

**RECOPILACIÓN DE LOS ESTUDIOS PROSPECTIVOS DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, SEDE
MEDELLÍN, AL AÑO 2020**

EMY PALMA VILLAMIZAR

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2013**

**RECOPILACIÓN DE LOS ESTUDIOS PROSPECTIVOS DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, SEDE
MEDELLÍN, AL AÑO 2020**

EMY PALMA VILLAMIZAR

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero industrial

**Director
JUAN FELIPE HERRERA VARGAS
Ingeniero informático**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2013**

Nota de aceptación

Firma

Nombre:

Presidente del jurado

Firma

Nombre:

Jurado

Firma

Nombre:

Jurado

Medellín, 05 de Diciembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Juan Felipe Herrera, Ingeniero informático y Director de la investigación, por su enseñanza, dedicada colaboración y por sus valiosos aportes desde el inicio hasta el final del proyecto.

Todos los ingenieros que aceptaron la invitación a conformar el panel de expertos y que participaron en las diferentes encuestas, por su tiempo y la valiosa información suministrada para el estudio.

Mis padres y familiares por el apoyo incondicional, el amor y la confianza brindada.

Todas aquellas personas que, directa e indirectamente, colaboraron para la realización del presente estudio.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEORICO	16
1.1 PROSPECTIVA	16
1.1.1 Análisis estructural	20
1.1.1.1 Método MICMAC	21
1.1.1.2 Método MACTOR	28
1.1.1.3 Método MORPHOL	33
1.2 VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA	34
1.2.1 Tipos de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva	36
1.2.2 El ciclo de trabajo de VT e IC	37
1.2.3 Los productos y servicios de VT e IC	39
1.2.4 Cienciometría	39
1.3 EDUCACIÓN SUPERIOR EN COLOMBIA	42
1.3.1 Pregrados de ingenierías UPB	47
1.3.2 Factores relevantes para la escuela de ingenierías	51
1.3.2.1 Proyectos de los grupos de investigación	51
1.3.2.2 Doctorados	52
1.3.2.3 Integración de productos	52
1.3.2.4 Acceso a recursos	52
1.3.2.5 Alianzas	53
1.3.2.6 Proyectos UPB	53
1.3.2.7 Política de investigación, docencia y extensión	54
1.3.2.8 Situación financiera de la UPB	55
1.3.2.9 Pasantías	57
1.3.2.10 Independencia en la toma de decisiones	57
1.3.3 Mejores universidades de Colombia	58
2. DISEÑO METODOLÓGICO	63
2.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL	63
2.2 ANÁLISIS DE ACTORES	64
2.3 ELABORACIÓN DE ESCENARIOS	64
2.4 VIGILANCIA TECNOLÓGICA	65

3. RESULTADOS	66
3.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL	66
3.1.1 Resultados MICMAC	66
3.1.1.1 Variables clave de la Universidad	66
3.2 FACTORES DE CAMBIO	68
Del estudio prospectivo para el grupo de investigación tecnológica, se generan algunos factores de cambio endógeno y exógeno que son igual de relevantes para la escuela y el grupo. De allí se toman algunos elementos que son de gran importancia para este estudio tal como se presenta a continuación.	69
3.2.1 Factores de cambio endógenos	69
3.2.2 Factores de cambio exógenos	69
3.3 TENDENCIAS E INVARIANTES	69
3.3.1 Tendencias	70
3.4 LISTADO DE VARIABLES	71
3.4.1 Sistema interno	71
3.4.1.1 Variables de organización y de estrategia.	71
3.4.1.2 Variables de productos, mercados, tecnologías.	72
3.4.1.3 Variables de producción	72
3.4.1.4 Variables sociales	72
3.4.1.5 Variables financieras	73
3.4.2 Sistema externo	73
3.4.2.1 Variables alianzas	73
3.4.2.2 Variables generales	73
3.4.2.3 Variables de los consumidores	73
3.4.2.4 Variables riesgos	73
3.4.3. Tecnologías clave	74
3.4.3.1 Ingeniería aeronáutica	74
3.4.3.2 Ingenierías agroindustrial	74
3.4.3.3 Ciencia básica	75
3.4.3.4 Ingeniería Eléctrica	76
3.4.3.5 Ingeniería Electrónica	76
3.4.3.6 Ingeniería Informática	78
3.4.3.7 Ingeniería Mecánica	78
3.4.3.8 Ingeniería de Telecomunicación	79
3.4.3.9 Ingeniería Textil	80
3.4.4 Variables clave – entorno, universidad y escuela	81
3.5 ANÁLISIS DE ACTORES	82
3.5.1 Método MACTOR	82
3.5.1.1 Listado de actores	82

3.5.1.2 Definición de actores clave	85
3.6 VIGILANCIA DE TECNOLOGÍAS CLAVE	89
3.6.1 Ingeniería aeronáutica: Aerodinámica subsónica	90
3.6.2 Inteligencia de Negocios	98
3.6.3 Software y equipo para control y optimización de consumo	106
3.6.4 Técnicas digitales avanzadas	115
3.7 DISEÑO DE ESCENARIOS	123
3.8 PERFIL DEL INGENIERO AL AÑO 2020	127
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
ANEXOS	137

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Costos de la investigación prospectiva.....	19
Ilustración 2. Número de preguntas Vs número de variables	24
Ilustración 3. Confusiones en las relaciones directas	25
Ilustración 4. Interpretación plano Motricidad - Dependencia	25
Ilustración 5. Posicionamiento de los actores respecto del objetivo de regular y reforzar las normas de control del ruido.....	30
Ilustración 6. Ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva	38
Ilustración 7. Actores que inciden en el futuro de la educación superior.	44
Ilustración 8. Factores y tendencias.....	45
Ilustración 9. Posición de los países científicamente aptos para aplicar los 16 usos clave de la tecnología	46
Ilustración 10. Diagrama del proceso de adopción de CDIO	47
Ilustración 11. Vinculaciones pregrado UPB	48
Ilustración 12. Vinculación Ingenierías UPB	48
Ilustración 13. Vinculación ingenierías EAFIT	49
Ilustración 14. Benchmarking en ingenierías en Antioquia	50
Ilustración 15. Modelos de universidades	51
Ilustración 16. Características de una Universidad de Rango Mundial (URM): Conjugación de factores clave	59
Ilustración 17. Número de programas de ingeniería por universidad.....	61
Ilustración 18. Cantidad de programas en las universidades seleccionadas	62
Ilustración 19. Histograma de actores principales.....	86
Ilustración 20. Histograma de la implicación de los actores sobre los objetivos	89
Ilustración 21. Publicaciones en el tiempo	92
Ilustración 22. Red completa y principal de co-autores.....	95
Ilustración 23. Red 1 de co-autores	96
Ilustración 24. Red completa de co-ocurrencia de palabras	96
Ilustración 25. Red más grande de Co-ocurrencia de palabras	97
Ilustración 26. Publicaciones en el tiempo	99
Ilustración 27. Red completa y principal de co-autores.....	102
Ilustración 28. Red 1 de co-ocurrencia de palabras con algunos autores.....	103
Ilustración 29. Red 2 de co-ocurrencia de palabras con algunos autores.....	104
Ilustración 30. Red completa de Co-ocurrencia de palabras	105
Ilustración 31. Red 1 de Co-ocurrencia de palabras	106

Ilustración 32. Publicaciones en el tiempo	109
Ilustración 33. Red completa y principal de co-autores.....	112
Ilustración 34. Red de algunos co-autores.....	113
Ilustración 35. Red completa de Co-ocurrencia de palabras	114
Ilustración 36. Red 1 de Co-ocurrencia de palabras	114
Ilustración 37. Publicaciones en el tiempo	118
Ilustración 38. Red principal y completa de co-autores.....	120
Ilustración 39. Red con algunos co-autores.....	121
Ilustración 40. Red completa de Co-ocurrencia de palabras	122
Ilustración 41. Red 1 de co-ocurrencia de palabras.....	123
Ilustración 42. Probabilidades de escenarios de la Escuela de ingenierías UPB 2020.....	125

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Metodologías prospectivas según recursos y necesidades	17
Tabla 2. Clasificación de métodos prospectivos según Gordon y Glenn	18
Tabla 3. Matriz MACTOR.....	29
Tabla 4. Objetivos para cerrar brechas	30
Tabla 5. Posiciones de los actores sobre los objetivos.....	31
Tabla 6. Interpretación de resultados.....	40
Tabla 7. Listado de posibles herramientas para estudio cuantitativo	41
Tabla 8. Retos de la Ingeniería	45
Tabla 9. Las Universidades mejores clasificadas de Colombia, por producción científica total	58
Tabla 10. Universidades de Colombia más populares en internet.....	58
Tabla 11. Mejores ingenierías del mundo	59
Tabla 12. Factores Clave Sistema	81
Tabla 13. Listado de actores.....	82
Tabla 14. Actores clave	85
Tabla 15. Objetivos de la escuela	87
Tabla 16. Posición de los actores ante los objetivos planteados	88
Tabla 17. Etapa de planeación – FCV	90
Tabla 18. Bitácora de búsqueda	91
Tabla 19. Palabras clave	93
Tabla 20. Instituciones con mayor número de publicaciones.....	93
Tabla 21. Autores con mayor número de publicaciones	94
Tabla 22. Países con mayor número de publicaciones.....	94
Tabla 23. Etapa de planeación – FCV	98
Tabla 24. Bitácora de búsqueda	99
Tabla 25. Palabras clave	100
Tabla 26. Instituciones con mayor número de publicaciones.....	100
Tabla 27. Autores con mayor número de publicaciones	101
Tabla 28. Países con mayor número de publicaciones.....	101
Tabla 29. Etapa de planeación – FCV	107
Tabla 30. Bitácora de búsqueda	108
Tabla 31. Palabras clave	110
Tabla 32. Instituciones con mayor número de publicaciones.....	110
Tabla 33. Autores con mayor número de publicaciones	111
Tabla 34. Países con mayor número de publicaciones.....	111

Tabla 35. Etapa de planeación – FCV	116
Tabla 36. Bitácora de búsqueda	117
Tabla 37. Palabras clave	118
Tabla 38. Instituciones con mayor número de publicaciones.....	119
Tabla 39. Autores con mayor número de publicaciones	119
Tabla 40. Países con mayor número de publicaciones.....	119
Tabla 41. Lista de hipótesis	124
Tabla 42. Lista de expertos.....	124

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. MATRICULAS POR PROGRAMA UPB	138
ANEXO 2. RESPUESTAS ENCUESTA TEMAS PARA HACER VIGILANCIA	143
ANEXO 3. VARIABLES POR INGENIERÍA	147
ANEXO 4. MEJORES UNIVERSIDADES COLOMBIANAS.....	153
ANEXO 5. MATRIZ MIC MAC.....	154
ANEXO 6. PLANOS DE LAS VARIABLES PRINCIPALES.....	155

RESUMEN

El principal argumento que invoca el desarrollo de proyectos como el de Prospectiva Estratégica es el acelerado cambio en las tecnologías de las cuales debe apropiarse la escuela de ingenierías como soporte básico disciplinar.

La identificación de tecnologías de futuro busca dar referentes en los campos científicos, necesarios para la creación de capacidades que permitan tener una dinámica de oferta de conocimiento para la innovación en productos y servicios del sector, las cuales ayudan a determinar nuevas actividades económicas y reforzar las ya existentes en la región.

Sin embargo, el problema principal que se ha identificado en la Universidad Pontificia Bolivariana es que los estudios prospectivos de la Escuela de ingenierías se encuentran documentados de una manera aislada, sin tener una visión holística, por esto el presente trabajo busca dejar en un solo documento las reflexiones más importante de los estudios realizados durante el 2010 y 2011 de la UPB.

Además, es necesario estar centrado en el conocimiento de los escenarios mundiales actuales y futuros, para poder definir como posicionarse con éxito, y con tiempo suficiente, se puede poner en marcha planes y programas necesarios para corregir debilidades y potenciar fortalezas, para atenuar las amenazas y aprovechar al máximo todas las oportunidades que se presenten, todo esto con el fin de adaptarse bien a los cambios.

Se hace evidente que la vigilancia tecnológica y los resultados de los estudios de futuro, son una base sólida que permiten a las organizaciones establecer su forma de trabajo y prioridades para alcanzar los objetivos planteados por éstas; a la vez que se identifican las tendencias de los desarrollos tecnológicos, que si bien en algunos casos no serán posible alcanzar por su estado de madurez, advertirán sobre los efectos en los mercados, y por tanto serán posible anticipar las consecuencias de la economía de la región.

PALABRAS CLAVE: ANÁLISIS ESTRUCTURAL, MÉTODO DELPHI, DINÁMICA DE SISTEMAS, PROSPECTIVA, VIGILANCIA TECNOLÓGICA, ANÁLISIS DE ACTORES.

INTRODUCCIÓN

El mundo actual se caracteriza por su directriz a la globalización tecnológica, económica, política y social, será de gran utilidad que los directores de los programas de la escuela de ingenierías de la universidad Pontificia Bolivariana estén al tanto y analicen las Áreas, tecnologías, variables y tendencias relacionadas con este proceso, de modo que las estrategias curriculares, administrativas, científicas y tecnológicas de la Escuela de ingenierías, estén alineadas con las tendencias regionales, nacionales e internacionales, en búsqueda de la competitividad y la pertinencia con el fin de prepararse para tomar decisiones a mediano y largo plazo.

Las preguntas a resolver en este estudio son:

- ¿Cuáles son las temáticas que deben impartirse en la Escuela de ingenierías para responder de manera adecuada a los retos nacionales e internacionales del año 2020?
- ¿Cuáles son los escenarios futuros probables para la Escuela de ingenierías y cuáles son las estrategias que deben ponerse en práctica para lograr que la Escuela se encuentre en el escenario deseable en el año 2020?

El estudio prospectivo permite obtener una visión a largo plazo desde la perspectiva de diversos actores y expertos del sistema que en estudio, se espera que conociendo los fortalezas, debilidades actuales y las tendencias que regirán el área de estudio dentro de los próximos diez años, combinadas con un conocimiento específico de algunas de las tecnologías emergentes, se puedan realizar las recomendaciones pertinentes para hacer los ajustes necesarios con miras a estructurar un programa curricular para la Escuela de ingenierías de la UPB, que pueda responder de manera eficiente a los retos permanentes que enfrentan los programas de Ingeniería que son sus principales clientes académicos.

El objetivo principal es estudiar las directrices académicas e investigativas de dicha escuela, por medio de un análisis estructural del sistema y relacionando la motricidad y dependencia de las variables académicas e institucionales implicadas en el sistema estudiado. También identificar el conjunto de actores, variables internas y externas que caracterizan el sistema académico y administrativo de acuerdo a las necesidades de la Escuela de ingenierías de la UPB. Se definen además los temas de investigación en el ámbito de la ingeniería, a los cuales la región deberá dar un tratamiento prioritario para su desarrollo y al mismo tiempo realizar la vigilancia de 4 tecnologías clave que genere el estudio prospectivo.

Finalmente con los elementos identificados se define el perfil del ingeniero que deberá formar la Escuela de ingenierías de la U.P.B.

Con estos resultados, los programas de Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana analizarán el perfil profesional de sus futuros Ingenieros egresados.

1. MARCO TEORICO

Para el desarrollo de los objetivos de este proyecto, se hace necesario tener claro los conceptos utilizados, las ecuaciones y formulas planteadas para comprender los resultados generados del proceso investigativo.

Inicialmente es necesario comprender los términos prospectiva y vigilancia tecnológica.

1.1 PROSPECTIVA

La prospectiva es una técnica sistemática que permite dilucidar futuros posibles y sobre todo futuros imposibles desde puntos de vista políticos, económicos, productivos, tecnológicos, sociales, entre otros.

Esta disciplina no significa en ningún momento adivinación o azar, ni una proyección estadística del presente hacia el futuro, es más bien una tecnología que permite disminuir la incertidumbre hacia los futuros* y futuro** (Godet, 1993).

Por medio de la prospectiva es posible identificar factores clave que afectan al sistema, actores ocultos y escenarios de ruptura. Los métodos prospectivos procuran identificar posibles futuros y diagnosticar la situación presente, con el fin de tomar iniciativas para cerrar las brechas encontradas entre ambos escenarios y así poder construir el futuro deseado al horizonte del estudio.

En la realización de estudios de prospectiva existen múltiples herramientas, sin embargo todas estas pierden validez si no se comprende que son el apoyo para la toma de decisiones y que de nada vale si no existe compromiso y cultura para el cambio en las organizaciones o en el estado. (Vargas & Bedoya, 2011, p.15)

Existen múltiples metodologías para desarrollar el estudio propuesto, “la selección de las técnicas a usar depende de los objetivos de un estudio prospectivo y las condiciones para su desarrollo. Esto implica responder interrogantes acerca de su propósito, características generales, recursos, etc” (Miklos & Tello, 1995). En la tabla 1, se resumen en gran medida algunas herramientas prospectivas, las cuales son utilizadas según características particulares.

* Futuros posibles

** Futuros deseables

Tabla 1. Metodologías prospectivas según recursos y necesidades

	Si se tiene		Si se espera la participación		
Si se requiere	Disponibilidad de tiempo y recursos	Poco tiempo y recursos	De un grupo numeroso	De un grupo estratégico	Se recomienda:
Diseñar el futuro deseable	Si		Si		Delphi de tiempo real, Escenarios
		Si		Si	Escenarios, Entrevistas, Cuestionarios, Mesa redonda
Perfilar el futuro probable	Si			Si	Compass, Pronostico tecnológico, Proyecciones.
		Si		Si	Impactos cruzados, Proyecciones, Mapeo contextual
Construir el modelo de la realidad	Si			Si	Modelos de simulación, Escenarios, Juegos de simulación, Análisis de fuerzas, Ariole
Diseñar estrategias globales	Si			Si	TKJ, Matriz de decisión, Árbol de pertinencia, Conferencia de búsqueda, Análisis de fuerzas.
Sensibilizar a un grupo sobre la importancia del futuro		Si		Si	Poster, Imágenes alternativas, Proyecciones, Escenarios, Intuiciones sistemáticas

Fuente: Miklos & Tello, 1995

Además para realizar el estudio de prospectiva académica, se cuenta con otras clasificaciones y herramientas prospectivas compiladas (Glenn, 1994) (Gordon, 1994), como se puede ver en la tabla 2, ambas muy similares, donde aportan criterios para la selección de las herramientas a utilizar en los ejercicios prospectivos.

Tabla 2. Clasificación de métodos prospectivos según Gordon y Glenn

Método	Por técnica		Por propósito		Σ
	Cuantitativo	Cualitativo	Normativo	Exploratorio	
Análisis de impacto cruzado	X	X*	X	X	3
Análisis de decisiones	X		X		2
Modelos de decisiones	X			X	2
Delphi		X	X	X	3
Econometrías	X		X	X	3
Ruedas de futuro		X	X	X	3
Método Genius		X	X	X	3
Análisis morfológico		X	X		2
Métodos participativos		X	X		2
Regresiones	X			X	2
Árboles de relevancia		X	X		2
Escenarios	X	X	X	X	4
Dinámica de sistemas	X			X	2
Análisis de secuencias tecnológicas		X	X	X	3
Pronosticación de series de tiempo	X			X	2
Análisis de impacto de las tendencias	X			X	2
Escaneo del ambiente**	X	X	X	X	4
Juegos y simulación**	X	X	X	X	4
Modelamiento estadístico**	X			X	2
Análisis estructural**		X		X	2

Fuente: Glenn, 1994

* Alternativas agregadas por Glenn

** Métodos agregados por Glenn

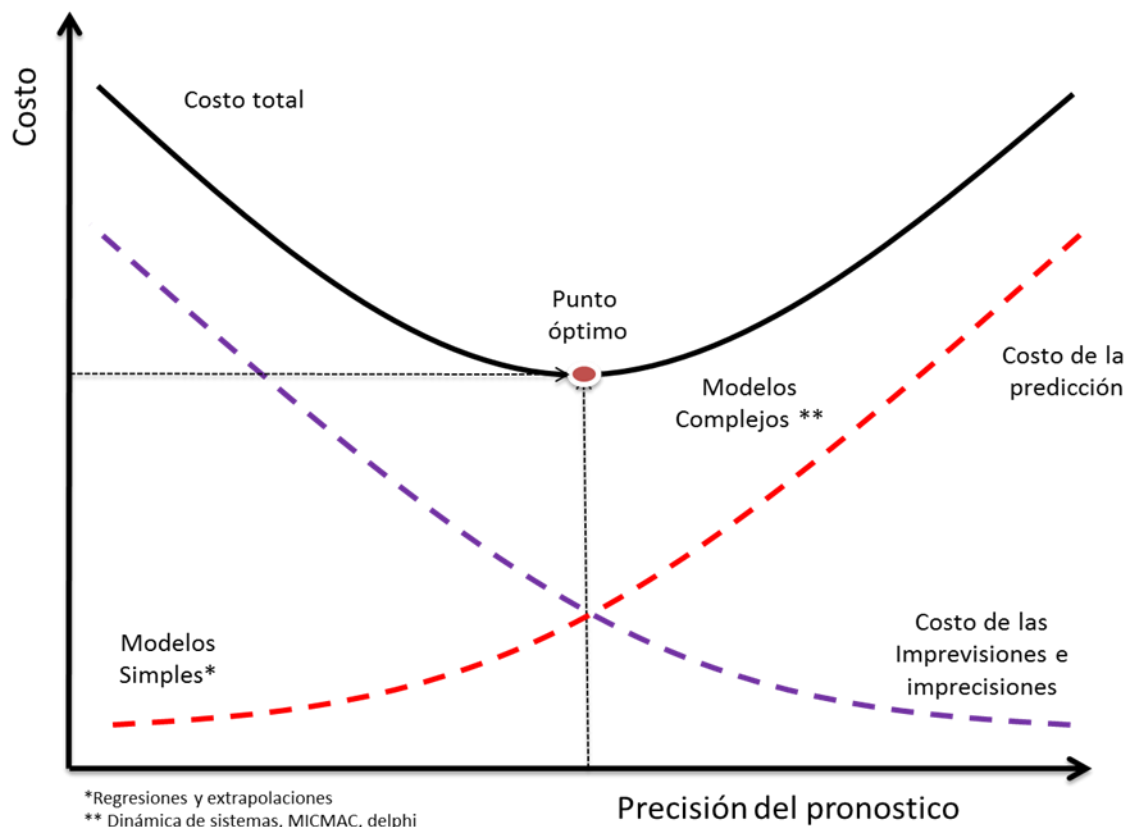
Estas herramientas cuentan con las respectivas divisiones por propósito o por técnica, además del criterio de selección por recursos, de allí que se deben seleccionar las herramientas específicas según las condiciones particulares de cada estudio.

Sin embargo existen otros criterios sobre los cuales se debe seleccionar la metodología a emplear como por ejemplo el costo y la precisión.

El costo de los estudios de prospectiva se dividen en dos: Los costos de las equivocaciones por falta de estudios o imprecisión de estos, y por el costo de la realización.

En la ilustración 1, Costos de la investigación prospectiva, se puede identificar el costo de los estudios prospectivos y se logra evidenciar el punto óptimo entre precisión y costo.

Ilustración 1. Costos de la investigación prospectiva



Fuente: Herrera Vargas, J.F. y Bedoya Correa, S.M. Prioridades investigativas en Gestión Tecnológica, 2011.

De este análisis y de la experiencia del grupo de investigación en Gestión de la Tecnología y la innovación (GIGTI), se ha seleccionado el análisis estructural, compuesto por las herramientas de las matrices de impacto cruzado MICMAC*, MACTOR** y el ANÁLISIS MORFOLÓGICO, además se ha una consulta a expertos para seleccionar áreas y temas de mayor importancia.

1.1.1 Análisis estructural

El análisis estructural fue introducido en Francia por el profesor Wanty (Wanty & Federwish, 1969), quien trabajaba para una filial belga del grupo Metra Internacional y fue profesor de la Universidad de París Dauphine en los años 1969 y 1970. Desde entonces ha hecho escuela, impulsado especialmente por los profesores R. Saint-Paul y P.F. Tenière - Buchot (Fernández, 2005). En la década de los 80's fue creciente el número de aplicaciones. La publicación del libro De la anticipación a la acción de Michel Godet (1993), ha sido un aporte importante a la prospectiva ya que ha servido como guía y se ha convertido en un importante referente para numerosos estudios (Gutierrez, 2008).

El análisis estructural inicialmente se impulsó en los años 60 como una herramienta para la gestión, algunos argumentan que fue Jay Forrester (Forrester, 1961), por medio de sus obras relacionadas con modelos de dinámicas industriales y luego, dinámicas urbanas por los años de 1961 quien utilizó las relaciones de causa entre los elementos que componen el sistema logrando dar origen al análisis estructural (Godet, 2004). Anteriormente el teórico Ludwig Von Bertalanffy originó algunas teorías fundamentales para el análisis de sistemas y fue llamada como la Teoría General De Sistemas (1929), donde una de sus más importantes premisas es el trabajo sistémico que, él mismo definió como: “el todo es más que la suma de sus partes”.

Durante la primera y segunda guerra mundial se desarrollaron grandes proyectos informáticos, posibilitando el desarrollo de herramientas computacionales, pero su uso fue restringido y exclusivamente para los problemas militares, sin embargo de manera temprana, estas llegaron también a las universidades y centros de negocios, y fue en estas últimas en donde se desarrollaron aplicaciones informáticas que aceleraban el proceso matemático iterativo que poseen las herramientas prospectivas.

“En 1974 Michel Godet y Jean Claude Duperrin sugirieron un método para clasificar los elementos de un sistema, en el marco de un estudio de futuros sobre la energía nuclear en Francia” (Godet, 2004). A partir de diversos estudios

* Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación

** Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones

realizados se generó un estándar metodológico consignado en sus publicaciones posteriores.

Este análisis permite identificar las relaciones entre los componentes del sistema, de allí la gran relación que tiene con los diagramas causales de la dinámica de sistemas, pero en prospectiva se utiliza un modo simplificado que es mejor conocido como las matrices de adyacencia, que permiten identificar las relaciones entre las variables y luego del procesamiento de estas, ya sea por multiplicaciones matriciales, por procesos estadísticos entre otros, permite obtener mayor conocimiento del sistema estudiado.

Además para el análisis de un sistema es indispensable la vinculación de diversos actores y el trabajo en comunidades estimulando la reflexión en grupo y permitiendo la discusión.

1.1.1.1 Método MICMAC

El término MICMAC significa Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación y fue puesta a punto en el Commissariat à l'Énergie Atomique – comisión de energía atómica (CEA) entre 1972 y 1974 por M. Godet en colaboración con J.C. Duperrin (Godet, 2000).

La principal fortaleza del método consiste en poner en descubierto las relaciones que existen entre las diferentes variables del sistema y visualizar su importancia relacional en el futuro. La principal característica de este método es que permite la posibilidad de incluir variables cualitativas, poniendo en evidencia las relaciones del sistema y permitiendo identificar cuáles son los factores más influyentes del sistema y cuales son más dependientes.

Este tipo de matrices se basan en las matrices de entrada-salida de Leontiev^{*} (Leontief, 1975), las cuales son muy comunes para los trabajos industriales que requieren hacer análisis de insumos y productos, sin embargo en este caso lo que se pretende es identificar las variables que poseen una mayor y una menor dependencia, construyendo una tipología de las variables mediante clasificaciones directas e indirectas.

El éxito del método consiste en la capacidad de generar una reflexión en grupo sobre el sistema analizado. Por esta razón es que dicha herramienta deba poseer la facilidad para ser diligenciada.

^{*} Wassily Leontief (Munich, 5 de agosto de 1905) fue un economista estadounidense, de origen ruso quien inició sus estudios superiores en las universidades de Leningrado y se doctoró en la de Berlín en 1928, tras investigar un nuevo método, basado en estudios intersectoriales, para determinar un completo sistema de Economía Nacional.

Según Godet (1993), el análisis estructural posee dos objetivos, uno es poner en evidencia el sistema estudiado, y el segundo objetivo es simplificar la complejidad a sus variables clave.

La utilización de la matriz MICMAC puede ser utilizada para diversos fines, uno de ellos es para identificar las variables clave y realizar políticas sobre ellas y el otro uso es realizar ejercicios prospectivos donde su fin son las relaciones entre las variables e identificar solo sus relaciones, llevando esto a posible diagrama causal de dinámica de sistemas.

Según Godet (1993), el método MICMAC está compuesto de una serie de actividades que permiten encontrar la estructura del sistema, estas actividades son las siguientes:

- Identificación de variables (inventario de los factores).
- Localización de las relaciones entre las variables.
- Búsqueda de las variables clave.

Identificación de variables (inventario de los factores)

“Consiste en la realización de una lista lo más amplia posible de las variables que caracterizan el sistema, y que responden al fenómeno estudiado y su contexto” (Godet, 1993), por ello esta etapa es crucial para delimitar el sistema estudiado.

Esta identificación de variables se puede hacer por diversos métodos, el método tradicional es la lluvia de ideas, por medio de las relaciones de confianza entre los expertos, ya que esta etapa no se debe realizar en el grupo cerrado. Generalmente surgen un número alto de variables, así que se deben agrupar por características comunes y se deben definir muy bien cada una de estas, para no tener confusiones en el momento de realizar la segunda fase de relacionamiento de los factores del sistema. Comúnmente se agrupan por variables internas y externas, y sobre cada una de ellas se realiza una agrupación extra para identificar a que sector, área, departamento o categoría pertenece.

Es importante aclarar que los expertos sostienen que la lista de factores no es algo estático que se mantiene hasta el final de los estudios, además sostienen que estos pueden cambiar en el tiempo y además permiten la inclusión de factores nuevos al sistema o fenómeno analizado.

Las variables que se ingresan no deben poseer calificativos como Buen desempeño de la variable X, mayor grado de X, menor influencia de X, ya que sesga la interpretación de los expertos que analizan el sistema, además cada una de las variables debe poseer la capacidad de ser medible o identificable dentro del sistema.

Es de anotar que el sistema también está compuesto por una serie de constantes que permanecen inalterables en el sistema. Algunos autores solo buscan tendencias y proyecciones, descuidando elementos que se mantienen inalterables. (Vargas & Bedoya, 2011, p. 24)

Por ello la metodología empleada busca identificar las tendencias, las invariantes y las amenazas del sistema (Aristizábal, Gómez, Henao, & Zapata, 2004), con el fin de profundizar en la identificación de estos factores clave.

Esta etapa puede ser bastante exhaustiva y permite a los integrantes del grupo tener más confianza en el diálogo y tener entre ellos puntos de común acuerdo, algo que se refuerza en la etapa 2, donde se identifican las relaciones del sistema.

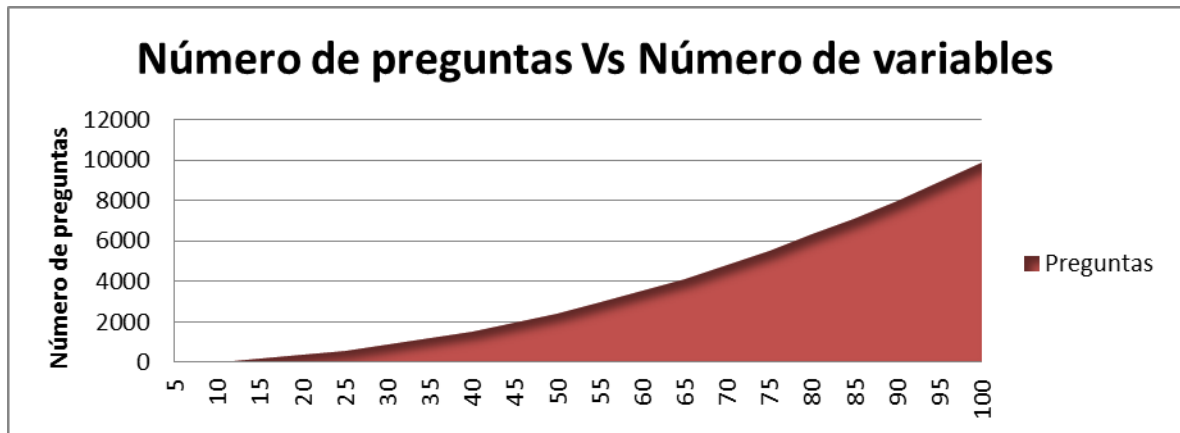
Localización de las relaciones entre las variables

Generalmente, una variable solo existe desde su posibilidad de estar entrelazada con otras variables, es por ello que el análisis estructural se encarga de identificar sus relaciones en un tablero de doble entrada (de relaciones directas). (Godet, 1993)

El proceso de diligenciar la matriz es un proceso cualitativo, donde se valoran las relaciones entre las variables de la siguiente manera: “0 si no existe relaciones entre variables i y j , y 1 en el caso contrario. No obstante es posible ponderar las intensidades de relaciones (0 = nulo, 1 = débil, 2 = mediana, 3 = fuerte, P = potencial)” (Godet, 1993).

Esta fase de relleno de la matriz es bastante exhaustiva y suele realizarse en el grupo monitor con el fin de generar la reflexión sobre el sistema estudiado. El sistema consta de $N \times N-1$ preguntas donde cada experto expresa su opinión acerca de la manera en que afecta una variable a las demás, llegando a un consenso entre la fortaleza de las relaciones del sistema. Debido a la demora en reuniones y consenso del grupo, el crecimiento en preguntas para diligenciar una matriz MICMAC se puede observar en la Ilustración 2, Número de preguntas Vs número de variables.

Ilustración 2. Número de preguntas Vs número de variables



Fuente: Herrera Vargas, J.F. y Bedoya Correa, S.M. Prioridades investigativas en Gestión Tecnológica, 2011.

Una de las características de realizar un número de preguntas tan extenso, es que sin esta forma de realizarlo, posiblemente nunca se hubieran efectuado cuestionamientos sobre las relaciones entre diversas entidades que componen el sistema.

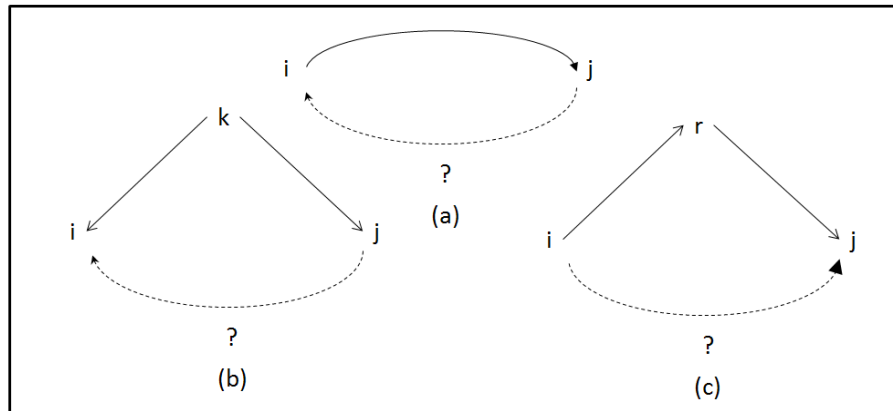
Búsqueda de las variables clave

Los resultados de esta matriz generan reflexiones a mediano y largo plazo, mediante la identificación de variables con mayor motricidad y mayor dependencia, así como las variables ocultas sobre las cuales se debe prestar atención.

Las preguntas correspondientes a una matriz MICMAC son las que se identifican en la Ilustración 3 (Godet, 1993).

- ¿Ejerce la variable i una acción afectiva sobre la variable j , o la relación será más bien de j hacia i ?, Figura a.
- ¿Ejerce i una acción sobre j , o existe más bien una co-linealidad, es decir, que una tercera variable k actúa sobre i y j ? Figura b.
- ¿La relación entre i y j es directa, o más bien se realiza a través de otra variable r de las incluidas en la lista? Figura c.

Ilustración 3. Confusiones en las relaciones directas



Fuente: Godet, 1993

Luego de realizar estas iteraciones, las variables son ubicadas en un plano de motricidad y dependencia (se grafican las coordenadas sumando la fila *i* y sumando la columna *j*). Según la ubicación de estas variables, su interpretación es diferente.

Como se muestra en la Ilustración 4, existen 5 sectores de interés en el plano donde se ubican las variables determinantes, autónomas, de salida, clave y reguladoras.

Ilustración 4. Interpretación plano Motricidad - Dependencia

Motricidad	Alta	Zona de poder Aquí se encuentran variables de alta y media motricidad y baja y media dependencia. Son muy importantes, poseen una gran influencia sobre las restantes y muy poca subordinación frente a ellas (VARIABLES DETERMINANTES)	Zona de conflicto Las variables de esta zona son altamente motrices y, al mismo tiempo, muy dependientes. Influyen significativamente sobre las restantes pero, a la vez, están supeditadas a ellas. (VARIABLES CLAVE)
	Media	Zona de pelotón Variables cercanas al origen.	Zona de salida Aquí se encuentran variables de baja y media motricidad y alta y media dependencia. Estas variables son resultado o consecuencia de la influencia de las zonas de poder y de conflicto.
	Baja	Zona de variables autónomas Aquí se encuentran variables de baja motricidad y baja dependencia. Son variables que no desempeñan un papel significativo dentro del sistema.	
		Baja	Media
		Dependencia	
			Alta

Fuente: Elaboración Propia

Según GODET (Godet, De la anticipación a la acción : manual de prospectiva y estrategia, 1993) el significado de los planos es el siguiente.

- Variables determinantes o motrices, son variables poco dependientes. “Son variables explicativas que condicionan el resto del sistema”, generalmente se ubican allí variables de tipo político y normativo que influyen sobre todo el sistema y poco se deja influenciar.
- Variables autónomas, “estas variables constituyen tendencias fuertes o factores relativamente autónomos”, son variables que se pueden eliminar del sistema para modelaciones más complejas como las de dinámica de sistemas.
- Las variables resultantes se ubican en la zona de salida, ya que son explicadas por los factores de la zona de poder y la zona de variables clave.

Allí se alojan variables cuya dependencia genera casi que la razón de ser de estas.

- La zona de conflicto se compone de las variables clave. “Son las variables de enlace, inestables por naturaleza. En efecto, cualquier acción sobre estas variables repercutirá sobre las otras y tendrá un efecto *boomerang* sobre ellas mismas que amplificará o desactivará el efecto inicial”.
- La zona de variables reguladoras, está compuesta por variables del *pelotón* y poco se puede decir de este tipo de variables.

En definitiva, este método confirma las intuiciones comprendidas desde el principio, sin embargo pone en evidencia algunas reflexiones nunca antes realizadas y además, mediante su realización se logra encontrar variables ocultas que pueden ser potenciales para el desarrollo del sistema.

Además el método pone al descubierto las relaciones que existen entre los factores, y también muestra las variables sobre las que se debe invertir más recursos con el fin de movilizar de una manera positiva, según los objetivos, el objeto de estudio.

Dificultades del método

Este método presenta una serie de dificultades en su estructura.

La primera de estas es la obtención de los factores que componen el sistema, aunque la reunión en el grupo monitor es bastante iterativa, pueden faltar elementos para realizar un análisis real y completo del mismo.

“Tales resultados nunca deben ser tomados al pie de la letra, sino que su finalidad es solamente la de hacer reflexionar. Está claro que no hay una lectura única y <<oficial>> de resultados del Micmac y conviene que el grupo forje su propia interpretación” (Godet, 2000).

Una de las virtudes es la posibilidad de realizar valoraciones a factores de manera cualitativa, pero el consenso realizado por el grupo “no es la realidad, sino un medio de observarla” (Godet, 2000).

Otro de los límites del método es la selección del grupo que diligenciará la matriz, que no debe estar viciado ni inclinado sobre algún factor de su interés.

Otra de las dificultades que presenta este método es la cantidad de preguntas que hay que hacer sobre el número de factores resultantes. Hay que recordar que para todas las preguntas que hay que realizar sobre el sistema debe estar presentes algunos integrantes del fenómeno estudiado, así, suele ser demorado el tratamiento del relleno de la matriz

1.1.1.2 Método MACTOR

El método MACTOR es un insumo importante para la elaboración de escenarios del fenómeno estudiado, el método de análisis de juegos de actores, tiene entre sus objetivos descubrir las relaciones entre los actores e identificar las posturas ante una serie de objetivos asociados.

Muchos expertos reconocen que la identificación de la posición de los actores es de suma importancia en el estudio de un fenómeno, ya que sin un cuidadoso análisis de los movimientos de los actores, los escenarios carecerán de importancia y coherencia.

El análisis de los movimientos de los actores, como lo proponemos en el método MACTOR, comprende las siguientes seis etapas (Godet, 2004):

- Anotar los planes, motivaciones, limitaciones y medios de acción de cada actor (elaborar la tabla de la "estrategia de los actores").
- Identificar los retos estratégicos y objetivos asociados con estos campos de batalla.
- Posicionar a cada actor en cada campo de batalla e identificar las convergencias y divergencias.
- Clasificar los objetivos de cada actor y evaluar las posibles tácticas (interacción de posibles convergencias y divergencias) en términos de las prioridades de sus objetivos.
- Evaluar las relaciones de poder y formular recomendaciones estratégicas para cada actor, según las prioridades de los objetivos de cada actor y los recursos disponibles.
- Realizar preguntas clave sobre el futuro, es decir, formular hipótesis sobre las tendencias, eventos y discontinuidades que caracterizarán la evolución del equilibrio de poder entre los actores. En torno a estas preguntas clave y a las hipótesis relativas a las respuestas correspondientes, se construirán los escenarios.

Estrategia de los actores

Este primer paso consta de la realización de una lista de actores e identificar en cada uno de ellos sus estrategias principales.

Se construye una tabla de estrategias en una matriz cuadrada de actores por actores, en la cual se indica en la diagonal los objetivos del actor, sus problemas y sus medios por los cuales cumplirá el objetivo. Sin embargo, de esta matriz no sería muy práctica, debido a que generalmente se trabaja con un número de 20 a 30 actores, por ello el ejercicio si se debe realizar pero de manera reflexiva.

Luego de realizar esta diagonal, se continúa rellenando la matriz como se indica en la Tabla 3, Matriz MACTOR.

Tabla 3. Matriz MACTOR

	ACTOR 1	ACTOR 2
ACTOR 1	• Meta: • Problemas • Medios	Cómo afecta el actor 1 sobre el actor 2. Que solicita el actor 1 del 2.
ACTOR 2	Cómo afecta el actor 2 sobre el actor 1. Que solicita el actor 2 del 1.	• Meta: • Problemas • Medios

Fuente: Godet, 2004

Generalmente estas celdas se encuentran vacías, pero algunas de ellas si poseen relación directa.

Identificar los retos estratégicos y objetivos asociados con estos campos de batalla

De las relaciones identificadas en el paso anterior, surgen algunos campos de batalla, o retos, que se enfrentan los actores.

Estos retos pueden ser tecnológicos, sociales, económicos, entre otros, y los cuales conllevan algunos objetivos para superar estos retos.

Paso seguido se deben identificar los retos a futuro del fenómeno estudiado, posteriormente se redacta un objetivo que busque mejorar dicho reto, como se puede ver en la Tabla 4, Objetivos para cerrar brechas.

Los retos, o los campos de batalla, deben ser escritos de manera neutra, sin asociar una calificación, allí se pueden indicar problemas de mercados, tecnologías, sociales, entre otros.

Tabla 4. Objetivos para cerrar brechas

RETOS	OBJETIVOS ASOCIADOS
E1 – Espacio laboral	O1 – Mejorar las condiciones laborales
E2 – Educación	O2 – Educar más a la población objetivo.
En – Reto n	On – Objetivo n

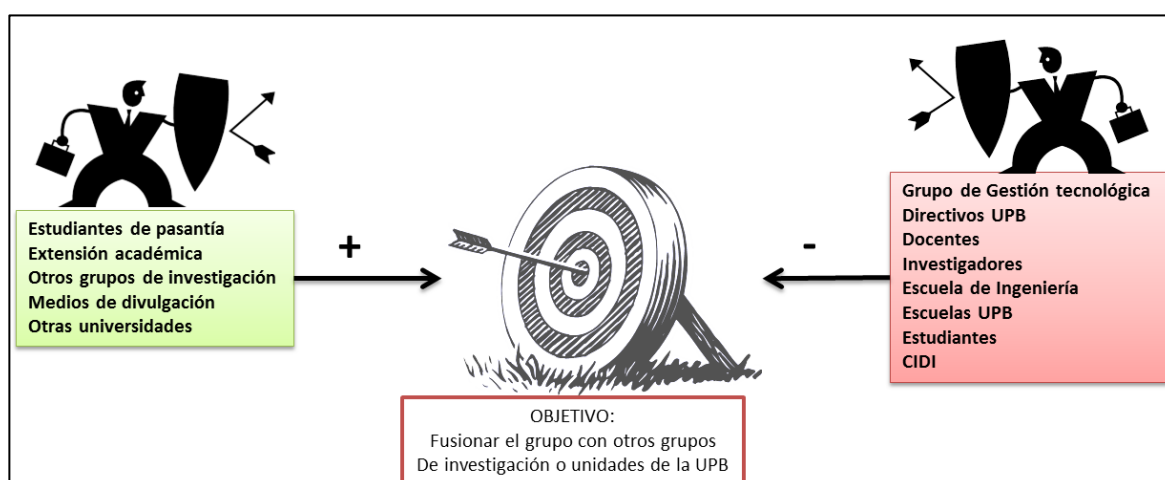
Fuente: Godet, 2004

Posicionar a cada actor en cada campo de batalla e identificar las convergencias y divergencias

Este paso consiste en poner al descubierto la posición de un actor sobre un campo de batalla u objetivo, identificando si está a favor o en contra de este.

El proceso es similar a los diagramas causales de la dinámica de sistemas, como se puede ver en la Ilustración 5 representado por un objetivo en el centro y los actores a su alrededor, con sagitas que indican su posición a favor, representado por un signo positivo, o en caso de divergencia con un signo negativo.

Ilustración 5. Posicionamiento de los actores respecto del objetivo de regular y reforzar las normas de control del ruido



Fuente: Herrera Vargas, J.F. y Bedoya Correa, S.M. Prioridades investigativas en Gestión Tecnológica, 2011.

Sin embargo esta representación se lleva a una matriz de actores vs objetivos, como la observada en la Tabla 5, la cual es construida con los actores en las filas y los objetivos en las columnas. Las posiciones de los actores sobre los objetivos se indican con +1 si este actor posee una actitud favorable sobre este objetivo, -1 si este se encuentra en contra, o 0 si es indiferente.

Tabla 5. Posiciones de los actores sobre los objetivos

	OBJETIVO1	OBJETIVO2	...	OBJETIVO N	Σ^+	Σ^-
ACTOR 1	1	1	...	0		
ACTOR 2	-1	0	...	1		
...	...	...	...	...	...	...
ACTOR N	-1	0	...	0		
Σ^+			...			
Σ^-			...			

Fuente: Godet, 2004

Analizando simplemente los totales positivos y negativos de las filas y columnas de la matriz de actores por objetivos podemos identificar las relaciones de un actor sobre objetivos planteados, y ver si este contribuye a su mejoramiento o por lo contrario retrasa el desarrollo de este.

Interacción de posibles convergencias y divergencias en términos de las prioridades de sus objetivos

En esta iteración se pretende identificar para cada par de objetivos las convergencias o divergencia ante cada uno de los objetivos. Pero no solo basta identificar entre cada pareja, ya que el sistema estudiado suele tener por lo general entre 15 y 25 actores.

Los cálculos que se realizan en esta etapa se basan en la multiplicación de matrices binarias, sería la valoración de las matrices de actores por objetivos y la matriz de objetivos por actores, obteniendo una matriz de actores por actores, cuya interpretación es la siguiente:

En este paso se ponen al descubierto los actores que son aliados o son enemigos de un objetivo dado, como se ve en la Ilustración 5.

Sin embargo estos son modelos, se sugiere que para realizar un acercamiento más próximo a la realidad se deben introducir dos puntos de vista no tratados (Godet, 1993):

- Jerarquizar los objetivos, ya que varían de un actor a otro.
- La relación de fuerza entre los actores.

Para cumplir la segunda parte de estos puntos de vista, se sugiere diligenciar la matriz al igual que la matriz MICMAC, con la diferencia de que si existe divergencia con el objetivo se indique con signo negativo. (Desde -4 hasta +4).

Existe una escala sugerida para medir estas relaciones:

- 4: El actor A_i puede cuestionar la existencia del actor A_j .
- 3: El actor A_i puede cuestionar las misiones del actor A_j .
- 2: El actor A_i puede cuestionar los proyectos del actor A_j .
- 1: El actor A_i puede cuestionar, de manera limitada (durante algún tiempo o en algún caso concreto) la operativa del actor A_j .
- 0: El actor A_i no tiene ninguna influencia sobre el actor A_j .

De allí se puede realizar la identificación de las relaciones de poder entre los actores.

Evaluar las relaciones de poder y formular recomendaciones estratégicas para cada actor

En este punto se debe regresar a la misma matriz de actores contra actores para encontrar relaciones ocultas entre ellos, con el fin de definir de nuevo estrategias sobre los actores de mayor influencia y dependencia, para jalonar el resto del sistema. Esto genera la realización de estrategias coherentes para cada uno de los actores.

Realizar preguntas clave sobre el futuro, es decir, formular hipótesis sobre las tendencias

Esta etapa es bastante concluyente del proceso de búsqueda de las variables clave y de los actores principales del sistema y sus objetivos.

Luego de conocer un poco el sistema se puede proponer hipótesis sobre la evolución o devolución del fenómeno de estudio.

Este ejercicio de los actores es un insumo clave para el desarrollo del método de los escenarios, que consiste en identificar, por medio de expertos, la certeza o no de los escenarios planteados con estos insumos.

1.1.1.3 Método MORPHOL

« Análisis morfológico », un nombre bien conocido para un método muy simple, a menudo desconocido u olvidado, y que habrá que recordar, ya que puede resultar muy útil para estimular la imaginación, ayudar en la identificación de nuevos productos o procedimientos hasta entonces ignorados y para barrer el campo de escenarios o combinaciones posibles (Ruiz & Herrera, 2010).

“El análisis morfológico general fue desarrollado por Fritz Zwicky - el Américo-Sueco astro-físico, científico aeroespacial, radicado en el Instituto de tecnología de California (CalTech) – como un método para estructurar e investigar el set total de relaciones contenidas en un problemas multidimensionales y no cuantificables” (Ritchey, 1998).

El análisis morfológico es una excelente técnica para configurar escenarios futuros por medio de la combinación de hipótesis de futuro, seleccionando rutas entre los escenarios identificados.

Los pasos para realizar un análisis morfológico son (Godet, 2000):

- La construcción del espacio morfológico

Se descompone en sistema, en subsistemas y componentes, allí es importante indicar los resultados del análisis estructural y el análisis de actores. Es importante no realizar muchos componentes ni subcomponentes, ya que el espacio morfológico crece considerablemente con la inclusión de nuevos temas. Así que debe existir un equilibrio definición de las hipótesis.

- La reducción del espacio morfológico

Debido a que algunas combinaciones son imposibles de realizar, entonces se indican dichas restricciones, además existen también algunas tendencias para seguir una ruta preferente y se indica, además de indicar la probabilidad de cada una de las hipótesis para indicar cuál es el juego de hipótesis que tiene mayor probabilidad de ocurrencia.

Hay que recordar que algunas veces las combinaciones no son posibles, así que se deben recordar las siguientes inconsistencias:

- **Puramente lógicas:** Las basadas en la naturaleza de los conceptos involucrados.
- **Limitaciones empíricas:** Relaciones juzgadas de ser altamente improbables o implausibles en terreno empírico
- **Limitaciones normativas:** Éticas, políticas, estratégicas, otras.

1.2 VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

En la actualidad, la velocidad en que se presentan los cambios en los entornos es cada vez mayor. La sociedad se enfrenta a varios fenómenos, por ejemplo al acelerado desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones -TIC- que inciden y generan nuevas formas de relaciones en la sociedad; a la velocidad del avance técnico en diferentes áreas; a la generación de gran cantidad de información y conocimiento que se difunden en tan sólo unos instantes; al desarrollo de sociedades cuyo principal motor de crecimiento es el conocimiento; a la globalización en la que existen muchos países, recientemente industrializados, que compiten de forma agresiva por una porción, no sólo de sus mercados locales, sino de mercados internacionales; a la tendencia creciente hacia la liberalización en la que en varios países, e instituciones financieras como el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial, han actuado para bajar los aranceles y otras barreras comerciales que exponen a los mercados a una competencia abierta.

Todos los anteriores fenómenos son factores que causan una amenaza considerable para muchas organizaciones y países, los cuales han tenido que aprender y adaptarse a los entornos cambiantes para mantener los niveles de competitividad. Es decir, ha sido necesario que las organizaciones se anticipen a los acontecimientos y tomen decisiones a tiempo para lograr la supervivencia.

Sin embargo, actividades tan necesarias y cotidianas como hablar con los clientes, con sus proveedores, leer tanto revistas técnicas, como estudios de mercado o asistir a congresos y ferias tecnológicas, estar atento a la aparición de nuevos competidores, entre otras, no son realizadas de manera sistemática y continua. Se presentan fallos, así, cada sección o departamento en la organización recoge información del exterior, pero no hace circular sus hallazgos dentro de los diferentes departamentos; lo anterior deriva en que muchas veces se tenga información redundante, se dupliquen esfuerzos en un mismo empeño; otro de los inconvenientes se presenta cuando se hace circular información o se está pendiente de una señal del entorno, y esta actividad se hace de manera aislada y puntual. (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2008)

En consecuencia, una manera para estar atento a los cambios del entorno de forma sistemática es a través de la práctica de la Vigilancia Tecnológica (VT) y la Inteligencia Competitiva (IC), que se define como un proceso sistemático en el que se capta, analiza y difunde información de diversa índole —económica, tecnológica, política, social, cultural, legislativa—, mediante métodos legales, con el ánimo de identificar y anticipar oportunidades o riesgos, para mejorar la formulación y ejecución de la estrategia de las organizaciones (Sánchez-Torres, 2005).

Un proceso de VT e IC realizado de modo coordinado y continuo posibilita el desarrollo de competencias en el ámbito de la Innovación, productividad y competitividad. Como resultado, las organizaciones pueden identificar un conjunto de servicios y productos que lleguen a ser competitivos en los mercados globales. Adicionalmente, facilitan la respuesta a diferentes entornos, por parte de las empresas, las universidades e instituciones del gobierno de fomento al desarrollo productivo.

En esencia la VT e IC permite a las empresas y organizaciones claros beneficios (Palop y Vicente, 1999):

- **Anticiparse**, pues alerta sobre cambios o amenazas provenientes de sectores distintos al de la organización, le señala posibles nuevos nichos de mercado.
- **Reducir riesgos** al detectar competidores o productos entrantes o sustitutivos.
- **Ayuda en el proceso de innovación** porque ayuda a decidir el programa de I+D+I y su estrategia, igualmente a justificar el abandonar proyectos, resolver problemas específicos de carácter técnico.
- **Cooperación** al conocer nuevos socios, al establecer su capacidad e idoneidad de trabajo, también le permite identificar enlaces academia–sector productivo, entre otros.

No practicar la VT e IC ocasiona pérdidas de mercado y de posiciones competitivas para las empresas. También se ha cuantificado que, por ejemplo, año tras año las empresas europeas pierden cerca de 25.000 millones de euros por investigar y desarrollar productos ya patentados (Escorsa et al, 2002).

La VT e IC se practica, usualmente, en las empresas. No obstante, es importante agregar que las PYMES y MICROPYMES también pueden llevarla a cabo. De hecho, su menor tamaño les facilita compartir información. Lo importante, es ser conscientes de la necesidad de estar atentos, de incorporarla dentro de la cultura organizacional y convertirla en un estilo de vida.

No obstante, la VT e IC también tiene sentido para otras organizaciones, por ejemplo, instituciones educativas, centros tecnológicos, grupos de investigación, entidades estatales interesados en la Innovación y la Investigación y Desarrollo de procesos y productos.

En estas organizaciones la práctica de la VT e IC trae beneficios como (Sánchez - Torres, 2007):

- Puede ayudarles para alértales sobre cambios en el desarrollo científico, señalando sectores emergentes de investigación.
- Les facilita la actualización de conocimientos, señala posibles nichos en los que puede llegar a competir el país u organización.
- Evita destinar recursos humanos y económicos en áreas cuya obsolescencia es inevitable.
- Puede ayudar a decidir el rumbo de las políticas de Ciencia Tecnología e Innovación, al igual que líneas de investigación.
- Permite identificar las capacidades de instituciones, grupos de investigadores e incluso empresas para llevar a cabo acuerdos de I+D+I.
- Permite identificar actores, como expertos de talla internacional o instituciones, que les sirvan como pares evaluadores o como posibles socios.

Por tanto, la VT e IC aporta información relevante para la elaboración de políticas de Ciencia Tecnología e Innovación en cualquier tipo de organización.

Es por ello que los agentes de los Sistemas Nacionales de Innovación como los Centros de Desarrollo Tecnológico, las incubadoras de empresas, los parques tecnológicos tienen una forma de apoyar el desarrollo productivo sectorial, en la medida que pueden ofertar servicios de VT e IC para las Pymes.

Se concluye entonces que la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva es viable, es una disciplina necesaria que les permitirá estar alerta de los nuevos productos y actividades de los nuevos competidores tanto internos, como de aquellos que los tratados comerciales traen, de tal forma que puedan acceder a todos los beneficios mencionados y convertirse en una herramienta de toma de decisiones en pro del desarrollo económico y social.

1.2.1 Tipos de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva

Se pueden tener diversas clasificaciones atendiendo a criterios como: la forma como se realiza la VT e IC, el foco de trabajo o el tipo de beneficiario.

Según la forma, existen dos tipos, vigilancia pasiva (scanning) o vigilancia activa (monitoring). Palop y Vicente (1999) indican que la Vigilancia Pasiva implica un equipo de VT e IC establecido que continuamente recolecta información en sentido amplio. Por su parte, la Vigilancia Activa implica que dicho equipo recolecta información de forma continua en temas específicos.

Dependiendo del foco pueden establecerse diferentes tipos, con base en las preguntas que el proceso de VT e IC esté intentando resolver se habla de vigilancia científico tecnológica, jurídica, cultural, social, de competidores, de mercado, de clientes, de prácticas de reclutamiento, de proveedores, etc (Ashton, 2004).

La VT e IC debe dar insumos para resolver los problemas científicos y tecnológicos que afrontan las organizaciones, indicando los métodos y los procedimientos que se han utilizado o se utilizan por otros para atacar tal problema. También es importante considerar quién es el beneficiario de la VT e IC, porque ello incide en el tipo de productos que debe esperar.

1.2.2 El ciclo de trabajo de VT e IC

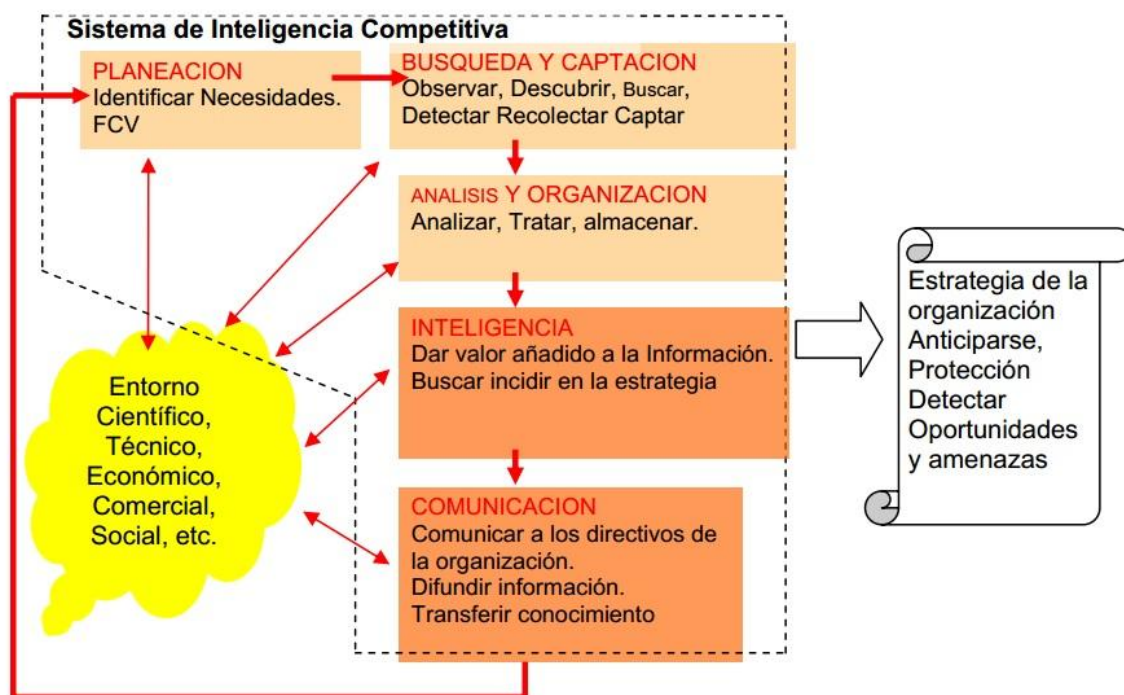
En un estudio sobre vigilancia tecnológica aplicado a cadenas productivas del sector agropecuario colombiano (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2008) se concluyó que la puesta en marcha de unidades y de ejercicios de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva consiste en la implementación de un sistema en el que a través de un conjunto de métodos, procedimientos y recursos la información es sistemáticamente captada, analizada y difundida como inteligencia a los directivos, quienes pueden actuar a partir de ella. Tales sistemas son denominados Sistemas de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva — SVTIC. Este proceso se da gracias a la implementación del ciclo de trabajo de la VT e IC el cual se caracteriza así:

1. Un ciclo, fundamentalmente está compuesto por una serie de fases sucesivas entre sí: las primeras dos fases son de captación y organización de la información, las tres últimas son de generación de “inteligencia” para la toma de decisiones. Esta sutil pero vital diferenciación lleva detrás un concepto fundamental: la cadena de transformación de la información. Es decir, en las primeras fases de captación, se tienen los datos e incluso información con sentido general, mientras que en las segundas fases la información tiene un valor añadido que la convierte en conocimiento y que al ser utilizado para la toma de decisiones se convierte en Inteligencia.
2. Cada una de las fases del ciclo de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, a pesar de su secuencialidad debe retroalimentar, interactuar y validar cada uno de sus resultados con el entorno y con los expertos.
3. El entorno corresponde a la revisión de factores científicos, tecnológicos, económicos, legislativos, culturales, etc. Y los expertos hacen referencia a actores conocedores del tema.

4. En la primera fase de planeación se identifican los Factores Críticos de Vigilancia (FCV), es decir, temáticas en las cuales se concentrará el trabajo. Los FCV permiten dar al ciclo las características de continuidad y focalización: Continuidad en la medida en que los FCV o las necesidades de hoy, no obligatoriamente son las necesidades del mañana y por ello se tiene un circuito de retroalimentación; y, focalización porque, tal y como lo señala Gilad (2004), es determinante realizar el monitoreo de riesgos y oportunidades estratégicas para garantizar la sobrevivencia de la organización.
5. La última fase de comunicación es muy importante. Los hallazgos no tienen sentido sino se difunden en la organización. Por tanto, es necesario identificar los canales de comunicación y la forma como se toman decisiones en el interior de la organización.
6. El ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva puede llevarse a cabo iterativa e infinitamente, sin embargo, si este no tiene como objetivo incidir en el futuro de la organización, en la definición de su estrategia no tiene sentido realizar ninguna de las fases del ciclo.

En la ilustración 6 se puede observar el Ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva propuesto por Sánchez y Palop.

Ilustración 6. Ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva



Fuente: Sánchez, & Palop, 2002

1.2.3 Los productos y servicios de VT e IC

Las unidades de VTIC pueden prestar, básicamente, dos tipos de servicios, vigilancia pasiva (scanning) o vigilancia activa (monitoring).

En cuanto a los productos, se pueden ofrecer unos de carácter regular y otros de carácter especializado. Los primeros, se caracterizan por su mayor frecuencia de elaboración. Los segundos, se distinguen por la profundidad en los contenidos a tratar.

Dentro de los primeros, se encuentran los boletines, que suelen presentar información agregada, es usual que presenten estadísticas. Dentro de los segundos, se encuentran los informes especializados, que suelen presentar con detalle las respuestas a las preguntas que se realizan a través de los FCV, además de un contexto del tema, sus tendencias e información cuantitativa.

Ambos productos, para ser considerados productos derivados de un proceso de VT e IC deben incluir las implicaciones para la organización de los hallazgos y las recomendaciones de posibles caminos a seguir. (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2008, p.19)

Este ejercicio está direccionado a cuatro programas de La Escuela de ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana, con el fin de resaltar la importancia de los siguientes temas clave en la formación de los estudiantes: Aerodinámica subsónica, Técnicas digitales avanzadas, Software y equipo en control y optimización de consumo e Inteligencia de negocios.

1.2.4 Cuantimetría

Según los aportes que han hecho Gonzales y Molina (2008) junto con los de Vanti (2000), es válido afirmar que la cuantimetría es un conjunto de procedimientos basados en técnicas de análisis cuantitativo y cualitativo, enfocadas al estudio de la producción científica. Su objetivo es sintetizar la gran cantidad de información que se encuentra en cualquier investigación científica, detallando por medio de indicadores bibliométricos los principales temas de desarrollo científico o los principales autores o cualquier otro aspecto de importancia inmerso en el campo científico. Como resultado final, un estudio cuantimétrico le permitirá a los tomadores de decisiones de un proyecto determinar políticas científicas, tendencias en la producción científica de un área específica o las bases para un correcto análisis de políticas científicas ya establecidas. Cabe aclarar, que todo lo desarrollado es aplicado al contexto social y económico de quien realice el estudio sea empresa, universidad o gobierno.

En el análisis cienciométrico se buscan algunos elementos clave en la ciencia y tecnología que se pueden evidenciar en la Tabla 6, resultados de análisis cienciométricos.

Tabla 6. Interpretación de resultados

Información	Interpretación
Publicaciones en el tiempo	Este indicador presenta una idea sobre la dinámica del interés que tiene en el mundo sobre el tema objeto de la ecuación de búsqueda.
Palabras clave	Son usadas como descriptores de las ideas principales o temas fundamentales de un artículo o publicación, se pueden identificar tecnologías transversales al tema, formas en que se están desarrollando, herramientas usadas, metodologías, campos de aplicación entre otros elementos estratégicos.
Instituciones con mayor número de publicaciones	Este indicador sirve para detectar posibles instituciones aliadas o proveedoras de conocimiento alrededor del tema de la ecuación de búsqueda.
Autores con mayor número de publicaciones.	Indica la experiencia de un autor frente a un tema y demuestra la relación que posee un autor con otros temas o su red de investigación, son un buen referente para contactar.
País con mayor número de publicaciones.	Este listado con los países que poseen mayor número de publicaciones permite detectar los países más desarrollados en el tema de la ecuación de búsqueda, pueden ser destino de misiones empresariales y tecnológica, y ser susceptibles para alianzas con dichas instituciones.

Fuente: Elaboración propia

Las herramientas cienciométricas que se encontraron en la web y se evaluaron para el efectivo estudio planteado en este artículo, son las que se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Listado de posibles herramientas para estudio cienciométrico

Producto	Información que utiliza	Fases a las que apoya la herramienta										
		Planeación	Automatizada	Busqueda y adquisición		Análisis						
				Descriptivos	Multivariados	Cienciometría	Bibliometría	Análisis de Clúster	Análisis de redes sociales	Minería de datos	Inteligencia	Comunicación
BIBEXCEL	ESTRUCTURADA	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
CITESPACE	ESTRUCTURADA	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
COPALRED	ESTRUCTURADA	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO
IDR	ESTRUCTURADA	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
HISTCITE	ESTRUCTURADA	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO
NWB	ESTRUCTURADA	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO
PUBLISH OR PERISH	NO ESTRUCTURADA	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO
SCIMAT	ESTRUCTURADA	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
SCI2	ESTRUCTURADA	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO
VOSVIEWER	ESTRUCTURADA	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
GAPMINDER	ESTRUCTURADA	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: Palop & Sánchez 2011

Por motivos técnicos de este grupo de herramientas, la selección para el actual estudio fue Sciencie of Sciencie (Sci²), ya que posee las características técnicas para el desarrollo del ejercicio y además se encuentra bien documentada y se han revisado otros estudios que utilizan esta herramienta.

1.3 EDUCACIÓN SUPERIOR EN COLOMBIA

Durante los años 2008 y 2009, el grupo de investigación en Política y Gestión Tecnológica realizó en total 13 estudios prospectivos, sobre cada una de las ingenierías de la escuela de ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), además de la escuela de ciencia básica, la cual se dividió en tres partes, Matemáticas, Física y Química.

Cada uno de los estudios generó un documento con todo el proceso investigativo y fue entregado a los directores de cada una de las facultades, para que con estos estudios de futuro tomaran decisiones al interior de su facultad. El desarrollo consistió en 2 grandes metodologías: Análisis estructural y Método DELPHI normativo.

El análisis estructural es una metodología que permite reconocer la estructura del sistema analizado: identificar variables, factores, actores y escenarios en los que se ve envuelto el sistema. Para este fin se utilizaron las herramientas propuestas por Godet (1993), y la escuela francesa de prospectiva la cual sugiere el uso de algunas herramientas tales como: MICMAC, MACTOR, SMIC-PROB-EXPERT (Godet, 2000).

El método MICMAC permite identificar las variables o factores clave que componen el sistema, estas variables, se priorizan por medio de una calificación otorgada por los expertos en una matriz cuadrada, en donde horizontal y verticalmente se encuentran los nombres de las variables y se evalúa si influye (poco, medio o mucho), o no influye una variable sobre otra. Además existe la posibilidad de que una variable tenga potencial futuro de influir sobre otra. El método MICMAC descubre cuales son las influencias futuras por medio de la matriz de adyacencia que se ha configurado en este proceso, de allí que se tengan las variables más importantes a corto plazo y a largo plazo.

Por otro lado el Método MACTOR analiza los actores que están involucrados en el sistema, para este fin se listan los actores involucrados y los objetivos que involucran al objeto de estudio. De allí surgen los actores más importantes, con la misma metodología de MICMAC, y además se identifica cuáles son los actores que están alineados con los objetivos propuestos y cuáles son los actores que van en contra de los objetivos del objeto de estudio. Con la información de los actores y los factores se identifican cuáles son las hipótesis de futuro y con estas se configuran los escenarios. Los escenarios se establecen preguntando a los expertos la probabilidad de que se cumpla cada uno de estas hipótesis, sus probabilidades condicionadas positivas y condicionadas negativas, y por medio del teorema de Bayes calculamos de nuevo la probabilidad de las hipótesis y además la probabilidad de los escenarios generados por la combinatoria de las hipótesis. Esto permite identificar cuáles son los escenarios tendenciales, deseables y no deseables.

Además simultáneamente se realizó un estudio DELPHI en cada una de las facultades y en Ciencia Básica, el cual consistió en preguntar reiterativamente a los expertos sobre los temas más importantes de futuro en las respectivas áreas. Para esto se configuraron árboles temáticos y tecnológicos con el fin de abordar las encuestas DELPHI (Gordon, 1994).

Se realizaron tres rondas, sobre las cuales se incrementó considerablemente el porcentaje de consenso para priorizar una tecnología, o definitivamente rechazarla, por su poca pertinencia a futuro.

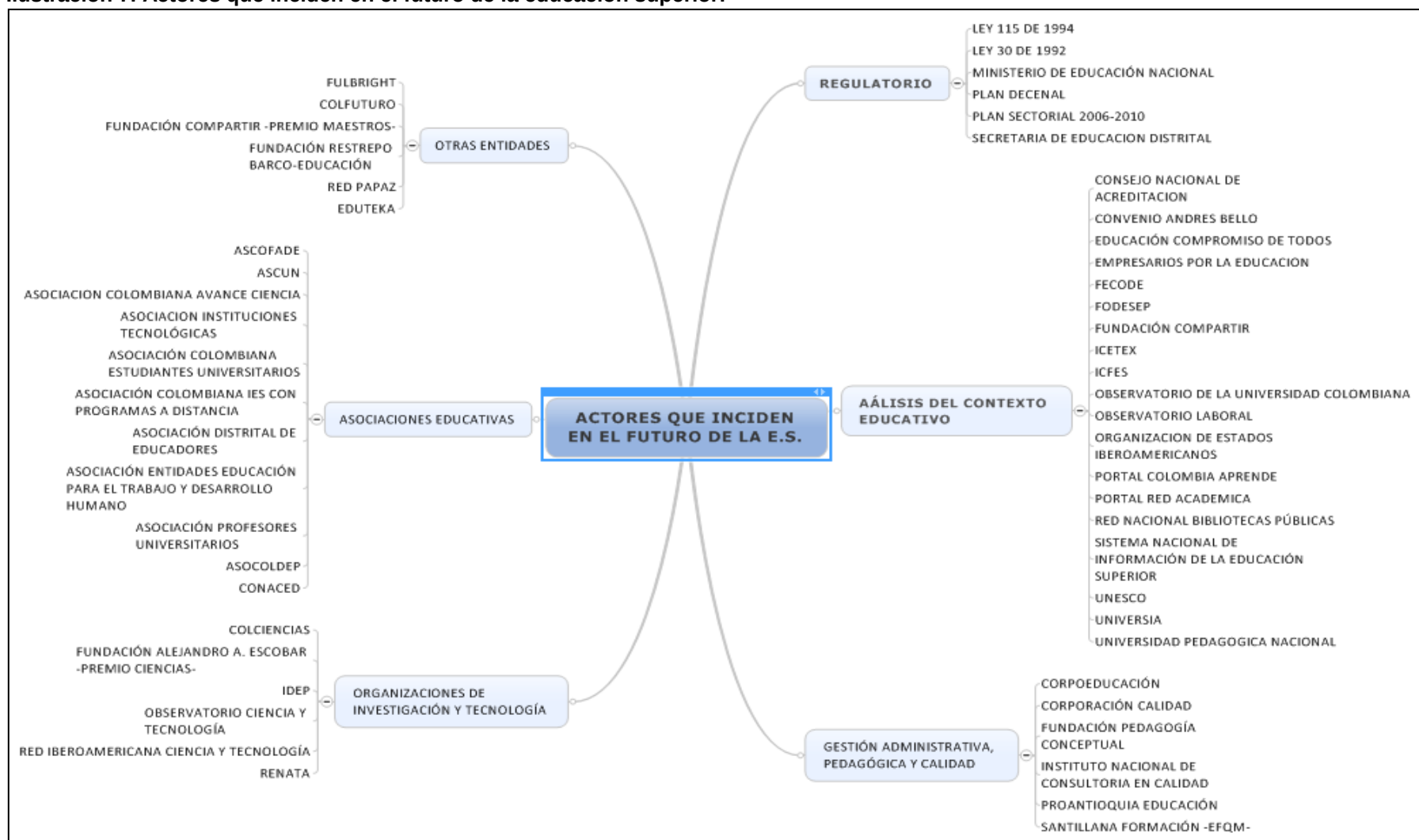
En total se consultaron aproximadamente 25 expertos que contestaron las tres rondas en cada una de las facultades y ciencia básica, en total 13 estudios, generando un total de 325 expertos consultados.

Los resultados de muchos de los estudios fueron publicados en diversos eventos nacionales internacionales, así como publicados en revistas científicas y puestos en portales como ACOFI.

En la Ilustración 7 y 8 se observan los actores que inciden en la educación superior en Colombia y los factores y tendencias. Estos elementos son indispensables para analizar los actores del sistema educativo que se encuentran descritos en el numeral 6.5.

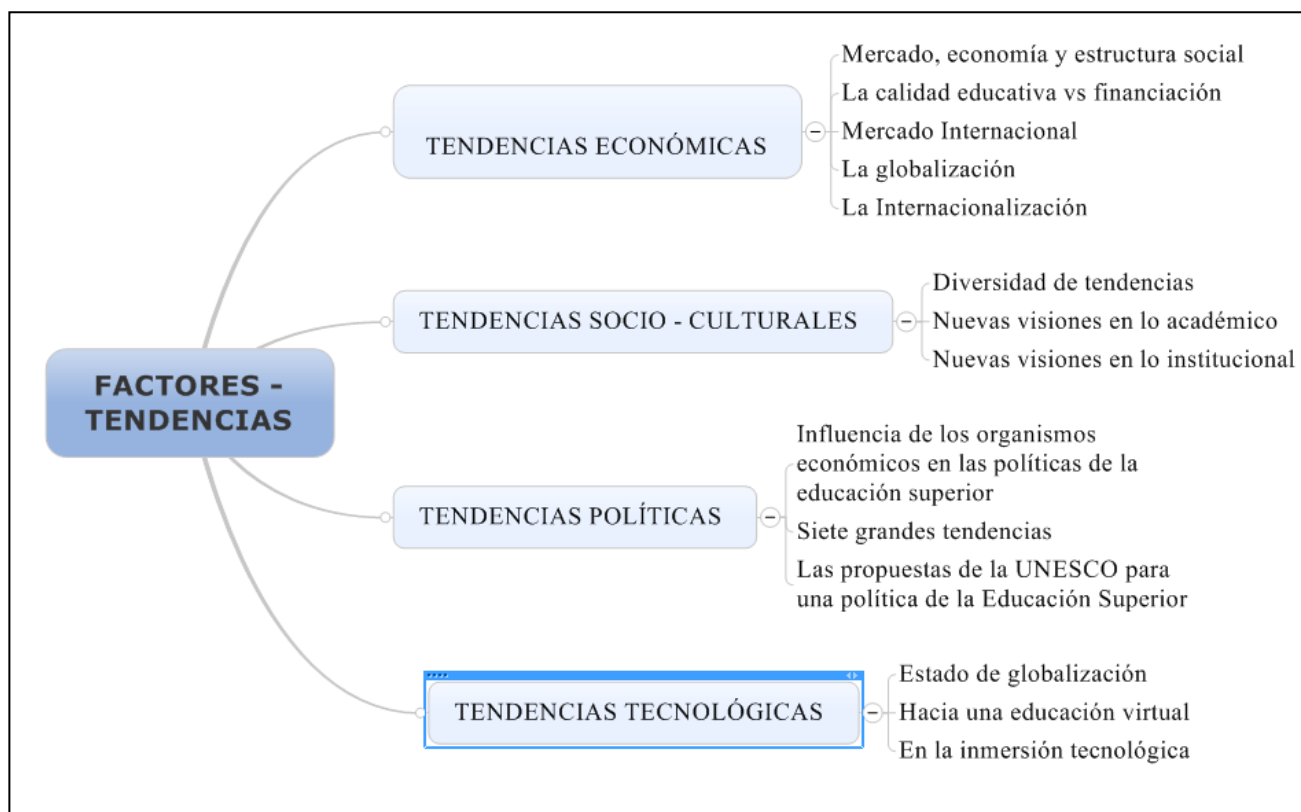
Los actores son importantes para hacer el análisis de actores e involucrarlos al sistema, mientras que las tendencias indican elementos importantes para la realización de la matriz MICMAC con los diferentes actores de la Escuela de ingenierías.

Ilustración 7. Actores que inciden en el futuro de la educación superior.



Fuente: Zapata, Diego y Herrera V, Juan. Libro blanco: Prospectiva estratégica de la escuela de ingenierías, 2010.

Ilustración 8. Factores y tendencias



Fuente: Zapata, Diego y Herrera V, Juan. Libro blanco: Prospectiva estratégica de la escuela de ingenierías, 2010.

En el 2008 la National Academy of Sciences, con apoyo de la National Academy of Engineering, publicó una lista de retos de ingeniería (Tabla 8).

Tabla 8. Retos de la Ingeniería

RETOS GLOBALES DE LA INGENIERÍA	
1.	Hacer energía solar económica
2.	Proveer energía por fusión
3.	Desarrollar métodos de secuestro de carbono
4.	Gestionar el ciclo de nitrógeno
5.	Proveer acceso al agua limpia
6.	Restaurar y mejorar la infraestructura
7.	Avanzada informática para la salud
8.	Medicamentos con mejor ingeniería
9.	Hacer ingeniería inversa al cerebro
10.	Prevenir el terror nuclear.
11.	Cyber espacio seguro.
12.	Incrementar, aumentar la realidad virtual.

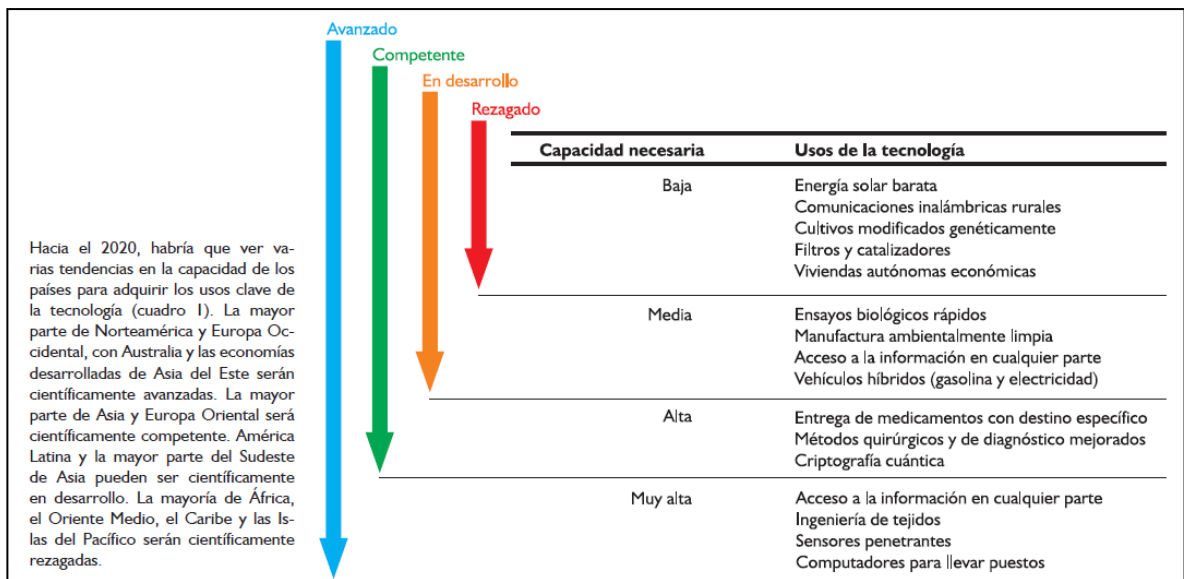
13. Aprendizaje personalizado avanzado.

14. Ingeniería a las herramientas para descubrimientos científicos.

Fuente: National Academy of Sciences, 2008

La Universidad Nacional en sus clave para debate público (Ciencia tecnología e innovación, la autopista para el siglo XXI, 2008), que se puede encontrar en <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/clave>, se listan algunas tecnologías importantes para el año 2020 y las capacidades de desarrollo de dichas tecnologías en cada uno de los países según su desarrollo, como se puede ver en la Ilustración 9.

Ilustración 9. Posición de los países científicamente aptos para aplicar los 16 usos clave de la tecnología

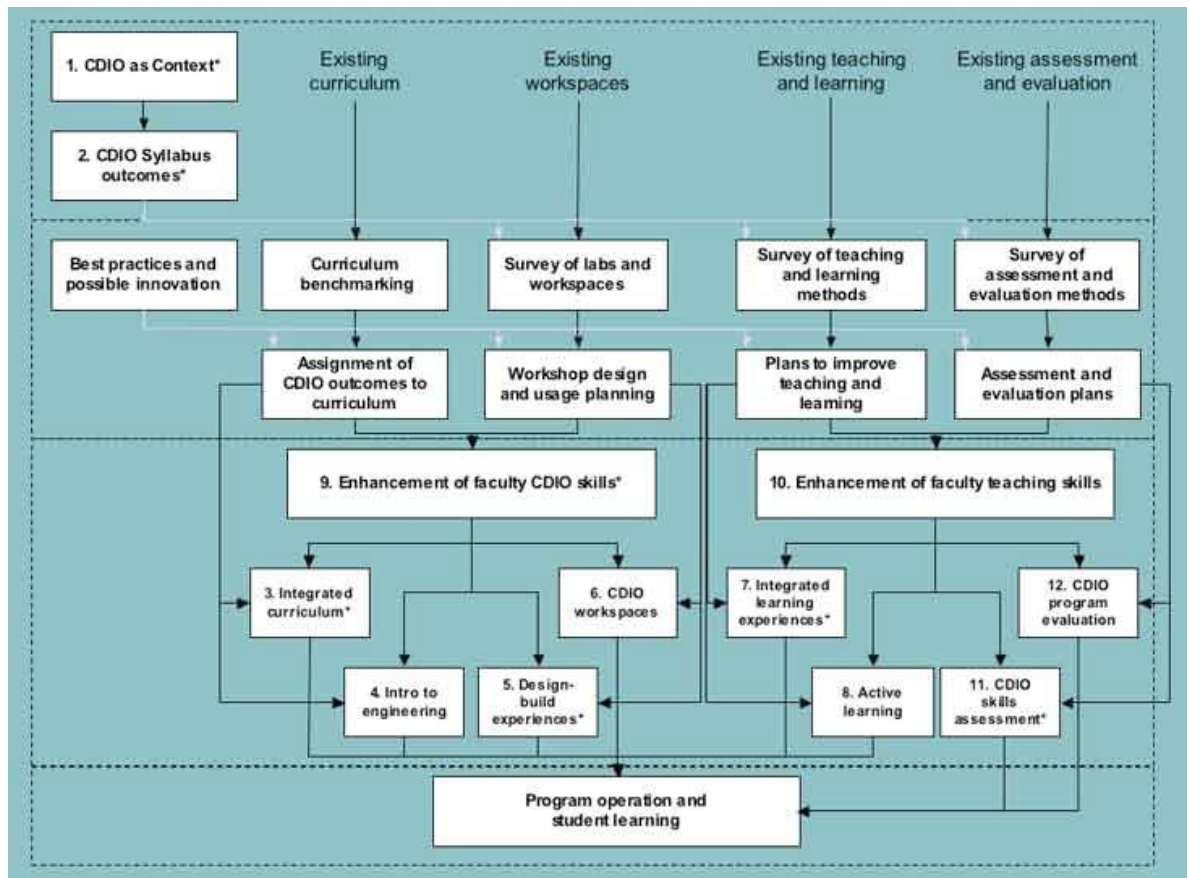


Fuente: Universidad Nacional de Colombia, 2008.

Además el MIT, la mejor universidad de enseñanza en ingeniería, y la universidad que posee los mejores ingenieros del planeta, según la lista de Shanghái, ha generado un marco para la enseñanza de la ingeniería bajo las siglas **CDIO** que significan **Concebir – Diseñar – Implementar – Operar**. Es una iniciativa pública que busca que las universidades sigan el ejemplo de dicha universidad y de hecho incentivan la creación de programas con su filosofía, así que indican una ruta a seguir que se muestra en la ilustración 10.

En la página <http://www.cdio.org> se encuentra toda la información para el proceso de adopción y cada una de las etapas y formatos que se pueden seguir.

Ilustración 10. Diagrama del proceso de adopción de CDIO

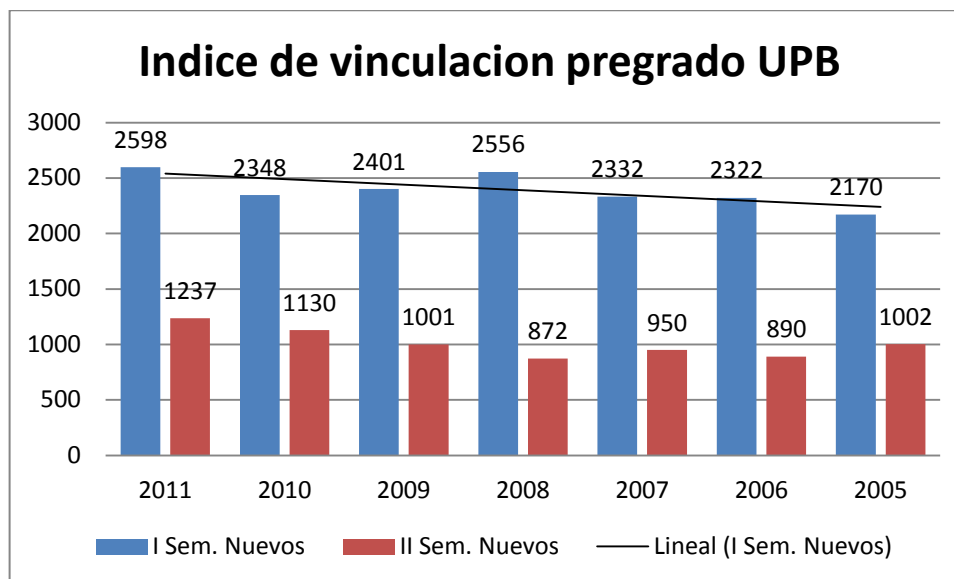


Fuente: Worldwide CDIO Initiative, 2012

1.3.1 Pregrados de ingenierías UPB

El índice de estudiantes de pregrado en la UPB ha venido en aumento en los últimos años como se puede ver en la ilustración 11.

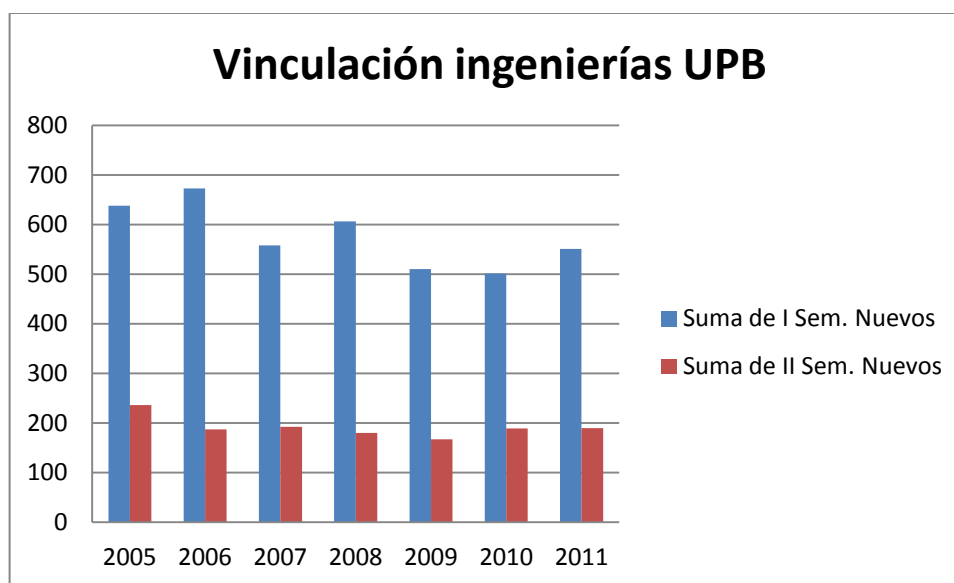
Ilustración 11. Vinculaciones pregrado UPB



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo en ingenierías la situación es diferente, ya que en los últimos años ha venido disminuyendo el número de estudiantes que se matriculan en los programas de pregrado de ingenierías como se puede ver en la ilustración 12.

Ilustración 12. Vinculación Ingenierías UPB



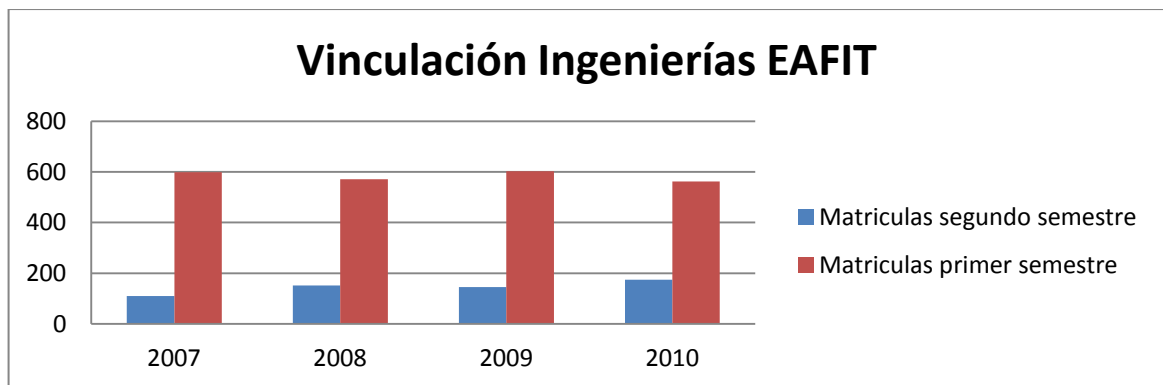
Fuente: Elaboración propia

Pero esta no es sólo una tendencia de la Universidad Pontificia Bolivariana, según un informe de ACOFI en el 2007 (fuente rota, ya que se publicada en un evento, sin embargo se encuentra en el estudio de prospectiva de ingeniería informática)

En el anexo 1 se encuentran los comportamientos de matrículas de las ingenierías de la UPB, viendo que solo una posee tendencia a incrementar el número de estudiantes, ingeniería aeronáutica, sin embargo el resto presenta disminuciones en el número de sus estudiantes.

Uno de los casos más preocupantes es el de ingeniería textil, seguido de telecomunicaciones, agroindustrial e informática. Los demás aunque con tendencia a poseer menos estudiantes, logran estar arriba de 30 estudiantes nuevos en inscripciones. Si se comparan las vinculaciones en ingenierías de UPB y de EAFIT su suma total son muy similares, como se puede observar en la Ilustración 13.

Ilustración 13. Vinculación ingenierías EAFIT



Fuente: Elaboración propia

En el año 2008 el doctor Francisco Restrepo realizó el siguiente Benchmarking sobre escuelas de ingenierías en Antioquia, donde la Escuela de ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana aparece con unos indicadores bastante bajos tal y como se observa en la ilustración 14. Este estudio fue expuesto en el curso de prospectiva tecnológica de la maestría de Gestión tecnológica de la UPB.

Ilustración 14. Benchmarking en ingenierías en Antioquia

BENCHMARKING EN INGENIERIAS DE ANTIOQUIA					
PARAMETROS :	UdeA	EAFIT	UNAL	E.I.A.	U.P.B.
DOCENTES	●	●	●	●	●
ACREDITACION	●	●	●	●	●
INSTALACIONES	●	●	●	●	●
LABORATORIOS	●	●	●	●	●
ENFOQUE DE AREAS	●	●	●	●	●
COSTO MATRICULA	●	●	●	●	●
INTERNACIONALIZACION	●	●	●	●	●

Fuente: Restrepo, Francisco. Notas de clase: Prospectiva tecnológica. 2008

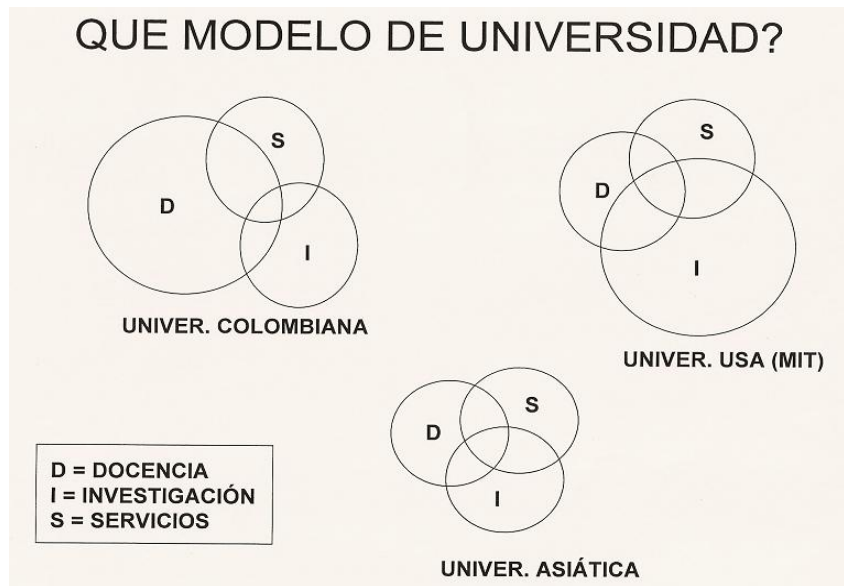
En sus comentarios adicionales sobre la UPB el doctor Restrepo comenta:

- Fue una Institución innovadora en carreras de Ingeniería y ha contado con destacadísimos egresados.
- Desde los años 80s otras Universidades iniciaron una competencia creciente que aún mantienen con éxito.
- Durante los últimos 10 años, la UPB ha emprendido una política de debilitar Ingenierías por asignar recursos y apoyar otras áreas.
- No se han hecho las modernizaciones de los Laboratorios para competir durante los últimos 20 años.
- La planta física además de deteriorada está sobreocupada y es poco funcional.
- La política salarial con docentes e investigadores no permite contar de manera estable con profesorado suficiente y muy calificado.
- Es muy limitada aun la oferta de postgrados en Ingeniería: Especializaciones, Maestrías y Doctorados.
- Ingeniería UPB es considerada por los Bachilleres como la quinta opción para estudiar después de EAFIT, U de A, UNAL y EIA.
- Estos factores van a precipitar la desaparición progresiva de la Escuela de ingenierías en los próximos años, a menos que se tomen los correctivos necesarios aunque ya extemporáneos.

Además indica que el modelo que estamos siguiendo de educación está enfocado a la docencia, dejando de lado la investigación y la importante transferencia.

A continuación en la ilustración 15 se presenta los modelos de universidades y las diferencias entre las universidades colombianas, las estadounidenses y las asiáticas.

Ilustración 15. Modelos de universidades



Fuente: Restrepo, Francisco. Notas de clase: Prospectiva tecnológica. 2008

1.3.2 Factores relevantes para la escuela de ingenierías

1.3.2.1 Proyectos de los grupos de investigación

Los proyectos de investigación son entendidos por la Universidad como unidad de gestión de los procesos de construcción del conocimiento. El concepto que se moviliza al interior de la comunidad académica, se articula con los sentidos otorgados por Colciencias, autoridades e instancias investigativas de orden nacional y procesos de formación investigativa en lo concerniente a los aspectos de ordenamiento lógico, conceptual y metodológico. Esta significación es la de comprender el proyecto como un proceso de reflexión, apertura de posibilidades para responder a situaciones, fenomenológicas y de eventos que surgen en condiciones de contexto teórico, conceptual e histórico, ordenados sistemáticamente para dar respuestas confiables como construcción de conocimiento que demanda la realidad y el mundo de la vida.

Los proyectos de investigación en la Universidad y conforme a las directrices institucionales, surgen en afinidad con las necesidades, según intereses

investigativos las Facultades y Programas Académicos y la pertinencia del contexto.

Los proyectos de investigación deben ser formulados por docentes investigadores que integren los grupos de investigación con sus respectivos estudiantes en la categoría de semilleros; este referente debe responder a los lineamientos de grupos, semilleros y redes académicas. Todo proyecto de investigación debe buscar cofinanciación con organismos locales, nacionales e internacionales a fin de impactar el contexto según lineamientos institucionales de carácter general y particularmente de Proyección Social.

1.3.2.2 Doctorados

El doctorado es el programa académico de posgrado que otorga el título de más alto grado educativo, el cual acredita la formación y la competencia para el ejercicio académico e investigativo de alta calidad. Los programas de doctorado tienen como objetivo la formación de investigadores con capacidad de realizar y orientar en forma autónoma procesos académicos e investigativos en el área específica de un campo del conocimiento. Sus resultados serán una contribución original y significativa al avance de la ciencia, la tecnología, las humanidades, las artes o la filosofía.

1.3.2.3 Integración de productos

La conformación de los Grupos de Investigación Científica, Tecnológica o de Innovación, tienen como propósito aglutinar los esfuerzos investigativos que se producen alrededor de las líneas de investigación de los programas académicos, como también de las facultades, buscando que se conviertan en el epicentro del esfuerzo y de la producción investigativa, que permitan la adecuada y exitosa articulación con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

La consolidación de grupos de investigación puede servir como estrategia para formar investigadores, la investigación se aprende investigando, juntándose con quienes tienen experiencias, ejecutorias y autoridad para iniciar a los demás. La consolidación de grupos también sirve para lograr grandes proyectos ya que cada uno tiene un área específica y su fuerte, de esta manera se podrían colaborar para obtener mejores resultados.

1.3.2.4 Acceso a recursos

Tener acceso a los recursos, son aquellos elementos que pueden ser utilizados por el hombre para realizar una actividad o como medio para lograr un objetivo.

Ejemplos de recursos son:

- Recursos Naturales: se encuentran en la naturaleza sin intervención humana. Agua, tierra, energía solar, bosques, energía eólica, etc.
- Recursos Humanos: trabajo que aportan las personas, ya sea en forma individual o grupal, es decir, dentro de una organización.
- Maquinarias y vehículos
- Bienes Inmuebles: Fábricas, casas, galpones, etc.

1.3.2.5 Alianzas

Los actores del desarrollo económico de nuestro país –las Universidades, los Grupos de Investigación, las Empresas, el Estado, y los diversos tipos de asociaciones– están interactuando en forma articulada en proyectos conjuntos con el fin de promover diferentes tipos de innovación para los sectores económicos de cada región.

Colombia ha iniciado el camino correcto de aprovechamiento de sinergias y de aplicación de experiencias exitosas de estas dinámicas evidenciadas en otros países. Se tiene el reto de consolidar los comités de estos actores en nuestro país con el apoyo de la universidad al fomento de políticas en ciencia, innovación y tecnología, la apertura del sector empresarial hacia la academia y el compromiso social de las redes establecidas por las universidades para apoyar proyectos de investigación articulada.

La Escuela de ingenierías de la UPB debe comprometerse con una visión clara para apoyar las iniciativas de gestión, emprendimiento e innovación de los investigadores y empresarios que se han involucrado en los proyectos de innovación para hacer desarrollos conjuntos. Otro aspecto importante es el hecho de que se presente una oferta interactiva entre los actores de la universidad, generando mayores oportunidades para los futuros profesionales por medio de la capacidad y rapidez de respuesta para demostrar la generación de conocimiento.

De esta forma se inicia una etapa de reconocimiento que se debe fortalecer con el tiempo, sorprendiendo por medio de proyectos de investigación, desarrollo e innovación útil tanto para la Universidad como para la sociedad en general.

1.3.2.6 Proyectos UPB

Los proyectos en la Universidad cumplen un papel muy importante en la generación de beneficios tanto económicos, como sociales, políticos, etc. ya sea a corto, mediano o largo plazo.

Es por ello que se debe incentivar la investigación y generar una cultura enfocada a la gestión de proyectos, donde la Universidad ponga a disposición de sus actores los recursos necesarios (los cuales pueden ser humanos, materiales y tecnológicos entre otros) para ejecutarlos.

Indicador = Número de proyectos ejecutados/Número de proyectos planeados.

1.3.2.7 Política de investigación, docencia y extensión

La función básica de la Universidad está representada por la investigación la docencia y la extensión académica. Estos tres servicios están sometidos al crecimiento de la exigencia en la calidad.

La política de investigación, docencia y extensión debe estar enfocada entonces a una cultura de la calidad, la cual va acompañada de la puesta en marcha de instrumentos institucionales de evaluación de la calidad y del diseño de estrategias que la incentiven, vinculando en buena parte la financiación al logro de los objetivos de aumento de la calidad.

En los próximos años se va a agudizar la tensión entre la enseñanza y la investigación dentro del sistema educativo, el cual tendrá que atender una creciente demanda de nuevas capacitaciones profesionales superiores y a una creciente excelencia en el plano científico y cultural. Dentro de este terreno será necesario que la UPB preste creciente atención a la calidad de la enseñanza, a la formación de sus profesores y a la evaluación de su actividad docente. Asimismo deberá potenciar el desarrollo institucional de la investigación a través de una política coherente de formación de investigadores y promoción de las investigaciones y de optimización de los recursos de investigación, al tiempo que requiere desarrollar acciones que le permitan potenciar esquemas de cooperación y colaboración con otras instituciones científicas, tanto universitarias como no universitarias y con el mismo sector privado.

Los resultados de la investigación deberán consultar el carácter pragmático que la acompaña como componente fundamental de sistema educativo al interior de la Universidad, de ahí la importancia que reviste que junto a las formas tradicionales de impartir el conocimiento, la docencia y la extensión, ésta deba expandirse con criterios de desempeño, eficiencia, eficacia argumentativa y técnica. En este sentido la investigación en la Universidad deberá constituirse en factor determinante de selección de campos de conocimiento en el que se soporte la pertinencia de sus ofertas académicas y de la prestación de servicios de asesoría y consultoría.

Conscientes de la velocidad a la que evoluciona el conocimiento, la UPB deberá mantener una activa política de formación continua a sus egresados y demás

interesados en vincularse a la labor de extensión, el avance hacia procesos de especialización, resultante en gran parte de la labor de investigación, deberá representar el principal soporte de la oferta educativa no formal.

En el inmediato es importante realzar la idea de que la posibilidad del mayor connubio entre la Universidad y el sector privado, considerado el mayor demandante de la extensión universitaria, dependerá no tanto de las especialidades ofrecidas, como de la calidad de la formación ofrecida por la Universidad y la recibida. En tanto, en el largo plazo, es claro que la Universidad deberá posicionar su capacidad de liderazgo para el establecimiento de nuevas prácticas productivas y culturales, que impulsen a las organizaciones y en general a la sociedad hacia escenarios crecientes de innovación y gestión permanente de conocimiento.

Finalmente, si la UPB no se vincula a la dinámica mundial de producción de conocimiento, sino comprende y asimila críticamente las grandes mutaciones económicas y culturales no tendrá que aportar a la sociedad o teniéndolo no encontrará como hacerlo, sino logra asociar las dinámicas locales con las globales sus impactos serán poco pertinentes y tendrán un reducido impacto en los económico y en lo social.

1.3.2.8 Situación financiera de la UPB

Este factor ha quedado como uno de los críticos en la determinación del futuro de la UPB hacia el 2020. Significa que es un factor lo suficientemente poderoso para que, lo que le suceda en los próximos años, repercuta en el estado de muchos otros factores en los que ha sido “descompuesto” el sistema organizacional UPB.

La crisis que atravesó la UPB en los años 2000 y 2001, aunque gradualmente tuvo algunas manifestaciones sistémicas, tuvo su expresión más evidente en las dificultades de flujo de caja. La explicación de ello tiene relación con que no se hizo, en su momento, un profundo análisis de lo que, desde mediados de los 90's, sucedía en el entorno económico financiero, nacional e internacional.

Hasta 1995 hubo una gran entrada de capitales de portafolio a los países latinoamericanos, gracias a una sobreoferta de divisas que, por entonces, experimentaba el mercado internacional de capitales. Se presentó una notoria caída en la tasa de interés de USA, lo que estimuló la propensión al endeudamiento de numerosas empresas colombianas, en dólares.

Desde mediado del año 1995 la fase de auge de capitales entra en reflujo y comienza su retirada. Esto no fue advertido por cierta cantidad de empresas que seguían endeudándose, ya no sólo en el mercado internacional sino, cada vez más en nuestro país. Las tasas de interés en Colombia comenzaban su

espectacular aumento. Este fenómeno no fue “leído” por quienes comenzaron o siguieron contratando créditos en el mercado financiero nacional. Evidentemente, ese ya no era el momento recomendable para hacerlo.

Mirando en retrospectiva, los datos indican que UPB seguía contratando créditos convencionales con la banca, y hacía su entrada formal al mercado de capitales, mediante una emisión de bonos. Parecía una decisión ya descontextualizada.

Además de carecer de una lectura del entorno financiero-económico, UPB emprendió, desde mediados de ese decenio, algunos proyectos de inversión verdaderamente significativos (ampliación clínica, centro de convenciones, edificio del bachillerato,...) que no fueron objeto de un verdadero análisis de factibilidad. Algunos de ellos pronto revelarían desequilibrios financieros que probablemente no fueron anticipados al carecer de los correspondientes estudios de factibilidad.

Ambas situaciones -carecer de una visión del entorno nacional e internacional en la parte económico/financiera, sobre todo en prospectiva, y la omisión de los estudios de factibilidad de algunos proyectos de inversión corporativos- habrían de explicar las serias dificultades del flujo de caja que tendría la UPB en los años 2000 y 2001, cuando la severa recesión que experimentó la economía Colombiana en 1999 -caída del PIB superior al 4%- empezaría a impactar a las empresas que revelaron tener mayor fragilidad para enfrentarla.

Este factor revela tener una altísima motricidad y también una altísima dependencia, en su relación sistémica con los restantes factores que han constituido el sistema UPB lo cual indica que se trata del factor que mayor conflictualidad encierra en la llamada zona de conflicto. Expresa la máxima motricidad pero también la máxima dependencia posible.

Si el flujo de caja se convierte en un factor vital para la existencia de unas finanzas sanas en periodos cortos de tiempo, la planeación financiera estratégica revela cuál es la propuesta de preservación de esa salud financiera en el mediano y largo plazo. Su adecuada definición e implementación son lo que le da sostenibilidad a las finanzas de una unidad empresarial, como la UPB.

“En general, puede decirse que los pilares fundamentales de la planeación financiera de la empresa son la técnica de proyección de estados financieros, el presupuesto de efectivo y el proceso general de presupuestación. A través de estos tres elementos la administración llega a conformar el paquete de información necesaria para el adecuado control y toma de decisiones” Sin embargo, en el caso de la planeación financiera de carácter estratégico que ha de enfrentar la UPB hacia el 2015, vale la pena mirar la posibilidad de establecer un enfoque que supere cierta concepción, convencional y limitada, con la cual han sido abordados algunos conceptos desde el ángulo de la contabilidad.

Es el caso de los procedimientos técnicos para efectuar las proyecciones de los estados financieros. Generalmente se incurre en una mirada historicista y, apoyándose en valores pasados, se estiman unos crecimientos casi siempre uniformes y con base en cierta inercia histórica. Frente a lo cual se impone, en el caso de la UPB, más que el uso de técnicas proyectivas, el recurso de una metodología y procedimientos prospectivos. Es decir, los estimativos que se hagan para los diversos rubros y cuentas de los estados financieros, indicadores de rentabilidad y cálculos de valor económico agregado (EVA) que tendrá como meta nuestra Universidad, pensada hacia los próximos años, no deben obedecer ni exclusiva ni prioritariamente a una perspectiva intraorganizacional.

La experiencia de lo sucedido en los años 90's es necesario un equipo de Análisis y Prospectiva del Entorno Económico Financiero al año 2020, que apoye a la Vicerrectoría Financiera, que le permita a UPB minimizar la incertidumbre y el desconocimiento de las tendencias más probables, a fin de asumir en mejores condiciones las decisiones estratégicas relacionadas con la Planeación Financiera de la organización.

La calificación de influencias que se le dio a este factor lo señalan como un elemento con alta capacidad para originar a otros factores; asimismo, él es producto de otros factores críticos. Ello lo convierte en un elemento crítico en la identificación de los posibles escenarios futuros de la UPB hacia el 2020.

1.3.2.9 Pasantías

Hace referencia a la vinculación de los estudiantes al mundo laboral de manera constante y sistémica, por medio de prácticas empresariales de corta o larga duración, para que al salir de la universidad puedan desenvolverse mejor en las empresas como empleados o como creadores de sus propios negocios.

1.3.2.10 Independencia en la toma de decisiones

La independencia en la toma de decisiones puede conceptualizarse como la cualidad de cada una de las unidades estratégicas de negocios de actuar ante cualquier situación bajo su libre albedrío, de forma autónoma pero con el objetivo de contribuir con el desarrollo de la Universidad, siempre de la mano de su misión y visión.

1.3.3 Mejores universidades de Colombia

En la Tabla 9 se observan las mejores universidades de Colombia y su posición en el ranking iberoamericano al año 2005. También se pueden ver el total de publicaciones entre el año 1990 y el 2005. Ver anexo 4.

Tabla 9. Las Universidades mejores clasificadas de Colombia, por producción científica total

Lugar ranking Iberoamericano 2005	Total publicaciones 1990-2005	Institución
141	1951	Universidad Nacional de Colombia
153	1211	Universidad del Valle
157	1180	Universidad de Antioquia
206	760	Universidad de los Andes
297	492	Pontificia Universidad Javeriana
383	328	Universidad Industrial de Santander
510	208	Corporación para Investigaciones Biológicas[2]

Fuente: Universia Investigaciones, 2012

Según El ranking de international College & Universities (<http://www.4icu.org/topLatin-America/>), directorio internacional de la educación que selecciona y que repasa universidades por todo el mundo acreditadas. Incluyendo 7600 universidades alineadas por el renombre en 200 países. En este clasifican las 100 mejores universidades en Latinoamérica, basado exclusivamente en un criterio: la popularidad de las páginas web. En la Tabla 10 se observan las Universidades de Colombia más populares en internet.

Tabla 10. Universidades de Colombia más populares en internet

Lugar Ranking Latinoamericano 2010	Lugar Ranking Nacional 2010	Institución
26	1	Universidad Nacional de Colombia
29	2	Universidad de Antioquia
39	3	Universidad de los Andes
83	4	Universidad del Norte
85	5	Universidad EAFIT
100	6	Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Fuente: International College & Universities, 2012

En la tabla 11 se observan las mejores ingenierías del mundo, informe elaborado por Jamil Salmi en el año 2009 haciendo énfasis en las universidades de rango mundial, en la capacidad de la educación terciaria para desarrollar instituciones desde la perspectiva de la excelencia en la investigación y el rendimiento académico en sus niveles más competitivos. El informe llegó en un momento oportuno para analizar el poder emergente de las tablas de clasificación y de los mismos escalafones para estimular debates sobre la política de la educación terciaria en todo el mundo.

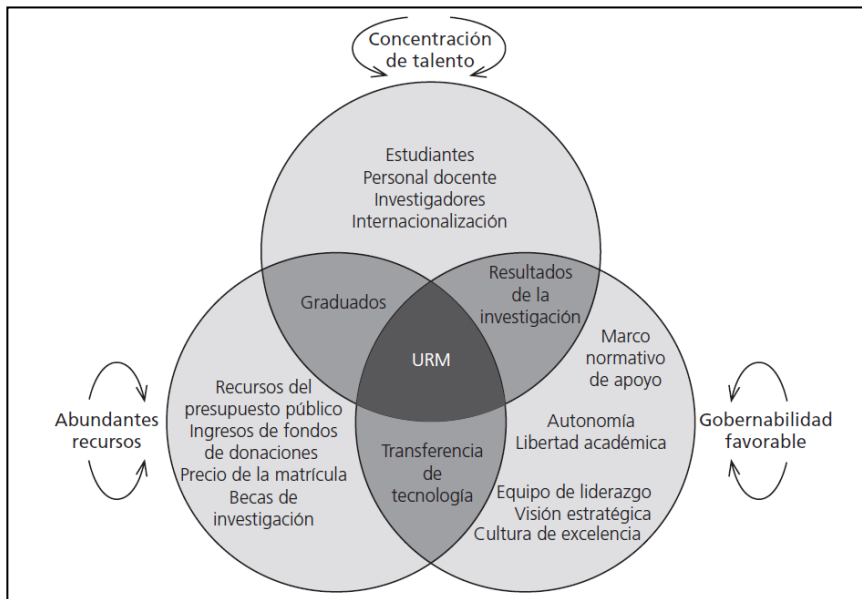
Tabla 11. Mejores ingenierías del mundo

<i>Clasificación</i>	<i>Empresariales</i>	<i>Criminología</i>	<i>Educación</i>	<i>Ingeniería</i>	<i>Derecho</i>	<i>Medicina</i>
1	Universidad de Harvard	Universidad de Maryland, College Park	Universidad de Stanford	MIT	Universidad de Yale	Universidad de Harvard
2	Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)	Rutgers, Universidad Estatal de Nueva Jersey	Teachers College, Universidad de Columbia	Instituto Tecnológico de Georgia	Universidad de Columbia	Universidad de Pensilvania
3	Universidad Northwestern	Universidad de California, Irvine	Universidad de Oregón	Universidad de Illinois en Urbana-Champaign	Universidad de Nueva York	Universidad de California, San Francisco
4	Universidad de Stanford	Universidad Estatal de Nueva York (SUNY) en Albany	Universidad de Vanderbilt	Universidad de Stanford	Universidad de Harvard	Universidad de Johns Hopkins
5	Universidad de Pensilvania	Universidad de Cincinnati	Universidad de California, Los Ángeles (UCLA)	Universidad de California, Berkeley	Universidad de Stanford	Universidad de Washington, San Luis

Fuente: Salmi, Jamil. Desafío de crear universidades de rango mundial, 2009

En la ilustración 16 se encuentran los factores para crear una Universidad de Rango mundial (URM).

Ilustración 16. Características de una Universidad de Rango Mundial (URM): Conjugación de factores clave

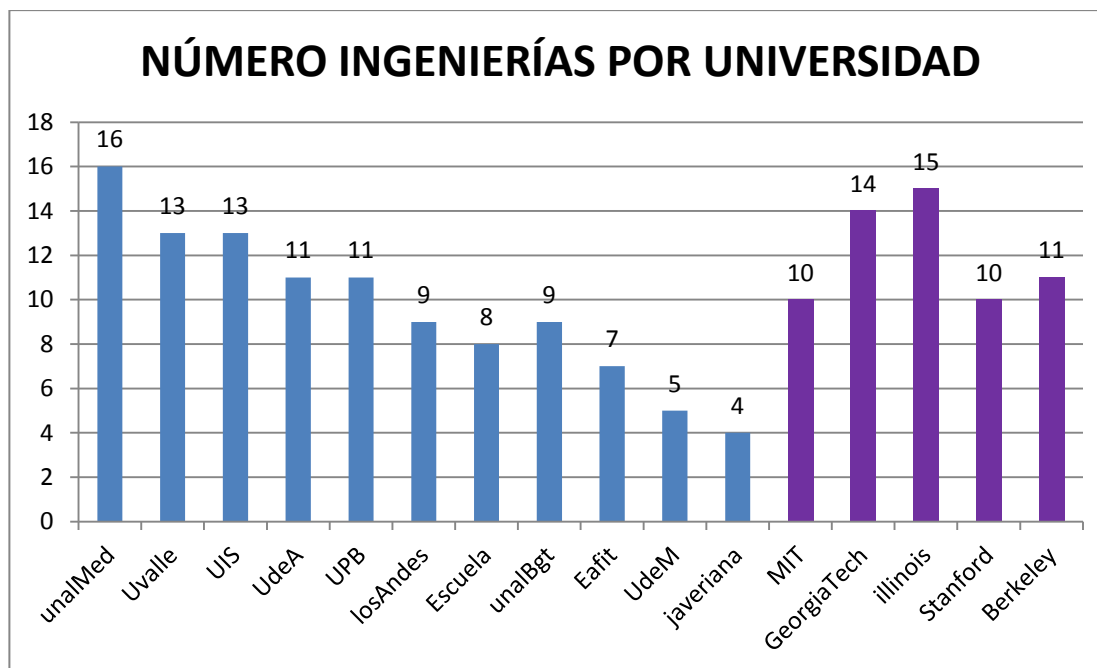


Fuente: Salmi, Jamil. Desafío de crear universidades de rango mundial, 2009

Del análisis de las universidades más importantes del mundo en el campo de la ingeniería y las mejores universidades colombianas en cualquier ámbito, se extrae una lista de universidades para medir el número de programas de ingeniería que posee cada una, con el fin de saber si el número de programas afecta el rendimiento.

En la Ilustración 17 se observan las universidades (nacionales e internacionales) y el número de programas de ingeniería de cada una de ellas. .

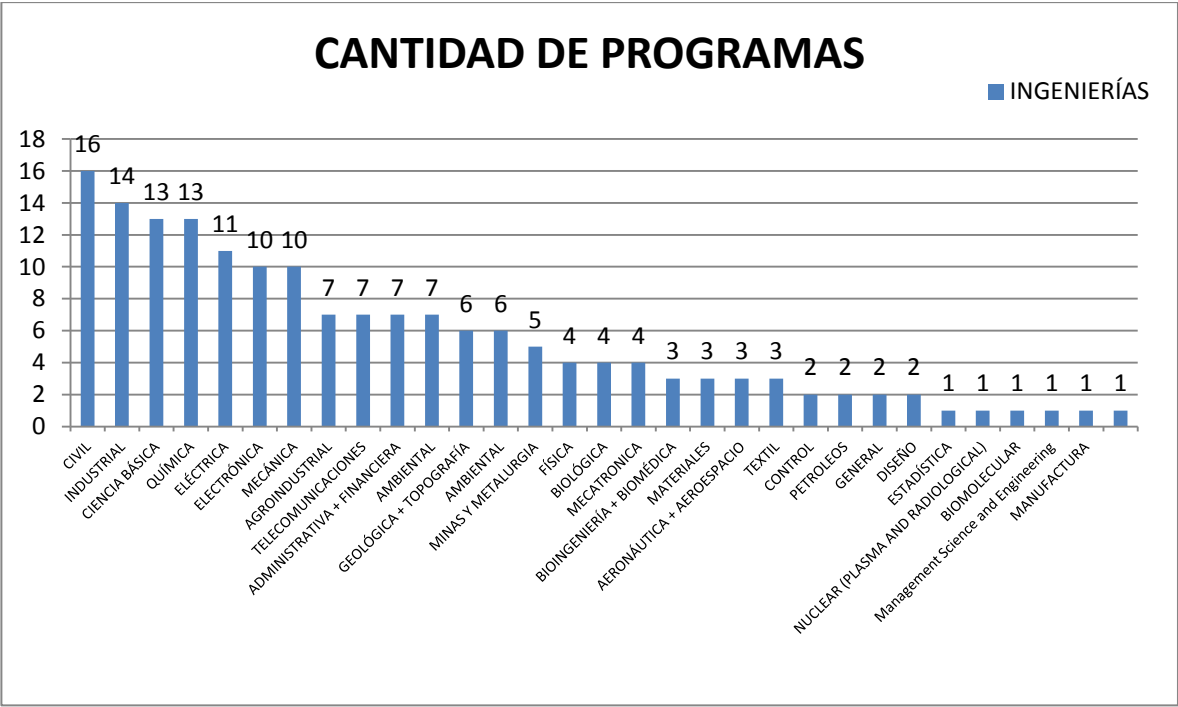
Ilustración 17. Número de programas de ingeniería por universidad



Fuente: Zapata, Diego y Herrera V, Juan. Libro blanco: Prospectiva estratégica de la escuela de ingenierías, 2010.

Posteriormente se buscó en internet los programas particulares que poseen cada una de estas universidades (Ver ilustración 18), buscando así los programas más comunes en esta población de universidades

Ilustración 18. Cantidad de programas en las universidades seleccionadas



Fuente: Zapata, Diego y Herrera V, Juan. Libro blanco: Prospectiva estratégica de la escuela de ingenierías, 2010.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Se documentó y se estudió el análisis estructural realizado por un grupo de trabajo compuesto por actores y expertos con experiencia demostrada.

Las diferentes fases del método son las siguientes:

Fase 1: Listado de variables

La primera etapa consistió en enumerar el conjunto de variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno (tanto las variables internas como las externas).

El listado de variables fue alimentado mediante conversaciones libres con personas que se estima son representantes de actores del sistema estudiado, con expertos y agentes externos y se elaboraron listados con las aportaciones de cada uno de ellos.

Finalmente, se obtuvo una lista homogénea de variables internas y externas al sistema considerado.

Fase 2: Descripción de relaciones entre las variables

El análisis estructural relacionó las variables en un tablero de doble entrada o matriz de relaciones directas.

Lo efectuó un grupo de personas, que participó previamente en el listado de variables y en su definición, rellenando la denominada matriz del análisis estructural.

El relleno fue cualitativo. Por cada pareja de variables, se plantearon las cuestiones siguientes: ¿existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j ? si es que no, se anotó 0, en el caso contrario, nos preguntamos si esta relación de influencia directa es, débil (1), mediana (2), fuerte (3) o potencial (P).

Esta fase de relleno de la matriz sirvió para plantearse a propósito de n variables, $n \times n - 1$ preguntas, algunas de las cuales hubieran caído en el olvido a falta de una reflexión tan sistemática y exhaustiva.

Fase 3: identificación de las variables clave con el Micmac

Esta fase consistió en la documentación e identificación de variables clave, es decir, esencial a la evolución del sistema, por medio de una clasificación directa y posteriormente por una clasificación indirecta.

La matriz MIC MAC, fue realizada con la colaboración de los directores de las facultades de ingeniería de la UPB.

Luego de un taller con los directores de los programas se filtraron algunos temas y finalmente se establecieron los factores ganadores para la escuela de ingenierías.

Con el MIC MAC se presentaron las variables clave, es decir, esenciales a la evolución del sistema, en primer lugar se hizo una clasificación directa (De realización fácil, mediante sumas de valores de motricidad/influencia y de dependencia para cada una de las variables), y posteriormente por una clasificación indirecta que se obtuvo de la elevación en potencia de la matriz.

La comparación de la jerarquización de las variables en las diferentes clasificación (directa, indirecta y potencial) fue un proceso rico en enseñanzas ya que permitió confirmar la importancia de ciertas variables, pero de igual manera desvelar ciertas variables que en razón de sus acciones indirectas juegan un papel principal (y que la clasificación directa no ponía de manifiesto).

2.2 ANÁLISIS DE ACTORES

En esta etapa se realizó una lista de actores y se identificó en cada uno de ellos sus estrategias principales.

Se construyó además una tabla de estrategias en una matriz cuadrada actores por actores, en la cual se indicó en la diagonal los objetivos del actor, sus problemas y sus medios por los cuales cumplirá el objetivo.

En síntesis, con el método MACTOR se identificaron los actores principales del sistema y se evaluaron para determinar si están a favor o en contra de algún objetivo estratégico de la organización, que en este caso fue la escuela de ingenierías.

2.3 ELABORACIÓN DE ESCENARIOS

Para la elaboración de escenarios los pasos realizados fueron los siguientes:

1. Precisión del tema de estudio.

2. Identificación de las variables clave.
3. Constatación del grado de poder y conflictos entre actores sociales
4. Diseño de un escenario probable o “tendencial”, que consiste en una imagen de la situación futura de un sistema.
5. Diseño de escenarios alternativos o menos probables.

2.4 VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Para realizar el ejercicio de vigilancia se tomaron los estudios Delphi de la escuela de ingenierías. De sus temas prioritarios se seleccionaron las facultades para posteriormente encuestar a los directores.

Dichas encuestas arrojaron los temas a los cuales se les practicó el estudio bibliométrico y se les aplicó posteriormente los tres primeros pasos del ciclo de vigilancia tecnológica.

3. RESULTADOS

3.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

3.1.1 Resultados MICMAC

A continuación se muestran todas las variables ganadoras en cada una de las facultades, las más motrices y dependientes. Además se encuentra el análisis estructural para identificar las variables clave del sistema de ingenierías y la forma como se obtuvieron estos.

Debido a que el objeto estudiado es la escuela de ingenierías, se presentan a continuación las variables que caracterizan al sistema, cabe anotar que no se incluyen actores ya que estos hacen parte de otro análisis diferente.

3.1.1.1 Variables clave de la Universidad

Del estudio prospectivo realizado en la UPB, dio como resultado algunos factores clave que no se deben desconocer para la universidad y por ende para la escuela de ingenierías, los cuales se conforman por:

- Capacidad de la UPB para producir investigación básica y aplicada **Bueno**
- Flexibilidad y movilidad interinstitucional en la educación **Aceptable**
- Propuesta curricular flexible, interdisciplinaria y continuada **Aceptable**
- La Reorganización del conocimiento para ser enseñado **Mediocre**
- Construcción de una concepción educativa **Mediocre**
- Presencia de un proyecto cultural y científico: **Regular**
- Gestión de conocimiento (relevo generacional) **Mediocre**
- Gestión de conocimiento **Aceptable**
- Cualificación permanente de docentes **Aceptable**
- Interdisciplinariedad en las comunidades académicas **Regular**
- Mantenimiento y consolidación de las comunidades académicas **Regular**
- Tratado de Libre Comercio **Aceptable**
- Factores del entorno **Aceptable**
- La política de Calidad impulsada por el Ministerio de Educación nacional **Aceptable**
- Auto comprensión (reconocimiento de sus propias obsolescencias, vacíos y ausencias) **Bueno**
- Temple de espíritu (surge para enfrentarse al presente con optimismo y al futuro con esperanza) **Bueno**
- Excelencia con un profundo contenido ético **Aceptable**
- Política de calidad **Bueno**

- Sistema de contratación de docentes **Bueno**
- Fortalecimiento de la triada fundamental: Investigación, Docencia y Extensión **Aceptable**
- Financiación pública de la educación superior en instituciones privadas **Aceptable**
- Flujo de caja **Regular**
- Planeación Estratégica Financiera **Regular**

El estudio de prospectiva institucional de la Universidad Pontificia Bolivariana (2005) dio como directrices diversos puntos, entre los cuales se encuentra la docencia y la investigación, sobre los cuales se enuncia lo siguiente:

La Investigación y la Producción de Conocimiento como tercera directriz encuentra su respaldo en factores decisivos para el futuro de la Universidad como lo son: La capacidad para producir investigación básica y aplicada, La gestión de conocimiento, El relevo generacional y El fortalecimiento de la triada fundamental: Investigación, Docencia y Extensión. Estos factores agrupan en gran medida el buen desempeño de esta directriz, máximo si se tiene en cuenta que nos encontramos en una sociedad donde el conocimiento pasa a ser considerado como un recurso económico fundamental. (p. 184)

Es importante seguir alineados con el estudio prospectivo de la Universidad, para poder identificar las variables clave y los escenarios correspondientes.

También el estudio se alineó con los factores obtenidos en la escuela de ingenierías según cada facultad, ver anexo 3.

Del estudio prospectivo de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB, 2005), se concluye que dichos factores se pueden generalizar en el siguiente grupo:

- Internacionalización de la universidad.
- Capacidad de relacionamiento y negociación en diversos idiomas
- Situación de gobernabilidad en el país
- Tratados de libre comercio
- Inversión Nacional en Ciencia y Tecnología
- Políticas Nacionales de I+D
- Políticas institucionales de I+D
- Cualificación constante a investigadores
- Infraestructura y espacios adecuados para labores de docencia Recursos financieros
- Capacidad de Innovación
- Metas de gestión
- Apropiación de tecnología (6 M's)
- Aportes de la academia

- Integración con la docencia y la investigación
- Interdisciplinariedad
- Relación con las escuelas, facultades, centros y grupos de investigación de la UPB
- Avances tecnológicos (6'M) en gestión de tecnología
- Desarrollo de la GT en el país
- Campo de acción de la disciplina
- Investigación aplicada (aplicar la investigación en las necesidades del país)
- Competitividad, innovación y pertinencia del postgrado
- Procesos como Auto evaluación, acreditación, certificación y de calidad.
- Programa de doctorado
- Semilleros de investigación en el área
- Auditoría en los procesos de investigación
- Sistemas de información para la investigación.
- Evaluación de las investigaciones.
- Creación de spin-off del grupo
- Operatividad de planes de desarrollo y mejoramiento a corto y largo plazo.
- Tiempo de dedicación a la investigación
- Procedimiento para fijar prioridades en el grupo.
- Relevo generacional de investigadores.
- Credibilidad del grupo (Imagen del grupo y del programa en la sociedad)
- Escogencia de los investigadores por su perfil
- Pasantías al interior y al exterior (los pasantes y las becas)
- Estructura administrativa y académica del grupo.
- Imagen de la UPB en la sociedad
- Necesidades del medio y demanda laboral
- Tendencias globales en Gestión Tecnológica
- Nivel de desarrollo de las empresas colombianas (madurez)
- Planeación estratégica y permanente de mercados
- Gestión del conocimiento
- Producción especializada, con enfoque a sectores competitivos
- Asesorías y consultorías externas.

Para poder plantear los factores o variables del grupo es indispensable identificar las tendencias del grupo, las invariantes y los factores de cambio que gobiernan el sistema estudiado.

3.2 FACTORES DE CAMBIO

Los factores de cambio son los principales fenómenos que determinan la evolución, transformación o cambio del desarrollo de las organizaciones. En la

literatura podemos encontrar a los factores de cambio como Gérmenes del sistema.

Según su campo de influencia los Factores de Cambio pueden ser endógenos y exógenos.

Factores de Cambio Endógenos: Son fuerzas internas a la organización; se pueden clasificar en fuerzas de mercado, administrativas, tecnológicas, logísticas, productivas, financieras.

Factores de Cambio Exógenos: Son fuerzas externas a la organización: locales, regionales, nacionales supranacionales y mundiales; se pueden clasificar en fuerzas geopolíticas, sociales, económicas culturales, ambientales.

Del estudio prospectivo para el grupo de investigación tecnológica, se generan algunos factores de cambio endógeno y exógeno que son igual de relevantes para la escuela y el grupo. De allí se toman algunos elementos que son de gran importancia para este estudio tal como se presenta a continuación.

3.2.1 Factores de cambio endógenos

- Migración - desvinculación de los investigadores.
- Cambio de orientación por fuera de ingenierías
- Ingreso de múltiples investigadores.
- Cambio de líneas de investigación
- Maestría profesionalizante.
- Recursos económicos de la Universidad.
- Estructura organizacional rígida y poco flexible.
- Apoyo de los directivos de la Universidad.
- Relación directa de otras universidades.
- Cierre de la maestría (no depende de lo interno...)

3.2.2 Factores de cambio exógenos

- Sistema de evaluación de Colciencias.
- Cercanía – Alejamiento - del sistema nacional - regional de Ciencia y Tecnología.

3.3 TENDENCIAS E INVARIANTES

En la escuela de ingenierías de la UPB se han identificado las siguientes variables y constantes que predominan en el sistema, estas tendencias son las que se han identificado como predominantes hasta el momento y podrán ser medidas. Las

invariancias son los elementos que permanecerán constantes durante el periodo de tiempo que pretende abarcar el estudio.

3.3.1 Tendencias

Creación de alianzas, redes, convenios y otras formas de relacionamiento con otras escuelas de ingeniería, grupos y postgrados en el país y en el extranjero.

Docentes, consultores y asesores de personal formados en la escuela de ingenierías de la UPB.

Incremento de la demanda de los programas de especialización, maestría y doctorado en ingeniería.

Mayor inversión en ciencia y tecnología en el país (logar una inversión del 1,5% del PIB al 2019 - ASCUN)

Aumentar la cobertura de la educación superior que actualmente está en una tasa del 24.5%: pasar al 2010 al 34% y para el 2019 al 50%. La distribución de este porcentaje será 60% para formación técnica y tecnológica y el 40% para formación de nivel universitario (Asociación Colombiana de Universidades [ASCUN], 2006).

Tendencia a ser una universidad docente con investigación (palabras del Vicerrector académico Jorge Iván Ramírez A.)

Además son interesantes los indicadores de ASCUN en su documento "Indicadores Visión Colombia 2019", página 22.

- 30% de docentes de planta con título de doctorado.
- 50% de los docentes de las universidades desempeñándose como investigadores*.
- Aumentar significativamente el número de investigadores con respecto al total de la población.
- Aumentar índices de Bilingüismo de docentes y estudiantes.
- 100% de programas de educación no formal cobijados bajo un sistema de certificación.

* Esto iría en contra de las políticas actuales relacionadas a la carga docente y la obligatoriedad de que los investigadores posean como mínimo dos cursos de pregrado, realmente un investigador lo que hace bien es investigar, nunca se ha enunciado que sean buenos transmitiendo conceptos.

- Investigación universitaria articulada a las necesidades reales de la sociedad.
- Movilidad internacional de profesores, investigadores y estudiantes de la educación superior.
- Invariantes
- Colciencias como ente evaluador de los grupos de investigación
- Colciencias como aliado estratégico para el desarrollo de proyectos de investigación básica - pura.
- Estudiantes de postgrado (siempre existirá al menos una cohorte de especialización en el postgrado)

De lo anterior se definen los grupos de variables.

3.4 LISTADO DE VARIABLES

Del análisis anterior se deducen algunas variables internas y externas, con las que se analizará el problema expuesto. Las variables para el presente estudio surgen del análisis de las variables del estudio prospectivo para la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB, 2005) y del postgrado en gestión tecnológica, ya que allí se retoman la mayoría de los elementos indispensables para el análisis de la escuela de ingenierías.

3.4.1 Sistema interno

Análisis de las variables internas de la escuela

3.4.1.1 Variables de organización y de estrategia.

- Vigilancia Estratégica.
- Sistema de información de gestión.
- Sistema de Incentivos.
- Proyectos estratégicos de la UPB
- Posicionamiento geográfico de la UPB.
- Transición a Universidad Innovadora.
- Alianzas estratégicas e Internacionalización
- Consolidación de los doctorados.
- Enfoque cultural, social y ético de la Universidad.
- Política de investigación y desarrollo de la UPB y fortalecimiento de la triada fundamental: Investigación, Docencia y Extensión (transferir o investigar)
- Iniciativas de cambio estratégico en la UPB
- Situación financiera de la UPB.
- Permanencia de los dirigentes de la universidad.

- Capacidad de la UPB para producir investigación básica y aplicada

3.4.1.2 Variables de productos, mercados, tecnologías.

- Diversidad de servicios de los grupos de investigación de ingenierías.
- Internacionalización de mercados.
- Adaptación y/o desarrollo de nuevos servicios de los grupos.
- Integración de productos (Vigilancia + prospectiva; desarrollo + gestión).
- Identificación de nuevos mercados.
- Consolidación de la imagen de la escuela.
- Identificación de clientes potenciales.
- Volumen de servicios prestados (ventas - ingresos)
- Gestión del conocimiento y entornos virtuales
- Prestación de asesorías y consultorías

3.4.1.3 Variables de producción

- Desarrollos con la industria.
- Producción de material científico.
- Proyectos de transferencia de conocimiento.
- Calidad de los servicios prestados.
- Capacidad de producción científica de la escuela.
- Trámites internos para el desarrollo de proyectos.
- Infraestructura física y laboratorios.
- Resultado de la calidad de la producción.
- Acceso a herramientas para desarrollar los productos (herramientas software, bases de datos, entre otros)
- Acceso a recursos nacionales e internacionales.
- Alianzas con otros grupos de investigación.

3.4.1.4 Variables sociales

- Clima laboral.
- Relaciones con los actores de Ciencia y Tecnología de la nación.
- Formación de los investigadores.
- Condiciones laborales.
- Reclutamiento del capital humano.
- Bilingüismo.
- Pasantías constantes y sistémicas.
- Interdisciplinariedad.
- Integración Academia-Industria
- Creación, mantenimiento y consolidación de las comunidades investigativas (al interior y al exterior)

- Docentes dedicados a la investigación
- Docentes con nivel de doctorado en el área (GT o las líneas seleccionadas).

3.4.1.5 Variables financieras

- Rentabilidad de los proyectos realizados.
- Cash - efectivo para el grupo (buscando equipos autónomos)
- Independencia económica y en la toma de decisiones.
- Esquema administrativo - Planeación Estratégica y Financiera
- Automatización de los procesos de gestión – humano, financiero y temporal.

3.4.2 Sistema externo

3.4.2.1 Variables alianzas

- Situación financiera de los aliados.
- Desarrollo de los aliados.
- Identificación clara de los roles.
- Alianzas estratégicas
- Tratados de libre comercio.

3.4.2.2 Variables generales

- Evaluación – clasificación de los grupos
- Dineros externos (dineros Colciencias, Sena) para la investigación.
- Lograr el 0.1% de investigadores en el país (ASCUN)
- Inversión del estado en ciencia y tecnología
- Gasto estado en Ciencia y Tecnología
- Capacidad exportadora del país
- Estandarización y certificación de las empresas.
- Definición de líneas clave desde el gobierno.

3.4.2.3 Variables de los consumidores

- Brechas educativas.
- Brechas investigativas

3.4.2.4 Variables riesgos

- Estrategias de los competidores.

- Competencia de asesorías y consultorías de formados en el postgrado o en otras entidades.
- Programas de Maestrías y Doctorados existentes en el País.
- Crisis económica del país.
- Crisis de gobernabilidad.
- Conflicto armado interno
- Conflicto armado externo.

3.4.3. Tecnologías clave

A continuación se presentan las tecnologías clave que surgen del estudio prospectivo de cada facultad y que fueron seleccionadas por un estudio Delphi.

3.4.3.1 Ingeniería aeronáutica

- Nuevos materiales
- Procesos de manufactura
- Costos de operación de las aeronaves
- Aerodinámica subsónica
- Planeación y control del mantenimiento
- Confiabilidad de componentes
- Estabilidad y control
- Rendimiento (despegue, ascenso...)
- Confiabilidad de sistemas
- Parametros de selección de flota
- Reducción de costos
- Reglamentos aeronáuticos de Colombia
- FAR
- Sistemas automáticos de control

3.4.3.2 Ingenierías agroindustrial

- Tecnología enzimática
- Producción orgánica
- Software y Hardware- BPM, HACCP, Trazabilidad
- Ultra filtración
- Liofilización
- Fluidos Supercríticos
- Altas presiones
- Pulsos lumínicos en la esterilización de alimentos.

- Irradiación de alimentos
- Embalajes Biodegradables y comestibles

3.4.3.3 Ciencia básica

Física

- Polarización, interferencia y difracción
- Dinámica de fluidos y medios continuos
- Teoría electromagnética
- Nanotecnología, nanoestructuras y nanomateriales
- Mecánica cuántica
- Mecánica clásica (cinemática, dinámica y otros)
- Física del estado sólido
- Termodinámica
- Medios computacionales y simulación
- Trabajo y energía
- Instrumentación

Química

- Análisis instrumental
- Química analítica I – II
- Química inorgánica
- Cinética química
- Equilibrio en soluciones acuosas
- Electroquímica
- Lípidos
- Química orgánica
- Gases
- Ecología

Matemáticas

- Cálculo integral
- Álgebra lineal
- Cálculo vectorial
- Ecuaciones diferenciales
- Cálculo diferencial
- Geometría vectorial
- Estadística y procesos estocásticos
- Análisis y métodos numéricos
- Modelación y simulación

- Diseño de experimentos.

3.4.3.4 Ingeniería Eléctrica

- Formas no convencionales de suministro de energía
- Fuentes de energía
- Equipos y dispositivos (operaciones, medición, regulación, control y protección)
- Software para vigilancia y control de líneas y subestaciones
- Líneas de alta capacidad de transporte de potencia
- Líneas de corriente continua
- Equipos y dispositivos
- Interconexión internacional
- Actualización, repotenciación y renovación de subestaciones.
- Actualización, repotenciación y renovación de líneas
- Equipos para redes, subestaciones transformadores
- Tecnologías de gestión (planeación, operaciones, medición, optimización, mercados, proyectos, riesgos, tecnologías, conocimiento...)
- Control de pérdidas
- Sistemas de control de redes (tele medición y control)
- Software para redes y subestaciones para vigilancia y control operación remota, sistemas expertos
- Política pública, regulación y normatividad
- Calidad de energía
- Actualización, renovación y repotenciación de redes
- Equipos de bajo consumo
- Software y equipos para control y optimización de consumo
- Control de la calidad de la energía
- Tele medición y control

3.4.3.5 Ingeniería Electrónica

Automática

- Control de Procesos Industriales.
- Control lógico programable.
- Instrumentación industrial.
- Control Moderno.
- Observadores.
- SwarmBots.

Telecomunicaciones

- Comunicación de datos.
- Monitoreo remoto.

Microelectrónica

- Diseño.
- Control lógico programable.
- Sistemas embebidos

Bioingeniería

- Bioseñales y sistemas.
- Procesamiento digital de imágenes.
- Procesamiento de señales biomédicas.

Informática

- Seguridad electrónica.
- Human ComputerInteraction.

Electrónica De Consumo

- Tecnología de Identificación por radiofrecuencia RFID.
- Inteligencia artificial.
- Monitoreo remoto.
- Localización por GPS.
- Domótica.

Área Administrativa

- Gestión tecnológica.
- Gestión de la Calidad.

Otras Tecnologías

- Análisis de señales en tiempo y frecuencia.
- Control industrial electrónico.
- Electrónica Industrial.
- Microcontroladores.
- Microprocesadores.
- Métodos Numéricos avanzados.
- Periféricos.

- Diseño de Placas de Circuito Impreso PCB.
- Sensores y acondicionamiento de señales.
- Simulación avanzada de sistemas electrónicos.
- Sistemas automáticos de control.
- Sistemas en tiempo real.
- Sistemas Operativos en Tiempo Real (RTOS).
- Teoría de circuitos.
- Técnicas Digitales Avanzadas.

3.4.3.6 Ingeniería Informática

- Pervasivecomputing (computación penetrante)
- Evaluación y gestión de riesgos
- SOA
- Procesamiento distribuido de la información
- Inteligencia de negocios
- Legislación informática
- Gestión tecnológica
- Seguridad
- Investigación Aplicada
- Seguridad informática

3.4.3.7 Ingeniería Mecánica

Área Materiales

- Aprovechamiento de residuos.
- Nanomateriales compuestos y plásticos
- Producción limpia
- Nanomateriales.
- Materiales con capacidad de memoria.

Área procesos de manufactura

- Robótica, automatización, mecatrónica.
- Control estadístico de procesos.
- CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.

Área energía y termodinámica

- Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía.
- Recuperación de calor en las diferentes industrias.
- Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.

- Planeación energética.
- Sostenibilidad energética.
- Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.
- Combustión y biocombustibles.
- Tecnologías de energía con hidrógeno.
- Optimización de colectores solares.
- Energía eólica.
- Aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa.

Área diseño y control de sistemas técnicos

- Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.
- Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.
- Mecanismos y robótica.
- Micro y nanosistemas.
- Computación e informática en ingeniería.
- Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos: CAD, CAE, CAM, CFD.
- Dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.
- Mecatrónica y robótica.
- Automatización de procesos de manufactura.
- Dispositivos: microsensors, microactuadores y micromecanismos.

Área Administrativa

- Gerencia y gestión de proyectos

3.4.3.8 Ingeniería de Telecomunicación

- Fibra óptica
- Medios de transmisión y radioeléctricos
- Dispositivos y componentes terminales
- Dispositivos y componentes de acceso
- Dispositivos y componentes de core
- Tecnologías de acceso y transporte
- Diseño de redes de acceso y transporte
- Tráfico de redes
- Aplicaciones y servicios de telecomunicaciones
- Regulación y legislación
- Innovación tecnológica
- Comprensión – codificación – detección de errores y control

- Aplicaciones y servicios de seguridad
- Técnicas de seguridad
- Gestión técnica de redes
- Modulación

3.4.3.9 Ingeniería Textil

- Investigación aplicada.
- Liderazgo y trabajo en equipo (Clúster).
- Textiles Tecnológicos
- Nuevos materiales
- Diseño de textiles para diferentes aplicaciones (protección, construcción).
- Innovación de procesos.
- Innovación de productos (vestuario de tiempo libre, deportivo).
- Gestión de proyectos.
- Mercadeo internacional.

3.4.4 Variables clave – entorno, universidad y escuela

En la tabla 12 se puede observar cuales son los factores más importantes del sistema en el presente y en el futuro. Los factores que no aparecen en la tabla 12 son factores que no serán importantes y serán apalancados por los otros factores.

Tabla 12. Factores Clave Sistema

	Variables Ganadoras	Acrónimo
Escuela	Proyectos del grupo	PrjGrupo
	Consolidación y apoyo del doctorado	Doctorado
	Integración de productos (Vigilancia + prospectiva + estrategia)	IntegrarProduc
	Acceso a recursos nacionales e internacionales.	AccesoA\$\$
	Creación, mantenimiento y consolidación de las comunidades investigativas (al interior y al exterior). Alianzas con otros grupos de investigación.	AlianzaGrps
Universidad	Transición a universidad innovadora	TransUInnovad
	Política de investigación y desarrollo de la UPB y fortalecimiento de la triada fundamental: Investigación, Docencia y Extensión (transferir o investigar)	Poll+Dinvdocexten
Entorno	Dineros externos (dineros Colciencias, Sena, OEA,...) para la investigación.	DinerosI+D
	Lograr el 0.1% de investigadores en el país (ASCUN)	NumInvestiga
	Inversión/gasto del estado en ciencia y tecnología	InverI+D
	Definición de líneas clave desde el gobierno.	LineasdeGob
	Brechas educativas de la región país	BrechaEduca
	Brechas investigativas de la región / país	BrechaInvest
	Estrategias de los competidores (otros países, otras áreas del saber, otras entidades que están por fuera del rol que les corresponde).	EstratdelaCompeten
	Programas de académicos desde el pregrado hasta el Doctorado existentes en el País en el área.	MscPhdEnCol

Fuente: Elaboración propia

En los anexos 5 y 6 se encuentra la matriz MIC MAC diligenciada y los mapas de influencia y dependencia.

3.5 ANÁLISIS DE ACTORES

3.5.1 Método MACTOR

3.5.1.1 Listado de actores

El método MACTOR pretende identificar los actores principales del sistema y evaluar si cada uno de esos actores está a favor o en contra de algún objetivo estratégico de la organización, que en este caso sería la escuela de ingenierías.

Tabla 13. Listado de actores

Variable	Nombre corto	Actores
Reclutamiento del capital humano. Investigadores con nivel de doctorado en cada una de las áreas.	ReclutaCapHuman	CIDI
		Escuela de ingenierías
		Entidades de interfaz
Creación, mantenimiento y consolidación de las comunidades investigativas (al interior y al exterior). Alianzas con otros grupos de investigación.	AlianzaGrps	CIDI
		Otras universidades
		Otros grupos de investigación
		Entidades de interfaz
Acceso a recursos nacionales e internacionales	AccesoA\$\$	CIDI
		Gobierno (Acción social de investigadores)
		Gobierno
		Empresas
		Investigadores
		Personal de apoyo
		Entidades de interfaz
Capacidad de producción de los grupos (científico y aplicado). Tiene que ver con el personal y su producción. Investigadores con nivel de doctorado en cada una de las áreas.	CapacidadProdu	Escuela de ingenierías
		Investigadores
		Docentes
		Estudiantes de pasantía

Investigación de productos (Vigilancia + Prospectiva + Estrategia...)	IntegrarProduc	CIDI
		Investigadores
		Estudiantes de pasantía
		Empresas
Investigación básica y aplicada de los grupos.	I+DGrupo	Grupo de investigación
		Escuela de ingenierías
		Empresas
		Investigadores
		Estudiantes de pasantía
		Estudiantes (Pre y postgrado)
Consolidación y apoyo de los doctorados	Doctorado	CIDI
		Grupo de investigación
		Escuela de ingenierías
		Ministerio de educación
Proyectos de los grupos	PrjGrupo	Colciencias
		CIDI
		Empresas
		Otras universidades
		Cámaras de comercio
		Estudiantes (Pre y postgrado)
		Gobierno (Gobernación, alcaldía, fuerzas militares)
		Escuela de ingenierías
		Sena
		Entidades de interfaz
Independencia de la toma de decisiones en los grupos de investigación	IndepTomaDecisi	CIDI
		Investigadores
		Directivos UPB
		Entidades de interfaz
Pasantías constantes y sistémicas	Pasantías	Grupos de investigación
		Estudiantes (Pre y postgrado)
		Docentes
		CIDI
		Otras universidades
		Empresas
Situación financiera de la UPB	FinancieraUPB	Investigadores

		Estudiantes (Pre y postgrado)
		Docentes
		Personal de apoyo
		Gobierno
		Empresas
Cambio estratégico en la UPB	CambioEstratégicoUPB	Directivos UPB
		Gobierno
		Escuelas UPB
Política de investigación y desarrollo de la UPB y fortalecimiento de la triada fundamental: Investigación, Docencia y extensión (Transferir o investigar).	Poll+DInvdocexten	Docentes UPB
		CIDI
		Extensión académica
		Investigadores
Transición a universidad innovadora	TransUinnovad	CIDI Docentes UPB Medios de divulgación Entidades de interfaz
Proyectos de la UPB. Vigilancia e inteligencia competitiva, Moises, Gestión del conocimiento, UPB innova y futuros proyectos.	PrjUPB	CIDI
		Grupo de investigación
		Investigadores
		Estudiantes de pasantía
		Estudiantes (Pre y postgrado)
		Personal de apoyo (CIDI)
		Entidades de interfaz

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.2 Definición de actores clave

Los actores clave fueron obtenidos teniendo en cuenta los factores clave identificados. A cada uno de los factores clave se les identificaron los actores que actúan sobre él, así la lista de actores clave es la siguiente.

En la tabla 14 se encuentran los actores identificados en el sistema, de allí se agruparon algunos y otros se eliminaron con el grupo monitor.

Tabla 14. Actores clave

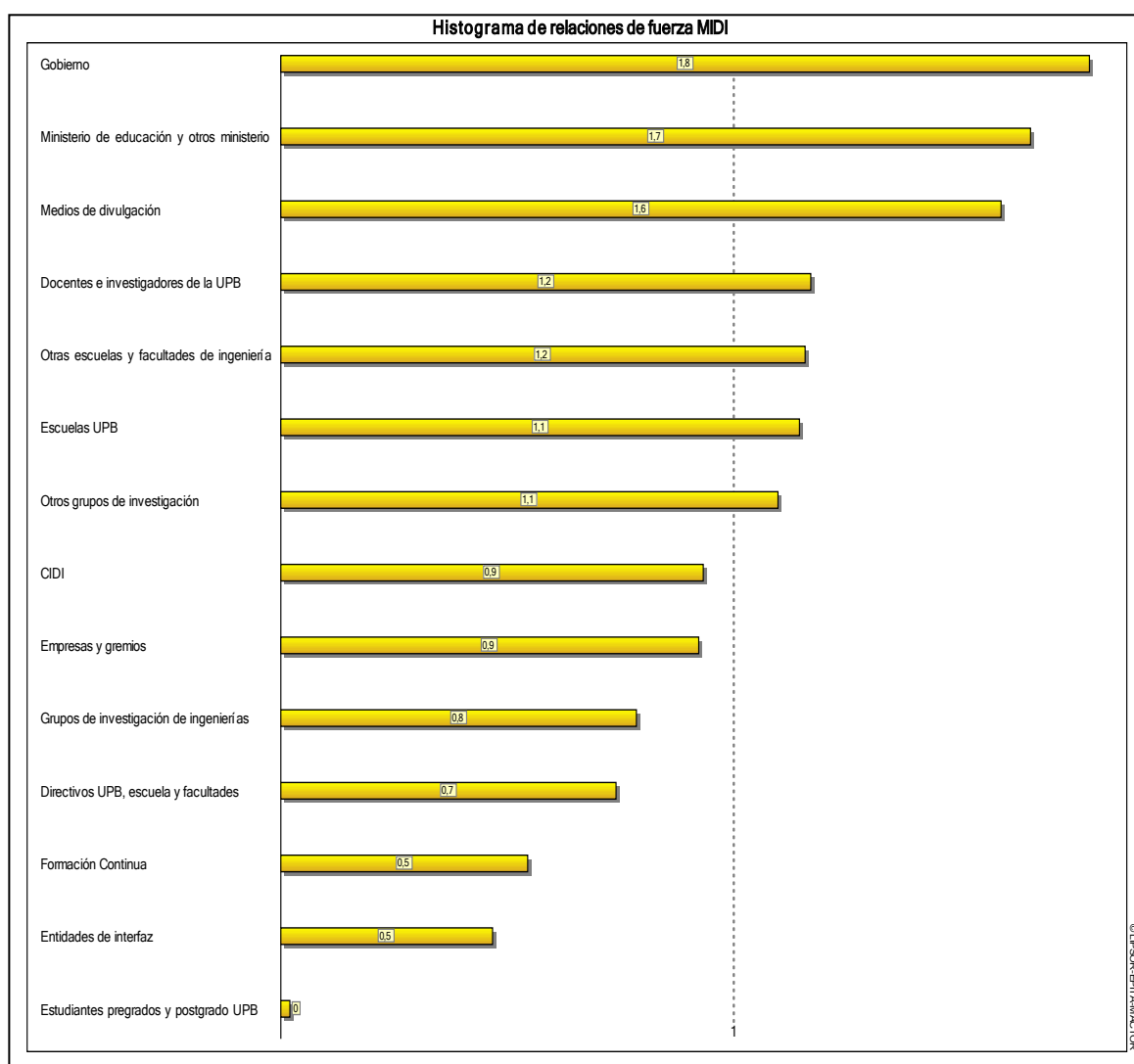
Nº	Título largo	Título corto	Descripción
1	Grupos de investigación de ingenierías	grps-ing	Cada uno de los grupos de investigación de ingenierías presentes y futuros.
2	Directivos UPB, escuela y facultades	Directiupb	Directivos de la universidad, desde la rectoría y las vicerrectorías, hasta los directores de carrera. También permea los grupos de investigación y sus directores.
3	Docentes e investigadores de la UPB	DocinvUpb	Docentes investigadores de la UPB tanto internos como de cátedra.
4	Escuelas UPB	EscuelasU	Otras escuelas que hacen parte de la UPB.
5	Estudiantes pregrados y postgrado UPB	Estudiante	Estudiantes de pregrado y postgrado de la UPB.
6	CIDI	CIDI	Centro de la investigación de la UPB.
7	Formación Continua	Formcontin	
8	Empresas y gremios	EmpreGrem	Empresas y gremios a nivel regional, nacional e internacional
9	Gobierno	Gobierno	Este actor posee todos los entes estatales tales como: gobernaciones, alcaldías, SENA, COLCIENCIAS, entre otros.
10	Otros grupos de investigación	Otrosgrp	Otros grupos de investigación de ingenierías del país, con servicios similares o complementarios.
11	Medios de divulgación	Divulga	Medios de divulgación, tanto científica como de divulgación, ya que permite dar más visibilidad a las universidades, facultades y grupos.
12	Ministerio de educación y otros ministerios.	Ministerio	Ministerios.
13	Otras escuelas y facultades de ingenierías	OtrEscIng	Otras universidades que poseen programas similares de pregrado y postgrado.
14	Entidades de interfaz	Interfaz	Son todas aquellas que se denominan articuladoras del conocimiento, centros de desarrollo tecnológico, centros de productividad, incubadoras de empresas, technology brokers, entre otros.

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de esta tabla se consultaron diversos actores en la UPB, personal del CIDI, docentes, investigadores y estudiantes.

La información se ingresó y procesó en el software MACTOR, y los resultados arrojados por éste permiten analizar la entre relación de actores por actores, se puede concluir que los actores principales son: el gobierno, el ministerio de educación, los medios de divulgación, los docentes e investigadores, las otras escuelas y los grupos de investigación. (Ver Ilustración 19)

Ilustración 19. Histograma de actores principales



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se identificaron algunos objetivos de la escuela que son lo que se ven en la tabla 15.

Tabla 15. Objetivos de la escuela

N°	Título largo	Título corto	Juego	Descripción
1	Motivación	Motivación	UPB	Estimular desde la educación media el interés para estudiar ingenierías.
2	Precios altos de inscripción	Precincrip	UPB	Disminuir los precios altos que posee la Universidad
3	Consecución de recursos físicos para recursos de infraestructura	Infraes	UPB	Conseguir recursos físicos para recursos de infraestructura.
4	Transformación curricular de los programas	Transcurri	UPB	Transformación curricular de los programas de ingenierías
5	Trabajo interdisciplinario	Intirdicip	UPB	Estimular el trabajo interdisciplinario con definición de ejes temáticos.
6	Movilidad	Movilidad	UPB	Estimular la movilidad de docentes internacionales.
7	Estudiantes internacionales	Estlnterna	UPB	Estimular la movilidad de estudiantes con universidades.
8	spin off	Spinoff	UPB	Definir las políticas institucionales para la creación de spin off
9	Transferencia	Transfer	UPB	Definición de políticas institucionales para hacer transferencia y divulgación.
10	Recursos para I+D	Recursos	UPB	Consecución de recursos nuevos para investigación básica y aplicada.
11	Eventos	Eventos	UPB	Estimular el desarrollo de eventos internacionales organizados por la escuela de ingenierías

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de los actores ante los objetivos se puede ver en la Tabla 16.

Tabla 16. Posición de los actores ante los objetivos planteados

1MAO	motivacion	precicip	infraes	transcurri	Intindicip	movilidad	EstIntema	spinoff	Transfer	recursos	Eventos	Suma absoluta
grps-ing	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
directiupb	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
docinvUpb	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
escuelasU	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Estudiante	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
CIDI	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
formcontin	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
EmpreGrem	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Gobierno	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	7
otrosgrp	0	-1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	7
divulga	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	5
ministerio	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9
otrEsclng	1	-1	-1	-1	0	1	1	1	-1	1	1	10
interfaz	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8
Número de acuerdos	10	4	9	9	11	14	14	14	9	14	14	
Número de desacuerdos	0	-5	-1	-1	0	0	0	0	-1	0	0	
Número de posiciones	10	9	10	10	11	14	14	14	10	14	14	

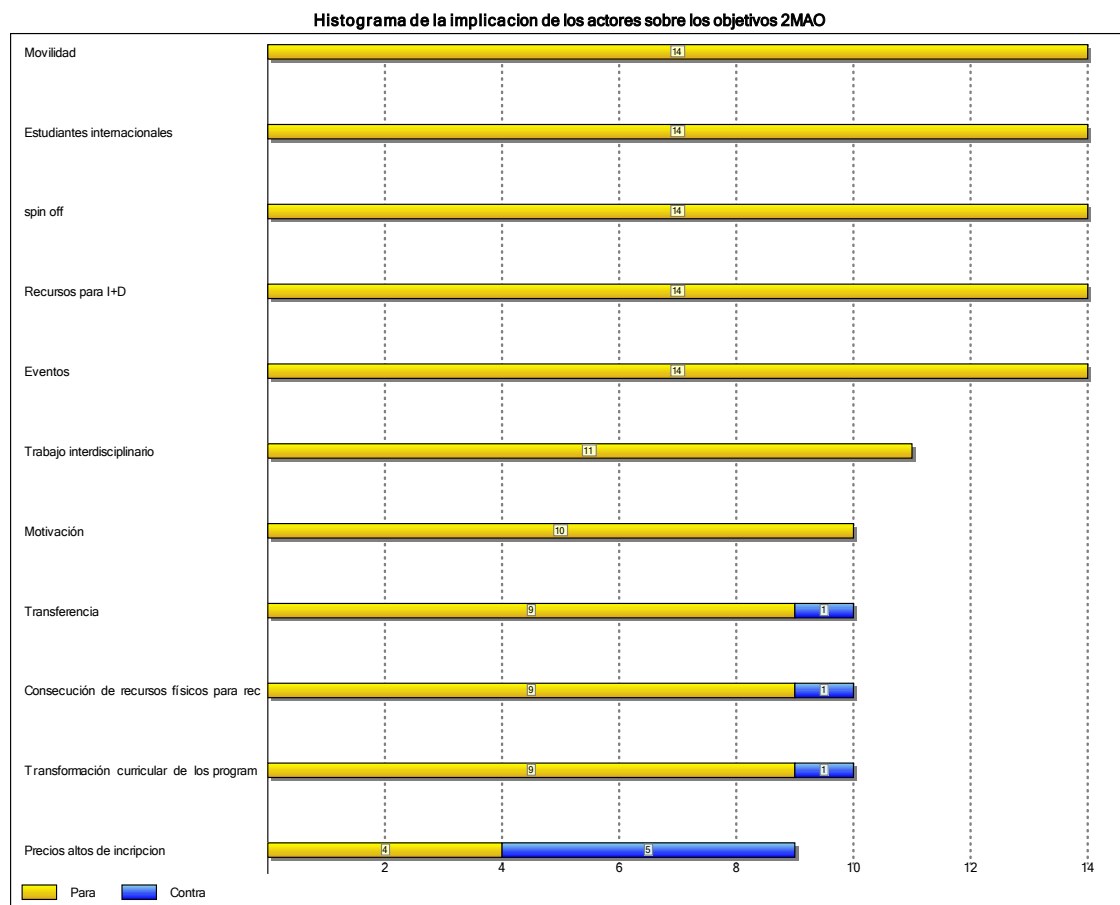
© LIPSOE-EPTA-MACTOR

Fuente: Elaboración propia

Así el acumulado de actores que están a favor o en contra de los objetivos planteados es el que se puede ver en la Ilustración 20, donde el objetivo que más tiene contradictores es el de disminuir los precios de inscripción.

Sin embargo el gobierno y los medios de divulgación que son tan importantes según el análisis de actores contra actores, no influyen mucho sobre los objetivos planteados.

Ilustración 20. Histograma de la implicación de los actores sobre los objetivos



Fuente: Elaboración propia

3.6 VIGILANCIA DE TECNOLOGÍAS CLAVE

Para realizar el ejercicio de vigilancia se efectuaron los siguientes pasos.

1. Se tomaron los estudios Delphi de la escuela de ingenierías realizados en el año 2010 y de sus temas prioritarios se seleccionaron 4 facultades: Ingeniería informática, Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.
2. De cada una de estas facultades se realizó una encuesta a los directores para seleccionar los temas a los cuales se les realizaría el ejercicio bibliométrico, ver los resultados en el anexo 2.
3. Posteriormente se realizó el ciclo inicial de vigilancia tecnológica: Planeación, búsqueda y análisis de resultados.

A continuación se describen los resultados del ejercicio de vigilancia tecnológica.

3.6.1 Ingeniería aeronáutica: Aerodinámica subsónica

La Aerodinámica Subsónica tiene como principio de formación estudiar y cuantificar las fuerzas y momentos a las que son sometidas las aeronaves durante el vuelo. Provee además el conocimiento para el análisis de perfiles aerodinámicos y superficies sustentadoras. Dichos componentes se optimizan para lograr un mínimo arrastre (González y Hazbon, s.f).

Mediante el estudio de la aerodinámica subsónica se podrá determinar numéricamente las características aerodinámicas de la interacción entre un cuerpo y el flujo que lo rodea.

Esta parte de la aerodinámica se basa en el estudio de perfiles y alas. El estudio del flujo incompresible alrededor de perfiles con envergadura finita, donde se enseña la teoría de perfiles delgados, vórtices, circulación y conceptos derivados, la condición de Kutta, entre otros.

Además, el flujo incompresible en alas de envergadura finita donde se debe realizar explicaciones como el sistema de vórtices, teoría de la línea de sustentación, además los factores que afectan el arrastre, la sustentación y el downwash a velocidades subsónicas, las alas delta, distribución de carga y sustentación, entre otros conceptos.

Resultados

Etapas de planeación: Factores Críticos de Vigilancia

Tabla 17. Etapa de planeación – FCV

TEMA	PREGUNTAS CLAVE	RESTRICCIONES	PALABRAS CLAVE
AERONÁUTICA	¿Cuál es el volumen de publicaciones al año en aerodinámica subsónica?	Publicaciones desde el 2009	Aerodynamic flows, aeronautics, quantifying forces, pressure, momentums quantifying, aircraft, sustaining surfaces, airfoils, optimization, minimum drag, fluid mechanics, aerodynamic coefficients, density, Mach number, subsonic incompressible,

			subsonic compressible, vorticity, flight, Kutta condition, downwash, load distribution, delta wings, Technology, Future trends, Technology trends.
--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar cuáles son las preguntas que se desean resolver con el ejercicio de vigilancia tecnológica, se procede a seleccionar las fuentes de información y las bases de datos apropiadas para seguir con el ejercicio, sin embargo como se busca que la herramienta sea de fácil acceso a las empresas, se ha seleccionado la base de datos scopus, que poseen las universidades públicas del país y se pueden acceder desde los campus universitarios.

A partir de lo anterior, se desarrolló la ecuación de búsqueda y se utilizó para proceder con la etapa de análisis de la información con el software gratuito Sci².

En la Tabla 18 se presenta la ecuación de búsqueda y otros datos de gran relevancia.

Tabla 18. Bitácora de búsqueda

Fuente	Ecuación de búsqueda	Resultados	Pertinencia
Scopus	TITLE-ABS-KEY("subsonic aerodynamics") AND (LIMIT TO(SRCTYPE, "j")) AND (LIMIT TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT TO(PUBYEAR, 2009))	36	Alta

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la búsqueda

Según los resultados arrojados por Scopus al introducirle la respectiva ecuación de búsqueda, se lograron construir diversas gráficas y tablas para un análisis concreto.

En la Ilustración 21, se aprecia que el año donde se han desarrollado mayor número de artículos científicos en torno al tema de Aerodinámica subsónica, fue el 2011, y aunque en el año en curso no se han terminado de generar las publicaciones pertinentes, se observa un crecimiento para esta ecuación de búsqueda.

Ilustración 21. Publicaciones en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 19, algunas de las palabras clave que tienen mayor validez en el momento de analizar este tema son Subsonics Aerodynamics y Drag Indicando que Aerodinámica subsónica es el tema más relevante. Sin embargo hay unos temas muy interesantes que se evidenciaron en la búsqueda como lo son El número de Mach, Velocidad subsónica, Numero de Reynolds y Modelo de turbulencias donde pueden existir avances significativos para el área.

Tabla 19. Palabras clave

PALABRAS CLAVE	ARTÍCULOS
Subsonics Aerodynamics	36
Drag	11
Drag prediction	8
Mach number	7
Subsonic speed	7
Gas dynamics	6
Reynolds number	6
Turbulence models	6
Aerodynamic characteristics	5
Aerodynamic configurations	5

Fuente: Elaboración propia

Dada la Tabla 20, donde la institución que más publicaciones ha desarrollado en torno al tema es Northwestern Polytechnical University localizada en China, una institución internacional de ciencia y tecnología, la cual trabaja simultáneamente temas de aeronáutica, astronáutica e ingeniería marina.

Tabla 20. Instituciones con mayor número de publicaciones

INSTITUCIONES	ARTICULOS
Northwestern Polytechnical University	3
Air Force Engineering University China	3
China Aerodynamics Research and Development Center	3
NASA Langley Research Center	2
University of Wyoming	2
University Michigan Ann Arbor	2
Boeing Corporation	2
Naval University of Engineering	2
The First Aircraft Institute	1
FlexSys Inc.	1

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la Tabla 21, el autor con mayor número de artículos publicados en torno al tema es Gu, J.N de Naval University of Engineering, Department of Basic Courses, Wuhan, China.

Tabla 21. Autores con mayor número de publicaciones

AUTORES	ARTICULOS
Gu, J.N	2
Liu, W	2
Cesnik, C.E.S	2
Mavriplis, D.J.	2
Meng, Q.C.	2
Su, W.	2
Wang, X.	2
Zhang, Z.H.	2
Bonadonna, C.	1
Brodersen, O.P.	1

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la Tabla 22, efectivamente el país con mayor número de artículos publicados en torno al tema es China, seguido por Estados Unidos que ocupa el segundo puesto.

Tabla 22. Países con mayor número de publicaciones

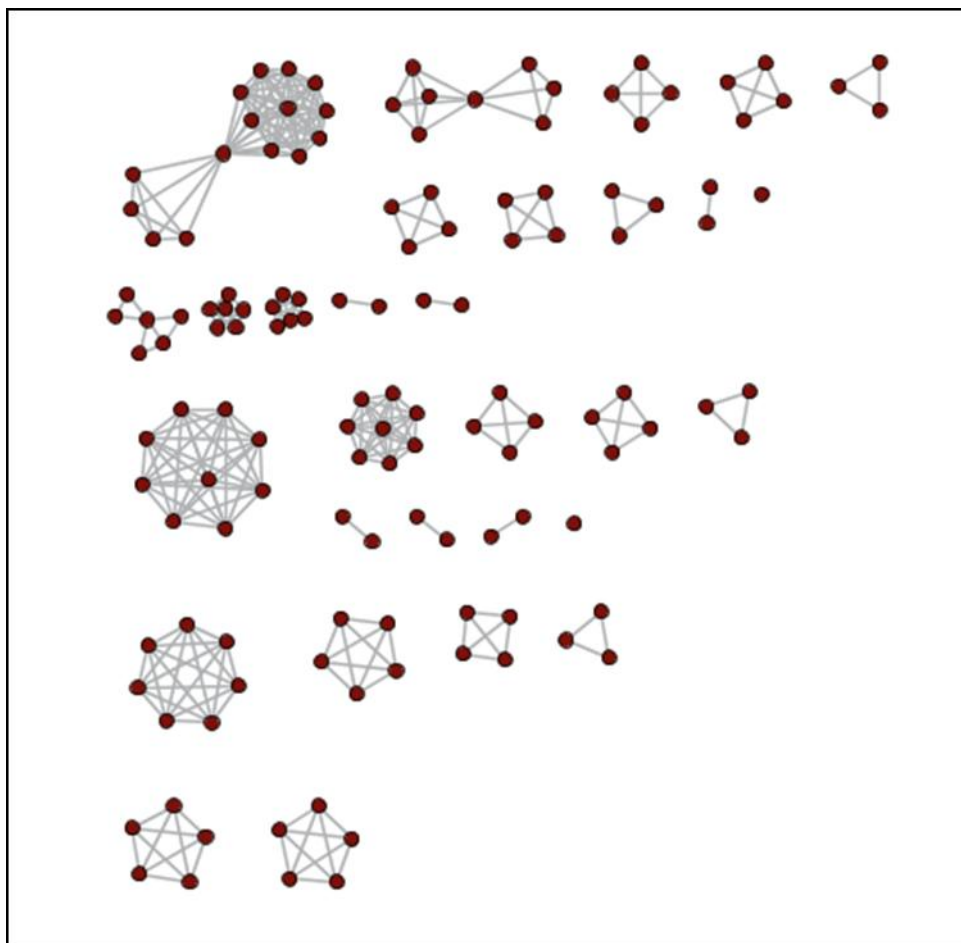
PAÍS	ARTÍCULO
China	15
United States	11
South Korea	4
France	3
Switzerland	2
Belgium	1
Canada	1
Finland	1
Germany	1
Israel	1

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 22, se aprecia la red de co-autores, en donde se evidencia la relación investigativa que poseen cada uno de los autores y sus colegas de trabajo. Esto apoya la capacidad de asociación entre universidades e investigadores de alto nivel en el mundo investigativo en el área de aerodinámica subsónica.

Se observa además que los autores trabajan de manera articulada, aunque sus redes no son muy amplias y que existen algunos autores que poseen fuertes vínculos entre sí.

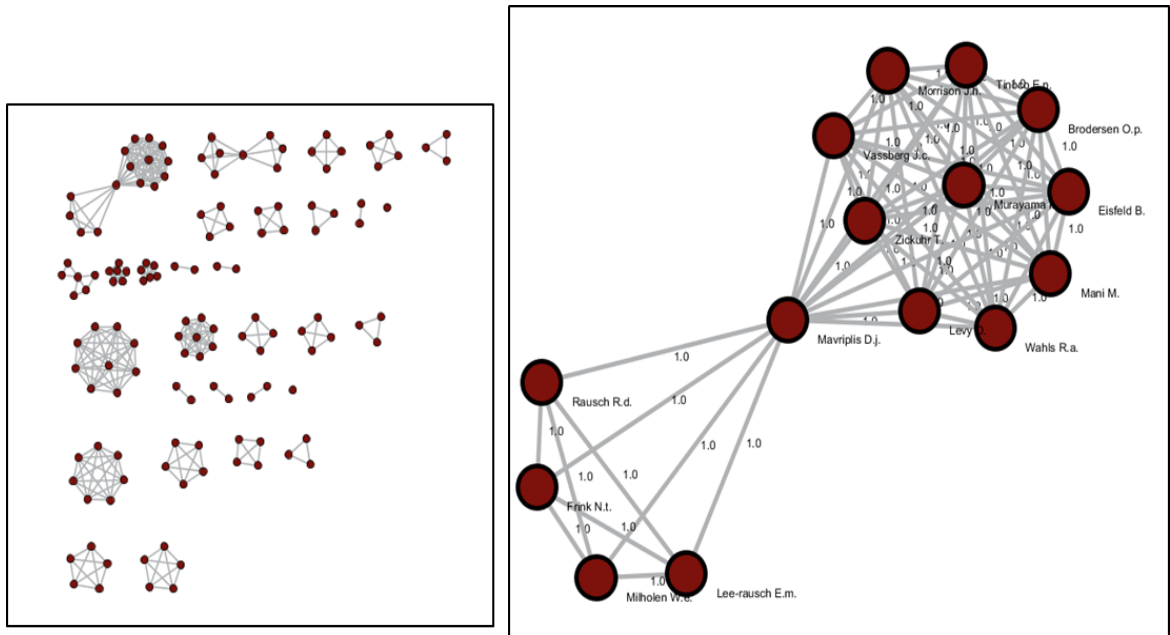
Ilustración 22. Red completa y principal de co-autores



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 23 se puede observar que el autor Mavriplis posee la mayor articulación del gráfico y parece trabajar con dos equipos, el de la derecha y el de la izquierda, los cuales entre ellos existen grandes relaciones.

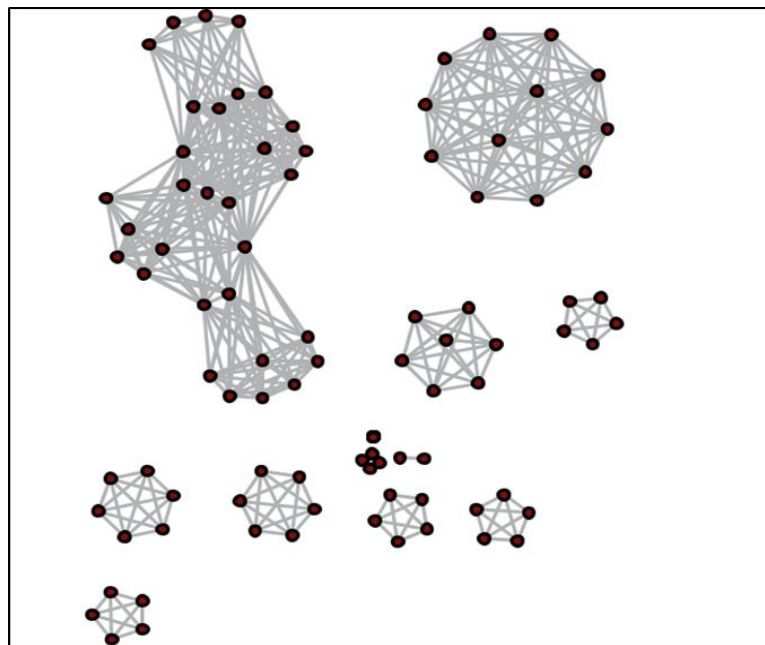
Ilustración 23. Red 1 de co-autores



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 24, se presenta la gráfica de co-ocurrencia de palabras, las cuales pueden marcar las tendencias en investigación en el tema.

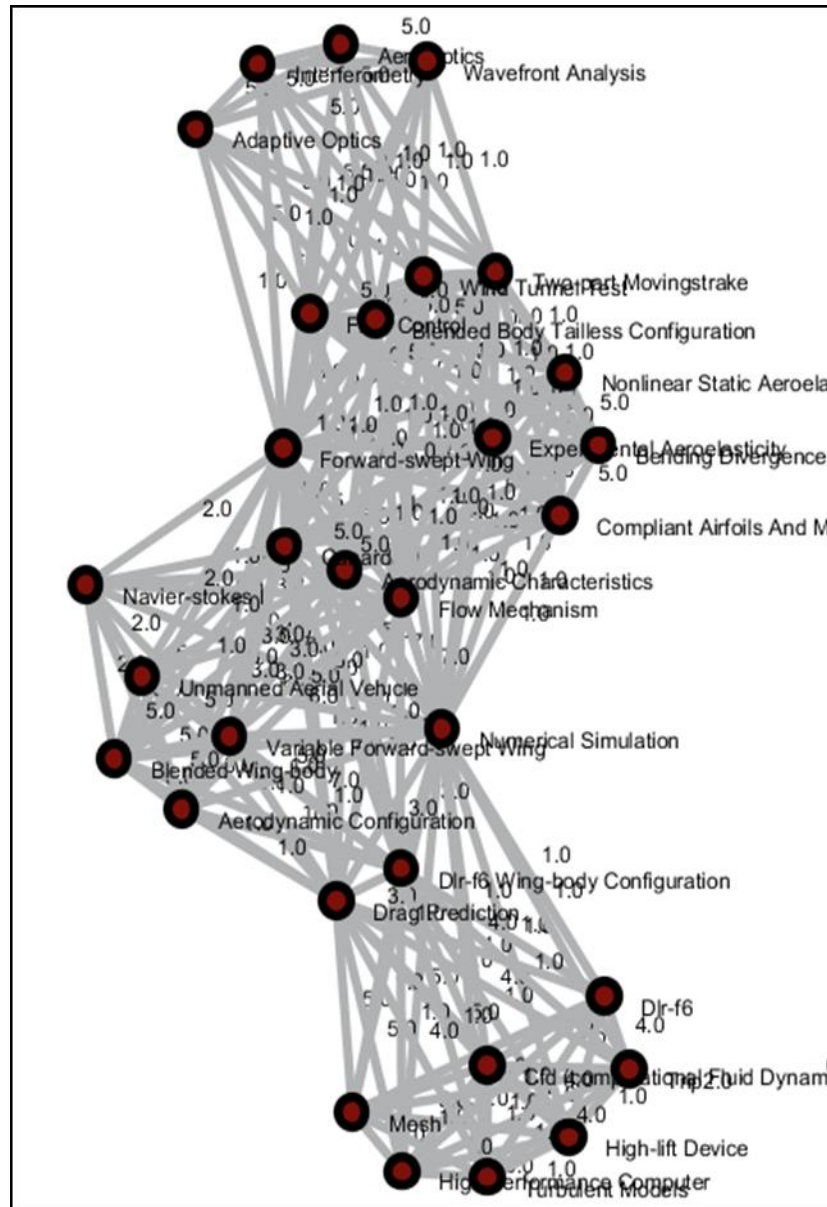
Ilustración 24. Red completa de co-ocurrencia de palabras



Fuente: Elaboración propia

En la red más grande de palabras se encuentra DRAG PREDICTION, rodeada de palabras como mesh, high lift device, hi performande computer, wing body configuration, aerodynamic configuration, entre otros, que es una de las palabras clave que más aparece en la ecuación de búsqueda y estas serían sus relaciones tal como se observa en la ilustración 25.

Ilustración 25. Red más grande de Co-ocurrencia de palabras



Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Inteligencia de Negocios

La Inteligencia de Negocios (Business Intelligence) es el proceso de analizar los datos acumulados en la empresa y extraer un conocimiento de ellos. Se incluyen las bases de datos de clientes, información de la cadena de suministro, ventas personales y cualquier actividad de marketing o fuente de información relevante para la empresa.

La inteligencia de Negocios apoya a los tomadores de decisiones con la información correcta, en el momento y lugar correcto, lo que les permite tomar mejores decisiones de negocios. La información adecuada, en el lugar y momento adecuado incrementa efectividad de cualquier empresa.

El proceso va desde la integración y extracción de datos, presentación de los mismos y análisis dimensional de la información.

Resultados

Etapas de planeación: Factores Críticos de Vigilancia

Tabla 23. Etapa de planeación – FCV

TEMA	PREGUNTAS CLAVE	RESTRICCIONES	PALABRAS CLAVE
INFORMÁTICA	¿Cuál es el volumen de publicaciones al año en Inteligencia de Negocios?	Publicaciones desde el 2009	Business Intelligence, Data analysis, supply chain, personal sales, marketing activity, source of information, business decision, Industry trends, Systems, Technology, Future trends, Technology trends, methodologies, practices, products.
	¿Cuáles son los autores con mayor número de publicaciones en Inteligencia de Negocios?		
	¿Cuáles son las instituciones con mayor número de publicaciones en Inteligencia de Negocios?		
	¿Cuál es la correlación de palabras que marca tendencia en Inteligencia de Negocios?		

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar cuáles son las preguntas que se desean resolver con el ejercicio de vigilancia tecnológica, se procede a seleccionar las fuentes de información y las bases de datos apropiadas para seguir con el ejercicio, sin embargo como se busca que la herramienta sea de fácil acceso a las empresas, se ha seleccionado la base de datos scopus, que poseen las universidades públicas del país y se pueden acceder desde los campus universitarios.

A partir de lo anterior, se desarrolló la ecuación de búsqueda y se utilizó para proceder con la etapa de análisis de la información con el software gratuito Sci². En la Tabla 24 se presenta la ecuación de búsqueda y otros datos de gran relevancia.

Tabla 24. Bitácora de búsqueda

Fuente	Ecuación de búsqueda	Resultados	Pertinencia
Scopus	TITLE-ABS-KEY(business intelligence OR source of information OR business decision) AND SUBJAREA(mult OR ceng OR CHEM OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phys OR mult OR arts OR busi OR deci OR econ OR psyc OR soci) AND PUBYEAR > 2008 AND PUBYEAR < 2013 AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENGI"))	392	Alta

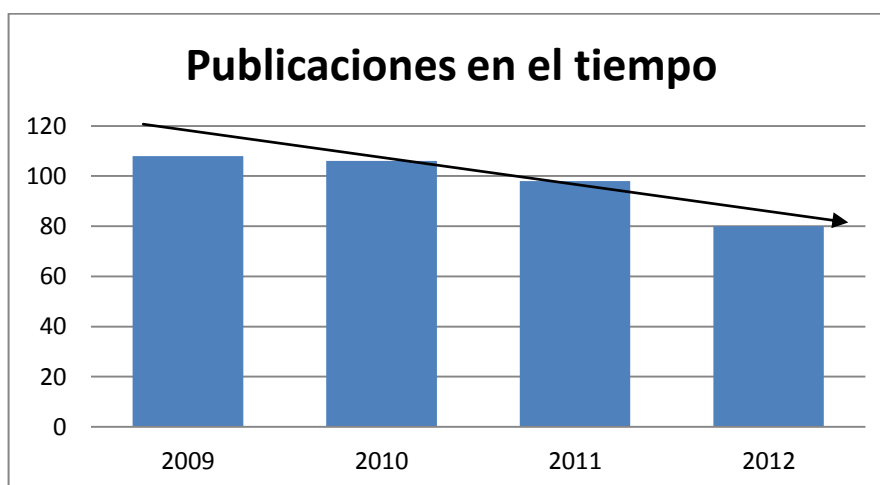
Fuente: Elaboración propia

Resultados de la búsqueda

Según los resultados arrojados por Scopus al introducirle la respectiva ecuación de búsqueda, se lograron construir diversas gráficas y tablas para un análisis concreto.

En la Ilustración 26, se aprecia que el año donde se han desarrollado mayor número de artículos científicos en torno al tema de Inteligencia de Negocios, fue el 2009 y aunque en el año en curso no se han terminado de generar las publicaciones pertinentes, se observa un decrecimiento para esta ecuación de búsqueda.

Ilustración 26. Publicaciones en el tiempo



Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 25 algunas de las palabras clave que tienen mayor validez en el momento de analizar este tema son Decision support systems y Artificial intelligence indicando que Sistemas de apoyo a las decisiones es el tema más relevante. Sin embargo hay unos temas muy interesantes que se evidenciaron en la búsqueda como lo son Toma de decisiones, Inteligencia de negocios, teoría de decisión y minería de datos en donde pueden existir avances significativos para el área.

Tabla 25. Palabras clave

PALABRAS CLAVE	ARTÍCULOS
Decision support systems	145
Artificial intelligence	141
Decision making	140
Decision theory	75
Business intelligence	59
Decision support system	49
Decision supports	47
Competition	34
Data mining	33
Industry	30

Fuente: Elaboración propia

Dada la Tabla 26, la institución que más publicaciones ha desarrollado en torno al tema es University of Arizona localizada en Estados Unidos, la cual ha realizado una importante inversión en Inteligencia de negocios en los últimos cuatro años, abordando temas como los objetivos empresariales, el presupuesto, la tecnología, la estructura organizacional, la capacidad de entrega, la relación de las empresas con las universidades, iniciativas y retos actuales, entre otros.

Tabla 26. Instituciones con mayor número de publicaciones

INSTITUCIONES	ARTICULOS
University of Arizona	5
Luleå tekniska Universitet	4
National Tsing Hua University	4
Manchester Business School	4
Isfahan University of Technology	4
Universidad Politecnica de Valencia	3
Iran University of Science and Technology	3
Yuan Ze University	3
Indian Institute of Technology, Bombay	3
Istanbul Teknik Üniversitesi	3

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la Tabla 27, el autor con mayor número de artículos publicados en torno al tema es Galar, Diego de Lulea University of Technology, Division of Operation and Maintenance Engineering, Lulea Sweden.

Tabla 27. Autores con mayor número de publicaciones

AUTORES	ARTICULOS
Galar, D.	3
Chien, C.F.	3
Bromley, J.	3
Hsieh, K.L.	2
Cvitas, A	2
Anselmo, J.C.	2
Cao, L.	2
Ghazanfari, M.	2
Jafari, M.	2
Gao, S,	2

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la Tabla 28, el país con mayor número de artículos publicados en torno al tema es United States y el segundo puesto tomado por China.

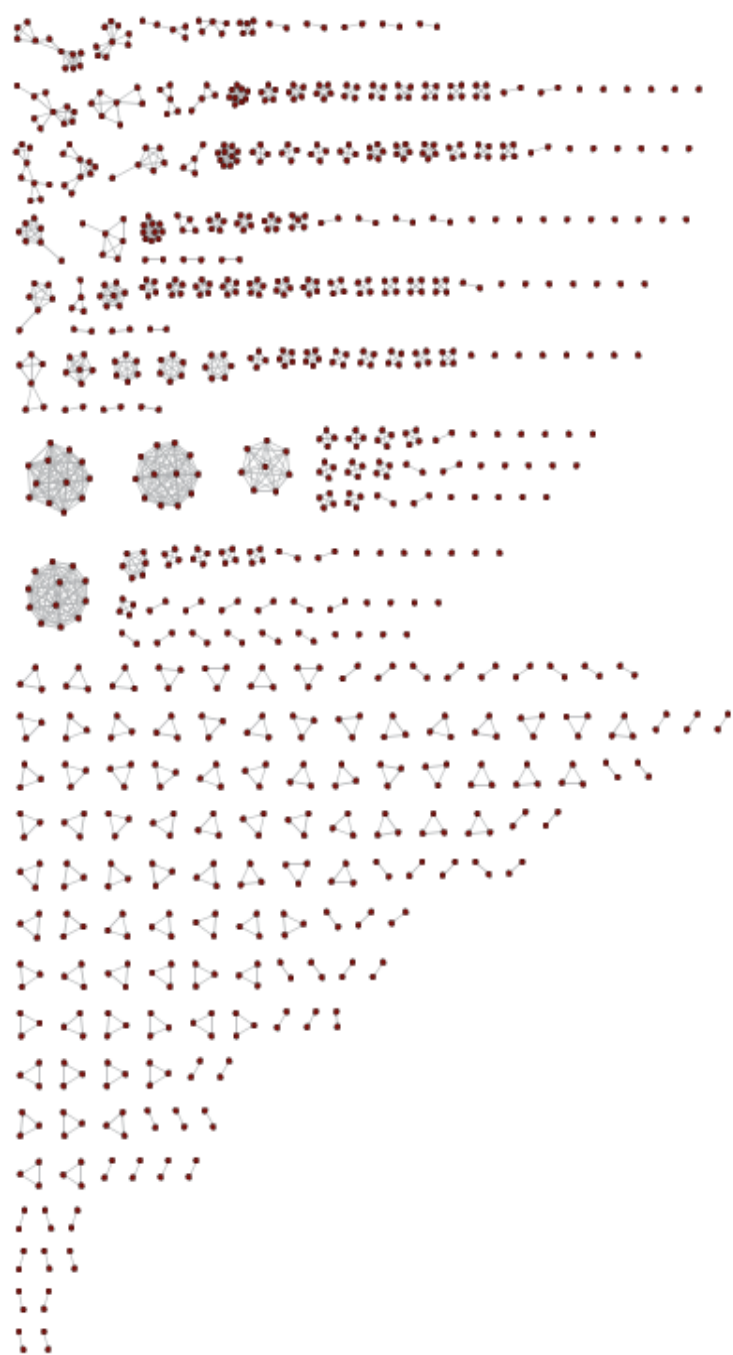
Tabla 28. Países con mayor número de publicaciones

PAÍS	ARTÍCULO
United States	68
China	62
Taiwan	31
United Kingdom	28
Germany	20
Australia	18
Canada	16
Spain	15
Italy	14
India	14

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 27, se aprecia la red de co-autores, en la cual se identifica el mismo comportamiento que en los autores, ya que estos generalmente, no se relacionan en gran medida y si lo hacen es con sus mismas universidades y grupos académicos.

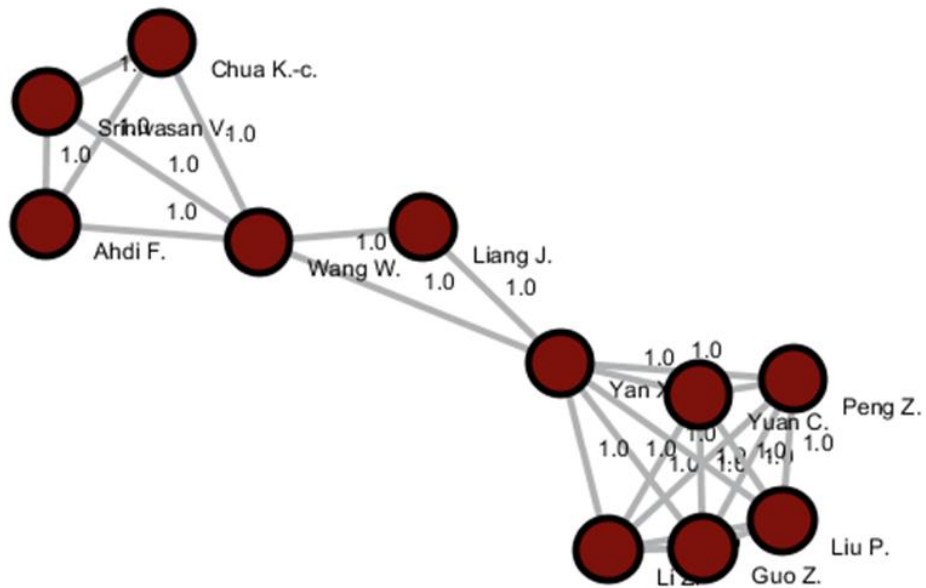
Ilustración 27. Red completa y principal de co-autores



Fuente: Elaboración propia

La red de la ilustración 28 presenta al autor YAN X. como un nodo importante entre el grupo, ya que junto con WANG W poseen la capacidad de trabajar de manera articulada entre ellos, sin la existencia de estos dos autores, ambos grupos estarían separados.

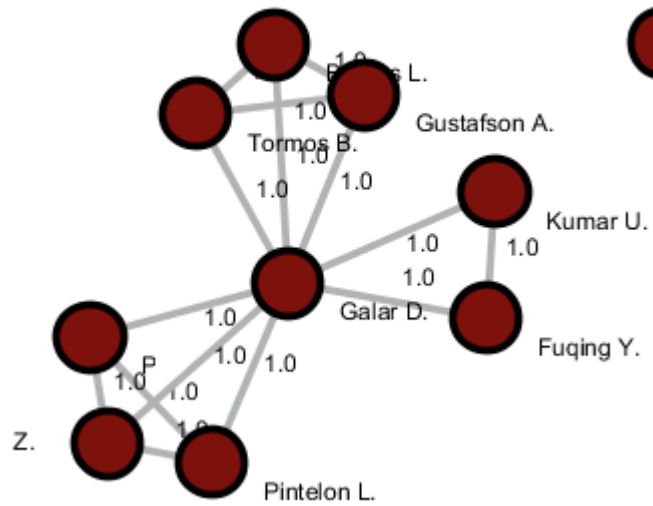
Ilustración 28. Red 1 de co-ocurrencia de palabras con algunos autores



Fuente: Elaboración propia

El autor GALAR D. posee una configuración de estrella, estando este en el centro de la misma, logrando realizar una producción científica con los demás autores tal como se ve en la ilustración 29.

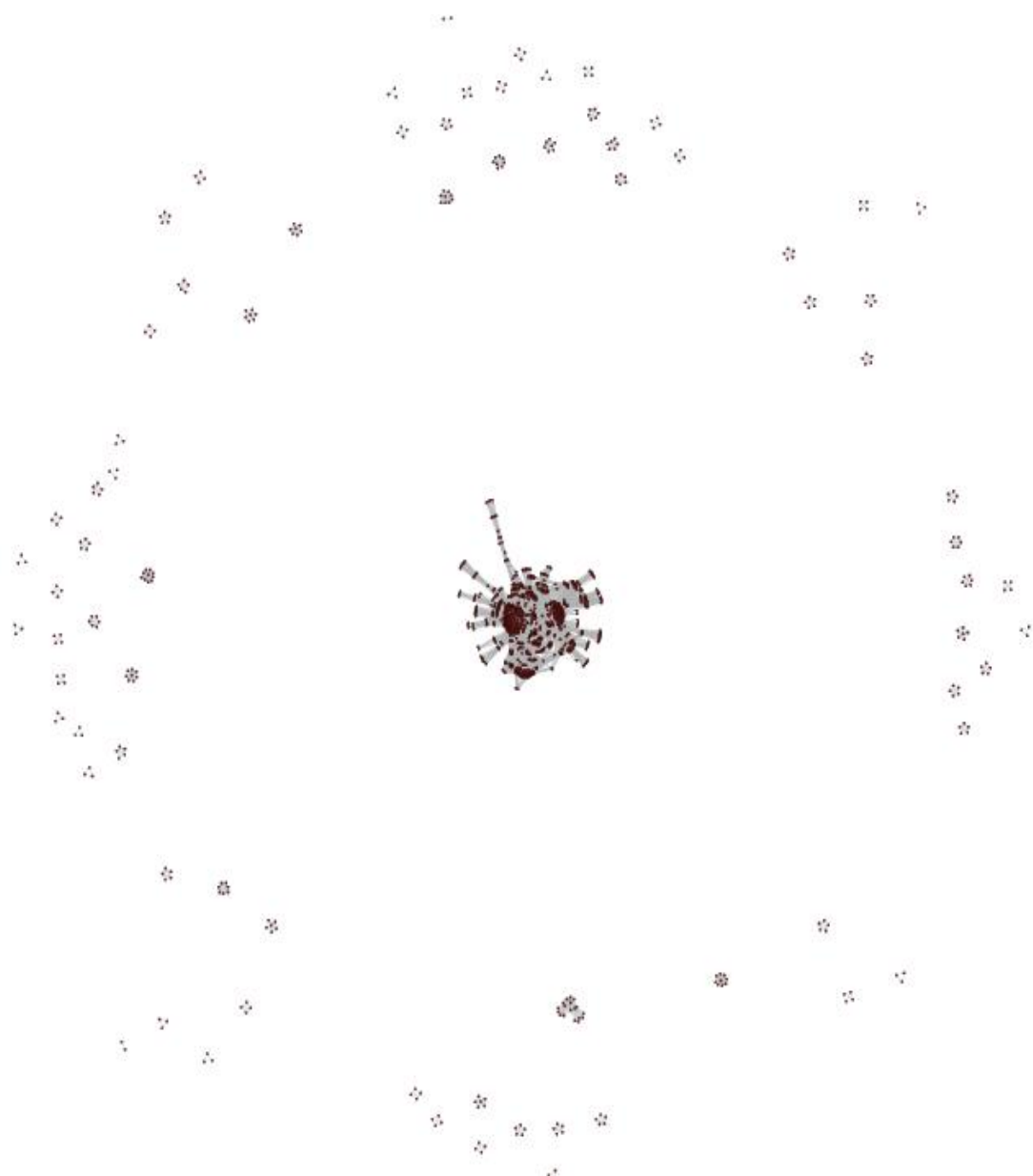
Ilustración 29. Red 2 de co-ocurrencia de palabras con algunos autores



Fuente: Elaboración propia

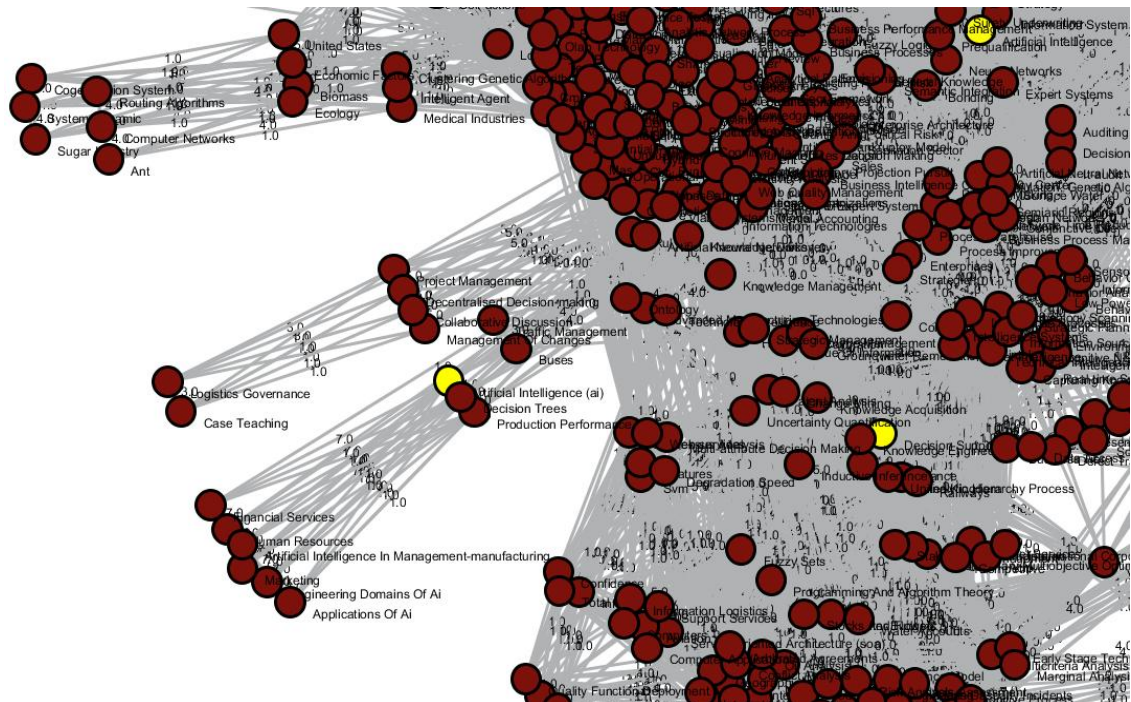
La red principal de correlación de palabras se encuentra bastante saturada, por tal motivo se pueden observar palabras como: Artificial intelligence, Decision support systems, Business intelligence, entre otras palabras de interés (Ver ilustración 30 y 31).

Ilustración 30. Red completa de Co-ocurrencia de palabras



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 31. Red 1 de Co-ocurrencia de palabras



Fuente: Elaboración propia

3.6.3 Software y equipo para control y optimización de consumo

La planeación de las grandes y medianas empresas se hace generalmente en función de prioridades fijadas por quien las dirige, atendiendo a razones de diversa índole, entre las que destaca la necesidad de crecer para incrementar las ganancias y utilidades. Así, la prioridad número uno consiste en construir nuevas unidades y modernizar las existentes, dejando en segundo término otros proyectos como los de control y optimización de consumo de energía.

Sin embargo, este razonamiento conduce a decisiones equivocadas, ya que la prioridad uno lleva implícita la prioridad dos, es decir, se pueden desarrollar proyectos de modernización, ampliación y construcción de nuevas unidades, y al mismo tiempo obtener ahorros de energía por medio de la utilización de software y equipos que generen optimización y control. Existen diversos argumentos para emplear la energía con la máxima eficiencia posible, empezando por el ahorro económico obtenido al reducir los pagos al proveedor de combustible o a la compañía eléctrica, y no olvidando la vital necesidad de disminuir el impacto que las operaciones sobre el medio ambiente. Además, es imprescindible que, al atender nuestras necesidades energéticas, demos el mejor uso posible a los recursos naturales no renovables, si queremos que las generaciones futuras

tengan la capacidad de mantener el desarrollo económico necesario para elevar su nivel de vida, a cuyo fin es imprescindible disponer de energía abundante y barata.

Siendo tan obvias las razones para optimizar el uso de la energía, y de la energía eléctrica en particular, ¿por qué no se toman más acciones en ese sentido? El problema es que, para disminuir el consumo, normalmente se requiere hacer una inversión, y los fondos necesarios no siempre están disponibles. Por otro lado, el crédito comercial es inadecuado, llegando en la práctica a ser inasequible, tanto por su escasez, como por la magnitud de las tasas de interés que cargan los bancos.

Para muchas empresas, ya han pasado los tiempos en que los empresarios aceptaban, y aún buscaban, equipos obsoletos, de muy bajo precio y rendimiento, o que realizaban sus actividades en instalaciones inadecuadas. Ahora, la obsolescencia se presenta en función de los avances tecnológicos, por lo que hay una diferencial interesante entre los consumos de energía de equipos de alta eficiencia y convencionales, pero los empresarios no se han percatado de que los cargos financieros se justifican no sólo por el costo de la energía eléctrica ahorrada sino por la necesidad de modernizar sus instalaciones.

Resultados

Etapas de planeación: Factores Críticos de Vigilancia

Tabla 29. Etapa de planeación – FCV

TEMA	PREGUNTAS CLAVE	RESTRICCIONES	PALABRAS CLAVE
INGENIERÍA ELÉCTRICA	¿Cuál es el volumen de publicaciones al año en Software y equipo para control y optimización de consumo?	Publicaciones desde el 2009	Optimization, Software, equipment, control, energy consumption, power control, scheduling, sensors, power electronics, optimal control, controllers, energy efficient, algorithms, sensor networks, simulation.
	¿Cuáles son los autores con mayor número de publicaciones en Software y equipo para control y optimización de consumo?		
	¿Cuáles son las instituciones con mayor número de publicaciones en Software y equipo para control y optimización de consumo?		
	¿Cuál es la correlación de palabras que marca tendencia en Software y equipo para control y optimización de consumo?		

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar cuáles son las preguntas que se desean resolver con el ejercicio de vigilancia tecnológica, se procede a seleccionar las fuentes de información y las bases de datos apropiadas para seguir con el ejercicio, sin embargo como se busca que la herramienta sea de fácil acceso a las empresas, se ha seleccionado la base de datos scopus, que poseen las universidades públicas del país y se pueden acceder desde los campus universitarios.

A partir de lo anterior, se desarrolló la ecuación de búsqueda y se utilizó para proceder con la etapa de análisis de la información con el software gratuito Sci².

En la Tabla 30 se presenta la ecuación de búsqueda y otros datos de gran relevancia.

Tabla 30. Bitácora de búsqueda

Fuente	Ecuación de búsqueda	Resultados	Pertinencia
Scopus	TITLE-ABS-KEY(control AND optimization of power consumption) AND SUBJAREA(mult OR ceng OR CHEM OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phys) AND PUBYEAR > 2008 AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENGI") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENER")) AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "CHEM") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CENG") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BIOC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "AGRI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "EART") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "SOCI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "DECI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MEDI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BUSI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ECON") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ARTS")) AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "PHYS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MULT")) AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "MATH") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ENVI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MATE")) AND (EXCLUDE(EXACTKEYWORD, "Electric vehicles") OR EXCLUDE(EXACTKEYWORD, "Hybrid electric vehicle") OR EXCLUDE(EXACTKEYWORD, "Automobiles") OR EXCLUDE(EXACTKEYWORD, "Vehicles") OR EXCLUDE(EXACTKEYWORD, "Carbon dioxide"))	542	Alta

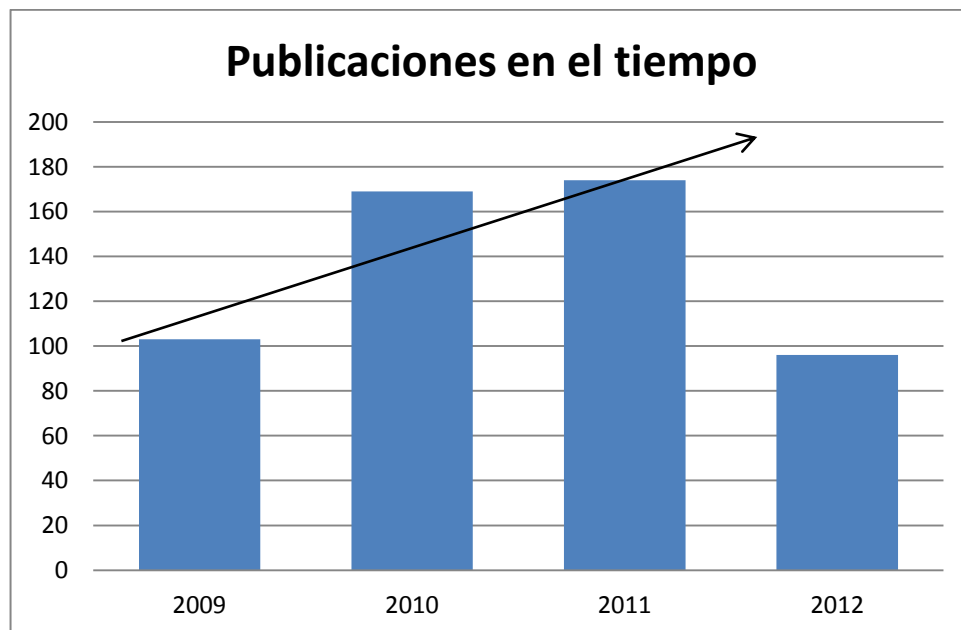
Fuente: Elaboración propia

Resultados de la búsqueda

Según los resultados arrojados por Scopus al introducirle la respectiva ecuación de búsqueda, se lograron construir diversas gráficas y tablas para un análisis concreto.

En la Ilustración 32, se aprecia que el año donde se han desarrollado mayor número de artículos científicos en torno al tema de Software y equipo en control y optimización de consumo, fue el 2011, ya que el año en curso no han terminado de generar las publicaciones pertinentes, además el tema ha ido en crecimiento para esta ecuación de búsqueda.

Ilustración 32. Publicaciones en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 31, algunas de las palabras clave que tienen mayor validez en el momento de analizar este tema son Optimization y Energy utilization indicando que Optimización es el tema más relevante. Sin embargo hay unos temas muy interesantes que se evidenciaron en la búsqueda como lo son Consumo de energía, Algoritmos, Eficiencia de energía y Red de sensores inalámbricos en donde pueden existir avances significativos para el área.

Tabla 31. Palabras clave

PALABRAS CLAVE	ARTÍCULOS
Optimization	362
Energy utilization	110
Power consumption	88
Algorithms	67
Energy efficiency	64
Energy consumption	52
Wireless sensor network	52
Energy management	49
Design	36
Energy conservation	33

Fuente: Elaboración propia

Dada la Tabla 32, la institución que más publicaciones ha desarrollado en torno al tema es Chongqing University localizada en China.

Tabla 32. Instituciones con mayor número de publicaciones

INSTITUCIONES	ARTÍCULOS
Chongqing University	10
Shanghai Jiaotong University	7
Seoul National University	6
Beijing University of Aeronautics and Astronautics	6
Daneshgahe Azad Eslami	6
Northeastern University China	6
Università degli Studi di Roma La Sapienza	6
Delft University of Technology	5
CEA LETI	5
North China Electric Power University	5

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la Tabla 33, el autor con mayor número de artículos publicados en torno al tema es Wang, Lingfeng de Kaohsiung Medical University, Department of Otorhinolaryngology, Kaohsiung Taiwan.

Tabla 33. Autores con mayor número de publicaciones

AUTORES	ARTICULOS
Wang, L.	4
Yang, R.	4
Glisic, S.	3
Hegazy, O.	3
Dounis, A.I.	3
Edamana, B	3
Lorenzo, B	3
Chatterjee, A.	3
Oldham, K.	3
Wang, Z.	3

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la Tabla 34, efectivamente el país con mayor número de artículos publicados en torno al tema es China y el segundo puesto tomado por Estados Unidos con un valor muy aproximado al de China. Cabe decir que en China se ha implementado una campaña de ahorro de energía en la que participan más de 1.000 compañías desde el año 2006.

Tabla 34. Países con mayor número de publicaciones

PAÍS	ARTÍCULO
China	126
United Estates	122
France	32
Italy	31
Canada	21
South Korea	21
Germany	20
India	18
Greece	17
United Kingdom	16

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 33, se aprecia la red de co-autores, en la cual se identifica el mismo comportamiento que en los autores, ya que estos generalmente, no se relacionan en gran medida y si lo hacen es con sus mismas universidades y grupos académicos.

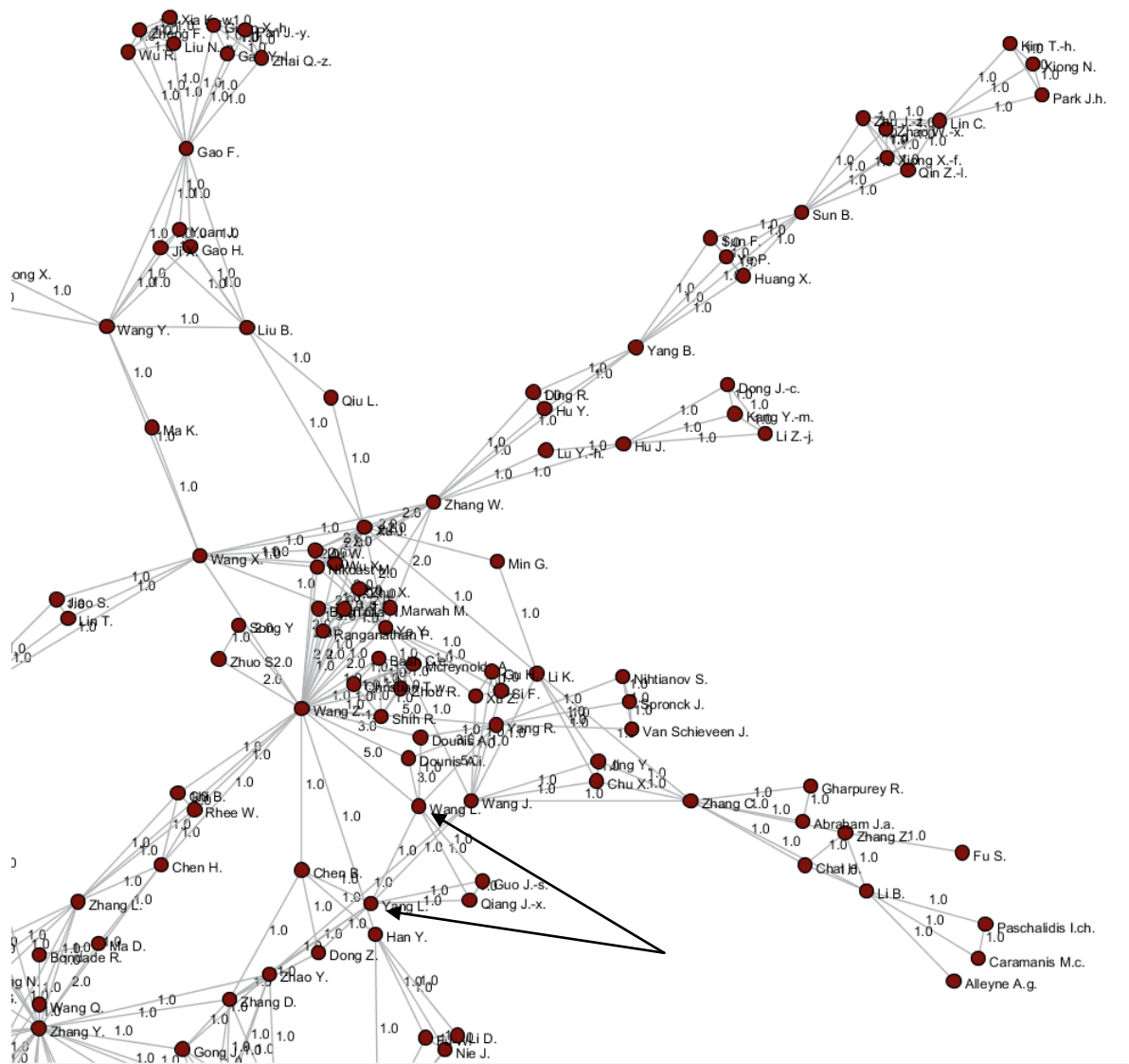
Ilustración 33. Red completa y principal de co-autores



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 34 de coautores se logra evidenciar los autores que más poseen artículos, WANG L y YANG L cada uno con cuatro artículos, tienen la característica de trabajar juntos, además su red es bastante amplia lo que podría permitir la realización de nuevas investigaciones de manera rápida, ya que se observa una red bastante interesante y unida.

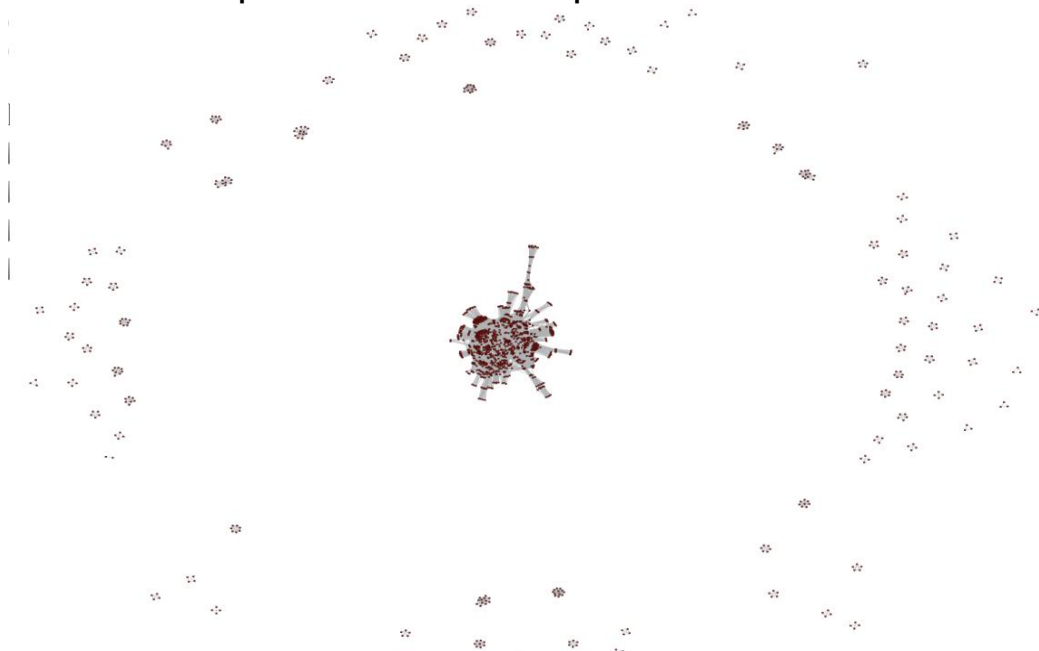
Ilustración 34. Red de algunos co-autores



Fuente: Elaboración propia

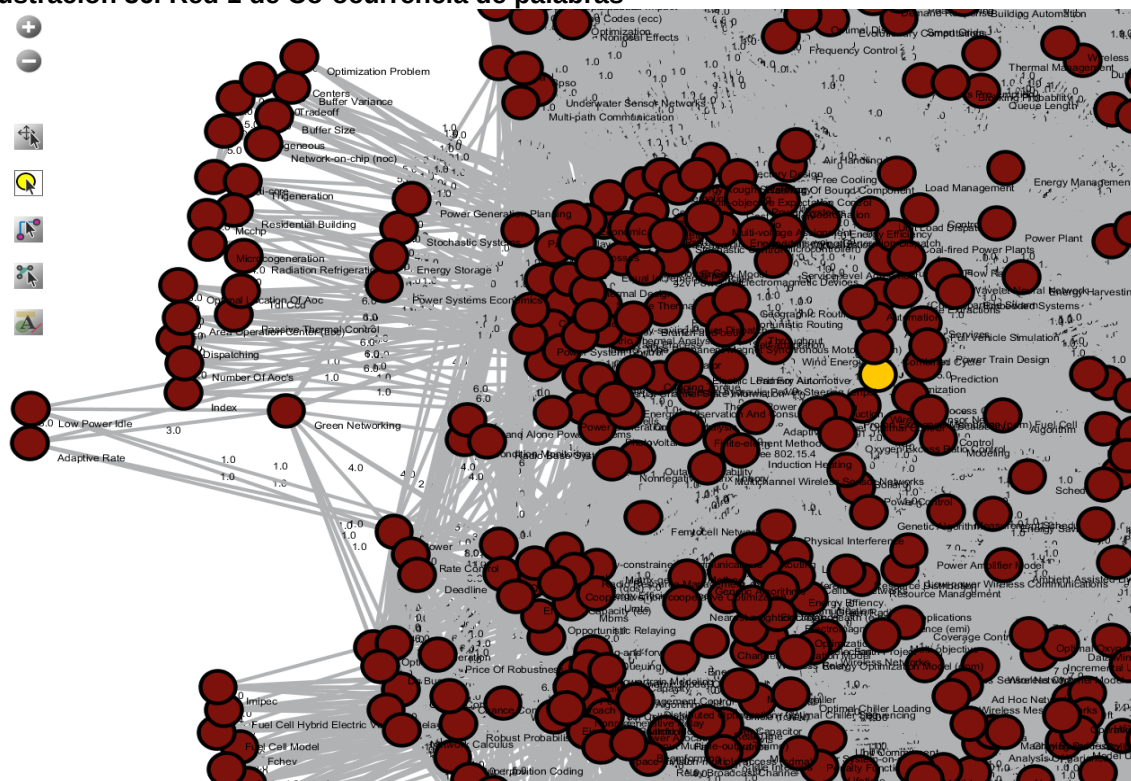
La red principal de correlación de palabras se encuentra bastante saturada, por tal motivo se pueden observar palabras como: Predicción, energía de viento, ruteo geográfico, robust probabilities, Price of robustness, power generation, radical refrigeration, entre otras más de 200 palabras de interés (Ver ilustración 35 y 36).

Ilustración 35. Red completa de Co-ocurrencia de palabras



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 36. Red 1 de Co-ocurrencia de palabras



Fuente: Elaboración propia

3.6.4 Técnicas digitales avanzadas

Las técnicas digitales han traído grandes cambios en la forma de producción y servicio de las grandes empresas. Estos cambios no sólo han influenciado la parte tecnológica, sino que además han expandido las posibilidades creativas a límites inimaginables.

Durante décadas se utilizaron todo tipo de técnicas manuales, o de simulaciones muy costosas, como por ejemplo la maquetación realista y los animatronics, los cuales en la mayoría de los casos de hoy día son substituidas por métodos digitales.

En la actualidad se han generado nuevas tendencias estéticas en el mundo debido al crecimiento de la creación digital y de la síntesis de las imágenes mediante procedimientos digitales.

De esta forma, estos acontecimientos significativos llevaron a que la utilización de computadoras en el cine, la televisión, la publicidad, la industria, etc. fueran implementados en el mercado por completo.

La masificación de los procesos debido a la disminución en los costos y el fácil acceso a la nueva tecnología hicieron que la realización de proyectos basados en técnicas digitales tuviera toda una nueva serie de vertientes, y también que se creciera en los aspectos educativos, de experimentación y artísticos.

De ahí que se considere que la influencia de las técnicas digitales ha sido si no la más importante, en definitiva una de las influencias más grandes sobre la forma de producir y de trabajar en la industria de las imágenes en movimiento y, promete ser, una de las más importantes en el futuro.

Resultados

Etapas de planeación: Factores Críticos de Vigilancia

Tabla 35. Etapa de planeación – FCV

TEMA	PREGUNTAS CLAVE	RESTRICCIONES	PALABRAS CLAVE
ELECTRÓNICA	¿Cuál es el volumen de publicaciones al año en Técnicas digitales avanzadas?	Publicaciones desde el 2009	Digital techniques, Digital images, Digital technology, Algorithms, Design, Image processing, Computer simulation, Advanced technology, Imaging systems, Digital integrated circuits.
	¿Cuáles son los autores con mayor número de publicaciones en Técnicas digitales avanzadas?		
	¿Cuáles son las instituciones con mayor número de publicaciones en Técnicas digitales avanzadas?,		
	¿Cuál es la correlación de palabras que marca tendencia en Técnicas digitales avanzadas?		

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar cuáles son las preguntas que se desean resolver con el ejercicio de vigilancia tecnológica, se procede a seleccionar las fuentes de información y las bases de datos apropiadas para seguir con el ejercicio, sin embargo como se busca que la herramienta sea de fácil acceso a las empresas, se ha seleccionado la base de datos scopus, que poseen las universidades públicas del país y se pueden acceder desde los campus universitarios.

A partir de lo anterior, se desarrolló la ecuación de búsqueda y se utilizó para proceder con la etapa de análisis de la información con el software gratuito Sci².

En la Tabla 36 se presenta la ecuación de búsqueda y otros datos de gran relevancia.

Tabla 36. Bitácora de búsqueda

Fuente	Ecuación de búsqueda	Resultados	Pertinencia
Scopus	TITLE-ABS-KEY(advanced digital techniques) AND SUBJAREA(mult OR ceng OR CHEM OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phys) AND PUBYEAR > 2008 AND (EXCLUDE(PUBYEAR, 2013)) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENGI")) AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "SOCI")) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENGI") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "COMP") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "MATE")) AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "PHYS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "EART") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BIOC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MEDI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CENG") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PHYS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "EART") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BIOC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MEDI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CENG") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CHEM") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ENVI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BUSI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "AGRI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "HEAL") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ARTS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "DECI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "IMMU"))	335	Alta

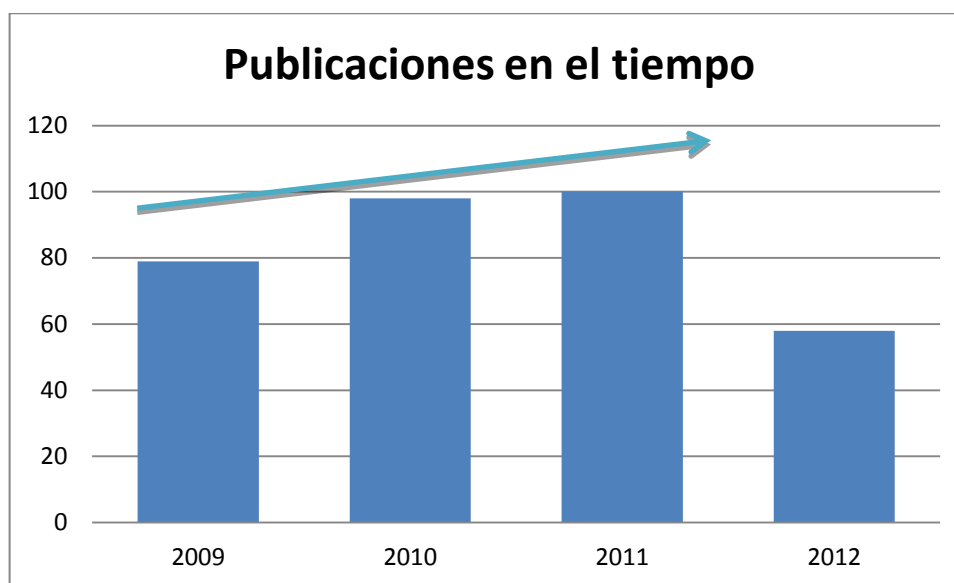
Fuente: Elaboración propia

Resultados de la búsqueda

Según los resultados arrojados por Scopus al introducirle la respectiva ecuación de búsqueda, se lograron construir diversas gráficas y tablas para un análisis concreto.

En la Ilustración 37, se aprecia que el año donde se han desarrollado mayor número de artículos científicos en torno al tema de Técnicas digitales avanzadas, fue el 2011, ya que el año en curso no han terminado de generar las publicaciones pertinentes, además el tema ha ido en crecimiento para esta ecuación de búsqueda.

Ilustración 37. Publicaciones en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 37, algunas de las palabras clave que tienen mayor validez en el momento de analizar este tema son Design y signal processing indicando que Diseño es el tema más relevante. Sin embargo hay unos temas muy interesantes que se evidenciaron en la búsqueda como lo son 3D, CMOS circuitos integrados, Correlación de imágenes digitales y Algoritmos en donde pueden existir avances significativos para el área.

Tabla 37. Palabras clave

PALABRAS CLAVE	ARTÍCULOS
Design	47
Signal processing	41
Three dimensional	26
CMOS integrated circuits	23
Digital image correlations	21
Algorithms	20
Image processing	20
Digital integrated circuits	19
Technology	19
Digital devices	18

Fuente: Elaboración propia

Dada la Tabla 38, la institución que más publicaciones ha desarrollado en torno al tema es STMicroelectronics localizada en Suiza.

Tabla 38. Instituciones con mayor número de publicaciones

INSTITUCIONES	ARTICULOS
STMicroelectronics	5
Oakland University	4
Tsinghua University	4
Delft University of Technology	3
Louisiana State University	3
CEA LETI	3
Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology	3
Conseil national de recherches Canada	3
The University of British Columbia	3
National Chiao Tung University Taiwan	3

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la Tabla 39, los autores encontrados para esta ecuación de búsqueda publicaron en el período 2009-2012 la misma cantidad de artículos.

Tabla 39. Autores con mayor número de publicaciones

AUTORES	ARTICULOS
Kostopoulos,	3
X.	3
Huang, G.	3
Jaffari, J.	3
Panopoulou, A.	3
Roulías, D.	3
Schajer, G. S.	3
Wu, H. C.	3
Xue, Z.	3
Yan, B.	3

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la Tabla 40, el país con mayor número de artículos publicados en torno al tema es Estados Unidos y el segundo puesto tomado por China.

Tabla 40. Países con mayor número de publicaciones

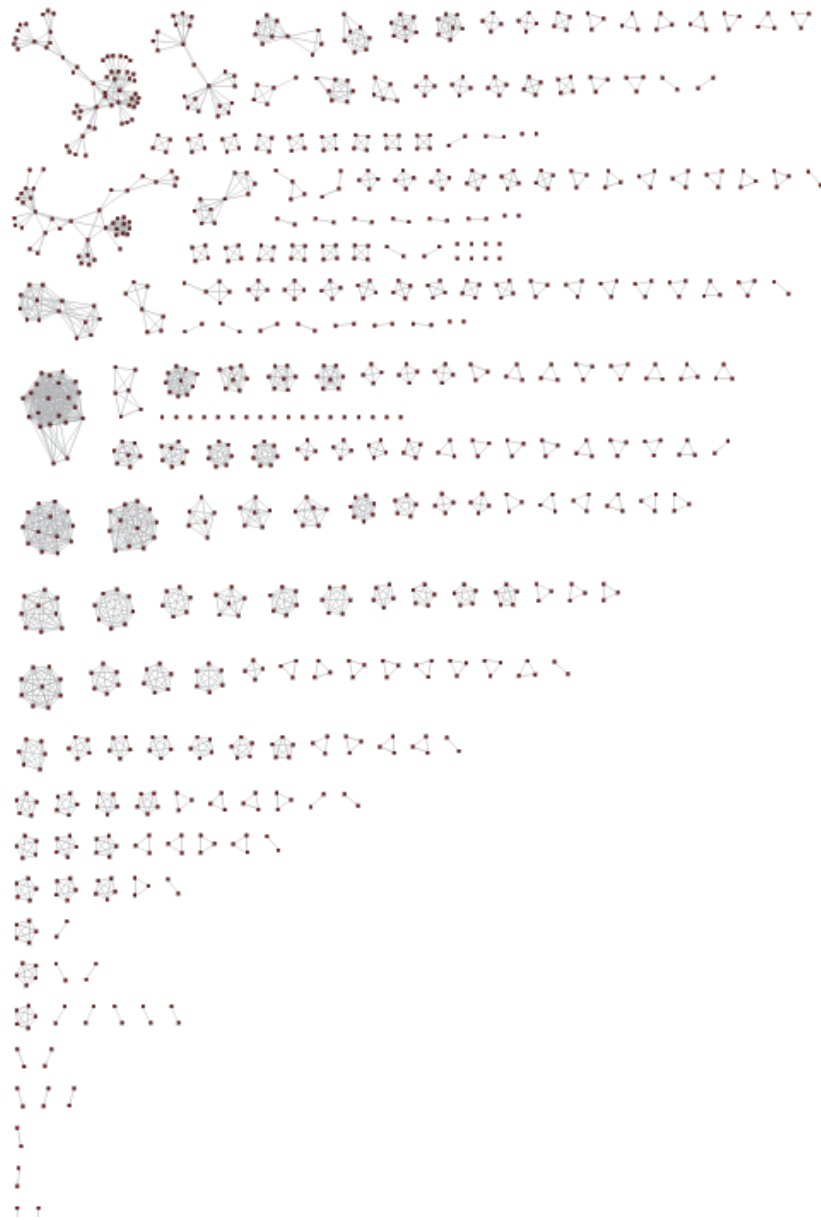
PAÍS	ARTÍCULO
United States	87
China	56
Taiwan	22
Canada	21
Italy	18
France	17
United Kingdom	15

Germany	15
India	13
South Korea	11

Fuente: Elaboración propia

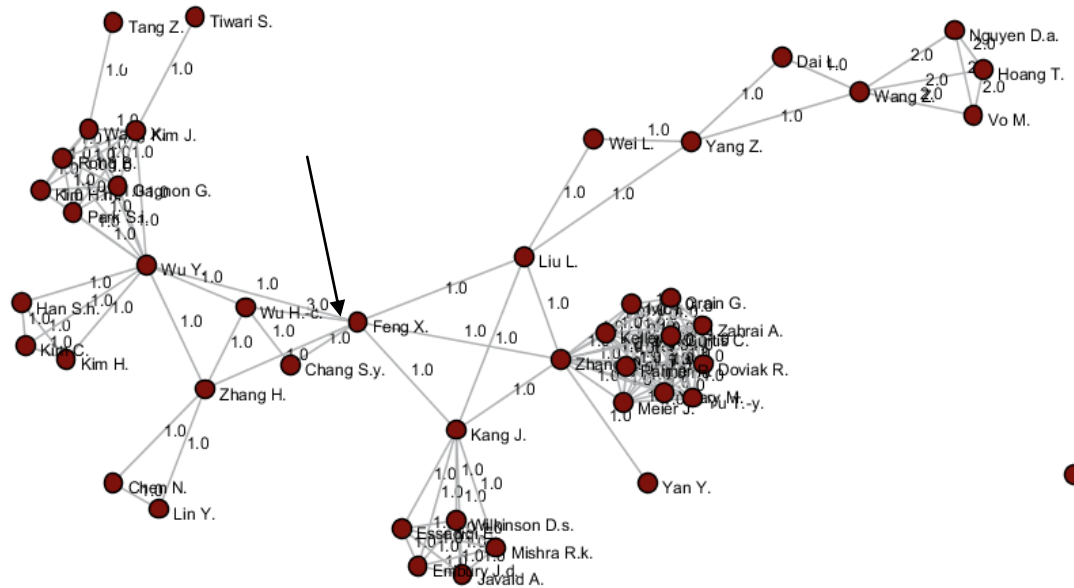
En la Ilustración 38, se aprecia la red de co-autores, en la cual se identifica el mismo comportamiento que en los autores, ya que estos generalmente, no se relacionan en gran medida y si lo hacen es con sus mismas universidades y grupos académicos.

Ilustración 38. Red principal y completa de co-autores



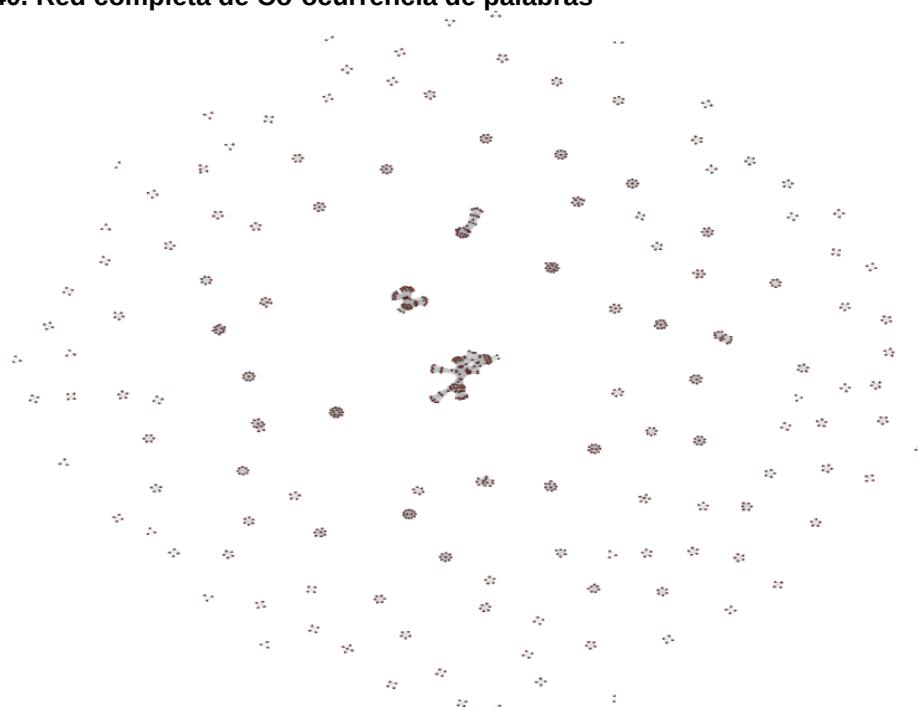
Fuente: Elaboración propia.

El autor FENG X es uno de los posee más artículos tal como se muestra en la ilustración 39. Se puede observar también que es un autor articulador entre diversos grandes grupos, su importancia radica en el volumen de artículos que genera y en la posibilidad de relacionamiento de este.



A continuación en la Ilustración 40, se presenta la gráfica de co-ocurrencia de palabras.

Ilustración 40. Red completa de Co-ocurrencia de palabras



Fuente: Elaboración propia

La palabra SIGNAL PROCESSING se encuentra en una red bastante articulada según la Ilustración 41, además está relacionada con la palabra image processing, digital imaging techniques, reciprocating processing, composite materials, computer radiographi, entre otras.

Tabla 41. Lista de hipótesis

Lista de hipótesis			
N°	Título largo	Título corto	Descripción
1	Líneas PHD > 6	PDH>6	El número de líneas del doctorado en i
2	50% grupos en A o A1	GruposAA	El 50% de los grupos de investigación
3	Mayor número de matriculados	>matricula	Superar los 874 estudiantes nuevos ob
4	En total, el acumulado de docentes qu	Pasantías	En total, el acumulado de docentes qu
5	Los ingresos por actividades de transf	Transferen	Los ingresos por actividades de transf

© LIPSOR-EPTA-PROB-EXPERT

Fuente: Elaboración propia

Las hipótesis descritas son:

- El número de líneas del doctorado en ingenierías al 2020 será superior a 6
- El 50% de los grupos de investigación estarán clasificados en las dos mayores categorías de Colciencias (A y A1) al 2020
- Superar los 874 estudiantes nuevos obtenidos en el 2005 en la escuela (en el 2010 se matricularon 670)
- En total, el acumulado de docentes que al 2020 realizarán pasantía en la industria será de 40, y un 30% de los estudiantes de octavo, noveno y décimo semestre
- Los ingresos por actividades de transferencia serán equivalentes al 30% de ingresos por matrículas en la escuela.

El número de personas que respondió fue 2 y se relacionan en la tabla 42:

Tabla 42. Lista de expertos

Lista de expertos				
N°	Apellido	Nombre	Grupo	Peso
1	Gañan	Piedad	Directo	10
2	Castrillo	Fabio	Directo	10

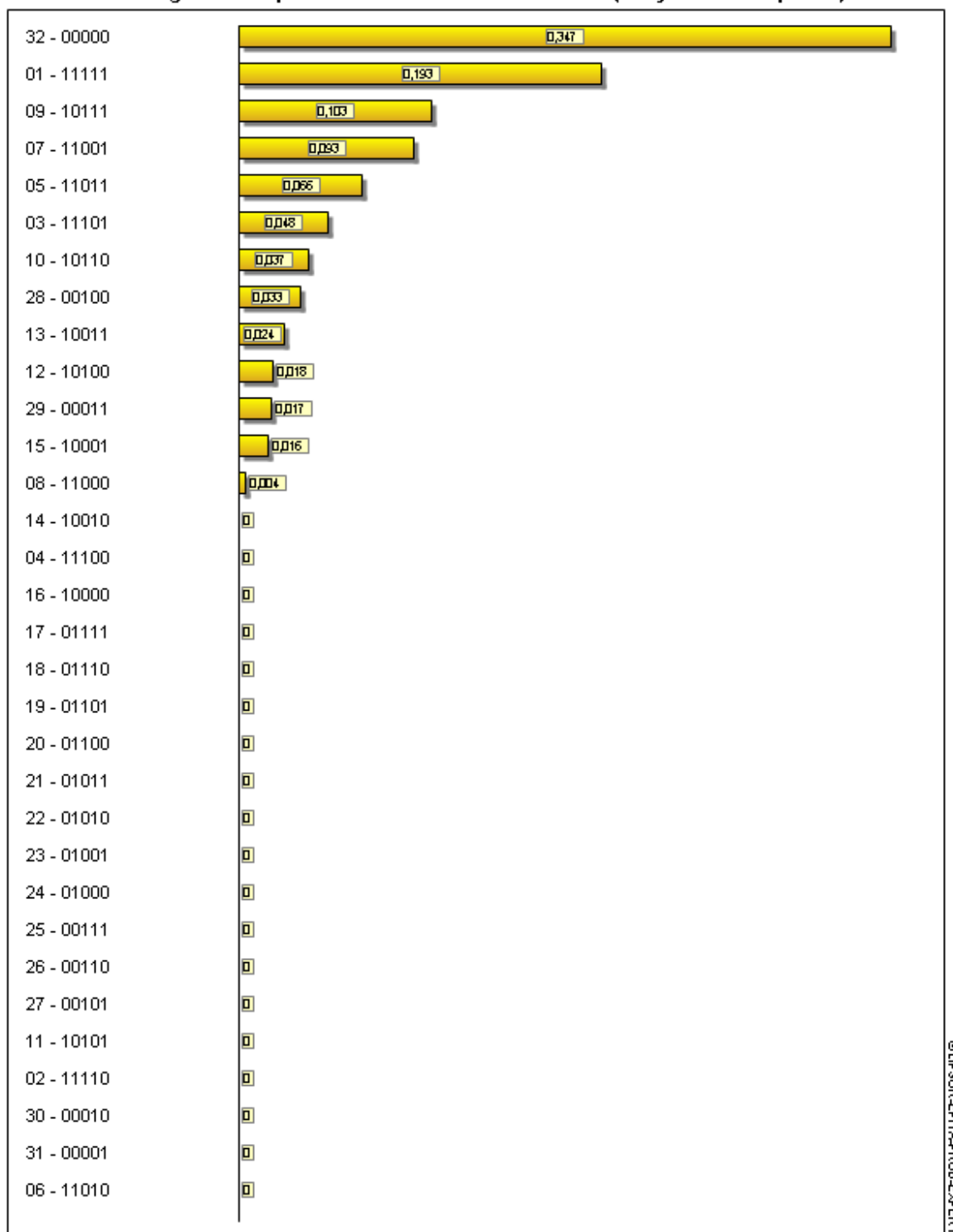
© LIPSOR-EPTA-PROB-EXPERT

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 42 podemos observar las probabilidades de escenarios de la Escuela de ingenierías al año 2020.

Ilustración 42. Probabilidades de escenarios de la Escuela de ingenierías UPB 2020

Histograma de probabilidad des los escenarios (Conjunto de expertos)



Fuente: Elaboración propia

Escenarios probables

Los escenarios que se califican como probables son aquellos cuya probabilidad acumulada es del 80% aproximadamente.

La interpretación de los escenarios se hace leyendo las combinaciones de 1s y 0s, teniendo en cuenta que un 1 significa que la hipótesis (o estado del eje) se cumple como se planteó en al inicio del ejercicio.

Para la Escuela de ingenierías los escenarios más probables son los siguientes:

11111. Todas estas hipótesis se cumplen con 34% de Probabilidad
00000. Ninguna de estas hipótesis se cumple con 19% de Probabilidad.

Lectura de los escenarios

Para la lectura del significado de cada escenario se muestra una descripción visual del significado de cada posición en el código del escenario, donde un cero (0) en esa posición significa que el eje no estará en una situación buena y un uno (1) significa que el eje si estará en un estado bueno.

Escenario 01 - 11111: ESCENARIO IDEAL

En el 2020 la escuela de ingenierías tendrá más de 6 líneas de doctorado y los Grupos de investigación estarán clasificados en las dos mayores categorías de Colciencias (A y A1).

Además, el número de estudiantes que ingresará será mayor o aproximadamente igual a 874. Por otro lado, gracias a las actividades de transferencia la universidad logrará incrementar sus ingresos en más de un 30% por concepto de matrículas y por esto los docentes y estudiantes podrán hacer pasantías en las empresas.

Escenario 32 - 00000: ESCENARIO PESIMISTA

En el 2020 la escuela de ingenierías mantendrá el número actual de líneas de doctorado y los Grupos de investigación no tendrán ningún cambio importante.

Además, el número de estudiantes que ingresará será inferior a 874. Por otro lado, la universidad no logrará incrementar sus ingresos por concepto de matrículas con las actividades de transferencia y por tal motivo los docentes y estudiantes no podrán hacer pasantías en las empresas.

3.8 PERFIL DEL INGENIERO AL AÑO 2020

El ingeniero del 2020 debe tener la capacidad de adquirir nuevo conocimiento, identificar y entender nuevos problemas, interpretar las necesidades sociales y de responder a ellas con soluciones fundadas en la comprensión y el dominio de las ciencias, las matemáticas, la tecnología y los métodos de la Ingeniería.

Un ingeniero capaz de emplear la creatividad y el pensamiento crítico, que sea un líder y guía en la sociedad donde se desenvuelva en lo que respecta a la identificación, apropiación, uso y generación de la tecnología que mejor contribuya a su avance sostenible. Además de lo anterior, que promueva la creación e impulso de empresas de base tecnológica y que su liderazgo contribuya al desarrollo empresarial del país.

Joaquín Oramas, sugirió el siguiente perfil general para el ingeniero del año 2020: en la XXVI Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, de ACOFI 2006.

- Crear ambientes en los que el diseño y promoción de actividades y situaciones de aprendizaje, propicien el desarrollo del potencial intelectual de los individuos.
- Desarrollar la capacidad para enfrentar la realidad de forma reflexiva, crítica y constructiva, con grandes dosis de autonomía y autodeterminación.
- Identificar plenamente los ejes transversales que afectan las situaciones más problemáticas o socialmente relevantes de la zona, lugar, país, región, o del mundo.
- Desarrollar la capacidad de enfrentar los problemas con la ingeniosidad.
- Adquirir la capacidad de *aprender a aprender* que le permita enfrentar con éxito la situación cambiante de la realidad y adaptarse rápidamente, y de modo innovadora las problemáticas que se les presenten, propia de los ingenieros y con la habilidad de actuar de manera interrelacionada e interdisciplinaria.

En la XXVI Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, de ACOFI 2006, Ricardo Smith, profesor de la Universidad Nacional, en conferencia presentada propuso también como retos que se imponen a los futuros ingenieros los siguientes:

- Proliferación de Información.

- Desarrollo tecnológico multidisciplinario: Actualmente la clave está en atacar problemas que no tienen una clara frontera disciplinar, desde un trabajo multidisciplinario.
- Mercados globalizados: Las industrias que no puedan competir en un mercado internacional, difícilmente sobrevivirán en un mercado doméstico.
- Medio ambiente puesto en peligro: El antiguo paradigma industrial de producir cada vez más para ahorrar más, ya no puede ser el único. Deben respetarse los acuerdos y convenios internacionales sobre calidad de vida. La rentabilidad industrial debe estar soportada en el desarrollo sostenible.
- Responsabilidad social emergente: Corresponde a los científicos e ingenieros participar en los procesos de decisión y orientar a los políticos, sobre todo en materia de salud, higiene y seguridad industrial, vivienda, e infraestructura de transporte.
- Estructuras corporativas participativas: Las compañías en diferentes sociedades, se están moviendo hacia estructuras que favorecen una mayor participación de los individuos en los procesos de decisión (círculos de calidad), pequeños grupos de planeación, sesiones de resolución de problemas) y, en consecuencia, asumir las responsabilidades que se derivan de esas decisiones.
- Cambio rápido.: Los planes de estudio que traten de mantenerse actualizados al ritmo de la práctica industrial, proveyendo cursos en la “nueva tecnología”, serán ineficaces (una vez el estudiante haya sido entrenado en la nueva tecnología, ésta habrá cambiado).

Los planteamientos anteriores evidencian la necesidad de la modernización curricular de los programas de Ingeniería que se ofrecen en la facultad de la Universidad Pontificia Bolivariana, atendiendo los contextos regionales, nacionales e internacionales y así mismo referentes y tendencias, nacionales e internacionales.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo presentado es una herramienta gerencial que permite a los entes administrativos de la Universidad Pontificia Bolivariana y a la Escuela de ingenierías, tomar decisiones y ejecutar acciones de cara a los retos a los que enfrentará dicha Escuela al año 2020.

Para el estudio del sistema de la Escuela de ingenierías mediante análisis estructural, fueron encontradas 177 variables, de las cuales 13 resultaron estratégicas para impactar positivamente el desarrollo de la Escuela. El sistema tiene alta influencia, lo cual se puede visualizar con una acumulación de variables en los cuadrantes superiores de los planos de motricidad y dependencia hallados con el análisis MIC-MAC. Esta influencia hace que al agrupar las variables en ejes estratégicos o líneas de acción, estos estén fuertemente ligados, lo cual se evidencia en los resultados de la construcción de escenarios, en la que los escenarios con mayor probabilidad son: en primer lugar el escenario ideal, en el que se cumplen todas las hipótesis para el año 2020 con una probabilidad de 34% y en segundo lugar el escenario pesimista, en el que ninguna de las hipótesis se cumple con una probabilidad de 19%.

Una conclusión importante es que dado que la Investigación Básica y la Investigación Aplicada son clave para un escenario optimista en el año 2020, la Escuela de ingenierías debe migrar a un esquema en el que la investigación sea un pilar fundamental, que permita el relacionamiento de la Escuela de ingenierías con el Sistema Nacional de Innovación que pretende propiciar la interacción entre la Universidad, la Empresa y el Estado (a través de COLCIENCIAS). De esta forma los Grupos de Investigación podrán alcanzar una categoría A y A1 en Colciencias.

Como parte del análisis del sistema se realizaron propuestas estratégicas para la Escuela de ingenierías que se encuentran consignadas en el informe final del estudio de prospectiva y que buscan potencializar aquellos aspectos en los que la escuela ha alcanzado un alto nivel de desarrollo y mejorar en aquellos que resultan relevantes luego del análisis estructural y sobre los cuales no se han emprendido acciones en la actualidad. Las estrategias generales están enmarcadas en los objetivos de la escuela. Los objetivos con sus respectivas estrategias pueden ser incluidos en los planes de trabajo de la Escuela de ingenierías y en general están enfocados en las siguientes líneas:

- Motivación: Estimular desde la educación media el interés para estudiar ingenierías.
- Disminuir los precios altos de inscripción que posee la Universidad.
- Conseguir recursos físicos para mejorar la infraestructura.

- Transformación curricular de los programas de ingenierías con el fortalecimiento de actividades, programas y proyectos de extensión académica, la transferencia de conocimiento y los servicios de la Escuela de ingenierías.
- Estimular el trabajo interdisciplinar con definición de ejes temáticos.
- Estimular la movilidad de docentes internacionales.
- Estimular la movilidad de estudiantes con universidades. La movilidad académica de docentes y estudiantes se puede lograr a través de convenios con universidades nacionales e internacionales y participación en los sectores productivos en fases de diseño, modelamiento, simulación y optimización en proyectos empresariales.
- Definir las políticas institucionales para la creación de spin off
- Definición de políticas institucionales para hacer transferencia y divulgación.
- Consecución de recursos nuevos para investigación básica y aplicada (I+D), para lo cual es indispensable la creación y dotación de laboratorios con paquetes de software que faciliten la experimentación, aplicación de conceptos en situaciones reales y que posibiliten el trabajo en red, no sólo con las facultades de la UPB, sino con redes de investigación a nivel nacional e internacional, apostando a la generación de nuevo conocimiento, a la aplicación de éstos en proyectos empresariales y a la explotación y apropiación de distintas herramientas y metodologías que incrementen el impacto de la Escuela en su área de influencia.
- Estimular el desarrollo de eventos internacionales organizados por la escuela de ingenierías.

De la evaluación de los actores frente a los objetivos podemos concluir que el objetivo que posee más contradictores es el de disminuir los precios de inscripción.

Por otro lado, teniendo en cuenta el Histograma de la implicación de los actores sobre los objetivos, cabe resaltar la importancia de dos variables clave del sistema: La movilidad tanto de docentes como de estudiantes internacionales.

Las dos variables tienen una estrecha relación e importancia ya que permiten la difusión de conocimientos al interior de la universidad generando programas de movilidad académica, lo que permite establecer convenios con Universidades, grupos de investigación y a su vez con empresas.

La relación entre la Universidad y la Empresa trae consigo grandes beneficios, pues permiten a la Universidad generar conocimiento aplicado y pertinente para la resolución de las necesidades de la región y el país, a las empresas les permite acelerar sus procesos de innovación y desarrollo o apropiación de nuevas tecnologías y adicionalmente se favorece la participación del Estado a través de políticas de financiación y cofinanciación para proyectos de alto impacto sobre las líneas que el país define como estratégicas para su crecimiento.

Metodológicamente se puede concluir que las herramientas utilizadas a lo largo del desarrollo del estudio prospectivo se complementan apropiadamente, dado que permiten visualizar escenarios de futuro y entregan el insumo básico para la construcción de una herramienta que facilite la evaluación de políticas que permitan conseguir el escenario que apuesta la Escuela de ingenierías en el 2020.

La Escuela de ingenierías, dado el carácter transversal de las Áreas de Matemáticas, Física y Química, debe propender por una mayor interacción con otras facultades como las Ciencias Estratégicas, Arquitectura y Diseño y también desarrollar programas que generan alto impacto social a través de la Extensión Académica.

Por otro lado, el problema principal de los estudios de Vigilancia tecnológica fue identificar herramientas gratuitas que permitieran realizar estudios cuantitativos y que no tuvieran ningún costo, excepto los de aprendizaje y apropiación de la tecnología, como lo son: R, Weka, Network Workbench, Science of Science, BibExcel, entre otros y se aplicaron dichas herramientas en cuatro casos prácticos, Aerodinámica subsónica, Técnicas digitales avanzadas, Software y equipo en control y optimización de consumo e Inteligencia de negocios, cuatro ciencias que prometen ser muy importantes en el futuro. Finalmente se utilizó una herramienta gratuita y algunas tendencias en lo que respecta a estas cuatro tecnologías.

El software gratuito Science of Science, desarrollado por la Universidad de Indiana, ofrece características muy interesantes que permiten obtener resultados para un estudio cuantitativo y por lo tanto un apoyo al ciclo de vigilancia tecnológica; pero requiere un adecuado entrenamiento para el aprovechamiento de su potencialidad.

En torno al caso práctico del estudio de Ingeniería aeronáutica, se concluye que China es el líder en producción científica en lo que respecta a Aerodinámica subsónica, contando con la participación de instituciones universitarias e investigadores de la región líderes en el tema. Por lo tanto, si se desea tener avances en Colombia frente a esta temática, es apropiado apoyarse en un proceso de transferencia tecnológica con Northwestern Polytechnical University.

Tomando la red principal de co-autores y los datos bibliométricos acerca del autor que más publicaciones realiza, es claro que Gu, J.N. es el autor que más publicaciones ha hecho y el que contiene una mayor red de colaboradores en el desarrollo de artículos científicos alrededor de Aerodinámica subsónica.

Para la red de co-ocurrencia de términos, las posibles asociaciones temáticas que se pueden desarrollar son demasiadas, pero acorde a los datos bibliométricos sobre palabras clave, los lazos más fuertes deben estar más ligados a los términos de Subsonics Aerodynamics, Drag, Drag prediction, Mach number y Subsonic speed.

En torno al caso práctico del estudio de Ingeniería informática, se concluye que Estados Unidos es el líder en producción científica en lo que respecta a Inteligencia de negocios, contando con la participación de instituciones universitarias e investigadores líderes en el tema. Por lo tanto, si se desea tener avances en Colombia frente a esta temática, es apropiado apoyarse en un proceso de transferencia tecnológica con la Universidad de Arizona.

Tomando la red principal de co-autores y los datos bibliométricos acerca del autor que más publicaciones realiza, es claro que GALAR, D. es el autor que más publicaciones ha realizado y el que contiene una mayor red colaboradores en el desarrollo de artículos científicos alrededor de Inteligencia de negocios.

Para la red de co-ocurrencia de términos acorde a los datos bibliométricos sobre palabras clave, los lazos más fuertes deben estar más ligados a los términos de Decision support systems, Artificial intelligence, Decision making y Decision theory.

Para el estudio de Ingeniería eléctrica, se concluye que China es el líder en producción científica en lo que respecta a Software y equipo para control y optimización de energía, contando con la participación de instituciones universitarias e investigadores de la región líderes en el tema. Por lo tanto, si se desea tener avances en Colombia frente a esta temática, es apropiado apoyarse en un proceso de transferencia tecnológica con Chongqing University.

Tomando la red principal de co-autores y los datos bibliométricos el autor que más publicaciones realiza es WANG, L. con una mayor red colaboradores en el desarrollo de artículos científicos alrededor de Software y equipo para control y optimización de energía.

Para la red de co-ocurrencia de términos acorde a los datos bibliométricos sobre palabras clave, los lazos más fuertes deben estar más ligados a los términos de Optimization, Energy utilization, Power consumption, Algorithms y Energy efficiency.

Y por último, en el caso de estudio de Ingeniería electrónica, se concluye que Estados Unidos es el líder en producción científica en lo que respecta a Técnicas digitales avanzadas, contando con la participación de instituciones universitarias e investigadores líderes en el tema. Por lo tanto, si se desea tener avances en Colombia frente a esta temática, es apropiado apoyarse en un proceso de transferencia tecnológica con STMicroelectronics.

Tomando la red principal de co-autores y los datos bibliométricos acerca del autor que más publicaciones realiza, es claro que KOSTOPOULOS, V. es el autor que más publicaciones ha hecho y el que contiene una mayor red colaboradores en el desarrollo de artículos científicos alrededor de Técnicas digitales avanzadas.

Para la red de co-ocurrencia de términos, las posibles asociaciones temáticas que se pueden desarrollar son demasiadas, pero acorde a los datos bibliométricos sobre palabras clave, los lazos más fuertes deben estar más ligados a los términos de Design, Signal processing, Three dimensional, CMOS integrated circuits y Digital image.

Por otro lado, sobre el estudio de vigilancia tecnológica podemos anotar que es importante tener una capacitación para el uso del software, ya que no es fácil de utilizar ni de interpretar, además la adquisición de la base de datos no es nada fácil ya que hay que realizar una muy buena ecuación de búsqueda y de allí exportar está a un archivo separado por comas y luego ingresarlo al software, y no necesariamente el software lo comprenda y se tenga que realizar un proceso de limpieza de los datos para que este lo pueda recibir.

Además el software gratuito no obtiene la información de manera automática y por esto puede hacer que un empresario de una pequeña o mediana empresa tenga dificultades para su uso.

Es mejor poseer personal entrenado en una universidad o un centro de investigación que apoye a los empresarios en el ejercicio de la vigilancia tecnológica.

Se requiere de computadores potentes para realizar análisis de grandes volúmenes de información.

Como recomendación final, este estudio prospectivo debe ser actualizado y de forma proactiva la Escuela de ingenierías debe emprender programas para cerrar las brechas entre el estado actual de las líneas estratégicas y la visión al año 2020 de acuerdo a los retos planteados por los resultados del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Colombiana de Universidades [ASCUN] (2006). *Estudios sobre la educación superior en Colombia*. Bogotá: ASCUN.
- Balaraman, S. y Venkatakrishnana, K. (1980) Identifying Engineering Education Goals and Priorities for the future: an experiment with the Delphi Technique. *Higher Education*. Amsterdam. 9, 53-67.
- Bordogna, J. (1996) El ingeniero del futuro. El integrador maestro. *Conferencia mundial sobre educación en ingeniería*. Bogotá: ACOFI. 7- 12.
- Builes Restrepo, C.A. y Manrique Henao, J.A. (2000) *Las prioridades investigativas en ingeniería mecánica: un estudio prospectivo en Antioquia*. (Trabajo de grado Ingeniería). Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de ingenierías. Facultad de Ingeniería Mecánica.
- Castilla, A. (1988). Construcción de Escenarios mediante integración de Técnicas de Prospectiva: Delphi, Impactos Cruzados, y Modelización en Ordenador. *Alta Dirección*. 24 (137), 32-48.
- De Jouvenel, H. (1992). *Prospectiva de la ingeniería y su vinculación con la sociedad*. Ciudad de México: Futuribles.
- De Jouvenel, H. (1997). Métodos de investigación prospectiva para la toma de decisiones. *En*: Ortegón, E. y Medina, J. *La prospectiva: Construcción social del futuro*. Santiago de Cali: Universidad del valle- ILPES. 92-107.
- De Mosquera, I. (1998). *Destino Colombia: Planeación Prospectiva por Escenarios*. Recuperado de <http://destinocolombia.norma.net/abajo.htm>
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación [COLCIENCIAS] (1995). *Ciencia y Tecnología para un desarrollo sostenible y equitativo*. Santafé de Bogotá: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción: Manual de prospectiva y estrategia*. Buenos Aires: Alfaomega- Marcombo.
- Godet, M. et al. (2008). *Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica*. Recuperado de <http://www.cnam.fr/lipsor/lips/conferences/data/bo-lips-esp.pdf>

- González Henao, L. y Hazbon Álvarez, O. (s.f.) *La aerodinámica como parte esencial del estudio en la aeronáutica*. Recuperado de [http://kosmos.upb.edu.co/web/uploads/articulos/\(A\) Elaboracion Notas de Curso Aerodinamica Subsonica y Supersonica kWXtkh.pdf](http://kosmos.upb.edu.co/web/uploads/articulos/(A) Elaboracion Notas de Curso Aerodinamica Subsonica y Supersonica kWXtkh.pdf)
- Gutierrez, L.J. (2008). *Las prioridades investigativas en Ingeniería Informática: un estudio prospectivo en Antioquia*. (Trabajo de grado ingenierías). Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingenierías. Maestría Gestión Tecnológica.
- Herrera Vargas, J.F. y Bedoya Correa, S.M. (2011). *Prioridades investigativas en Gestión Tecnológica*. (Trabajo de grado ingenierías). Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería informática.
- International College & Universities (2012). *Top 100 Universities and Colleges in Latin America*. Recuperado de <http://www.4icu.org/topLatin-America/>
- Konow, I. y Perez, G. (1990). *Métodos y Técnicas de investigación Prospectiva para la toma de decisiones*. Santiago: Fundación de Estudios Prospectivos (FUNTURO).
- Listone, H. y Turoff, M. (1975). *The Delphi method: techniques and applications*. London: Addison – Wesley.
- Manual De Frascati (1993). Medición de las actividades científicas y tecnológicas, propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. *Revista Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OCDE*.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural (2008). *Estudios de vigilancia tecnológica aplicados a cadenas productivas del sector agropecuario colombiano*. Bogotá: Ministerio de agricultura y desarrollo rural.
- Palop, F. y Sánchez, J. (2011). *Herramientas de Software especializadas para Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva*. Recuperado de <http://www.delfos.co.cu/boletines/bsa/PDF/15 Herramientas de Software.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia (2008). *Ciencia tecnología e innovación, la autopista para el siglo XXI*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Universidad pontifica bolivariana (2007). *La estrategia genérica y sus objetivos prospectivos-estratégicos hacia el año 2015*. Medellín: UPB.

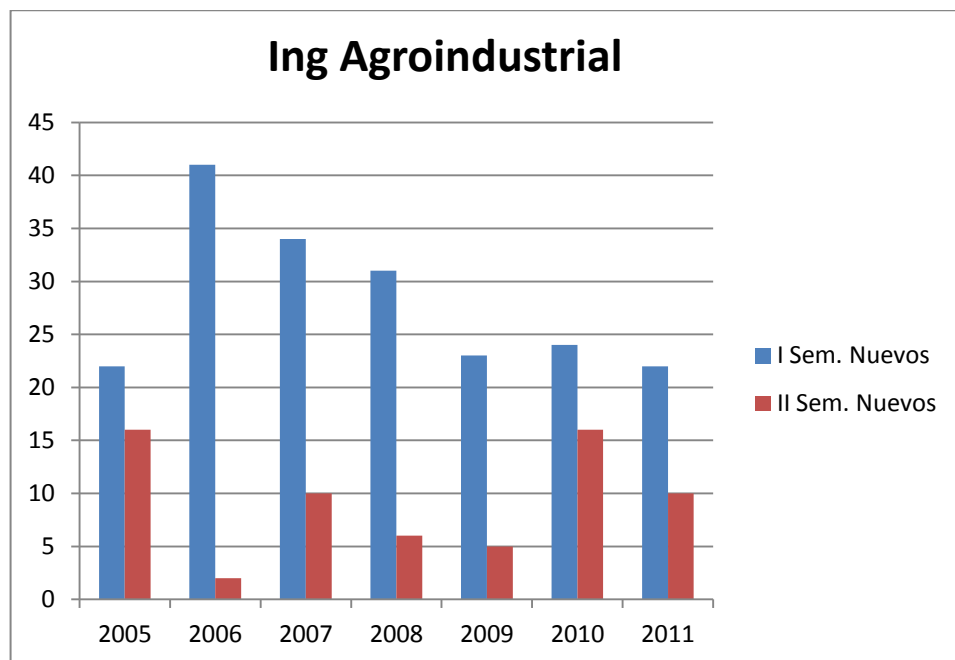
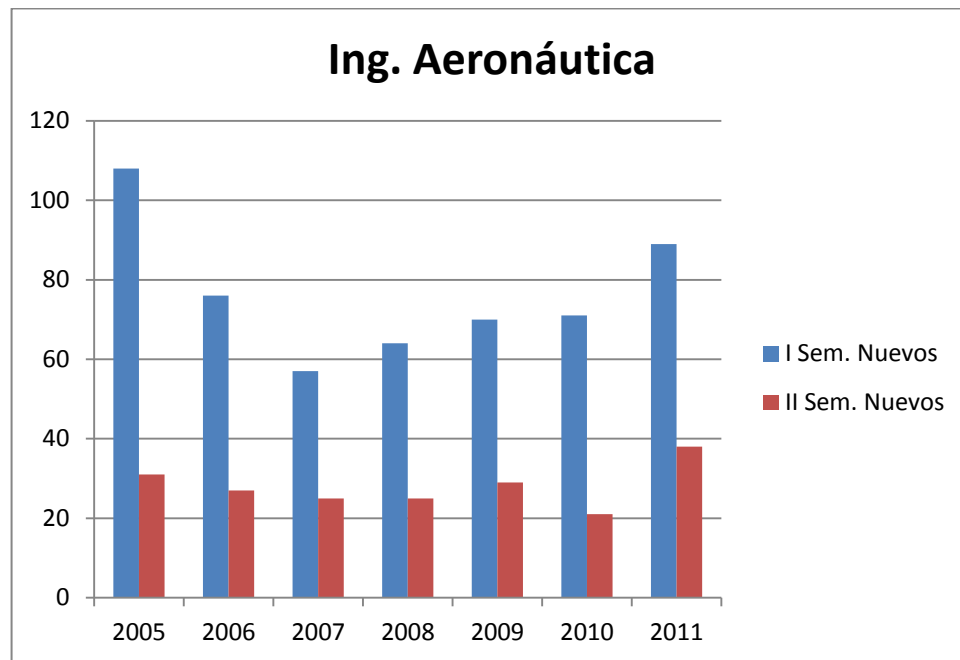
Universidad pontifica bolivariana (2005). *Estudio de prospectiva institucional UPB 2004-2015*. Medellín: UPB.

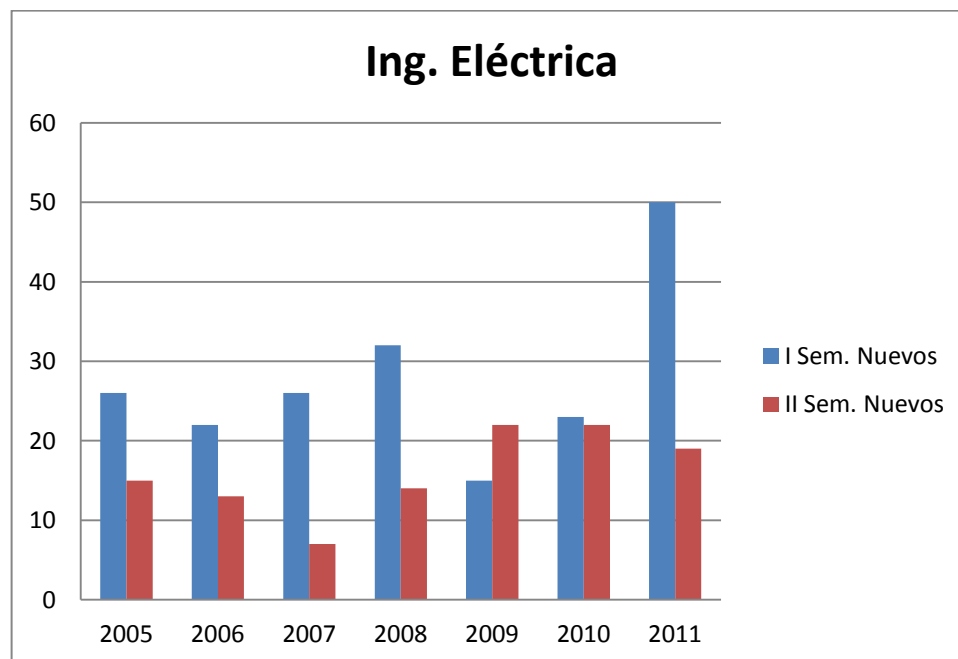
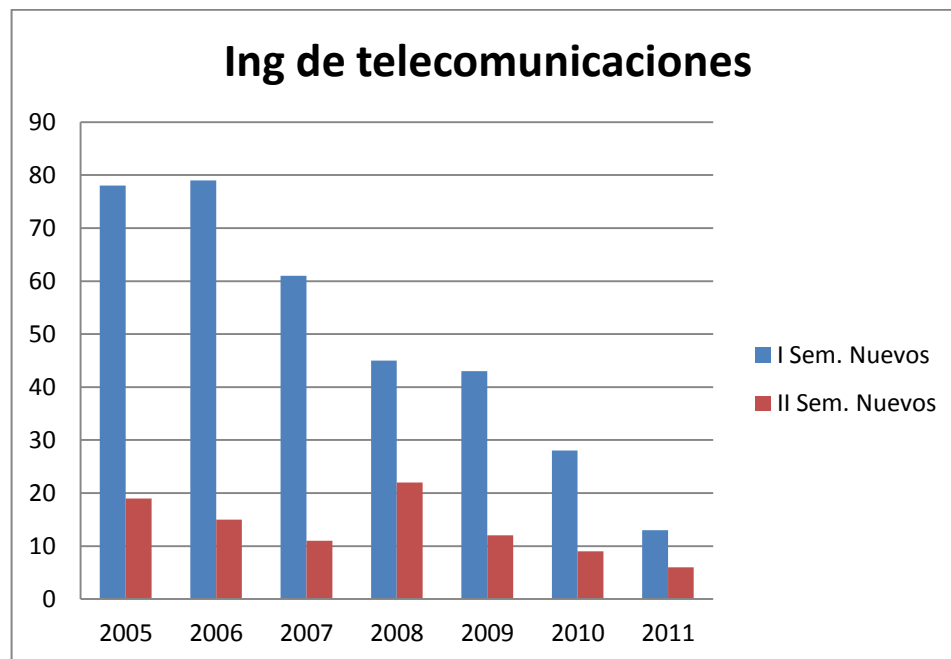
Worldwide CDIO Initiative (2012). *Home*. Recuperado de <http://www.cdio.org/>

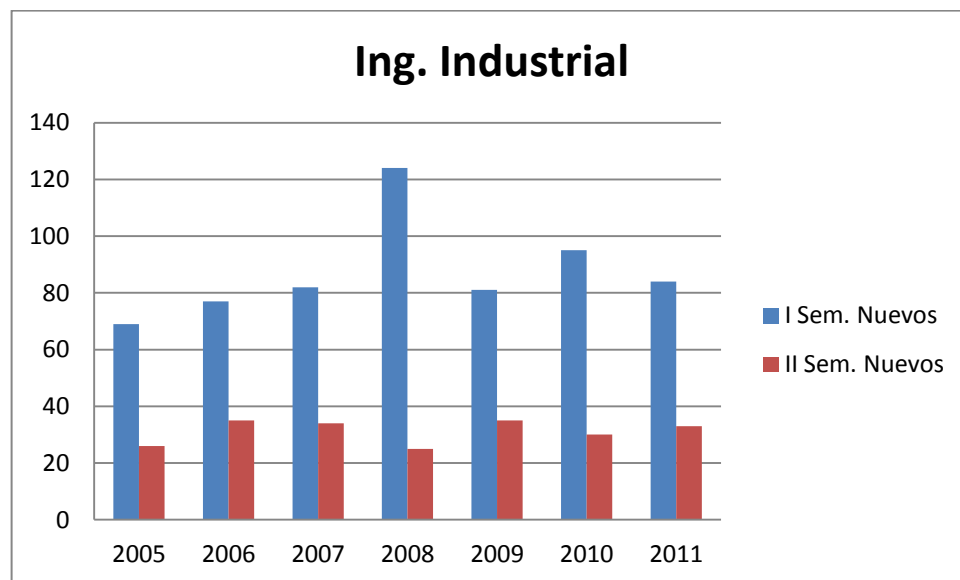
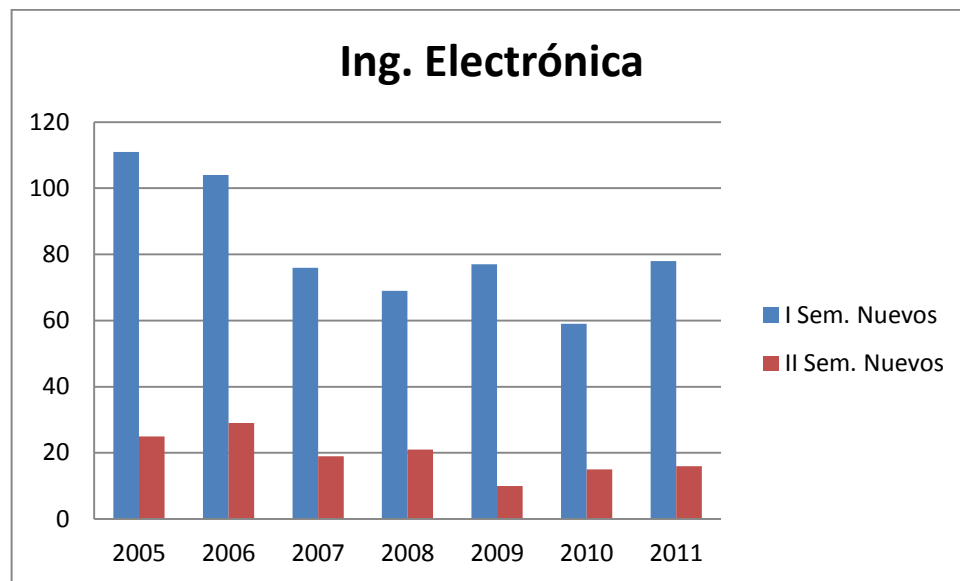
Zapata, D. y Herrera V, J.F. (2010). *Libro blanco: Prospectiva estratégica de la escuela de ingenierías*.

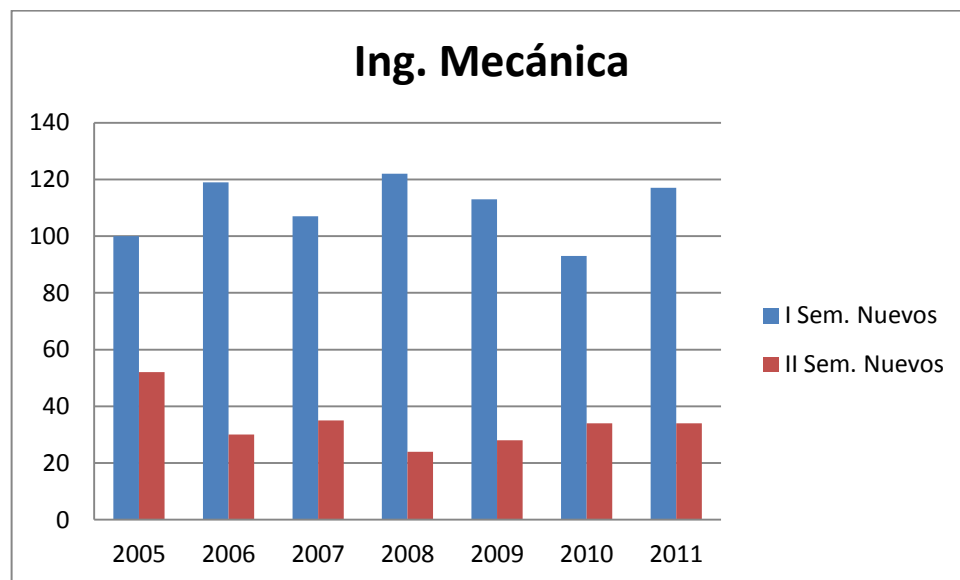
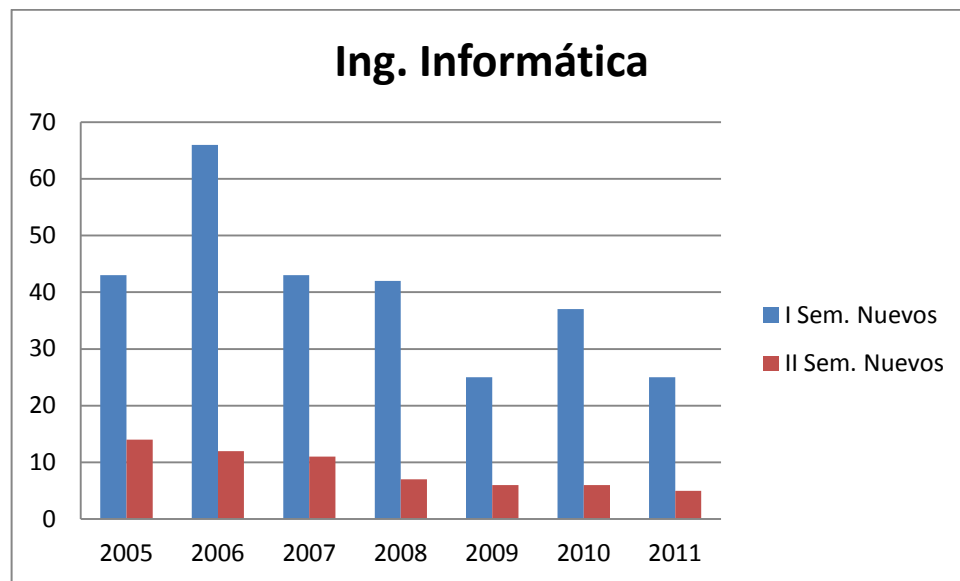
ANEXOS

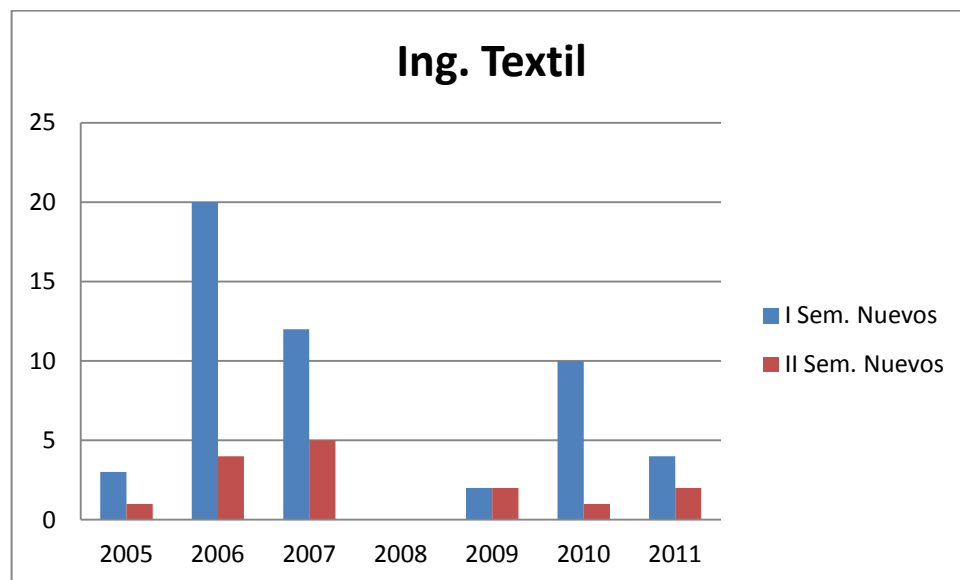
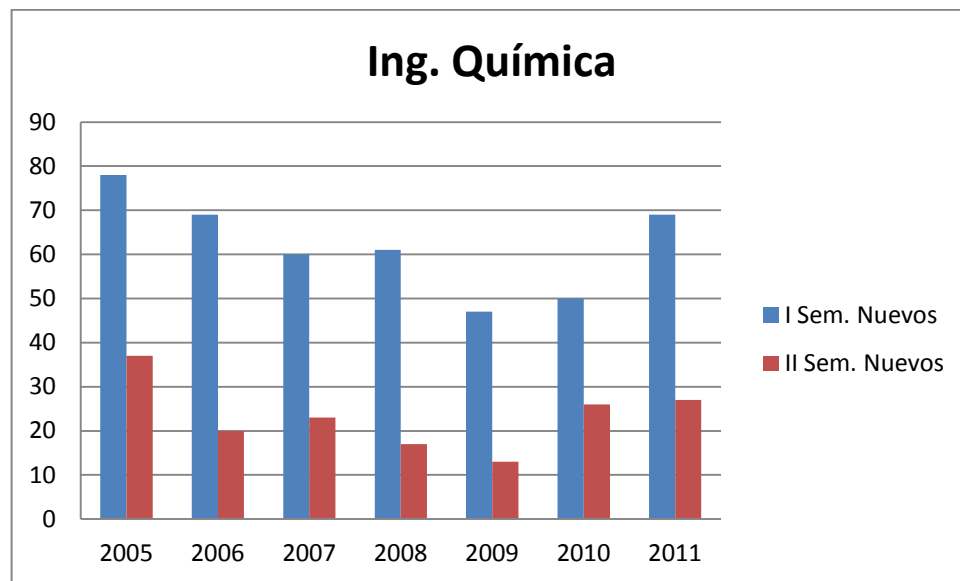
ANEXO 1. MATRICULAS POR PROGRAMA UPB











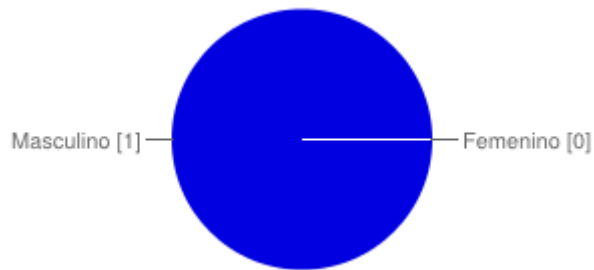
ANEXO 2. RESPUESTAS ENCUESTA TEMAS PARA HACER VIGILANCIA

Ingeniería Aeronáutica

Nombre y apellido

Omar Hazbon Alvarez

Género

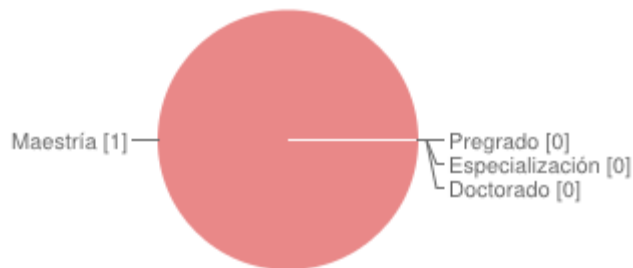


Masculino	1	100%
Femenino	0	0%

Su edad está entre:

20-30 años	0	0%
30-40 años	1	100%
40-50 años	0	0%
50-60 años	0	0%
Mayor a 60 años	0	0%

Seleccione su último título obtenido académicamente:



Pregrado	0	0%
Especialización	0	0%
Maestría	1	100%
Doctorado	0	0%

De las siguientes tecnologías clave, ¿Cuál cree usted que tendrá mayor importancia en el año 2020?

Nuevos materiales	0	0%
Sistemas automáticos de control	0	0%
Aerodinámica subsónica	1	100%
FAR	0	0%
Planeación y control del mantenimiento	0	0%
Other	0	0%

Teléfono de contacto y/o correo electrónico

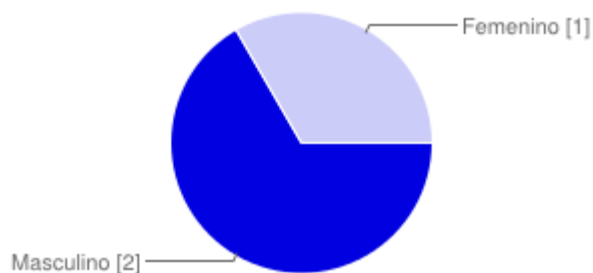
Cel: 317-6448580 omar.hazbon@upb.edu.co omarhazbon@gmail.com

Ingeniería Informática

Nombre y apellido

Gloria Liliana Vélez Saldarriaga Luciano Gallon Javier Emilio Sierra

Género

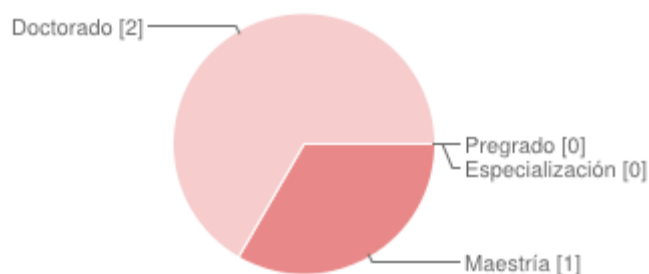


Masculino	2	67%
Femenino	1	33%

Su edad está entre:

20-30 años	0	0%
30-40 años	1	33%
40-50 años	2	67%
50-60 años	0	0%
Mayor a 60 años	0	0%

Seleccione su último título obtenido académicamente:



Pregrado	0	0%
Especialización	0	0%
Maestría	1	33%
Doctorado	2	67%

De las siguientes tecnologías clave, ¿Cuál cree usted que tendrá mayor importancia en el 2020?

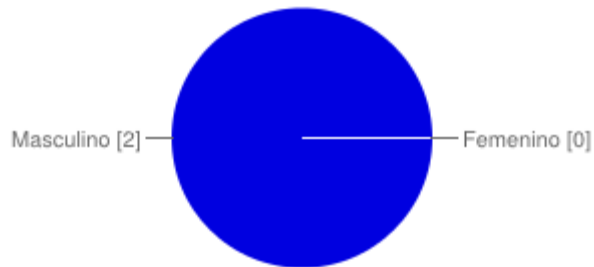
SOA	0	0%
Inteligencia de negocios	2	67%
Procesamiento distribuido de la información	0	0%
Seguridad informática	0	0%
Evaluación y gestión de riesgos	1	33%
Other	0	0%

Ingeniería Electrónica

Nombre y apellido

Hugo Cardona Restrepo Diego Cuartas

Género

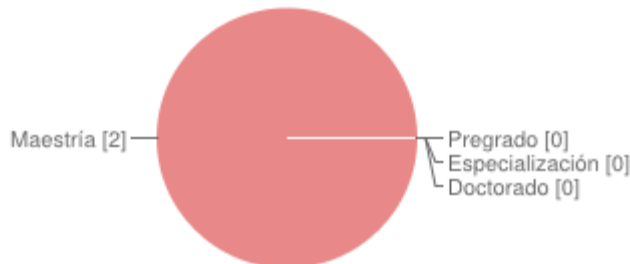


Masculino	2	100%
Femenino	0	0%

Su edad está entre:

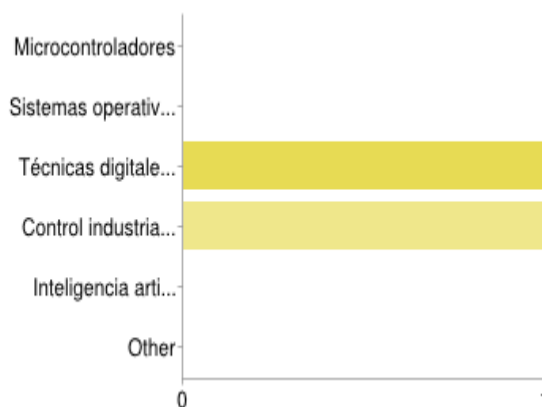
20-30 años	0	0%
30-40 años	1	50%
40-50 años	1	50%
50-60 años	0	0%
Mayor a 60 años	0	0%

Seleccione su último título obtenido académicamente:



Pregrado	0	0%
Especialización	0	0%
Maestría	2	100%
Doctorado	0	0%

De las siguientes tecnologías clave, ¿Cuál cree usted que será la más importante en el 2020?



Microcontroladores	0	0%
Sistemas operativos en tiempo real (RTOS)	0	0%
Técnicas digitales avanzadas	1	50%
Control industrial electrónico	1	50%
Inteligencia artificial	0	0%
Other	0	0%

Teléfono de contacto y/o correo electrónico

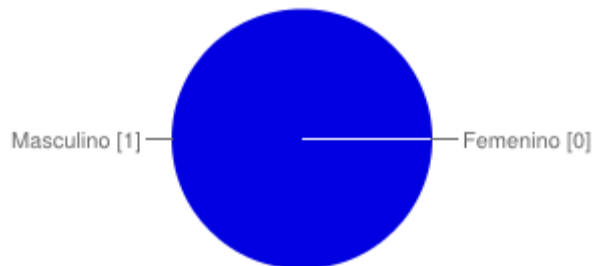
3544522 hugo.cardona@upb.edu.co, dcuartas@une.net.co

Ingeniería Eléctrica

Nombre y apellido

Hugo Cardona Restrepo

Género

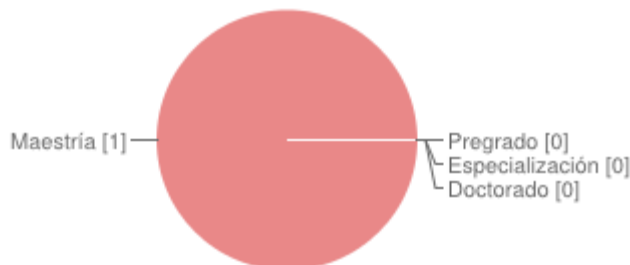


Masculino	1	100%
Femenino	0	0%

Su edad está entre:

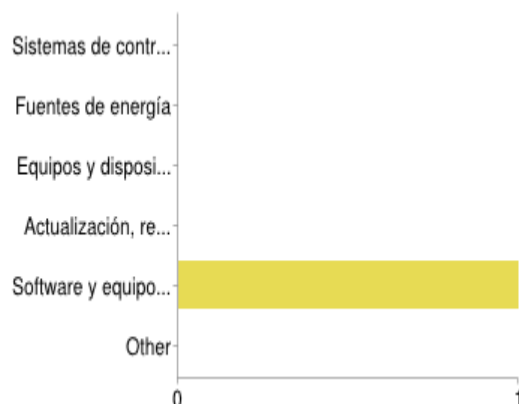
Edad	Count	Percentage
20-30 años	0	0%
30-40 años	1	100%
40-50 años	0	0%
50-60 años	0	0%
Mayor a 60 años	0	0%

Seleccione su último título obtenido académicamente:



Pregrado	0	0%
Especialización	0	0%
Maestría	1	100%
Doctorado	0	0%

De las siguientes tecnologías clave, ¿Cuál cree usted que será la más importante en el 2020?



Sistemas de control de redes (tele medición y control)	0	0%
Fuentes de energía	0	0%
Equipos y dispositivos (operaciones, medición, regulación, control y protección)	0	0%
Actualización, renovación y repotenciación de redes	0	0%
Software y equipos para control y optimización de consumo	1	100%
Other	0	0%

Teléfono de contacto y/o correo electrónico

3544522 hugo.cardona@upb.edu.co

ANEXO 3. VARIABLES POR INGENIERÍA

A continuación se encuentra la pertinencia o no de las variables definidas para la escuela de ingenierías.

Ingeniería Aeronáutica

Variable	Pertinente
Transición a Universidad Innovadora	SI
Alianzas estratégicas e Internacionalización	SI
Debilitamiento de los programas de la UPB	NO
Política de investigación y desarrollo de la UPB y fortalecimiento de la triada fundamental: Investigación, Docencia y Extensión	SI
Capacidad de la UPB para producir investigación básica y aplicada	SI
Integración Academia-Industria	SI
Creación, mantenimiento y consolidación de las comunidades académicas	NO
Competencias desde otras instituciones Nacionales e Internacionales	SI
Interdisciplinariedad en las comunidades académicas y buena gestión del conocimiento	SI
Iniciativas de cambio estratégico en la UPB	SI
Propuesta curricular flexible, interdisciplinaria y continuada	NO
Esquema administrativo - Planeación Estratégica y Financiera	SI
Flexibilidad y movilidad interinstitucional en la educación	SI
Programas de Maestrías y Doctorados existentes en el País	SI

Ingeniería Agroindustrial

Variable	Pertinente
Enseñanza en varios idiomas	NO
Modernización tecnológica	SI
La formación del futuro Profesional en función de su participación social	NO
Propuesta curricular flexible, interdisciplinaria y continuada	NO
Alianzas estratégicas interinstitucionales, internacionales y regionales	SI
Internacionalización	SI
Integración de la actividad académica con desarrollos empresariales en industrias comercios y servicio	NO
Paz en Colombia	SI
Política de calidad del ministerio de educación	NO
Tratado de libre comercio	SI
Inversión nacional en ciencia y tecnología	SI
Política nacional de investigación y desarrollo	SI
Política de investigación y desarrollo de la facultad	SI
Cualificación permanente de docentes	SI
Los recursos físicos y financieros	SI

Ciencia Básica

Variable	Pertinente
Capacidad de innovación	SI
Metas de gestión	SI
Idoneidad	NO
Dotación de equipos	SI
Medios electrónicos	SI
Implementación	NO
Apropiación	SI
Planeación curricular	NO
Flexibilidad curricular	NO
Aportes de la docencia	SI
Integración de la docencia con la investigación y la extensión	SI
Investigación	SI
Pertinencia	SI
Competencia	SI
Contexto interno	SI
Contexto externo	SI
Interdisciplinariedad	SI
Estudios de posgrado	SI
Inversión en laboratorios	NO
Relación con facultades	SI
Investigación básica	SI

Ingeniería Eléctrica

Variable	Pertinente
Avances tecnológicos en Ingeniería Eléctrica	SI
Nivel de desarrollo del sector eléctrico en Colombia	SI
Políticas gubernamentales con enfoque en el sector eléctrico	NO
Política nacional de Investigación, desarrollo e innovación	SI
Campo de acción del ingeniero electricista en la región	NO
Tendencias y dinámicas económicas y políticas del entorno nacional y mundial	SI
Nivel de desarrollo económico del país	SI
Investigación básica y aplicada en el programa de IE de la UPB	SI
Transformación de la UPB en una universidad con propuestas flexibles y globalizadas	SI
Vinculación de las investigaciones a las necesidades reales del país y la región	SI
Cualificación permanente de docentes	SI
Competitividad, innovación y pertinencia del programa de Ingeniería Eléctrica en la UPB	SI
Recursos físicos como apoyo a la enseñanza, el aprendizaje y la investigación	SI
Alianzas estratégicas con otras universidades y con la industria	SI
Política de investigación y desarrollo de la UPB y fortalecimiento fundamental: Investigación	SI

Ingeniería Electrónica

Variable	Pertinente
Nivel de desarrollo económico del país.	SI
Inversión Nacional en Ciencia y Tecnología.	SI
Acreditación.	SI
Grupos de investigación reconocidos por COLCIENCIAS.	SI
Programas de Maestrías y Doctorados en electrónica.	SI
Semilleros de investigación.	SI
Auditoría a los procesos de investigación.	SI
Resultados ECAES.	NO
Calidad de las tesis y/o trabajo de grado	NO
Operatividad de un sistema de evaluación y de información para la investigación	SI
Spin-off universitario en ingeniería electrónica.	SI
No de publicaciones indexadas.	SI
Operatividad de planes de desarrollo y mejoramiento a corto y largo plazo.	SI
Gestión de conocimiento	SI
No Horas semanales en investigación por docente investigador.	SI
Pertinencia del programa y de los proyectos de investigación en satisfacer necesidades de la sociedad y la región.	SI
Escogencia Perfil tecnológico y productivo de ingeniería electrónica en Colombia	NO
Existencia de un sistema de evaluación y de información para la investigación.	NO
Frecuencia de revisión de programas	NO
Procedimientos con metodologías para fijar las prioridades y aplicar las prioridades en la facultad.	SI
Formación del cuerpo docente.	SI
Interdisciplinariedad en las comunidades académicas.	SI
Motivación de los estudiantes para estudiar ingeniería electrónica.	NO
Modernización Tecnológica.	SI
Equipamiento importante dedicado a la investigación y desarrollo.	SI

Ingeniería Industrial

Variable	Pertinente
Capacidad de la UPB para producir investigación básica y aplicada.	SI
Propuesta curricular flexible, interdisciplinaria y continuada.	SI
Cualificación y relevo generacional de docentes.	SI
Interdisciplinariedad en las comunidades académicas de la UPB.	SI
Alianzas estratégicas, interinstitucionales, internacionales y regionales.	SI
Internacionalización de la UPB e implementación de redes intrainstitucionales.	SI
Competitividad de programas de la UPB.	NO
Iniciativas de cambio estratégico en la UPB para consolidar una universidad innovadora.	SI
La transformación de la UPB en una universidad con propuestas Flexible y globalizada.	NO

Variable	Pertinente
Nuevos paradigmas educativos en Ingeniería Industrial	NO
Viabilidad, pertinencia y competitividad de la UPB	NO
Postgrados: que todos los saberes tengan maestrías, doctorados y Pos doctorados en la UPB.	SI
Fortalecimiento de la triada fundamental: Investigación, docencia y Extensión.	SI

Ingeniería Informática

Variable	Pertinente
Situación Financiera de la UPB. - Flujo de caja.	SI
Manejo de ciclo de vida de los Programas	NO
Propuesta curricular flexible, interdisciplinaria y continuada. Programa de 4 años.	NO
Procesos como Auto evaluación, acreditación, certificación y de calidad	SI
Alianzas estratégicas interinstitucionales, internacionales, y regionales	SI
Competencia desde otras instituciones (Nacionales e Internacionales) a nivel de pregrado y postgrado	SI
Credibilidad de la facultad	SI
Enseñanza en varios idiomas	SI
Escogencia del perfil profesional	SI
Excelencia Académica	SI
Formación por ciclos propedéuticos y por Competencias	NO
Iniciativas de cambio estratégico en la facultad	NO
Innovación y pertinencia de los programas	SI
Internacionalización de la facultad	SI
Mantenimiento y consolidación de las comunidades académicas	SI
Pasantías constantes y sistémicas	SI
Postgrados que se consolide la oferta de maestrías y doctorados para la facultad	SI
Preparación para la internacionalización	SI
Fortalecimiento de la triada fundamental: Investigación, Docencia y Extensión	SI
Integración de la actividad académica con desarrollos empresariales en industria, comercio y servicios	SI

Ingeniería Mecánica

Variable	Pertinente
Nivel de formación y categorías de los docentes	SI
Plan de estudios	NO
Manejo de segunda lengua en docentes y en estudiantes	SI
Direccionamiento estratégico de la Universidad y de la Facultad	SI
Estructura administrativa y académica de la facultad	SI
Escuela de ingenierías	SI
Grupos de investigación	SI
Infraestructura y espacios adecuados para labores de docencia	SI
Dotación y uso de laboratorios	SI

Variable	Pertinente
Acceso a recursos informáticos para estudiantes	NO
Políticas de innovación, investigación y desarrollo de la UPB	SI
Imagen de la facultad y del programa en la sociedad	SI
Imagen de la UPB en la sociedad	SI
Necesidades del medio y demanda laboral	SI
Tendencias nacionales y mundiales en ingeniería mecánica:	SI
Nivel de desarrollo de la industria en Colombia	SI
Relaciones con el sector productivo	SI
Relaciones internacionales	SI

Ingeniería de Telecomunicaciones

Variable	Pertinente
Políticas gubernamentales y resultados para el desarrollo de la confianza institucional.	SI
Políticas gubernamentales y resultados de apoyo a la inversión.	SI
Nivel de desarrollo económico del país y tratados de libre comercio	SI
Nivel de desarrollo del sector de las telecomunicaciones en Colombia.	SI
Resultados de los modelos de investigación y desarrollo de la UPB.	SI
Nivel de integración de la actividad académica e investigativa con desarrollos en industria, comercio, regulación y servicios	SI
Modelo de gobernabilidad institucional.	SI

Ingeniería textil

Variable	Pertinente
Pertinencia, Competitividad y Viabilidad del programa	SI
Planeación estratégica y permanente de mercados	SI
Competencia desde otras instituciones	SI
Indiferencia gubernamental	NO
Tratado de Libre Comercio	SI
Inversión Nacional en Ciencia y Tecnología	SI
Gestión del Conocimiento	SI
La Moda como factor cultural y dinámico	NO
Relevancia y creatividad	NO
Capacidad del sector para producir Investigación básica y aplicada	SI
Producción especializada y con enfoque a sectores competitivos	SI
Escogencia del perfil tecnológico y productivo.	NO
Modernización Tecnológica	SI
Fortalecimiento de la triada fundamental: Investigación, Docencia y Extensión	SI
Políticas de Investigación y Desarrollo de la UPB	SI
Programas de Especialización y Maestrías	SI
Propuesta curricular flexible, interdisciplinaria y continuada	NO
Proyecto cultural y científico	SI
Innovación en oferta académica	NO
Reorganización del conocimiento para ser enseñado	NO
Interdisciplinariedad en los proyectos académicos de los estudiantes	NO
Prestación de Asesorías y Consultorías Externas	SI

Variable	Pertinente
Viabilidad, pertinencia y competitividad del programa	NO
Integración de la actividad académica con desarrollos empresariales	SI
Relevancia y creatividad	NO
La comunicación como eje integrador	NO
Los recursos (Talento Humano)	SI
Cualificación permanente de docentes	SI

Los factores anteriores fueron los factores decisivos de cada una de las facultades de ingeniería, sin embargo las variables académicas, relacionadas con los pregrados no son pertinentes para este estudio, así que se seleccionaron aquellos que aplican a un grupo de investigación relacionado con la escuela de ingenierías.

red de universidades, red de oportunidades
Investigación

Más posibilidades de segmentación a pie de página.



Nº	Institución	Pais: Colombia	Total	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	Universidad Nacional de Colombia (Bogotá)		1951	48	36	56	44	59	68	109	112	117	127	165	173	196	194	218	229
2	Universidad del Valle (Cali)		1211	28	24	31	30	64	56	70	94	92	95	111	106	95	103	106	106
3	Universidad de Antioquia (Medellín)		1180	10	9	9	13	18	22	40	63	88	98	113	112	128	142	153	162
4	Centro Internacional de Agricultura Tropical (Cali)		801	36	40	42	52	39	59	44	59	41	48	43	60	59	57	58	64
5	Universidad de Los Andes (Bogotá)		760	15	15	14	22	28	41	37	40	51	55	66	67	57	64	82	106
6	Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá)		492	5	15	9	5	12	16	29	27	40	35	47	40	55	52	50	55
7	Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga)		328				2	4	11	16	18	33	19	38	30	33	31	55	38
8	Corporación para Investigaciones Biológicas (Medellín)		208	5	3	11	9	8	5	13	14	13	11	13	15	19	24	17	28
9	Instituto Nacional de Salud (Bogotá)		203	12	5	5	9	10	14	11	15	16	10	11	25	18	16	6	20
10	Hospital San Juan de Dios (Bogotá)		168	4	8	10	7	10	14	16	18	19	22	19	14	4	2	1	
11	Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Médicas (Cali)		142	11	4	7	8	8	10	10	6	18	8	8	8	13	7	11	5
12	Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín)		133			1	2	2	1	7		5	1	3	8	18	24	31	30
13	Fundación Instituto de Inmunología de Colombia (Bogotá)		118								1			2	7	22	31	26	22

© Grupo Scir

153

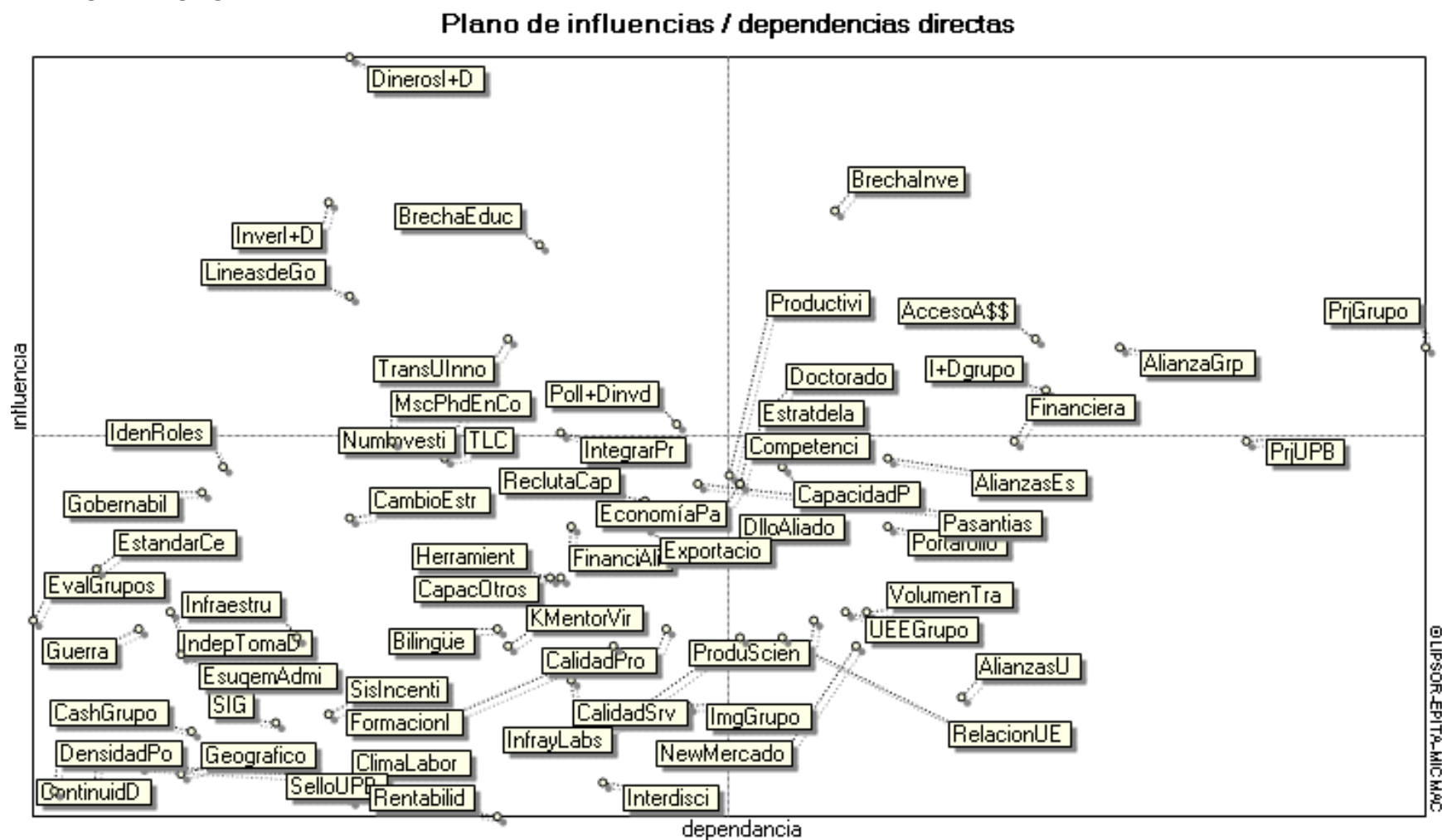
MATRIZ MICMAC

[illegible]

ANEXO 6. PLANOS DE LAS VARIABLES PRINCIPALES

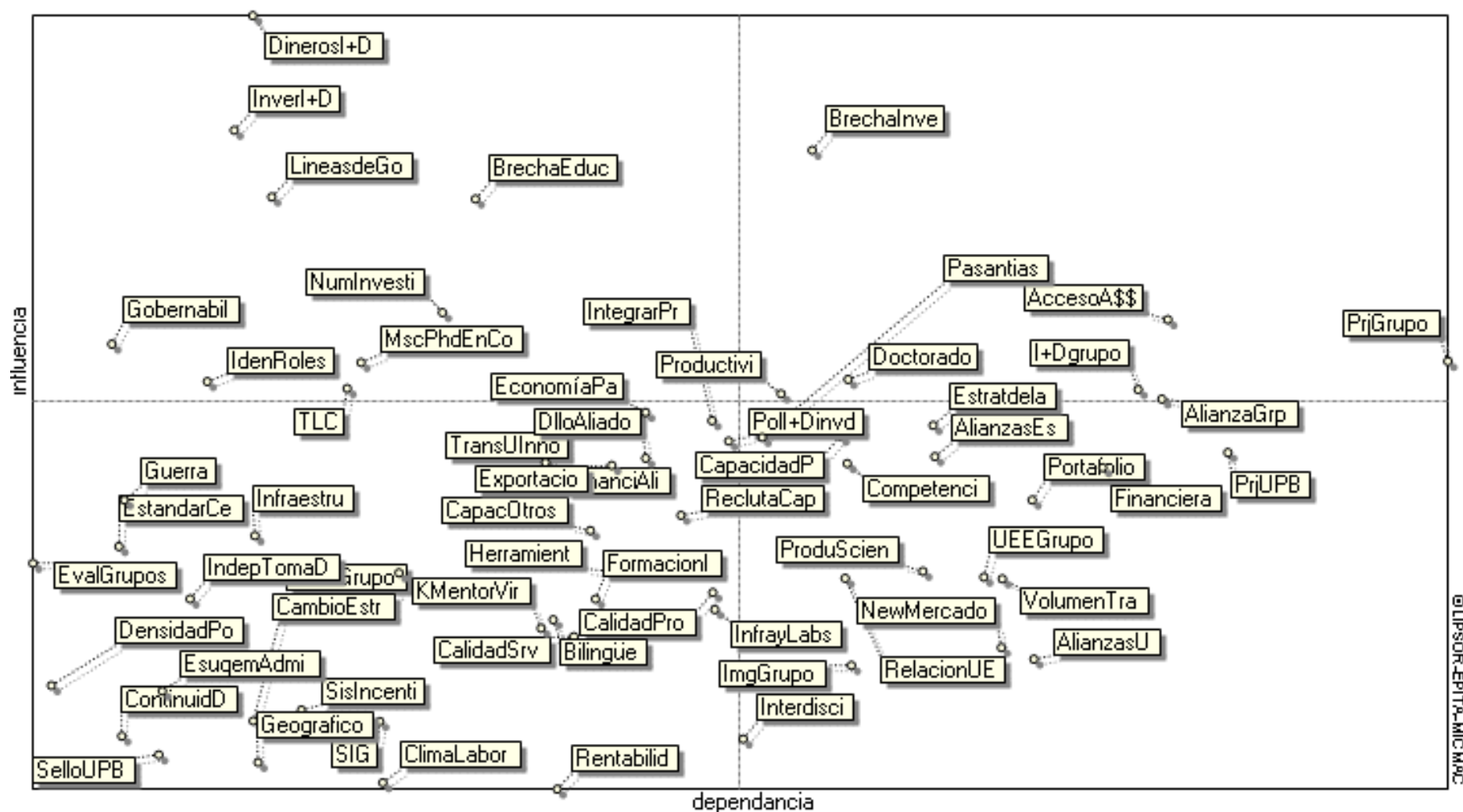
FACTORES CLAVE EN TODO EL SISTEMA

PLANO DIRECTO



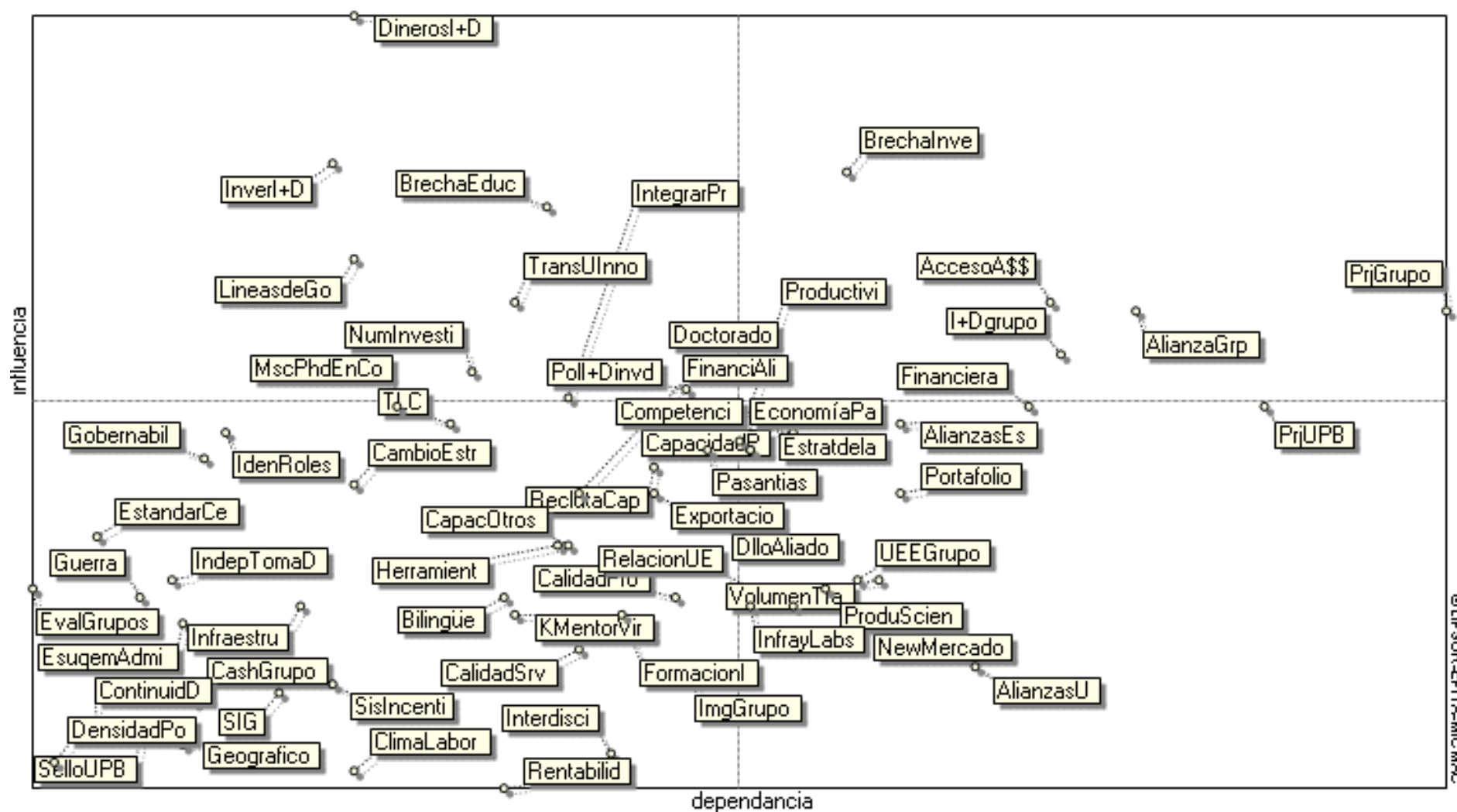
PLANO INDIRECTO

Plano de influencias / dependencias indirectas



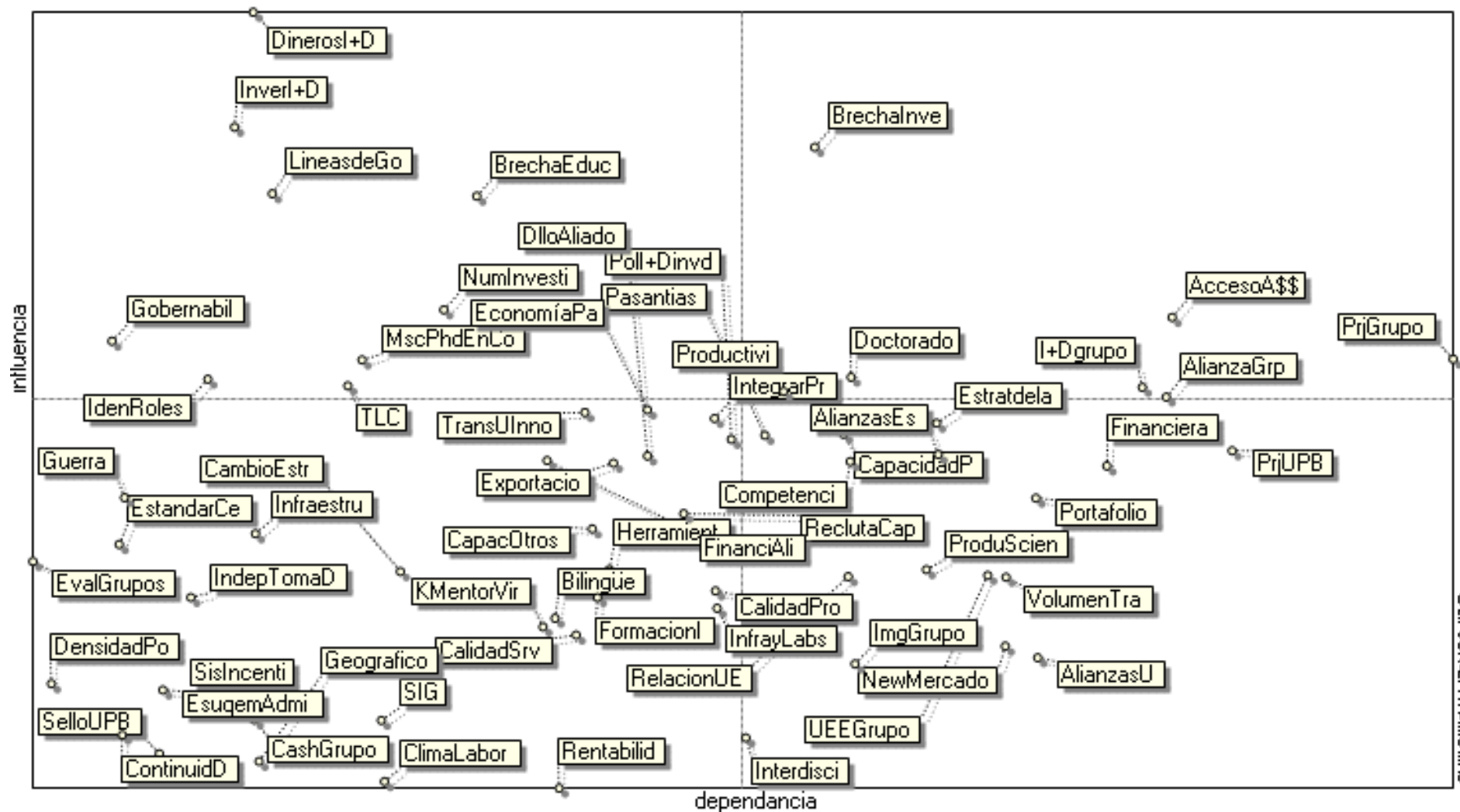
PLANO DIRECTO POTENCIAL

Plano de influencias / dependencias directas potenciales



PLANO INDIRECTO POTENCIAL

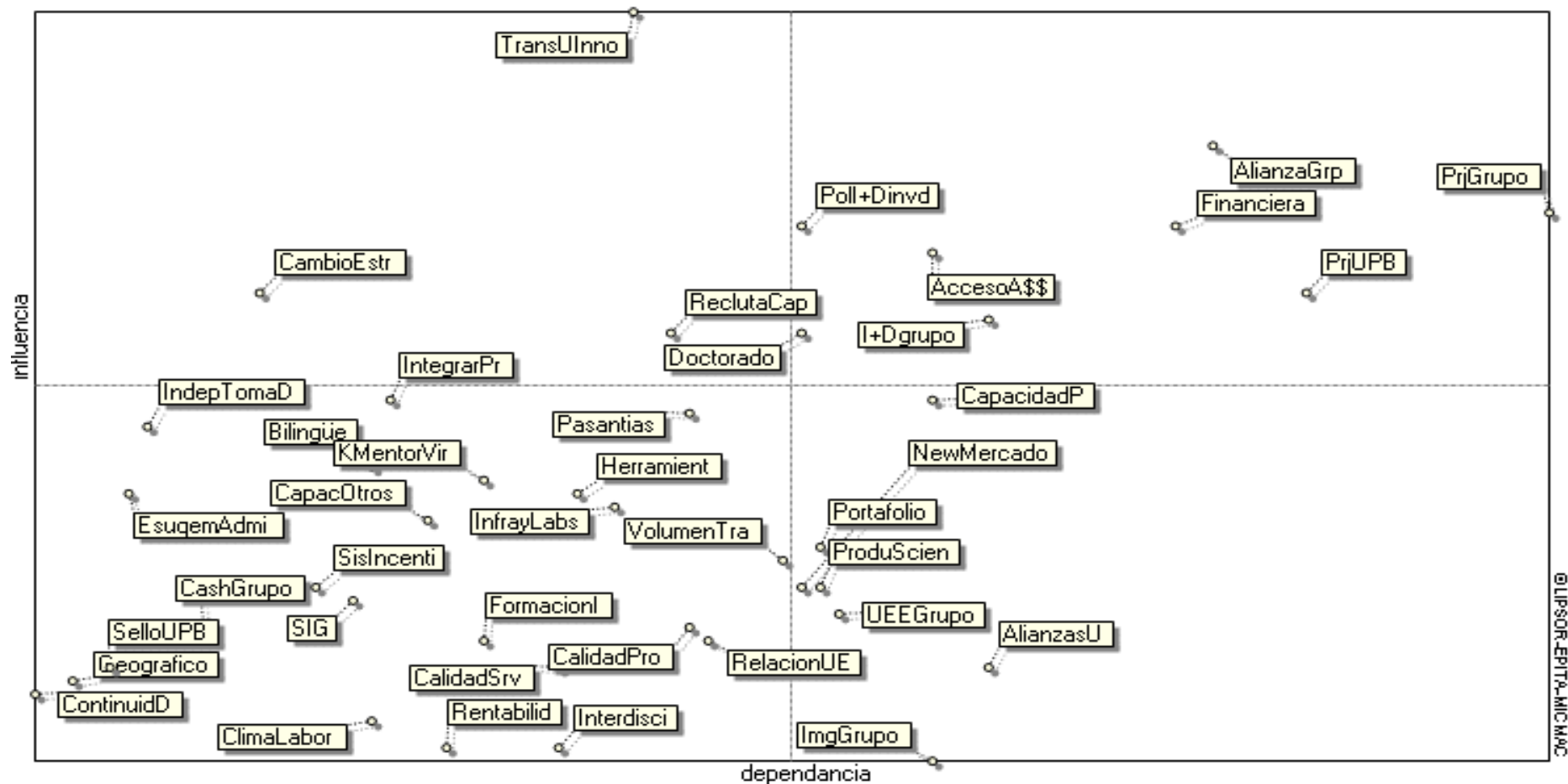
Plano de influencias / dependencias indirectas potenciales



ESCENARIO UNIVERSIDAD Y ESCUELA - FACTORES MÁS IMPORTANTES

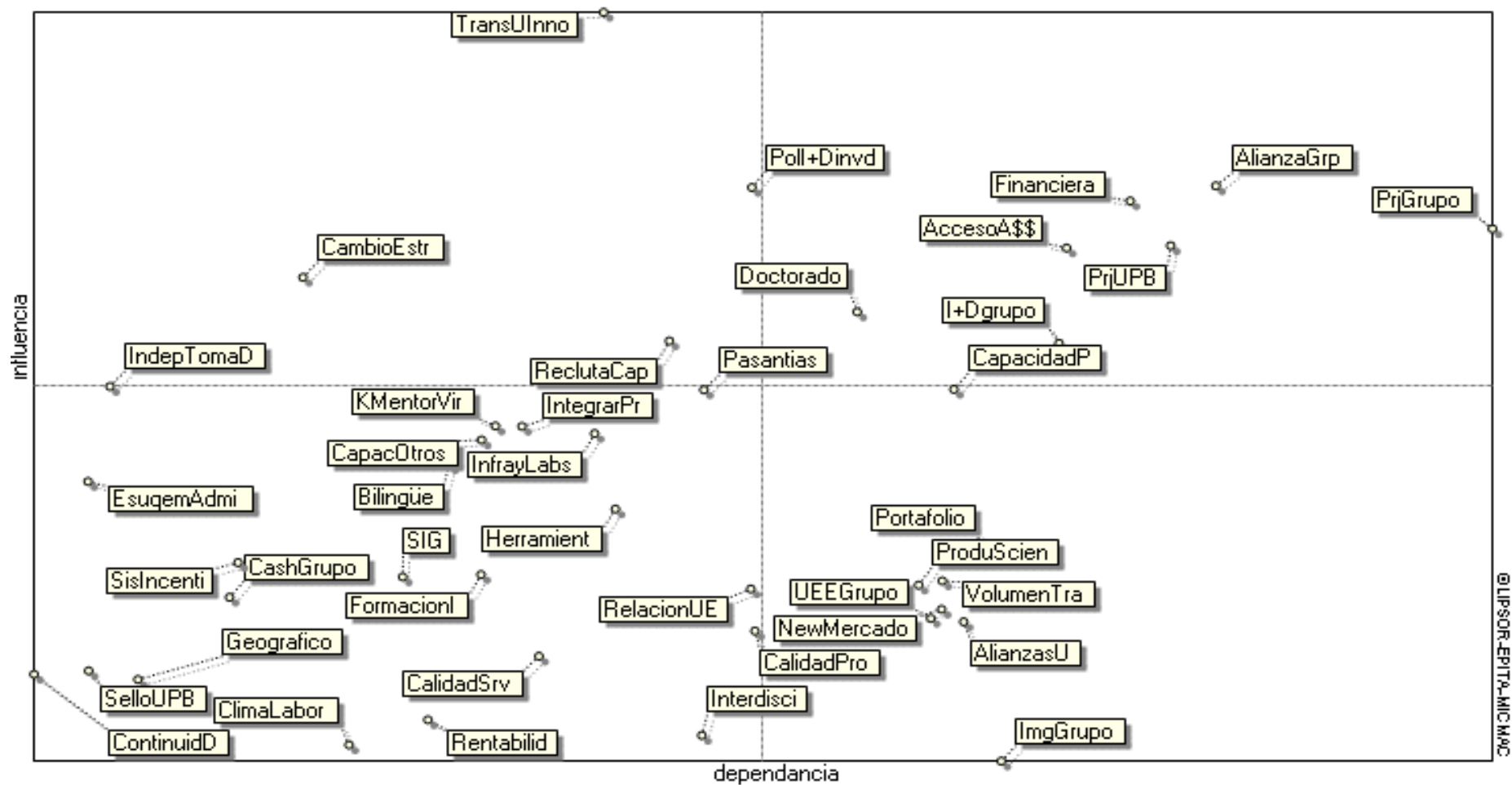
PLANO DIRECTO

Plano de influencias / dependencias directas



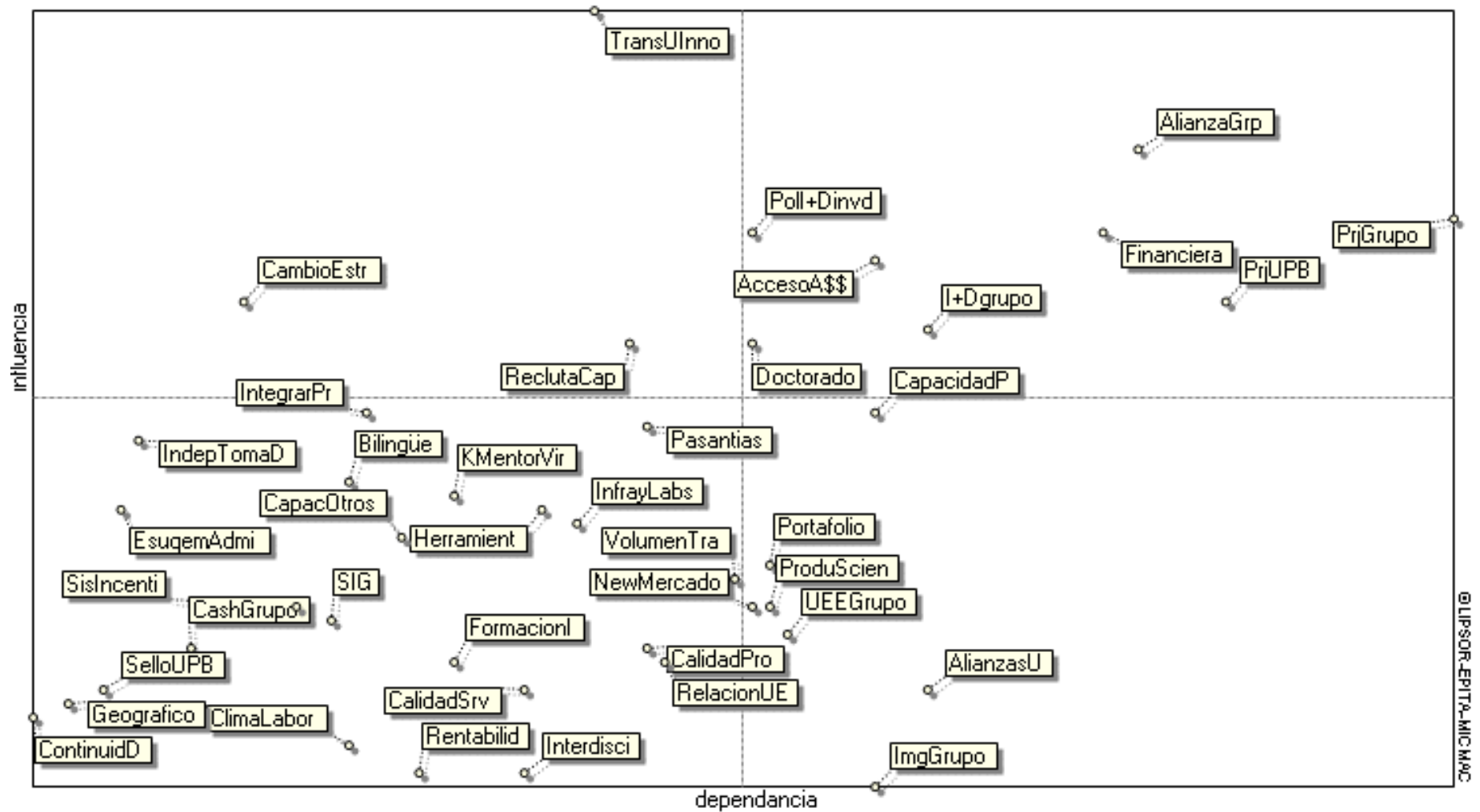
PLANO INDIRECTO

Plano de influencias / dependencias indirectas



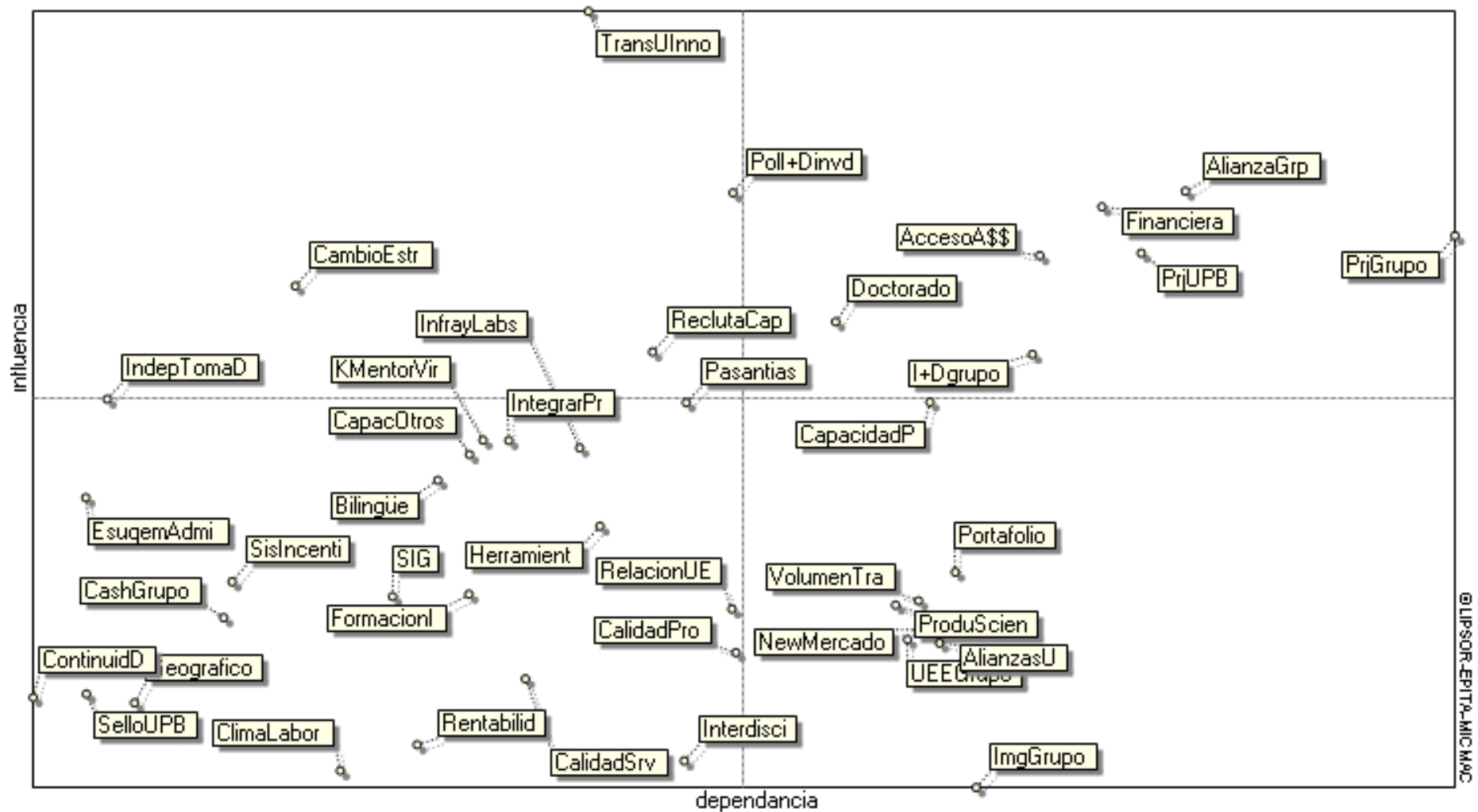
PLANO DIRECTO POTENCIAL

Plano de influencias / dependencias directas potenciales



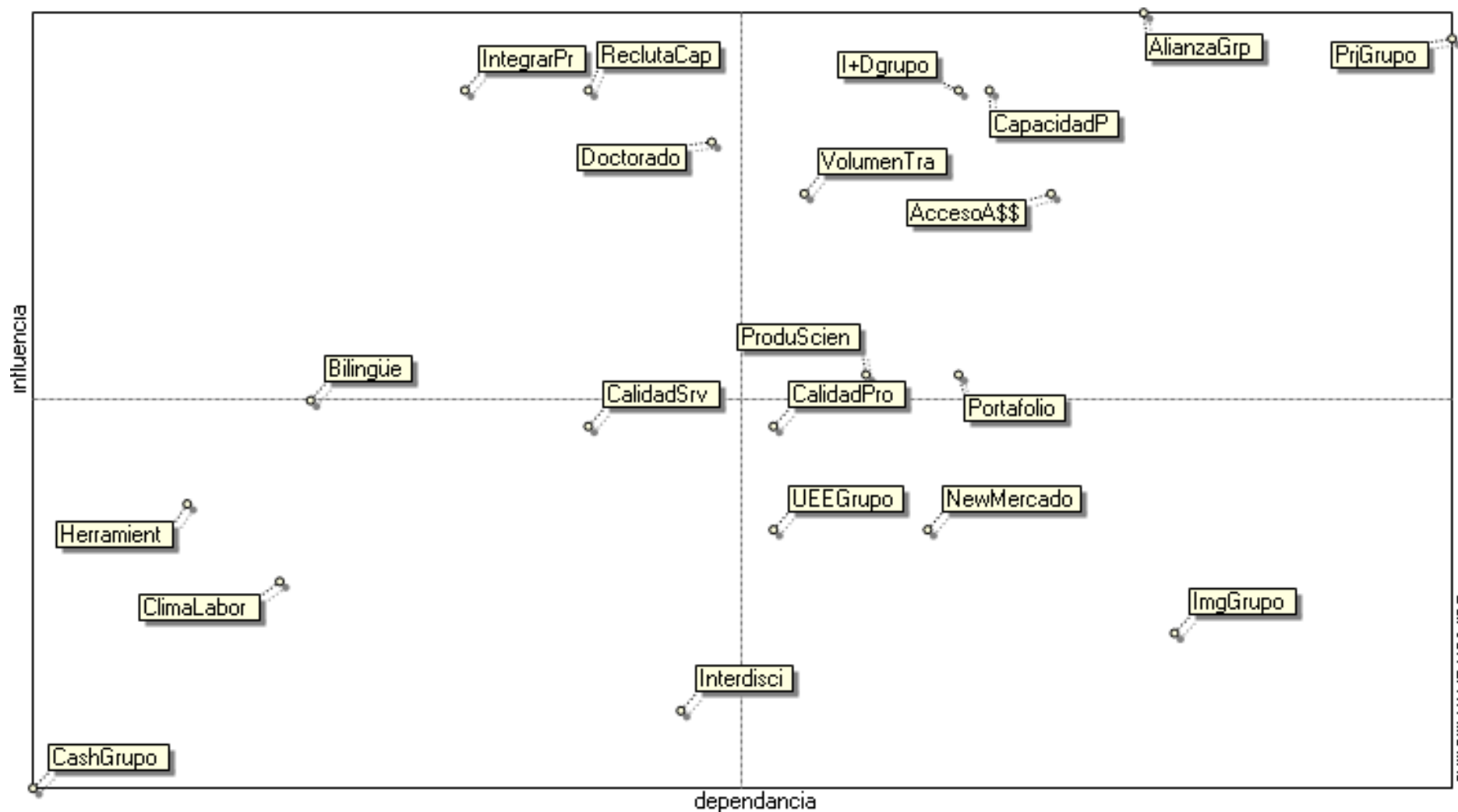
PLANO INDIRECTO POTENCIAL

Plano de influenciass / dependencias indirectas potenciales



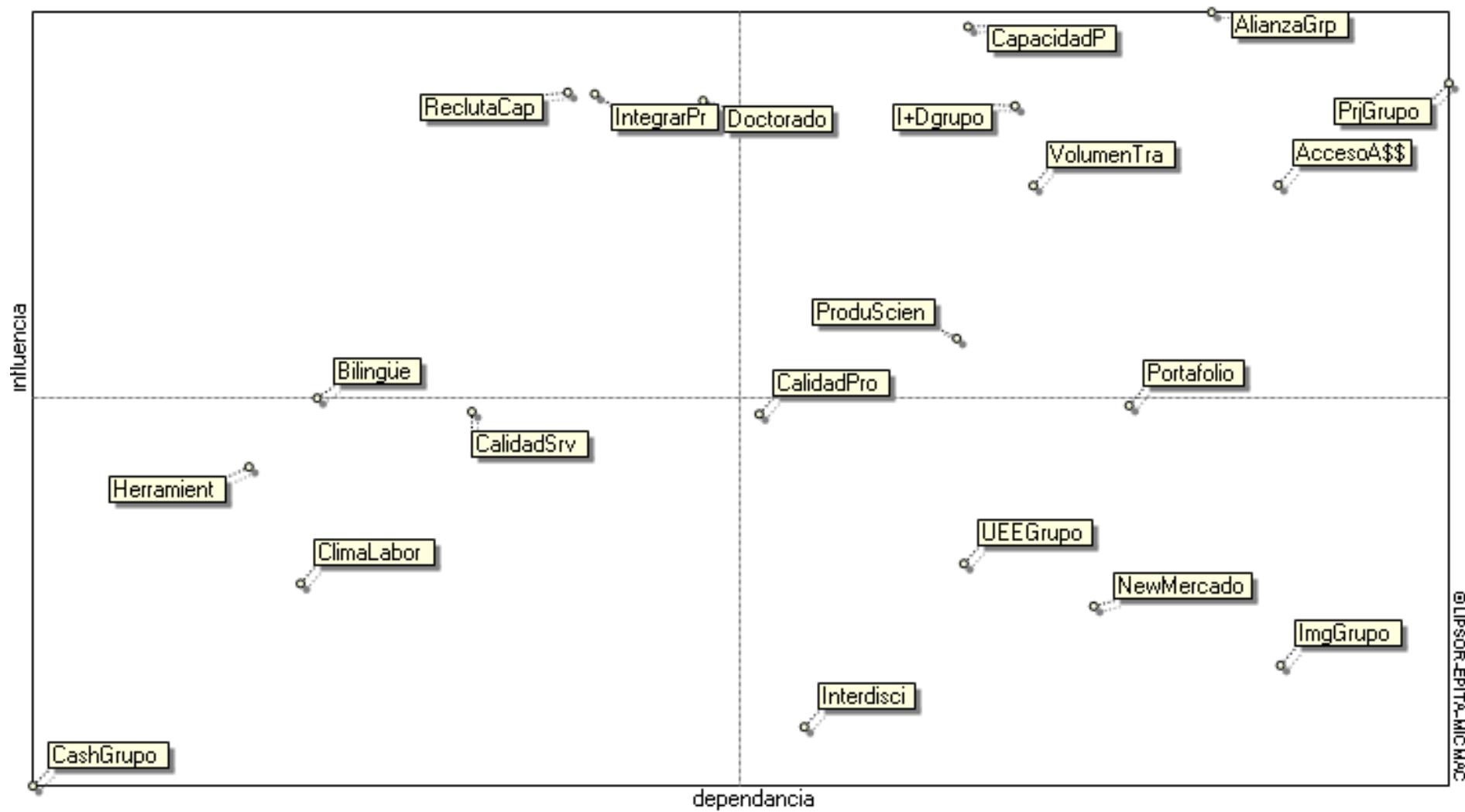
ESCENARIO ESCUELA – FACTORES MÁS IMPORTANTES PLANO DIRECTO

Plano de influencias / dependencias directas



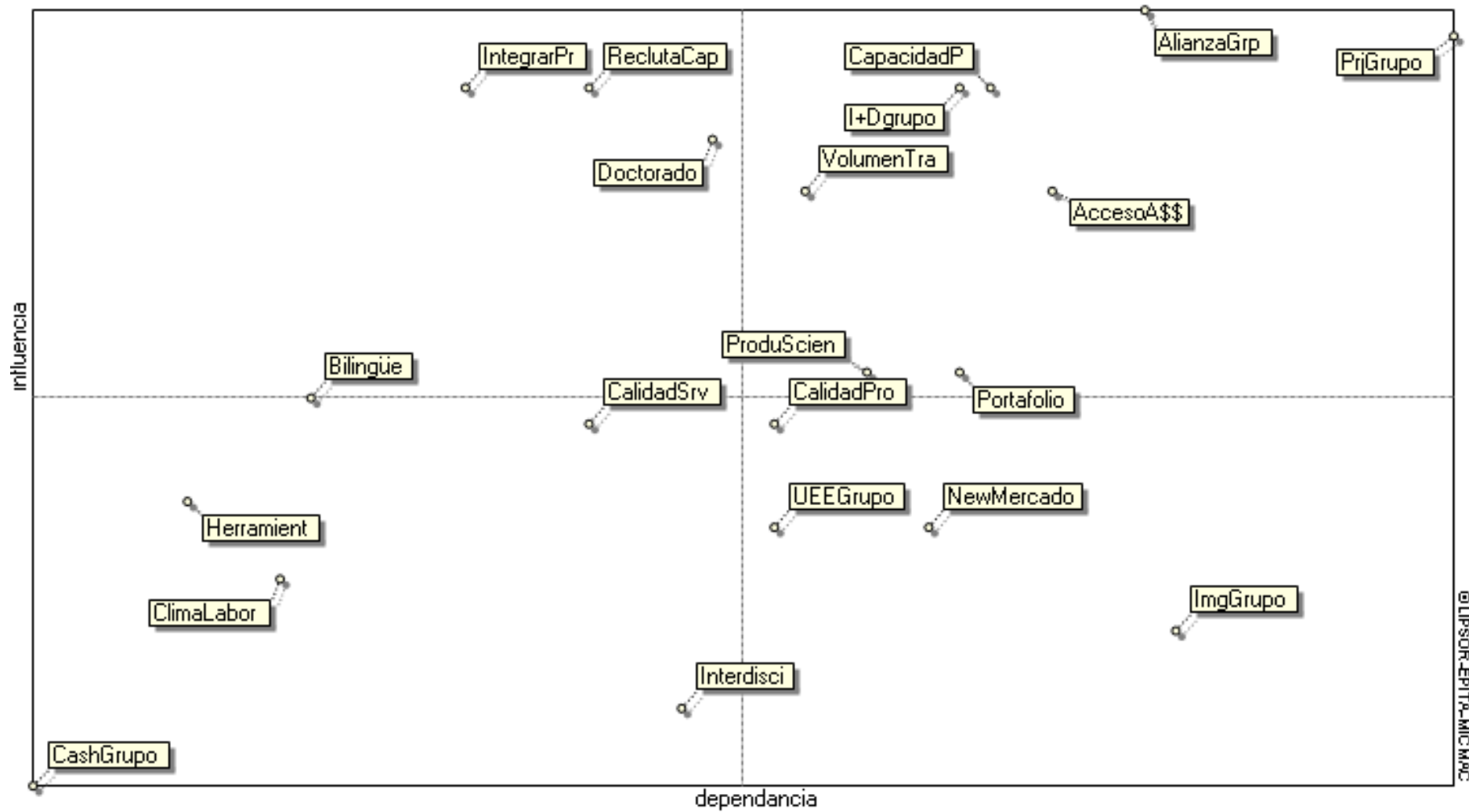
PLANO INDIRECTO

Plano de influencias / dependencias indirectas



PLANO DIRECTO POTENCIAL

Plano de influencias / dependencias directas potenciales



PLANO INIDIRECTO POTENCIAL

Plano de influenciass / dependencias indirectas potenciales

