

# Metodología de Identificación de Socios a partir de Redes Sociales en Documentos de Patentes

## Resumen

Este artículo presenta la construcción de una metodología basada en el análisis de redes sociales en documentos de patentes, que sirve para que las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación, que buscan incrementar sus capacidades científicas y tecnológicas puedan identificar socios estratégicos, además del comportamiento de los mismos y las posibles barreras de entrada a sus redes sociales. El estudio fue elaborado a partir del análisis de 141.348 patentes del periodo entre 1980 a 2011, obtenidos mediante un proceso de búsqueda en ESPACENET y como soporte al proceso de análisis se definieron las aplicaciones UCINET y TouchgraphNavigator. Para los respectivos análisis, fue necesaria la implementación de indicadores usados en el análisis de patentes, de redes sociales y cienciometría.

Finalmente el estudio permitió la identificación de dos socios potenciales; uno en el entorno universidad y otro en el entorno empresa.

**Palabras Claves:** Redes sociales; Análisis de patentes; Socio clave; Entorno Universidad-Empresa.

## Abstract

This paper presents a methodology based on patents social network analysis for Higher Education Institutions and Research Centres, looking to increase their scientific and technological capabilities through identify strategic partners, they behavior and possible entry barriers to their social networks. This study analysed of 141.348 patents from 1980 to 2011 obtained through a search process at ESPACENET and used TouchgraphNavigator© and UCINET© for supporting the analysis process. Also it was necessary to implement indicators used in patent analysis, social networking and scientometrics.

Finally, the study allowed the identification of two potential partners, one in the university environment and other in the business environment.

**Keywords:** Social networks, Patents analysis; Key partner; University-Business Environment.

## Introducción y Objetivos

Existen muchas descripciones de metodologías basadas en análisis de patentes, análisis de redes sociales e informetría, como las expuestas en (Balconi y Laboranti, 2006; Breschi, Cassi, Malerba y Vonortas, 2009; Kim, Suh y Park, 2008; Lo Storto, 2006; Okamura y Vonortas, 2006); destacándose los estudios que indagan sobre la necesidad de establecer vínculos colaborativos universidad-empresa (Balconi y Laboranti, 2006; Okamura y

Vonortas, 2006). Aunque existen muchas discusiones acerca de qué detalles analizar en redes sociales, éstas se han convertido en una herramienta emergente de importancia para la medición de la transferencia de conocimiento y otras interacciones existentes entre sus productores (Breschi, Cassi, Malerba y Vonortas, 2009). Por su parte para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2009), las patentes son las más usadas entre los pocos indicadores de producción tecnológica disponibles, ya que permiten medir la capacidad inventiva de una región, país, firmas e incluso de inventores particulares.

Las patentes son susceptibles de interpretación como indicadores de la actividad inventiva aunque directamente no sean una manifestación del éxito de las invenciones. Además ofrecen información sobre el contenido tecnológico de la invención (en particular, sobre el campo técnico en el que surge) y sobre la ubicación geográfica del proceso inventivo (OCDE, 2009). Dentro de los indicadores de análisis de patentes se encontraron cinco unidades de análisis: el país (OCDE, 2009), el campo tecnológico, la industria, la empresa (Narin, Sin fecha; Chen y Chang, 2010) y la patente (Chen y Chang, 2010; Narin, Sin fecha; OCDE, 2009).

Utilizando la teoría del análisis de patentes y del análisis de redes, este estudio pretende identificar socios clave que contribuyan al desarrollo de las áreas estratégicas identificadas en la Universidad Industrial de Santander, a través del diseño de una metodología basada en el análisis de redes sociales en documentos de patentes. Aunque la UIS, y en general las IES en Colombia no tienen la costumbre de patentar debido principalmente a la complejidad, el costo y la importancia relativa de publicar en el corto plazo frente a otros mecanismos (OCyT, 2011), se pretende identificar qué aspectos le interesarían a los posibles socios para posteriormente gestionar una alianza que sea de interés mutuo, dándole así cumplimiento a uno de los objetivos específicos del proyecto.

## 1. Metodología

Esta investigación fue desarrollada a partir de las siguientes etapas de trabajo: La primera etapa, denominada como **análisis de indicadores para identificar redes sociales en documentos de patentes** buscó diseñar y seleccionar un conjunto de indicadores para la identificación de redes sociales en documentos de patentes. Para el despliegue de este objetivo se desarrollaron las siguientes actividades:

- Elaboración de un Inventario de indicadores existentes en el análisis de redes sociales.
- Elaboración de un Inventario de indicadores existentes en el análisis de patentes.
- Proposición de indicadores.

Para esta etapa se consultaron fuentes bibliográficas extraídas de ScienceDirect y Scopus con el ánimo de determinar los elementos conceptuales de soporte a los indicadores analizados. Sin embargo, se centró el estudio en el trabajo de Velásquez y Aguilar (2005) para el caso de indicadores de redes sociales, y OCDE (2009) para el análisis de indicadores de patentes por ser los documentos de mayor profundidad y relevancia en cada uno de los temas de interés.

Posteriormente, mediante un proceso de búsqueda en ESPACENET se obtuvieron un total de 141.348 patentes en el periodo 1980-2011. Los datos recogidos se delimitaron para el

análisis de patentes centradas en acciones de colaboración Universidad-Entorno. A partir de este caso, definido dentro de las líneas estratégicas como prioritario para la Universidad Industrial de Santander, se integraron los indicadores obtenidos de la primera etapa con la segunda, donde se establecieron las herramientas y el proceso de análisis necesario para **identificar socios activos y con propensión a trabajar de manera conjunta con universidades en actividades de I+D**. Para ello en esta etapa se estudiaron las principales herramientas disponibles para el ARS, así mismo se diseñaron dos indicadores para el proceso de decisión, lo cual llevó, dentro del caso analizado a la identificación de dos socios potenciales, uno a nivel de Universidad y otro a nivel de Empresa. Para esto se realizó una matriz en la cual se estableció la frecuencia de actividades colaborativas entre universidades y sus contrapartes; a partir de esta matriz se definieron dos índices que permitieron la evaluación cuantitativa de los potenciales socios:

~ Nivel de colaboración: Ante la necesidad de establecer un valor porcentual relativo, y adaptado al caso estudiado de las acciones de colaboración que se desarrollan en el campo tecnológico de interés del estudio, este índice es propuesto por los autores, y se define como el valor porcentual adaptado al caso tecnológico de la frecuencia de e colabcciones de cada institución frente al valor máximo de colaboraciones identificado en el sector.

$$Nivel = \frac{Frecuencia\ de\ colaboraciones\ de\ la\ institución\ i}{MAX(frecuencia\ de\ colaboraciones\ de\ toda\ la\ población\ estudiada)}$$

~ Diversidad de la colaboración: Este indicador permite establecer, de acuerdo al nivel y la cantidad de colaboraciones que realiza la institución analizada, qué tan diversa es su estrategia de colaboración, permitiendo diferenciar aquellas instituciones que tienen un alto nivel pero solo desarrollan acciones con una institución de aquellas que apuntan sus esfuerzos a colaborar con diferentes agentes del entorno. Para calcular la diversidad, se estableció que aquellas que colaboran con una sola institución tienen una diversidad cero, y para el grupo restante, se calculó su valor a partir del índice de Shannon-Weaver de la siguiente manera:

$$Diversidad = \frac{(-\sum pi * \log(pi))}{Log_{10}(Nact)}$$

Donde

Nact: Es el número de actores con que se colabora

pi: Es la proporción de actividades colaborativas de la institución con cada actor

Con los resultados obtenidos en el caso tecnológico estudiado, la tercera etapa se realizó **estableciendo los requerimientos necesarios para la vinculación de los grupos de la institución a redes de conocimiento**. Posterior a esta etapa se definieron las acciones necesarias para la divulgación y socialización de los resultados.

## Resultados

### 1.1. Indicadores en el Análisis de Redes Sociales.

Esta actividad se realizó efectuando un análisis de los indicadores utilizados en la literatura de Análisis de Redes Sociales y para los fines de este trabajo se pueden considerar como

nodos: una patente, un inventor, una empresa solicitante, entre otros actores. Como consecuencia de la revisión se identificaron seis indicadores descriptivos para las Redes Sociales: Densidad, Grado de Centralidad de entrada, el Grado de Centralidad de salida, Índice de Centralización, Grado de Intermediación y Grado de Cercanía. Si bien estos indicadores se encuentran en diversa literatura, se ha privilegiado la definición que para estos han planteado Velásquez y Aguilar (2005).

Para cada uno de los indicadores antes mencionados, se detallará a continuación los siguientes elementos: Nombre, fórmula de cálculo, descripción de los parámetros para su cálculo, el rango de valores que puede tomar, si corresponde a una variable discreta o continua, la unidad de análisis en que pueden ser empleados y por último, la utilidad que se puede dar a cada indicador para los fines del presente trabajo. El resumen de estos indicadores se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1 Resumen de Indicadores en el Análisis de Redes Sociales.**

Objetivo del Indicador	Nombre del Indicador	Unidad de Análisis	Fórmula del Indicador	Parámetros del Indicador
Determinar la conectividad con potenciales socios.	Densidad	Red	$(\# \text{ de relaciones existentes} / \# \text{ de relaciones posibles}) * 100$ $\# \text{ RP} = \# \text{ total de nodos (n)} * \# \text{ total de nodos menos 1 (n-1)}$	%
Definir el número de actores que están conectados a un potencial socio.	Grado de Centralidad de entrada	Actor	Suma de referencias hacia un actor dadas por otro.	# de actores
	Grado de Centralidad de salida	Actor	Suma de las relaciones que los actores dicen tener con el resto.	# de actores
Indicar qué tan cerca está la red de ser red estrella o se aleja de esta configuración	Índice de Centralización	Red	(100%) = un solo actor que concentra toda la información y controla toda la red. (0%) = red dinámica y bien conectada	% de centralización
Medir la intermediación de un nodo (actor puente) un potencial socio de la UIS.	Grado de Intermediación	Actor / Red	Se obtiene al contar todas las veces que el actor puente aparece en el camino que conecta a pares de actores.	# de apariciones del actor puente
Indicar la capacidad de un actor de llegar a los potenciales socios de la UIS.	Grado de Cercanía	Actor / Red	Lejanía = contar los caminos que separan un actor de todos los demás. Cercanía = $(1/\text{Lejanía}) * 1000$ "Sólo para matrices donde las relaciones entre nodos se dan de manera bidireccional"	# Caminos geodésicos

Fuente: Elaboración propia a partir la literatura revisada (Velásquez y Aguilar, 2005; López de Mesa, 2011; Repiso, Torres y Delgado, 2011).

## 1.2. Indicadores en el Análisis de Patentes.

Como resultado de esta actividad se han delimitado ocho indicadores usados en el análisis de patentes, esto no quiere decir que el conjunto de indicadores que se presentan a continuación sea un listado completo de todos los existentes en el análisis de patentes. Se

quiere dejar claro que luego de la revisión extensa de los indicadores disponibles se han seleccionado los siguientes como los adecuados para la exploración de redes sociales en documentos de patentes.

Los indicadores que se consideraron son los siguientes: Citaciones Retrospectivas, Citaciones Posteriores, Tamaño de la familia, Número de Inventores, Número de empresas solicitantes, Crecimiento de Patentes, Edad de las Patentes y Patentes Conjuntas. Para normalizar las definiciones y el alcance de cada uno de los indicadores considerados se privilegiarán los conceptos de Manual de Estadísticas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2009).

El procesamiento de las patentes de un campo tecnológico permite establecer las principales tendencias que configuran su evolución, al tiempo que favorece la identificación de los principales líderes dominantes en dicho campo (Sepúlveda y Meriño, 2011). Así mismo, el análisis de coautorías en las patentes, evaluado por medio de la aplicación conjunta de dos o más organizaciones que comparten los derechos patrimoniales de una invención, permitiría establecer una medida bastante cercana sobre el nivel de colaboración existente entre las diferentes organizaciones involucradas (Smith, 1958, citado por Arencibia y De Moya, 2008) de igual forma, el análisis de citaciones de patentes puede ser básicamente de dos formas, el primero es un análisis retrospectivo que deriva citas de documentos de patentes anteriores y el segundo es un análisis de citas posteriores que deriva citas que recibe una patente. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las citaciones de patentes no tienen una relación unívoca con las invenciones, porque éstas se manifiestan de muchas maneras; además la información de citas de patentes sólo tiene sentido cuando se usa con fines comparativos; y pueden ser en ocasiones una medida incompleta de los flujos de conocimiento (Crisuolo y Verspagen, 2008; OCDE, 2009; Von Watburg, Teichert y Rost, 2005) por lo tanto, si bien las citaciones evidencian un grado de trabajo que involucra diversos actores en la configuración de un nuevo invento, en este estudio se propone estudiar esta relación de configuración colaborativa y en red partir del análisis de patentes conjuntas, extraído del estudio de los solicitantes.

Analizando la base de datos Espacenet se encontró que existía una herramienta integrada que permitía la descarga conjunta de datos, al tiempo que integra siempre en el mismo orden los siguientes datos relativos a las patentes: Título de la patente; Número de publicación; Fecha de publicación; Inventores; Solicitantes; Clasificación internacional; Clasificación Europea; Número de aplicación; Fecha de aplicación; Número de prioridad; Patentes citadas en el reporte de búsqueda; Literatura citada en el reporte de búsqueda; Patentes citadas durante el examen; Literatura citada durante el examen; Otras citaciones de patentes; Patentes en oposición; Literatura citada en oposición; Patentes citadas por el solicitante; Literatura citada por el solicitante.

Tomando en cuenta los objetivos de este trabajo y con el propósito de delimitar los datos obtenidos a aquellos relevantes para el análisis de redes sociales se establecieron las siguientes variables de análisis: País donde se patenta; Instituciones involucradas en el desarrollo; Campo tecnológico.

### 1.3. Identificación de Socios Clave

En el campo específico de la energía renovable, utilizando los criterios de búsqueda y delimitación establecidos en la sección metodológica, fue posible acceder a un total de 141.348 datos descriptores de patentes para el periodo 1980-2011; se realizó una depuración de los datos que permitiera delimitar las invenciones a patentes concedidas al menos a una universidad, posteriormente, se analizaron los datos que contenían patentes en colaboración. La tabla 2 muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 2 Resumen número de patentes, según área tecnológica**

Área Tecnológica	Total Patentes	Total Patentes Universitarias	Patentes Universitarias en Colaboración
Biomasa	8834	83	20
Eólica	27104	338	33
Oceánica	8977	117	1
Solar	67294	1078	78
Desechos	29139	301	75

Fuente: Elaboración Propia

Igualmente, para el estudio de los indicadores de redes sociales, se analizaron las principales herramientas disponibles para el estudio de éstas, mediante el análisis de los datos recopilados. La tabla 3 muestra las herramientas estudiadas.

**Tabla 3 Resumen herramientas para análisis de indicadores en ARS**

Herramienta	Acceso	Descarga
TouchgraphNavigator	Pago/Prueba	<a href="http://www.touchgraph.com/navigator">http://www.touchgraph.com/navigator</a>
UCINET	Pago/Prueba	<a href="https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home">https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home</a>
E-Net	Libre	<a href="https://sites.google.com/site/enetsoftware1/">https://sites.google.com/site/enetsoftware1/</a>
NetDraw	Libre	<a href="http://www.analytictech.com/downloadnd.htm">http://www.analytictech.com/downloadnd.htm</a>
Commetrics	Pago/Prueba	<a href="http://www.commetrix.de/">http://www.commetrix.de/</a>

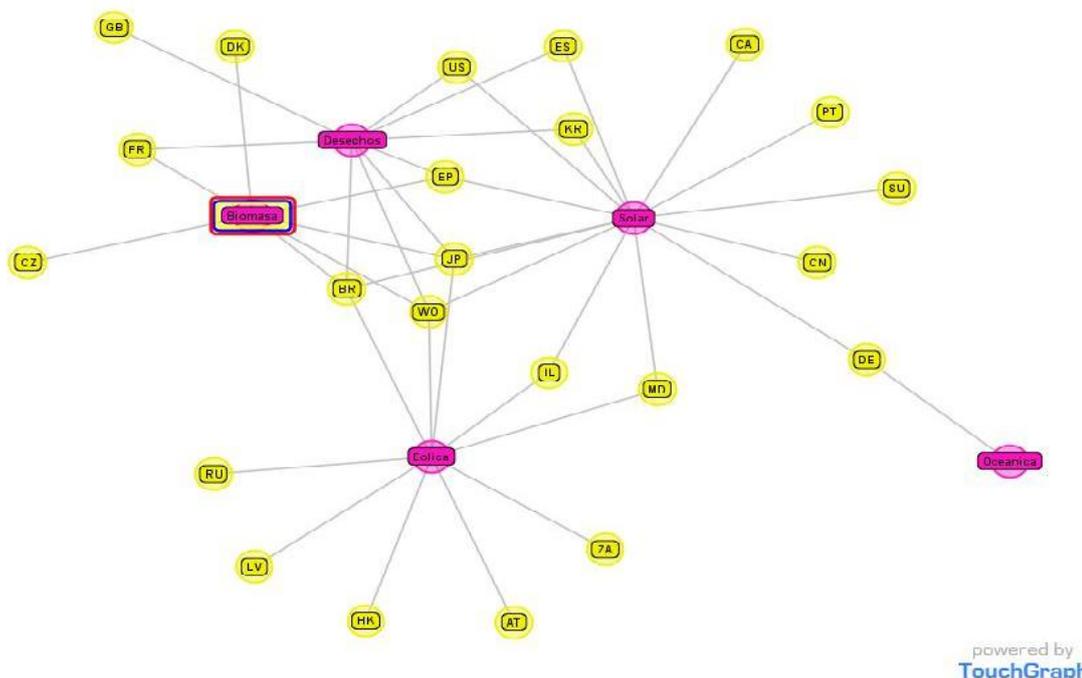
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a Combe et al (2010), las principales funcionalidades de una herramienta de redes sociales se enfocan en cuatro elementos puntuales: Representación; Visualización; Caracterización por indicadores; Detección de comunidades. Tomando en cuenta que las herramientas analizadas contienen estos cuatro elementos con grados de dificultad de manejo y rendimientos diferenciados, se seleccionaron las herramientas TouchgraphNavigator y UCINET, la primera representa un alto grado de rendimiento en los procesos de representación y visualización, permitiendo el análisis cualitativo de la red, y UCINET se caracteriza por un mayor rendimiento en la caracterización por indicadores y la detección de comunidades, facilitando el análisis cuantitativo de la red.

#### 1.3.1. Análisis Cualitativo de Redes: Primera Herramienta

Para el análisis de redes sociales se utilizó el programa TouchgraphNavigator. Fue posible un acercamiento cualitativo inicial de la composición de las redes y la estructura misma de sus acciones de colaboración. La figura 1 muestra inicialmente la conexión entre las áreas tecnológicas analizadas y los países donde fueron radicadas las solicitudes de patentes.

**Figura 1 Conexión de áreas tecnológicas por país de aplicación**



Fuente: Elaboración Propia

El anexo 1, muestra el análisis de redes compuestas por las universidades involucradas en el proceso de patentes y las oficinas o el tratado en que se realiza la solicitud. Igualmente, se realizó una red más completa que involucra el campo tecnológico, la institución universitaria principal y las organizaciones colaboradoras.

### **1.3.2. Análisis Cuantitativo de Redes: Segunda Herramienta**

Como segunda herramienta de soporte al análisis de redes sociales se escogió el programa UCINET, que permitió el cálculo de los principales indicadores de redes sociales identificados en el inventario realizado. Cabe destacar que a partir de los resultados obtenidos de la evaluación cualitativa realizada con Touchgraph, que muestran actores con muy baja conexión, frente al número posible de relaciones de la red [Número de nodos X (Número de nodos – 1)], se definió no realizar el cálculo del indicador de Densidad, que en este caso solo daría un valor cuantitativo de soporte a la conclusión cualitativa ya realizada, sin un aporte práctico a los objetivos del estudio.

A nivel de centralidad los mayores valores fueron obtenidos por las universidades Kochi y Tohoku, la primera organización no universitaria que muestra el más alto grado de centralidad es la empresa Mitsubishi que ocupa el cuarto lugar dentro del cálculo de centralidad; sin embargo, cabe destacar que los valores normalizados no muestran un actor dominante, siendo el valor más alto 2.41% que significa que en la práctica de las actividades de I+D en el campo de las energías renovables, el grado de interconexión entre los actores es muy bajo, con muy pocas referencias de colaboración.

A nivel descriptivo se obtuvo una media de 1.35 que indica un número muy bajo de menciones en la red, una desviación estándar de 0,84 y una suma de 338 que establece que la red analizada consta de 338 relaciones, entre los 250 actores analizados. El grado de centralidad de toda la red dio un valor de 1,88 mostrando una estructura de red alejada de la forma de estrella, confirmándose así la ausencia de actores con dinámica de colaboración y trabajo que favorezcan el desarrollo de acciones conjuntas, y además, demuestra que en este campo en particular los esfuerzos universitarios se encuentran dispersos, con baja probabilidad de colaboración.

Continuando con los cálculos, la Universidad Tohoku se configura como el actor de mayor intermediación con un valor de 0.194, se puede apreciar nuevamente a la empresa Mitsubishi en este caso en el segundo lugar con un valor de 0.168; Se observan 196 actores con un valor de intermediación de cero (0). Igualmente la Universidad de Tohoku obtuvo el mayor valor en el análisis del grado de cercanía, aunque en este caso particular los valores normalizados de todos los actores de la red oscilan entre 0.40% y 0.42%, lo que demuestra que aunque la red dentro de este campo tecnológico no se configura como una red con un alto margen de colaboración y la existencia de actores dominantes, existe una dinámica de colaboración incipiente entre los actores que conforman pequeños equipos colaborativos, generalmente cerrados con otras organizaciones de su entorno.

#### 1.4. Procedimiento de Selección

A partir del estudio de los principales actores identificados en el análisis de redes, se aplicó un proceso de selección cuantitativo, buscando establecer una medida comparativa derivada del perfil colaborativo y la dinámica de trabajo que evidencian las patentes del área, lo cual se realizó a partir del cálculo y análisis de los indicadores de Nivel y Diversidad definidos en la sección metodológica. Los más altos valores del cálculo de nivel analizado desde los actores universitarios que obtuvieron un valor de nivel superior a 50%, se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4 Resultados cálculo de indicador de nivel con universidades.**

Universidad	No. De Colaboraciones	Nivel
Univ Hiroshima	9	1
UnivKochiTechnology	9	1
UnivKinki	8	0.88
UnivKyoto	8	0.88
Univ Tokio	7	0.77
UnivTohoku	6	0.66
UnivWaseda	5	0.55

Fuente: Elaboración propia

A nivel de empresas los resultados son los siguientes:

**Tabla 5 Resultados cálculo de indicador de nivel con empresas.**

Empresa	No. De Colaboraciones	Nivel
Mitsubishi	8	1
Toyota	7	0.875
Taiheiyocementcorp	5	0.625
Samsung	4	0.5

Fuente: Elaboración propia

Como criterio de decisión en la elección de socios potenciales, se definió el indicador de diversidad, estableciéndose que un indicador de diversidad alto demuestra al mismo tiempo, un alto nivel de colaboración y disposición a trabajar con diversos autores.

En la tabla 6, se muestra el resultado de cálculo del indicador de diversidad, organizado de mayor a menor en el periodo 1980-2011.

**Tabla 6 Resultados cálculo indicador de diversidad.**

Universidad	Diversidad
Tohoku	1
Kyoto	0,96902226
Koshi	0,96839251
Waseda	0,96096405
Tokio	0,89624063
Hiroshima	0,8783471
Kinki	0,81944837

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar, la Universidad Tohoku demuestra el más alto nivel de colaboración con diversos actores. Esta universidad además conforma uno de los puntos de enlace entre los campos tecnológicos de desechos, solar y eólica. A nivel de empresas, el mejor valor de diversidad lo obtuvo Mitsubishi con un total de 0,93.

### **1.5. Requerimientos de Vinculación**

La universidad Tohoku obtuvo los mayores valores de **centralidad, intermediación y grado de cercanía**; así mismo, como criterio de decisión fue la institución con la más alta calificación de **Nivel y Diversidad**, por lo cual esta institución se toma como un caso tipo y se analizan sus características, así como el sistema de cooperación existente para la determinación de los requerimientos de vinculación. Igualmente se establece un análisis comparativo de los diferentes aspectos que integran el modelo analizado dentro de la institución, con el fin de determinar las condiciones actuales y requerimientos necesarios para la vinculación con esta entidad modelo. El análisis comparativo de estos elementos se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7 Condiciones Institucionales para la Colaboración<sup>1</sup>**

CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA DE COLABORACIÓN		TOHOKU UNIVERSITY	MITSUBISHI
POLÍTICA	Principios de la I+D	~ “La investigación primero” (Research first). ~ Investigación y formación con orientación práctica (Practical oriented Reseach and Education). ~ Puertas abiertas (Open door policies). ~ Integración de la gestión en el proceso de I+D.	- Un Proceso de investigación distribuido por centros de I+D, en compañías especializadas en cada campo de acción de la matriz. - Integración de principios de gestión, negocios, desarrollo, sostenibilidad y estandarización en sus procesos de investigación.
	Política de cooperación	Existe una política explícita de cooperación con otras instituciones, basada en principios de colaboración, desarrollo, solución de problemas con una visión explícitamente global, y al desarrollo tecnológico e innovación dentro de los campos pioneros. Igualmente se hacen explícitas condiciones de desarrollo y transferencia tecnológica.	Una política explícita de colaboración con la academia, y el gobierno para acciones de I+D.
	Estructura organizacional	Cuenta con una oficina de I+D cooperativo, vinculada a la vicepresidencia de investigaciones. A su vez, la estructura incluye: División de propiedad intelectual, División de cooperación internacional, División de cooperación Universidad-Empresa-Estado. Un spin off <sup>2</sup> para actividades de licenciamiento tecnológico.	Existe la empresa Mitsubishi Electric Company, con una división de I+D y tecnología, organizada en cinco centros de investigación. Estos centros se encuentran separados geográficamente y se coordinan para trabajar acorde a los lineamientos de investigación dictados en Japón.
ESTRUCTURA	Rankings	Posición 101-150 en el ranking de Shanghai, puesto 23 a nivel mundial en el área de Ingeniería-Tecnología. Puesto 5 en Japón.	No aplica.
	Número de investigadores en el área (por perfil de formación)	15 Doctores en Ingeniería. 12 profesores asociados. 11 Profesores Asistentes. 3 estudiantes de posgrado.	No existe información directa del personal involucrado, los contactos se realizan con cada dirección de centro.
	Centros de investigación en el área	1 centro de investigaciones que integra 17 proyectos de investigación actuales en el campo de la energía.	Cinco Centros de investigación: - I+D en tecnología avanzada. - I+D en tecnologías de información. - Diseño industrial. - Laboratorios de investigación eléctrica. - Centro europeo de I+D en energía.
	Perfil de los estudiantes	17848 estudiantes, 5% extranjeros, 6881 estudiantes de posgrado.	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Ambas organizaciones poseen documentación y procedimientos para el manejo y gestión de los resultados de I+D a través de mecanismos de protección intelectual adaptados a las características de cada proyecto.

## 2. Discusión de los Resultados

El análisis de redes sociales a partir del uso de indicadores de patentes ha mostrado efectividad en el análisis de los principales componentes y actores que involucran la generación conjunta de conocimiento; en este sentido, el cálculo de valores de **Densidad, Centralidad, Intermediación y Cercanía** demostraron que analizados junto con el indicador de **patentes conjuntas** logra perfilar la dinámica de I+D construida a partir de la integración de redes, especialmente en el caso de las acciones de investigación desarrolladas de manera colaborativa entre universidades y organizaciones de su entorno.

<sup>1</sup><http://www.tohoku.ac.jp/english/http://www.shanghairanking.com/index.html>

<sup>2</sup>[http://www.t-technoarch.co.jp/en/content/about\\_greeting.html](http://www.t-technoarch.co.jp/en/content/about_greeting.html)

Para la identificación de socios clave, es necesario desarrollar una comprensión del sistema y sus componentes a partir de dos etapas, una primera, que conforma el análisis cualitativo, que se puede resolver de manera directa utilizando herramientas de construcción gráfica de redes. A partir del análisis cualitativo fue posible identificar que los campos de energía solar y eólica concentran la mayor parte de los esfuerzos de patentes, se puede apreciar que dominan las patentes aplicadas bajo el PCT (Patent Cooperation Treaty) que además conforman un nodo de interacción en las cuatro áreas principales (recordando que en energía oceánica solo existe una patente dentro de la muestra) igualmente Japón (JP), Brasil (BR) y la oficina europea (EP) demuestran ser nodos de interés, indicando el alto mercado potencial para el desarrollo de este campo tecnológico en dichas regiones.

El análisis de redes que involucra Universidades y oficinas de aplicación, mostró cuatro nodos muy cercanos, compuestos por las aplicaciones triádicas, conformados por las oficinas de Estados Unidos (US), Japón (JP), Europa (EP) y patentes PCT (WO). Los datos confirman una alta orientación al desarrollo de actividades de protección en diferentes escenarios, lo que permite establecer que detrás de los inventos patentados se involucra una actividad de colaboración que busca entregar soluciones al mercado y con alto potencial de comercialización. Dentro de las universidades que componen los nodos de integración en las redes más fuertes identificadas se encuentran:

- Universidad de California: aplicaciones de patentes en Oficina Europea, Japón y patentes PCT
- Universidades de Tokay y Tokio: Aplicaciones en Japón y Estados Unidos
- Universidad Politécnica de Madrid: Aplicaciones en España y Estados Unidos
- Universidad Alfred Ludwig Freiburg: Aplicaciones en Estados Unidos y Oficina Europea
- Universidad Leland Stanford: Estados Unidos, PCT, y Austria.

Por otra parte, el análisis cualitativo requiere ser complementado con elementos de juicio que permitan identificar y cuantificar las potencialidades de los actores involucrados en el estudio. UCINET, permite de manera gráfica y sencilla el cálculo de los principales indicadores de redes sociales.

De esta manera, en el estudio sobre redes en el caso de energía, se encontró que a partir del análisis de centralidad de la red y los actores fue posible confrontar los resultados ya analizados desde el enfoque cualitativo, demostrando que no existe un actor central dominante en la red, aunque no niega la presencia de actores claves en la misma; así mismo, a partir del cálculo del grado de intermediación se evidencia que no hay un grado de dependencia de los actores en su proceso de conexión con los demás nodos de la red, lo que permite establecer que respecto de este indicador no es posible identificar un referente principal. Finalmente, el análisis de todos los componentes demuestra el potencial de la Universidad Tohoku en Japón como el actor de mayor relevancia en el trabajo en red para el desarrollo de acciones de I+D.

A partir de los resultados obtenidos, se estableció un proceso de selección que integraba dos indicadores cuantitativos derivados del análisis de **patentes conjuntas**, en este caso particular, durante el periodo de análisis, la Universidad de Tohoku mostró la más alta calificación en cuanto a **nivel y diversidad** valores que permiten cuantificar de manera comparativa los resultados del análisis de redes.

El análisis de los socios potenciales identificados permite establecer las condiciones generales necesarias para el acercamiento al desarrollo de acciones de cooperación; la Universidad Tohoku tiene un sistema de investigaciones que favorece las actividades de cooperación al establecer de manera explícita un sistema de intercambio y apertura a la participación de otras instituciones. Sin embargo, estos sistemas, tanto en la Universidad como en la Empresa (Mitsubishi) se basan en la existencia de proyectos específicos. Las fortalezas principales de estos actores radican en su experiencia en el desarrollo y aplicación de elementos legales en las negociaciones con otros actores, así como su perfil internacional, gracias al conocimiento específico que han desarrollado en esta materia. Los temas de investigación y los proyectos se distribuyen por centros de investigación quienes tienen la autoridad para definir el enfoque y para formular proyectos. También existe un nivel centralizado que al estar integrado a una política de I+D facilita el desarrollo de estrategias, programas y proyectos de investigación y del capital humano perteneciente a estos centros.

### **3. Conclusiones**

A nivel de indicadores es posible concluir los siguientes puntos: 1) El análisis de redes sociales (ARS) permite mediante resultados gráficos y matemáticos tener una idea aproximada de la configuración de los actores en un campo tecnológico específico, así como el evidenciar estructuras sociales subyacentes en el mismo, tal como lo manifiesta Menéndez (2003). Así, fue posible establecer que al utilizar patentes como fuente de información, se tiene la ventaja de que los actores que se identifican tienen un alto nivel de experiencia en el tema de interés para la institución y de acuerdo con Pilkington et al (2009) deben ser los líderes y los principales contribuyentes en cualquier campo nuevo de desarrollo. Por lo tanto, la combinación del ARS a partir de datos de patentes favorece la identificación de socios potenciales por cuanto sus resultados no solo despliegan la estructura de las actividades colaborativas en un campo tecnológico, sino que además ponen de manifiesto a los potenciales actores dominantes. 2) El cálculo de criterios de Densidad, Centralidad, Centralización, Intermediación y Cercanía permitió analizar la existencia de estructuras colaborativas en las redes de I+D de un producto. Sin embargo, en la literatura relacionada dentro del estudio bibliográfico se constató el estudio de redes con un grado alto de colaboración; en este caso específico por el contrario, los resultados no evidenciaban una estructura colaborativa fuerte entre los actores acorde a la conclusión de Breschi y Catalini (2010). Sin embargo, pese a esta condición, el análisis basado en estos criterios demostró ser sensible a áreas de colaboración poco estructuradas, facilitando la identificación de nichos potenciales de colaboración, intercambio y transferencia entre actores específicos. 3) Aunque en el análisis de patentes existe un conglomerado alto de indicadores, la utilización del criterio de patentes conjuntas permitió identificar socios potenciales con un nivel de colaboración superior a la media en el campo tecnológico analizado. Esta condición favorece el diseño de estrategias específicas de acercamiento de la institución a socios con propensión a colaborar, que se destaquen por su contribución colaborativa y pertenezcan a los nodos principales de la red y por tanto, evitando para las instituciones el desarrollo de actividades de cabildeo enfocadas en socios con un bajo grado de potencialidad, maximizando con esto los recursos de la búsqueda y acercamiento a los mismos.

En el despliegue de este trabajo, la combinación de capacidades gráficas de Touchgraph para el análisis cualitativo y de UCINET para los cálculos cuantitativos, permitió obtener

los resultados de este estudio y concluir lo siguiente: 1) Los paquetes informáticos Touchgraph y UCINET se combinan para fortalecer el cálculo y el análisis de las redes. TouchGraph permite una visualización gráfica de la estructura de las redes, y si bien permite el cálculo de los principales indicadores de formación de la red, su utilización no es sencilla por lo que se seleccionó como soporte al análisis gráfico y se eligió una aplicación que complementara el análisis cualitativo con elementos cuantitativos, para la toma de decisiones. 2) El programa UCINET permite el cálculo directo de los indicadores de redes sociales, pero su interfaz gráfica no es apropiada cuando se manejan grandes volúmenes de datos, y se estableció que la integración de ambas herramientas permite obtener los dos principales parámetros de análisis. 2) Se introdujeron al estudio dos nuevos indicadores de toma de decisión (Nivel y Diversidad) provenientes del campo de la ciencia métrica, estos indicadores permitieron obtener una conclusión valorativa para la selección de los socios potenciales, permitiendo una elección de actores clave basada en criterios objetivos. Para este caso, aunque a nivel de empresa se identificaron cinco socios potenciales, el análisis basado en los criterios científicos de Nivel y Diversidad permitió comprobar que, con excepción de la empresa Mitsubishi, los demás actores constituían nodos de colaboración cerrada, interactuando en sus actividades de I+D de manera exclusiva con una sola organización.

A nivel de socios potenciales y el proceso de integración institucional fue posible establecer: 1) El análisis de todos los componentes demuestra el potencial de la Universidad Tohoku en Japón como el actor de mayor relevancia en el trabajo en red para el desarrollo de acciones de I+D. Igualmente la empresa Mitsubishi mostró el mayor valor en la evaluación de su capacidad para integrarse en proyectos de su área de interés involucrando otros socios. Las fortalezas principales de estos actores radica en su experiencia y en la aplicación de elementos legales en las negociaciones con otros actores. Para que la Institución pueda realizar acercamientos con estos socios potenciales es necesario que se fortalezca el sistema de investigaciones desde el punto de vista legal, desarrollando competencias específicas por área.

A nivel de una metodología para seleccionar socios potenciales a partir de análisis de redes sociales en documentos de patentes, se proponen los siguientes pasos: 1) Seleccionar el conjunto de indicadores para análisis de redes sociales y análisis de patentes. 2) Realizar la descarga de las patentes según área tecnológica a estudiar. 3) Depurar los datos, escogiendo las invenciones concedidas a al menos una universidad. 4) Analizar las patentes finalmente escogidas, para determinar si existen acciones de colaboración con base en la solicitud. 5) Elaborar una matriz de colaboración, estableciendo la frecuencia de actividades colaborativas entre universidades y contrapartes. 6) Realizar el análisis cualitativo de redes usando como herramienta propuesta TouchgraphNavigator. 7) Calcular los indicadores seleccionados mediante el análisis cuantitativo de redes usando como herramienta propuesta UCINET. 8) Determinar el nivel de colaboración y la diversidad de la colaboración. 9) Seleccionar los posibles socios. 10) Realizar un análisis comparativo de las características de los socios potenciales, para establecer las condiciones actuales y los requerimientos para hacer la vinculación a la red. 11) Socialización con grupos de Investigación en el área.

## Referencias

- ARENCEBIA, R. & DE MOYA, F. “*La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la ciencimetría*”. ACIMED V.17, No.4. Ciudad de La Habana. 2008
- BALCONI, M. & LABORANTI, A. “University-industry interactions in applied research: The case of microelectronics”. *Research Policy*, vol. 35, pp. 1616-1630. 2006.
- BRESCHI, S. & CATALINI, C. “Tracing the links between science and technology: An exploratory analysis of scientists' and inventors' networks”. *Research Policy*, vol. 39, pp. 14-26. 2010.
- BRESCHI, S., CASSI, L., MALERBA, F. & VONORTAS, N.S. “Networked research: European policy intervention in ICTs”. *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 21, pp. 833. 2009.
- CHEN, Y. & CHANG, K. “The relationship between a firm’s patent quality and its market value - The case of US pharmaceutical industry”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 77, pp. 20-33. 2010.
- COMBE, D., LARGERON, C., EGYED-ZSIGMOND, E. & GÉRY, M. “*A comparative study of social network analysis tools*”. International Workshop on Web Intelligence and Virtual Enterprises 2: [http://wic.litislabs.fr/2010/slides/Combe\\_WIVE10\\_slides.pdf](http://wic.litislabs.fr/2010/slides/Combe_WIVE10_slides.pdf). 2010
- CRISCUOLO, P. & VERSPAGEN, B. “Does it matter where patent citations come from? Inventor Vs examiner citations in European patents”. *Research Policy*, vol. 37, pp. 1892-1908. 2008.
- KIM, Y.G., SUH, J.H. & PARK, S.C. “Visualization of patent analysis for emerging technology” *Expert Systems with Applications*, vol. 34, pp. 1804-1812. 2008.
- LO STORTO C., “A method based on patent analysis for the investigation of technological innovation strategies: The European medical prostheses industry”, *Technovation*, vol. 26, pp 932-942. 2006.
- LÓPEZ DE MESA, J. “Determinantes de un sistema organizacional en red para el desarrollo rural del turismo en Antioquia (Colombia)”. *Cuadernos de Desarrollo Rural*. Pontificia Universidad Javeriana Bogotá D.C., vol. 8, núm. 67, pp. 251-274. 2011.
- MENÉNDEZ, L.S., “Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes”. *Documento de Trabajo*, vol. 3, 2003, pp. 07. 2003.
- NARIN, F “Tech-Line Background Paper”, “Knowledge Management to Strategic Competence”. *Series on Technology Management*, Vol. 3, Imperial College Press, pp. 155-195. Sin fecha.
- OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA – OcyT. “*Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2011*”. 1era Edición, pp144. 2011.

OKAMURA, K. & VONORTAS, N.S. “European Alliance and Knowledge Networks” *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 18, pp. 535. 2006.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD “OECD Patent Statistics Manual”. OECD Publishing. 2009.

PILKINGTON, A., LEE, L.L., CHAN, C.K. & RAMAKRISHNA, S. “Defining key inventors: A comparison of fuel cell and nanotechnology industries”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 76, pp. 118-127. 2009.

REPISO, R., TORRES, D. & DELGADO, E. “Análisis de la investigación sobre Radio en España: Una aproximación a través del Análisis Bibliométrico y de Redes Sociales de las tesis doctorales defendidas en España entre 1976-2008”. *Estudios sobre el mensaje periodístico*. Vol. 17, núm. 2, pp.: 417-429. Servicio de Publicaciones de la Universidad Complutense. Madrid. 2011.

SEPÚLVEDA, J. & MERIÑO, L. “*Diseño de un modelo y desarrollo de ejercicios de vigilancia para la toma de decisiones tecnológicas en el área de energías renovables, en la región de Guipuzcoa-España*”. Tesis de maestría no publicada, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. 2011.

VELÁZQUEZ, A. & AGUILAR, N. “Manual introductorio al análisis de redes sociales”. Universidad Autónoma del Estado de México – Universidad Autónoma Chapingo. 2005.

VON WARTBURG, I., TEICHERT, T. & ROST, K. “Inventive progress measured by multi-stage patent citation analysis”. *Research Policy*, vol. 34, pp. 1591-1607. 2005.

