de tecnología), estén relacionados fuertemente de manera permanente (Moreno, 1978). La triple hélice de Etzkowitz es muy similar al concepto anterior, diferenciándose principalmente por su enfoque sociológico hacia la innovación, tomando elementos como la reflexividad y la comunicación (González, 2009).

Fernández de Lucio y Castro (1995, citado por Zuluaga, 2006) plantea que un sistema de innovación se caracteriza por tener un conjunto de elementos (empresas, centros de investigación, universidades, centros tecnológicos, entes financieros, etc.) interrelacionados entre sí, los cuales, junto con las estructuras de interfaz² definen la organización de dicho sistema. Los autores señalan que dichos elementos pueden agruparse en cuatro entornos: Científico, Tecnológico, Productivo y Financiero. Por otra parte, González (2009) indica la categorización de los modelos de sistemas de innovación con base en el nivel de aplicación: tecnológico (Carlsson, 1997; Carlsson y Stankiewicz, 1991), regional (Braczyk et al., 1998; Cooke et al., 1997) o local, y sectorial (Malerba, 2002), sobre el cual se hará un énfasis especial en este estudio.

1.2.2 Perspectiva Sectorial de los Sistemas de Innovación: Los aportes de Malerba

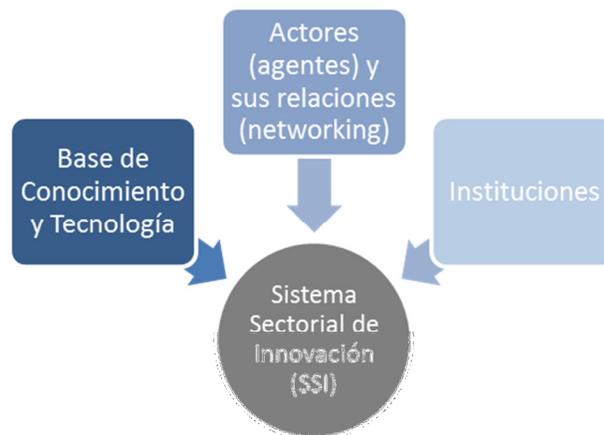
Malerba (2004) destaca que la innovación y el cambio tecnológico son altamente afectados por el sector en el que se desarrollan, por lo que existen

² Las Estructuras de Interfaz (EDI) vendrían a ser unidades que fomentan las interacciones entre los agentes del sistema, siendo su origen tanto público como privado y, en última instancia, inyectando una mayor dinámica al sistema.

particularidades con respecto a las tecnologías relevantes en cada Sistema Sectorial. Como punto de partida, el autor sugiere se defina una matriz Tecnología – Producto que relacione los productos del Sistema con un rango de Tecnologías (Malerba, 2002).

El autor explica que los principales bloques sobre los que se construye un Sistema Sectorial de Innovación (En lo sucesivo SSI) son: La base de Conocimiento y Tecnología, los Agentes y sus Interrelaciones y las Instituciones (Ver Ilustración 1).

Ilustración 1. Bloques sobre los que se fundamenta un Sistema Sectorial de Innovación



Fuente: Malerba (2004)

Base de Conocimiento y Tecnología: Cualquier sector puede ser caracterizado por una base tecnológica específica, tecnología e inputs. En una forma dinámica, el enfoque en el conocimiento y el dominio tecnológico también pone en el centro del análisis los límites sectoriales, que normalmente no son fijos, sino que cambian con el tiempo.

Actores e Interrelaciones: Un sector está compuesto por agentes heterogéneos, que básicamente son organizaciones e individuos. Éstos interactúan a través de procesos de comunicación, intercambio, cooperación, competencia y comando. En los SSI, los agentes heterogéneos están conectados de diversas maneras a través

de relaciones que pueden o no ser asociadas al mercado. Además, para efectos del SSI, la innovación y la producción están definidas como procesos que involucran interacciones sistemáticas entre una amplia variedad de actores para la generación e intercambio de conocimiento relevante para la innovación y su comercialización.

Instituciones: La cognición, acciones e interacciones de los agentes son formadas por las instituciones, que incluyen normas, rutinas, hábitos comunes, prácticas establecidas, reglas, leyes, estándares, etc. Pueden variar desde aquellas que unen o imponen esfuerzos en agentes hasta aquellas que son creadas para la interacción entre agentes. Muchas instituciones son de carácter nacional, mientras que otras son específicas para los sistemas de innovación.

Para efectos de este trabajo se hará énfasis en lo referente al bloque de *Conocimiento y Tecnología*. Malerba explica que existe un gran cuerpo de literatura asociada a Tecnología y Cambio Tecnológico que soporta el hecho de que existen diferencias significativas entre las Tecnologías básicas de cada sector, y como éstas afectan la naturaleza, las barreras y las organizaciones, entre los que se puede destacar autores como Rosenberg (1976, 1982) y Granstrand (1994) y Fatás y Peris (2003). El autor indica que las complementariedades dinámicas existentes entre las tecnologías, artefactos y actividades son una gran fuente de transformación y crecimiento del SSI; y que por su parte el conocimiento constituye el fundamento del Cambio Tecnológico, y tiene un papel fundamental en la innovación (Lundvall, 1992, Lundvall y Johnson, 1994, Nelson, 1995, Dosi, 1997, Metcalfe, 1998 y Cowan, David y Foray, 2000, citados por Malerba, 2004).

Malerba y Orsenigo (1996, 1997, citados por Malerba, 2004) explicaron la composición de los regímenes tecnológicos, estableciendo como dimensiones clave las condiciones de oportunidad y apropiación, el grado de acumulación del Conocimiento Tecnológico y las Características de la base de Conocimiento

relevante. Los autores destacan que las *oportunidades Tecnológicas* reflejan el grado de probabilidad de innovar con base en inversiones en Investigación. La *apropiación de innovaciones* se refiere a la capacidad de proteger las innovaciones de la imitación y conseguir ganancias de éstas; la *acumulación* se asocia con el grado en el que el nuevo conocimiento se construye sobre el conocimiento existente; y finalmente, las propiedades de la *base de conocimiento* están asociadas a la naturaleza del conocimiento que soporta las firmas.

Malerba (2004) establece que es importante establecer las relaciones entre los regímenes tecnológicos y los patrones de innovación en los SSI. Por ejemplo, mientras existan altos niveles de oportunidad se facilita la entrada de nuevos innovadores, y un bajo nivel supondría restricciones en el crecimiento innovador de las empresas existentes. Por su parte, un alto grado de apropiación resultaría en un alto nivel de concentración industrial y una cantidad inferior de innovadores, mientras que en el caso contrario se da paso a una estructura sectorial caracterizada por la presencia de una gran población de innovadores. Finalmente, la acumulación está asociada a un alto grado de estabilidad en la jerarquía de empresas innovadoras y bajas tasas en la introducción de innovaciones, considerando que la acumulación de capacidades genera fuertes barreras de entrada.

2 LA CREACIÓN DE EBT: ESTRATEGIA DE DESARROLLO EN SECTORES EMERGENTES

2.1 Conceptualización de las EBT

El concepto de nueva empresa de base tecnológica presenta ambigüedades y no existe una definición ampliamente aceptada (Fundación Madri+d para el Conocimiento, 2010). Es introducido por Little (1977), el cual afirma que una empresa puede considerarse de base tecnológica si fue creada hace menos de 25 años, basa su negocio en la explotación de una invención totalmente desarrollada y muy arriesgada, y generalmente fundada por individuos de perfil técnico, aunque no es obligatorio. Autores como Storey y Tether (1998) consideran que ésta aproximación es muy limitada y restrictiva.

Bollinger (1983, citado por Melo, 2007), por su parte, utilizó la expresión “Empresas Basadas en Nuevas Tecnologías”, las cuales consideraba que debían reunir tres (3) características: De pequeño porte, totalmente independientes, y con una motivación en la exploración de una idea innovadora.

Butchart (1987, citados por Storey y Tether, 1998) estableció una de las definiciones más ampliamente utilizada, identificando a estas Organizaciones como aquellas que invierten un porcentaje superior al promedio de sus ventas en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico, y que proporcionalmente emplean más personal científico calificado con respecto a otros sectores; aunque Shearman y Burrell (1988 citados por Storey y Tether, 1998) utilizan ésta definición para caracterizar exclusivamente a las empresas de alta tecnología.

Para efectos de este trabajo, considerando el contexto del estudio, se tendrá como fundamento la definición expuesta por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias en Colombia (2008), el cual define las EBT como “aquellas organizaciones generadoras de valor que, mediante la aplicación sistemática de conocimientos tecnológicos y científicos, están comprometidas con

el diseño, desarrollo y elaboración de nuevos productos, servicios, procesos de fabricación y/o comercialización”. Aunque estas empresas operan generalmente en sectores de alta tecnología (P ej. Biotecnología, Energía, Nuevos Materiales, Diseño Industrial, entre otros), se puede afirmar que pueden existir en todos los sectores productivos, dado que la innovación y la tecnología constituyen actualmente un elemento fundamental para la competitividad en las Organizaciones.

2.2 El concepto de Sector Emergente

Un sector emergente está definido como aquel de alto potencial económico y de crecimiento hacia el futuro, que impulsa la creación de empresas y empleo de valor añadido y que se ayuda de las nuevas tecnologías y la innovación para su desarrollo (Sectores Emergentes, 2011). Estos sectores constituyen actualmente una importante apuesta para las economías emergentes. El estudio desarrollado por el INSEAD “Índice Global de Innovación (2011)” destaca como buenas prácticas en Latinoamérica la promoción de sectores emergentes dentro de las políticas de desarrollo y transformación productiva junto con aquellos basados en la explotación de recursos naturales.

Según la Fundación CEEI Talavera de la Reina-Toledo (2008), los Sectores y Actividades Emergentes incluidas en ellos deberían reunir las siguientes características:

- Ser sectores estratégicos, es decir, estrechamente ligados al territorio, ubicación, tejido industrial, potencial de conocimiento, oportunidades y ventajas competitivas de una determinada región o comarca, o bien ser sectores nuevos que potencien diversificación económica y empresarial en la región o comarca.
- Contar con suficiente concentración de recursos y actividad en torno a un mismo sector productivo, económico o de comercialización.

- Tener mayor dinamismo, potencial de crecimiento y nivel de competitividad, que el resto de sectores o que sectores tradicionales.
- Ofrecer un importante impacto en términos económicos y de generación de empleo- especialmente con empleo de calidad y cualificado- en la zona de influencia (igual o mayor que el de los sectores tradicionales o maduros).
- Incorporar un fuerte componente de investigación, innovación y desarrollo en procesos, productos o servicios, así como nuevas aplicaciones tecnológicas.
- Estar en mayor medida vinculados al sector industrial o al de servicios a las empresas.
- Estar basados en las tendencias globales y orientados a necesidades y mercados no solo locales o nacionales, sino internacionales.
- Propiciar un desarrollo social y medioambientalmente sostenible en la comarca o región.

2.3 El rol de las EBT en Sectores Industriales

Existen múltiples estudios de tipo empírico y conceptual que asocian a las EBT con la capacidad innovadora de un sistema de agentes. Goñi y Madariaga (2004), por ejemplo, identifican a las EBT como fundamentales para las economías porque:

- Traducen en actividad empresarial la capacidad de innovación y desarrollo tecnológico de los actores que se dedican a ello: universidades, laboratorios, centros tecnológicos y empresas ya que transfieren conocimiento tecnológico y científico a sus nuevos productos y servicios, logrando un mayor aprovechamiento del conocimiento.
- Establecen y estrechan relaciones entre universidades y centros tecnológicos y empresas, lo que produce un cambio cultural que tiene una

gran fuerza expansiva entre los investigadores y docentes y por lo tanto también entre los estudiantes.

- Generan empleo de calidad de personal cualificado.
- Tienen un gran potencial de desarrollo nacional e internacional.
- Permiten a una región desarrollarse mediante la generación de riqueza propia y exportable en sectores de futuro, garantizando un desarrollo sostenible en el tiempo.

Ahora bien, para que pueda ser explotado este potencial, deben generarse una serie de condiciones en el entorno que favorezcan el desarrollo de las empresas. Beraza y Rodríguez (2008), por ejemplo, explican que idealmente debe haber (1) un alto nivel de inversión en I+D, (2) existencia de fuentes de capital – riesgo para financiar las primeras etapas de desarrollo de las empresas, (3) una Cultura Emprendedora, (4) Programas específicos para la creación de EBT, (5) un marco regulatorio-institucional que favorezca la I+D, (6) la protección de la propiedad intelectual y la aproximación de los investigadores al mundo empresarial y (7) un sistema social en red en el que las empresas compitan entre sí, pero al mismo tiempo aprendan unas de otras.

Colciencias (2011), explica adicionalmente que el emprendimiento de Base Tecnológica impone serios retos en términos de formulación de política, puesto que requiere una mayor etapa de planeación e incluso, un mayor período de gestación en comparación con otros tipos de emprendimiento, como el de necesidad y el de oportunidad de carácter innovador menor; lo anterior incrementa los costos de financiación, ocasionando generalmente un obstáculo para el desarrollo del Plan de Negocio.

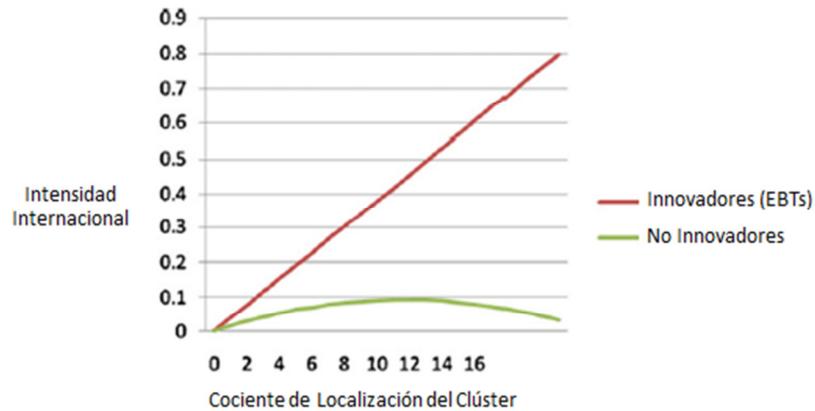
Sin embargo, su aportación en materia de desarrollo económico sugiere un mayor impacto, por lo que los países en vía de desarrollo deberían propender por generar las condiciones favorables para el Emprendimiento de ésta tipología.

Varios autores han señalado que éste emprendimiento contribuye sustancialmente a la Transformación Productiva de un País o Región (Colciencias, 2011). Pero como anotan Colombo, Mustar & Wright (2009), este trabajo no puede depender únicamente del Estado, dado que las alianzas público-privadas tienen una mayor efectividad porque eliminan las distorsiones generadas en el apoyo público.

Es por esto que múltiples estudios asocian la creación de las EBT con la dinamización de los Sistemas de Innovación. En España, por ejemplo, trabajos adelantados por la Confederación Empresarial de Madrid (CEIM), la Consejería de Educación y la Institución Madri+d (2003) evidencian que la creación de éstas empresas constituyen un eslabón cada vez más importante para el desarrollo de los Sistemas de Innovación en España y toda Europa. De hecho, un buen número de los foros europeos sobre políticas de fomento de la innovación sitúan en el centro del análisis la necesidad de estimular la creación de estas empresas, como un paso más allá de la simple búsqueda de la transferencia de tecnología desde los centros teóricamente "productores" de ésta a las empresas potencialmente "usuarias" de la misma.

Fontes y Coombs (2001), en sus estudios desarrollados de la dinámica de las EBT en Portugal, encontraron que estas entidades generalmente se conciben de manera aislada, lo que les impide beneficiarse de las ventajas de operar como un clúster y desarrollar una masa crítica uniforme. Por otra parte, Libaers y Meyer (2011), autores que desarrollaron diversos análisis en el sector de las Tecnologías de la Información (TI) y Ciencias de la Vida, encontraron que existe una relación de tipo lineal positiva entre el nivel de clusterización de las EBT y el impacto en la internalización de las firmas. En el Ilustración 2 se presenta el caso anterior para el sector de las TI.

Ilustración 2. Impacto de la clusterización industrial en la intensidad internacional en el sector de Tecnologías de la Información



Fuente: Libaers y Meyer (2011)

La cercanía geográfica y la concentración de industrias y/o tecnologías resultan en beneficios para el desarrollo tecnológico y económico, por lo que esto debe constituirse como un pilar en el desarrollo empresarial. Numerosos casos de éxito evidencian lo anterior, como lo son el Silicon Valley en los EEUU, los distritos industriales del cuero y la moda en Italia, entre otros (Audretsch y Feldman, 1996, Deeds, Decarolis, y Coombs, 1997, Karagozoglu y Lindell, 1998, Saxenian, 1990, citados por Fernhaber, 2008).

3 ESTUDIO DE CASO: LA INDUSTRIA ASTILLERA EN COLOMBIA

3.1 Reseña Histórica de la Industria Astillera Colombiana³

La industria astillera comprende un conglomerado de capacidades empresariales y tecnológicas orientadas al diseño, construcción, mantenimiento, reparación, modernización y desmantelamiento de los buques y artefactos Navales que hacen parte de la estrategia marítima de un país. En Colombia, ésta industria tuvo sus orígenes desde la época de la Conquista: la obsesión por la búsqueda del Dorado hizo que los primeros conquistadores improvisaran astilleros artesanales para construir las naves que les sirvieran para explorar los ríos, mares y las nuevas tierras que estaban por descubrir.

En ciudades costeras como Cartagena y Santa Marta, los conquistadores españoles establecieron los primeros talleres en los cuales realizaban trabajos menores tales como enmendadura de velas, recubrimientos con brea para reponer los daños sufridos por las embarcaciones luego de las largas travesías desde el viejo continente hasta el nuevo mundo. La instalación de los talleres también estaba influenciada por la disponibilidad y abundancia de materias primas como maderas finas, razón por la cual la isla de San Andrés en la primera mitad del siglo XVII se convirtió en la sede de una industria de construcción Astillera de bastante reconocimiento, destacada por la construcción de chalupas (pequeñas embarcaciones con cubierta y 2 palos semejantes a los de una goleta).

Durante la época de la Independencia se presentan nuevos avances en la construcción Astillera, la cual se caracterizaba por la fabricación de embarcaciones tipo flechera y goletas. En este lapso, los astilleros existentes representaban una artesanía de alto nivel técnico y estético, caracterizados por la elaboración embarcaciones menores que fueron utilizadas para apoyar las batallas que condujeron a la independencia.

³ Adaptado del documento borrador “Guía Ambiental para la Industria Astillera Colombiana”.

Los primeros registros de la construcción Astillera organizada en Colombia datan del siglo XIX, con la construcción de un astillero en Barranquilla por el alemán Juan Elbers para afrontar la problemática de las embarcaciones fluviales de la época, que eran traídas desde Estados Unidos y exigían astilleros lo suficientemente grandes y resistentes para aplicar las técnicas del momento en ese país. Con la fundación de este astillero se dio el primer paso hacia el ensamble y mantenimiento de los barcos de vapor.

El desarrollo de la navegación fluvial por los principales ríos del país influyó en el auge de la industria astillera: con las nuevas empresas de transporte fluvial llegaron nuevos vapores para el tráfico de carga y pasajeros, que exigían reparaciones y mantenimiento, lo cual conllevó a que los rústicos talleres se convirtieran paulatinamente en astilleros.

En 1929 es fundado en Barranquilla el primer astillero moderno llamado Unión Industrial y Astilleros – UNIAL, cuyos los principales accionistas fueron las firmas alemanas Gute Hoffnungs Hueste (GHH), Almacenes Helda, Almacén Hob y el oficial colombiano Agustín de la Calle. La firma GHH poseía uno de los astilleros y talleres metalmecánicos más grandes de Europa y la razón para fundar UNIAL en Colombia fue la necesidad de garantizar el montaje y mantenimiento de las embarcaciones de río de la Compañía de Navegación sin Transbordo S.A. A lo largo de su funcionamiento, UNIAL hizo grandes aportes al desarrollo tecnológico de la industria metalmecánica y la construcción Astillera, ya que, fueron los primeros constructores de lanchas durante el conflicto con Perú y fabricaron gran cantidad de embarcaciones menores tanto para el mercado nacional como de exportación.

Luego, en 1942, es fundado el primer Astillero Naval (Decreto 1689 del 15 de Julio), el cual puso en funcionamiento los Talleres Navales localizados en la Base Naval ARC Bolívar, completamente dotados de los elementos necesarios,

máquinas, herramientas, equipos y el personal idóneo para este fin. Este decreto estableció además que allí se efectuarían las reparaciones de maquinaria de las unidades a flote de la Armada y también de otros buques oficiales y particulares que no disponían de facilidades propias en cuanto a la fabricación de repuestos y maquinaria. Los Talleres fueron mejorando y se convirtieron en un pequeño astillero, para lo cual se trasladó desde Santa Cruz (cerca de Puerto Berrío) a Cartagena un pequeño varadero tipo slip, para ser instalado en los predios de la Base Naval cerca a los talleres. Luego de pequeñas adaptaciones se habilitó para recibir embarcaciones hasta de 12 pies de calado y 1.200 toneladas de desplazamiento.

En 1944 se dio inicio a las obras y al montaje de un slip o varadero en Puerto Leguízamo, que constaba de seis (6) carriles con sus carros y cabrestantes, con capacidad de arrastre de 300 toneladas, y quedó instalado en la Base Fluvial del Putumayo para atender a las unidades de guerra así como las embarcaciones fluviales del gobierno y particulares que operaban en el río Putumayo.

El Astillero Naval guarda una importancia histórica invaluable, ya que, en él se construyeron las 2 primeras patrulleras de mar y más de 25 embarcaciones medianas entre patrulleras fluviales, transportes de río, buques nodrizas y lanchas hospitales para atender los compromisos de orden público en los ríos del país y con el fin de apoyar a las tropas de Infantería de Marina y Ejército, especialmente durante el período en el que se dieron los primeros brotes de la violencia política en Colombia. Igualmente durante el conflicto colombo-peruano, el Astillero Naval desempeñó un papel muy importante al contribuir al alistamiento de los buques de transporte de tropas y cañoneros de ríos para hacer frente a la situación que se estaba viviendo con el vecino país.

En 1947 se constituyó en Barranquilla la Sociedad Ltda. de Astilleros Magdalena S.A, pero por vencimiento de términos de duración se liquidó la sociedad y se

constituyó otra nueva en 1957 cuyas instalaciones fueron ubicadas en el caño denominado “Los Tramosos” en el sector de Barranquillita. En 1963 Astilleros Magdalena adquiere los terrenos aledaños para ampliación de los servicios ofrecidos. Los trabajos iniciales consistieron en reparación de embarcaciones fluviales menores, luego adquirieron el dique flotante de la Tropical Oil Company, por lo cual tomaron gran impulso debido a que la capacidad de levante del dique era de 600 toneladas. Durante su funcionamiento realizó obras de gran importancia entre las que destacan el remolcador de mar “Esso Bolívar” para operar en la zona comprendida entre Mamonal y Coveñas para trabajos en la bahía de Cartagena y cabotaje en el área mencionada.

Con ésta dinámica en el sector, se creó Empresa de Astilleros y Servicios Navales (EDANSCO) como estrategia para comercializar las actividades de construcción Astillera en el Caribe, cuyo socio fue el Instituto de Fomento Industrial (IFI). En 1969, el IFI propone a EDANSCO constituir la Compañía Colombiana de Astilleros CONASTIL, sociedad de economía mixta y responsabilidad limitada figurando como accionistas el IFI y EDANSCO. Esta sociedad tomó en arriendo las instalaciones del antiguo astillero de la Base Naval de Cartagena por un período de 10 años y se asoció el Fondo Rotatorio de la Armada Nacional.

En 1972 el nuevo astillero penetró con éxito el mercado internacional y en 1975 se hizo el primer estudio de factibilidad para construir un moderno astillero con sede propia en la Zona Industrial de Mamonal, iniciándose más tarde las obras de construcción en 1977. Su inauguración se dio en 1979, y durante más de una década permitió a la Armada Nacional el mantenimiento y reparaciones menores de todas sus unidades Navales.

Al llegar la década de los años 80, comienza en la zona del golfo de Urabá el desarrollo tecnificado del cultivo del banano para exportación. Por las condiciones del golfo en el costado sur, se impone el cargue del banano por fondeo, es decir,

cargar la mercancía en terminales portuarios sobre canales fluviales artificiales (caños Zungo y Nueva Colonia) utilizando barcazas o botes de bajo calado que son halados con remolcador hasta el buque fondeado en la bahía Colombia. El Grupo empresarial C.I. UNIBAN S.A., creó la empresa Astilleros UNIBAN para la construcción y mantenimiento de los artefactos Navales y los remolcadores requeridos para el transporte del banano. Esta empresa cuenta con dos astilleros: el Astillero UNIBAN, en el municipio de Carepa, con licencia para construir artefactos de hasta 2.200 TRB, y el Astillero Casanova, en el municipio de Turbo, con licencia para construir artefactos hasta de 500 TRB (UNIBAN, 2010).

En 1994 ocurre un hecho que marcó un hito en la industria: se presenta la liquidación de CONASTIL por problemas de carácter administrativo. Ésta situación introduce a la industria en una especie de letargo y estancamiento, lo cual tuvo serias consecuencias en el desarrollo del poder Naval, marítimo y fluvial del país e incluso de las industrias que se movían alrededor de este sector productivo en la región. La Armada Nacional y propietarios particulares de embarcaciones se vieron obligados a buscar astilleros extranjeros para efectuar las reparaciones y mantenimientos de sus unidades Navales. Además de los excesivos sobrecostos generados, la seguridad del país también se veía afectada debido a que la flota de superficie era reparada por personal extranjero.

Ante esta situación, la Armada Nacional decide reactivar el antiguo Astillero Naval con la creación de la Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la industria Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR), con lo que empieza un resurgimiento de la industria astillera en Colombia que trae consigo la reactivación de todos los sectores productivos que se movían alrededor de esta actividad, favoreciendo la generación de empleo calificado.

Hoy en día se cuenta con importantes astilleros y talleres de reparación en ciudades como Cartagena, Barranquilla, Buenaventura, incluso en ciudades

andinas como Medellín y Bogotá que poseen empresas especializadas en navegación fluvial. De hecho, en un reciente estudio desarrollado por la Universidad del Norte, la Universidad Tecnológica de Bolívar y la Universidad del Rosario se identificó la existencia de cerca de 50 empresas en el sector⁴ (Astilleros y Talleres de Reparación Naval). Ésta actividad se constituye actualmente para el país como un sector emergente, con capacidades tecnológicas e infraestructura en evolución y alto potencial exportador. En los estudios para la competitividad del país realizados por Hausmann y Klinger, se identifican los astilleros como generadores de “productos innovadores cercanos de alto valor estratégico” para incrementar la competitividad y el posicionamiento internacional de Colombia.

Un claro ejemplo de lo anterior lo constituye su inclusión en el Departamento de Bolívar como apuesta productiva regional dentro del plan de competitividad. La visión 2008 – 2032 para este sector definida para esta apuesta es la siguiente: *“Consolidar internacionalmente el clúster naval, marítimo y fluvial de Cartagena orientado a ofrecer soluciones tecnológicas integradas a la industria del diseño, construcción y reparación de embarcaciones. **El clúster se basará en la aplicación de la investigación y la innovación tecnológica para desarrollar la industria**”*. Dado que las actividades de I+D+i se constituyen como la columna vertebral del sector para las próximas décadas, se están impulsando importantes estrategias como el fomento a “alianzas entre el sector académico y las empresas para la aplicación de la investigación, innovación tecnológica y formación de capital humano especializado con estándares internacionales” y la “promoción de la formalización y especialización de industrias y servicios de soporte con la capacidad de satisfacer las necesidades del clúster”.

El sector se encuentra incluido igualmente en la agenda de Ciencia y Tecnología de la región desde el año 2005, como parte del eje “Marítimo, Portuario y

⁴ Sistema Sectorial de Innovación para la Industria Astillera de Colombia (2011). Las entidades se encuentran listadas en el Anexo 1.

Logístico”. En la reciente versión del estudio (2011), a pesar de reconocer la relevancia del sector, se identificó en el diagnóstico que una de las mayores problemáticas que éste enfrenta es la inexistencia de un enfoque claro con respecto a las líneas de investigación que se manejarían para la Creación de un Centro de Desarrollo Tecnológico en el clúster, uno de los principales retos identificados en el 2005. Es por esto que se trazaron estrategias a corto, mediano y largo plazo, entre las que se encuentra el aprovechamiento de la infraestructura para la I+D existente en entidades como Cotecmar y el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), y la generación de condiciones para el emprendimiento de base tecnológica.

Adicionalmente, el Sector Astillero fue incorporado en el año 2011 como parte de la Industria Siderúrgica y Metalmeccánica en el Programa de Transformación Productiva, adscrito al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, como un potencial sector manufacturero de Clase Mundial para el país.

Lo anterior denota la importancia estratégica del sector para el país, así como la necesidad de esclarecer los pilares de desarrollo tecnológico, con el propósito de definir el curso de acción para fortalecer la posición tecnológica y competitiva de la industria.

3.2 Condiciones para el Emprendimiento de Base Tecnológica en Colombia

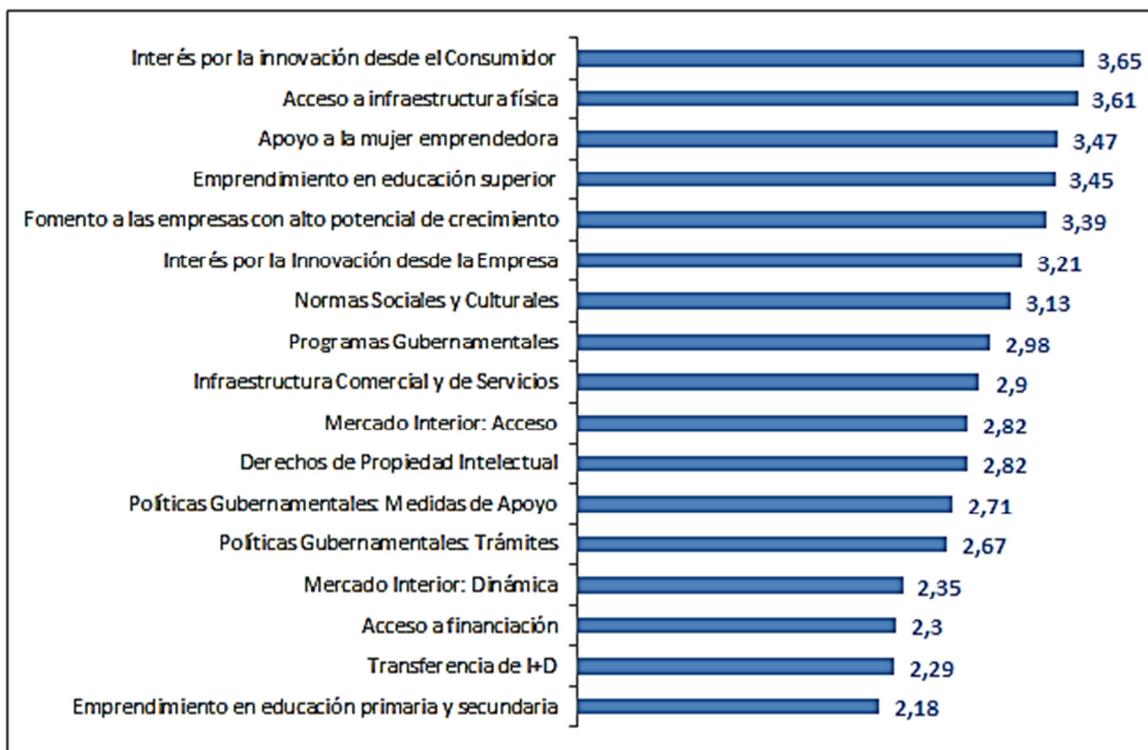
Como se explicó anteriormente, actividad empresarial está fuertemente relacionada con el marco de condiciones socioeconómicas propias de la comunidad o país donde ésta tiene lugar. Para analizar el contexto del emprendimiento en Colombia se tomó como referencia estudio *Global Entrepreneurship Monitor (GEM)*, el cual se realiza a través de un consorcio internacional de investigadores con el fin de monitorear la actividad de creación de

empresas en los países que de él hagan parte. Para el año 2010, el proyecto contó con representantes de 59 países en los cinco continentes. En Colombia, este proyecto lo realiza un equipo integrado por la Universidad del Norte, la Pontificia Universidad Javeriana Cali, la Universidad de los Andes y la Universidad Icesi.

De acuerdo a los resultados del estudio, Colombia es el octavo país del planeta donde más están naciendo nuevas empresas hoy, lideradas por personas entre los 18 y 64 años, y el tercero en América Latina –después de Perú y Ecuador. Sin embargo, al analizar en detalle el reporte, se evidencia que lo anterior no implica una favorabilidad para el Emprendimiento de Base Tecnológica. De manera general, se evidencia que el emprendimiento en el país se orienta principalmente hacia actividades de subsistencia y de bajo valor agregado o baja sostenibilidad.

Las dimensiones mejor evaluadas son interés por la innovación desde el punto de vista del consumidor (3,65), acceso a infraestructura física (3,61) y apoyo a la mujer (3,45). Por el contrario, acceso a financiación (2,18), transferencia de I+D (2,29), y educación primaria y secundaria (2,30) son las peor evaluadas, lo cual es preocupante porque son condicionantes fundamentales para el surgimiento de nuevas empresas con alta incidencia en el desarrollo económico. Ninguna de las dimensiones obtuvo una calificación superior a cuatro, lo que refleja que el entorno para la nueva actividad empresarial en Colombia no es el más adecuado (ver Ilustración 3).

Ilustración 3. Evaluación del Entorno para el emprendimiento en Colombia, 2010⁵



Fuente: NES-GEM (2011)

Por otra parte, en el mismo estudio se identificó que los parques científicos e incubadoras existentes en el país no brindan un apoyo efectivo a las empresas nuevas y establecidas, a pesar de contar con el Programa Nacional de Apoyo y Fortalecimiento de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica, liderado por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).⁶ Los resultados obtenidos se muestran en la Ilustración 4.

⁵ Se analiza el estado de cada una de ellas con una escala de cinco puntos, siendo cinco un indicativo de que esa dimensión es muy favorable para el entorno de la creación de empresas, mientras que uno indica que la dimensión es muy desfavorable. En 2010 se encuestó a 36 expertos.

⁶ «El Programa Nacional de Apoyo y Fortalecimiento de Incubadoras de Empresas fue creado y se encuentra en ejecución desde el año de 1999, como una estrategia de desarrollo empresarial para fomentar la creación y el fortalecimiento de incubadoras de empresas que promuevan la creación de nuevas empresas con el componente de innovación, fortaleciendo el aparato productivo del país para su apropiada inserción en los mercados internacionales, dando especial atención a los vigentes y nuevos tratados comerciales». En razón a esto, «el Consejo Directivo Nacional del sena estableció el Reglamento Interno del “Programa Nacional de Apoyo y Fortalecimiento a Incubadoras de Empresas”, mediante el Acuerdo 000021 de 2005», subrogado mediante Acuerdo 000010 de 2006. Las líneas programáticas de este programa son: 1. Apoyo a la creación de incubadoras de empresas de base tecnológica; 2. Apoyo al fortalecimiento de las incubadoras de empresas de base tecnológica; 3. Apoyo a la creación de empresas innovadoras de base tecnológica.

En regiones como Bolívar, donde se encuentra más concentrado el sector, no se cuenta con incubadoras o instituciones especializadas en brindar apoyo a la creación y consolidación de empresas en el territorio, puesto que Incubar Bolívar fue liquidada en el año 2011. Sin embargo, al interior de algunas instituciones de educación superior de Cartagena han venido estableciéndose centros de emprendimiento orientados al apoyo de iniciativas empresariales de la comunidad universitaria, y centros de desarrollo empresarial concebidos con el propósito de potenciar la competitividad y las capacidades estratégicas y de innovación de las empresas⁷.

Ilustración 4. Evaluación de los programas Gubernamentales para el Emprendimiento en Colombia

Dimensión	Valoración 2010
Puede obtenerse información sobre una amplia gama de ayudas gubernamentales a la creación y al crecimiento de nuevas empresas contactando con un solo organismo público (ventanilla única).	2,68
Los parques científicos e incubadoras aportan un apoyo efectivo a la creación de nuevas empresas y al desarrollo de las que están en crecimiento.	3,24
Existe un número adecuado de programas que fomentan la creación y el crecimiento de nuevas empresas.	3,03
Los profesionales que trabajan en agencias gubernamentales de apoyo a la creación y al crecimiento de nuevas empresas son competentes y eficaces.	3,37
Casi todo el que necesita ayuda de un programa del Gobierno para crear o hacer crecer una empresa puede encontrar algo que se ajuste a sus necesidades.	2,86
Los programas gubernamentales que apoyan a las empresas nuevas y en crecimiento son efectivos.	2,76

Fuente: NES-GEM (2011)

⁷ Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación de Bolívar (2010 – 2032).

3.3 Análisis Competitivo y Tecnológico de la Industria Astillera Colombiana

3.3.1 Postura Tecnológica y Competitiva de la Industria Astillera Colombiana

Para explicar el contexto competitivo y tecnológico de la Industria Astillera Colombiana, se abordarán las “posturas” expuestas por Little (1981), como se muestra en la ilustración 5. Es importante anotar que el autor desarrolla su trabajo desde una perspectiva microeconómica con base en el nivel de madurez de la Organización, pero para efectos de este estudio se abordarán desde una perspectiva sectorial.

Ilustración 5. Postura Tecnológica y Competitiva para empresas en etapa de crecimiento

		Posición Tecnológica		
		Fuerte	Mediana	Débil
Posición Competitiva	Fuerte	Líder Tecnológico	Líder Tecnológico	Seguidor
	Mediana	Líder Tecnológico	Seguidor Nicho	Adquisición de Tecnología
	Débil	Nicho	Joint-Venture	Reconversión

Fuente: Little (1981)

De la ilustración anterior pueden deducirse seis (6) estrategias (Veciana, 1983, citado por Escorsa y Valls, 2003):

1. *Liderazgo tecnológico*: Requiere mantenerse en vanguardia, a través de innovaciones sucesivas en las tecnologías clave e incipientes del sector. El

liderazgo tecnológico no implica necesariamente ser siempre el primero en efectuar innovaciones. En realidad suelen ser las primeras las empresas con estrategia de nicho tecnológico, ya que la única posibilidad de ganar un segmento del mercado consiste precisamente en ser las primeras en aparecer. Con frecuencia, los líderes tecnológicos adoptan una estrategia de "ser los segundos" (*fast second*).

2. *Seguidor*: Consiste en seguir de cerca el líder, evitando los riesgos de ser el primero y los costes de la investigación. Esta estrategia puede permitir alcanzar el liderazgo si la empresa es capaz de asignar más recursos económicos y humanos a la innovación o si el líder comete un error.
3. *Adquisición de tecnología*: Para empresas con fuerte posición competitiva pero débil base técnica. Se trata de comprar por los procedimientos habituales (licencias, adquisición de empresas, contratación de técnicos,...)
4. *Nicho tecnológico*: Consiste en especializarse en un número limitado de tecnologías claves e incipientes, en las cuales pueda conseguir una superioridad sobre los competidores. Ampliando el nicho de forma gradual se puede pasar a una estrategia de seguidor o, incluso, de líder.
5. *Empresa mixta (joint venture)*: Apropia para empresas que han logrado un invento importante - posición tecnológica fuerte- y que no tienen los recursos necesarios para comercializarlo y convertirlo en una innovación exitosa.
6. *Reconversión*: Necesaria para empresas en posiciones débiles. Se recomienda la especialización en un cierto número de tecnologías críticas y abandonar las restantes.

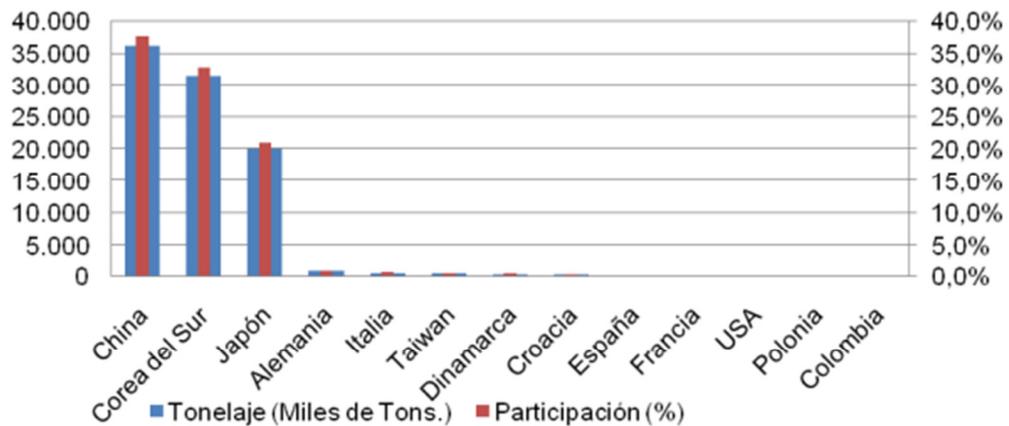
7.

La matriz ADL es útil pero exige para su aplicación un conocimiento a fondo de los aspectos tecnológicos de producción. La clasificación de las tecnologías pone de manifiesto la creciente importancia estratégica de la innovación tecnológica (Escorsa y Valls, 2003).

3.3.1.1 Postura Competitiva de la Industria Astillera Colombiana

La industria de construcción de buques a nivel mundial es liderada actualmente por 3 países: China, Corea del Sur y Japón, los cuales representaron más del 90% de la producción total de esta industria en el año 2010 (Ver Ilustración 6).

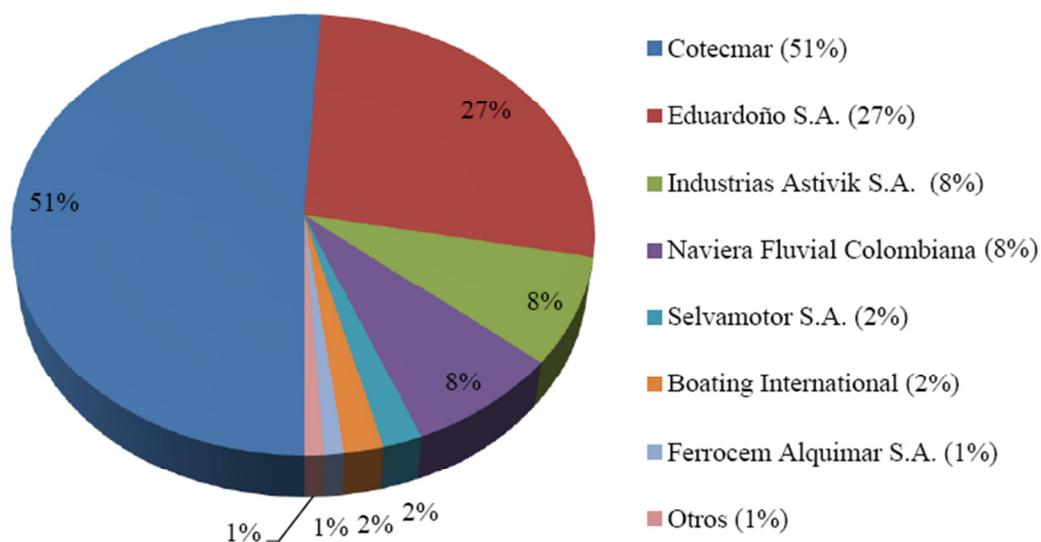
Ilustración 6. Países constructores de embarcaciones en 2010 (>100 Tons.)



Fuente: SAJ, 2011

Por su parte, la industria nacional está liderada principalmente por la Cotecmar y Eduardoño, Industrias Astivik S.A. y Naviera Fluvial Colombiana, quienes representaron en el año 2010 más del 90% de la participación de mercado (ver ilustración 7).

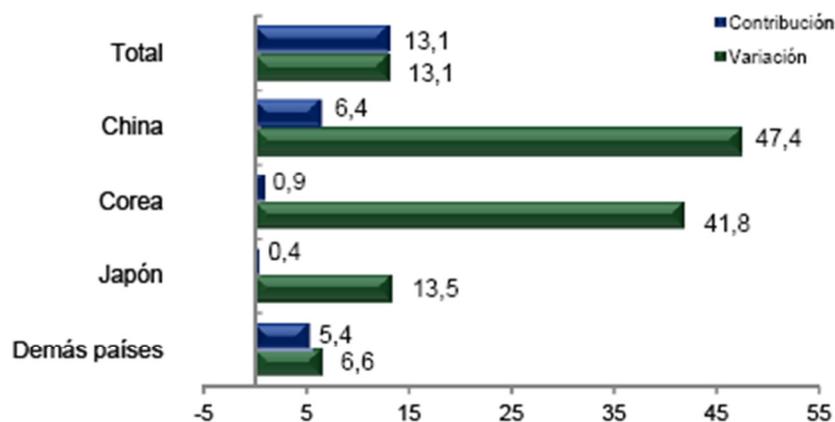
Ilustración 7. Participación de Mercado en Colombia 2010



Fuente: Supersociedades, 2011

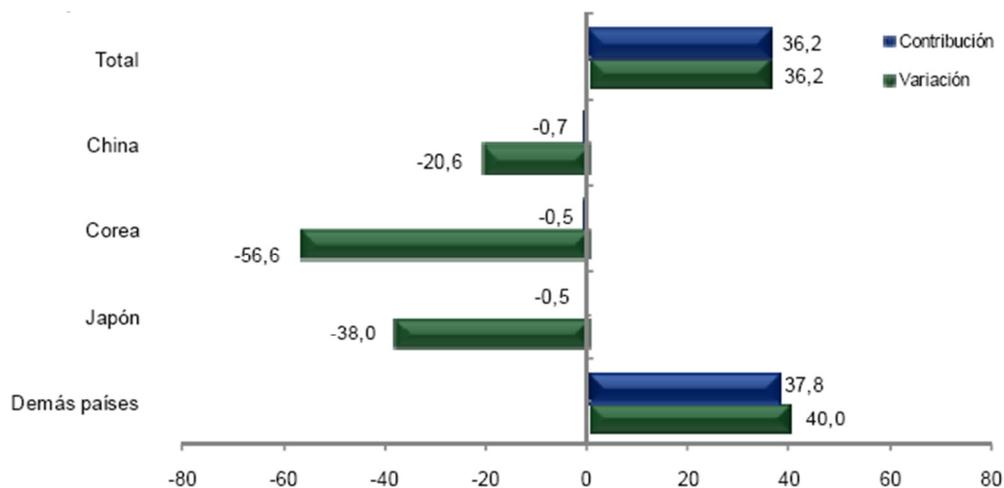
Ahora bien, tomando los líderes de la industria como referencia, se presenta a continuación un análisis de la balanza comercial de Colombia con respecto a éstos, de acuerdo a un Boletín Especial emitido por el Departamento Nacional de Estadística en el 2012. En las ilustraciones 8 y 9 se muestra el comportamiento general de las importaciones y exportaciones.

Ilustración 8. Comportamiento del valor CIF de las importaciones totales (Diciembre 2011/2010)



Fuente: DIAN. Cálculos DANE – COMEX

Ilustración 9. Comportamiento del valor FOB de las exportaciones totales (Septiembre 2011/2010)



Fuente: DIAN. Cálculos DANE - COMEX

Se evidencia entonces que existe un contraste entre las importaciones, las cuales han venido mostrando una tendencia creciente; y las exportaciones, registrando una disminución en la última vigencia. Para fortalecer este análisis, se efectuó un análisis de la composición de la Balanza Comercial, como se presenta en la ilustración 10.

Al analizar la composición de las importaciones, se evidencia que la fundición, hierro y acero han presentado un crecimiento superior al 600% en Corea y China, alcanzando logrando acercarse a las exportaciones a ambos países durante el

mismo período. También logra identificarse que la manufactura de fundición, hierro y acero ha presentado en China un importante crecimiento, triplicando su magnitud en el período 2010 – 2011.

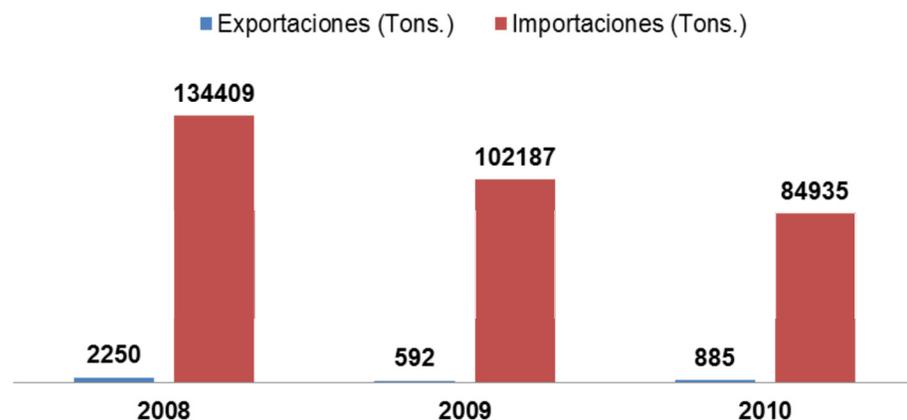
Ilustración 10. Dinámica de las Importaciones y Exportaciones a China, Japón y Corea (Septiembre 2011/2010)

	Importaciones	Exportaciones
 China	<p>Manufactura de fundición, de hierro y acero, con un crecimiento de 325,3%, aportó 13,0 puntos porcentuales a la variación total de las importaciones de China.</p> <p>Fundición, hierro y acero, registró un crecimiento de 778,2%, al pasar de US\$2,4 millones en diciembre de 2010 a US\$20,7 millones en el mismo mes de 2011, ocasionado en parte por "láminas producidas según normas: ASTM A 424 o UNE-EN 10209 ó NBR 6651 ó DIN 1623 T3 ó JSI G 3133".</p>	<p>Fundición, hierro y acero, registraron un aumento de 58,8%, al pasar de US\$16,1 millones a US\$25,6 millones.</p> <p>Combustibles y aceites minerales y sus productos, con un disminución de 40,5%, aportó -23,8 puntos porcentuales a la variación total de las exportaciones a China (-20,6%).</p>
 Japón	<p>Aparatos y material eléctrico, contribuyó con 12,7 puntos porcentuales a la variación total de las compras a este país y presentó un crecimiento de 368,2%.</p> <p>Caucho y manufacturas alcanzó un monto de US\$11,8 millones en comparación a US\$7,4 millones en diciembre de 2010.</p>	<p>Productos diversos de las industrias químicas, registró un aumento de 895,7%, al pasar de US\$0,2 millones a US\$2,4 millones; este resultado fue ocasionado principalmente por las ventas de "los demás fungicidas".</p> <p>Café, té, yerba mate y especias, registró una disminución de 46,9% al pasar de US\$26,2 millones en septiembre de 2010 a US\$13,9 millones en igual mes de 2011.</p>
 Corea	<p>Vehículos y sus partes, registró un incremento de 57,2%.</p> <p>Fundición, hierro y acero, con un aumento de 619,1%, aportaron 10,3 puntos porcentuales a la variación total de las importaciones de República de Corea. Este resultado fue ocasionado en parte por las mayores compras de "láminas producidas según normas ASTM A 1008 ó ANSI/SAE J 403-1 G(1006); JIS G 3141 SPCC SD, EN 10130 DC 01, DIN 1623 T1 St12".</p>	<p>Combustibles y aceites minerales y sus productos, pasó de US\$15,0 millones en los nueve primeros meses 2010 a US\$45,0 millones en el mismo período de 2011;</p> <p>Café, té, yerba mate y especias, creció 10,5% y aportó 7,7 puntos porcentuales a la variación total (20,2%)</p> <p>Fundición, hierro y acero, aumentó 28,6%, al pasar de US\$24,0 millones a US\$30,9 millones.</p>

Fuente: Adaptado de DANE, 2012.

Por otra parte, en lo que respecta puntualmente a la balanza comercial de Embarcaciones (Tonelaje), se evidencia en la ilustración 11 una dramática diferencia en el período 2008 - 2010 a favor de las importaciones. Una de las causas de lo anterior está soportada en que gran parte de la producción está enfocada a abastecer los requerimientos de la industria nacional.

Ilustración 11. Comparación del Tonelaje Exportado e Importado de Embarcaciones en Colombia



Fuente: Comtrade, 2011

Aún a pesar de este contraste, Colombia tiene características geográficas y económicas que permiten identificar el potencial que la industria astillera representa para el país:

- *Extensión Marítima y Fluvial:* Colombia posee cerca de 2.900 kilómetros en costas, más de 900.000 kilómetros cuadrados de extensión marítima y es el único país de Sudamérica con acceso tanto al mar Caribe como al Océano Pacífico. Lo anterior constituye una clara ventaja comparativa que el país debería aprovechar al máximo, por lo que avanzar en una política integral para el sector Astillera es primordial para el crecimiento económico del país. De esta forma, los aspectos clave en los que el Estado colombiano debería

focalizar sus esfuerzos son la creación de mecanismos integrados que faciliten la navegación, brinden oportunidades al sector industrial y de servicios, y sirvan al desarrollo de la tecnología y la cultura marina. Además cuenta con un sistema fluvial con más de 24.000 kilómetros de longitud, de los cuales 18.225 kilómetros se consideran navegables en forma permanente.

- *Localización:* La cercanía del canal de Panamá (180 millas) da a Colombia gran importancia estratégica para las comunicaciones y el comercio. Su posición la ha colocado como sitio de convergencia para rutas marítimas de los buques tipo Panamax.
- *Costo de Mano de Obra:* Una de las ventajas competitivas de Colombia para este sector, lo representa el bajo costo de la mano de obra, el cual, es ligeramente mayor que el costo de mano de obra en China. De hecho, con la aprobación de nuevos Tratados de Libre Comercio en Latinoamérica, Grandes Multinacionales están considerando como estrategia de crecimiento migrar a esta región.

De igual manera, se están generando nuevas oportunidades en la industria nacional y regional que permiten identificar al sector como una apuesta productiva:

- Colombia proyecta importantes inversiones para el apoyo a la actividad minera del país, la creación de nuevas terminales y la expansión de puertos ya existentes.
- Expansión del Canal de Panamá.
- Propuesta de reactivación de la navegabilidad del río Magdalena por la deficiencia de infraestructura fluvial para el comercio y el transporte.
- En el marco de las oportunidades de mercado en el sector logístico, portuario y petrolero el sector astillero acompañará las actividades y operaciones de apoyo en cuanto a construcción de embarcaciones tipo remolcadores multipropósitos, buques de rescate, barcas, buques de apoyo offshore. Asimismo, se requiere el soporte con los servicios de

mantenimiento y reparación en dique y a flote. Para apalancar estas oportunidades e iniciativas el sector astillero emprenderá proyectos de investigación y desarrollo en cuanto a la navegabilidad del río Magdalena y la infraestructura fluvial necesaria para el desarrollo del sector y establecerá relación con las principales entidades públicas y privadas para jalonar inversiones en aras de aumentar la participación en el mercado y generar mayor competitividad.

3.3.1.2 Postura Tecnológica de la Industria Astillera Colombiana

Para poner en contexto la Postura Tecnológica de la Industria Astillera, se abordó la metodología de los Niveles Tecnológicos desarrollada por A&P Appledore en 1993, y la metodología de Productividad de las Toneladas Compensadas Brutas (CGT, por sus siglas en inglés), concepto desarrollado por los Ingleses para la industria de construcción de buques en los años 60's y adoptado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en los años 70's, como una metodología que permitía efectuar una comparación confiable de la productividad entre distintos países (Lamb, 2002).

La metodología de A&P Appledore establece una categorización (de 1 a 5, donde cada nivel está asociado a unas condiciones Organizacionales y de Infraestructura) del Nivel Tecnológico de un Astillero de acuerdo a las siguientes categorías:

- Producción del Acero
- Producción del Equipamiento y Almacenamiento
- Otras actividades de montaje
- Construcción del Buque e Instalación de Equipamiento
- Distribución en Planta y Ambiente de Trabajo
- Diseño e Ingeniería
- Organización y Sistemas Operativos

Con el propósito de efectuar un cálculo que permitiera hacer una aproximación para analizar el contexto del sector, se tomó como referencia la aplicación del instrumento a Cotecmar, Organización líder en el país con una participación de mercado del 51% en el 2010 (como se mostró en el análisis de la postura competitiva del sector), representando de ésta manera las mejores prácticas en el contexto nacional. El ejercicio fue desarrollado por parte de un experto internacional, y los resultados obtenidos se presentan en la Ilustración 12.

Ilustración 12. Nivel Tecnológico del Sector Astillero en Colombia (Mejores Prácticas)

Categoría	Descripción	Nivel
A	Producción del Acero	2,3
B	Producción del Equipamiento y Almacenamiento	1,9
C	Otras actividades de montaje	2,0
D	Construcción del Buque e Instalación de Equipamiento	2,6
E	Distribución en Planta y Ambiente de Trabajo	3,0
G	Diseño e Ingeniería	2,8
H	Organización y Sistemas Operativos	2,2
	Nivel Tecnológico Promedio	2,4

Fuente: Lamb (2011)

De igual manera, se tomó como referencia el cálculo de productividad en CGT efectuado por el mismo experto internacional, del producto más representativo del sector en su historia, el Buque Patrullero de Zona Económica Exclusiva⁸ (OPV, por sus siglas en inglés), entregado por COTECMAR a la Armada Nacional en el año 2012. Este método es una medida normalizada que permite comparar, sobre una misma base, el contenido del trabajo (por unidad volumétrica) de diferentes tipos de embarcaciones, y los resultados obtenidos se muestran en la ilustración 13.

⁸ El ARC 20 de Julio es el primer buque de gran tamaño construido en el país con el fin de vigilar los océanos. Mide 80 metros de largo, costó 133 mil millones de pesos y su elaboración se tardó 30 meses ("El Buque de Guerra más grande hecho en Colombia", 2012, 1 de Febrero).

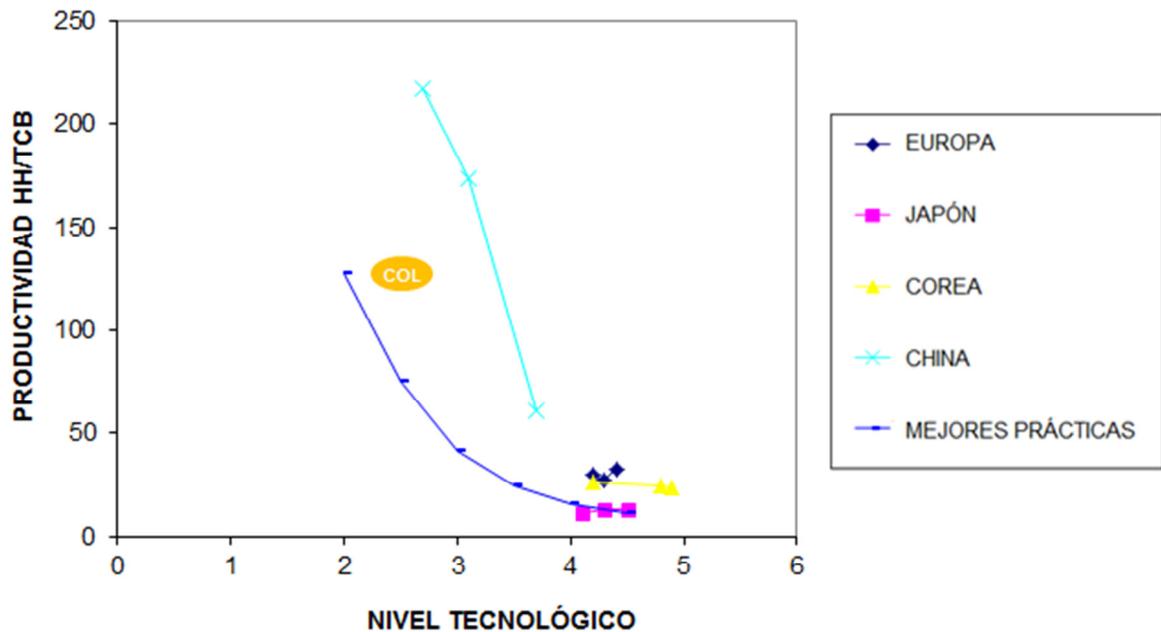
Ilustración 13. Nivel de Productividad del Sector Astillero en Colombia (Producto Representativo)

Tipo de Buque	Desplazamiento	Volumen	Toneladas Compensadas	Horas Hombre Requeridas	Productividad
OPV	1.723	6.999	18.476	2.300.500	124,5

Fuente: Lamb (2011)

Con base en lo anterior, se modeló la información en la Ilustración 14, que contiene información parametrizada de los líderes a nivel mundial y permite colocar en contexto la postura tecnológica de la industria astillera Colombiana.

Ilustración 14. Productividad en Construcción de Buques vs Nivel Tecnológico



Fuente: Adaptado de Lamb (2008)

Con la aproximación desarrollada, se puede inferir que en términos generales el sector astillero Colombiano se sitúa en un nivel tecnológico medio, aún lejos de los líderes de la industria, pero coherente con el actual nicho de mercado.

Tomando en consideración lo expuesto en los acápites anteriores, se puede identificar que **la industria astillera Colombiana presenta una posición media en materia tecnológica y competitiva**, por lo que tiene que adoptar una postura de **Nicho Tecnológico**. Lo anterior implica que el sector debe especializarse en un número limitado de tecnologías clave en las cuales pueda conseguir una superioridad sobre los competidores.

3.3.2 Identificación de Tecnologías Clave de la Industria

Para establecer las tecnologías Clave⁹ de la industria astillera colombiana, se efectuó una matriz Producto – Tecnologías Clave (Ver Ilustración 15), considerando los Aportes de Malerba (2002). La identificación de tecnologías se efectuó tomando en consideración las líneas de Investigación y Desarrollo Tecnológica definidas por dos (2) importantes instituciones de Estados Unidos, la Oficina de Investigación Naval (ONR, por sus siglas en inglés) y el Programa Nacional de Investigación en Construcción Naval (NSRP, por sus siglas en inglés).

Ilustración 15. Matriz Producto – Tecnologías Clave para la Industria Astillera Colombiana

⁹ Los tipos de Tecnología en los que la empresa puede estar involucrada según su ciclo evolutivo, se pueden distinguir en tres tipos: **Emergentes**, que están en una primera etapa de su aplicación en la industria y presenta un elevado grado de incertidumbre; **Clave**, las cuales son ampliamente aceptadas por el mercado y sustentarán la posición competitiva de la empresa que la utiliza; y **Básicas**, las cuales se encuentran en etapa de envejecimiento, por lo que están al alcance de cualquier empresa del sector (AENOR, 2004).

Rango de Productos		Tecnologías Clave	
Corto Plazo (1-3 años)	 <p>Offshore Patrol Vessel / Coastal Patrol Vessel</p>	Servicios Tecnológicos de D&IN Sistemas de Propulsión Materiales y Recubrimientos Soluciones de Ergonomía y FH Gestión Energética	Tecnologías de la Información Tecnologías de Navegación Sistemas de Armas
	 <p>Patrulleras de Apoyo Fluvial / Lanchas Patrulleras</p>	Servicios Tecnológicos de D&IN Sistemas de Propulsión Materiales y Recubrimientos Soluciones de Ergonomía y FH Gestión Energética	Tecnologías de la Información Tecnologías de Navegación Sistemas de Armas
	 <p>Remolcadores</p>	Servicios Tecnológicos de D&IN Sistemas de Propulsión Materiales y Recubrimientos Soluciones de Ergonomía y FH Gestión Energética	Tecnologías de la Información Tecnologías de Navegación
Mediano Plazo (3-5 años)	 <p>Offshore Support Vessel / Platform Supply Vessel</p>	Servicios Tecnológicos de D&IN Sistemas de Propulsión Materiales y Recubrimientos Soluciones de Ergonomía y FH Gestión Energética	Tecnologías de la Información Tecnologías de Navegación
Largo Plazo (5-10 años)	 <p>Fragatas</p>	Servicios Tecnológicos de D&IN Sistemas de Propulsión Materiales y Recubrimientos Soluciones de Ergonomía y FH Gestión Energética	Tecnologías de la Información Tecnologías de Navegación Sistemas de Armas Vehículos no Tripulados Inteligencia Artificial a Bordo

Fuente: Elaboración Propia

La totalidad de líneas de investigación (tecnologías) consideradas al momento de desarrollar la matriz se detallan en el Anexo 2, y la selección de tecnologías clave de acuerdo al contexto Colombiano se efectuó con un grupo de expertos del sector. Se presenta a continuación una breve descripción de cada una, efectuando igualmente un análisis de su estado actual en el país (apoyado en la existencia de Grupos de Investigación reconocidos por Colciencias - GrupLAC):

- *Servicios Tecnológicos de Diseño e Ingeniería Naval:* Abarca el proyecto creativo del buque y artefactos flotantes, la investigación aplicada, el desarrollo técnico en los campos de diseño y construcción y la administración de los centros de producción de material flotante (astilleros). En el país existe una de las oficinas de Diseño e Ingeniería Naval más grandes de Latinoamérica con especialización en buques fluviales, y

actualmente se están desarrollando iniciativas de emprendimiento de base tecnológica. A pesar de lo anterior, se puede afirmar que en términos generales existe una oferta muy limitada en la prestación de estos servicios, y gran parte es subcontratada a nivel internacional, a países como Brasil, India, Alemania y Estados Unidos. Es importante anotar que existen dos (2) Grupos de investigación en el país, concentrados en el Departamento de Bolívar.

- *Sistemas de Propulsión Marina:* Conjunto de elementos que permiten que el buque se desplace de un punto a otro a través de las aguas en que opera y, por lo tanto que pueda cumplir su misión (Militar, Comercial, Científica, etc.) En Colombia no existen fabricantes de Sistemas Propulsión marina, generalmente se presentan empresas representantes de grandes casas matrices localizadas principalmente en Europa. No se encontraron registros de Grupos de Investigación que trabajen temáticas asociadas en el país.
- *Materiales y Recubrimientos:* Asociado al estudio de las propiedades de materiales metálicos y no metálicos, su análisis, producción, procesos de manufactura, y la evaluación de esas propiedades físicas y de manufacturabilidad para su empleo en elementos, conjuntos y sistemas mecánicos. Aunque no hay una especialidad en el país en lo que respecta a la Ingeniería Naval, existen más de 80 grupos de investigación reconocidos por Colciencias en temas asociados a Materiales y sus múltiples aplicaciones, lo que denota la existencia de una masa crítica.
- *Soluciones de Ergonomía y Factores Humanos:* Se relaciona con el estudio de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema, contemplando en el diseño de las acomodaciones de un Buque o Artefacto Naval el análisis de las características fisiológicas, anatómicas,

psicológicas y las capacidades del trabajador. Existen tan solo 3 grupos de Investigación en el país, sin especialidades en materia Naval.

- *Generación y Gestión Energética:* Proceso de generación y optimización en el uso de la energía, buscando el uso racional y eficiente de la energía eléctrica y el aumento de la confiabilidad de un sistema. Existen en el país más de 40 grupos de investigación reconocidos por Colciencias, entre los que se destacan los de importantes Instituciones como la Universidad de Antioquia, la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad del Norte. (P ej. Celdas de combustible, superconductores, combustibles alternativos, energías alternativas, optimización energética, entre otros).
- *Tecnologías de la Información y Comunicaciones:* Conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. Existen 18 Grupos de Investigación registrados en Colciencias, destacándose uno de alta categoría adscrito a la Escuela Naval Almirante Padilla orientado a Control y Comunicaciones en el diseño Naval.
- *Tecnologías de Navegación:* Tecnología que soporta las operaciones de navegación de Buques de tipo militar y particular, usada generalmente para el trazado y la observación (P ej. Cartas Náuticas, Radares, etc.) y para las medidas (P ej. Velocidad, Distancia Recorrida, Profundidad, etc.). Actualmente no existen Grupos de Investigación en el país asociados a este tema, pero resulta importante anotar que existen diversos representantes de importantes casas matrices a nivel mundial.

- *Sistemas de Armas*: Tecnología orientada a aumentar las probabilidades de supervivencia del buque y del cumplimiento de su misión en las diferentes guerras, entre las que se encuentra la Antiaérea (AAW, por sus siglas en inglés), la Antisubmarina (ASW, por sus siglas en inglés), la Antisuperficie (ASuW, por sus siglas en inglés), y la Electrónica (EW, por sus siglas en inglés). A pesar de que no existen Grupos de Investigación en el País, y que adicionalmente casi la totalidad de las compras de Armamento se relegan a Europa y Estados Unidos, es importante destacar los avances que ha desarrollado el Departamento de Armas y Electrónica (DARET1) de la Armada de la República de Colombia.

- *Vehículos no Tripulados*: Artefactos aéreos, terrestres o submarinos maniobrados sin un piloto humano a bordo, cuya operación es controlada ya sea de forma autónoma por los ordenadores en el vehículo, o bajo el control remoto de un operador. Tienen una común aplicación en el ámbito militar, permitiendo mejorar el conocimiento de la situación operacional y optimizando la cantidad de tripulantes de las unidades. Aun cuando en el país no existe producción propia de estos artefactos, se han generado importantes avances en la construcción de prototipos en instituciones como la Universidad Sanbuenaventura y la Escuela Naval de Suboficiales. Se evidenció la existencia de dos (2) Grupos de Investigación registrados en Colciencias.

- *Inteligencia Artificial a Bordo*: Este concepto está asociado a la incorporación de inteligencias no naturales en equipos o artefactos de uso naval. Existen actualmente 15 Grupos de Investigación registrados en Colciencias.

El detalle de los Grupos de Investigación relacionados en cada Tecnología se muestra en la Ilustración 16.

Ilustración 16. Grupos de Investigación asociados a las Tecnologías clave de la Industria Astillera Colombiana

Tecnología Clave	Cantidad de Grupos de Investigación (GrupLAC)	Cantidad de Grupos Categoría A1/A	Principales Entidades
<i>Diseño e Ingeniería Naval</i>	2	1	Cotecmar ENAP
<i>Materiales y Recubrimientos</i>	82	10	Universidad del Norte Universidad Tecnológica de Bolívar Universidad Pontificia Bolivariana Universidad del Valle
<i>Ergonomía y Factores Humanos</i>	3	1	Pontificia Universidad Javeriana
<i>Generación y Gestión Energética</i>	41	8	Universidad de Antioquia Universidad del Norte Universidad Pontificia Bolivariana
<i>TICS</i>	18	2	Universidad EAFIT ENAP
<i>UAVs</i>	2	-	Universidad Sanbuenaventura Universidad Pontificia Bolivariana
<i>Inteligencia Artificial abordo</i>	15	1	Universidad Nacional de Colombia

Fuente: GrupLAC – Colciencias (2012)

4 PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE SECTORIAL PARA LA INDUSTRIA ASTILLERA COLOMBIANA BASADA EN LA CREACIÓN DE EBT

4.1 El proceso de Análisis Jerárquico

4.1.1 Conceptualización

Para efectuar la estrategia sectorial se utilizó la herramienta del proceso de análisis jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), la cual fue desarrollada por Thomas L. Saaty en la década de los 80's. El AHP es un método de toma de decisiones diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que quien tome las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas

de decisión y para cada criterio. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión (Toskano, 2005).

La herramienta se basa en el principio fundamental de que la experiencia y el conocimiento de la gente respecto a un problema en cuestión, es tan valioso como los datos que se usan (Saaty, 1980; Elineema, 2002; citado por Ramírez, 2007).

Una vez construido el modelo jerárquico, se realizan comparaciones en pares entre dichos elementos (criterios-subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta. Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite llevar a cabo un análisis de sensibilidad (Ávila, 2000; citado por Ramírez, 2007). La escala de evaluación propuesta por Saaty (1994) se muestra en la Ilustración 17.

Tradicionalmente para esta herramienta, se aplica del *Método Delphi*, en el cual se determina una serie de expertos que independientemente diligencian las matrices comparativas basándose en su experiencia y conocimiento del tema en estudio. Sus resultados se promedian geométricamente y de esta manera, una vez verificada la consistencia de los datos, se desarrolla el análisis final de los resultados.

Ilustración 17. Escalas de comparación de Saaty¹⁰

¹⁰ Los valores 2, 4, 6 y 8 se utilizan cuando no se puede definir con claridad la preferencia entre los factores. Estos son valores intermedios de preferencia.

ESCALA	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igualmente preferida	Los dos criterios contribuyen igual al objetivo
3	Moderadamente preferida	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro
5	Fuertemente preferida	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro
7	Muy fuertemente preferida	Un criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la práctica se puede demostrar su dominio
9	Extremadamente preferida	La evidencia favorece en la más alta medida a un factor frente al otro

Fuente: Osorio, et al. (2008)

4.1.2 Aplicación en el contexto del estudio

Para la construcción del modelo jerárquico, se tomaron como referencia los aportes de Malerba (2002) y las tecnologías clave identificadas para el sector. En la ilustración 18 se muestra detalladamente los elementos del modelo. Para efectos de este estudio, se seleccionaron tres (3) expertos con formación y experiencia homogénea, y la evaluación se desarrolló de manera consensuada.

Ilustración 18. Modelo Jerárquico para el Estudio

Criterios (Malerba)	Tecnologías
Las <i>Oportunidades Tecnológicas</i> reflejan el grado de probabilidad de innovar con base en inversiones en Investigación.	Diseño e Ingeniería Sistemas de Propulsión Marina Materiales y Recubrimientos
La <i>Apropiación de Innovaciones</i> se refiere a la capacidad de proteger las innovaciones de la imitación y conseguir ganancias de éstas	Ergonomía y Factores Humanos Generación y Gestión Energética TICS Tecnologías de Navegación
La <i>Acumulación</i> se asocia con el grado en el que el nuevo conocimiento se construye sobre el conocimiento existente.	Sistemas de Armamento UAVs Inteligencia Artificial a bordo

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 Resultados Obtenidos

Con el modelo construido, se procedió a efectuar las valoraciones correspondientes con el grupo de expertos seleccionado. Para verificar la coherencia del modelo, se calculó un indicador de consistencia con un nivel de error permitido del 10%. Con base en lo anterior, se evidenció que las Tecnologías que presentan una mayor factibilidad de ser desarrolladas bajo Emprendimientos de Base Tecnológica son tres (3): Diseño e Ingeniería Naval, Materiales y Recubrimientos, y Generación y Gestión Energética (Ver Ilustración 19). Los resultados obtenidos en el AHP se encuentran detallados en el Anexo 3.

Ilustración 19. Matriz Final del Modelo AHP

	0,5	0,2	0,3	Ponderación
	Oportunidad	Apropiación	Acumulación	Vector Prioritario
D&E	0,096119025	0,039251303	0,028660587	0,1640
Propulsión	0,010827414	0,005783751	0,04612386	0,0627
Materiales	0,093726436	0,005931654	0,042410708	0,1421
Ergonomía	0,036616639	0,043332051	0,019833429	0,0998
Energía	0,116763403	0,028892899	0,017330938	0,1630
TICS	0,043372122	0,035883006	0,012256427	0,0915
Navegación	0,010900928	0,005792671	0,056492661	0,0732
Armamento	0,0207949	0,005236789	0,006686674	0,0327
UAV	0,030677661	0,014802774	0,041054739	0,0865
AI	0,030677661	0,012712149	0,041054739	0,0844

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Estrategia de Emprendimiento de Base Tecnológica para el Desarrollo del Sector Astillero Colombiano

Tomando como referencia los resultados obtenidos en el AHP, se diseñó un modelo para definir las distintas estrategias a desarrollarse en materia de Emprendimiento de Base Tecnológica para cada Tecnología Clave identificada. Con base en la valoración obtenida para cada criterio y tecnología (Ilustración 18) se construyó un esquema de cuatro (4) cuadrantes para mapear las tecnologías clave identificadas, ilustrando el criterio “**Oportunidad**” en el eje “x” bajo la premisa de que es ésta la que motiva principalmente el emprendimiento (Colciencias, 2011), lo que se refleja igualmente en su importancia relativa con respecto a los otros dos (2) criterios (0,5); y agrupando los criterios “Acumulación” y “Apropiación” en el eje “y”, denominándolo la “**Plataforma para la Innovación**”,

considerando las características que éstas representan por definición. Cada cuadrante corresponde a un tipo de estrategia asociada a toma de decisiones respecto al Emprendimiento de Base Tecnológica: Creación de EBT, creación de EBT en Colaboración, Generación de Capacidades y Tercerización de la Tecnología (Ver Ilustración 20); y su localización en cada cuadrante del modelo se asocia al comportamiento de los criterios identificados en cada una.

Ilustración 20. Modelo de Estrategia de Emprendimiento de Base Tecnológica para el Desarrollo Sectorial

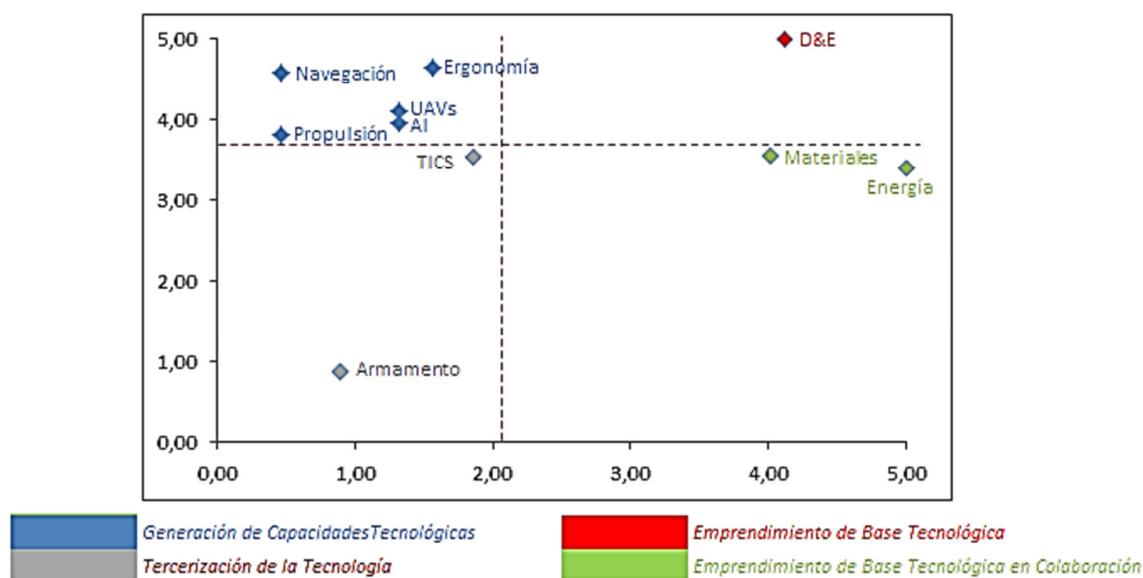


Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los distintos niveles de Oportunidad, Acumulación y Apropiación obtenidos en el AHP, se muestra en la ilustración 21 el mapeo de las Tecnologías Clave identificadas para la industria astillera.

Ilustración 21. Mapeo de las Tecnologías de acuerdo al Modelo de Emprendimiento de Base Tecnológica¹¹

¹¹ Para mapear las Tecnologías, se normalizaron a una escala de 1 a 5 los resultados obtenidos en el vector prioritario de cada criterio del modelo AHP (Ver Anexo 3). Los límites de los cuadrantes se efectuaron utilizando la media aritmética de las evaluaciones obtenidas.



Fuente: Elaboración Propia

Se presenta a continuación un análisis de cada estrategia. Se determinó un horizonte de corto y mediano plazo (1-3 años), considerando los cambios que puedan generarse en el régimen tecnológico del sector que ameriten una actualización del modelo.

4.2.1 Estrategia 1: Emprendimiento de Base Tecnológica

Conforme a los resultados obtenidos, se identifica que los Servicios Tecnológicos de Ingeniería Naval constituyen el principal foco para el emprendimiento de Base Tecnológica, dados sus altos niveles de Oportunidad, así como su baja Apropiación y Acumulación. Como se mencionó anteriormente, en los últimos años se han venido gestando importantes iniciativas de emprendimiento de cara a fortalecer la capacidad científica a nivel nacional, utilizando los distintos mecanismos presentes en el Sistema Nacional de Innovación Colombiano, por lo que resulta necesario que las grandes empresas del sector promuevan la

generación de empresas tipo “spin-off”¹², aportando recursos físicos y financieros para soportar las primeras etapas de maduración de la entidad que le garanticen una sostenibilidad en el corto y mediano plazo. Para esta estrategia, Organizaciones como Cotecmar y la Escuela Naval Almirante Padilla deben jugar un papel fundamental dadas sus capacidades científicas y e infraestructura tecnológica disponible.

4.2.2 Estrategia 2: Emprendimiento de Base Tecnológica en Colaboración

En este cuadrante se ubican los *Materiales y Recubrimientos*, así como la *Generación y Gestión Energética*. Existen altas Oportunidades para estas tecnologías, e igualmente presentan un nivel medio en materia de apropiación y acumulación. Lo último se debe principalmente a la existencia de una considerable masa crítica en el país. En este sentido, la estrategia está dirigida en generar emprendimientos de Base Tecnológica de manera colaborativa con socios tecnológicos a nivel nacional de manera que se generen nuevas aplicaciones conforme a las necesidades del sector. Es importante resaltar que Instituciones Académicas como la Universidad del Norte y la Universidad Tecnológica de Bolívar, además de constituirse como referentes en estas temáticas a nivel nacional, tienen una participación activa en el marco del Sistema de Innovación del sector Astillero.

4.2.3 Estrategia 3: Generación de Capacidades

En este cuadrante se situaron cinco (5) tecnologías (*UAVs, Tecnologías de Navegación, Inteligencia Artificial a Bordo, Ergonomía y Sistemas de Propulsión*). Para este grupo, se sugiere abordar una estrategia en la cual se identifiquen líderes tecnológicos con quienes se de paso a un proceso de Transferencia y

¹² Una spin-off podría definirse como una nueva empresa formada de dos maneras: por individuos que fueron primero empleados de una casa matriz; o por una tecnología de núcleo que se originó en la casa matriz y que fue posteriormente transferida a una nueva empresa (Smilor, et al., 1990, citado por Carayannis, et al. 1998)

Apropiación de Tecnología, de manera que paulatinamente pueda ser desarrollada y comercializada por entidades locales, dando paso al Emprendimiento de Base Tecnológica. Dado que la industria Militar hace parte fundamental del sector astillero Colombiano, resulta fundamental que éstas temáticas, de acuerdo al nivel de pertinencia, sean incluidas en los Acuerdos de Compensación Industrial y Social – OFFSET¹³ que se deriven de las grandes compras en defensa.

4.2.4 Estrategia 4: Tercerización de la Tecnología

En este cuadrante se situaron los *Sistemas de Armamento* y las *Tecnologías de Información y Comunicaciones*. Como estrategia se sugiere relegar las compras a terceros, sin que esto implique necesariamente el desarrollo de un programa para apropiar la Tecnología y desarrollarla propiamente en el corto y mediano plazo, dado su bajo nivel de Oportunidad y su alto nivel de Acumulación y Apropiación.

La compilación de las Estrategias para el Emprendimiento de Base Tecnológica en el Sector Astillero durante el período 2012 - 2015 se muestran en la Ilustración 22.

¹³ Beneficios industriales, económicos, comerciales y/o sociales otorgados a un país como compensación por la adquisición de bienes y servicios destinados a la defensa y seguridad nacional.

Ilustración 22. Estrategia de Emprendimiento de Base Tecnológica para el Desarrollo del Sector Astillero Colombiano (2012 - 2015)

Tecnología Clave	Estrategia	Descripción	Fuentes de Financiación	Potenciales Aliados Estratégicos
<i>Diseño e Ingeniería Naval</i>	EBT	Generación de Organizaciones tipo spin-off de las empresas más grandes del sector.	SENA / Colciencias Universidades Empresas	Cotecmar * ENAP *
<i>Generación y Gestión Energética</i>	EBT / Colaboración	Emprendimiento Colaborativo con las Instituciones representativas a nivel nacional.	SENA / Colciencias Universidades Empresas	Universidad de Antioquia Universidad del Norte * Universidad Pontificia Bolivariana
<i>Materiales y Recubrimientos</i>	EBT / Colaboración	Emprendimiento Colaborativo con las Instituciones representativas a nivel nacional.	SENA / Colciencias Universidades Empresas	Universidad del Norte * Universidad Tecnológica de Bolívar * Universidad Pontificia Bolivariana Universidad del Valle
<i>Ergonomía y Factores Humanos</i>	Generación de Capacidades	Programas de Transferencia Tecnológica para la Universidad y la Empresa.	SENA / Colciencias MDN - Offsets Universidades	Pontificia Universidad Javeriana Aliados Internacionales
<i>Tecnologías de Navegación</i>	Generación de Capacidades	Programas de Transferencia Tecnológica para la Universidad y la Empresa.	SENA / Colciencias MDN - Offsets Universidades	Aliados Internacionales
<i>Propulsión Marina</i>	Generación de Capacidades	Programas de Transferencia Tecnológica para la Universidad y la Empresa.	SENA / Colciencias MDN - Offsets Universidades	Aliados Internacionales
<i>UAVs</i>	Generación de Capacidades	Programas de Transferencia Tecnológica para la Universidad y la Empresa.	SENA / Colciencias MDN - Offsets Universidades	Universidad Pontificia Bolivariana Universidad San Buenaventura Aliados Internacionales
<i>Inteligencia Artificial abordo</i>	Generación de Capacidades	Programas de Transferencia Tecnológica para la Universidad y la Empresa.	SENA / Colciencias MDN - Offsets Universidades	Universidad Nacional de Colombia * Aliados Internacionales
<i>TICS</i>	Tercerización	-	-	-
<i>Sistemas de Armamento</i>	Tercerización	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

* Estas Instituciones presentan actualmente una dinámica activa en el Sistema de Innovación del Sector Astillero.

5 CONCLUSIONES

La Innovación y el Cambio Tecnológico son altamente afectados por el sector en el que se desarrollan, por lo que existen particularidades con respecto a las tecnologías relevantes en cada Sistema Sectorial. Los principales bloques sobre los que se construye un Sistema Sectorial de Innovación son: La base de Conocimiento y Tecnología, los Agentes y sus Interrelaciones y las Instituciones. Es importante establecer las relaciones entre los regímenes tecnológicos y los patrones de innovación en los Sistemas Sectoriales de Innovación, analizando los niveles de oportunidad, apropiación y acumulación existentes.

La cercanía geográfica y la concentración de industrias y/o tecnologías resultan en beneficios para el desarrollo tecnológico y económico, por lo que esto debe constituirse como un pilar en el desarrollo empresarial. Numerosos casos de éxito evidencian lo anterior, como lo son el *Silicon Valley* en los EEUU, los distritos industriales del cuero y la moda en Italia, entre otros.

Las Empresas de Base Tecnológica están definidas como aquellas organizaciones generadoras de valor que, mediante la aplicación sistemática de conocimientos tecnológicos y científicos, están comprometidas con el diseño, desarrollo y elaboración de nuevos productos, servicios, procesos de fabricación y/o comercialización. Estas organizaciones constituyen un elemento fundamental para el desarrollo de Sectores Emergentes.

En el presente estudio se hizo un análisis de la industria astillera Colombiana, la cual presenta una posición media en materia tecnológica y competitiva, por lo que tiene que adoptar una postura de Nicho Tecnológico. Lo anterior implica que el sector debe especializarse en un número limitado de tecnologías clave en las cuales pueda conseguir una superioridad sobre los competidores. De esta manera, se efectuó un ejercicio con base en referentes internacional para

determinar las tecnologías que requieren desarrollarse en el sector para mejorar su postura en el mercado, con lo que fueron identificadas diez (10) tecnologías clave.

Se evidenció que las Tecnologías que presentan una mayor factibilidad de ser desarrolladas bajo Emprendimientos de Base Tecnológica son tres (3): Diseño e Ingeniería Naval, Materiales y Recubrimientos, y Generación y Gestión Energética. Sin embargo, para complementar el análisis, se establecieron estrategias complementarias para desarrollar las Tecnologías de acuerdo a su grado de Acumulación, Apropiación y Oportunidad: Emprendimiento de Base Tecnológica en Colaboración, Generación de Capacidades y Tercerización de la Tecnología.

6 RECOMENDACIONES

- Considerando que los *Servicios Tecnológicos de Ingeniería Naval* constituyen el foco para el emprendimiento de Base Tecnológica del sector, resulta necesario que se generen mecanismos para que las grandes empresas del sector promuevan la generación de empresas tipo “spin-off”, aportando a su vez recursos físicos y financieros para soportar las primeras etapas de maduración de la entidad que le garanticen una sostenibilidad en el corto y mediano plazo.
- Con respecto a los Materiales y Recubrimientos, así como la Generación y Gestión Energética, dado que existen altas Oportunidades para estas tecnologías pero existe una fuerte masa crítica en el país, la estrategia estaría dirigida a generar emprendimientos de Base Tecnológica de manera colaborativa con socios tecnológicos a nivel nacional. Instituciones Académicas como la Universidad del Norte y la Universidad Tecnológica de Bolívar, además de constituirse como referentes en estas temáticas, tienen una participación activa en el marco del Sistema de Innovación del sector Astillero, por lo que se recomienda generar agendas conjuntas de trabajo con éstas entidades.
- Para Tecnologías como los Sistemas de Armamento y las Tecnologías de *Información y Comunicaciones*, se sugiere relegar las compras a terceros, sin que esto implique necesariamente el desarrollo de un programa para apropiar la Tecnología y desarrollarla propiamente en el corto y mediano plazo.
- Para las tecnologías restantes (UAVs, Tecnologías de Navegación, *Inteligencia Artificial a Bordo, Ergonomía y Sistemas de Propulsión*) deberán identificarse líderes tecnológicos con quienes se de paso a un proceso de Transferencia y Apropiación de Tecnología, de manera que paulatinamente

pueda ser desarrollada y comercializada por entidades locales, dando paso al Emprendimiento de Base Tecnológica. Se recomienda evaluar la participación dentro de programas asociados a los Acuerdos de Compensación Industrial y Social – OFFSET derivados de las compras en defensa del País.

- Se recomienda efectuar una actualización del modelo cada tres (3) años, considerando que las condiciones de cada régimen tecnológico varían en el tiempo, principalmente porque las tecnologías tienen un ciclo de vida y lo que hoy se constituye como emergente, podría constituirse en un horizonte de corto y mediano plazo como un factor clave para el sector.
- Dado que la aproximación a la postura tecnológica del Sector Astillero en Colombia se efectuó tomando como referencia la Organización Líder, se sugiere abordar un análisis a nivel sectorial usando los métodos propuestos desarrollados por Lamb (2006) y la firma consultora A&P Appledore, de manera que se genere información más precisa al respecto.
- Las condiciones para el emprendimiento en Colombia muestran serias limitantes en factores como el acceso a financiación y la Transferencia de I+D, lo cual es preocupante porque son condicionantes fundamentales para el surgimiento de nuevas empresas con alta incidencia en el desarrollo económico. Considerando que el sector hace parte de importantes instancias como el Programa de Transformación Productiva (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo) y las apuestas productivas de la región de Bolívar, resulta fundamental la promoción, dentro de los planes de negocio que allí se deriven, de mecanismos para facilitar el emprendimiento de Base Tecnológica y las alianzas Público-Privadas de acuerdo a la priorización de tecnologías desarrollada.

- Aun cuando las condiciones de oportunidad para las tecnologías clave identificadas se analizaron de acuerdo al criterio de expertos, se recomienda desarrollar un estudio de mercado que permita definir de manera más precisa ésta dinámica, especialmente para las tecnologías priorizadas.
- Los resultados de este estudio pueden tener aplicabilidad en otros sectores emergentes, en el proceso de definición de estrategias sectoriales. Se recomienda inicialmente que se evalúe su implementación en las demás apuestas productivas del departamento de Bolívar (Petroquímico-plástico, Turismo, Agroindustria y Logístico-Portuario).

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (2004). I+D+i: Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación. Foro Mundial de la Calidad INLAC.

Audretsch, D. B., y Feldman, M. D. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review*, 86(3).

Ávila M. (2000). Proyecto Regional: Información sobre tierras y aguas para un desarrollo agrícola sostenible. El caso Brasil. Informe Técnico 2. FAO-Proyecto GCP/RLA/126/JPN. Santiago, Chile. 65 p.

Azagra, J. (2004). La contribución de las universidades a la innovación. Universitat de Valencia. Servei de Publicacions.

Benavides, O (2005). Interacciones dinámicas e Innovación Tecnológica. Publicaciones Banco de la República de Colombia.

Beraza, J. y Rodríguez, A. (2008). El Entorno Español para la creación de nuevas Empresas de Base Tecnológica: La actividad de I+D+i en España. Una comparación internacional.

Braczyk, H., Cooke, P., Heidenreich, M. (1998): *Regional Innovation Systems. The Role of Governances in a Globalized World*. London: UCL Press.

Bollinger, L., Hope, K., Utterback, J., 1983. A review of literature and hypothesis on new technology based firms. *Research. Policy* 12, 1–14.

Cámara de Comercio de Cartagena (2008). Plan regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar (2008 – 2032).

Cámara de Comercio de Cartagena (2011). Plan estratégico y prospectivo de innovación y desarrollo científico y tecnológico del departamento de Bolívar 2010 – 2032.

Carlsson, B., Stankiewicz, R., (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics* 1, 93–118.

Carlsson, B. (1997). *Technological Systems and Industrial Dynamics*. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/ London.

Castellanos, O (2007). *Gestión Tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia*. Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia.

Castro, E., Fernández de Lucio, I. (1995): “La nueva política de articulación del Sistema de Innovación en España”, *anales del VI Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica*, pp. 115-134, Concepción, Chile.

CEIM, Consejería de Educación, Institución Madri+d (2003). *Creación de Empresas de Base Tecnológica: La experiencia internacional*.

Colciencias (2008). Convocatoria 478 para la conformación de un banco de proyectos de apoyo a la creación de empresas innovadoras de base tecnológica a través del sistema nacional de incubación.

Colciencias (2011). *Justificación Técnica de la Convocatoria 523 para Conformar Banco de Proyectos Elegibles para la Creación de Empresas o Unidades de Negocios de Base Tecnológica*.

Colombo, M., Mustar, P. and Wright, M. (2009) Dynamics of Science-based entrepreneurship. *The Journal of Technology Transfer* Volume 35, Number 1, 1-15.

Comtrade – United Nations (2011). *International Merchandise Trade Statistics*.

Cooke, P., Schall, N. (1997). *How Do Firms Innovate? Regional Industrial Research Paper 29*, Cardiff, Centre for Advanced Studies.

Cowan, R., David, P., Foray, D. (2000). The explicit economics of knowledge codification and tacitness. *Industrial and Corporate Change*, 9, 2, 211-253.

DANE (2011). *Boletín de Importaciones a China, Japón y Corea 2010 – 2011*.

DANE (2011). Boletín de Exportaciones a China, Japón y Corea 2010 – 2011.

Deeds, D. L., Decarolis, D., y Coombs, J. E. (1997). The impact of firm-specific capabilities on the amount of capital raised in an initial public offering: Evidence from the biotechnology industry. *Journal of Business Venturing*, 12(1).

Documento borrador “Guía Ambiental para la Industria Astillera Colombiana”.

Dosi, G. (1997). Opportunities, incentives and the collective patterns of technological change. *Economic journal*, 107, 1.530 – 1.547.

Dosi, G., Marsili O. et al. (1995). Learning, Market Selection and the Evolution of Industrial Structures". *Small Business Economics*, 7.

Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres/Washington, D.C.: Pinter Publishers/Cassell Academic.

“El Buque de Guerra más grande hecho en Colombia”. *Diario El Tiempo*. Publicado el 1 de Febrero de 2012.

Elineema, R. (2002). Análisis del método AHP para la toma de decisiones multicriterio. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 96 p.

Escorsa, P, Vals, J. (2003) *Tecnología e Innovación en la Empresa*. Edicions UPC.

Fatás, F., y Peris, A. (2003). *Sistemas Sectoriales de Innovación y Crecimiento Económico*. Avances de Investigación del Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales Francisco de Vitoria, Universidad de Zaragoza.

Fernhaber, S., Gilbert, B.A., y McDougall, P., (2008). International entrepreneurship and geographical location: an empirical examination of new venture internationalization. *Journal of International Business Studies*, 39.

Fontes, M. y Coombs, R. (2001). Contribution of new technology-based firms to the strengthening of technological capabilities in intermediate economies. *Research Policy*, 30.

Fundación CEEI Talavera de la Reina-Toledo (2008) .Estudio de prospectiva económica y empresarial en áreas de desarrollo de Talavera de la Reina.

Fundación Madri+d para el Conocimiento (2010) .Nuevas Empresas de Base Tecnológica.

González, T. (2009). El modelo de triple hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura* CLXXXV 738 julio-agosto (2009) 739-755.

Goñi, B., Madariaga, I. (2004). Las Empresas Innovadoras de Base Tecnológica como fuente de Desarrollo Económico Sostenible. Quinto Congreso de Economía de Navarra.

Grandstrand, O. (1994). *The Economics of Technology*, Elsevier Science, Amsterdam

Gutierrez, T. (2009) Reestructuración del empleo: Un análisis de las implicaciones de las Innovaciones Tecnológicas en las transformaciones estructurales de los mercados de trabajo: La precariedad laboral: El Caso Español (1987-2004). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

INSEAD (2011) *The Global Innovation Index 2011. Accelerating Growth and Development*.

Karagozoglu, N., y Lindell, M. (1998). Internationalization of small and medium-sized technology-based firms: An exploratory study. *Journal of Small Business Management*, 36(1).

Keynes, J. (1936). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Fondo de Cultura Económica.

Lamb, T. (2002). The development of gross tonnage compensation coefficients for naval shipbuilding based on direct productivity calculations.

Lamb (2008). Shipbuilding and Shiprepair Workshop. Cotecmar.

Libaers, D. y Meyer, M. (2011). Highly innovative small technology firms, industrial clusters and firm internationalization. *Research Policy*, 40.

Little, A.D. (1977): *New Technology- based Firms in the United Kingdom and the Federal Republic of Germany*, Wilton House, London.

Lopez, L., Lugones, G. (1998) Los sistemas locales en el escenario de la globalización. *Globalização e Inovação Localizada: Experiências de Sistemas Locais no Âmbito do Mercosul e Proposições de Políticas de C&T*.

Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres/Nueva York: Pinter Publishers.

Lundvall, B. and Johnson, B. (1994), *The Learning economy*, *Journal of Industry Studies*, 1,2, 23-42.

Malerba, F., and Orsenigo, L. (1996). Schumpeterian patterns of innovation, *Cambridge Journal of Economics*, 19, 1, 47-65.

Malerba, F., and Orsenigo, L. (1997). Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. *Industrial and Corporate Change*, 6, 1, 83-117.

Malerba, F. (2004). *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge University Press, Cambridge

Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production *Research Policy* 31 (2002) 247–264.

Malthus, T. R. (1820, rep. 1977): *Principles of Political Economy*, Part I, Ch. 7.

Melo, L. (2007). Incubar del Caribe como Generadora de Empleo y Creadora de Empresas de Base Tecnológica: Estudio de Caso. Tesis de Maestría, Universidad del Norte.

Metcalfe, S. (1998), *Evolutionary Economics and Creative Destruction*, Routledge, London.

Moreno, F. (1978). *Glosario comentado sobre política tecnológica*. Caracas: CONICYT.

National Shipbuilding Research Program (2011). *Organization & Operations Manual*.

Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Study*. Oxford University Press, Oxford.

Nelson, R. R., and Rosenberg, N. (1995). Recent evolutionary theorizing about economic change, *Journal of Economic Literature*, 33, 3, 48-90.

Office of Naval Research (2011). *Naval Science and Technology Strategic Plan*.

Olaya, A. (2008). Economía de la innovación y del cambio tecnológico: una aproximación teórica desde el pensamiento Schumpeteriano. *Revista Ciencias Estratégicas*, Vol. 16, Núm. 20, julio-diciembre,, pp. 237-246 Universidad Pontificia Bolivariana.

Osorio, J., et al. (2008). Modelo para la evaluación del desempeño de los proveedores utilizando AHP. *INGENIERÍA & DESARROLLO* Número 23 Enero-Junio.

Palacios, M., del Val, T., Casanueva, C. (2004). *Inversión en Nuevas Empresas de Base Tecnológica en la Comunidad de Madrid*. Sistema Madri+d y Ban Madri+d.

“Patentar o Morir”. *Diario la República*. Publicado el 9 de Junio de 2010.

- Ramírez, A. (2007). El proceso de análisis jerárquico con base en Funciones de producción para planear la siembra de maíz de temporal. Tesis Doctoral. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas.
- Rosenberg, N. (1976), *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Saaty T. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill. New York. USA. 269 p.
- Sabato, J. & Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de Integración*, 3.
- Saxenian, A. (1990). Regional networks and the resurgence of Silicon Valley. *California Management Review*, 33(1).
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Primera Edición, McGraw- Hill, New York.
- Sectores Emergentes, (2011). Estudio de fuentes secundarias sobre sectores económicos emergentes.
- Shearman, C. y Burrell, G. (1988). New technology-based firms and the emergence of new firms: some employment implications. *New Technology, Work and Employment*, 3(2).
- Smith, A. (1776): *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, reprinted in 1976, London: Oxford University Press.
- Storey, D. J. y Tether, B. S. (1998a). New technology-based firms in the European Union: an introduction. *Research Policy*, (26)9, pp. 933-946.

Storey, D. J. y Tether, B. S. (1998b). Public policy measures to support new technology-based firms in the European Union. *Research Policy*, (26)9, pp. 1037-1057.

The Shipbuilders' Association of Japan (2011). *Shipbuilding Statistics*.

Toskano, G (2005). "El proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Universidad del Norte (2011). *Sistema Sectorial de Innovación para la Industria Astillera de Colombia*.

Universidad del Norte, Ed. (2011). *Global Entrepreneurship Monitor (GEM) 2010*.

Wright, M., Filatotchev, I., Hoskisson, R., y Peng, M. (2005). Strategy Research in Emerging Economies: Challenging the Conventional Wisdom. *Journal of Management Studies* 42:1.

Veciana, J. (1983). *Política de innovación e inversión*, Facultat de Ciències Econòmiques y Empresariales, Universitat Autònoma de Barcelona.

Zuluaga, D. (2006). *Benchmarking como herramienta de evaluación y diagnóstico de sistemas de innovación*. Primer Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación.

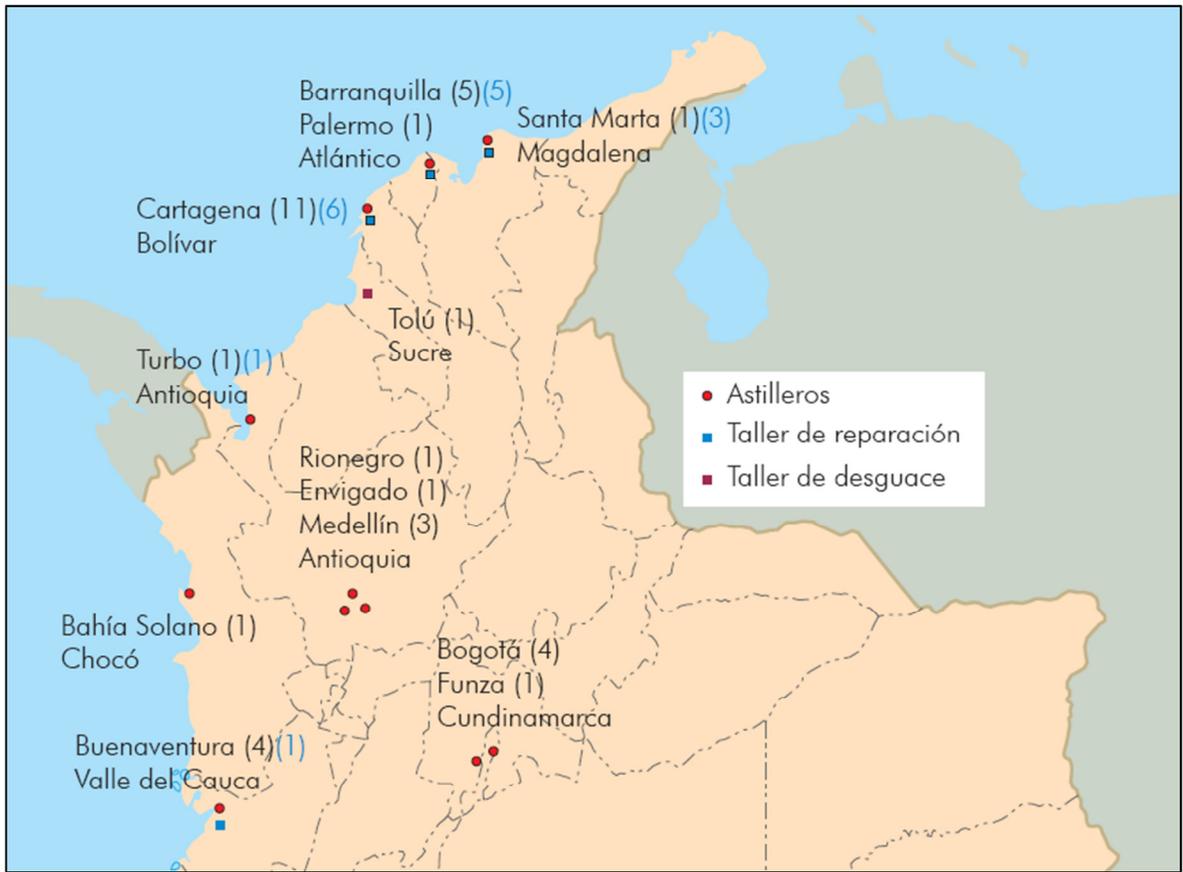
ANEXOS

Anexo 1

Listado de Astilleros y Talleres de Reparación Naval que componen el Sector Astillero en Colombia.

N°	Tipo	Razón Social	Ciudad
1	Astillero	ASTILLEROS UNIDOS S.A.	BARRANQUILLA
2	Astillero	INDUSTRIAS PROFIBRA LIMITADA	BARRANQUILLA
3	Astillero	PLAST FIBRA	SANTA MARTA
4	Astillero	DIVERQUIMICOS COMPANIA LIMITADA	BOGOTÁ
5	Astillero	BOATING INTERNATIONAL SUCURSAL COLOMBIA S.A.	BARRANQUILLA
6	Astillero	ASTILLERO JULIO FIBRA	BUENAVENTURA
7	Astillero	MEJÍA GIRALDO EDINSON	BAHIA SOLANO
8	Astillero	MOTOMARLIN S.A.	CARTAGENA
9	Astillero	COTECMAR	CARTAGENA
10	Astillero	TALLER DE REPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN NECOFIBRA	TURBO
11	Astillero	COMERCIALIZADORA NAUTICA S.A	ENVIGADO
12	Astillero	NOVAMERICA INTERNATIONAL S.A.	CARTAGENA
13	Astillero	MEGAYATES LTDA	CARTAGENA
14	Astillero	ASTILLERO NAVAL JOL S.A	BOGOTÁ
15	Astillero	INDUSTRIAS ASTIVIK S.A.	CARTAGENA
16	Astillero	ASTILLEROS CARTAGENA & CIA LIMITADA	CARTAGENA
17	Astillero	FERROCEM-ALQUIMAR S.A. FERROALQUIMAR S.A.	CARTAGENA
18	Astillero	EDUARDO LONDOÑO E HIJOS SUCESORES S.A	MEDELLÍN
19	Astillero	C.I. BANACOL S.A	TURBO
20	Astillero	GUSTAVO MARQUEZ A. Y CIA. S. EN C.	MEDELLÍN
21	Astillero	PUBLI-FIBRA S.A.	MEDELLÍN
22	Astillero	FIBRA EQUIPOS LTDA	BUENAVENTURA
23	Astillero	DURABOTES S.A	BOGOTÁ
24	Astillero	ELEMENTOS METÁLICOSS.A	BOGOTÁ
25	Astillero	Naviera fluvial colombiana S.A	BARRANQUILLA
26	Astillero	Astiyuma (Construcciones marítimas y fluviales S.A)	CARTAGENA
27	Astillero	KAEL INGENIEROS Ltda	BARRANQUILLA
28	Astillero	INSER:	CARTAGENA
29	Astillero	ITEC. Electrónica marítima Ltda.	CARTAGENA
30	Astillero	DINACOL (Diseño, Ingeniería & Control)	CARTAGENA
31	Astillero	TECNOGFIBRAS FERNAIN	BUENAVENTURA
32	Astillero	VERANILLO S.A.	BARRANQUILLA
33	Astillero	ADENAUTICAS LIMITADA	CALI
34	Astillero	NAVTECH S.A.	CARTAGENA
35	Astillero	TODOMAR C.H.L. MARINA S.A.	CARTAGENA
36	Taller	MENDEZ AC E HIJOS LTDA.	SANTA MARTA
37	Taller	AQUAMAR S.A.	BARRANQUILLA
38	Taller	FUMECO LTDA	CARTAGENA
39	Taller	NESTOR CABALLERO & CIA. LTDA	BARRANQUILLA
40	Taller	NAUTIAGRO S.A.	CARTAGENA
41	Taller	INGENIERÍAS MEC., ELECT., INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL LTDA. IMEINT LTDA	CARTAGENA
42	Taller	VARGAS CABEZA MARIO	BUENAVENTURA
43	Taller	SOMECIN LTDA	CARTAGENA
44	Taller	SERVICIOS MARÍTIMOS Y PORTUARIOS ESPECIALIZADOS LIMITADA	SANTA MARTA
45	Taller	SERVI-INGENIERIA CAMPO LTDA. "S.I.C"	BARRANQUILLA
46	Taller	TERMINAL DE CONTENEDORES DE CARTAGENA S.A.-CONTECAR S.A.	CARTAGENA
47	Taller	NAUTICA INTEGRAL E.U.	CARTAGENA
48	Taller	FULL FILTERS DE COLOMBIA S.A.	BARRANQUILLA
49	Taller	CALDEMAR GROUP LTDA.	BARRANQUILLA
50	Taller	EMPRESA COLOMBIANA PESQUERA DE TOLU S.A	TOLU

Concentración geográfica de Astilleros en Colombia



Anexo 2.

Listado de Líneas de Investigación definidas por la ONR y el NSRP.

Líneas de Investigación de Office of Naval Research (ONR)

Naval S&T Focus Area	Objective Categories	S&T Research Areas
Assure Access to Maritime Battlespace	<ul style="list-style-type: none"> • Achieve and Maintain Undersea Dominance • Improve Mobile Autonomous Environmental Sensing • Match Environmental Predictive Capabilities to Tactical Planning Requirements • Maximize Systems Performance via Adaptation to the Environment 	<ul style="list-style-type: none"> • Anti-Submarine Warfare Surveillance • ASW Performance Assessment • Bio-sensors, Bio-processes and Bio-inspired Systems • Electronic Warfare Attack • Functional Materials • Intelligent and Autonomous Systems • ISRT-ESM • Large Vessel Stopping • Littoral Geosciences, Optics and Biology • Marine Mammals • Marine Meteorology • Mine Neutralization • Nanometer Scale Electronic Devices and Sensors • Navigation and Precision Timekeeping • Networked Sensors • Non-Lethal Weapons • Ocean Acoustics • Physical Oceanography • Solid State Electronics • Space Environmental Effects • Spacecraft Technology • Unmanned Air Vehicles • Unmanned Sea Vehicle Technologies
Autonomy and Unmanned Systems	<ul style="list-style-type: none"> • Human/Unmanned Systems Collaboration • Perception and Intelligent Decision Making • Scalable and Robust Distributed Collaboration • Intelligence Enablers and Architectures 	<ul style="list-style-type: none"> • Intelligent and Autonomous Systems • Unmanned Air Vehicles • Unmanned Sea Vehicle Technologies
Expeditionary and Irregular Warfare	<ul style="list-style-type: none"> • Irregular Warfare Battlespace Awareness • Influence Operations Enablers • Expeditionary and Distributed Operations • Irregular Threat Countermeasures 	<ul style="list-style-type: none"> • Communications and Networks • Counter IED • Electronic Warfare Attack • Expeditionary Firepower • Expeditionary ISR • Expeditionary Logistics • Expeditionary Maneuver/Individual Mobility • Information Processing, Discovery, Integration and Presentation • Intelligent and Autonomous Systems • Nanometer Scale Electronic Devices and Sensors • Non-Lethal Weapons Training, Education and Human Performance • Expeditionary C4 • Precision Strike • Social, Cultural and Behavioral Modeling • Special Warfare/EOD • Unmanned Air Vehicles • Unmanned Sea Vehicle Technologies

Naval S&T Focus Area	Objective Categories	S&T Research Areas
Information Dominance	<ul style="list-style-type: none"> • Information Space for Integrated C2, ISR and Combat Systems Decision Making • Spectrum Dominance • Computer Network Operations • Communications and Networks • Computational Environment Architecture 	<ul style="list-style-type: none"> • ASW Surveillance • Automated Image Understanding • Bio-sensors, Bio-processes and Bio-inspired Systems • Communications and Networks • Computational Analysis • Decision Support Tools • Human Factors Organizational Design and Decision Research • Information Assurance and Anti-Tamper • Information Processing, Discovery and Presentation • Intelligent and Autonomous Systems • ISRT-ESM • Nanometer Scale Electronic Devices and Sensors • Navigation and Precision Timekeeping • Networked Sensors • Solid State Electronics • Spacecraft Technology • WMD Detection
Platform Design and Survivability	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced Mobility • Reliable, Efficient, Long-Range, High-Speed Platforms With Optimized Payload Capabilities • At-Sea Sustainment • Affordable Fleet/Force Modernization 	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced Naval Power Systems • Advanced Sea Platforms • Air Propulsion • Air/Ground Vehicles • Expeditionary Logistics • Expeditionary Maneuver • Functional Materials • Human Factors, Organizational Design and Decision Research • Intelligent and Autonomous Systems • Seabase Enablers • Structural Materials • Unmanned Air Vehicles
Power and Energy	<ul style="list-style-type: none"> • Energy Security • Efficient Power and Energy Systems • High Energy and Pulsed Power 	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced Naval Power Systems • Air Platform Power • Bio-derived Materials and Systems • Functional Materials • Personal Power • Power Electronics
Warfighter Performance	<ul style="list-style-type: none"> • Manpower, Personnel, Training and Education • Human-system Design and Decision Support • Warfighter Survivability and Operational Health • Bio-engineered Systems 	<ul style="list-style-type: none"> • Bio-sensors, Bio-processes and Bio-inspired Systems • Casualty Care and Management • Casualty Prevention • Human Factors, Organizational Design and Decision Research • Manpower and Personnel • Training, Education and Human Performance • Undersea Medicine

Naval S&T Focus Area	Objective Categories	S&T Research Areas
Power Projection and Integrated Defense	<ul style="list-style-type: none"> • Future Naval Fires • Integrated Layered Defense Across the Entire Detect-to-Engage Continuum • Extended Threat Neutralization Capabilities • Time-Critical Precision Strike 	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced Energetics • Air Platform Survivability • Directed Energy • Electromagnetic Guns • Electronic Warfare Attack • Expeditionary Firepower Torpedo Defense • Expeditionary Force Protection • Functional Materials • High-Speed Weapons Technologies • ISRT-ESM • Mining • Non-Lethal Weapons • Precision Strike • Sea Platform Survivability • Solid State Electronics • Undersea Weaponry
Total Ownership Cost	<ul style="list-style-type: none"> • Platform Affordability • Lifecycle and Sustainment Cost • Crew Manning and Operational Capabilities 	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced Naval Power Systems • Advanced Sea Platforms • Affordability/Reduced Platform Lifecycle Cost • Air/Ground Vehicles • Bio-sensors, Bio-processes and Bio-inspired Systems • Complex Software Systems Tools • Environmental Quality • Information Assurance and Anti-tamper • Intelligent and Autonomous Systems • Manufacturing Science • Materials, Computation and Prediction • Power Electronics • Structural Materials

Líneas de Investigación del National Shipbuilding Research Program (NRSP)

Major Focus Area	Potential Avenues for Implementation
Promotion of Modular Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Outfitting Modules / Standard Interim Products • Cable Splicing / Connectorization • Testing of Modules • Equipment Protection • Controlling Environment for Efficient Outfitting
Reduction of Re-work	<ul style="list-style-type: none"> • Process Control via statistical analysis of accuracy
Improving Production Engineering	<ul style="list-style-type: none"> • Span Time Reduction • Optimized Sequencing of Work • Definition of Interim Products • Cellular Manufacturing / Process Lanes
Improving Specifications and Standards	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminate unnecessary and/or redundant requirements
Improving Manufacturing Processes	<ul style="list-style-type: none"> • Welding Process Improvements • Surface Preparation and Coatings Process Improvements • Electrical Process Improvements
Improving Production Planning	<ul style="list-style-type: none"> • Optimized Work Packages • Work Package Development Tools
Interoperability and Data Exchange	<ul style="list-style-type: none"> • Integrating internal systems (ERP, estimating, planning, scheduling, procurement, etc.) • External Exchange (Navy-Industry)
Improving Safety & Health / Reducing Environmental Impacts	<ul style="list-style-type: none"> • Reducing Injuries • Reducing shipbuilding energy consumption
Education and Training	<ul style="list-style-type: none"> • Improved Processes • Standardization across Industry
Total Ownership Cost	<ul style="list-style-type: none"> • Increased use of composites • Design for Maintenance and Repair • Parts Commonality • Any area in which ship total ownership costs can be reduced

Anexo 3.

**Matrices del Proceso de Análisis
Jerárquico - AHP**

VALORACIÓN EXPERTOS

Característica: Oportunidad

D&E/Propulsión	Valor	7,00	D&E/Materiales	Valor	1,00	D&E/Ergonomía	Valor	7,00	D&E/Energía	Valor	0,33	D&E/TTI	Valor	3,00	D&E/Navegación	Valor	9,00	D&E/Armamento	Valor	3,00	D&E/LUAV	Valor	5,00	D&E/AI	Valor	5,00
Propulsión/Materiales	Valor	0,20	Propulsión/Ergonomía	Valor	0,33	Propulsión/Energía	Valor	0,14	Propulsión/TTI	Valor	0,14	Propulsión/Navegación	Valor	1,00	Propulsión/Armamento	Valor	0,33	Propulsión/LUAV	Valor	0,33	Propulsión/AI	Valor	0,33	Materiales/AI	Valor	5,00
Materiales/Ergonomía	Valor	3,00	Materiales/Energía	Valor	1,00	Materiales/TTI	Valor	3,00	Materiales/Navegación	Valor	7,00	Materiales/Armamento	Valor	5,00	Materiales/LUAV	Valor	5,00	Materiales/AI	Valor	5,00	Ergonomía/AI	Valor	3,00	Energía/AI	Valor	5,00
Ergonomía/Energía	Valor	0,20	Ergonomía/TTI	Valor	0,33	Ergonomía/Navegación	Valor	3,00	Ergonomía/Armamento	Valor	3,00	Ergonomía/LUAV	Valor	3,00	Ergonomía/AI	Valor	3,00	Energía/LUAV	Valor	5,00	Energía/AI	Valor	5,00	TTI/AI	Valor	1,00
Energía/TTI	Valor	5,00	Energía/Navegación	Valor	5,00	Energía/Armamento	Valor	5,00	Energía/LUAV	Valor	5,00	Energía/AI	Valor	5,00	TTI/LUAV	Valor	1,00	TTI/AI	Valor	1,00	Navegación/AI	Valor	0,33	Armamento/AI	Valor	0,20
TTI/Navegación	Valor	5,00	TTI/Armamento	Valor	3,00	TTI/LUAV	Valor	1,00	TTI/AI	Valor	1,00	Navegación/LUAV	Valor	0,33	Navegación/AI	Valor	0,33	Armamento/LUAV	Valor	0,20	Armamento/AI	Valor	0,20	LUAV/AI	Valor	1,00
Navegación/Armamento	Valor	0,33	Navegación/LUAV	Valor	0,33	Navegación/AI	Valor	0,33	Armamento/LUAV	Valor	0,20	Armamento/AI	Valor	0,20	LUAV/AI	Valor	1,00									

MATRIZ: OPORTUNIDAD

	D&E	Propulsión	Materiales	Ergonomía	Energía	TI	Navegación	Armamento	UAV	AI
D&E	1	7,0	1,0	7,0	0,3	3,0	9,0	3,0	5,0	5,0
Propulsión	0,1	1	0,2	0,3	0,1	0,1	1,0	0,3	0,3	0,3
Materiales	1,0	5,0	1	3,0	1,0	3,0	7,0	5,0	5,0	5,0
Ergonomía	0,1	3,0	0,3	1	0,2	0,3	3,0	3,0	3,0	3,0
Energía	3,0	7,0	1,0	5,0	1	5,0	5,0	3,0	5,0	5,0
TI	0,3	7,0	0,3	3,0	0,2	1	5,0	3,0	1,0	1,0
Navegación	0,1	1,0	0,1	0,3	0,2	0,2	1	0,3	0,3	0,3
Armamento	0,3	3,0	0,2	0,3	0,3	0,3	3,0	1	0,2	0,2
UAV	0,2	3,0	0,2	0,3	0,2	1,0	3,0	5	1	1,0
AI	0,2	3,0	0,2	0,3	0,2	1,0	3,0	5	1,0	1
SUMATORIA	6	40,0	4,6	20,7	3,8	15,0	40,0	28,7	21,9	21,9

	D&E	Propulsión	Materiales	Ergonomía	Energía	TI	Navegación	Armamento	UAV	AI	Vector Prioritario
D&E	0,15	0,18	0,22	0,34	0,09	0,20	0,23	0,10	0,23	0,23	0,20
Propulsión	0,02	0,03	0,04	0,02	0,04	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
Materiales	0,15	0,13	0,22	0,15	0,26	0,20	0,18	0,17	0,23	0,23	0,19
Ergonomía	0,02	0,08	0,07	0,05	0,05	0,02	0,08	0,10	0,14	0,14	0,07
Energía	0,46	0,18	0,22	0,24	0,26	0,33	0,13	0,10	0,23	0,23	0,24
TI	0,05	0,18	0,07	0,15	0,05	0,07	0,13	0,10	0,05	0,05	0,09
Navegación	0,02	0,03	0,03	0,02	0,05	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
Armamento	0,05	0,08	0,04	0,02	0,09	0,02	0,08	0,03	0,01	0,01	0,04
UAV	0,03	0,08	0,04	0,02	0,05	0,07	0,08	0,17	0,05	0,05	0,06
AI	0,03	0,08	0,04	0,02	0,05	0,07	0,08	0,17	0,05	0,05	0,06

$\lambda_{M\acute{a}x} = 11,331$
 Consistency Index (CI) = 0,14785155
 Consistency Ratio (CR) = 0,09922923

MATRIZ: APROPIACIÓN

	D&E	Populación	Materiales	Ergonomía	Energía	TI	Navegación	Armamento	UAV	AI
D&E	1	7,0	5,0	1,0	3,0	0,2	7,0	7,0	3,0	5,0
Populación	0,1	1	1,0	0,2	0,3	0,2	1,0	1,0	0,3	0,3
Materiales	0,2	1,0	1	0,1	0,3	0,3	1,0	1,0	0,3	0,3
Ergonomía	1,0	5,0	7,0	1	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0	3,0
Energía	0,3	3,0	3,0	0,3	1	3,0	5,0	7,0	3,0	3,0
TI	5,0	5,0	3,0	0,3	0,3	1	3,0	7,0	5,0	3,0
Navegación	0,1	1,0	1,0	0,2	0,2	0,3	1	1,0	0,3	0,3
Armamento	0,1	1,0	1,0	0,2	0,1	0,1	1,0	1	0,3	0,3
UAV	0,3	3,0	3,0	0,2	0,3	0,2	3,0	3	1	3,0
AI	0,2	3,0	3,0	0,3	0,3	0,3	3,0	3	0,3	1
SUMATORIA	8	30,0	28,0	3,9	9,0	8,7	30,0	36,0	18,7	19,3

	D&E	Populación	Materiales	Ergonomía	Energía	TI	Navegación	Armamento	UAV	AI	Vector Prioritario
D&E	0,12	0,23	0,18	0,25	0,33	0,02	0,23	0,19	0,16	0,26	0,20
Populación	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
Materiales	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
Ergonomía	0,12	0,17	0,25	0,25	0,33	0,34	0,17	0,14	0,27	0,16	0,22
Energía	0,04	0,10	0,11	0,08	0,11	0,34	0,17	0,19	0,16	0,16	0,15
TI	0,59	0,17	0,11	0,08	0,04	0,11	0,10	0,19	0,27	0,16	0,18
Navegación	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
Armamento	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
UAV	0,04	0,10	0,11	0,05	0,04	0,02	0,10	0,08	0,05	0,16	0,07
AI	0,02	0,10	0,11	0,08	0,04	0,04	0,10	0,08	0,02	0,05	0,06

$\lambda_{Max.} = 11,288$
 Consistency Index (CI) = 0,14306476
 Consistency Ratio (CR) = 0,09601661

VALORACIÓN EXPERTOS

Característica: Acumulación

D&E/Propulsión	D&E/Materiales	D&E/Ergonomía	D&E/Energía	D&E/TI	D&E/Navegación	D&E/Armamento	D&E/LUAV	D&E/AI
Valor 0,33	Valor 0,33	Valor 3,00	Valor 3,00	Valor 5,00	Valor 0,33	Valor 7,00	Valor 0,33	Valor 0,33
Propulsión/Materiales	Propulsión/Ergonomía	Propulsión/Energía	Propulsión/TI	Propulsión/Navegación	Propulsión/Armamento	Propulsión/LUAV	Propulsión/AI	
Valor 1,00	Valor 3,00	Valor 3,00	Valor 5,00	Valor 1,00	Valor 5,00	Valor 1,00	Valor 1,00	
Materiales/Ergonomía	Materiales/Energía	Materiales/TI	Materiales/Navegación	Materiales/Armamento	Materiales/LUAV	Materiales/AI		
Valor 3,00	Valor 3,00	Valor 5,00	Valor 0,33	Valor 5,00	Valor 1,00	Valor 1,00		
Ergonomía/Energía	Ergonomía/TI	Ergonomía/Navegación	Ergonomía/Armamento	Ergonomía/LUAV	Ergonomía/AI			
Valor 0,33	Valor 1,00	Valor 0,20	Valor 5,00	Valor 1,00	Valor 1,00			
Energía/TI	Energía/Navegación	Energía/Armamento	Energía/LUAV	Energía/AI				
Valor 1,00	Valor 0,33	Valor 5,00	Valor 0,33	Valor 0,33				
TI/Navegación	TI/Armamento	TI/LUAV	TI/AI					
Valor 0,20	Valor 3,00	Valor 0,33	Valor 0,33					
Navegación/Armamento	Navegación/LUAV	Navegación/AI						
Valor 5,00	Valor 1,00	Valor 1,00						
Armamento/LUAV	Armamento/AI							
Valor 0,20	Valor 0,20							
LUAV/AI								
Valor 1,00								

MATRIZ: ACUMULACIÓN

D&E	1	0,3	0,3	3,0	3,0	5,0	0,3	7,0	0,3	0,3
Propulsión	3,0	1	1,0	3,0	3,0	5,0	1,0	5,0	1,0	1,0
Materiales	3,0	1,0	1	3,0	3,0	5,0	0,3	5,0	1,0	1,0
Ergonomía	0,3	0,3	0,3	1	0,3	1,0	0,2	5,0	1,0	1,0
Energía	0,3	0,3	0,3	3,0	1	1,0	0,3	3,0	0,3	0,3
TI	0,2	0,2	0,2	1,0	1,0	1	0,2	3,0	0,3	0,3
Navegación	3,0	1,0	3,0	5,0	3,0	5,0	1	5,0	1,0	1,0
Armamento	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	1	0,2	0,2
UAV	3,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	1,0	5	1	1,0
AI	3,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	1,0	5	1,0	1
SUMATORIA	17	6,4	8,4	21,2	20,7	29,3	5,6	44,0	7,2	7,2

D&E	Propulsión	Materiales	Ergonomía	Energía	TI	Navegación	Armamento	UAV	AI	Vector Prioritario
D&E	0,06	0,05	0,04	0,14	0,14	0,15	0,17	0,17	0,17	0,09
Propulsión	0,18	0,16	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,11	0,11	0,15
Materiales	0,18	0,16	0,12	0,14	0,15	0,17	0,06	0,11	0,14	0,14
Ergonomía	0,02	0,05	0,04	0,05	0,02	0,03	0,04	0,11	0,14	0,06
Energía	0,02	0,05	0,04	0,14	0,05	0,03	0,06	0,07	0,05	0,06
TI	0,01	0,03	0,02	0,05	0,05	0,03	0,04	0,07	0,05	0,04
Navegación	0,18	0,16	0,36	0,24	0,15	0,17	0,18	0,11	0,14	0,18
Armamento	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03	0,02
UAV	0,18	0,16	0,12	0,05	0,15	0,10	0,18	0,11	0,14	0,13
AI	0,18	0,16	0,12	0,05	0,15	0,10	0,18	0,11	0,14	0,13

$\lambda_{Max.} = 11,019$
 Consistency Index (CI) = 0,11323621
 Consistency Ratio (CR) = 0,07599745

VALORACIÓN EXPERTOS			
Criterios			
Oportunidad/Apropiación		Oportunidad/Acumulación	
Valor	2,00	Valor	2,00
		Apropiación/Acumulación	
		Valor	0,50

MATRIZ: CRITERIOS

	<i>Oportunidad</i>	<i>Apropiación</i>	<i>Acumulación</i>
<i>Oportunidad</i>	1	2,0	2,0
<i>Apropiación</i>	0,5	1	0,5
<i>Acumulación</i>	0,5	2,0	1
SUMATORIA	2	5,0	3,5

	<i>Oportunidad</i>	<i>Apropiación</i>	<i>Acumulación</i>	Vector Prioritario
<i>Oportunidad</i>	0,50	0,40	0,57	0,49
<i>Apropiación</i>	0,25	0,20	0,14	0,20
<i>Acumulación</i>	0,25	0,40	0,29	0,31

λ Máx. =	3,054
Consistency Index (CI) =	0,0268709
Consistency Ratio (CR) =	0,0463292