

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LOS PARQUES CIENTÍFICO - TECNOLÓGICOS (PCTS) EN COLOMBIA

COLOMBIAN SCIENCE TECHNOLOGY PARKS (STPS): ANALYSIS OF THEIR DEVELOPMENT



AUTOR

GERARDO ANGULO CUENTAS
MSc. en Ing. Industrial
PhD. (C) en Ingeniería
Universidad del Magdalena
Profesor Asociado
Programa de Ingeniería Industrial
gerardoangulo@unimagdalena.edu.co
COLOMBIA

AUTOR

JAIME CAMACHO PICO
MSc. en Informática
PhD. en Ingeniería Industrial
Universidad Industrial de Santander
Profesor Titular
Escuela de Estudios Industriales y
Empresariales
jcamacho@uis.edu.co
COLOMBIA

AUTOR

EFRÉN ROMERO RIAÑO
MSc. (C) en Ing. Industrial
Universidad de Santander
Profesor Auxiliar
Programa de Ingeniería Industrial
eromero@udes.edu.co
COLOMBIA

*INSTITUCIÓN

Universidad del Magdalena
UNIMAGDALENA
Universidad Pública
Carrera 32 No 22 - 08
Santa Marta D.T.C.H.
COLOMBIA

*INSTITUCIÓN

Universidad Industrial de Santander
UIS
Universidad Pública
Carrera 27 calle 9
Bucaramanga - Santander
COLOMBIA

*INSTITUCIÓN

Universidad de Santander
UDES
Universidad Privada
Campus Lagos del Cacique
Bucaramanga - Santander
COLOMBIA

INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN O DEL PROYECTO: Esta investigación es cofinanciada y desarrollada por el Grupo de investigación en Gestión de la Innovación Tecnológica y del Conocimiento, INNOTECH, adscrito a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS, y el Grupo de Investigación y Desarrollo en Organizaciones, Sistemas y Computación adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena.

RECEPCIÓN: Noviembre 5 de 2013

ACEPTACIÓN: Abril 29 de 2014

TEMÁTICA: Gestión de Calidad de Proyectos y Procesos en General

TIPO DE ARTÍCULO: Artículo de Investigación Científica e Innovación

Forma de citar: Angulo Cuentas, G., Camacho Pico, J., & Romero Riaño, E. (2014). Análisis del desarrollo de los parques científico-tecnológicos (PCTS) en Colombia. En R, Llamosa Villalba (Ed.). Revista Gerencia Tecnológica Informática, 13(36), 49-59. ISSN 1657-8236.

RESUMEN ANALÍTICO

Los Parques Científicos Tecnológicos (PCTs), o Parques Tecnológicos (PTs), se han estudiado principalmente en los países desarrollados. Respondiendo a esta brecha de conocimiento, en este artículo presentamos una caracterización del proceso de desarrollo de las iniciativas de PTs en Colombia por medio de un estudio de caso múltiple sobre las iniciativas reconocidas por la política nacional de PTs y del análisis comparativo del desarrollo de las mismas, a la luz de cinco modelos identificados en la literatura de parques. Típicamente, a un PT debe tomarle en promedio diez años alcanzar su tercera fase de desarrollo o fase de madurez. En Colombia, el desarrollo de los PTs no presenta un comportamiento típico dado que después de doce años del impulso brindado por el Estado Colombiano a estos proyectos, con la promulgación de la Política Nacional de PTs, tres parques se mantienen en fase de incubación como proyectos; la institución líder hasta el 2012, el Parque Tecnológico de Antioquia anunció el inicio de su liquidación; y el Parque Tecnológico de Guatiguará aunque avanza en su proceso desarrollo, se mantiene en fase de incubación. Los resultados de investigación incluyen la identificación de variables diferenciadoras dentro del desarrollo de las dos iniciativas de PT más desarrolladas en Colombia y un análisis de perspectivas de futuros campos de investigación.

PALABRAS CLAVES: Parques Científico-Tecnológicos, Parques Tecnológicos, modelo de desarrollo, fase de desarrollo, desempeño.

ANALYTICAL SUMMARY

Science Technology Parks (STP), or Technology Parks (TPs), have been studied mainly in developed countries contexts. Responding to this knowledge gap, this article presents a characterization of TPs initiatives development process in Colombia through a multiple case study of parks recognized by the TPs national policy, and a comparative analysis development of them, from the point of view of five models identified in TPs literature. Typically, a TP must take on average, ten years to reach its third phase of development or maturity phase. In Colombia, the development of TPs, there are not the typical behavior because after twelve years of support provided by the Colombian state for these projects, with the enactment of TPs National Policy, three parks keep in incubation stage, as projects; the leading institution until 2012, Antioquia Technology Park announced its liquidation; and Guatiguará Technology Park although of advances in its development process, keeps in the incubation stage. Research results include identification of differentiating variables in the development of the two most developed TPs initiatives in Colombia and one analysis of future prospects of research fields.

KEYWORDS: Science Technology Parks, stage development, development model, performance.

INTRODUCCIÓN

Los Parques Científico-Tecnológicos (PCT), se han estudiado principalmente en países desarrollados tales como Suecia [13,18,19,20,21,25] Estados Unidos [22,15], Rusia [17,26], Reino Unido [2] y Japón [16]. El fenómeno de los Parques Científico Tecnológicos, PCT, aparece cuando en 1951 se abrió el primero de estos, el Stanford Research Park, el cual es conocido hoy día como Sillycon Valley. En 1972, este fenómeno llegó a Europa

cuando el Cambridge Science Park fue establecido en el Reino Unido [8] para posteriormente propagarse hacia Asia a comienzos de los años 80 y América a comienzo de los 90. El fenómeno de los PCTs en Colombia es reciente y data de finales de los años 90. La política Colombiana de Parques Tecnológicos en Junio del año 2000, hizo reconocimiento de la formulación de cinco iniciativas: (i) Parque Tecnológico de Guatiguará, PTG (ii) Parque Tecnológico de Antioquia, PTA, (iii) Parque Tecnológico de la Sabana, PTS, (iv) Parque Tecnológico

del Eje Cafetero (PTEC) y (v) Parque Tecnológico del Caribe, PTC [24]. De acuerdo a los resultados del presente estudio, a Septiembre de 2013, el desarrollo de estos PCTs en Colombia puede resumirse en que de cinco proyectos, tres se mantienen en fase inicial o de incubación (PTEC, PTC y PTS), uno, el PTA anunció el inicio de su liquidación y el último, el PTG se encuentra en fase inicial, estado operativo y a punto de iniciar fase de crecimiento. El objetivo de este artículo es analizar el proceso de desarrollo de los PCTs en Colombia con base en diversos modelos de desarrollo de PCTs propuestos en la literatura y perfilar perspectivas de investigación para el avance de estos en el país.

1. PARQUES CIENTÍFICO TECNOLÓGICOS (PCTS)

Alrededor de la definición de PCT, no hay un consenso. En este trabajo se toma como referencia la definición formulada por la Asociación Internacional de Parques Científicos y Tecnológicos (IASP): "Los parques científicos son organizaciones gestionadas por profesionales especializados cuyo objetivo principal es incrementar el bienestar de su comunidad mediante la promoción de la cultura de innovación y la competitividad de sus asociados de negocios e instituciones basadas en conocimiento. Para alcanzar estos objetivos, un PCT administra el flujo de conocimiento y tecnología entre las universidades, las instituciones de investigación y el desarrollo de compañías y mercados; facilita la creación y el crecimiento de compañías basadas en innovación a través de la incubación y procesos de generación de spin-off; y provee otros servicios de valor agregado a la vez que provee espacios e instalaciones de alta calidad" [32]. En ese orden de ideas, en [7] afirman, que "al interior de un PCT se crea una atmósfera especial soportada en conocimiento, ideas y cooperación entre actores institucionales, académicos y actores productivos para iniciar y mantener procesos sostenibles de innovación".

Existen varias denominaciones de PCTs dependiendo del contexto en que se enuncia, por ejemplo en Francia y algunos países Asiáticos, son conocidos como Tecnopolos o Tecnópolis [16,23]. En Estados Unidos son denominados Parques de Investigación (Research Parks), en Rusia y el este de Europa Technoparks [17] y en otros contextos, Technology Parks [16,26]. En Colombia para referirse a los Parques Científicos Tecnológicos se utiliza la expresión Parques Tecnológicos (PTs), denominación que será utilizada en adelante. La razón original para el surgimiento de los PTs, fue la idea que la proximidad física entre las empresas de base tecnológica, tanto nuevas como consolidadas, instaladas en los PTs, crearía valor adicional para las mismas [22]. También se creía que la interacción diaria

entre las empresas y los proveedores de servicios de incubación y de innovación podrían agregar valor a las empresas instaladas en los mismos y adicionalmente podría ayudar a lograr una consolidación más rápida, mejor soporte y mejor infraestructura incluyendo la posibilidad de un acceso más fácil a recursos de financiación [2]. Al interior de los PTs se pueden diferenciar tres diferentes socios o actores: el sector productivo (Empresas tradicionales o empresas de base tecnológica), la academia (universidades y centros de investigación) e institucionales o gubernamentales (autoridades locales y nacionales) [8]. Cada uno de estos socios persigue diversos intereses, además de cumplir un rol específico. En el contexto de los PTs y en referencia a los socios del sector productivo, a las empresas localizadas al interior de los mismos, ya sean o no de base tecnológica son denominadas empresas (on-park), empresas huésped (host firms) o empresas (in-situ) para diferenciarlas de compañías localizadas fuera del parque (off-park) o extramuros [21]. El segundo tipo de socio son las universidades, que desplegarían un rol clave en el desarrollo de las empresas y parte del éxito de las mismas. Este rol dependerá de los niveles de interacción Universidad-Empresa [20,3]. En este sentido, y en consonancia con otras evidencias empíricas [16], [17], [22], cuando el nivel de interacción entre las universidades y las empresas localizadas al interior del parque es muy bajo, se limita el desarrollo de las mismas [19]. Finalmente, respecto al tercer actor, las autoridades nacionales y locales, se afirma que constituyen un factor de relevancia debido a que por medio de instrumentos tales como las subvenciones y los subsidios, crean las condiciones propicias para el desarrollo de los PTs y de las empresas localizadas en su interior.

Asociados a los parques tecnológicos existen objetivos que guardan relación con su fase de desarrollo. De acuerdo a [15], los PTs fueron establecidos con dos objetivos: el primero, servir como un semillero de innovación y desplegar un rol clave en la incubación para enriquecer el desarrollo de pequeñas compañías de alta tecnología; y segundo objetivo planteado para los PTs es servir como un catalizador para el desarrollo económico regional y promover el desarrollo económico. Para la Asociación Internacional de Parques Científicos, los objetivos que definen un PT se resumen en tres puntos: primero, establecer fuertes conexiones funcionales con universidades y centros de generación de conocimiento; segundo, meter en el cauce la generación y el crecimiento de industrias basadas en conocimiento también como crear formas especializadas de generar alto valor agregado; y tercero, fomentar la transferencia de tecnología a las empresas huésped que forman el parque [8]. No hay consenso sobre los objetivos que debe perseguir un PT o sobre la efectividad y

el valor agregado de los mismos al desempeño de las empresas huéspedes [10, 16,19, 21, 25], pero sí en que el desempeño debe ser evaluado en función de los objetivos [14]. En Suecia se encuentra que estos agregan valor al desempeño de las empresas ubicadas en su interior en términos de resultados de innovación [5,19]. Sin embargo, en Italia [10] y en Suecia [18], en términos del desempeño de las empresas intramuros, no hay una diferencia significativa con el desempeño de las compañías ubicadas fuera de los mismos. En adición, las diferencias en las salidas de innovación tales como patentes y productos, son despreciables [10,19]. Estas inconsistencias entre los resultados de los diversos estudios podrían explicarse en que no se está teniendo en cuenta el grado o la fase de desarrollo en que se encuentra cada PT. Se comparte entonces que la evaluación del desempeño de los PTs debe realizarse acorde a los objetivos [8] propios de la fase de desarrollo en que se encuentre el parque. A través de la revisión de la literatura, se verificó la existencia de modelos que describen las características propias y los objetivos que perseguirían los PTs dependiendo de la fase de desarrollo en que se encuentren. Estas dimensiones presentarían diferencias según el enfoque de cada uno de los modelos. A continuación se discuten los modelos implementados en este estudio con sus características y particularidades.

1.1 MODELOS PARA EL ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE PTS

El proceso de desarrollo de los PTs ha sido poco estudiado [6] tanto en el contexto de países desarrollados como en países emergentes. Los estudios en esta área incluyen países como Italia [10], Portugal [27], Taiwan [23] y Grecia [4,29] y en estos resaltan la relevancia de factores tales como la administración, las relaciones con universidades y centros de generación de conocimiento [23] para el desarrollo y el desempeño de los PTs, así como el contexto económico de los países donde se ubican [25]. A través de la revisión de la literatura se identificaron cinco modelos que estudian los estados o fases de desarrollo que experimentan los PTs.

El primero de ellos es el planteado por Luger y Goldstein en 1991, en el cual se muestran tres fases o estados de desarrollo denominados: fase de incubación, crecimiento y madurez [22]. Siguiendo una concepción muy similar, el segundo modelo se encuentra propuesto en la política nacional de parques tecnológicos de Colombia (2000) [9] y plantea las mismas tres fases para el ciclo de vida o desarrollo de los PTs: incubación, crecimiento y madurez. Para estos dos modelos, la primera fase o de incubación, incluye desde la concepción de la idea, la realización de los estudios de viabilidad y la creación de la estructura gestora del parque hasta el desarrollo de

estudios detallados, adquisición de terrenos y mejoras de infraestructura. La segunda fase o de crecimiento, se caracteriza por que el parque comienza a ser habitado por empresas y centros de investigación e inicia una contribución a la región por la vía de nuevos puestos de trabajo. La tercera fase o periodo de madurez se caracteriza por que las empresas han establecido relaciones fuertes y se consolida un cluster productivo y de conocimiento que opera con alta rentabilidad.

El tercer modelo identificado es propuesto por Allen en 2007 [2] plantea tres fases de desarrollo denominadas: inicial, crecimiento constante y madurez. La fase inicial se caracteriza por la planeación inicial, la generación de acuerdos entre las partes interesadas del parque y la adquisición de fondos para el inicio de operaciones. La fase de crecimiento constante incluye la generación de premisas para la incorporación al parque por parte de empresas y centros de investigación. Esta fase puede variar en duración dependiendo de factores como la localización, calidad de la administración y el clima económico. Algunos parques permanecen en esta fase con una administración estable y crecimiento constante. Finalmente, la tercera fase o de madurez, ocurre cuando la administración reconoce que el parque está en capacidad de desempeñar un rol más amplio en el desarrollo tecnológico y económico de la región.

El cuarto modelo es el propuesto por Angle Technology en 2003 [30] para la asociación de parques tecnológicos del Reino Unido donde plantean un modelo en cuatro fases: inicial, crecimiento, madurez y diversificación. Este es el único modelo que se plantea en cuatro fases. La fase diferenciadora respecto al modelo de Allen [2] es la de diversificación, que se caracteriza por la operación multi-sitio del parque y por qué este se convierte progresivamente en proveedor de servicios de negocios para apoyar el crecimiento de las empresas ya formadas en su interior.

El quinto modelo o modelo funcional, propone el desarrollo de los PTs en tres fases: fase inicial (modelo de PT), fase intermedia (modelo de Tecnópolis) y fase de madurez (modelo de Cluster de Innovación) [12]. Las características de cada fase de desarrollo se definen en relación a las funciones de los PTs, formuladas como: 1) investigación y Desarrollo (I+D), 2) negociación y comercialización de tecnología, 3) administración e 4) Infraestructura. La fase inicial de este modelo describe que en ella se inicia, se diseña y se desarrolla la gerencia del PT. También incluye la formación de conexiones con otros PTs y el inicio de la regulación del desarrollo de la infraestructura del PT para armonizar las instalaciones de I + D y de servicios, con las instalaciones para el bienestar [12]. En la fase intermedia se espera que los centros de investigación y las universidades

soporten intensamente las actividades de incubación, se desarrollen áreas industriales en las proximidades del PT y en que las universidades desplieguen un rol principal en el desarrollo de investigación colaborativa entre las empresas del parque y los centros de investigación. Por su parte en la fase de madurez se debe evidenciar la acumulación y comercialización de tecnología, el establecimiento de un sistema institucional de soporte a negocios para construir un cluster industrial y un rol activo del PT en el sistema regional de innovación.

Como no fue posible encontrar evidencia del estudio del proceso de desarrollo de los PTs en Colombia, a la luz de los modelos existentes, las características definidas en cada uno de los modelos, conforman la estructura bajo la cual se lleva a cabo el análisis comparativo con los hallazgos particulares del estudio de caso de los PTs Colombianos.

1.2 CONTEXTO DE LOS PTS EN COLOMBIA

Los Parques Tecnológicos en Colombia no están bien establecidos [1,20] y su proceso de desarrollo ha tenido bajos niveles de documentación dentro de la literatura científica [1, 6, 20, 28]. Como ya se mencionó, La Política Nacional de Parques Tecnológicos (PNPT) [9], reconoció cinco iniciativas de parques a saber: (i) Parque Tecnológico de Antioquia (PTA), (ii) Parque Tecnológico del Caribe (PTC), (iii) Parque Tecnológico de Guatiguará (PTG), (iv) Parque Tecnológico del Eje Cafetero y (v) Parque Tecnológico de la Sabana. En la actualidad, solo el PTG se encuentra en estado operativo [6]. La PNPT de Colombia data de Junio de 2000 y actualmente se encuentra en reformulación con la asesoría del gobierno Coreano, a través del programa para compartir conocimiento, KSP, (Knowledge Sharing Program).

Una de las primeras referencias sobre PTs en Colombia, se encuentra en la publicación del año 2009 del Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS [1], donde se menciona el estado de desarrollo de las cinco iniciativas apoyadas por la PNPT, concluyendo que los PTs de Antioquia y Guatiguará, se clasifican como los más representativos considerando sus avances e inversión en infraestructura. En 2011 en un documento privado generado por (Cristancho, Estupiñán y López, 2011) citado por un informe del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, se menciona que tres de los parques operativos en Colombia, están ligados a la PNPT, a saber los parques de Umbría, Antioquia y Guatiguará. En el mismo año, 2011, se publica un análisis de "Los parques Tecnológicos en Colombia como mecanismo de vinculación universidad entorno" y en esta publicación se menciona que la PNPT contempla cinco iniciativas regionales, de las cuales están en funcionamiento dos, el Parque Tecnológico

de Antioquia, en Medellín, y el Parque Tecnológico de Guatiguará, en Piedecuesta–Santander, mientras que los tres restantes, adelantan estudios de factibilidad [24]. En el informe del BID de Junio de 2012, sobre "Los parques científicos y tecnológicos en América Latina" se identifican en Colombia un total de 10 parques: cinco están operativos (PTA, PTG y PT de Umbría, Parquesoft y el Parque de Innovación Empresarial), dos en proceso de implantación y tres en proyecto [28]. Para 2013 solo el PTG se encuentra en estado operativo y el PTA ha anunciado su liquidación [6]. Estudios conexos han evaluado: la efectividad de la interacción universidad empresa tomando como referencia la experiencia de los Centros de Desarrollo Tecnológico ubicados en el PTG [11] y la relevancia del liderazgo como factor clave en la gestión de PTs. Este contexto muestra hasta el año 2012, dos instituciones líderes a nivel de desarrollo en Colombia, el PTA y el PTG. Actualmente, después del anuncio de liquidación del PTA en Junio de 2012, el Parque Tecnológico de Guatiguará, se constituye en el referente para este tipo de instituciones en el país.

2. METODOLOGÍA

2.1 MÉTODOS

El estudio de PTs es un tema emergente dentro de la literatura científica, razón por la cual se requiere el uso de múltiples fuentes de datos, esto debido a la carencia de información consolidada: La metodología de estudio de caso es considerada en [27] como una de las herramientas más apropiadas para el estudio de temas emergentes. El desarrollo del estudio de caso se apoya en la construcción de un protocolo de estudio de caso, que sirve como guía para el desarrollo del mismo y en la construcción de un marco de trabajo donde encuadrar y contrastar los hallazgos de la investigación [31].

2.2 TÉCNICAS

El protocolo del presente estudio de caso contempla las siguientes técnicas (i) el análisis documental, (ii) entrevistas semiestructuradas (iii) y la consulta de documentos preparados por el equipo administrativo de las iniciativas de parques. El análisis documental se direcciona dentro de reportes oficiales sobre parques científicos y publicaciones del Ministerio de Desarrollo [9] y el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Las entrevistas incluyen fundadores y gerentes de parques, como también consultores involucrados en el desarrollo de los estudios de viabilidad de los proyectos e iniciativas de PTs en Colombia. Finalmente los documentos preparados por equipos administrativos de los parques, fueron consultados en las páginas oficiales o vínculos dentro de las páginas oficiales de las universidades gestoras tales como PTA, el PTG, el PTC y el PT de la

Sabana. La caracterización de los PTs en Colombia es el resultado del análisis de documentos, la aplicación de cuestionarios y la realización de entrevistas con los gestores de los PTs asistentes al tercer encuentro de PTs realizado en Bogotá en Febrero de 2013 y del análisis comparativo de las características y factores relevantes dentro de cada fase de desarrollo planteadas por los cinco modelos consultados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El fenómeno de los PTs es reciente en Colombia. Este estudio comprende la totalidad de los PTs reconocidos por la PNPT de Colombia. Los resultados se concentran en estos parques, debido a que son los que cumplen con las características establecidas para este tipo de institución en las definiciones de PTs tomadas como referencia para este estudio. Desde el enfoque del estado de desarrollo, se diferencian dos grandes grupos de PTs: un primer grupo corresponde a las iniciativas de parques que lograron avances significativos y culminaron o están por culminar su primera fase de desarrollo. El segundo grupo lo componen los PTs que permanecen en fase de incubación, solo como proyecto. De otra parte, desde la perspectiva de las características principales de los PTs, se evidencia uniformidad y homogeneidad entre los parques analizados. Los resultados presentados en este estudio se concentran en las dos iniciativas de PTs que registraron mayores avances en su desarrollo en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2012: los PTs de Antioquia y Guatiguará. Los avances de las otras tres iniciativas de PTs no registran hechos significativos a la luz de los modelos identificados en este estudio.

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS PT EN COLOMBIA

La caracterización de aspectos generales se realiza en función de atributos identificados dentro de instrumentos aplicados y análisis desarrollados en PTs tales como [10,13,14,16,17,18,19,20,21 y 27]. Entre estos atributos se destacan los niveles de inversión, el número de centros de investigación y el año de fundación. (En la tabla 2 se encuentran consignados todos los atributos utilizados en la caracterización) Los primeros hallazgos muestran homogeneidad entre la población de PTs de Colombia, se evidencian características comunes entre las que se encuentran: (i) su proximidad a áreas urbanas; (ii) la promoción colaborativa de autoridades regionales locales y regionales, universidades y organizaciones privadas (empresas, fundaciones y cámaras de comercio etc.); (iii) y la financiación principalmente por fondos mixtos (gobiernos locales, universidades y empresas. De manera adicional, según las categorías propuestas por la IASP para el tamaño de PTs, se encuentra como coincidencia, que las iniciativas de PTs en Colombia son

de tamaño pequeño. Respecto a la variable de niveles de inversión, las mayores cifras fueron evidenciadas para el PTA y el PTG, con 25 y 45 millones de dólares respectivamente. Estos parques realizaron inversiones principalmente en infraestructura de investigación (PTG, 20 millones de dólares), e infraestructura para localización de empresas (PTA, 3 millones de dólares). El PTG invierte actualmente 10 millones de dólares en infraestructura para localización de empresas.

Tomando como referencia los parques tecnológicos de Antioquia y Guatiguará, las dos instituciones líderes en Colombia hasta el año 2012, en relación a sus características generales, el principal factor diferenciador identificado se encuentra en las relaciones entre los PTs y las universidades y centros de generación de conocimiento. Al respecto se pudo evidenciar que el PTG logró incorporar a Octubre de 2013, catorce centros de investigación en sus instalaciones, mientras el PTA no logró la vinculación de ningún centro de investigación a Junio de 2012. Adicionalmente, el PTG ha logrado la vinculación de seis Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT), los cuales están instalados en el parque. Estos CDT, tienen carácter de centros de generación de conocimiento pues realizan investigación y además realizan actividades empresariales con base a sus resultados de investigación. Esta es una de las características que le ha permitido al PTG avanzar en su proceso de desarrollo, culminar su primera fase o fase de incubación e ir completando requisitos para consolidar su paso a segunda fase o fase de crecimiento.

Tabla 1. Principales características de los PTs colombianos.

PT / ITEM	PTA	PTC	PTEC	PTG
Fundación	1998	2001	2003	1999
Área(m ²)	280.000			105.814
Universidad	U. de Antioquía	U. del Atlántico		U. Industrial de Santander
Sectores	Biotechnología	Salud		Energía, Materiales, Biotechnología
Servicios	Producción de plantas.			Análisis para la Industria
Inversión (U\$ millones)	2,5	2,5	2	45
Número de Centros de investigación en el parque	0	0	0	14

3.2 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LOS PT EN COLOMBIA

Como resultado de este estudio, se identifican 12 instituciones en Colombia con denominación de PTs. Siete de estos parques se encuentran en fase de proyecto, uno en estado no operacional y cuatro en estado operacional (PTs de Umbría, Parquesoft, Parque de Innovación Empresarial y PT de Guatiguará).

La tabla 2 muestra el comparativo del estado operacional entre los parques apoyados por la PNPT y los parques que han surgido de manera posterior a la fecha de Junio de 2000, cuando fue promulgada la política.

Tabla 2. Desarrollo operacional de PTs en Colombia.

Parque Tecnológico	Incluido Política Nacional de Parques	PTs recientes	Desarrollo operacional
Antioquia	x		No operativo
Caribe	x		Proyecto
Eje Cafetero	x		Proyecto
Guajira		x	Proyecto
Guatiguará	x		Operativo
Manantiales		x	Proyecto
Parquesoft		x	Operativo
Umbría		x	Operativo
Sabana	x		Proyecto
BioPacífico		x	Proyecto
Parque de Innovación Social		x	Proyecto
Parque de Innovación Empresarial		x	Operativo

Producto del análisis comparativo realizado con base a los modelos de desarrollo propuestos por [2], [9], [12], [22] y [30], se establece el estado de desarrollo de los PTs en Colombia. La tabla 3 muestra el análisis del desarrollo de los PTs Colombianos a la luz de los modelos de Luger (1991) PNPT (2000). Según este análisis PTA y PTG, completaron su fase inicial.

El análisis mostrado en la tabla 4, refleja con base en los modelos de Allen- Angle, que tanto el PTA como el PTG ha completado su fase de inicio. Este modelo refleja además que el PTG, ha consolidado las características necesarias para completar su fase de crecimiento.

Tabla 3. Análisis comparativo del desarrollo de PTs colombianos modelo Luger- PNPT.

	Carácter	PTA	PTC	PTG	PTS	PTEC
Inicio	Idea	X	X	X	X	X
	Estudios Viabilidad	X	X	X	X	X
	Entidad Gestora	X	X	X		
	Estudios detallados	X		X		
Crecimiento	Incorpora centros de investigación			X		
	Incorpora empresas	X		X		
	Creación de empleos			X		
Madurez	Relaciones fuertes Empresas-Sociedad					
	Consolidación de cluster de conocimiento					
	Rentabilidad					
	Consolidación de cluster productivo					

La tabla 5, consolidada con base al modelo funcional, muestra que ni el PTA ni el PTG han completado su primera fase o modelo de PT. En el caso del PTA, requiere fortalecer el traslado de las investigaciones al parque y en el caso del PTG fortalecer la generación de *start ups* producto de sus resultados de investigación.

La tabla 6 resume los estados de desarrollo de cada PT según las variables de los modelos incluidos en este estudio. Los principales hallazgos se presentan a continuación.

Parque Tecnológico de Antioquia: cumple con las características de PT de fase inicial o fase de incubación según los modelos de Luger-PNPT [9,22,] y Allen-Angle [2,30]. De otra parte según el modelo funcional [12] requiere el traslado y mejoramiento de las actividades de I+D dentro del parque, como requisito para completar su primera fase.

Tabla 4. Análisis comparativo del desarrollo de PTs colombianos modelo Allen- Angle

		Características	PTA	PTC	PTG	PTS	PTEC
Modelo Allen- Angle	Inicio	Planeación inicial	x	x	x	x	x
		Acuerdos entre <i>stakeholders</i>	x		x		
		Fondos para inicio de actividades	x	x	x		
	Crecimiento	Premisas para incorporación al PT- Centros de Investigación				x	
		Premisas para incorporación al PT-Empresas	x		x		
		Localización-Infraestructura	x		x		
		Administración estable- calidad				x	
	Madurez	Desarrollo regional tecnológico					
		Desarrollo regional económico					
		Productos (Patentes)			x		
	Diversificación	Operación del parque en sedes satélite					
		Asesoría en negocios a empresas del parque					

El PTA evidencia características de PT de segunda fase o fase de crecimiento [2,9,22,30] gracias a sus avances en el desarrollo de la investigación colaborativa con centros de desarrollo en Biotecnología y la vinculación de capital de riesgo. Estos dos elementos fueron clave para la puesta en funcionamiento de la Biofábrica de semillas; primera empresa en el parque; y la consolidación de infraestructura para empresas e incorporación de las mismas al PT, hechos que constituyen los principales avances en el desarrollo del PTA.

Tabla 5. Análisis comparativo del desarrollo de PTs colombianos modelo funcional.

		Características	PTA	PTC	PTG	PTS	PTEC
Modelo Funcional	Modelo de PT	Generación de <i>start-ups</i> por investigación	x				
		Traslado de investigaciones de universidades al PT				x	
		Establecimiento de centros de incubación	x				
		Mejoramiento crecimiento y expansión de I+D en el PT				x	
		Administración y operación más especializada					
	Modelo de Tecnópolis	Soporte a actividades de incubación					
		Investigación colaborativa entre empresas y universidades	x			x	
		Articulación entre empresas e inversionistas	x				
	Modelo de Cluster de Innovación	Acumulación y comercialización de tecnología a través de investigación colaborativa					
		Infraestructura de soporte a incubación					
		Desarrollo de infraestructura comercialización de tecnología					
		Actividades de I+D con centros oficiales				x	
		Desarrollo de educación y en áreas del PT					

El Parque Tecnológico de Guatiguará: A la luz de los modelos de [2-30] y [9-22] ya superó su fase inicial de desarrollo, faltándole según [12], fortalecer la generación de start-ups y los procesos de incubación del parque como únicos requisitos para culminar su primera fase. El PTG ha realizado avances para transitar completamente a su segunda fase o de crecimiento. Estos avances se centran en el éxito alcanzado en la concentración de las actividades de investigación de su unidad gestora dentro del parque y en la vinculación al parque de centros de desarrollo tecnológico (CDTs). El PTG se ha financiado con dineros del presupuesto de la Universidad Industrial de Santander y recursos provenientes de convocatorias realizadas por COLCIENCIAS. Según los modelos propuestos por [2, 9, 22, 30] para consolidar su transición hacia su fase de crecimiento, el PTG debe fortalecer su infraestructura para empresas y vincular a las mismas como empresas on-park especialmente, una empresa ancla o empresa tractora, alrededor de la cual se comience a formar el tejido de los diferentes cluster dentro del PT.

Tabla 6. Comparativo del desarrollo de PTs colombianos.

Parque Tecnológico	Luger – PNPT	Allen-Angle	Modelo funcional
Antioquia	Crecimiento	Crecimiento constante	Modelo de PT
Caribe	Incubación	Inicial	Modelo de PT
Eje Cafetero	Incubación	Inicial	Modelo de PT
Guatiguará	Incubación	Crecimiento constante	Modelo de PT
Sabana	Incubación	Inicial	Modelo de PT

El PTA a pesar de cumplir con todos los elementos claves para su desarrollo y a pesar que a la luz de los modelos, tenía una posición como parque líder en desarrollo en Colombia, entró en proceso de liquidación al parecer por las dificultades que tenía la unidad gestora de en satisfacer expectativas divergentes de los diferentes socios del PT.

Aunque los modelos contemplan requisitos en el nivel de relaciones con universidades como parte fundamental de la dinámica de los parques, no contemplan los factores subyacentes a estas relaciones tales como la capacidad de convocatoria y aglutinamiento que posee la universidad gestora con respecto a los diversos socios del PT. Esta es una de las variables por las que se podría explicar el cierre de este parque.

Los PT de la Sabana, Caribe y Eje Cafetero permanecen en fase de proyecto y han completado estudios de factibilidad [20]. En referencia a este último se planea

construir la sede central del complejo empresarial en Pereira, mientras que en las ciudades de Armenia y Manizales se concentrarían dos nodos regionales que trabajarían unidos a la sede de Pereira. El PTC acaba de recibir recursos de regalías e inicia sus estudios detallados para seguir avanzando en el desarrollo de su primera fase y el PT de la Sabana recibe la asesoría del gobierno Coreano para construir su plan maestro.

4. CONCLUSIONES

El objetivo principal del presente trabajo es llevar a cabo un análisis del proceso de desarrollo de los PTs en Colombia con base a cinco modelos identificados en la literatura científica y proponer futuros campos de investigación. Este trabajo contribuye al proponer una clasificación de los PTs en Colombia según sus características generales y según su fase de desarrollo. El análisis de estas características facilita una identificación positiva de la fase desarrollo de los PTs y brinda bases para el estudio de los factores endógenos que afectan el proceso de desarrollo de los mismos. Las dos instituciones que mostraron mayor avance en su proceso de desarrollo desde la formulación de la política nacional de PTs hasta Octubre de 2013, son el PTA y el PTG. En su proceso de desarrollo, el PTA alcanzó algunas características de PT de segunda fase o de crecimiento. Las evidencias muestran una vocación en el PT hacia los negocios. Esta vocación explica que los principales avances se concentren en la inversión en infraestructura para empresas y conformación de la primera empresa dentro del parque, la Biofábrica de semillas en 2010. El PTA no logró incorporar centros de investigación en sus instalaciones y a la luz de los modelos analizados, esto constituye uno de los factores que no le permitió avanzar de manera efectiva en la consolidación de un área de I+D dentro del parque. En el caso del PTG, su proceso de desarrollo se clasifica como fase inicial, incubación o modelo de PT. Este proceso se diferencia por una vocación y un avance para el fortalecimiento de su área de I+D. Esto se evidencia en cifras de inversión cercanas a 20 millones de dólares en compra de equipos de investigación de última tecnología y en la construcción del edificio de investigaciones del parque (inaugurado en Junio de 2012), así como en la presencia en el parque de catorce grupos de investigación de la Universidad Industrial de Santander y seis centros de desarrollo tecnológico (CDT). El PTG no articula hasta el momento grupos de investigación de otras universidades de la región. En contraste con el PTA, el PT de Guatiguará no incorpora actualmente empresas en sus instalaciones. La vinculación de las firmas on-park, inicia en 2015 con la entrega de la infraestructura para ubicación de empresas que se construye actualmente. Esta entrega, junto a la vinculación de una empresa ancla, inicia formalmente su segunda fase de desarrollo

o de crecimiento permanente. Los hallazgos sugieren que el PT de Guatiguará es una institución líder, debido al manejo dado a factores endógenos que se consideran claves para el desarrollo de estas instituciones (e.g. Liderazgo, Planeación, Organización), sin embargo, esta identificación requiere un estudio a profundidad de los mismos que excede el alcance de este trabajo. Estos temas serán tenidos en cuenta para futuras investigaciones.

Más allá de ofrecer aportes teóricos, nuestros resultados pueden ser utilizados como una guía inicial para la comprensión de los PT colombianos y de otros países emergentes. La caracterización propuesta, constituye apenas un primer hallazgo, que permite avanzar en la comprensión del proceso de desarrollo de los PT en Colombia. Los resultados del estudio muestran que los PTs colombianos son de tamaño pequeño y que han tomado más tiempo del estándar para llegar a su etapa de desarrollo próximo.

Las iniciativas de parque del Caribe, Sabana y Eje cafetero se encuentran en fase inicial o de incubación, ya que solo cuentan con estudios de factibilidad aprobados pero no han tenido avances en el desarrollo de sus estudios detallados, infraestructura y aglomeración de su investigación dentro de los PTs.

La principal contribución de este trabajo es la construcción de un enfoque académico para la comprensión del proceso de desarrollo de los PTs en Colombia. La principal limitación de este estudio, viene dada por la escasa información sobre los PTs en el país. Creemos que futuras investigaciones deben incluir un análisis a profundidad de la influencia de factores endógenos que han generado un desarrollo dispar entre las iniciativas de PT apoyadas por la PNPT de Junio de 2000 y las iniciativas posteriores.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Acosta, J. (2009). *Ciudades de América en la sociedad del conocimiento*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- [2] Allen, J. (2007). *Third generation science parks*. Manchester: Manchester Science Park Limited.
- [3] Annerstedt, J. (2006). *International Handbook on Industrial Policy. Science Parks and High-Tech clustering*. Northampton: Edward Elgar Publishing.
- [4] Bakouros, Y., Mardas, D., & Varsakelis, N. (2002). Science Park, a high tech fantasy? An analysis of the science parks of Greece. *Technovation*, 22,123-128.
- [5] Bergek, A., & Norrman, C. (2008). Incubator best practice: A framework. *Technovation*, 28, 20–28.
- [6] Camacho, J., Romero, E., & Angulo, G. (2013). Colombian First Generation Technology Parks: Approach for identifying lessons learned. (Ed.). *World Academy of Science, Engineering and Technology* del 14 al 15 de Abril de 2013. (p.149-153) Venecia, Italia. ISSN:2010-3778.
- [7] Castells, M., & Hall, P. (1994). *Technopoles of the world: the making of twenty-first-century industrial complexes*. UK: Routledge.
- [8] Chan, K., Oerlemans, L., & Pretorius, M. (2009). Explaining Mixed Results on Science Parks Performance: Bright and Dark Sides of the effects of inter-organisational knowledge transfer relationships. *South African Journal of Industrial Engineering*, 20, 53-67.
- [9] Colombia. (2003). *Política de Parques Tecnológicos*. Bogotá DC: Ministerio de Desarrollo.
- [10] Colombo, M., & Delmastro, M. (2002). How effective are technology incubators? Evidence from Italy. *Research Policy*, 31, 1103–1122.
- [11] Cote, C., Navarro, L., & Viana, R. (2012). *Articulación universidad – empresa en Colombia: una evaluación cualitativa de los centros de desarrollo tecnológico ubicados en el parque tecnológico Guatiguará del departamento de Santander – Colombia–*. Recuperado (2013, Septiembre 19) de <http://es.scribd.com/doc/65557771/Articulacion-Universidad-Empresa-en-Colombia>.
- [12] Deong- Sung, O., & Gi-Don, A. (2012). Three stages of science park development: The case of Daedeok Innopolis Foundation, Asian Core Program. Recuperado (2013, Septiembre 5) de <http://dl.ueb.edu.vn/bitstream/1247/4296/1/11.%20Oh%20Deong%20Sung.pdf>.
- [13] Detwiler, P., Lindelöf, P., & Löfsten, H. (2006). Utility of location: A comparative survey between small new technology-based firms located on and off Science Parks—Implications for facilities and management, *Technovation*, 26, 506–517.

- [14] Drawoska, J. (2011). Measuring the success of science parks: performance, monitoring and evaluation. Recuperado en (2013, Septiembre 10) de <http://www.iasp2011cph.com/upload/171/Monday/1%20%20Justyna%20Dabrowska.pdf>.
- [15] Felsenstein, D. (1994). University-related science parks—'seedbeds' or 'enclaves' of innovation?. *Technovation*, 14, 93-110.
- [16] Fukugawa, N. (2006). Science parks in Japan and their value-added contributions to new technology-based firms. *International Journal of Industrial Organization*, 24, 381-400.
- [17] Kihlgren, A. (2003). Promotion of innovation activity in Russia through the creation of science parks: the case of St. Petersburg (1992-1998). *Technovation*, 23, 65-76.
- [18] Lindelöf, P., & Löfsten, H. (2003). Science Park Location and New Technology-Based Firms in Sweden – Implications for Strategy and Performance. *Small Business Economics*, 20, 245-258.
- [19] Lindelöf, P., & Löfsten, H. (2002). Growth, management and financing of new technology-based firms: assessing value-added contributions of firms located on and off Science Parks. *Omega*, 30, 143-154.
- [20] Löfsten, H., & Lindelöf P. (2002). Science parks and the growth of new technology based firms-academic industry links, innovation and markets. *Research Policy*, 31, 859-876.
- [21] Löfsten, H., & Lindelöf, P. (2003). Determinants for an entrepreneurial milieu: science parks and business policy in growing firms. *Technovation*, 23, 51-64.
- [22] Luger, M., & Goldstein, H. (1991). *Technology in the garden. Research parks and regional economic development*. North Carolina: University Press.
- [23] Hu, M-C. (2011). Evolution of knowledge creation and diffusion: the revisit of Taiwan's Hsinchu Science Park. *Scientometrics*, 88, 949-977.
- [24] Morales, M., Plata, P., & Casallas, C. (2011). Los parques tecnológicos en Colombia como mecanismo de vinculación universidad-entorno. *Libre empresa*, 15, 11-29.
- [25] Phan, P., Siegel, D., & Wright, M. (2005). Science parks and incubators: observations, synthesis and future research. *Journal of Business Venturing*, 20, 165-182.
- [26] Radosevick, S., & Myrzakhmeth, M. (2009). Science and Technolgy Parks in Rusia. *Technovation*, 24, 645-656.
- [27] Ratinho, T., & Henriques, E. (2010). The role of science parks and business incubators in converging countries: Evidence from Portugal. *Technovation*, 30, 278-290.
- [28] Rodríguez, A. (2012). Los parques científicos y tecnológicos en América Latina: Un análisis de la situación actual. Recuperado (2013, Agosto 5) de <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/12571.pdf>.
- [29] Sofouli, E., & Vonortas, N. (2007). S&T Parks and business incubators in middle sized countries: the case of Greace. *The Journal of Technology Transfer*, 32, 525-544.
- [30] The United Kingdom Science Park Asociation, Evaluation of the past & future. Economic contribution of the UK Science Park Movement. Recuperado (2013, Septiembre 5) de <http://www.ukspa.org.uk/ContentFiles/UKSPAevaluation-ExecutiveSummary.pdf>.
- [31] Yin, R. (1994) *Discovering the Future of the Case Study: Method in Evaluation Research*. American Journal of Evaluation, 15, 283-290.
- [32] International Asociation of Science Parks (IASP). (2002). Science parks definition. Recuperado (2013, Agosto 1) de <http://www.iasp.ws>